SABTEC 評価 11－03R7

建築構造技術評価報告書

DB ヘッド定着工法
RC 構造設計指針(2026 年)

申込者 ： 株式会社ディビーエス

2026 年 3 月 11 日

一般社団法人
建築構造技術支援機構
Supporting Association for Building Structural Technology

一般社団法人
SABTEC 建築構造技術支援機構
Supporting Association for Building Structural Technology

SABTEC 評価 11-03R7
受付日：2025 年 7 月 1 日
発効日：2026 年 3 月 11 日

複製

技術評価報告書

申 込 者： 株式会社ディビーエス　代表取締役社長　山本　俊輔
愛知県豊橋市豊栄町字東 358 番 1 号

技術名称： DB ヘッド定着工法 RC 構造設計指針(2026 年)

当法人「建築構造技術審議委員会」において慎重審議の結果、2026 年 3 月 11 日付けの技術評価書(SABTEC 評価 11-03R7)の通り、一般社団法人建築構造技術支援機構「建築構造技術検証要綱」で定めた技術基準と照らし合わせ、本技術は妥当なものであると判断されたことを報告する。

2026 年 3 月 11 日

一般社団法人
建築構造技術支援機構
代表理事　益尾　潔

建築構造技術審議委員会

委員長	窪田敏行	近畿大学	名誉教授
副委員長	田才晃	横浜国立大学	名誉教授
委員	磯雅人	福井大学大学院工学研究科	教授
〃	岸本一蔵	近畿大学建築学部建築学科	教授
〃	田中剛	神戸大学大学院工学研究科	教授
〃	都祭弘幸	福山大学工学部建築学科	教授
〃	三谷勲	神戸大学	名誉教授

機械式定着工法 RC 構造設計指針(2026 年)
専門部会

主査	磯　雅人	福井大学大学院工学研究科	教授
委員	岸本一蔵	近畿大学建築学部建築学科	教授

一般社団法人
SABTEC 建築構造技術支援機構
Supporting Association for Building Structural Technology

SABTEC 評価 11-03R7
受付日：2025 年 7 月 1 日
発効日：2026 年 3 月 11 日

複製

技術評価書

申 込 者： 株式会社ディビーエス　　代表取締役社長　山本　俊輔
愛知県豊橋市豊栄町字東 358 番 1 号

技術名称： DB ヘッド定着工法 RC 構造設計指針(2026 年)

技術概要： DB ヘッド定着工法は、GBRC 性能証明第 06-14 号(2006 年 11 月 7 日)と SABTEC 評価 11-03(2011 年 10 月 12 日)の取得後、SABTEC 評価 11-03R1(2012 年 9 月 20 日)の設計指針(2012 年)、SABTEC 評価 11-03R2 (2014 年 9 月 19 日)の設計指針(2014 年)、SABTEC 評価 11-03R3(2015 年 7 月 31 日)の設計指針(2015 年)、SABTEC 評価 11-03R4(2017 年 7 月 25 日)の RC 構造設計指針(2017 年)が改定され、SABTEC 技術評価 11-03R5(2019 年 9 月 25 日)の RC 構造設計指針(2019 年)では、2017 年以降の使用実績を踏まえて改定されている。

SABTEC 技術評価 11-03R6(2022 年 2 月 21 日)の RC 構造設計指針(2022 年)では、アスペクト比 $\xi \geqq 1.3$ のト形接合部のせん断設計などの規定を追加し、SABTEC 評価 11-03R7(2026 年 3 月 11 日)の RC 構造設計指針(2026 年)では、接合部配筋詳細の実務課題解決に向け、応用編 13.2 節の上階柱絞り柱梁接合部の配筋詳細例を盛り込んでいる。

本委員会は、一般社団法人建築構造技術支援機構「建築構造技術検証要綱」で定めた技術基準と照らし合わせ、下記の通り、本技術は妥当なものであると判断した。

2026 年 3 月 11 日

一般社団法人
建築構造技術支援機構
建築構造技術審議委員会
委員長　窪　田　敏　行

記

評価方法： 申込者提出の下記資料によって、技術評価を行った。
DB ヘッド定着工法　設計指針 (2026 年)
これらの資料には、本技術の目標性能達成の妥当性を確認した技術資料がまとめられている。これらの資料のほかに、専門部会資料が提出されている。

評価内容： 申込者提案の DB ヘッドは、鉄筋母材の規格引張強さに相当する荷重を受けても損傷せず、本工法設計指針によって設計される DB ヘッドを用いた異形鉄筋の定着部は、設計で保証すべき長期荷重時、短期荷重時および終局耐力時の要求性能を満足すると判断される。

一般社団法人
SABTEC 建築構造技術支援機構
Supporting Association for Building Structural Technology

SABTEC 評価 11-03R7
受付日：2025 年 7 月 1 日
発効日：2026 年 3 月 11 日

技術評価内容

申込者

株式会社　ディビーエス
代表取締役社長　　山本　俊輔
愛知県豊橋市豊栄町字東 358 番 1 号

技術名称

DB ヘッド定着工法 RC 構造設計指針(2026 年)

適用範囲

(1) 建築物の構造　　鉄筋コンクリート造、プレストレストコンクリート造、およびそれらのプレキャストコンクリート造

(2) 使用材料　　コンクリートの設計基準強度：　21 N/mm^2 以上、かつ、60 N/mm^2 以下
鉄　筋：　(種類)　　SD295、SD345、SD390、SD490
(呼び名)　D16, D19, D22, D25, D29, D32, D35, D38, D41
DB リング：球状黒鉛鋳鉄品 FCD700－2(JIS G 5502)

(3) 適用箇所　　柱梁接合部への大梁主筋の定着、柱梁接合部および基礎への柱主筋の定着、梁への梁主筋の定着、柱、梁および壁への壁筋の定着、梁への小梁主筋およびスラブ筋の定着、アンカーボルトの定着

技術評価の主な審議事項

今回の技術評価では、DB ヘッド定着工法 RC 構造設計指針(2026 年) 総則・材料編、基本設計編、応用設計編、柱梁主筋外定着方式編の妥当性を確認している。

技術評価の経過

2025 年 7 月 1 日開催の第 67 回建築構造技術審議委員会(以下、本委員会と略記する)において、申込者提出の技術資料について検討し、詳細検討は、専門部会を設けて行うこととした。専門部会では、本委員会での指摘事項を踏まえて修正された技術資料について審議を行い、結果を 2026 年 3 月 11 日開催の第 70 回建築構造技術審議委員会に報告した。

建築構造技術審議委員会では、申込者提出の技術資料について慎重に審議を行い、本技術は妥当なものであると判断した。

以上

DB ヘッド定着工法
RC 構造設計指針(2026 年)
技術資料

□　DB ヘッド定着工法 RC 構造設計指針(2026 年)

【総則・材料編】

【基本設計編】

【応用設計編】

【柱梁主筋外定着方式編】

（付録）設計指針関連資料

【標準配筋詳細仕様書】

（参考資料）DB ヘッド製造業者一覧

DB ヘッド定着工法
RC 構造設計指針(2026 年)

目　次

【総則・材料編】

1 章 総則 ··· 設計 1-1
　1.1　適用範囲
　1.2　工法概要
2 章 材料 ··· 設計 1-6

【基本設計編】

3 章　設計の原則 ··· 設計 2-1
4 章　終局強度設計の基本原則 ··· 設計 2-3
　4.1 終局強度設計の基本方針
　4.2 接合部せん断力の設計条件
　4.3 共通構造規定
5 章　柱梁接合部の終局強度設計用せん断力の算定 ··· 設計 2-11
　5.1 柱梁接合部の終局強度設計用せん断力
　5.2 終局強度設計用せん断力算定の注意事項
6 章　接合部せん断終局耐力の算定 ··· 設計 2-24
7 章　柱梁接合部の配筋詳細 ··· 設計 2-26
　7.1 ト形、T 形、L 形、十字形接合部における横補強筋
　7.2 T 形、L 形接合部におけるかんざし筋
8 章　柱、梁主筋定着部の設計 ··· 設計 2-39
　8.1 ト形、十字形接合部における梁主筋定着部
　8.2 ト形、T 形、L 形、十字形接合部における柱主筋定着部
　8.3 L 形接合部における梁主筋定着部
9 章　柱梁接合部および柱梁主筋定着部の許容応力度設計 ··· 設計 2-50
　9.1 許容応力度設計の適用対象
　9.2 許容応力度設計における構造規定
　9.3 柱梁接合部の短期許容せん断力に関する設計
10 章　技術基準解説書に従う機械式定着による柱梁接合部の設計 ··· 設計 2-54

【応用設計編】

11 章　段差梁付き柱梁接合部 ····· 設計 3-1
11.1 鉛直段差梁付き柱梁接合部
11.2 水平段差梁付き柱梁接合部
12 章　定着スタブ付き柱梁接合部 ····· 設計 3-10
12.1 鉛直スタブ付き柱梁接合部
12.2 水平スタブ付き柱梁接合部
13 章　特殊な柱梁接合部および主筋定着部 ····· 設計 3-13
13.1 機械式と折曲げ梁主筋定着部を混用した柱梁接合部
13.2 上階柱絞り柱梁接合部
13.3 円形断面柱梁接合部
13.4 丘立ち柱が接続する逆 T 形接合部
14 章　最下階柱基礎梁接合部 ····· 設計 3-24
14.1 接合部せん断設計
14.2 柱、梁主筋定着設計
15 章　その他の主筋定着部 ····· 設計 3-39
15.1 小梁およびスラブの主筋定着部
15.2 片持梁主筋先端部の納まり
15.3 梁・梁接合部内の梁主筋定着部
15.4 片持ち大梁交差部内の梁主筋定着部
15.5 壁接合部における鉄筋定着部
15.6 腹筋定着部
15.7 幅広型基礎梁主筋定着部を配置した柱増し打ち部の補強

参考文献 ····· 設計 3-52

【柱梁主筋外定着方式編】

（付録）設計指針関連資料

【標準配筋詳細仕様書】

【総則・材料編】

１章　総則

1.1　適用範囲

本指針は、DB ヘッド定着工法による鉄筋コンクリート(RC)造、プレストレストコンクリート(PC)造およびそれらのプレキャストコンクリート造の骨組の主筋端部定着と柱梁接合部の設計に適用する。

① 梁主筋および柱主筋の柱梁接合部への定着
② 梁主筋の梁への定着
③ 柱主筋の基礎部への定着
④ 基礎梁主筋の基礎部への定着
⑤ 壁筋の柱、梁および壁への定着
⑥ 小梁主筋およびスラブ筋の梁への定着
⑦ アンカーボルトの定着

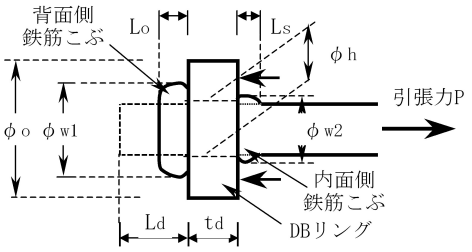
本指針に記載されていない事項は、関連する法令及び基・規準類による。

【解説】

(1) DB ヘッド定着工法の開発経緯

本工法は、解図 1.1 に示すように、球状黒鉛鋳鉄品(FCD700-2：JIS G 5502)の DB リングの両側に形成させた鉄筋こぶを用いた DB ヘッド定着工法である。

DB ヘッドは、異形鉄筋の先端部に DB リングを挿入し、DB ヘッド製造装置で鉄筋先端部を加圧しながら、DB リングの両側の鉄筋を加熱し、鉄筋こぶを形成させて製造される。DB ヘッド製造装置には、「DB ヘッド標準製造要領書」に示すように、手動、半自動、自動および高周波誘導加熱方式の 4 種類がある。



解図 1.1 DB ヘッド各部の名称

DB ヘッド定着工法は、GBRC 性能証明第 06-14 号(2006 年 11 月 7 日)取得後、SABTEC 評価 11-03(2011 年 10 月 12 日)では DB ヘッド定着工法 設計指針(2011 年)について行われている。

また、SABTEC 評価 11-03R1(2012 年 9 月 20 日) の設計指針(2012 年)では、①鉄筋鋼種(SD490)、②高周波誘導加熱方式の DB ヘッド製造装置、③孔径 φh 39.5mm(D35)の DB リングを適用範囲に追加し、SABTEC 評価 11-03R2(2014 年 9 月 19 日)は設計指針(2014 年)、SABTEC 評価 11-03R3(2015 年 7 月 31 日)は設計指針(2015 年)、SABTEC 評価 11-03R4(2017 年 7 月 21 日)は RC 構造設計指針(2017 年)とし、SABTEC 評価 11-03R5(2019 年 9 月 25 日)の RC 構造設計指針(2019 年)では、2017 年以降に判明した設計規定を盛り込み、SABTEC 評価 11-03R6(2022 年 2 月 21 日) の RC 構造設計指針(2022 年)では、アスペクト比が大きいト形接合部実験に関する検討結果を基に、アスペクト比 $\xi \geqq 1.3$ のト形接合部のせん断設計などの規定を追加している。

SABTEC 評価 11-03R7(2026 年 3 月 11 日)の RC 構造設計指針(2026 年)では、接合部配筋詳細の実務課題に着目し、応用編 11.2 節の解説(5)で水平段差梁付きかつ鉛直段差梁付き接合部の接合部横補強筋比 pjwh の規定を追記し、応用編 13.2 節の上階柱絞り柱梁接合部の配筋詳細例および解説(4)(b)ピロティ柱梁接合部の配筋詳細例などを盛り込んでいる。

(2) 本設計指針の作成方針

本設計指針は、【総則・材料編】、【基本設計編】、【応用設計編】、【柱梁主筋外定着編】からなり、【総則・材料編】1 章「総則」、2 章「材料」は DB ヘッド定着工法の適用範囲および材料規定を示し、【基本設計編】、【応用設計編】は SABTEC 機械式定着工法 RC 構造設計指針に準拠している。

(3) 関連する法令および基・規準類

［日本建築学会］

- 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(2024 年)
- 鉄筋コンクリート造建築物の靭性保証型耐震設計指針・同解説(1999 年)
- 鉄筋コンクリート造建物の耐震性能評価指針(案)・同解説 (2004 年)
- 鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説(2021 年)
- 建築工事標準仕様書･同解説:JASS5 鉄筋コンクリート工事(2022 年)
- 鉄筋コンクリート構造保有水平耐力計算規準・同解説(2021 年)
- 鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(2014 年)
- 鉄骨鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説(2005 年)
- 各種合成構造設計指針･同解説(2023 年)
- プレストレストコンクリート設計施工規準・同解説 (1998 改定)
- プレストレストコンクリート造建築物の性能評価型設計施工指針(案)・同解説 (2015 年)
- 建築工事標準仕様書・同解説：JASS 10 プレキャスト鉄筋コンクリート工事 (2013 年)
- 壁式構造配筋指針・同解説(2013 年)

［国土交通省住宅局、日本建築センター〔国土交通省住宅局監修〕］

- 2025 年版 建築物の構造関係技術基準解説書
- 壁式ラーメン鉄筋コンクリート造設計施工指針 (2003 年版)

（注記）DB ヘッド定着工法技術評価の法的位置付け

国土交通省告示 第 594 号第 4 の第四号では、仕様規定の適用除外として、下記の事項が定められている。

「鉄筋コンクリート造又は鉄骨鉄筋コンクリート造である建築物の構造部分であって、令第 73 条、第 77 条第二号から第六号までのいずれか、第 78 条又は第 78 条の 2 第 1 項第三号の規定に適合しないものについては，当該構造部分に生じる力を、次の表に掲げる式によって計算し、当該構造部分に生じる力が、それぞれ令第 3 章第 8 節第 4 款の規定による材料強度によって計算した当該構造部分の耐力を超えないことを確かめるものとする。ただし、当該構造部分の実況に応じた加力実験によって、耐力、靭性及び付着に関する性能が当該構造部分に関する規定に適合する部材と同等以上であることが確認された場合にあっては、この限りでない。」

また、平成 23 年 5 月 1 日に、建築基準法施行令第 73 条第 3 項が改正され、これと併せて、「鉄筋コンクリート造の柱に取り付けるはりの構造耐力上の安全性を確かめるための構造計算の基準を定める件（平成 23 年国土交通省告示第 432 号)」が制定された。

DB ヘッド定着工法による主筋定着部は、目標性能の妥当性を実験によって確認しているので、上記告示の要求事項を満足する。

(4) DB ヘッド定着工法による設計者

本工法を用いる構造設計は、(株)ディビーエスまたは同社の指導を受けた関連会社の建築技術者から事前に説明を受け、本設計指針に基づき適切に行うものとする。(株)ディビーエスは、本設計指針に関する問い合わせに対応し、必要に応じて技術支援を行うものとする。

(5) RC 構造設計指針(2026 年)の改定箇所

	No.	改定頁	改定箇所	改定内容
3章	①	設計2-1	3章	文章(改定)
	②	設計2-1	解説(1)～(3)	解説文章(改定)
4章	③	設計2-3	4.1節	(1),(2)文章(改定)
	④	設計2-6	4.2節(5)	ピロティ柱梁接合部の但し書き文章(修正)
5章	⑤	設計2-12～14	5.1.1項 解説(2)～(5)	解説文書(改定)
	⑥	設計2-19	5.2節(1),(2)	文章(改定)
	⑦	設計2-20～21	5.2節 解説(2)(b)	解説文書(改定)
7章	⑧	設計2-26	7.1節(1),(3)	接合部横補強筋比規定および保証限界層間変位角R_{80min}規定の文章(改定)
	⑨	設計2-29	7.1節解説(4)	解説文書(修正)
8章	⑩	設計2-40,42	8.1節解説(1),(3),(5)	解説文書(改定)
	⑪	設計2-46	8.2節 解説(5)	解説文書(改定)
	⑫	設計2-47～49	8.3節解説(1),(3),(5)	L形接合部の解説文書(改定)
10章	⑬	設計2-54	10章(1)基本事項	置換え方式の検定規定の文章(修正)
	⑭	設計2-54	(2)(b)	接合部横補強筋比p_{jwh}の基本事項(修正)
	⑮	設計2-54	(3)	接合部せん断設計条件の文章削除
	⑯	設計2-55,57	10章 解説(2),(4)	解説文書(改定)
11章	①	設計3-2～6	11.1節 解説(1)～(8)	鉛直段差梁付き柱梁接合部の解説文書(改定)
	②	設計3-7	11.1節 解説(9)	解図11.10の柱部帯筋と接合部横補強筋位置の解説文章(改定)
	③	設計3-9	11.2節 解説(3)～(5)	水平段差梁付き柱梁接合部の横補強筋配置の解説文章(改定)
12章	④	設計3-10	12.1節(1),(3)	鉛直スタブ付きL形接合部の規定の文章(改定)
13章	⑤	設計3-13	13.1節 解説	解説文書(改定)
	⑥	設計3-14,15	13.2節 (1)～(3)	上階柱絞り柱梁接合部(改定)
	⑦	設計3-15～22	13.2節 解説(1)～(6)	上階柱絞り柱梁接合部の解説(追加、修正)
14章	⑧	設計3-25	14.1節	最下階柱基礎梁接合部の接合部せん断設計の規定文章(修正)
	⑨	設計3-29,30	14.2節(1)～(4)	14.2柱、梁定着設計(1)～(4) 文章(改定)
	⑩	設計3-33	14.2節 解説(5)	はかま筋量試算の解説文書(修正)
	⑪	設計3-34,38	14.2節 基礎配筋詳細例	(ⅰ)柱主筋定着部近傍の追加補強、(ⅳ)既製杭基礎における基礎梁主筋定着部の配筋詳細の説明文章(改定)
15章	⑫	設計3-40,41	15.1.1項(1),(2)	規定(修正)
	⑬	設計3-50	15.4節	片持ち大梁交差部内の梁主筋定着部(追加)
	⑭	設計3-52	15.6節,15.7節	腹筋定着部 幅広型基礎梁主筋定着部を配置した柱増し打ち部(追加)
―		設計3-53	参考文献	参考文献1(選定)、参考文献2(追加)

1.2 用語

DB リング：異形鉄筋の先端部に挿入する球状黒鉛鋳鉄製の円形リング状定着板

DB ヘッド：異形鉄筋の先端部に DB リングを挿入後、DB ヘッド製造装置を用い、DB リングの背面側と内面側の異形鉄筋に鉄筋こぶを形成させた機械式定着具

DB ヘッド定着工法：DB ヘッドを取り付けた異形鉄筋先端部を仕口内に所定の長さだけ埋め込み、DB ヘッドの支圧面に生じる支圧力と異形鉄筋の付着力の作用によって定着させる機械式定着工法

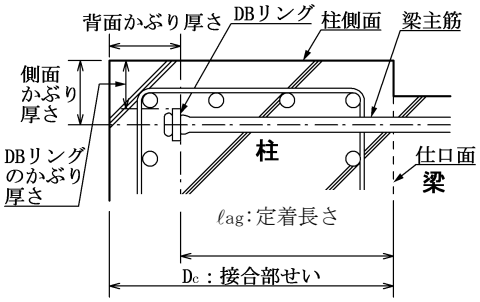
支圧面積：DB リングの外径より求めた全面積から異形鉄筋の公称断面積を差し引いた面積

支圧面積比：異形鉄筋の公称断面積に対する支圧面積の比

【解説】

(1) DB ヘッドの定着長さ

DB ヘッドの定着長さ(ℓ_{ag})は、解図 1.2 に示すように、DB リング内面から仕口面までの距離とし、背面かぶり厚さは、接合部せい(D_c)から DB ヘッドの定着長さ(ℓ_{ag})を差し引いた距離としている。



解図 1.2 DB ヘッドの定着長さ

(2) DB ヘッドの目標性能

DB ヘッドの目標性能は、柱梁接合部内において鉄筋のコンクリートに対する付着力が消失しても、鉄筋の降伏に先行して DB ヘッドが破断しないように、鉄筋母材が規格引張強さ以上に相当する引張力を受けても損傷しないこととしている。DB ヘッドの各部寸法は、この目標性能を満足するように定められている。

2章　材料

(1) コンクリート

① 種類：　　普通コンクリート

② 設計基準強度：　21N/mm^2～60N/mm^2

(2) 鉄筋

① 規格：　JIS G 3112(鉄筋コンクリート用棒鋼)に適合する異形鉄筋

② 鋼種：　D295, SD345, SD390, SD490

③ 呼び名：D16～D41

(3) DB リングの材質は、表 2.1 による。

表 2.1　DB リングに用いる球状黒鉛鋳鉄品(FCD700-2)の機械的性質と適用鉄筋の鋼種

JIS規格	機械的性質		適用鉄筋鋼種
	降伏点 (N/mm^2)	引張強さ (N/mm^2)	
JIS G 5502 (球状黒鉛鋳鉄品) FCD 700-2	420以上	700以上	SD295 ～SD490

(4) 鉄筋の許容応力度は、表 2.2 による。

表 2.2　鉄筋の許容応力度

(単位：N/mm^2)

鋼種	長期		短期	
	引張、圧縮	せん断補強	引張、圧縮	せん断補強
SD295	195	195	295	295
SD345	215 (※195)	195	345	345
SD390	215 (※195)	195	390	390
SD490	215 (※195)	195	490	490

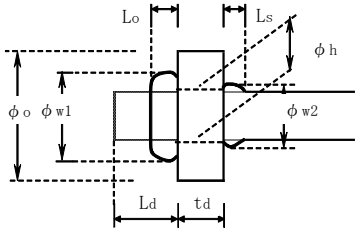
(注) 呼び名がD29以上の鉄筋に対しては、( )内の※を付した数値とする。

(5) DB ヘッド各部の標準寸法は、表 2.3 による。

表 2.3　DB ヘッド各部の標準寸法

(寸法単位：mm)

呼び名	背面側こぶ		内面側こぶ	
	突出長さ L_o	直径 ϕ_{w1}	膨らみ長さ L_s	直径 ϕ_{w2}
D16	10	24	11	19
D19	11	29	13	23
D22	13	33	15	26
D25	15	38	18	30
D29	17	44	20	35
D32	19	48		38
D35	21	53		42
D38	23	57		46
D41	25	62		49



【解説】

(1) コンクリート

コンクリートの設計基準強度は、本工法の妥当性が実験で確認された範囲で設定されている。低強度コンクリートに高強度鉄筋を定着すると、支圧および付着の応力条件が厳しくなるので、コンクリートの設計基準強度と定着筋の鋼種の組合せは「8 章 柱、梁主筋定着部の設計」の規定を満足するように選定する必要がある。

一方、設計基準強度 Fc が 60N/mm^2 を超え 80N/mm^2 までの場合、Fc を 60N/mm^2 として終局耐力を算定すれば、安全側の評価になるので、本指針を適用してもよいとしている。

(2) 鉄筋

SABTEC 評価 11-03R1(2012 年 9 月 20 日)では､鉄筋の適用範囲に SD490 を追加している｡ただし、この規定は、製造条件を精度よく自動制御できる自動装置および高周波誘導加熱方式に限定されている(DB ヘッド標準製造要領書 参照)。

一方、鉄筋の許容応力度は、建設省告示 2464 号および国土交通省告示 1024 号による表 2.2 の値としている。

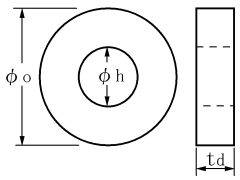
(3) DB ヘッドの各部寸法

DB リングの外径 ϕ_o は、鉄筋直径の 2.5 倍程度を目安にし、解表 2.1 に示すように、DB ヘッドの支圧面積比 α_p が 5.0 程度となるように定められている。当初、DB リングの孔径 ϕ_h は、RC 配筋指針[1-5]に記載の異形鉄筋の最外径を参考にして定め、DB リングの厚さ td は、DB リングの面外強度を考慮し、鉄筋直径 db の 0.6 倍程度としている。

また、メーカーごとの鉄筋の最外径を考慮し、SABTEC 評価 11-03R1(2012 年 9 月 20 日)では D35 用、SABTEC 評価 11-03R4(2017 年 7 月 21 日)では D38 用、SABTEC 評価 17-07R1(2018 年 11 月 2 日)では D29 と D32 用の DB リングを適用範囲に追加している。

解表 2.1　DB リングの標準寸法

鉄筋呼び名	外径 ϕ_o (mm)	孔径 ϕ_h (mm)	板厚 td (mm)	支圧面積比 α_p
D16	40	18.0	10	5.3
D19	45	20.5	12	4.5
D22	55	24.0	14	5.1
D25	60	27.0	15	4.6
D29	70	31.0 32.5	18	5.0
D32	80	34.0 35.5	20	5.3
D35	85	37.5 39.5	21	4.9
D38	95	41.5 42.5	23	5.2
D41	100	44.5	25	4.9



【基本設計編】

3章　設計の原則

RC柱梁接合部および柱、梁主筋定着部は、本設計指針4章～8章の終局強度設計を基本とし、下記の点を勘案した上で、骨組のメカニズム時まで破壊しないように設計する。

1) 終局強度設計を行った場合、許容応力度設計を省略してもよい。
2) 骨組のメカニズム時に、柱梁接合部に接続する柱および梁が曲げ降伏しない場合、9章の許容応力度設計によってもよい。
3) 技術基準解説書による接合部せん断力の設計条件を満足する場合、10章(2)の構造規定を満足すればよい。
4) 応用設計編11章～15章は、設計対象の接合部に応じて適用する。

【解説】

(1) 基本事項

本設計指針4.2節の接合部せん断力の設計条件を満足する場合、ト形、L形、T形接合部は、短期荷重時に修復性を損なうひび割れを起こさないことが確認されているので、本設計指針では、終局強度設計の場合、長期、短期許容応力度設計を省略してもよいとしている。

(2) 保有水平耐力計算の原則

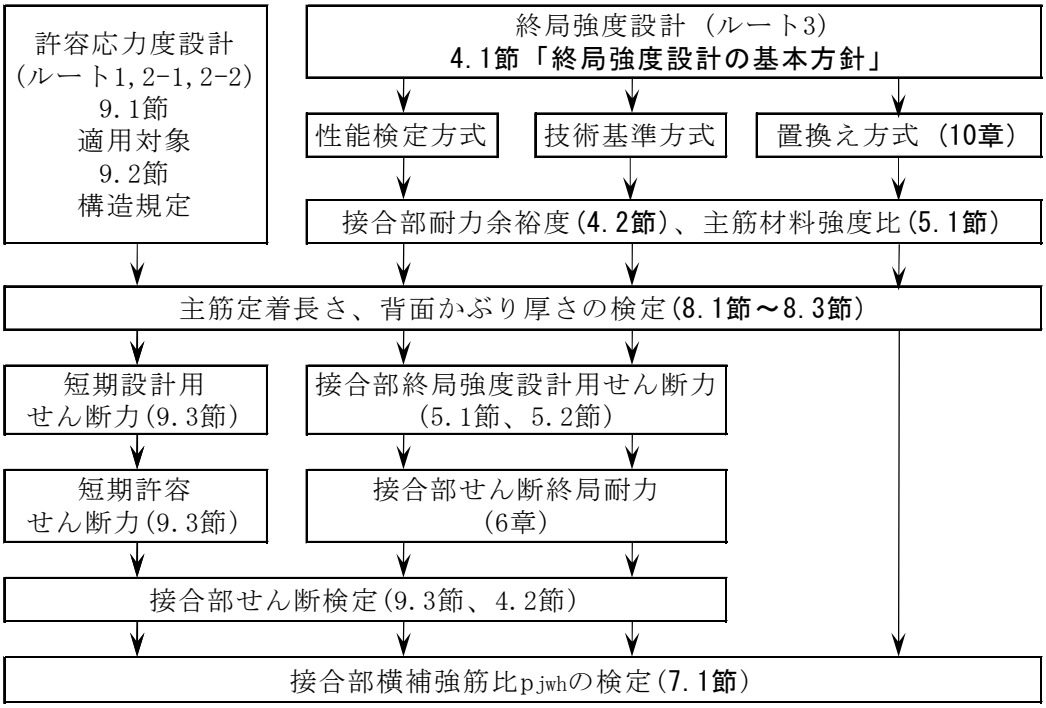
技術基準解説書[1-9)]では、一次設計の地震時に構造耐力上主要な部材からなる架構の弾塑性を適切に表すことのできるモデルを用い、増分解析法で計算するとしている。通常、弾塑性増分解析の場合、骨組のメカニズム時変形はDs算定時変形としている。

(3) 設計フロー

解図3.1に示すように、通常、機械式定着工法の実務検定で採用している10章(1)2)の置換え方式の場合、8.1節～8.3節の柱、梁主筋定着部の検定を行い、接合部横補強筋比 p_{jwh} が7.1節(1)の接合部必要横補強筋比 p_{jwho} 以上となることを確認する。

設計ルート1,2-1,2-2の許容応力度設計では、技術基準解説書のせん断検定を満足する場合、10章(2)の構造規定を満足すれば、機械式定着とすることができる。ただし、設計ルート1および2の場合、国交省告示第432号(平成23年5月11日)では、梁主筋定着長さの緩和規定が示されているが、柱主筋定着について言及していない(9.2節の解説 参照)。

なお、高さ60m超えの大臣認定建物の場合、国交省告示第432号による梁主筋定着長さの緩和規定に係わらず、地震応答解析の最大応答層間変形角に対して、耐震安全性が検証される。



解図 3.1　柱梁接合部および柱、梁主筋定着部の設計フロー

4 章　終局強度設計の基本原則

4.1 終局強度設計の基本方針

(1) 柱梁接合部の目標性能および設計条件

ト形、T 形、L 形、十字形接合部の設計では、目標性能①または②の目標性能に対して、4.2 節の接合部せん断力の設計条件を満足することを確認する。ただし、本設計指針で扱う十字形接合部は、柱、梁主筋が定着される柱梁接合部とする。

（目標性能）

① 柱梁接合部は、接続する柱または梁の曲げ降伏を保証する終局耐力を有すること。

② 柱梁接合部は、接続する柱または梁の曲げ降伏後の変形性能を保証する終局耐力を有すること。

(2) 設計で想定する破壊形式

設計で想定する破壊形式は、ト形、L 形、十字形接合部では梁曲げ降伏型、T 形接合部では柱曲げ降伏型とする。ただし、国交省告示による部材種別 FA～FC の柱が接続するト形接合部および下記 1)の L 形接合部は柱曲げ降伏型、下記 2)の T 形接合部は梁曲げ降伏型としてもよい。

1) 12 章による定着スタブを設けて柱主筋定着破壊を防止するか、または 7.1 節(1)により接合部横補強筋比 p_{jwh} を接合部必要横補強筋比 p_{jwho} 以上とした L 形接合部
2) 7.1 節、7.2 節および 8.2 節の規定を満足する T 形接合部

【解説】

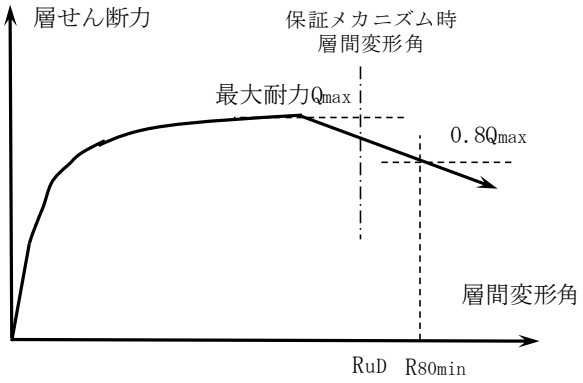
(1) 柱梁接合部の目標性能

柱梁接合部の目標性能①は、柱梁接合部の早期の脆性破壊防止の観点から、接続する柱または梁の曲げ降伏を保証する終局耐力を有することとし、目標性能②は、接続する柱または梁の曲げ降伏後の変形性能を保証する終局耐力を有することとした。

(2) 保証限界層間変形角 R_{80min}

通常、RC 純ラーメン架構の一般階では、保有水平耐力時層間変形角は 1/100 程度であり、柱または梁の曲げ降伏後、早期の接合部せん断破壊防止のために、解図 4.1 に示すように、保証限界層間変形角 R_{80min} は保証メカニズム時層間変形角 R_{uD} 以上とする。

本設計指針では、柱または梁の曲げ降伏後の接合部せん断破壊は、7.1 節(1)で定義する接合部横補強筋比に依存するので、保証限界層間変形角 R_{80min} を 7.1 節(3)で規定し、保証メカニズム時層間変形角 R_{uD} は 7.1 節の解説(4)で定義している。

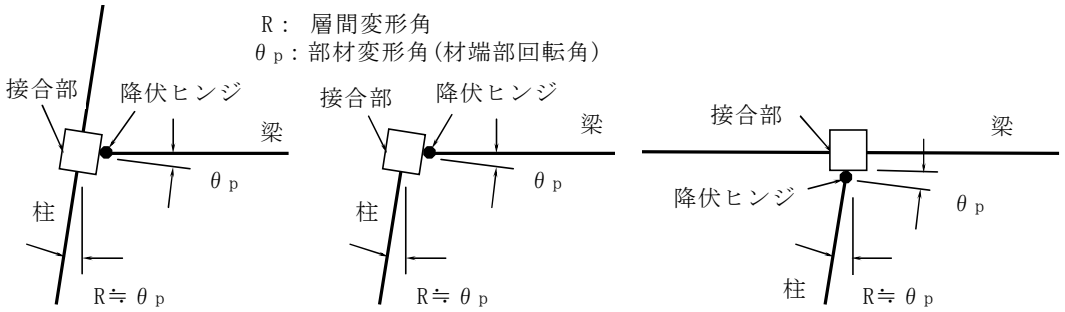


解図 4.1　保証限界層間変形角 R_{80min}

(3) メカニズム時層間変形角 R

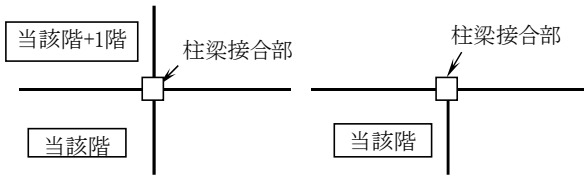
メカニズム時の層間変形角 R は、解図 4.2 に示すように、降伏ヒンジ部材の材端部回転角 θ_p と概ね等しく、一般階の Ds 算定時層間変形角は、解図 4.3 に示すように、当該階とその上階の Ds 算定時層間変形角の大きい方とすればよい。通常、層間変形角が 1/150～1/100 になると、柱または梁が材端部に降伏ヒンジが形成される。

これらより、解図 4.4 に示すように、Ds 算定時層間変形角が 1/100 以上の場合を目標性能②、1/100 未満の場合を目標性能①とすればよく、実用上、最上階の T 形および L 形接合部は目標性能①、それ以外の柱梁接合部は目標性能②としてもよい。また、上記の目標性能①または②を用いると、7.1 節の解説(4)に記載のように、保証メカニズム時層間変形角 RuD が定められる。



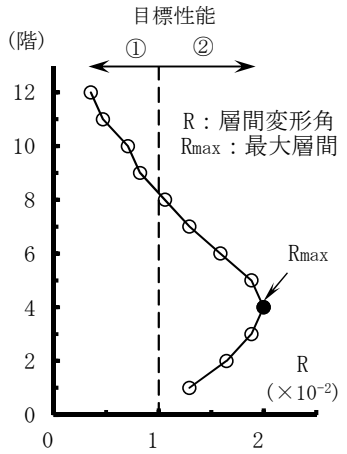
(a) ト形接合部　　(b) L 形接合部　　(c) T 形接合部

解図 4.2　梁曲げ降伏型ト形、L 形接合部および柱曲げ降伏型 T 形接合部



(a) 一般階　　(b) 最上階

解図 4.3 Ds 算定時層間変形角の適用対象階



解図 4.4 Ds 算定時層間変形角分布 [1-2)]

(4) 設計で想定する破壊形式

設計で想定する破壊形式は、ト形、L 形、十字形接合部では梁曲げ降伏型、T 形接合部では柱曲げ降伏型とすることを基本としている。ただし、国交省告示による部材種別 FA～FC の柱が接続するト形接合部および 4.1 節(2)1)の L 形接合部は柱曲げ降伏型としてもよく、2)の T 形接合部は梁曲げ降伏型としてもよいとした。

部材種別 FA～FC の場合、軸力比の上限が 0.35 の柱は FA、軸力比の上限が 0.45 の柱は FB、軸力比の上限が 0.55 の柱は FC と判別される。一方、柱曲げ降伏型 L 形接合部は、柱端仕口面での柱主筋の引張降伏後、柱梁接合部への柱主筋の塑性域の進入に伴い、接合部コア内の柱主筋定着部が早期に定着破壊を起こす恐れがある。

これらより、L 形接合部は、12 章の定着スタブを設けて柱主筋の定着破壊を防止するか、または 7.1 節(1)により接合部横補強筋比 p_{jwh} を接合部必要横補強筋比 p_{jwho} 以上とする場合、柱曲げ降伏型としてもよいとしている。また、T 形接合部は、7.1 節、7.2 節および 8.2 節の規定を満足する場合、梁曲げ降伏型としてもよいとしている。

(5) 設計上の注意事項

文献 2-3)の実験によると、L 形接合部は、正負加力ともに、正加力時柱梁耐力比 $_cQ_{cu}/_cQ_{gu} \geqq 1.5$ の梁降伏型とすることで、目標性能②を満足する。これらより、L 形接合部は、目標性能②の場合、正加力時 $_cQ_{cu}/_cQ_{gu} \geqq 1.5$ の梁曲げ降伏型とすることが望ましい。

正加力時は L 形が閉じる加力時、負加力時は L 形が開く加力時であり、$_cQ_{cu}$ は式(5.6)による柱曲げ終局耐力時、$_cQ_{gu}$ は式(5.7)による梁曲げ終局耐力時の柱せん断力としている。

4.2 接合部せん断力の設計条件

(1) ト形接合部

ト形接合部は、式(4.1)を満足することを確認する。

$$V_{puh} > \lambda_p \cdot V_{muh} \qquad (4.1)$$

ただし、引張柱軸力Nを受けるト形接合部の場合、上下柱ともに、｜N｜は$0.75a_g \cdot \sigma_{yo}$を超えないことを基本とし、8.1節(1)2)の規定を満足しなければならない。

a_gは柱主筋の全断面積、σ_{yo}は柱主筋の規格降伏点を示す。

(2) T形、L形接合部

T形、L形接合部は、式(4.2)を満足することを確認する。

$$V_{puh} > \lambda_p \cdot V_{muh}、かつ、V_{puv} > \lambda_p \cdot V_{muv} \qquad (4.2)$$

ここに、λ_p：接合部耐力余裕度で、$\lambda_p \geqq 1$とする。

V_{muh}, V_{muv}：水平方向および鉛直方向の柱梁接合部の終局強度設計用せん断力
ト形接合部は式(5.1)、T形、L形接合部は式(5.3)による。

V_{puh}, V_{puv}：式(6.1)による水平方向および鉛直方向の接合部せん断終局耐力

(3) 十字形接合部

十字形接合部は、式(4.1)を満足することを確認する。

(4) 柱梁接合部および主筋定着部に対する骨組内の雑壁の取扱い

柱梁接合部および柱、梁主筋定着部の設計では、骨組内の雑壁の存在を無視する。

(5) 耐震壁架構内の付帯柱梁接合部の緩和規定

耐震壁での壁板と一体化された付帯柱、付帯梁が接続する柱梁接合部(以下、付帯柱梁接合部と呼ぶ)では、下記の1)～4)の場合、式(4.1)または式(4.2)の検定を省略し、接合部横補強筋比p_{jwh}は0.2%以上とすればよい。

1) 梁主筋定着部が8.1節の規定を満足するト形付帯柱梁接合部
2) 柱主筋定着部が8.2節の規定を満足するT形付帯柱梁接合部
3) 柱主筋定着部が8.2節、梁主筋定着部が8.3節の規定を満足するL形付帯柱梁接合部
4) 耐震壁が接続する十字形付帯柱梁接合部

ただし、ピロティ柱梁接合部は、上記の緩和規定を適用できない(13.2節(2)5) 参照)。

【解説】

(1) ト形接合部の設計条件

ト形接合部の場合、水平方向の接合部せん断力の検定を式(4.1)で行い、梁主筋定着長さℓ_{ag}は、8.1節(1)で規定する梁主筋側面剥離定着耐力で決まる必要定着長さ以上としている。

一方、梁主筋定着長さℓ_{ag}が柱せいDcの(2/3)倍未満の場合、掻き出し定着破壊を起こす恐れがあるので、接合部せん断終局耐力V_{puh}と梁主筋掻き出し定着耐力時接合部せん断力V_{cu}の小さい方が式(解 4.1)の条件を満足しなければならない。ただし、脆性的な定着破壊防止の観点から、ℓ_{ag}は(1/2)Dc未満としてはならない。

$$\min(V_{puh}, V_{cu}) > \lambda_p \cdot V_{muh} \qquad (解\ 4.1)$$

式(解 4.1)中の V_{cu} は、梁主筋掻き出し定着耐力時接合部せん断力であり、(付録 1)によって算定できる。掻き出し定着破壊は、主として梁主筋定着長さが短い場合に起こる破壊形式であり、機械式定着による掻き出し定着耐力は、折曲げ定着を対象にした靭性保証型指針の算定式を準用して安全側に評価できる[2-1)]。

(2) 引張柱軸力を受けるト形接合部の設計条件

本設計指針では、(付録 2)の検討結果に基づき、同接合部の設計条件は、上下柱ともに、|N|は $0.75a_g \cdot \sigma_y$ を超えないことを基本としている(13.2 節(2)5) 参照)。a_g は柱主筋全断面積、σ_y は柱主筋降伏強度であり、一貫構造計算プログラムでは、SD390 以下では $1.1\times\sigma_{yo}$、SD490 では $1.0\times\sigma_{yo}$(σ_{yo}：基準強度)としている。

(3) T 形、L 形接合部の設計条件

T 形、L 形接合部の場合、式(4.2)に示すように、接合部せん断終局耐力 V_{puh},V_{puv} がそれぞれ柱または梁の曲げ終局耐力で決まる終局強度設計用せん断力 V_{muh},V_{muv} を上回ることとした。また、T 形、L 形接合部の横補強筋は、ト形接合部と同様、7.1 節で規定し、T 形接合部内の柱主筋定着長さは 8.2 節、L 形接合部内の柱、梁主筋定着長さは 8.2 節および 8.3 節で規定した。

(4) 十字形接合部の設計条件

柱、梁主筋が定着される十字形接合部の終局強度設計用せん断力 V_{muh} は式(5.1)、接合部せん断終局耐力 V_{puh} は式(6.1)で算定できるので、十字形接合部の設計条件は、式(4.1)によるとした。また、十字形接合部の横補強筋は、ト形接合部と同様、7.1 節で規定し、十字形接合部内の梁主筋定着長さは 8.1 節、柱主筋定着長さは 8.2 節で規定した。

(5) 柱梁接合部および主筋定着部に対する骨組内の雑壁の取扱い

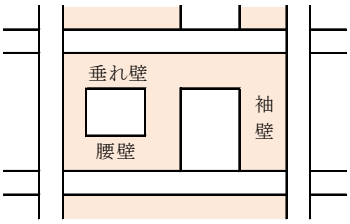
RC 造骨組では、通常、外壁、間仕切り区画など、用途上の理由から、解図 4.6 に示すように、骨組内に腰壁、垂れ壁、袖壁などの雑壁が配置される。また、雑壁が配置されても、共同住宅などの RC 造骨組では、骨組から雑壁に力が伝達されないように、柱際や梁上端などに構造スリットが配置される。なお、雑壁は非構造壁あるいは二次壁とも呼ばれる。

4.2 節(4)では、柱梁接合部および柱、梁定着部は、耐力確保を意図し、骨組内の雑壁の存在を無視して設計することを基本とした。

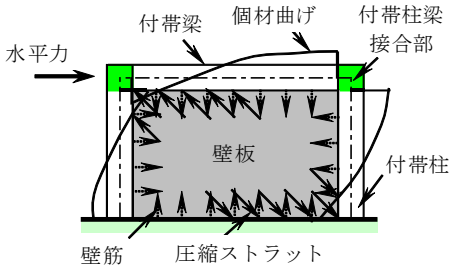
(6) 耐震壁架構内の付帯柱梁接合部の緩和規定

耐震壁架構内の付帯柱、梁には、解図 4.7 に示すように、壁板の圧縮ストラットと壁筋からの拘束応力によって、曲げモーメント(以下、個材曲げと呼ぶ)が発生するが、通常、個材曲げによる付帯柱梁接合部の応力状態は、純ラーメン架構における柱梁接合部よりも緩和される。なお、耐震壁は耐力壁とも呼ばれる。

これらより、耐震壁架構内の付帯柱梁接合部は、隣接する境界梁の曲げ降伏の有無に係わらず、4.2 節(5)の 1)～4)の場合、式(4.1)または式(4.2)の検定を省略し、接合部横補強筋比 p_{jwh} は 0.2%以上とすればよいとしている。



解図 4.6 雑壁(非構造壁)の例



解図 4.7　耐震壁架構の応力状態

4.3 共通構造規定

(1) 定着金物のかぶり厚さ

定着金物のかぶり厚さは、JASS 5 の設計かぶり厚さ以上とする。

(2) 柱、梁主筋の間隔

柱、梁主筋の間隔は、JASS 5 の規定による。

(3) 接合部横補強筋の加工形状

1) 接合部横補強筋のうち外周筋は、溶接閉鎖型または 135° フック付き閉鎖型とし、中子筋は、溶接閉鎖型、135° フック付き閉鎖型または副帯筋(サブタイ)形式としてもよい。

2) 接合部横補強筋の折曲げ内法直径および135° フックの余長はRC配筋指針による。ただし、高強度横補強筋の加工形状はメーカーが定める設計指針による。

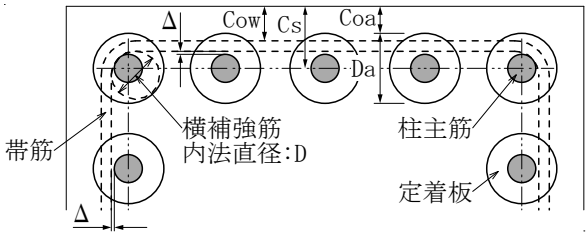
【解説】

(1) 定着金物のかぶり厚さ

定着金物のかぶり厚さは、耐久性、耐火性の観点から、JASS 5 の設計かぶり厚さ以上とした。柱主筋中心からの側面かぶり厚さ Cs は、解図 4.8 に示すように、帯筋表面からのかぶり厚さ Cow または定着板外面からのかぶり厚さ Coa の小さい方が JASS 5 の設計かぶり厚さ以上となるように定められる。一方、柱主筋の定着耐力確保の観点から、8.2 節では、側面かぶり厚さ Cs は、柱主筋呼び名の値 db の 2 倍以上としている。

柱主筋が D41、Coa が 40mm、定着板外径 Da が 100mm の場合、柱主筋中心からのかぶり厚さは、Coa+Da/2 =40+100/2 =90mm となり、帯筋表面からのかぶり厚さ Cow が 40mm の場合、RC 配筋指針[1-5]による D41 の最外径 do は 46mm であるので、帯筋を D16(最外径 dwo=18mm)、横補強筋加工寸法の許容差を含めた主筋の寄り寸法Δを 6mm とすると、Cow+do/2+Δ+dwo=40+46/2+6+18=87mm となる。8.2 節による柱主筋中心からの側面かぶり厚さ Cs は、2.0×41=82mm となるので、側面かぶり厚さ Cs は、定着板外面からのかぶり厚さ Coa で決定する。

すなわち、建物外周等に配置する柱主筋定着部では、D29 以上の場合、定着金物に対する設計かぶり厚さの確保に注意する必要がある。JASS 5 の設計かぶり厚さを解表 4.1、RC 配筋指針(2021 年)による異形鉄筋の最外径を解表 4.2 に示す。



解図 4.8　柱主筋中心からの側面かぶり厚さ

Cs：柱主筋中心からの側面かぶり厚さ
Coa：定着板外面からのかぶり厚さ
Cow：帯筋表面からのかぶり厚さ
Da：定着板の直径
【かぶり厚さの規定(JASS 5)】
Coa ≧ 設計かぶり厚さ、
かつ、Cow ≧ 設計かぶり厚さ
∴ Cs≧Coa+Da/2、
かつ、Cs≧Cow+do/2+Δ+dwo
かつ、Cs≧2db（8.2 節）
db：主筋直径、do：主筋の最外径
dwo：帯筋の最外径
Δ：主筋の寄り寸法

解表 4.1　JASS 5 の設計かぶり厚さ

（単位：mm）

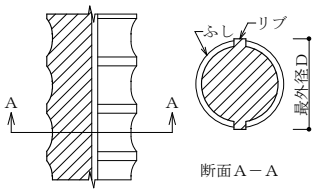
部材の種類		短期	標準・長期		超長期	
		屋内・屋外	屋内	屋外(2)	屋内	屋外(2)
構造部材	柱・梁・耐力壁	40	40	50	40	50
	床スラブ・屋根スラブ	30	30	40	40	50
非構造部材	構造部材と同等の耐久性を要求する部材	30	30	40	40	50
	計画供用期間中に維持保全を行う部材(1)	30	30	40	(30)	(40)
直接土に接する柱・梁・壁・床および布基礎の立上り部分		50				
基礎		70				

[注](1)計画供用期間の級が超長期で計画供用期間中に維持保全を行う部材では、維持保全の周期に応じて定める。
(2)計画供用期間の級が標準、長期および超長期で、耐久性上有効な仕上げを施す場合は、屋外側では、設計かぶり厚さを10mm減じることができる。

解表 4.2　RC 配筋指針(2021 年)による異形鉄筋の最外径

呼び名	最外径D (mm)	呼び名	最外径D (mm)
D10	11 (11)	D29	33
D13	15 (14)	D32	37
D16	19 (18)	D35	40
D19	22	D38	43
D22	26	D41	47
D25	29	D51	58

(注) D10～D16の場合、( )付き値は柱、梁幅の算出に用いる最外径、( )なし値は鉄筋のあき・鉄筋間隔の算出に用いる最外径

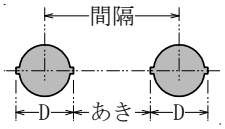


【異形鉄筋のリブ・ふしと最外径】

(2) 柱、梁主筋の間隔

柱、梁主筋の間隔は、解表 4.3 の JASS 5 の規定を満足する必要がある。同表中の異形鉄筋の最外径は、通常、RC 配筋指針[1-5]の値が用いられる。

解表 4.3　JASS 5 による異形鉄筋のあきと間隔の規定[1-4]

定義	あき	間隔
	・呼び名の数値の1.5倍 ・粗骨材最大寸法の1.25倍 ・25mm のうち最も大きい数値	・呼び名の数値の1.5倍+最外径 ・粗骨材最大寸法の1.25倍+最外径 ・25mm+最外径 のうち最も大きい数値

(3) 横補強筋の折曲げ内法直径および余長

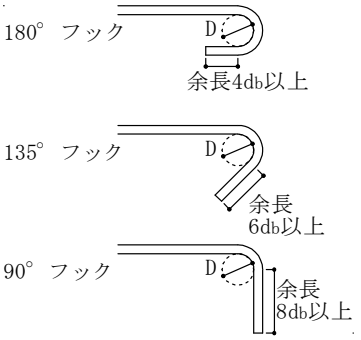
RC 配筋指針[1-5]による異形鉄筋 D10～D16 の折曲げ内法直径を解表 4.4、余長を解図 4.9 に示す。

解表 4.4 では、SD390 を超えると、折曲げ内法直径 D は 5d 以上としている。しかし、D29 以上の太径主筋と組み合せる場合、折曲げ内法直径 D を 4d とする方が、横補強筋と主筋との納まりがよい。その場合、事前に鉄筋の曲げ試験を行い、支障のないことを確認し、工事監理者の承認を得る必要がある。

解表 4.4　RC 配筋指針による異形鉄筋 D10～D16 の折曲げ内法直径

折曲げ角度	鉄筋種類	鉄筋の折曲げ内法直径(D)
180° 135° 90°	SD295 SD345	3d以上
	SD390	5d以上
90°	SD490	

1) d：鉄筋呼び名の値
2)折り曲げ内法直径を上表の値よりも小さくする場合、事前に曲げ試験により、支障のないことを確認し、工事監理者の承認を得る。



解図 4.9　RC 配筋指針による フック付き鉄筋 D10～D16 の余長

(4) 横補強筋と柱、梁主筋の納まり

柱梁接合部での柱、梁主筋定着部の納まりは、柱、梁断面内の主筋配置に依存する。

通常、柱では、隅筋が横補強筋の隅角部で接すること、梁では、隅筋が横補強筋の折曲げ起点で接することを基本としている[1-5]。D29 以上の太径主筋の場合、横補強筋の折曲げ内法直径 D を 3d にすると、横補強筋の折曲げ内法直径が主筋の最外径よりも小さくなるので、横補強筋の折曲げ内法直径 D を 4d にする方が、主筋と横補強筋との納まりがよい。

5章　柱梁接合部の終局強度設計用せん断力の算定

5.1 柱梁接合部の終局強度設計用せん断力

5.1.1 部分架構モデルによる場合

(1) ト形接合部の終局強度設計用せん断力

ト形接合部の終局強度設計用せん断力 Vmuh は、式(5.1)による。

$$V_{muh} = \xi_h \cdot Q_{cu} \tag{5.1}$$

$$Q_{cu} = {}_cQ_{gu} = (M_{guo}/\ell_o)\cdot(\ell/h) \tag{5.2}$$

(2) T 形、L 形接合部の終局強度設計用せん断力

T 形、L 形接合部の終局強度設計用せん断力 Vmuh および Vmuv は、式(5.3)による。

$$V_{muh} = \xi_h \cdot Q_{cu}/2, \qquad V_{muv} = \xi_v \cdot Q_{cu}/2 \tag{5.3}$$

$$Q_{cu} = \min({}_cQ_{cu},\ {}_cQ_{gu}) \tag{5.4}$$

【T 形接合部】 $${}_cQ_{cu} = 2M_{cuo}/h_o, \qquad {}_cQ_{gu} = 2\{(M_{guo}+M_{guo}')/\ell_o\}\cdot(\ell/h)$$ (5.5)

【L 形接合部】 $${}_cQ_{cu} = 2(T_{cye}/\eta_c + N_{cL}/2)\cdot j_{tco}/h_o, \qquad \eta_c = 1 \mp (j_{tco}/h_o)\cdot(h/\ell)$$ (5.6)

$${}_cQ_{gu} = \{2M_{guo}/(\eta_g\cdot\ell_o)\}\cdot(\ell/h), \qquad \eta_g = 1 \mp (j_{tg}/\ell_o)\cdot(\ell/h)$$ (5.7)

$$\xi_h = (h/\ell)\cdot(\ell_o/j_{tg})-1, \qquad \xi_v = (h_o/j_{tco})-h/\ell$$ (5.8)

正加力時は L 形が閉じる場合、負加力時は L 形が開く場合とし、式(5.6)、式(5.7)の第 2 式右辺の符号∓は正加力時に－、負加力時に＋とする。

ここに、Q_{cu}：柱梁接合部に接続する柱または梁の曲げ終局耐力時柱せん断力

${}_cQ_{gu}$：柱梁接合部に接続する梁の曲げ終局耐力時柱せん断力

${}_cQ_{cu}$：柱梁接合部に接続する柱の曲げ終局耐力時柱せん断力

h：階高、　$h_o=h-D_g$：柱の内法高さ、　D_g：梁せい

ℓ：スパン長(柱心間距離)、　$\ell_o=\ell-D_c$：梁内法スパン長、　D_c：柱せい

j_{tg}: 梁上下主筋の重心間距離、　j_{tco}: 柱両側最外縁主筋の中心間距離

M_{cuo}：柱の基準曲げ終局耐力、　M_{guo}, M_{guo}'：左右梁の基準曲げ終局耐力

(3) 十字形接合部の終局強度設計用せん断力

十字形接合部に接続する柱または梁の曲げ終局耐力時柱せん断力 Qcu は、式(5.9)による梁曲げ終局耐力時柱せん断力 cQgu で決定するとし、終局強度設計用せん断力 Vmuh は式(5.1)で算定する。また、式(5.1)中の架構形状による補正係数 ξ_h は、式(5.8)による。

$$Q_{cu} = {}_cQ_{gu} = \{(M_{guo}+M_{guo}')/\ell_o\}\cdot(\ell/h) \tag{5.9}$$

(4) 柱、梁の基準曲げ終局耐力

M_{cuo} は式(5.10)、M_{guo} および M_{guo}'は式(5.11)による。

$$M_{cuo} = (T_{cye}+N_{cL}/2)\cdot j_{tco}, \qquad T_{cye} = T_{cy}+T_{cny}/2 \tag{5.10}$$

$$M_{guo} = T_{gy}\cdot j_{tg}, \qquad M_{guo}' = T_{gy}'\cdot j_{tg} \tag{5.11}$$

ただし、スラブ筋を考慮する場合は、式(5.12)の M_{guo} および M_{guo}'とする。

$$M_{guo} = (T_{gy}+T_{sy})\cdot j_{tg}, \quad M_{guo}' = (T_{gy}'+T_{sy}')\cdot j_{tg} \tag{5.12}$$

ここに、T_{cye}：柱主筋の等価上限引張力、　T_{cy}：柱引張主筋の上限引張力

T_{cny}：柱中段筋の上限引張力、　T_{gy}, T_{gy}'：左右梁引張主筋の上限引張力

T_{sy}, T_{sy}'：有効幅内に定着された左右スラブ筋の上限引張力の総和

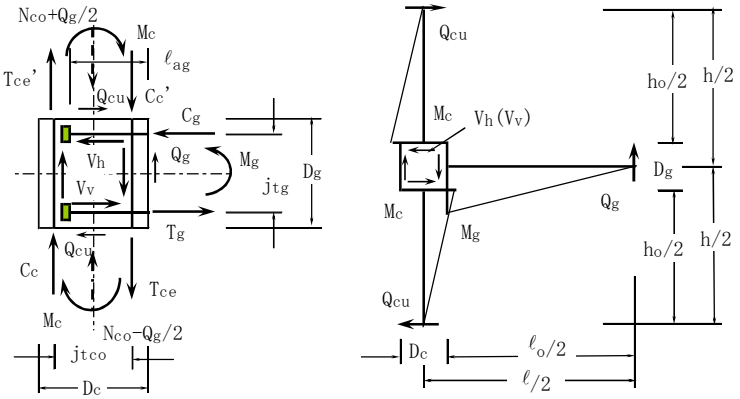
N_{cL}：長期柱軸力

式(5.10)第 2 式の T_{cye} の柱中段筋は、柱断面最外縁の引張主筋と圧縮主筋を除く中央部に配置される全鉄筋であり、上限引張力 T_{cy}, T_{cny}, T_{gy} および T_{sy}, T_{sy}'は、それぞれ当該引張主筋の断面積に上限強度算定用材料強度を乗じて算定する。

【解説】

(1) ト形接合部の終局強度設計用せん断力

ト形接合部の場合、解図 5.1 の応力状態より、$V_{muh}=T_g-Q_{cu}$、$T_g=M_g/j_{tg}$ とし、柱の反曲点位置を階高中央、梁の反曲点位置をスパン中央と仮定するとともに、スラブ筋の降伏引張力 T_{sy}, T_{sy}'を無視すると、終局強度設計用せん断力 V_{muh} は式(5.1)で求められる。T_g は梁端柱面での引張主筋の引張合力を示す。



(a) ト形接合部　　(b) ト形部分架構

解図 5.1 ト形接合部およびト形部分架構の応力状態

(注) 解図 5.1(a)中の N_{co} は長期柱軸力を示す。

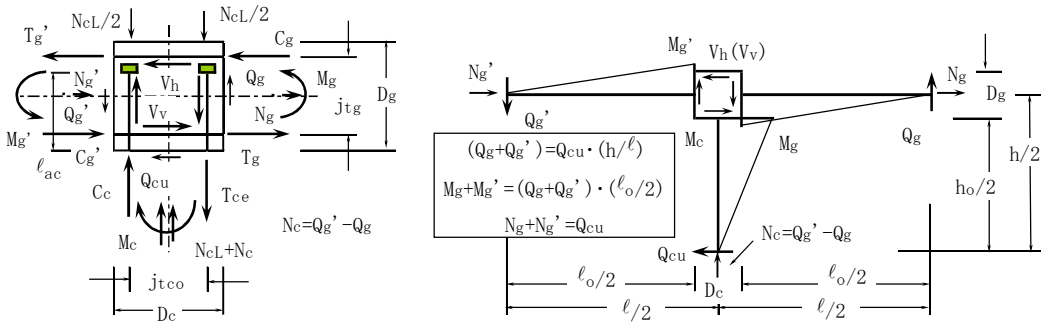
(2) T 形、L 形接合部の終局強度設計用せん断力

T 形、L 形接合部の場合、水平方向と鉛直方向の終局強度設計用せん断力 V_{muh}、V_{muv} は、解図 5.2 および解図 5.3 の応力状態より、それぞれ式(5.3)で求められる((5)(b),(c) 参照)。

文献 2-3),2-4)による L 形接合部の実験では、L 形が閉じる正加力時には圧縮側、L 形が開く負加力時には引張側の変動軸力の発生に起因し、梁曲げ降伏先行型の場合、正加力時の終局耐力は負加力時の 1.5 倍程度となり、負加力時の変形性能(R80)は正加力時よりも大きくなる。

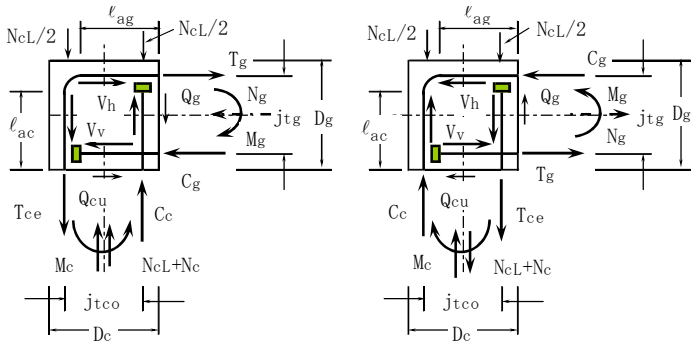
これらの実験では、梁上端筋量と下端筋量を同じにしている。下端筋量が上端筋量と同じかまたは少ない通常配筋の場合、上端筋、下端筋ともに、8.3 節の必要定着長さを確保すれば、4.2 節(2)による接合部せん断力の設計条件は、正加力時のみを考慮すればよい。

（注）解図 5.2、解図 5.3 中の NcL は長期柱軸力、Nc、Ng は水平力に伴う変動軸力を示す。

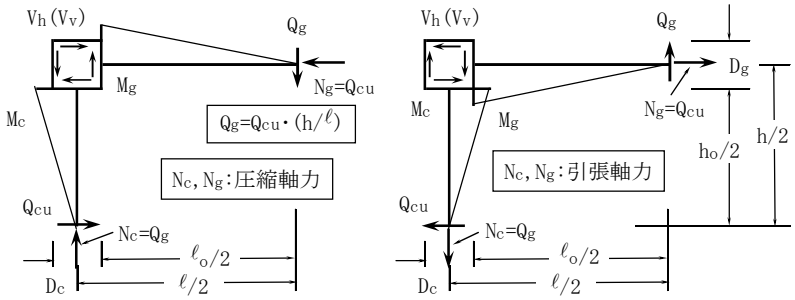


(a) T 形接合部　　(b) T 形部分架構

解図 5.2 T 形接合部および T 形部分架構の応力状態



(a) L 形接合部



(b) L 形部分架構

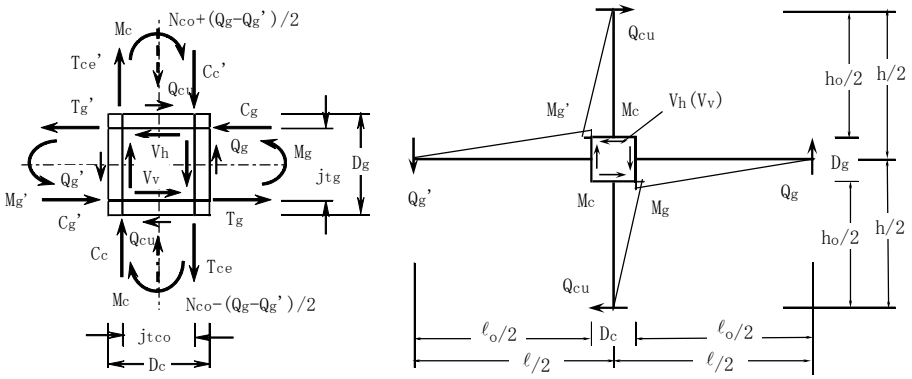
（正加力：L 形が閉じる）　　（負加力：L 形が開く）

解図 5.3 L 形接合部および L 形部分架構の応力状態

(3) 十字形接合部の終局強度設計用せん断力

柱、梁主筋が定着される十字形接合部の場合、スラブ筋の降伏引張力 Tsy, Tsy'を無視すると、解図 5.4 の応力状態より、Vmuh=Tg+Cg'-Qcu=Tg+Tg'-Qcu、Tg=Mg/jtg、Tg'=Mg'/jtg とし、ト形接合部と同様、終局強度設計用せん断力 Vmuh は式(5.1)で求められる。Tg, Tg'は梁端柱面での引張主筋の引張合力を示す。

また、十字形部分架構の梁曲げ終局耐力時柱せん断力 Qcu は、梁曲げ降伏型を想定し、柱の反曲点位置を階高中央、梁の反曲点位置をスパン中央と仮定すると、式(5.9)で求められる。



(a) 十字形接合部　　(b) 十字形部分架構

解図 5.4 十字形接合部および十字形部分架構の応力状態

(4) 柱、梁主筋の上限引張力

柱、梁主筋の上限引張力(Tcye, Tcy, Tcny, Tgy, Tgy')は、それぞれの主筋の断面積と解表 5.1 の上限強度算定用材料強度の積とし、解表 5.1 の値は、SD295～SD390 場合、靭性保証型指針[1-2)]の値と同じであり、SD490 の場合、鉄筋メーカーの製造実績を考慮して 1.15σyo としている。σyo は鉄筋の規格最小降伏点である。

解表 5.1　上限強度算定用材料強度

SD295	1.30σyo
SD345, SD390	1.25σyo
SD490	1.15σyo

（注） σyo：鉄筋の規格最小降伏点

一方、鉄筋メーカーの製造実績によっては、SD390 以下は建設省告示第 2464 号(平成 12 年 12 月 26 日)、SD490 は国交省告示第 1024 号(平成 13 年 6 月 12 日)で定める材料強度の上限値を下回らない範囲で、解表 5.1 の値を低減してもよい。

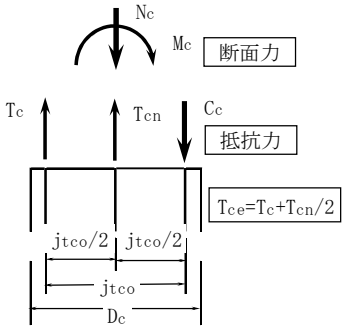
(5) L 形部分架構の柱、梁曲げ終局耐力時柱せん断力の算定式

(a) 柱および梁の曲げ終局耐力と基準曲げ終局耐力

L 形部分架構の場合、水平力に伴う柱、梁の変動軸力の影響を考慮し、終局強度設計用せん断力(終局時入力せん断力)の陽な解を得るために、軸力を簡潔に考慮した柱、梁の曲げ終局耐力の算定式として、解図 5.5 の柱断面の応力状態を考慮し、軸力を受ける柱、梁の曲げ終局耐力 Mu を下式で求める。

$$Mu = (Tye+N/2)\cdot jt \qquad (解\ 5.1)$$

(柱)$Tye = Tcye = Tcy+Tcny/2$, (梁)$Tye = Tgy$ (解 5.2)



解図 5.5 柱断面の終局時応力状態

ここに、Tcy, Tcny：柱の引張鉄筋および中段筋の上限引張力

Tgy：梁の引張鉄筋の上限引張力

N：軸力(圧縮側を正、引張側を負とする)、jt：応力中心距離

柱の場合、曲げ終局耐力時には、圧縮合力が圧縮側最外縁主筋位置に作用し、引張側最外縁主筋と中段筋が引張降伏すると仮定することで、jt=jtco(：柱の最外縁主筋間距離)とする。また、梁の場合、jt=jtg(：梁上下主筋の重心間距離)とする。

(c)項で後述の L 形部分架構柱、梁の終局時変動軸力の範囲では、式(解 5.1)の柱、梁の曲げ終局耐力 Mu は、コンクリートの応力－ひずみ関係を e 関数式とし、平面保持仮定で求めた曲げ終局耐力と大差ない。これらより、式(5.10)による柱の基準曲げ終局耐力 Mcuo と式(5.11)による梁の基準曲げ終局耐力 Mguo, Mguo'を用い、接合部終局時入力せん断力を算定してもよいとした。

(b) 柱、梁の曲げ終局耐力時柱せん断力の算定式

式(解 5.1)の柱、梁の曲げ終局耐力 Mcu,Mgu は、水平力に伴う変動軸力(±Nc,±Ng)を考慮し、式(解 5.3)で求められる。Mcu は、長期柱軸力 NcL を考慮した基準曲げ終局耐力と変動軸力±Nc による曲げ耐力の和であり、Mgu は、軸力 0 時の基準曲げ終局耐力と変動軸力±Ng による曲げ耐力の和である。

$$Mcu = Mcuo \pm (Nc/2)\cdot jtco, \quad Mgu = Mguo \pm (Ng/2)\cdot jtg \qquad (解\ 5.3)$$

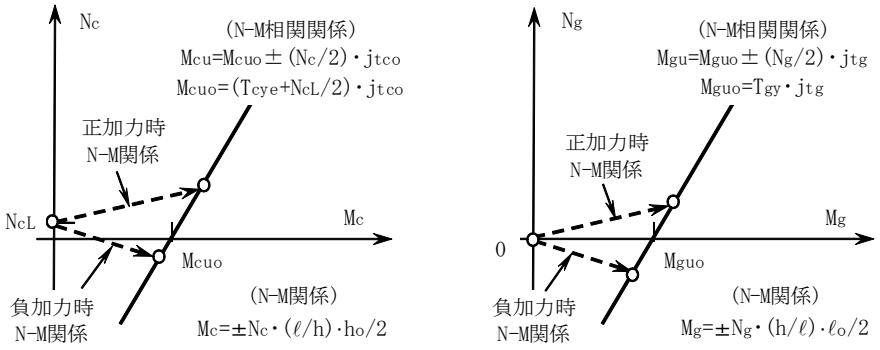
$$Mcuo = (Tcye+NcL/2)\cdot jtco、 \quad Mguo = Tgy\cdot jtg \qquad (解\ 5.4)$$

Mcuo,Mguo：柱および梁の基準曲げ終局耐力

柱降伏型 L 形接合部の場合、Mcu=cQcu･ho/2 の関係と式(解 5.3)を等値し、Nc=Qg の関係を用いると、式(5.6)が得られる。また、梁降伏型 L 形接合部の場合、Mgu=(cQgu･h/ℓ)･(ℓo/2)の関係と式(解 5.3)を等値し、Ng=cQgu の関係を用いると、式(5.7)が得られる。

式(5.6)と式(5.7)の第 2 式右辺の第 2 項の前に付した符号(∓)は正加力時に－、負加力時に＋となる。両式は、Ng=cQgu と Nc=Qg の関係を用い、後述の式(解 5.11)、式(解 5.12)中の軸力のうち、変動軸力の項(Nc,Ng)を消去することで導出される。

すなわち、解図 5.6 に示すように、終局時の軸力 N と曲げモーメント M は、柱および梁の終局時 N-M 相関関係と水平力に伴う変動軸力に起因する正加力時および負加力時 N-M 関係との交点として求められ、終局強度設計用せん断力(終局時入力せん断力)の算定に用いる cQcu および cQgu の式(5.6)、式(5.7)が、それぞれ陽な解として導出される。



(a)式(5.6)(柱降伏型)　　(b) 式(5.7)(梁降伏型)

解図 5.6　式(5.6)と式(5.7)の導出原理

(c) 式(解 5.1)による曲げ終局耐力の検証

式(解5.1)の曲げ終局耐力の検証では、jtg=0.8Dとし、式(5.7)に式(5.11)を代入することで、梁降伏型L形部分架構の梁の変動軸力Ngに対する軸応力度比σg/σBを式(解5.5)で求め、解表5.2の計算結果より、L形部分架構における梁の変動軸力は、-0.1～+0.15(σB･B･D)程度となる。

$$\sigma g/\sigma B = Ng/(\sigma B\cdot B\cdot D) = 1.6pt\cdot(\sigma gy/\sigma B)\cdot(D/\eta g\cdot \ell o)\cdot(\ell/h) \qquad (解5.5)$$

ここに、 pt=agt/(B･D)：梁引張鉄筋比、agt, σgy：梁引張鉄筋の断面積および降伏強度

σB：コンクリートの圧縮強度、B,D:断面幅とせい

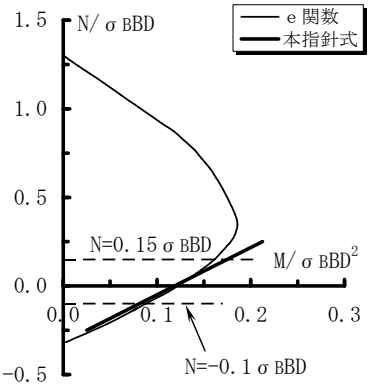
コンクリートの応力－ひずみ関係をｅ関数式とした平面保持仮定による曲げ終局耐力と式(解5.1)の曲げ終局耐力との比較結果を解図 5.7 に示す。計算諸元を同図中に示す。

これによると、軸力が-0.1～+0.15(σB･B･D)程度の場合、式(解 5.1)の曲げ終局耐力は、ｅ関

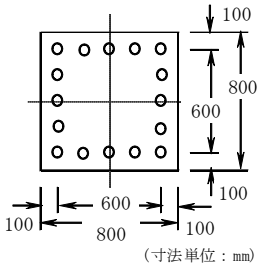
数式の場合と大差ないことより、T 形、L 形接合部の終局時入力せん断力は、式(解 5.1)の柱、梁の曲げ終局耐力を用いて算定し、L 形接合部の場合、終局強度設計用せん断力 Vmuh および Vmuv は、式(5.6)および式(5.7)を用いて算定してもよいとした。

解表 5.2　L 形部分架構の梁の変動軸力の影響

pt	σsy N/mm²	σB N/mm²	ℓ/h	ℓo/Dg	ηg正	ηg負	σg正/σB	σg負/σB
1.0%	390	30	2	6	0.73	1.27	0.09	-0.05
2.0%				8	0.80	1.20	0.13	-0.09



【N=-0.1～0.15σBBD の時】
(Mu)式(解 5.1)/(Mu)e 関数
=0.92～1.08



主筋：16-D38
σy=390 N/mm²
コンクリート
Fc=36 N/mm²

解図 5.7　式(解 5.1)による曲げ終局耐力の検証結果

5.1.2 Ds 算定時応力を用いる場合

(1) ト形接合部および十字形接合部

ト形接合部の終局強度設計用せん断力 Vmuh は式(5.13)、十字形接合部の終局強度設計用せん断力 Vmuh は式(5.14)で算定する。

(ト形接合部)　$V_{muh} = T_{gM} - Q_{cM}$　(5.13)

(十字形接合部)　$V_{muh} = T_{gM} + T_{gM}' - Q_{cM}$　(5.14)

$T_{gM} = M_{gM}/j_{tg},\ T_{gM}' = M_{gM}'/j_{tg}$　(5.15)

ただし、MgM, MgM'は、梁上端筋が引張側の場合、有効幅内のスラブ筋の影響を考慮する。

ここに、TgM, TgM'：それぞれ左右梁端仕口面での Ds 算定時梁主筋全引張力

MgM, MgM'：それぞれ左右梁端仕口面での Ds 算定時曲げモーメント

QcM：柱梁接合部に接続する上下柱の Ds 算定時せん断力の平均値

(2) T 形接合部

水平方向の終局強度設計用せん断力 Vmuh は式(5.16)、鉛直方向の終局強度設計用せん断力 Vmuv は式(5.17)で算定する。

$V_{muh} = (M_{gM} + M_{gM}')/j_{tg} - Q_{cM}/2$　(5.16)

$V_{muv} = T_{ceM} - Q_{gM}$　(5.17)

$T_{ceM} = M_{cM}/j_{tco} - (N_{cL}/2)$　(5.18)

ここに、TceM：Ds 算定時の柱梁接合部に接続する柱端仕口面での柱主筋の等価引張力

QgM：Ds 算定時の柱梁接合部に接続する左右梁のせん断力の平均値

M_{cM}：Ds 算定時の柱端仕口面での曲げモーメント

j_{tco}：最外縁柱主筋間距離、N_{cL}：長期柱軸力

(3) L 形接合部

水平方向の終局強度設計用せん断力 V_{muh} は式(5.19)、鉛直方向の終局強度設計用せん断力 V_{muv} は式(5.20)で算定する。

$$V_{muh} = M_{gM}/j_{tg}-Q_{cM}/2 \quad (5.19)$$

$$V_{muv} = M_{cM}/j_{tco}-Q_{gM}/2 \quad (5.20)$$

ここに、M_{gM}：Ds 算定時の梁端仕口面での曲げモーメント

Q_{cM}：Ds 算定時の柱梁接合部に接続する柱のせん断力

j_{tg}：梁上下主筋の重心間距離

【解説】

(1) ト形接合部および十字形接合部

5.1.1 項では、解図 5.1～解図 5.4 の部分架構モデルの崩壊機構形成時をメカニズム時とし、柱梁接合部の終局強度設計用せん断力を定めた。本項では、一貫構造計算プログラムの弾塑性増分解析結果による Ds 算定時応力を用いるので、技術基準解説書 [1-9] と同様、靭性保証型指針 [1-2] 8.3 節で定義する終局強度設計用せん断力 V_{muh} の算定式を示した。

ト形接合部および十字形接合部の場合、終局強度設計用せん断力 V_{muh} は、解図 5.1(a)、解図 5.4(a)の応力状態を考慮すると、式(5.13)および式(5.14)で算定できる。また、同式中の T_{gM}, T_{gM}' は式(5.15)で算定する。T_{gM}, T_{gM}'は、解図 5.1、解図 5.4 中の T_g, T_g'と同じ定義であり、この点は、以下の式(解 5.6)～式(解 5.12)および解図 5.2、解図 5.3 でも同様に表記している。

(2) T 形接合部

(a) 水平方向の終局強度設計用せん断力 V_{muh}

水平方向の終局強度設計用せん断力 V_{muh} は、解図 5.2(a)の応力状態 [2-3] を考慮すると、$C_{gM}=T_{gM}-N_{gM}$、$Q_{cM}=N_{gM}+N_{gM}$'となる。また、$N_{gM}=N_{gM}$'とすると、$N_{gM}=Q_{cM}/2$ となる。これらより、V_{muh} は式(解 5.6)で求められる。

$$V_{muh} = T_{gM}'+C_{gM} = T_{gM}+T_{gM}'-N_{gM} = T_{gM}+T_{gM}'-Q_{cM}/2 \quad (解\ 5.6)$$

$$T_{gM} = (M_{gM}/j_{tg})+(N_{gM}/2) = (M_{gM}/j_{tg})+(Q_{cM}/4) \quad (解\ 5.7)$$

$$T_{gM}' = (M_{gM}'/j_{tg})-(N_{gM}'/2) = (M_{gM}'/j_{tg})-(Q_{cM}/4) \quad (解\ 5.8)$$

式(解 5.6)に式(解 5.7)、式(解 5.8)を代入すると、式(5.16)が導出される。また、$Q_g=(M_g+M_g')/\ell_o$ と $2Q_g\cdot\ell=Q_c\cdot h$ の関係を用いると、架構形状の補正係数 ξ_h の式(5.8)が導出される。

(b) 鉛直方向の終局強度設計用せん断力 Vmuv

鉛直方向の終局強度設計用せん断力 Vmuv は、水平方向と同様、解図 5.2(a)および解図 5.5 の応力状態を考慮すると、式(5.17)で求められ、柱主筋の等価引張力 TceM は、水平加力に伴う変動軸力 NcM=QgM'-QgM を無視すると、式(5.18)で求められる。

また、QcM=2McM/ho、McM=QcM･ho/2、QgM=QcM･h/2ℓ の関係を用いると、架構形状の補正係数 ξv の式(5.8)が得られ、簡略化のために長期柱軸力 NcL を無視すると、Vmuv の式(5.3)が得られる。

(3) L 形接合部

水平方向と鉛直方向の終局強度設計用せん断力 Vmuh、Vmuv は、解図 5.3 の応力状態[2-3)]を考慮すると、式(解 5.9)および式(解 5.10)で求められる。

【水平方向】　正加力時：Vmuh = TgM

負加力時：Vmuh = CgM = TgM-QcM　　(解 5.9)

【鉛直方向】　正加力時：Vmuv = TceM+NcL/2

負加力時：Vmuv = CcM-NcL/2 = TceM-QgM+NcL/2　　(解 5.10)

T 形接合部と同様、曲げモーメントおよび軸力(MgM,NgM),(McM,NcM)と引張合力 TgM,TceM の釣合い条件より、式(解 5.11)と式(解 5.12)が成立する。同式中の NgM,NcM は、水平力に伴う梁、柱の変動軸力(正加力時：圧縮軸力、負加力時：引張軸力)であり、それぞれ QcM および QgM と等しい。

(正加力の場合)　TgM = MgM/jtg-NgM/2 = MgM/jtg-QcM/2

TceM = McM/jtco-(NcL+NcM)/2 = McM/jtco-(NcL+QgM)/2　　(解 5.11)

(負加力の場合)　TgM = MgM/jtg+NgM/2 = MgM/jtg+QcM/2

TceM = McM/jtco-(NcL-NcM)/2 = McM/jtco-(NcL-QgM)/2　　(解 5.12)

式(解 5.9)～式(解 5.12)を用いると、正負加力時に係わらず、Vmuh は式(5.19)、Vmuv は式(5.20)で求められ、また、T 形接合部と同様、正負加力時ともに、Vmuh および Vmuv の式(5.3)が得られる。

(4) 一貫構造計算プログラム使用時の注意事項

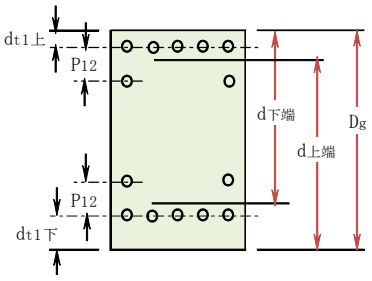
一貫構造計算プログラムでは、梁上端と下端コンクリート面から 1 段筋と 2 段筋の中心までの距離を梁主筋位置とし、これらの入力値を用いて算出した梁の有効せい d を用い、梁の曲げ終局耐力を算定することもできる。

5.1 節の計算に用いる梁上下主筋の重心間距離 jtg は、梁の有効せい d 上端と d 下端を用い、下式で求められる。

jtg = d上端+d下端-Dg　　(解5.13)

また、柱両側最外縁主筋の中心間距離 jtco は、コンクリート面から最外縁主筋中心までの距離 dt を用い、下式で求められる。

jtco = Dc-2×dt　　(解5.14)



解図 5.8　梁主筋位置と有効せい

5.2 終局強度設計用せん断力算定の注意事項

(1) 終局強度設計用せん断力に及ぼすスラブ筋の効果

1) 式(5.12)による梁の基準曲げ終局耐力の算定に用いる梁側面からのスラブの有効幅は、通常、片側につき１ｍとする。
2) 左右梁のスパン長が異なる場合、式(5.5)および式(5.9)中のスパン長ℓは左右梁のスパン長の平均値とする。
3) 上下階の階高が異なる場合、式(5.2)、式(5.8)および式(5.9)中の階高ｈは、上下階の階高の平均値とする。

(2) アスペクト比ξ≧1.3 のト形接合部の終局強度設計用せん断力

アスペクト比ξ≧1.3 のト形接合部の場合、式(5.21)の接合部せん断耐力低減係数 γ_E は、0.6≦γ_E≦1 とし、式(5.22)の修正接合部耐力余裕度λ_{pA}≧1.0 を確認する。ただし、λ_{pA}＜1.0 の場合、ト形接合部諸元の設計変更を行う。

また、アスペクト比ξ≧1.3 の場合、式(7.1)の接合部横補強筋比 p_{jwh} は、7.1 節(1)の接合部必要横補強筋比 p_{jwho} 以上かつ 0.2%以上とし、ξ≧1.5 の場合、梁上下主筋中心からそれぞれ梁主筋定着長さℓ_{ag} の範囲内の接合部横補強筋のみを算入する。

$$\gamma_E = 1.74 - 0.57\xi \qquad (5.21)$$

$$\lambda_{pA} = \gamma_E \cdot V_{puh} / V_{muh} \qquad (5.22)$$

ここに、$\xi = D_g/D_c$：アスペクト比、D_g：梁せい、D_c：柱せい

γ_E：アスペクト比による接合部せん断耐力低減係数

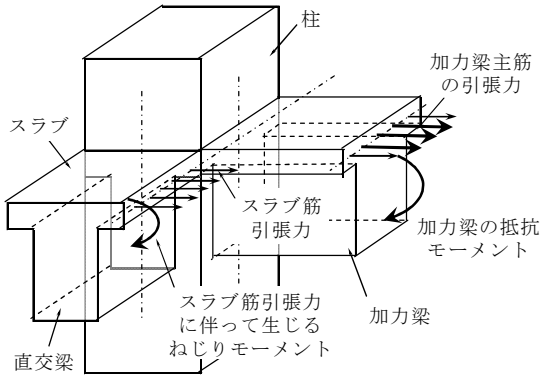
V_{puh}：式(6.1)による水平方向の接合部せん断終局耐力

V_{muh}：式(5.1)または式(5.13)による水平方向柱梁接合部の終局強度設計用せん断力

【解説】

(1) スラブ筋の効果

解図 5.9 に示すように、梁上端引張側の曲げモーメントが作用すると、スラブ筋に引張力が生じ、梁の抵抗モーメントが増加する。この時、柱幅外側のスラブ筋の引張力は、直交梁に生じるねじりモーメントを介して、柱梁接合部にせん断力として入力されるので、式(5.12)では、有効幅内のスラブ筋の引張力による曲げモーメント増分を累加している。



解図 5.9 スラブ筋の効果

(2) ト形接合部の梁曲げ耐力時梁せん断力 $_gQ_{mu}$ に及ぼすアスペクト比ξの影響

(a) アスペクト比ξが１程度のト形接合部のせん断終局耐力

SABTEC 指針検証報告[※1]によると、解図 5.10(a)のように、アスペクト比$\xi = D_g/D_c$=1～1.3 のト形接合部の場合、8.1 節(1)の梁主筋定着長さℓ_{ag} と 7.1 節(1)の接合部横補強筋比 p_{jwh} の規定を満足し、接合部耐力余裕度 $_gQ_{ju}/_gQ_{mu}$≧1 を満足すれば、耐力安全率 $_gQ_{max}/_gQ_{mu}$ は概ね 1 を上回る。 解図 5.10(a)は、高強度 RC 柱梁接合部編 3 章の解説(4)の解図 4 と同じ関係であり、$_gQ_{max}$ は最大耐

力実験値、$_gQ_{mu}$ は梁曲げ終局耐力時梁せん断力、$_gQ_{ju}$ は式(解 5.15)のト形接合部終局耐力を示す。

同式中の $_gQ_{pu}$ は接合部せん断終局耐力時梁せん断力、$_gQ_{au}$ は梁主筋側面剥離定着耐力時梁せん断力、$_gQ_{cu}$ は梁主筋掻き出し定着耐力時梁せん断力を示す[2-1)]。解図 5.10(a)によると、$_gQ_{ju}/_gQ_{mu} \geqq 1$ の終局耐力は梁曲げ終局耐力で決定し、$_gQ_{ju}/_gQ_{mu} < 1$ の終局耐力は、接合部せん断終局耐力、梁主筋側面剥離定着耐力、梁主筋掻き出し定着耐力のいずれかで決定する。

$$_gQ_{ju}=\min(_gQ_{pu},\ _gQ_{au},\ _gQ_{cu}) \qquad \text{(解 5.15)}$$

(b) 田才らの実験研究によるアスペクト比が大きいト形接合部

田才らによる 2016 年～2021 年 AIJ 大会論文の実験※2 では、解図 5.10(b)に示すように、アスペクト比 $\xi=D_g/D_c$ が 2 程度の場合、耐力安全率 $_gQ_{max}/_gQ_{mu}$ が 0.6 程度になることがある。

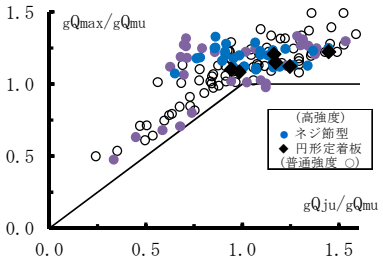
2016 年論文：直交梁およびスラブの形状と補強筋の効果

2017 年論文：損傷した直交梁と補強筋による効果

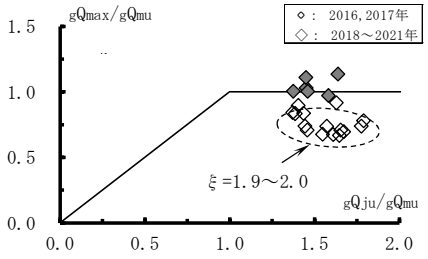
2018 年論文：アスペクト比が大きいト形接合部に対する集中補強筋の効果

2019 年論文：掻き出し破壊防止梁主筋寄り集中配筋の効果および梁主筋定着部拘束筋の効果

2020 年および 2021 年論文：集中補強筋による接合部補強筋量の違いや変動柱軸力の影響



(a) SABTEC 指針を満足する
アスペクト比 ξ=1 程度の場合



(b) アスペクト比 ξ の影響を調べた
田才らの実験※2 の場合

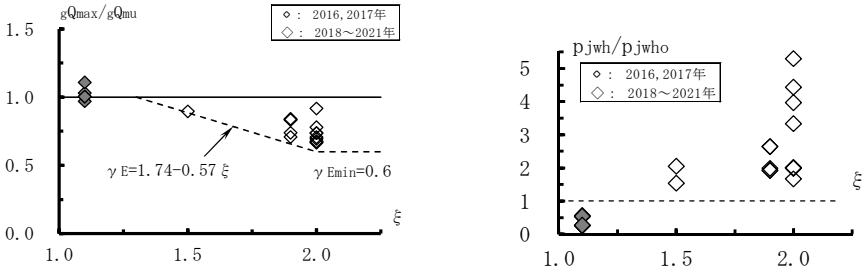
解図 5.10　ト形接合部の $_gQ_{max}/_gQ_{mu}-_gQ_{ju}/_gQ_{mu}$ 関係

解図 5.11(a)の耐力安全率 $_gQ_{max}/_gQ_{mu}$－アスペクト比 ξ 関係によると、2016 年、2017 年論文の ξ=1.1 の実験では耐力安全率 $_gQ_{max}/_gQ_{mu}$=0.97～1.1 であり、2018 年～2021 年論文の ξ=1.5～2.0 の実験より、接合部横補強筋比 0.4%で接合部横補強筋均等配置の場合、ξ=2 の時、最小値 γ_{Emin}=0.6 とすると、アスペクト比 ξ による接合部せん断耐力低減係数 γ_E が式(5.21)で得られる。

これらより、5.2 節(2)では、$\xi \geqq 1.3$ のト形接合部の場合、式(5.22)の修正接合部耐力余裕度 $\lambda_{pA} \geqq 1.0$ を確認するとした。

次に、2018 年～2021 年論文による ξ=1.5～2.0 の実験を基に、7.1 節の解説(4)で定義する式(解 7.2)の接合部必要横補強筋比 p_{jwho} について、接合部必要横補強筋比倍率 p_{jwh}/p_{jwho} とアスペクト比 ξ の関係を解図 5.11(b)に示す。

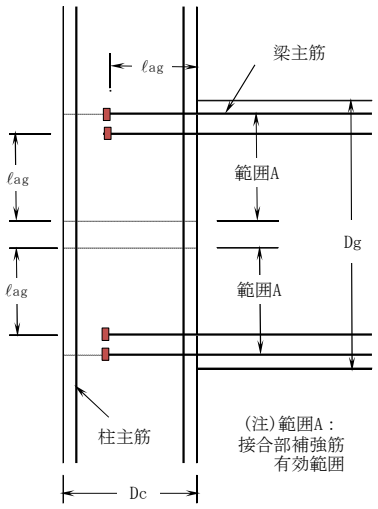
同図によると、ξ=1.5～2.0 の実験でも、接合部必要横補強筋比倍率 $p_{jwh}/p_{jwho} \geqq 1$ の場合、梁曲げ降伏後の変形性能が確保される。なお、式(5.22)の修正接合部耐力余裕度 λ_{pA} を用いると、表 7.1 中の R_{80a} の減少に伴い、p_{jwho} が増加する。



(a) gQmax/gQmu－ξ関係　　(b)pjwh/pjwho－ξ関係

解図 5.11　アスペクト比 ξ≧1.3 における接合部せん断耐力低減係数γE の検討結果

一方、ξ≧1.5 の場合、解図 5.12 に示すように、田才らの実験を基に、掻き出し定着耐力 [2-1)]に対する有効性を踏まえ、梁上下主筋中心からそれぞれ梁主筋定着長さℓag の範囲内の接合部横補強筋のみを算入し、解図 5.12 中の接合部補強筋範囲以外の中央部では、150mm 以下の間隔で接合部横補強筋を配置するとしている。



解図 5.12　アスペクト比 ξ≧1.5 の
ト形接合部における
接合部補強筋の有効範囲

(c)ト形接合部の終局耐力および変形性能に及ぼす柱軸力比の影響

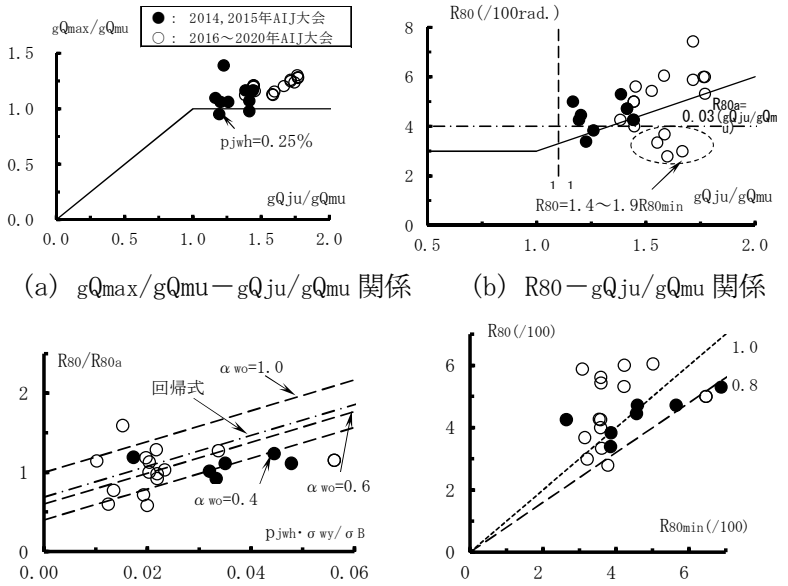
前田らの 2014 年～2020 年 AIJ 大会論文の実験[※3]では、ト形接合部の終局耐力と変形性能に及ぶす柱軸力の影響を調べている。各実験ともに、接合部終局耐力余裕度 gQju/gQmu≧1 の梁曲げ降伏型とし、2014 年、2015 年 AIJ 大会論文の実験では柱軸力比 N/(σBBcDc)=-0.14～0.04、2016 年～2020 年 AIJ 大会論文の実験では柱軸力比 N/(σBBcDc)=0.16～0.47 としている。

解図 5.13(a)に示すように、接合部横補強筋比 pjwh=0.25%の場合、gQmax/gQmu=0.95 となるが、最大耐力実験値 gQmax は、梁曲げ終局耐力時梁せん断力 gQmu を概ね上回る。σB はコンクリートの実圧縮強度である。また、解図 5.13(b)では、2016 年～2020 年 AIJ 大会論文の実験の場合、R80=1.4～1.9 R80min となる。

次に、解図 5.13(c)によると、接合部横補強筋量 pjwh・σwy/σB に対する R80/R80a の増加傾向は、SABTEC 実験[※1]による回帰式で近似できる。また、解図 5.13(d)に示すように、柱軸力の影響を調べた前田らの実験でも、式(7.2)の保証限界層間変形角 R80min によると、保証メカニズム時限界層間変形角 RuD(4/100)に 0.8 倍を乗じた限界層間変形角実験値 R80=0.8×4/100=3.2/100 程度以上の変形性能が確保される。

前田らの実験での破壊形式の判定では、平面保持仮定による中段主筋と柱軸力を考慮した曲げ終局耐力の略算式(式(5.10))による柱の曲げ終局耐力 Mcu を用いている。同式は、5.1.1 項の解説(5)に示すように、柱軸力比が-0.1～0.15 の場合、コンクリートの応力－ひずみ関係を e 関数式とした平面保持仮定による曲げ終局耐力と同程度として評価される。

これらより、同式による場合、柱軸力比 N/(FcBcDc)の範囲を-0.1 以上、かつ、+0.15 以下に制限すればよいと考えられる。



(a) gQmax/gQmu－gQju/gQmu 関係　　(b) R80－gQju/gQmu 関係

(c) R80/R80a－pjwh・σwy/σB 関係　　(d) R80－R80min 関係

解図 5.13　前田らの実験によるト形接合部の終局耐力と変形性能の検討結果

(3) ト形接合部の終局耐力に及ぼす柱梁強度比の影響

文献※1 によると、SABTEC 実験、東大実験、ニューテック実験によるト形接合部の場合、特殊条件を除き、SABTEC 指針の諸規定を満足すれば、設計で保証すべき終局耐力と変形性能が確保される。上記の特殊条件は、前述の(b)項によるアスペクト比 ξ が大きい場合を指す。

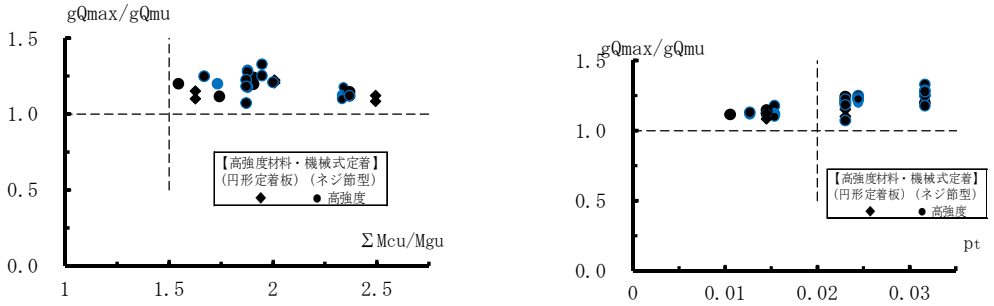
一方、SABTEC 指針では、4.2 節の接合部せん断力の設計条件として、接合部耐力余裕度 λp≧1 を規定し、8.1 節の梁主筋定着長さと 7.1 節(1)の接合部必要横補強筋比 pjwh を規定している。

本項では、解図 5.10(a)の SABTEC 実験で梁曲げ降伏が確認されたト形接合部について、解図 5.14(a),(b)に gQmax/gQmu－柱梁強度比 ΣMcu/Mgu 関係と gQmax/gQmu－引張鉄筋比 pt 関係を示す。

柱曲げ終局耐力 ΣMcu は 5.1.1 項の式(5.10)、梁曲げ終局耐力 Mgu は式(5.11)で算定している。式(5.10)は、5.1.1 項の解説(5)に示すように、柱の中段主筋を考慮した平面保持仮定による曲げ終局耐力の略算式、式(5.11)は梁の曲げ終局耐力の略算式である。

解図 5.14(a)の場合、柱梁強度比 ΣMcu/Mgu が最小値(1.5 程度)となるト形接合部試験体では、590N/mm^{2}級梁主筋を用い、梁主筋の引張鉄筋比 pt を 3.2%とし、梁曲げ耐力 Mgu を大きくしている(解図 5.14(b) 参照)。

最下階柱基礎梁接合部では、通常、基礎梁主筋の引張鉄筋比 pt は 1.5%以下であるので、梁曲げ降伏型の場合、柱梁強度比 ΣMcu/Mgu に係わらず、SABTEC 指針の諸規定を満足すれば、設計で保証すべき終局耐力は確保されると言える。



(a) gQmax/gQmu－柱梁強度比 ΣMcu/Mgu 関係　　(b) gQmax/gQmu－引張鉄筋比 pt 関係

解図 5.14　ト形接合部の耐力安全率 gQmax/gQmu の検討結果

【参考文献】

※1 益尾潔：建築技術連載 第①回 SABTEC 指針検証報告の概要、建築技術 2021 年 5 月号、pp. 54～58、第②回 SABTEC 指針による柱梁接合部の終局耐力と変形性能の評価、建築技術 2021 年 6 月号、pp. 176～180 、第③回 柱梁強度比および強度低下率を踏まえた柱梁接合部の終局耐力と変形性能の評価、建築技術 2021 年 7 月号、pp. 52～56.

※2 田才晃ほか：RC 造ト形柱梁接合部の構造性能に関する実験的研究-接合部のアスペクト比、接合部せん断補強筋位置による影響の検証-、その 1、その 2、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造Ⅳ、pp. 663-666, 2018. 9、アスペクト比の大きい RC 造ト形柱梁接合部の構造性能に関する実験的研究、その 1、その 2、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造Ⅳ、pp. 123-126, 2019. 9、RC 造ト形柱梁接合部の構造性能に関する実験的研究-接合部降伏破壊に及ぼすアスペクト比と補強量の検証-、その 1、その 2、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造Ⅳ、pp. 371-374, 2020. 9、その 3～その 5、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造Ⅳ、pp. 365-370, 2021. 9

※3 前田匡樹ほか:RC 造ト形柱梁接合部の構造性能に及ぼす横補強筋及び軸力の影響、その 1～その 3、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造Ⅳ、pp. 361-366, 2014. 9、柱梁曲げ耐力比の小さい RC 造ト形柱梁接合部の構造性能に及ぼす横補強筋及び軸力の影響、その 1、その 2、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造Ⅳ、pp. 211-214, 2015. 9、RC 造ト形柱梁接合部の構造性能に接合部横補強筋及び変動軸力が及ぼす影響、その 1、その 2、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造Ⅳ、pp. 519-522, 2017. 9、その 3、その 4、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造Ⅳ、pp. 651-654, 2018. 9、その 5、その 6、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造Ⅳ、pp. 97-100, 2019. 9、高変動軸力下で接合部降伏が生じる RC 造架構の崩壊挙動と構造性能評価、その 1、その 2、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造Ⅳ、pp. 353-356, 2020. 9

6 章　接合部せん断終局耐力の算定

水平方向および鉛直方向の接合部せん断終局耐力 Vpuh, Vpuv は、式(6.1)による。ただし、ト形および十字形接合部の Vpuv は算定しなくてもよい。

$$V_{puh} = \kappa_u \cdot \phi \cdot F_j \cdot b_j \cdot D_{jh}, \qquad V_{puv} = \kappa_u \cdot \phi \cdot F_j \cdot b_j \cdot D_{jv} \tag{6.1}$$

ここに、κ_u：柱梁接合部の形状係数

ト形、T 形接合部：κ_u=0.7、十字形接合部：κ_u=1.0

L 形接合部：(正加力時) κ_u=0.6、(負加力時) κ_u=0.4

ただし、Ds 算定時応力を用いる場合、正負加力時ともに、κ_u=0.4 とする。

ϕ：直交梁の有無による補正係数

両側直交梁付き接合部の場合：ϕ=1.0、それ以外の場合：ϕ=0.85

$$F_j = 0.8F_c^{0.7} \tag{6.2}$$

Fc：コンクリートの設計基準強度(N/mm²)

$$b_j = B_g + b_{a1} + b_{a2} \tag{6.3}$$

ただし、Bg≧Bc の場合、bj=Bc とする。

Bg：梁幅、bai：bi/2 または Dc/4 の小さい方

bi：梁両側面から平行する柱側面までの長さ

Dc：柱せい、Bc：柱幅

Djh, Djv：水平および鉛直方向の接合部有効せい

【水平方向】ト形接合部：$D_{jh}=\ell_{ag}$、

L 形接合部：正加力時 $D_{jh}=\ell_{dh}$、負加力時 $D_{jh}=\ell_{ag}$

T 形、十字形接合部：$D_{jh}=D_c$ (6.4)

【鉛直方向】T 形、L 形接合部：$D_{jv}=\ell_{ac}$ (6.5)

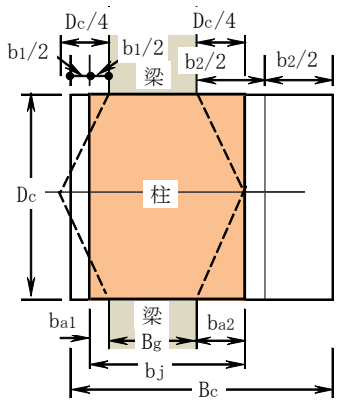


図 6.1 柱梁接合部の有効幅

ただし、段差梁付き柱梁接合部の Djh, Djv は、11 章による。

ℓ_{ag}：ト形接合部内の梁主筋定着長さ(8.1 節)

またはL 形接合部内の梁下端筋定着長さ(8.3 節)

ℓ_{dh}：L 形接合部内の梁上端筋投影定着長さ(8.3 節)

ℓ_{ac}：柱主筋の定着長さ(8.2 節)

【解説】

(1) 接合部せん断終局耐力

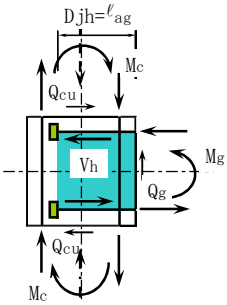
接合部せん断終局耐力は、靭性保証型指針式[1-2]と同様、解図 6.1 に示すように、ト形接合部の水平方向の有効せい Djh は梁主筋定着長さℓ_{ag}と同じとした。また、解図 6.2 に示すように、T 形接合部の場合、水平方向の有効せい Djh は柱せい Dc と同じとし、鉛直方向の有効せい Djv は柱主筋定着長さℓ_{ac}と同じとした。

一方、L 形接合部の場合、L 形が閉じる正加力時と L 形が開く負加力時では、接合部ストラットの応力状態が異なり、L 形が閉じる正加力時の終局耐力は L 形が開く負加力時の 1.5 倍程度[2-3),2-4)]となることを考慮し、解図 6.2 の部分架構モデルより、水平方向の有効せい Djh は、L 形が閉じる正加力時に梁上端筋投影定着長さℓ_{dh}、L 形が開く負加力時に梁下端筋定着長さℓ_{ag}とし、鉛直方向

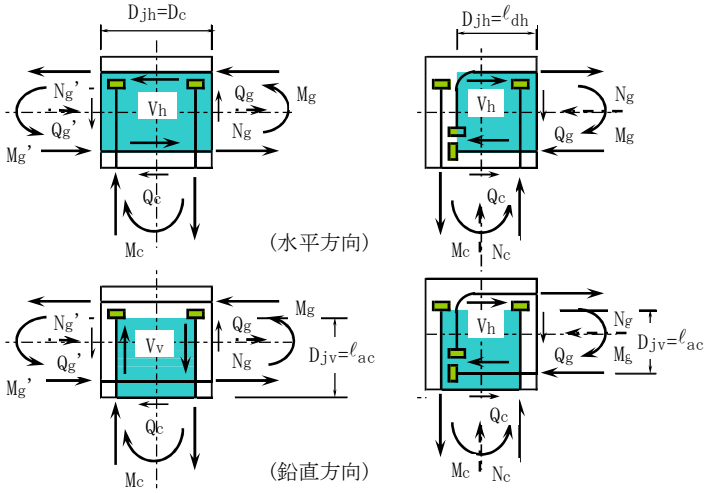
の有効せい Djv は、T 形接合部と同様、柱主筋定着長さ ℓ_{ac} とした。

十字形接合部の場合、水平方向のせん断終局耐力 Vpuh は、式(6.1)で算定できる。水平方向の有効せい Djh は、11.1 節で示した特殊形状の鉛直段差梁付き柱梁接合部や水平段差梁付き柱梁接合部などを除き、柱せい Dc としてもよい。

一方、式(6.1)式中の補正係数 ϕ は、靭性保証型指針[1-2)]と同様、接合部被覆率が 50%以上の直交梁が両側に接続する場合、両側直交梁付きとして設定する。接合部被覆率は、加力構面と平行な接合部側面の見付け面積に対する直交梁断面積の比率と定義される。



解図 6.1 ト形接合部の有効せいの定義



(a) T 形接合部　　(b) L 形接合部

解図 6.2 T 形、L 形接合部の有効せいの定義

(2) 柱梁接合部の形状係数 κ_u

本設計指針と靭性保証型指針の接合部せん断終局耐力では、L 形接合部の接合部形状係数 κ_u の値のみが異なる。すなわち、(1)項で前述の理由より、部分架構モデルで終局強度設計用せん断力を算定する場合、L 形が閉じる正加力時に κ_u=0.6、L 形が開く負加力時に κ_u=0.4 とした。

L 形接合部では、5.1.2 項の Ds 算定時応力(MgM, McM, QgM, QcM)を用い、式(5.19)、式(5.20)より、終局強度設計用せん断力 Vmuh, Vmuv を求める場合、通常、剛床仮定によるので、梁には、水平力に伴う変動軸力は生じない。その場合、柱、梁に変動軸力が生じる場合に比べ、Vmuh, Vmuv は、正加力時には小さく、負加力時には大きく評価され、接合部せん断終局耐力は、正加力時には減少し、負加力時には増大する。これらより、接合部せん断終局耐力の算定時には、安全側の処置として、正負加力時ともに、κ_u =0.4 とした。

(3) 梁幅が柱幅よりも大きい場合の接合部有効幅

梁幅が柱幅よりも大きい柱梁接合部の場合、式(6.3)の接合部有効幅 bj は、柱幅 Bc と等しいとした(14.2 節の【基礎配筋詳細例】(ⅱ) 参照)。

7章　柱梁接合部の配筋詳細

7.1 ト形、T 形、L 形、十字形接合部における横補強筋

(1) 接合部横補強筋比

1) ト形、T 形、L 形、十字形接合部ともに、地震力方向ごとに、接合部横補強筋比 p_{jwh} は、式(7.1)で算定し、4.1 節(1)の目標性能①または②に応じ、梁または柱の曲げ降伏後の変形性能を保証する接合部必要横補強筋比 p_{jwho} 以上、かつ、0.2%以上とする。ただし、接合部横補強筋鋼種は、最下階柱梁接合部を除き、当該接合部の下階柱横補強筋鋼種と同じとする。

$$p_{jwh} = n_h \cdot a_{wh} / (B_c \cdot j_{tgo}) \qquad (7.1)$$

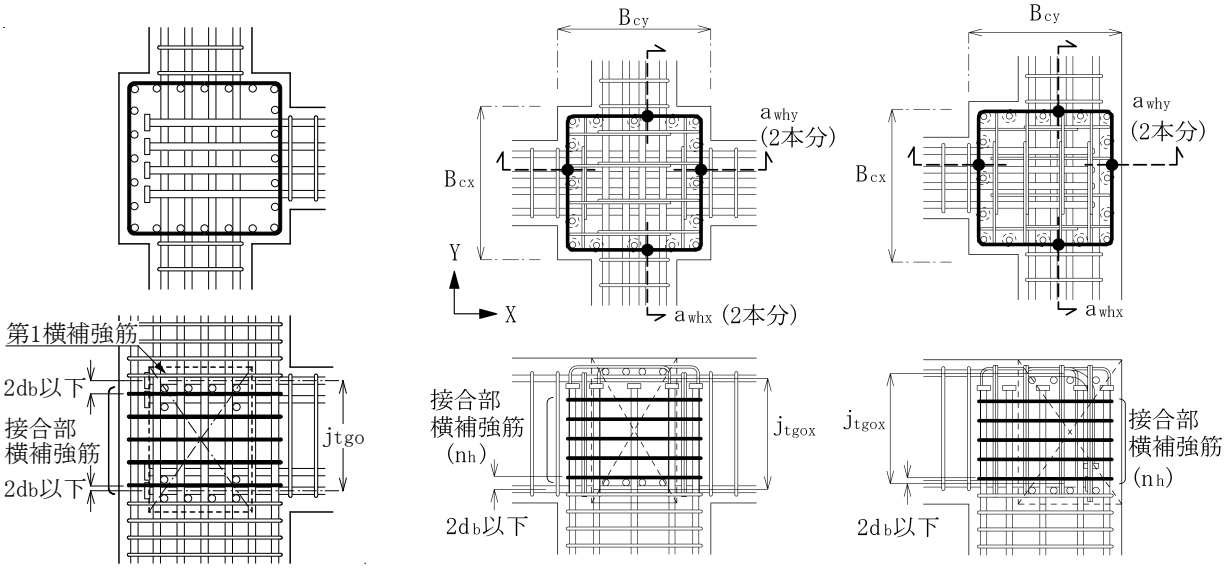
B_c：柱幅、　j_{tgo}：梁上下最外縁主筋の中心間距離

n_h：j_{tgo} 区間内の接合部横補強筋の組数、　a_{wh}：接合部横補強筋 1 組の断面積

2) 接合部横補強筋比 p_{jwh} の算定では、X 方向の地震力時には $B_c=B_{cx}$, $a_{wh}=a_{whx}$, $j_{tgo}=j_{tgox}$、Y 方向の地震力時には $B_c=B_{cy}$, $a_{wh}=a_{why}$, $j_{tgo}=j_{tgoy}$ とする(図 7.1)。

(2) 接合部横補強筋の配置

ト形、T 形、L 形、十字形接合部ともに、図 7.1 に示すように、梁上下主筋中心と直近の接合部横補強筋中心との距離を 2db 程度以下とし、j_{tgo} 区間に接合部横補強筋をできるだけ均等に配置する。db は梁主筋呼び名の値を示す。



(a) ト形接合部　　(b) T 形接合部　　(c) L 形接合部

図 7.1　接合部横補強筋の配筋詳細

(3) 保証限界層間変形角 R80min

ト形、T 形、L 形、十字形接合部ともに、表 7.1 の諸係数を用い、限界層間変形角 R80 が式(7.2)の保証限界層間変形角 R80min 以上となるように、接合部横補強筋量を決定する。

$$R_{80min} = R_{80a} \cdot \alpha_w \qquad (7.2)$$

$$\alpha_w = \alpha_{wo} + \beta_w \cdot (p_{jwh} \cdot \sigma_{wy} / F_c) \qquad (7.3)$$

ここに、R_{80a}：接合部耐力余裕度λ_pで決まる限界層間変形角

λ_p：4.2節で規定する接合部耐力余裕度($\lambda_p \geqq 1$)

α_w：接合部横補強筋量$p_{jwh}\cdot\sigma_{wy}/F_c$による補正係数

α_{wo}, β_w：表7.1の補正係数、σ_{wy}：接合部横補強筋の降伏強度

F_c：コンクリートの設計基準強度

表7.1 R_{80a}の算定式および補正係数α_{wo}, β_w

	R_{80a}の算定式	α_{wo}			β_w
		直交梁なし	片側直交梁付き	両側直交梁付き	
ト形、十字形接合部	$R_{80a}=0.03\lambda_p$	0.4	0.6	1.0	19
T形接合部	$R_{80a}=0.024\lambda_p$	0.6	0.7	1.2	4.8
L形接合部	$R_{80a}=0.03\lambda_p$	0.6	0.8	1.2	8.9

(注) 1)片側、両側直交梁付き：接合部被覆率が50%以上の場合

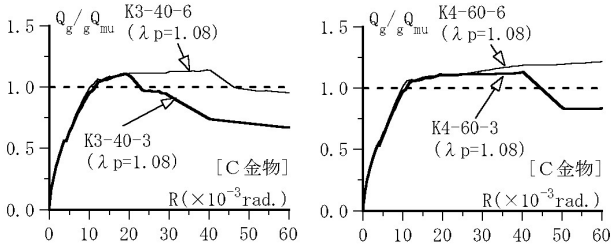
2) 接合部被覆率：加力構面に平行な接合部側面の見付け面積に対する見付け面積内の直交梁断面積の比率

【解説】

(1) 保証限界層間変形角 R_{80min}

保証限界層間変形角R_{80min}の式(7.2)は、文献2-5)の提案式を基に定式化され、表7.1中のT形、L形接合部の各係数の値は、文献2-5)の提案式と同じであり、ト形接合部の各係数の値は、文献2-2)および2-8)の実験結果を基に定められている。

文献2-2)の実験によると、解図7.1に示すように、SD295および785N/mm^{2}級接合部横補強筋を用いた中子筋あり試験体(K3-40-6, K4-60-6)の梁曲げ降伏後の変形性能は、中子筋なし試験体(K3-40-3,K4-60-3)よりも改善される。この改善効果は、接合部横補強筋の拘束効果によって、梁曲げ降伏後の接合部せん断破壊が遅延することで発現する。



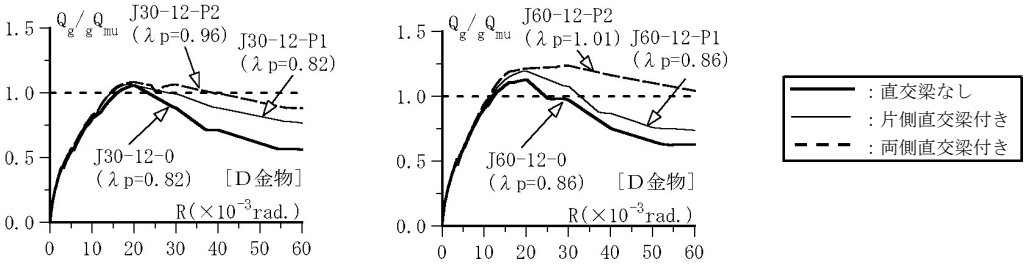
(a) 2-D10と4-D10 (3組) (b) 2-S8と4-S8 (4組)

解図7.1 Q_g/gQ_{mu}－R関係に及ぼす接合部横補強筋の効果[2-2] (ℓ_{ag}/d_b=12, D_c=450mm)

解図7.1中、Q_gは梁せん断力、gQ_{mu}は梁曲げ終局耐力時せん断力、Rは層間変形角であり、中子筋なし試験体K3-40-3では2-D10(3組)、p_{jwh}=0.32%、K4-60-3では2-S8(4組)、p_{jwh}=0.30%とし、中子筋あり試験体K3-40-6では4-D10(3組)、p_{jwh}=0.64%、K4-60-6では、4-S8(4組)、p_{jwh}=0.60%としている。文献2-2)と2-4)の実験では、柱または梁曲げ降伏後、限界層間変形角に達するまでに、接合部横補強筋は引張降伏することが多い。一方、梁主筋が定着される十字形接合部は、梁曲げ降伏型を想定しているので、式(7.3)中の各係数は、ト形接合部の値と同じとしている。

(2) 直交梁の効果

保証限界層間変形角 R80min は、両側、片側直交梁付き、直交梁なしに応じ、式(7.2)中の R80a と α_w を用いて算定される。すなわち、文献 2-2)と 2-4)の実験を基に、接合部被覆率 [1-2)]が 50%以上の直交梁付きの場合、直交梁の効果を見込むことができる。文献 2-2)の実験によると、解図 7.2 に示すように、片側直交梁付き、両側直交梁付きト形接合部試験体の梁曲げ降伏後の変形性能は、直交梁なしに比べて改善される。



(a) σB=30.9N/mm² (b) σB=63.1N/mm²

解図 7.2 Qg/gQmu－R 関係に及ぼす直交梁の効果 [2-2)]
(ℓag/db=12, Dc=450mm)

一方、文献 2-3)の直交梁なしとした T 形、L 形接合部の実験では、設計で保証すべき変形性能を確保するためには、接合部横補強筋比 pjwh を 0.3%以上とする必要がある。また、文献 2-4)の両側直交梁付き、片側直交梁付き、直交梁なしの T 形、L 形接合部の実験では、ト形接合部 [2-2),2-8)]と同様、接合部被覆率 50%の両側直交梁付きの場合、梁曲げ降伏後の接合部せん断破壊の遅延に寄与し、柱、梁主筋定着耐力の増大効果および接合部必要横補強筋比の低減効果により、梁曲げ降伏後の終局耐力が増大する。

(3) 直交梁の判別方法

ト形および L 形接合部に対する直交梁の接続状況を解図 7.3 に例示した。同図では、地震力を受ける加力構面の梁を加力梁と呼び、直交梁断面をハッチ部で示した。

接合部被覆率は、加力構面に平行な接合部側面の見付け面積に対する見付け面積内の直交梁断面積の比率とし、下式で算定される。

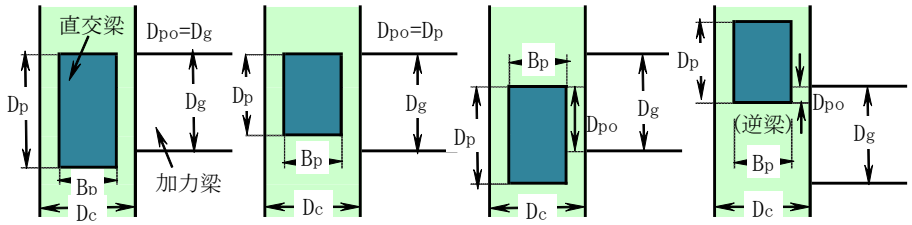
$$\text{接合部被覆率} = (D_{po} \times B_p)/(D_g \times D_c) \qquad \text{(解 7.1)}$$

ここで、Dg：加力梁せい、Dc：柱せい、Bp：直交梁幅

Dpo：加力梁と直交梁との重なり寸法

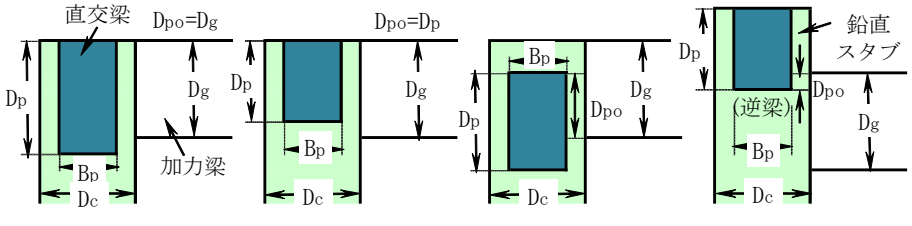
解図 7.3 の場合、タイプ A は Dpo=Dg、タイプ B～D は Dpo＜Dg とし、接合部被覆率が 50%以上の場合は直交梁付きと見なされるので、直交梁幅 Bp を柱せい Dc の 0.5 倍とすると、タイプ A は「直交梁付き」、タイプ B～D は「直交梁なし」と判別される。

タイプ A は、直交梁が片側にだけ接続する場合は片側直交梁付き、両側に接続する場合、両側直交梁付きとなる。タイプ B,C は、直交梁幅 Bp が柱せい Dc の 0.5 倍より大きい場合、片側または両側直交梁付きとみなされることがある。タイプ D は、直交梁が逆梁の場合であり、L 形接合部の場合、12.1 節の鉛直スタブ付き L 形接合部に該当する。



（タイプ A：Dpo=Dg）　（タイプ B：Dpo<Dg）　（タイプ C：Dpo<Dg）　（タイプ D：Dpo<Dg）

(a) ト形接合部



（タイプ A：Dpo=Dg）　（タイプ B：Dpo<Dg）　（タイプ C：Dpo<Dg）　（タイプ D：Dpo<Dg）

(b) L 形接合部

解図 7.3　直交梁の接続状況

(4) 接合部必要横補強筋比 pjwho の算定式

4.1 終局強度設計の基本方針の解説(2)で前述した柱または梁の曲げ降伏後の接合部せん断破壊防止のために、式(7.2)の保証限界層間変形角 R80min は保証メカニズム時層間変形角 RuD 以上とすることより、保証メカニズム時層間変形角 RuD と式(7.2)の保証限界層間変形角 R80min を等値し、式(解 7.2)の接合部必要横補強筋比 pjwho を導出した。

また、解表 7.1 の目標性能①、②では、靭性保証型指針 [1-2]に示された梁、柱の終局部材角の目安値(梁：1/50、柱：1/67)に、安全率 2 を乗じた値を基本とし、保証メカニズム時層間変形角 RuD は、SABTEC 指針(2019 年)の表 4.1 による設計区分Ⅰ、ⅡのRuDに安全率 2 を乗じて丸めた値としている。

解表 7.1 保証メカニズム時層間変形角 RuD

接合部に接続する部材の破壊形式	目標性能	
	①	②
梁曲げ降伏型	30	40
柱曲げ降伏型	20	30

（単位：$\times 10^{-3}$）

$$p_{jwho} = \{(R_{uD}/R_{80a}) - \alpha_{wo}\} \cdot F_c/(\beta_w \cdot \sigma_{wy}) \qquad (解\ 7.2)$$

ここに、RuD：保証メカニズム時層間変形角

R80a：接合部耐力余裕度 λ_p で決まる限界層間変形角、α_{wo}, β_w：表 7.1 の補正係数

σ_{wy}：接合部横補強筋の降伏強度、Fc：コンクリートの設計基準強度

上式の pjwho は、建築基準法施行令第 77 条による柱の最小帯筋比 0.2%以上とするとともに、同式中の接合部横補強筋の降伏強度 σ_{wy} は、SD295～SD390 では規格降伏点の 1.1 倍、SD490、685N/mm^2 級および 785N/mm^2 級では規格降伏点の 1.0 倍とし、1275N/mm^2 級では 785N/mm^2 とする。

一方、接合部横補強筋比 pjwh は、梁上下最外縁主筋の中心間距離 jtgo 区間に配置される接合部横補強筋の組数 nh を用い、式(7.1)で算定される。なお、接合部横補強筋の平均間隔 s を jtgo/nh とすると、接合部横補強筋比 pjwh は、下式で求められる。

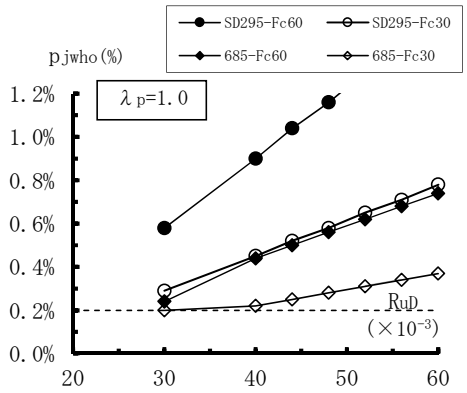
$$p_{jwh} = a_{wh}/(B_c \cdot s) \qquad (解\ 7.3)$$

(5) 接合部必要横補強筋比 pjwho の算定結果

式(解 7.2)の接合部必要横補強筋比 pjwho－保証メカニズム時層間変形角 RuD 関係を解図 7.4 に示す。この場合、梁曲げ降伏先行型の直交梁なし T 形接合部について接合部耐力余裕度 λp=1.0、接合部横補強筋鋼種を SD295 と 685N/mm^{2}級、コンクリートの設計基準強度 Fc を 30 N/mm^2 と 60 N/mm^2 としている。

同図の横軸 RuD は、靭性保証型指針による梁の終局部材角の目安値(1/50)に目標性能①の安全率 1.5 を乗じて RuD=30×10^{-3}、目標性能②の安全率 2 を乗じて RuD=40×10^{-3}、RuD=40×1.1～1.5×10^{-3} とし、同図中には、建築基準法施行令第 77 条による柱の最小帯筋比 0.2%を示している。

SD295 接合部横補強筋の場合、RuD=40×10^{-3} とすると、Fc30 N/mm^2 では、pjwho=0.45%、Fc60 N/mm^2 では、pjwho=0.90%となる。また、685 N/mm^2 級接合部横補強筋の場合、Fc30 N/mm^2 では pjwho=0.22%、Fc60 N/mm^2 では pjwho=0.44%となる。

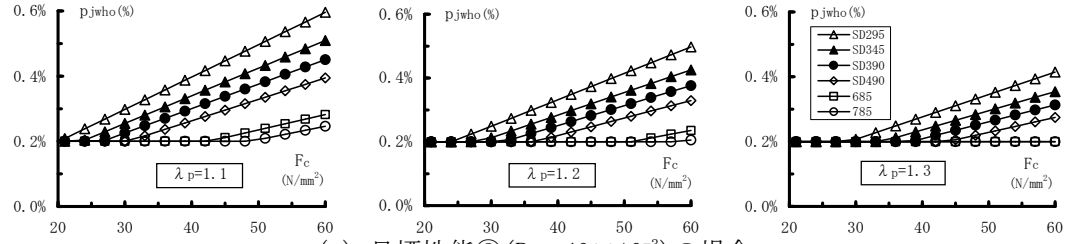


解図 7.4　接合部必要横補強筋比 pjwho－保証メカニズム時層間変形角 RuD 関係

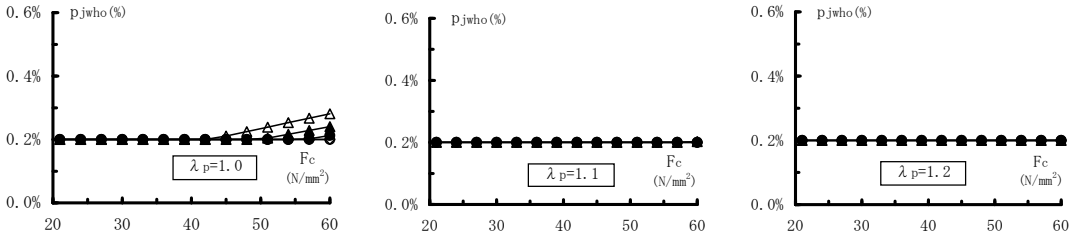
一方、4.1 節(2)で定義する柱の曲げ降伏型の T 形接合部の場合、靭性保証型指針による柱の終局部材角の目安値(1/67)に目標性能②の安全率 2 を乗じた値(RuD=30×10^{-3})とし、目標性能①の RuD は目標性能②の RuD を(2/3)倍した値(RuD=20×10^{-3})としている。

次に、片側直交梁付き ト形、T 形、L 形接合部について、目標性能②および①として求めた pjwho を解図 7.5～解図 7.7 に示す。同図によると、T 形、L 形接合部についても、目標性能①の場合、λp=1.1 とすれば、必要横補強筋比 pjwho は、最小帯筋比 0.2%を概ね満足する。

また、接合部横補強筋については、RC 配筋指針 [1-5] と同様、上下柱の横補強筋と同鋼種、同径で間隔を 1.5 倍以下かつ 150mm 以下とすることを推奨する。

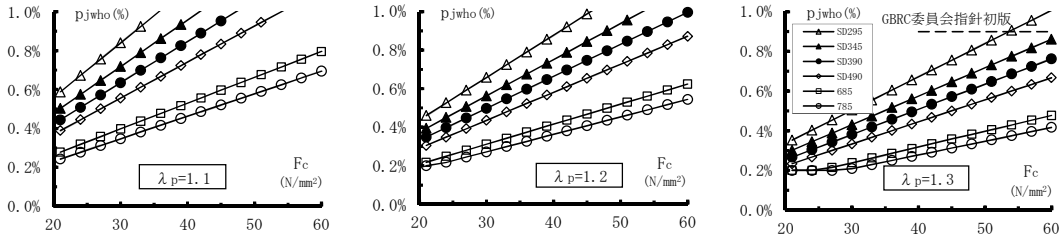


(a) 目標性能②($R_{uD}=40\times10^{-3}$)の場合

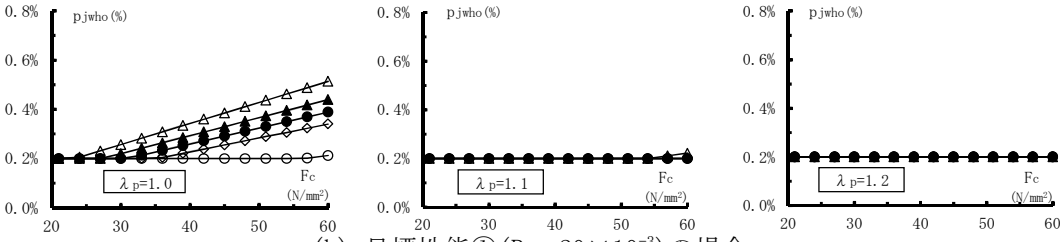


(b) 目標性能①($R_{uD}=30\times10^{-3}$)の場合

解図 7.5 ト形接合部の必要横補強比 pjwho(片側直交梁付きの場合)

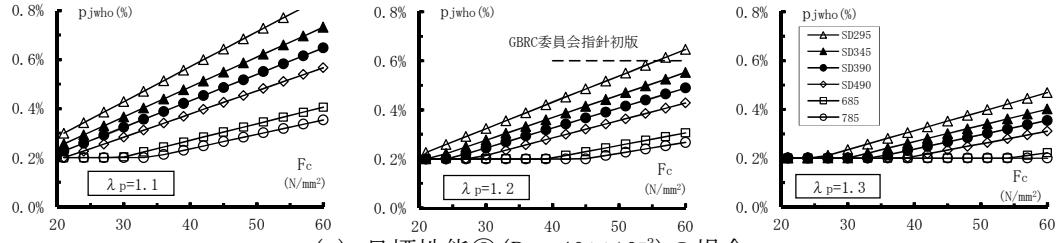


(a) 目標性能②($R_{uD}=30\times10^{-3}$)の場合

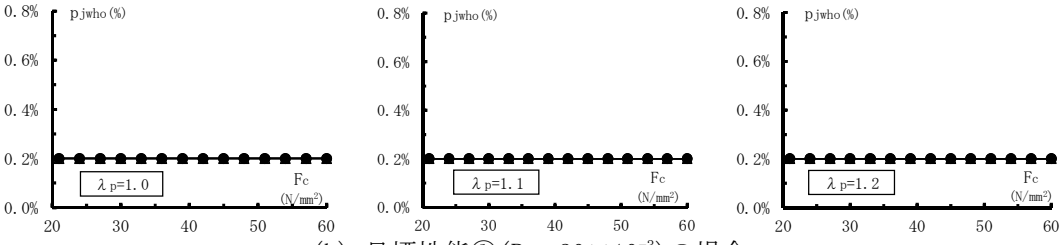


(b) 目標性能①($R_{uD}=20\times10^{-3}$)の場合

解図 7.6 T 形接合部の必要横補強比 pjwho(片側直交梁付きの場合)



(a) 目標性能②($R_{uD}=40\times10^{-3}$)の場合



(b) 目標性能①($R_{uD}=30\times10^{-3}$)の場合

解図 7.7 L 形接合部の必要横補強比 pjwho(片側直交梁付きの場合)

(6) SABTEC 指針の検定値と AIJ 保有水平耐力規準の強度低下率βｊとの比較検討

ここでは、解表 7.2 に示すように、685N/mm^2 級高強度せん断補強筋を接合部横補強筋とし、(CASE1)Fc30N/mm^2 と SD390 梁主筋、(CASE2)Fc40N/mm^2 と SD490 梁主筋を用い、梁主筋引張鉄筋比 pt=2.06%、梁主筋定着長さ比 l_{ag}/Dc=0.75、長期相当柱軸力 0.15FcBcDc について、①接合部横補強筋比倍率 pjwh/pjwho≧1.0、②接合部耐力余裕度λp≧1.0 の検定条件で、AIJ 保有水平耐力規準の強度低下率 βｊを求めた。その際、SABTEC 指針検証報告※1 と同様、柱梁強度比 ΣMcu/Mgu は式(5.10)、式(5.11)で算定した。

解表 7.3 に示すように、SABTEC 指針の検定値「接合部横補強筋比倍率 pjwh/pjwho=1.14～1.15、接合部耐力余裕度λp=1.04～1.07」は、それぞれ最小検定値に近い。一方、AIJ 保有水平耐力計算規準の強度低下率βj=1.34～1.38 は、AIJ 保有水平耐力規準 20 条の解説 4.に示された強度低減率 βｊの限界値 1.0 を上回った。

すなわち、SABTEC 指針の検定値を満足するト形接合部は、AIJ 保有水平耐力規準の強度低下率βｊの限界値を上回る。

解表 7.2　検討対象ト形接合部の梁、柱諸元

	Fc	梁断面(mm)		梁配筋			(定着長さ)			柱断面(mm)		柱軸力比	柱配筋		
				主筋			l_{ag}	l_{ag}/Dc	l_{ag}/db			Nc/(FcBcDc)	主筋		
	N/mm^2	Bg	Dg	鋼種	配筋	pt	(mm)			Bc	Dc		鋼種	配筋	pg
CASE1	30	600	850	SD390	6+5-D32	2.06%	750	0.75	23.4	1,000	1,000	0.15	SD390	12-D38	1.37%
CASE2	40			SD490	6+5-D32	2.06%	750	0.75	23.4			0.15	SD490	12-D38	1.37%

(記号) h=2,800mm：階高、l=8,000mm：スパン長

Fc：コンクリート設計基準強度、pt：梁引張鉄筋比、l_{ag}：梁主筋定着長さ、Dc：柱せい、db：梁主筋呼び名の値

Nc：柱軸力、pg：全柱主筋比　(注)接合部横補強筋鋼種：685N/mm^{2}級

解表 7.3　強度低下率βｊの検討結果

	接合部				接合部余裕度				AIJ保有耐力規準	
	横補強筋			pjwh/pjwho	gQpu/gQmu	gQau/gQmu	gQcu/gQmu	λp	ΣMcu/Mgu	βｊ
	配筋	pjwh	pjwho							
CASE1	6組-2D13	0.23%	0.20%	1.15	1.07	1.67	2.21	1.07	4.16	1.34
CASE2	8組-2D13	0.31%	0.27%	1.14	1.04	1.63	2.07	1.04	4.27	1.38

(記号)

pjwh：接合部横補強筋比、pjwho：式(解7.2)の接合部必要横補強筋比

保証メカニズム時層間変形角RuD：4/100（目標性能②の安全率2)

gQpu：接合部せん断終局耐力時梁せん断力、 gQau：側面剥離定着耐力時梁せん断力

gQcu：掻き出し定着耐力時梁せん断力、 gQmu：梁曲げ終局耐力時梁せん断力

gQju=min(gQpu,gQau,gQcu)：接合部終局耐力時梁せん断力、λp=gQju/gQmu：接合部余裕度

ΣMcu/Mgu：柱梁耐力比、ΣMcu：式(5.10)の柱曲げ耐力、Mgu：式(5.11)の梁曲げ耐力

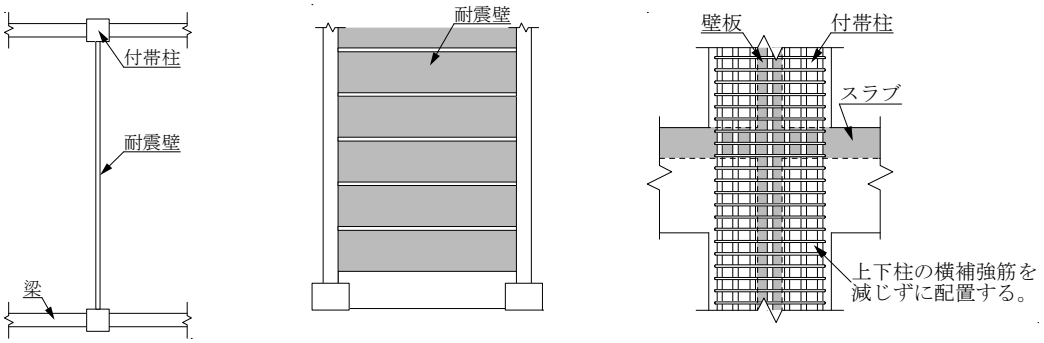
βｊ：AIJ保有水平耐力計算規準による強度低下率（βｊの限界値：1.0)

※1 益尾潔：建築技術連載 第①回 SABTEC 指針検証報告の概要、建築技術 2021 年 5 月号、pp.54～58、第②回 SABTEC 指針による柱梁接合部の終局耐力と変形性能の評価、建築技術 2021 年 6 月号、pp.176～180 、第③回 柱梁強度比および強度低下率を踏まえた柱梁接合部の終局耐力と変形性能の評価、建築技術 2021 年 7 月号、pp.52～56.

(7) 耐震壁架構内の付帯柱梁接合部

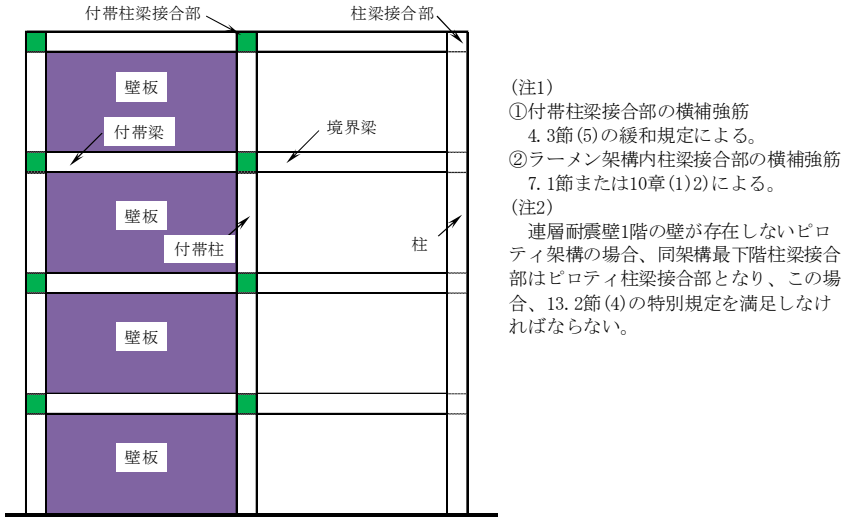
解図 7.8(a)に例示した桁行方向が純ラーメン架構、張間方向が付帯梁なし耐震壁架構内の柱横補強筋の場合、桁行方向の純ラーメン架構内の接合部横補強筋比 p_{jwh} は、直交梁なしとして求めた必要横補強筋比 p_{jwho} 以上とする必要がある。解図 7.8(b)に例示した連層耐震壁架構内の付帯柱梁接合部の場合、4.2 節(5)耐震壁架構内の付帯柱梁接合部の緩和規定より、式(4.1)または式(4.2)の検定を省略し、接合部横補強筋比 p_{jwh} は 0.2%以上とすることができる。

ただし、付帯柱梁接合部内に定着される梁主筋定着部は、8.1 節および 8.3 節の規定を満足する必要がある。一方、解図 7.8(b)中の連層耐震壁架構内の付帯柱梁接合部は、同接合部に定着される主筋が配置された境界梁と上下付帯柱からなるト形接合部とみなし、6 章の式(6.1)でせん断終局耐力を算定することになる。



(伏図)　(軸組図)　(付帯柱横補強筋)

(a) 付帯梁なし耐震壁架構内の付帯柱横補強筋



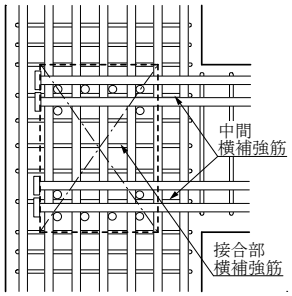
(連層耐震壁)　(ラーメン架構)

(b) 連層耐震壁架構内の付帯柱梁接合部

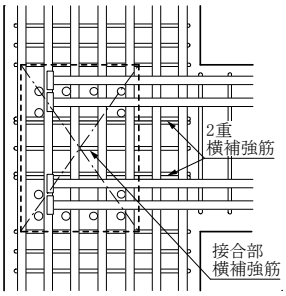
解図 7.8　耐震壁架構内の付帯柱および付帯柱梁接合部の横補強筋

(8) 梁主筋が 2 段筋の場合の接合部横補強筋

7.1 節(2)では、梁主筋の側面剥離定着耐力確保の観点から、梁主筋中心と直近の接合部横補強筋中心との距離を 2db 以下とした。ただし、梁主筋が 2 段筋の場合、1 段筋と 2 段筋の間隔は、接合部横補強筋の配置を考慮して設定する必要がある。やむを得ず、1 段筋と 2 段筋の中間に接合部横補強筋を配置できない場合、解図 7.9(b)に示すように、梁主筋と近接した位置に接合部横補強筋 2 組を配置し、柱梁接合部内に所定組数の横補強筋を配置する。



(a) 1 段筋と 2 段筋の中間に横補強筋を配置した場合



(b) 1 段筋と 2 段筋の中間に横補強筋を配置できない場合

解図 7.9　梁主筋が 2 段筋の場合の接合部横補強筋

(9) 梁曲げ降伏型と柱主筋定着破壊型 T 形接合部の終局耐力と変形性能

梁曲げ降伏型と柱主筋定着破壊型の T 形接合部の終局耐力と変形性能を確認した文献※1 と文献※2 の実験概要を解表 7.4 に示す。文献※1 の実験では、かんざし筋呼び名を変え、かんざし筋比 p_{jwv} を変数とし、p_{jwv}=0.26%の試験体 No.7 の梁曲げ降伏後の変形性能は層間変形角 R≧40×10^{-3}rad.となることを確認している。また、文献※2 の実験では、接合部横補強筋量を変え、接合部横補強筋比 p_{jwh} を変数とし、p_{jwh}=0.25%の試験体 No.13 の柱曲げ降伏後の変形性能は、p_{jwh}=0.48%の試験体 No.11 と同程度となるとしている。

解表 7.4　梁曲げ降伏型と柱主筋定着破壊型 T 形接合部の実験概要※1, ※2

(a) 実験計画

試験体		2017年AIJ大会※1		2018年AIJ大会※2	
		No.6	No.7	No.11	No.13
梁	$B_b \times D_b$ (mm)	350×400		350×400	
	主筋	4-D16(SD345/p_t=0.7%)		4-D16(SD390/p_t=0.7%)	
	あばら筋	4-D6@80(p_w=0.41%)		4-D6@100(p_w=0.36%)	
柱	$B_c \times D_c$ (mm)	500×500		500×500	
	主筋	10-D22(SD490/p_g=1.9%)		10-D16(SD345/p_g=0.8%)	
	帯筋	4-D10@100(p_w=0.57%)		4-D10@100(p_w=0.57%)	
接合部	横補強筋	2-D10-5組 (p_{jwh}=0.48%)		2-D10-5組 (p_{jwh}=0.48%)	2-D6-6組 (p_{jwh}=0.25%)
	かんざし筋	4-D10-5組 (p_{jwv}=0.57%)	4-D6-5組 (p_{jwv}=0.26%)	4-D6-6組 (p_{jwv}=0.3%)	

B_b, D_b：梁幅、梁せい、p_t：梁引張鉄筋比、B_c, D_c：柱幅、柱せい、p_g：柱主筋比
p_w：梁、柱横補強筋比、p_{jwh}：接合部横補強筋比、p_{jwv}：かんざし筋比

(b) 材料試験結果

(鉄筋)

	部位	鋼種	呼び名	σ_y (N/mm^2)
2017年	柱主筋	SD490	D22	521
	梁主筋	SD345	D16	380
	補強筋	SD295A	D10	369
			D6	444
2018年	柱主筋	SD345	D16	379
	梁主筋	SD390	D16	471
	補強筋	SD295A	D10	359
			D6	395

σ_y：降伏点

(コンクリート)

		σ_B (N/mm^2)	E_c (kN/mm^2)
2017年	No.6,7	33.5	32.3
2018年	No.11	31.3	28.6
	No.13	32.5	28.1

σ_B：圧縮強度、E_c：ヤング係数

解表 7.5 に示すように、文献※1 の梁曲げ破壊型の No.6,No.7 の場合、梁曲げ終局時せん断力計算値 Q_{cu} に対する耐力安全率 Q_{max}/Q_{cu}=1.12,1.21 であり、限界層間変形角実験値 R80 は指針式(4.2)による保証限界層間変形角 R80min を上回る。文献※2 の柱主筋定着破壊型の No.11,No.13 の場合、柱曲げ終局時せん断力計算値 Q_{cu} に対する耐力安全率 Q_{max}/Q_{cu} =1.17 であり、R80 は指針式(4.2)による保証限界層間変形角 R80min と同程度となる。

すなわち、7.1 節、7.2 節および 8.2 節の規定を満足する T 形接合部は、4.1 節(2)で許容した梁曲げ降伏型の場合、4.1 節(1)で定義した目標性能②を達成する。

また、文献※1 の梁曲げ破壊型 T 形接合部の場合、梁上端筋に沿って配置されたかんざし筋は、降伏ひずみを超えるひずみを発現し、梁上端筋の付着抵抗に寄与していると考えられる。

解表 7.5　梁曲げ降伏型と柱主筋定着破壊型 T 形接合部の計算結果と実験結果※1, ※2

	試験体	計算結果									実験結果		
		$_gQ_{cu}$ (kN)	$_cQ_{cu}$ (kN)	$_cQ_{cu}/_gQ_{cu}$	Q_{cu} (kN)	Q_{ju} (kN)	Q_{ju}/Q_{cu}	R80a $\times10^{-3}$	α_w	R80min $\times10^{-3}$	破壊形式	Q_{max} (kN)	Q_{max}/Q_{cu}	R80 $\times10^{-3}$
2017年 AIJ大会※1	No.6	197	509	2.58	197	299	1.52	36.4	0.85	30.9	梁曲げ破壊	222	1.12	40.0
	No.7	197	509	2.58	197	299	1.52	36.4	0.85	30.9		239	1.21	40.0
2018年 AIJ大会※2	No.11	245	159	0.65	159	144	0.91	24.0	0.86	20.6	柱主筋定着破壊	186	1.17	20.0
	No.13	245	159	0.65	159	146	0.92	24.0	0.75	17.9		186	1.17	20.0

$_gQ_{cu}$：梁曲げ耐力時柱せん断力、$_cQ_{cu}$：柱曲げ耐力時柱せん断力、$Q_{cu}=\min(_gQ_{cu},{}_cQ_{cu})$
$Q_{ju}=\min(Q_{pu},Q_{au})$：接合部終局耐力、$Q_{pu}$：接合部せん断耐力時柱せん断力、$Q_{au}$：柱主筋定着耐力時柱せん断力
R80a：接合部耐力余裕度 λ_pで決まる限界層間変形角、α_w：接合材部横補強筋による補正係数、$R80_{min}=\alpha_w \cdot R80_a$
Q_{max}：最大耐力(正加力)実験値、R80：最大耐力Q_{max}の80%耐力低下時限界層間変形角実験値

※1 田附遼太、平田延明、入江貴弘：梁曲げ降伏先行で計画された RC 造 T 字形柱梁接合部の構造性能に関する実験的研究(その 1、その 2)、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造Ⅳ、pp.497～500、2017 年 8 月

※2 田附遼太、中岡章郎、入江貴弘、平田延明、太田雄介：梁主筋の機械式継手を内蔵した T 字形柱梁接合部の構造性能(その 1、その 2)、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造Ⅳ、pp.627～631、2018 年 9 月

7.2 T 形、L 形接合部におけるかんざし筋

(1) かんざし筋比

1) T 形、L 形接合部には、目標性能①、②に係わらず、XY 両方向に、図 7.2 に示すように、それぞれ式(7.4)のかんざし筋比 pjwv≧0.25%のかんざし筋を配置する。

同式中のかんざし筋配置断面積(Bce×Dce)は、梁部と梁部以外に分けて算定する。ただし、かんざし筋は、配筋工事の支障にならない配置とし、上部(2 次筋)側の梁上端筋で拘束される範囲では、下部(1 次筋)側の梁上端筋には配置しなくてもよい。

$$pjwv = nv \cdot awv/(Bce \cdot Dce) \qquad (7.4)$$

ここに、Bce, Dce：かんざし筋配置断面幅およびせい(解図 7.12 参照)

nv：かんざし筋の該当組数、awv：かんざし筋 1 組の断面積(足部全本数の断面積)

2) 梁部かんざし筋はU形とし、1 組の足部は 2 本以上で、足部 2 本は直交梁主筋を直接拘束するように配置し、梁部以外かんざし筋はU形またはL形とし、L 形の場合、L 形かんざし筋水平足部を直交梁主筋の下方に配置する。

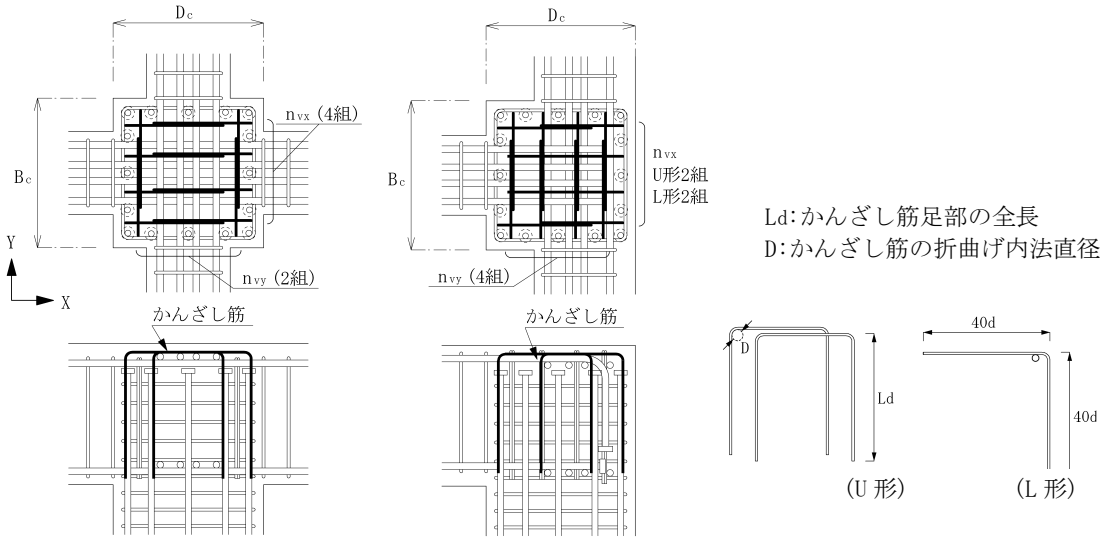
3) かんざし筋の間隔は、梁部、梁部以外ともに、柱梁接合部に接続する梁横補強筋間隔の 1.5 倍以下または 250mm 以下のいずれか小さい方とする。

4) 式(7.4)中の nv は、X 方向に対しては nv=nvx、Y 方向に対しては nv=nvy とする(図 7.2)。

nvx, nvy：X 方向の Bc 区間、Y 方向の Dc 区間に配置するかんざし筋の組数

(2) 構造規定

かんざし筋は、D10 以上かつ SD295, SD345, SD390 のいずれかの異形鉄筋とし、足部の全長 Ld は、梁下端筋の下部までの長さと 40d の小さい方とする。d はかんざし筋呼び名の値とする。



(a) T 形接合部　　(b) L 形接合部　　(c) かんざし筋

図 7.2　かんざし筋の配筋詳細

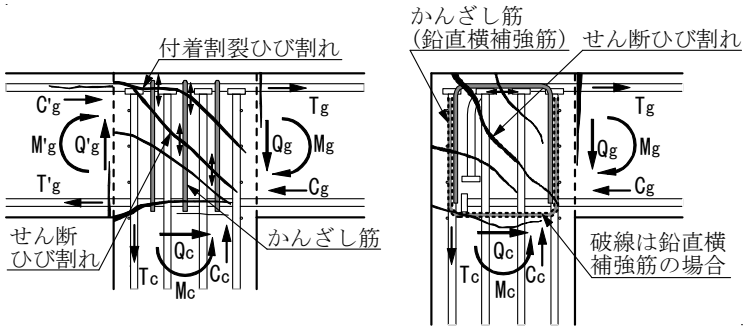
【解説】

(1) かんざし筋の抵抗機構

1) 地震力方向(加力・平行方向)と直交する方向(加力・直交方向)に配置したかんざし筋は、解図 7.10(a)に示すように、T 形、L 形接合部ともに、加力・平行方向の梁上端筋に沿う付着割裂破壊防止に寄与し、かんざし筋の足部は、接合部せん断ひび割れの拡大防止に寄与する。

2) L 形接合部の場合、加力・平行方向に配置したかんざし筋は、解図 7.10(b)に示すように、L 形が閉じる正加力時には、梁上端筋の折曲げ終点からの余長部と柱主筋定着部との重ね継ぎ効果を向上させ、出隅部から入隅部にかけて発生するせん断ひび割れの拡大防止に寄与する。

解図 7.10(a),(b)は、かんざし筋または(4)項で後述の鉛直横補強筋を配置した T 形、L 形接合部の実験結果[2-3),2-4)]を基に描いた模式的なひび割れ発生状況である。



(a) 加力・直交方向 (T 形接合部)　　(b) 加力・平行方向 (L 形接合部)

解図 7.10　かんざし筋(鉛直横補強筋)の抵抗機構

(2) かんざし筋の規定

かんざし筋は、図 7.2 に示すように、直交梁なしの T 形、L 形接合部の実験[2-3),2-4)]を基に、梁部かんざし筋 1 組の足部は 2 本以上とし、足部 2 本は梁主筋を直接拘束するように配置するとした。

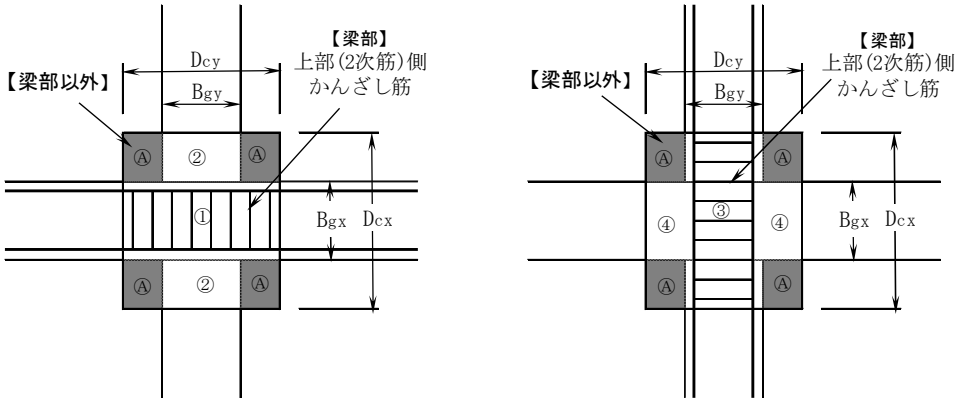
一方、実建物の柱梁接合部では、下部(1 次筋)側の梁上端筋は、上部(2 次筋)側の梁上端筋で拘束されるので、上部(2 次筋)側の梁上端筋で拘束される下部(1 次筋)側の梁上端筋には、かんざし筋を配置しなくてもよいとした。また、梁せいが大きい場合、足部の全長 Ld は、実験結果[2-3),2-4)]および建築基準法施行令第 73 条第 3 項の規定に基づき、梁下端筋の下部までの長さと 40d の小さい方とした。

(3) かんざし筋配置断面

梁部かんざし筋は、解図 7.11 に示すように、梁上端主筋に沿う付着破壊防止に主眼を置き、かんざし筋比 pjwv を式(7.4)で算定するとし、同式中のかんざし筋配置断面幅 Bce とせい Dce を解表 7.6 で定義した。また、梁部、梁部以外ともに、柱頭部ひび割れ防止の観点から、pjwv≧0.25%とし、かんざし筋の間隔は、柱梁接合部に接続する梁横補強筋間隔の 1.5 倍以下または 250mm 以下のいずれか小さい方とした。

解表 7.6 かんざし筋配置断面幅 Bce とせい Dce

		梁部かんざし筋		梁部以外かんざし筋	
		Bce	Dce	Bce	Dce
X 方向	上部(2次筋)側	①B_{gx}	D_{cy}	Ⓐ($D_{cx}-B_{gx}$)	($D_{cy}-B_{gy}$)
	下部(1次筋)側	②B_{gy}	($D_{cx}-B_{gx}$)		
Y 方向	上部(2次筋)側	③B_{gy}	D_{cx}	Ⓐ($D_{cx}-B_{gx}$)	($D_{cy}-B_{gy}$)
	下部(1次筋)側	④B_{gx}	($D_{cy}-B_{gy}$)		

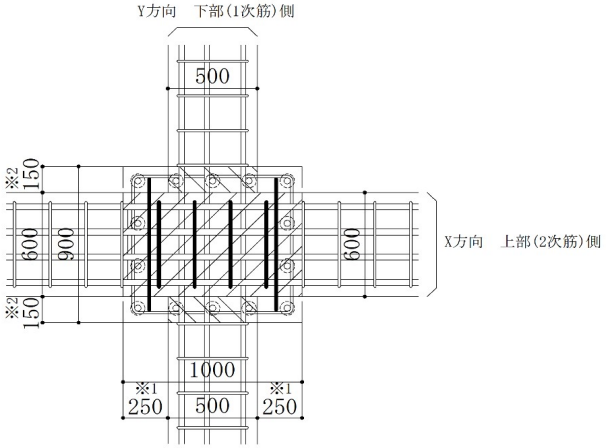


(a)X 方向梁主筋・上部(2 次筋)側　　(b)Y 方向梁主筋・上部(2 次筋)側

解図 7.11　かんざし筋配置断面

解図 7.12 に、幅 500mm と 600mm の梁が接続する 1000mm×900mm の柱断面でのかんざし筋配置例を示す。この場合、※1 付き寸法が 250mm、※2 付き寸法が 150mm、かんざし筋は D16(SD295)としている。梁部と梁部以外のかんざし筋比 pjwv を以下に示す。

(梁部かんざし筋比pjwv)		
X方向：4組	2×199*4/(600×1000)=	0.27%
(梁部以外かんざし筋比pjwv)		
Y方向：2組	1×199/(150×250)=	0.53%

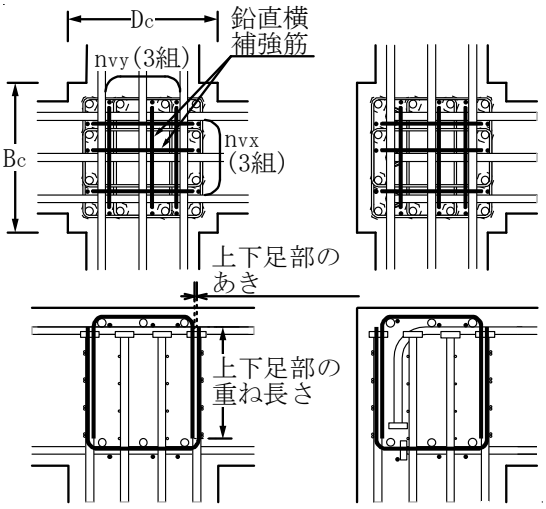


解図 7.12　かんざし筋配置例

(4) 鉛直横補強筋

文献 2-3)では、解図 7.13 の鉛直横補強筋を用いた T 形、L 形接合部の設計条件を検討している。この検討結果によると、T 形、L 形接合部には、目標性能および地震力方向に係わらず、X、Y 両方向に、解図 7.13 に示すように、かんざし筋の代わりに、pjwv≧0.15%の鉛直横補強筋を配置すればよい。

鉛直横補強筋の場合、上下の U 形鉄筋足部の重ね長さは 30d 以上、上下足部のあき寸法は 1d 以下、外幅は接合部横補強筋の内幅程度とし、かんざし筋比 pjwv は、足部の重ね継ぎ部では 2 本の鉄筋であるが、鉛直横補強筋両側の足部各 1 本、計 2 本分の断面積を 1 組の断面積 awv として式(7.4)で算定する。d は鉛直横補強筋呼び名の値を示す。



(T 形接合部)　　(L 形接合部)

解図 7.13　鉛直横補強筋

8章　柱、梁主筋定着部の設計

8.1 ト形、十字形接合部における梁主筋定着部

(1) 梁主筋の定着長さ

1) ト形、十字形接合部における梁主筋定着長さℓ_{ag}は、式(8.1)の必要定着長さℓ_{ao}以上、12db以上かつ(3/4)Dc以上とし、必要定着長さℓ_{ao}の適否判定上限値は25dbとする。

2) 引張柱軸力を受けるト形接合部の場合、梁主筋定着長さℓ_{ag}が柱せいDcの(3/4)倍以上かつ15db以上とする(4.2節(1) 参照)。db：梁主筋呼び名の値

3) 耐震壁のト形、十字形付帯柱梁接合部内の梁主筋必要定着長さℓ_{ao}は、付帯柱の軸力の大きさに係わらず、梁主筋の上限強度算定用材料強度σ_{sy}を、SD390以下の場合1.1×σ_{yo}、SD490の場合1.0×σ_{yo}とし、式(8.1)で算定してもよい。

$$\ell_{ao}/db = \sqrt{D_{jg}^2 - 2(j_{tg}/db)\cdot S_a} - D_{jg} \qquad (8.1)$$

$$S_a = 56 - 19\sigma_{sy}/(k_5\cdot k_6\cdot \sigma_{auo}) \qquad (8.2)$$

$$D_{jg} = 1.17(j_{tg}/db) + 24 \qquad (8.3)$$

ここに、ℓ_{ao}/db：必要定着長さ比

σ_{sy}：主筋の上限強度算定用材料強度

$$\sigma_{auo} = \beta_{ao}\cdot(31.2F_c^{-0.5} - 1.26)\cdot F_c \qquad (8.4)$$

：基本支圧強度(N/mm²)

β_{ao}：定着耐力の低減係数

接合部被覆率が50%以上の両側直交梁付きの場合：β_{ao}=1.0

それ以外の場合：β_{ao}=0.8、　接合部被覆率は式(解7.1)による。

Fc：コンクリートの設計基準強度 (N/mm²)

$$k_5 = 0.9 + 12.5p_{jwh} \leqq 1.0 \qquad (8.5)$$

： 接合部横補強筋比(p_{jwh})による補正係数で、p_{jwh}は式(7.1)による。

$$k_6 = k_{6d}\cdot k_{6f} \leqq 1.0 \qquad (8.6)$$

： 定着筋直径(db)による補正係数 (db：mm)

$$\left.\begin{aligned} k_{6d} &= 1.31 - 0.0125db \leqq 1.0 \\ k_{6f} &= 0.49 + 0.017F_c \geqq 1.0 \end{aligned}\right\} \qquad (8.7)$$

j_{tg}：梁上下主筋の重心間距離

(2) 梁主筋定着部の構造規定

1) 梁主筋中心からの側面かぶり厚さCsは、3db以上とする。

2) 定着板内面からの背面かぶり厚さCbは、4db以上とする。ただし、ℓ_{ag}≧15dbの場合、Cbは、3db以上としてもよい。

(注) dbは梁主筋呼び名の値、Dcは柱せい、σ_{yo}は規格降伏点を示す。

【解説】

(1) 梁主筋必要定着長さに基づく定着設計

梁主筋必要定着長さの算定式(8.1)は、梁主筋定着破壊防止のために、益尾・窪田式[2-1)]より導出され、文献 2-2)の実験より、ℓ_{ag}=(2/3)Dc としたト形接合部の構造性能が確認されている。

4.2 節の解説(1)で前述のように、梁主筋定着長さℓ_{ag}が(2/3)Dc 未満の場合、掻き出し定着破壊を起こす恐れがあるので、式(解 4.1)では、接合部せん断終局耐力 Vpuh と梁主筋掻き出し定着耐力時接合部せん断力 Vcu の小さい方としている。

一方、2022 年版では、安全側の措置として、10 章(2)構造規定(a)1)の規定と同様、梁主筋定着長さℓ_{ag}は、必要定着長さℓ_{ao}以上、12db 以上かつ(3/4)Dc 以上とした。また、十字形接合部内の梁主筋定着部は、ト形接合部内の梁主筋定着部に準じて規定した。

(2) 両側直交梁付きト形接合部に定着される梁主筋の定着耐力の増大効果

文献 2-2)の実験によると、接合部被覆率[1-2)]が 50%以上の両側直交梁付きト形接合部は、直交梁なしに対する接合部せん断終局耐力の増大効果のほかに、梁主筋定着耐力の増大効果を有する(4.2 節、7.1 節 参照)。これらより、両側直交梁付き接合部内の梁主筋定着部の場合、式(8.4)中の定着耐力の低減係数β_{ao}を 1.0 とした。

(3) 必要定着長さ比の算定式の導出

式(8.1)は、骨組がメカニズム時に達するまで、梁主筋の側面剥離定着破壊防止のための必要定着長さℓ_{ao}の算定式である。すなわち、同式は、梁主筋中心からの側面かぶり厚さ Cs を 3db とし、益尾・窪田式で求めた梁主筋側面剥離定着耐力(Tau)時の鉄筋の引張応力σ_{sau}と上限強度算定用材料強度σ_{sy}を等値して求めた(ℓ_{ao}/db)に関する 2 次式の解として導出される。

本設計指針では、計算の簡略化のために、必要定着長さ比ℓ_{ao}/db の適否判定上限値は、JASS 5 による柱内折曲げ定着の投影定着長さ La の最大値と同様に 25 とした。

$$Tau \geqq Tsy \qquad (解\ 8.1)$$

$$Tau = k1\cdot k2\cdot k3\cdot k4\cdot k5\cdot k6\cdot \sigma_{auo}\cdot \Sigma Ap \qquad (解\ 8.2)$$

$$Tsy = \sigma_{sy}\cdot \Sigma at \qquad (解\ 8.3)$$

ここに、Tau：益尾・窪田式による側面剥離定着耐力

Tsy：梁主筋の引張降伏耐力

σ_{auo}：基本支圧強度(式(8.4))

k1=5.5/α_p：支圧面積比(α_p)による補正係数

k2=0.8+0.0167(ℓ_{ag}/db)≦1.1：定着長さ比(ℓ_{ag}/db)による補正係数

k3=0.7+0.3(ℓ_{ag}/jtg) ≦1.05：ストラット勾配(ℓ_{ag}/jtg)による補正係数

k4=0.92+0.02(Cs/db)≦1.05：側面かぶり厚さ比(Cs/db)による補正係数

k5=0.9+12.5 pjwh≦1.0：接合部横補強筋比(pjwh)による補正係数

k6= k6d･k6f≦1.0：定着筋直径(db)による補正係数

k6d=1.31-0.0125db≦1.0、k6f=0.492+0.0169Fc≧1.0

ΣAp：定着金物の支圧面積の総和、 α_p=Ap/at：支圧面積比

at：引張側梁主筋 1 本当たりの断面積、Σat：引張側梁主筋の全断面積

その他の記号は、8.1 節の本文中の記号と同じ。

式(8.2)中の主筋の上限強度算定用材料強度 σ_{sy} は、解表 5.1 によることを基本とする。

(4) 必要定着長さ比の算定結果

式(8.1)によると、他の要因が同じ場合、j_{tg}/d_b が大きいほど、必要定着長さ比 ℓ_{ao}/d_b は増加し、j_{tg}=600mm、梁主筋が D32 の場合、j_{tg}/d_b=18.8 となる。これらより、j_{tg}/d_b=20、p_{jwh}=0.2%とし、解表 5.1 の上限強度算定用材料強度 σ_{sy} を用いて求めた梁主筋の必要定着長さ比 ℓ_{ao}/d_b を解表 8.1 に示す。

解表 8.1 は、j_{tg}/d_b=20 を仮定しているので、j_{tg}/d_b＞20 の場合には適用できない。そのような場合、解表 8.1 によらず、設計の j_{tg}/d_b の値を用い、式(8.1)で求めた値とするか、材端部で曲げ降伏しない基礎梁であれば、14.2 節の解表 14.1 の値によることができる。

解表 8.1　梁主筋の必要定着長さ比 ℓ_{ao}/d_b(p_{jwh}=0.2%)

(a) 両側直交梁付き以外の場合

鋼種	呼び名	Fc (N/mm²)													
		21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
SD295	D25以下	12													
	D29	13	12												
	D32	14	13	12											
	D35	15	14	13	12										
	D38	17	15	14	13	12									
	D41	18	17	15	14	12									
SD345	D25以下	15	13	12											
	D29	16	15	14	12										
	D32	18	16	15	14	12									
	D35	19	17	16	15	12									
	D38	21	19	18	16	14	12								
	D41	22	20	19	18	15	13	12							
SD390	D25以下	19	17	16	15	13	12								
	D29	20	19	17	16	14	13	12							
	D32	22	20	19	17	15	13	12							
	D35	23	22	20	19	16	14	12							
	D38	25	23	22	20	18	15	13	12						
	D41	－	25	23	22	19	17	14	12						
SD490	D25以下	24	22	20	19	18	17	16	15	14	13	12			
	D29	－	24	22	21	18	17	16	15	14	13	12			
	D32	－	25	24	22	19	17	16	15	14	13	12			
	D35	－	－	25	24	21	18	16	15	14	13	12			
	D38	－	－	－	25	22	20	17	15	14	13	12			
	D41	－	－	－	－	24	21	19	17	15	14	13	12		

″－″を付した場合は、ℓ_{ao}/d_b＞25に該当する。

(b) 両側直交梁付きの場合

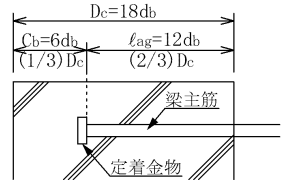
鋼種	呼び名	Fc (N/mm²)													
		21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
SD295	D41以下	12													
SD345	D35以下	12													
	D38	14	12												
	D41	15	13	12											
SD390	D25以下	12													
	D29	13	12												
	D32	15	13	12											
	D35	16	14	13	12										
	D38	17	16	14	13	12									
	D41	19	17	16	15	12									
SD490	D25以下	16	15	13	12										
	D29	18	16	15	14	12									
	D32	19	18	16	15	12									
	D35	21	19	18	16	14	12								
	D38	22	20	19	18	15	13	12							
	D41	24	22	20	19	17	14	12							

(5) 背面かぶり厚さの規定

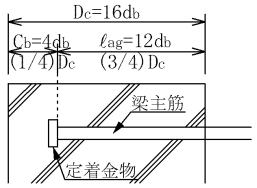
機械式定着による⊦形接合部の標準的な実験[2-2)]は、解図 8.1(a)に示すように、梁主筋定着長さℓag を 12db かつ(2/3)Dc として行われている。ℓag=12db=(2/3)Dc の場合、背面かぶり厚さ Cb は 6db となる。同図(b)では、ℓag=12db かつ Cb=4db の場合、ℓag=(3/4)Dc となり、この場合にも、式(4.4)の設計条件を満足すれば、4.1 節(1)に示した目標性能②の達成が実験で確認されている。

同図(c)では、ℓag=15db かつ Cb=3db となり、この場合、梁曲げ降伏後の変形性能は、ℓag が 12db かつ(2/3)Dc の場合よりも改善されることが実験で確認されている。すなわち、定着長さを長くすると、背面かぶり厚さが小さくしても、接合部ストラットの有効範囲が拡大するので、梁曲げ降伏後の変形性能は低下しない。

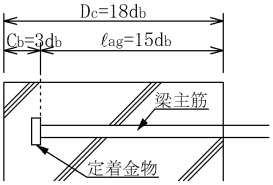
背面かぶり厚さ Cb の規定は、正負繰り返し加力による定着金物背面側への押し抜き破壊防止の観点から定められている。一方、解図 8.1 に示すように、柱せい Dc は、梁主筋定着長さℓag と背面かぶり厚さ Cb の和であり、ℓag と Cb の両方を規定すると、梁主筋呼び名の値に対する柱せいの比(Dc/db)が規定されることになる。



(a) ℓag=(2/3)Dc の場合



(b) Cb=4db の場合



(c) Cb=3db の場合

解図 8.1 定着長さℓag と背面かぶり厚さ Cb の関係

(6) 背面かぶり厚さの施工検査の省略

解図 8.1(c)の実験によると、梁主筋定着耐力の確保の点では、背面かぶり厚さ Cb の確保よりも、梁主筋定着長さℓag の確保が優先される。

RC 計算規準[1-1)]では、梁主筋折曲げ定着の場合、柱せいから梁主筋の投影定着長さを差し引いた梁主筋の背面かぶり厚さは、特に規定されていない。また、実建物の柱梁接合部では、柱、梁主筋と横補強筋が輻輳する一方で、現場施工時の梁主筋定着長さℓag と背面かぶり厚さ Cb の寸法は、柱躯体の型枠寸法にも依存するので、両寸法の検査基準は定められていない。

RC 配筋指針「8.2 配筋検査」によると、梁主筋定着長さℓag の加工寸法は、同指針「4.2 鉄筋の加工」で定める許容差以内とし、配筋検査では、梁主筋定着長さℓag が規定値(設計値)を満足することを確認することにしている。

これらによると、鉄筋寸法の施工検査では、梁主筋定着長さℓag が規定値(設計値)を満足することが確認できれば、背面かぶり厚さの施工検査を省略してもよく、8.3 節の L 形接合部での梁上端筋の投影定着長さℓdh および下端筋の定着長さℓag についても、同様に対処することができる。

(7) 耐震壁架構における付帯梁主筋の定着長さ

耐震壁架構の場合、4.2 節の解説(6)で前述の理由と同様、付帯柱、梁主筋定着部の応力状態は、通常、純ラーメン架構における柱梁接合部内の柱、梁主筋定着部よりも緩和される。これらより、耐震壁架構におけるト形、十字形付帯柱梁接合部内の付帯梁主筋の必要定着長さℓ_{ao}は、主筋の上限強度算定用材料強度σ_{sy}を、SD390 以下の場合 1.1×σ_{yo}、SD490 の場合 1.0×σ_{yo}として算定してもよいとした。

付帯梁主筋の必要定着長さ比ℓ_{ao}/dbを解表 8.2 に示す。同表の計算では、両側直交梁付き以外および両側直交梁付きともに、j_{tg}/db=20、p_{jwh}=0.2%とした。

解表 8.2　耐震壁架構における付帯梁主筋の必要定着長さ比ℓ_{ao}/db（p_{jwh}=0.2%）

(a) 両側直交梁付き以外の場合

鋼種	呼び名	Fc (N/mm^2)													
		21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
SD295	D38以下	12													
	D41	13	12												
SD345	D25以下	12													
	D29	13	12												
	D32	14	12												
	D35	15	14	12											
	D38	16	15	14	12										
	D41	18	16	15	14	12									
SD390	D25以下	15	13	12											
	D29	16	15	13	12										
	D32	18	16	15	13	12									
	D35	19	17	16	15	12									
	D38	20	19	17	16	14	12								
	D41	22	20	19	18	15	13	12							
SD490	D25以下	19	17	16	15	14	13	12							
	D29	21	19	18	16	14	13	12							
	D32	22	20	19	18	15	13	12							
	D35	24	22	20	19	16	14	12							
	D38	25	23	22	20	18	15	13	12						
	D41	－	25	23	22	19	17	14	12						

″－″を付した場合は、ℓ_{ao}/db＞25に該当する。

(b) 両側直交梁付きの場合

鋼種	呼び名	Fc (N/mm^2)													
		21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
SD295 SD345	D41以下	12													
SD390	D35以下	12													
	D38	13	12												
	D41	15	13	12											
SD490	D25以下	12													
	D29	14	12												
	D32	15	13	12											
	D35	16	15	13	12										
	D38	17	16	15	13	12									
	D41	19	17	16	15	12									

8.2 ト形、T 形、L 形、十字形接合部における柱主筋定着部

1) ト形、T 形、L 形、十字形接合部における柱主筋定着長さℓ_{ac}は、式(8.1)の必要定着長さℓ_{ao}以上、16db 以上かつ(3/4)Dg 以上とする。ただし、特別に検討した接合部配筋詳細の場合、$\ell_{ac} \geqq 12db$としてもよい。

2) 耐震壁架構におけるト形、T 形、L 形、十字形付帯柱梁接合部内の柱主筋定着長さℓ_{ac}は、式(8.1)の必要定着長さℓ_{ao}以上、12db 以上かつ(3/4)Dg 以上としてもよい。

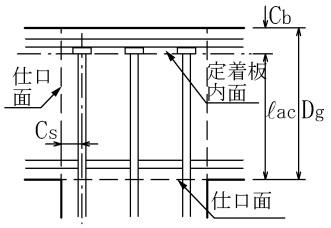


図 8.1 柱主筋の定着長さ

3) 1)項と 2)項の必要定着長さℓ_{ao}は、柱軸力に係わらず、柱主筋の上限強度算定用材料強度σ_{sy}を、SD390 以下の場合 1.1×σ_{syo}、SD490 の場合 1.0×σ_{syo}とし、式(8.1)で算定してもよい。

4) 柱主筋定着部の場合、式(8.1)中の梁上下主筋の重心間距離 jtg は、柱両側最外縁主筋の中心間距離 jtco に読み替え、式(8.1)中の係数 Sa は、k_5=0.9 とし、式(8.2)で算定する。

【柱主筋定着部の構造規定】

1) 柱主筋中心からの側面かぶり厚さ Cs は、2db 以上とする。

2) 定着板内面からの背面かぶり厚さ Cb は、3db 以上とする。

ただし、耐震壁架構におけるト形、T 形、L 形、十字形付帯柱梁接合部内の柱主筋定着部では、定着金物のかぶり厚さが JASS 5 の設計かぶり厚さを満足すればよい。

(注) db：柱主筋呼び名の値、Dg：梁せい

【解説】

(1) 柱主筋定着耐力の算定式

柱主筋定着耐力の算定式は、機械式定着による T 形接合部の実験[2-3),2-4)]を基に、梁主筋側面剥離定着耐力の益尾・窪田式[2-1)]に対し、接合部横補強筋比(p_{jwh})による補正係数 k_5 を 0.9 として求めた。すなわち、柱主筋定着耐力に及ぼす接合部横補強筋の効果は、実験データが少ないので、式(解 8.2)中の補正係数 k_5 の算定式($k_5=0.9+12.5p_{jwh} \leqq 1.0$)に対して、$p_{jwh}=0$ とし、k_5=0.9 を仮定した。この修正によっても定着耐力の低減係数β_{ao}を 0.8 とすれば、T 形接合部内の柱主筋定着耐力は、実験値に対して妥当に評価される[2-5)]。

T 形接合部実験[2-3)]では、接合部耐力余裕度 Qju/Qcu が 1.2 程度で、柱主筋定着長さℓ_{ac}が 23.1db の場合、柱曲げ降伏後の限界層間変形角実験値 R80 が 1/10 程度の変形性能が確保される。Qju は接合部終局耐力時、Qcu は柱曲げ終局耐力時の柱せん断力であり、R80 は耐力が最大耐力の 80%低下時の層間変形角実験値である。また、RC 配筋指針[1-5)]では、SD490 のフック付き梁主筋の定着長さ La の上限を 25db としている。

これらより、柱主筋定着長さの場合も、必要定着長さ比ℓ_{ao}/db の上限を 25 とし、計算の簡略化のために、ストラット勾配による補正係数 k_3 に対するℓ_{ao}/jtg の上限を削除した(8.1 節の解説(3)参照)。

(2) 柱主筋定着耐力に及ぼす直交梁の影響

T形、L形接合部の実験[2-4)]では、ト形接合部[2-2)]と同様、両側直交梁付きは、直交梁なしおよび片側直交梁付きよりも、接合部せん断耐力の増大効果ほかに、定着耐力の増大効果を有する。

これらより、ト形、T形、L形、十字形接合部における柱主筋定着耐力の低減係数β_{ao}は、接合部被覆率が50%以上の両側直交梁付きでは1.0、それ以外では0.8とした(8.1節(1) 参照)。

(3) 柱主筋の必要定着長さ

文献 2-5)では、$Q_{cu}=2\sigma_{cy}\cdot a_{te}\cdot j_{tco}/h_o$ として求めた柱曲げ終局耐力時せん断力を用いると、梁主筋と同様、柱主筋の必要定着長さℓ_{ao} は、$\sigma_{au}\cdot\alpha_p > \sigma_{cy}$ の条件より、式(8.1)で求められることが示されている。σ_{au} は柱主筋の定着耐力時支圧強度、α_p は支圧面積比、σ_{cy} は柱主筋の上限強度算定用材料強度である。

解表 5.1 の上限強度算定用材料強度σ_{sy} を用い、$j_{tco}/d_b=20$ として式(8.1)で求めた柱主筋の必要定着長さ比ℓ_{ao}/d_b を解表 8.3 に示す。この場合、式(8.1)中の係数 Sa は、かぶり厚さ比 $C_s/d_b=2$ ($k_4=0.96$)とし、式(8.2)で求めた。

解表 8.3　柱主筋の必要定着長さ比ℓ_{ao}/d_b

(a) 両側直交梁付き以外の場合

鋼種	呼び名	Fc (N/mm²)													
		21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
SD295	D35以下	16													
	D38	18	16												
	D41	19	17	16											
SD345	D25以下	16													
	D29	17	16												
	D32	19	17	16											
	D35	20	18	17	16										
	D38	22	20	18	17	16									
	D41	23	21	20	19	16									
SD390	D25以下	20	18	17	16										
	D29	21	20	18	17	16									
	D32	23	21	20	18	16									
	D35	24	23	21	20	17	16								
	D38	−	24	23	21	18	16								
	D41	−	−	24	23	20	17	16							
SD490	D25以下	25	23	21	20	19	18	17	16						
	D29	−	25	23	22	19	18	17	16						
	D32	−	−	25	23	20	18	17	16						
	D35	−	−	−	25	22	19	17	16						
	D38	−	−	−	−	23	21	18	16						
	D41	−	−	−	−	25	22	20	18	16					

″−″を付した場合は、$\ell_{ao}/d_b>25$に該当する。

(b) 両側直交梁付きの場合

鋼種	呼び名	Fc (N/mm²)													
		21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
SD295 SD345	D41以下	16													
SD390	D32以下	16													
	D35	17	16												
	D38	18	17	16											
	D41	20	18	17	16										
SD490	D25以下	17	16												
	D29	19	17	16											
	D32	20	18	17	16										
	D35	22	20	18	17	16									
	D38	23	21	20	19	16									
	D41	25	23	21	20	17	16								

(4) 柱主筋中心からの側面かぶり厚さ

本設計指針では、柱主筋定着耐力算定式の導入に際し、柱主筋中心からの側面かぶり厚さ C_s を 2db 以上とした。側面かぶり厚さ C_s は、上記の規定のほか、4.3 節の解説(1)で前述のように、建物外周等では、帯筋表面からのかぶり厚さ C_{ow} または定着板外面からのかぶり厚さ C_{oa} のいずれか小さい方の値が JASS 5 の設計かぶり厚さ以上となるように定める必要がある。

(5) 背面かぶり厚さ

柱降伏型 T 形部分架構の場合、柱主筋の背面側への押し抜き破壊[2-3)]が発生する恐れがあるが、押し抜き破壊は、背面かぶり厚さだけでなく、柱主筋定着長さや接合部横補強筋量とも関係する。接合部横補強筋量を増やすと、柱端梁下面での柱主筋の引張降伏以降、接合部内への塑性域の進入が遅延し、定着金物直下のコンクリートの支圧破壊が抑制されるとともに、柱主筋の背面側への押し抜き変形が抑制されることを考慮し、背面かぶり厚さの最小値を定めた。

また、耐震壁架構におけるト形、T 形、L 形、十字形付帯柱梁接合部内の柱主筋定着部では、定着金物のかぶり厚さが JASS 5 の設計かぶり厚さを満足すればよいとした。

(6) 耐震壁架構における付帯柱主筋の定着長さ

耐震壁架構の場合、8.1 節の解説(7)の理由と同様、ト形、T 形、L 形、十字形付帯柱梁接合部内の柱主筋定着長さℓ_{ac}は、式(8.1)の必要定着長さℓ_{ao}以上、12db 以上かつ(3/4)Dg 以上とし、必要定着長さℓ_{ao}は、主筋の上限強度算定用材料強度σ_{sy}を、SD390 以下の場合 1.1×σ_{yo}、SD490 の場合 1.0×σ_{yo}として算定してもよいとした。付帯柱主筋の必要定着長さ比ℓ_{ao}/db を解表 8.4 に示す。同表の計算では、解表 8.3 と同様、jtco/db=20 とした。

解表 8.4　耐震壁架構における付帯柱主筋の必要定着長さ比ℓ_{ao}/db

(a) 両側直交梁付き以外の場合

鋼種	呼び名	Fc (N/mm²)													
		21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
SD295	D38以下	12													
	D41	14	12												
SD345	D25以下	12													
	D29	13	12												
	D32	15	13	12											
	D35	16	14	13	12										
	D38	17	16	14	13	12									
	D41	19	17	16	15	12									
SD390	D25以下	16	14	13	12										
	D29	17	16	14	13	12									
	D32	19	17	15	14	12									
	D35	20	18	17	16	13	12								
	D38	21	20	18	17	14	12								
	D41	23	21	20	18	16	13	12							
SD490	D25以下	20	18	17	16	14	14	13	12						
	D29	22	20	18	17	15	14	13	12						
	D32	23	21	20	19	16	14	13	12						
	D35	24	23	21	20	17	15	13	12						
	D38	－	24	23	21	19	16	14	12						
	D41	－	－	24	23	20	18	15	13	12					

″－″を付した場合は、ℓ_{ao}/db＞25に該当する。

(b) 両側直交梁付きの場合

鋼種	呼び名	Fc (N/mm²)													
		21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
SD295 SD345	D41以下	12													
SD390	D32以下	12													
	D35	13	12												
	D38	14	13	12											
	D41	16	14	13	12										
SD490	D25以下	13	12												
	D29	14	13	12											
	D32	16	14	13	12										
	D35	17	15	14	13	12									
	D38	18	17	15	14	12									
	D41	20	18	17	16	13	12								

(7) 柱主筋定着長さℓ_{ac}を 12db 以上としてもよい接合部配筋詳細

フラットプレート構造や扁平断面梁などが接続する柱梁接合部の場合、柱主筋定着長さℓ_{ac} を 16db よりも短くする必要がある。そのような場合を想定した柱主筋外定着方式による最上階 L 形接合部の実験結果[2-10)]によると、ℓ_{ac}=12db でも、柱主筋は定着破壊を起こさず、靭性に富む梁端曲げ破壊型となり、設計で保証すべき変形性能が確保される。

以上より、8.2 節 1)では、特別に検討した接合部配筋詳細の場合には、ℓ_{ac}≧12db としてもよいとした(【柱主筋外定着方式編】参照)。

8.3 L 形接合部における梁主筋定着部

(1) 梁上端筋

1) 投影定着長さℓ_{dh}は、ℓ_{ao}以上、16db 以上かつ(3/4)Dc 以上とする。

2) 梁上端筋の折曲げ内法直径 D は、JASS 5 による。

(余長部タイプ A)

余長部折曲げ終点からの定着長さℓ_{av}は、JASS 5 の直線定着長さ L2 以上とする(図 8.2(a))。

(余長部タイプ B)

余長部折曲げ終点からの定着長さℓ_{av}は 10db 以上、梁上端筋余長部と柱主筋との重ね長さℓ_{pv}は 12db 以上とする(図 8.2(b))。

(2) 梁下端筋

1) 定着長さℓ_{ag}は、ℓ_{ao}以上、14db 以上かつ(3/4)Dc 以上とする。

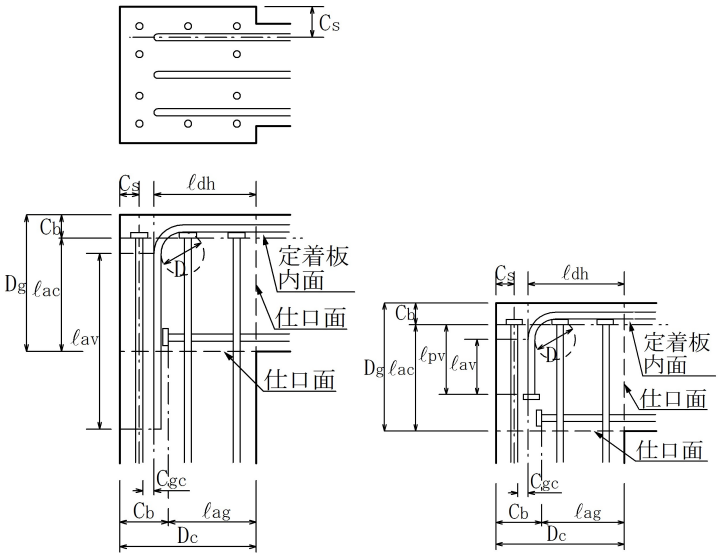
2) 定着板内面からの背面かぶり厚さ Cb は、4db 以上とする。ただし、ℓ_{ag}≧15db の場合、Cb は、3db 以上としてもよい。

(3) 梁上端筋と下端筋の構造規定

梁主筋中心からの側面かぶり厚さ Cs は、上端筋、下端筋ともに、3db 以上とする。

(注) ℓ_{ao}：式(8.1)による梁主筋の必要定着長さ

db：梁主筋呼び名の値、Dc：柱せい



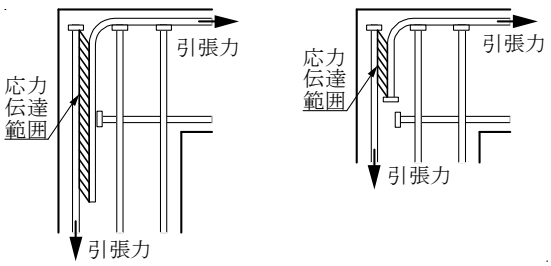
(a) 余長部タイプ A　　(b) 余長部タイプ B

図 8.2　L 形接合部における梁主筋定着

【解説】

(1) 梁上端筋定着部

定着スタブなし L 形接合部内の梁上端筋定着部では、ト形接合部内の梁主筋と違い、仕口面から折曲げ起点の間で付着力が早期に喪失し、折曲げ終点からの余長部の抜け出し抵抗力で定着耐力が確保される。また、梁上端筋余長部の抜け出し抵抗力は、解図 8.2 に示すように、出隅(引張)側の柱主筋定着部との重ね継ぎ効果によって、出隅(引張)側柱主筋に伝達される。



(a) 余長部タイプ A　(b) 余長部タイプ B

解図 8.2 L 形接合部・梁上端筋の抵抗機構

本節では、梁上端筋の抵抗機構を踏まえ、余長部タイプ A と余長部タイプ B の梁上端筋定着部を規定している。

余長部タイプ A は、折曲げ定着と同様に規定され、文献 2-6)の実験によると、折曲げ終点からの定着長さを式(解 8.4)の定着長さとすることで、梁曲げ降伏後の定着耐力が確保される。

$$\ell_{avo} = \sigma_{yo} \cdot d_b / (4f_a) \qquad \text{(解 8.4)}$$

σ_{yo}：梁上端筋の規格降伏点、f_a：鉄筋のコンクリートに対する短期許容付着応力度

f_a は、解表 8.5 によるその他の鉄筋の値とする。一方、JASS 5 では、L 形接合部内の梁上端筋定着部では、折曲げ終点からの直線定着長さ L_2 を確保することにしている。L_2 は式(解 8.4)の定着長さ ℓ_{avo} と同程度の値となることより、本設計指針では、余長部折曲げ終点からの定着長さ ℓ_{av} は、JASS 5 の直線定着長さ L_2 以上とした。

解表 8.5　鉄筋のコンクリートに対する許容付着応力度 [1-1)]

鉄筋種別	長期		短期
	$F_c \leqq 22.5$の場合	$F_c > 22.5$の場合	
梁の上端筋	$F_c/15$	$0.9+F_c/37.5$	長期に対する 1.5倍
その他の鉄筋	$F_c/10$	$1.35+F_c/25$	

（注）F_c：コンクリートの設計基準強度

余長部タイプ B の場合、折曲げ終点からの定着長さ ℓ_{av} および梁上端筋余長部と柱主筋との重ね長さ ℓ_{pv} を規定している。この規定と 8.2 節の柱主筋定着長さ ℓ_{ac} の規定を満足すれば、梁上端筋は梁端仕口面で降伏強度以上の定着耐力を有することが実験 [2-3)] で確認されている。

文献 2-4)の実験を基に、梁上端筋の折曲げ余長部と柱主筋との側面投影あき $C_{gc} \leqq 0.2\ell_{av}$ に係わらず、梁上端筋の投影定着長さ ℓ_{dh} が(3/4)Dc 以上に規定されているので、本設計指針では、簡略化を意図し、C_{gc} を規定していない。ただし、柱せい Dc が 1000mm を超える場合など、RC 配筋指針 [1-5)] のあき重ね継手の規定と同様、C_{gc} が 150mm を超えないように、梁上端筋の投影定着長さ ℓ_{dh} をできるだけ大きくする必要がある。

JASS 5 によると、梁上端筋の折曲げ内法直径 D は、D19 以上の場合、SD295 と SD345 では 4db 以上、SD390 では 5db 以上(D41 以下)であり、SD490 では 5db 以上(D25 以下)および 6db 以上(D41 以下)としている。これらによると、同一梁断面に呼び名の異なる主筋が混在する場合、梁上端筋定着部の納まりに注意する必要がある。db は梁主筋直径を示す。

(2) 梁下端筋定着部

本設計指針では、当初、文献 2-4)などの実験結果を踏まえ、梁下端筋定着長さ ℓ_{ag} は、式(8.1)による必要定着長さ ℓ_{ao} 以上、14db 以上かつ(2/3)Dc 以上としたが、2022 年版では、安全側の措置として、必要定着長さ ℓ_{ao} 以上、14db 以上かつ(3/4)Dc 以上とした。

一方、梁下端筋の定着金物内面からの背面かぶり厚さは、8.1 節の ト形接合部内の梁主筋定着と同様に規定し、梁主筋中心からの側面かぶり厚さは、上端筋、下端筋ともに、柱主筋の場合よりも 1db 大きい 3db 以上とした。さらに、L 形接合部の場合、靭性保証型指針 [1-2)] と同様、6 章の接合部せん断終局耐力の算定に用いる接合部有効せい Djh は、$D_{jh}=\ell_{dh}$ としてもよいとした。また、梁上端筋の投影定着長さ ℓ_{dh} が下端筋の定着長さ ℓ_{ag} よりも極端に短いと、負加力時の限界層間変形角が正加力時よりも小さくなる恐れがあるので、ℓ_{dh} と ℓ_{ag} は同程度とする。

(3) L 形接合部内の梁 2 段目上端筋定着長さ

RC 配筋指針[1-5]では、L 形接合部内の梁上端筋が 2 段筋の場合、折曲げ起点までの水平投影定着長さを大梁主筋の柱内折曲げ定着の投影定着長さ La 以上とすることで、2 段目主筋を一般階梁主筋と同じ 90° フック定着とすることを許容している。また、RC 計算規準 17 条の計算例 1 でも、最上階外柱への梁上端筋定着部の場合、2 段目主筋の折曲げ後の余長は 8db 以上(標準フック)としてよいとしている。db は梁主筋呼び名の値を示す。

これらの点を勘案し、折曲げ定着と機械式定着との比較実験[2-2]を踏まえ、L 形接合部では、8.3 節(1)と同様、$\ell ag \geqq \ell ao$、$\ell ag \geqq 16db$ かつ $\ell ag \geqq (3/4)Dc$ の場合、本設計指針では、2 段目上端筋を機械式直線定着としてもよいとした。ただし、この点は、実験検証が十分でないので、L 形接合部内の梁上端筋を 2 段筋とする場合、梁上端筋の引張鉄筋比 pt を小さくするなど、慎重に設計する必要がある。また、既往の実験結果を踏まえると、L 形接合部内の梁上端筋の引張鉄筋比 pt は 1.5%程度以下とすることが望ましく、梁上端筋の pt が 1.5%を超える場合、7.1 節の式(解 7.2)の接合部必要横補強筋比 pjwho 以上の接合部横補強筋を配置する必要がある。

(4) T 形接合部内の梁主筋定着部

最上階 T 形接合部内の梁主筋定着部は、8.3 節による L 形接合部内の梁主筋定着部の規定に準じて設計すればよい(11 章 参照)。

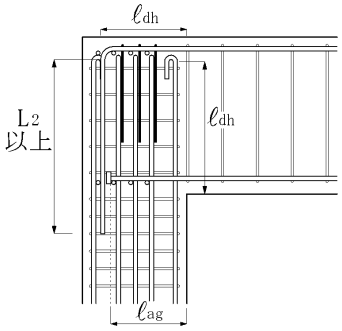
(5) L 形接合部内の柱主筋フック定着

RC 配筋指針[1-5]によると、L 形接合部では、柱、梁主筋フック定着の場合、特に D29 を超える太径主筋を用いると、納まりに注意が必要であり、柱、梁主筋が D25 以下でも、出隅部の柱主筋定着を 180° フック定着とし、梁上端筋を 90° フック折曲げ定着とした場合、梁下端筋を RC 計算規準[1-2]で推奨する 90° フック付き曲上げ定着にすると、柱梁接合部内の配筋の納まりが悪くなる。

一方、RC 計算規準 17 条「定着」では、信頼できる定着具を用いれば、梁下端筋を機械式定着とすることを許容している。

これらより、解図 8.3 に示すように、梁下端筋定着部を 8.3 節の規定を満足する機械式直線定着とすることで、柱梁接合部配筋の納まりが改善される。解図 8.3 では、梁上端筋の投影定着長さ ℓdh は、8.3 節(1)に従い、ℓao 以上、16db 以上かつ(3/4)Dc 以上とし、柱主筋の投影定着長さ ℓdh は JASS 5 のフック付き定着長さ L2h 以上としている。

ただし、柱頭部には、梁上端筋に沿う付着割裂ひび割れの進展防止のために、梁横補強筋と同径、同幅、同間隔の U 形かんざし筋を配置している。かんざし筋足部の全長は、7.2 節(2)構造規定 1)によればよい。



解図 8.3 L 形接合部内の
フック付き主筋定着

9 章　柱梁接合部および柱梁主筋定着部の許容応力度設計

9.1 許容応力度設計の適用対象

許容応力度設計の適用対象は、骨組のメカニズム時まで曲げ降伏しない柱と梁が接続する柱梁接合部および柱、梁主筋定着部とする。

【解説】

本設計指針では、3 章で前述のように、骨組のメカニズム時に、柱梁接合部に接続する柱および梁が曲げ降伏しない場合、許容応力度設計を適用してもよいとしている。すなわち、設計ルート 1,2-1,2-2 の場合、許容応力度設計を適用してもよい。

設計ルート 3 の場合、解図 5.1～解図 5.4 に示したト形、T 形、L 形、十字形部分架構の崩壊機構を Ds 算定時のメカニズムとしている。

9.2 許容応力度設計における構造規定

許容応力度設計における(1)柱、梁主筋定着部、(2)接合部横補強筋およびかんざし筋の構造規定は、10 章(2)による。

【解説】

許容応力度設計では、メカニズム時に柱、梁主筋が引張降伏しても、柱梁接合部のせん断破壊および柱、梁主筋の定着破壊を起こさせないことを基本とし、構造規定は、10 章(2)によるとしている。ただし、7.1 節の解説(5)で前述のように、RC 配筋指針[1-5)]と同様、上下階柱の横補強筋と同鋼種、同径で間隔を 1.5 倍以下かつ 150㎜ 以下とすることを推奨する。

一方、設計ルート 1 および 2 の場合、梁主筋定着長さは、梁主筋定着長さℓ_{ag}が設計図書による投影定着長さℓ_{dh}以上、かつ、10 章(2)の構造規定を満足すれば、国交省告示第 432 号(平成 23 年 5 月 1 日)の要求事項を満足する。ただし、同告示は、梁主筋定着長さの緩和規定であり、柱主筋定着長さについて言及していない。

9.3 柱梁接合部の短期許容せん断力に関する設計

(1) 設計条件

ト形、L 形、十字形接合部は式(9.1)、T 形接合部は式(9.2)を満足するように設計する。

$$V_{pah} > V_{mah} \tag{9.1}$$

$$V_{pah} > V_{mah} \quad かつ \quad V_{pav} > V_{mav} \tag{9.2}$$

ここに、V_{mah}, V_{mav}：水平方向および鉛直方向の短期設計用せん断力

V_{pah}, V_{pav}：水平方向および鉛直方向の短期許容せん断力

(2) 短期設計用せん断力の算定

(a) ト形接合部

ト形接合部の短期設計用せん断力 V_{mah} は、式(9.3)による。

$$V_{mah} = \xi_{ha} \cdot Q_{ca} \tag{9.3}$$

$$Q_{ca} = {}_cQ_{ga} = (M_{gao}/\ell_o) \cdot (\ell/h) \tag{9.4}$$

(b) T 形、L 形接合部

T 形、L 形接合部の短期設計用せん断力 V_{mah}, V_{mav} は式(9.5)による。ただし、L 形接合部の場合、同式中の Q_{ca} は式(9.8)による。

$$V_{mah} = \xi_{ha} \cdot Q_{ca}/2, \quad V_{mav} = \xi_{va} \cdot Q_{ca}/2 \tag{9.5}$$

$$Q_{ca} = \min ({}_cQ_{ca}, {}_cQ_{ga}) \tag{9.6}$$

【T 形接合部】 $${}_cQ_{ca} = 2M_{cao}/h_o, \quad {}_cQ_{ga} = 2\{(M_{gao}+M_{gao'})/\ell_o\} \cdot (\ell/h)$$ (9.7)

【L 形接合部】 $$Q_{ca} = {}_cQ_{ga} = \{2M_{gao}/\ell_o\} \cdot (\ell/h)$$ (9.8)

ここに、ト形、T 形、十字形接合部： $$\xi_{ha} = (h/\ell) \cdot (\ell_o/j_g) - 1$$ (9.9)

L 形接合部： $$\xi_{ha} = (h/\ell) \cdot (\ell_o/j_g) - 2$$ (9.10)

T 形接合部： $$\xi_{va} = (h_o/j_c) - h/\ell$$ (9.11)

Q_{ca}：柱梁接合部に接続する柱または梁の短期許容曲げモーメント時柱せん断力

${}_cQ_{ga}$：柱梁接合部に接続する梁の短期許容曲げモーメント時柱せん断力

${}_cQ_{ca}$：柱梁接合部に接続する柱の短期許容曲げモーメント時柱せん断力

j_g, j_c：梁および柱の応力中心距離、ただし、$j_g=(7/8)d_g$, $j_c=(7/8)d_c$ とする。

d_g, d_c：梁および柱の有効せい、　その他の記号の定義は、5.1.1 項による。

(c) 十字形接合部

十字形接合部に接続する柱または梁の短期許容曲げモーメント時柱せん断力 Q_{ca} は、式(9.12)の短期許容曲げモーメント時柱せん断力 ${}_cQ_{ga}$ で決定し、短期設計用せん断力 V_{mah} は式(9.3)で算定する。また、式(9.3)中の架構形状による補正係数 ξ_{ha} は式(9.9)による。

$$Q_a = {}_cQ_{ga} = \{(M_{gao}+M_{gao'})/\ell_o\} \cdot (\ell/h) \tag{9.12}$$

(d) 短期許容曲げモーメント

柱の短期許容曲げモーメント M_{cao} は式(9.13)、梁の短期許容曲げモーメント M_{gao} および $M_{gao'}$ は式(9.14)による。

$$M_{cao} = (T_{cae}+N_{cL}/2) \cdot j_c, \quad T_{cae} = T_{ca}+T_{cna}/2 \tag{9.13}$$

$$M_{gao} = T_{ga} \cdot j_g, \quad M_{gao'} = T_{ga'} \cdot j_g \tag{9.14}$$

ただし、梁上端筋が引張側の場合、M_{gao} および $M_{gao'}$ は式(9.15)による。

$$M_{gao} = (T_{ga}+T_{sa})\cdot j_g, \quad M_{gao}' = (T_{ga}'+T_{sa}')\cdot j_g \tag{9.15}$$

ここに、M_{cao}：柱梁接合部に接続する柱の短期許容曲げモーメント

M_{gao}, M_{gao}'：柱梁接合部に接続する左右梁の短期許容曲げモーメント

T_{cae}：柱主筋の等価許容引張力、T_{ca}：柱引張鉄筋の許容引張力

T_{cna}：柱中段筋の許容引張力、T_{ga}, T_{ga}'：左右梁引張鉄筋の許容引張力

T_{sa}, T_{sa}'：有効幅内に定着された左右スラブ筋の許容引張力の総和

N_{cL}：長期柱軸力

ただし、左右梁スパン長が異なる場合および上下階高が異なる場合の扱い方法は、5.2 節(1)による。

(3) 短期許容せん断力の算定

柱梁接合部の水平方向および鉛直方向の短期許容せん断力 V_{pah}, V_{pav} は、式(9.16)による。ただし、ト形、L 形、十字形接合部の V_{pav} は算定しなくてもよい。

$$V_{pah} = \tau_{pa}\cdot b_j\cdot D_{jh}, \quad V_{pav} = \tau_{pa}\cdot b_j\cdot D_{jv} \tag{9.16}$$

$$\tau_{pa} = \kappa_a\cdot(f_s-0.5) \tag{9.17}$$

ここに、f_s：表 9.1 によるコンクリートの短期許容せん断応力度　(N/mm^2)

κ_a：柱梁接合部の許容せん断力に対する形状係数

(ト形、T 形接合部)　$\kappa_a=7$

(L 形接合部)　$\kappa_a=4$

(十字形接合部)　$\kappa_a=10$　　(9.18)

b_j：式(6.3)による接合部有効幅

D_{jh}, D_{jv} ：式(6.4)、式(6.5)による水平方向および鉛直方向の接合部有効せい

表 9.1　コンクリートの許容せん断応力度

(単位：N/mm^2)

長期	短期
$F_c/30$かつ$(0.49+F_c/100)$以下	長期に対する値の1.5倍

【解説】

(1) 設計条件

ト形、L 形、十字形接合部の場合、梁曲げ降伏型を基本としているので、短期許容応力度設計でも、水平方向のせん断検定を行うこととした。また、T 形接合部の場合、柱曲げ降伏型を基本としているので、技術基準解説書[1-9)]による終局強度設計と同様、短期許容応力度設計でも、水平方向、鉛直方向ともに、接合部せん断検定を行うこととした(10 章の解説(6) 参照)。

(2) 短期設計用せん断力

短期設計用せん断力 V_{mah} の式(9.3)および式(9.5)は、終局強度設計と許容応力度設計で用いる諸元の違いを考慮し、5.1.1 項の部分架構モデルによる終局強度設計用せん断力の算定式を書き換えた算定式である。

一方、短期荷重時せん断力が短期許容せん断力よりも明らかに小さい場合、柱梁接合部の短期設計用せん断力は、RC 計算規準[1-1)]と同様、柱の短期設計用せん断力 Q_D を用いて算定してもよい。その場合、柱の短期設計用せん断力 Q_D は、柱梁接合部のせん断破壊防止の観点から、骨組解析による柱のせん断力解析値を 1.5 倍以上に割り増した値とする。

(3) 短期許容せん断力

短期許容せん断力 V_{pah} は、式(9.16)に示すように、式(6.1)のせん断終局耐力 V_{puh} と同様、接合部有効幅と有効せいの積にせん断強度 τ_{pa} を乗じて求めている。τ_{pa} の式(9.17)中の κ_a は、RC 計算規準[1-1)]と同様、直交梁の有無による補正係数(ϕ=0.85)を用い、$F_j=0.8\times F_c^{0.7}\fallingdotseq 0.8\times 15.4(f_s-0.5)$ とすることで、下式で求められる。F_j は靭性保証型指針[1-2)]による接合部せん断強度の基準値、F_c はコンクリートの設計基準強度を示す。

$$\kappa_a = 0.8\times 15.4\times \kappa_u/\alpha_a \qquad \text{(解 9.1)}$$

ここに、κ_u：終局設計による柱梁接合部の形状係数、α_a：短期許容せん断力の安全率

RC 計算規準 15 条では、ト形、L 形接合部の場合、梁主筋の定着長さ ℓ_{ag} は柱せいの(3/4)倍とし、有効せい D_{jh} の代わりに全せい D_c を用い、短期許容せん断力を求めている。その点が式(9.16)と異なる。ここでは、短期許容せん断力が RC 計算規準の場合と同程度となるように、α_a=1.1 とし、κ_a を以下のように定めている。

ト形および T 形接合部：　$\kappa_a = 0.8\times 15.4\times 0.7/1.1 = 7.8 \rightarrow \kappa_a = 7$

L 形接合部：　$\kappa_a = 0.8\times 15.4\times 0.4/1.1 = 4.5 \rightarrow \kappa_a = 4$

十字形接合部：　$\kappa_a = 0.8\times 15.4\times 1.0/1.1 = 11.2 \rightarrow \kappa_a = 10$

10 章　技術基準解説書に従う機械式定着による柱梁接合部の設計

(1) 基本事項

1) 機械式定着によるト形、T 形、L 形、十字形接合部は、(2)項の構造規定を満足する場合、技術基準解説書によって検定してもよい。この検定方式を技術基準方式と呼ぶ。
2) 一貫構造計算プログラムで技術基準解説書の接合部せん断検定条件を確認した場合、機械式定着によるト形、T 形、L 形、十字形接合部内の柱、梁主筋定着部は、(2)項の構造規定を満足すればよい。この検定方式を置換え方式と呼ぶ。
3) 技術基準方式、置換え方式に係わらず、ピロティ柱が接続するピロティ柱梁接合部の場合、13.2 節(2)5)の規定を満足しなければならない。
4) 本章によって設計した柱梁接合部は、長期および短期許容応力度設計を省略してもよい。

(2) 構造規定

(a) 柱、梁主筋定着部

1) ト形、十字形接合部内の梁主筋定着部は、8.1 節による。
2) T 形、L 形接合部内の柱主筋定着部は、8.2 節による。
3) L 形接合部内の梁主筋定着部は、8.3 節による。
4) 式(8.1)の梁、柱主筋の必要定着長さℓ_{ao}は、8.1 節～8.3 節の規定に係わらず、梁、柱主筋の上限強度算定用材料強度σ_{sy}を$\alpha \times \sigma_{yo}$として算定してもよい。$\sigma_{yo}$は梁主筋の規格降伏点であり、$\alpha$は割増係数で、SD390 以下では 1.1、SD490 では 1.0 としてもよい。
5) 1)と 3)の規定は、耐震壁架構におけるト形、十字形、L 形接合部内の梁主筋定着長さℓ_{ag}にも適用する(8.1 節(1))。
6) 基礎梁主筋定着部は、14.2 節による。

(b) 接合部横補強筋

ト形、T 形、L 形、十字形接合部ともに、4.1 節(1)の目標性能①または②に応じ、地震力方向ごとの接合部横補強筋比p_{jwh}は、靭性保証型指針と同様、0.3%以上とするか、7.1 節(1)の接合部必要横補強筋比p_{jwho}以上かつ 0.2%以上とする。

ただし、ト形接合部の場合、接合部横補強筋比$p_{jwh} \geqq 0.2\%$とし、T 形、L 形、十字形接合部では、接合部被覆率が 50%以上の両側直交梁付きの場合、$p_{jwh} \geqq 0.2\%$、それ以外の場合、$p_{jwh} \geqq 0.3\%$としてもよい。

(c) かんざし筋

T 形、L 形接合部のかんざし筋は、7.2 節による。

【解説】

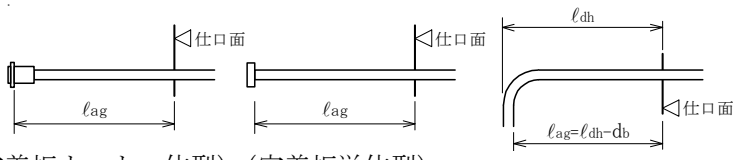
(1) 技術基準解説書と靭性保証型指針による柱梁接合部の設計

技術基準解説書[1-9]では、靭性保証型指針[1-2]と同様の応力状態を想定し、柱梁接合部のせん断設計を行うことにしている。技術基準解説書と靭性保証型指針で異なる点は、①柱梁接合部の終局強度設計用せん断力の算定に用いる主筋の材料強度の設定値、②本設計指針による接合部耐力余裕度λpに相当する応力割増し係数npの設定値、③接合部横補強筋比の規定値の3点である。

技術基準解説書の場合、異形鉄筋の材料強度は建築基準法施行令第96条の値としている。SD295～SD390(建設省告示2464号)は規格降伏点の1.1倍としてもよく、SD490(国交省告示1024号)は規格降伏点の1.0倍としている。応力割増し係数npは、ト形、T形、L形、十字形接合部に係わらず、1.1以上としている。また、接合部横補強筋比は、技術基準解説書では0.2%以上、靭性保証型指針では0.3%以上としている。

(2) 折曲げ定着と機械式定着による柱梁接合部の構造性能

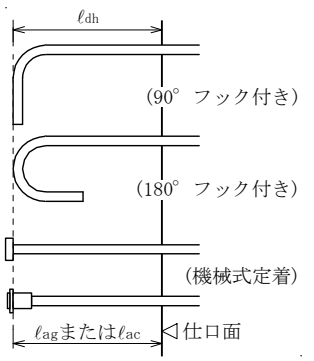
機械式定着によるト形接合部の構造性能は、定着金物の種別、梁主筋の鋼種、定着長さ、コンクリートの圧縮強度、柱せいを実験因子とした系統的な実験によって、折曲げ定着と遜色ないことが明らかにされている[2-2]。同実験では、解図10.1に示すように、機械式定着では仕口面から定着板内面までの距離、折曲げ定着ではℓ_{dh}-dbをそれぞれ梁主筋定着長さℓ_{ag}と定義し、両定着長さを同じにしてト形接合部の構造性能を比較検討している。dbは梁主筋呼び名の値を示す。



(定着板ナット一体型) (定着板単体型)
【機械式定着】　　【U型定着】

解図10.1　梁主筋定着長さℓ_{ag}の定義

(付録4)では、折曲げ定着によるト形架構の終局耐力、変形性能確保のための設計条件と機械式定着の設計条件を比較し、併せてRC計算規準17条[1-1]の必要定着長さとの比較検討結果を示している[2-7]。これらによると、解図10.2に示すように、機械式定着による梁主筋定着長さℓ_{ag}と折曲げ定着による梁主筋投影定着長さℓ_{dh}が同じ場合、機械式定着と折曲げ定着によるト形接合部は、同等の構造性能を有する。



解図10.2　主筋定着長さ

また、文献2-3), 2-4)の実験によると、10章(2)の構造規定を満足する場合、機械式定着によるT形、L形接合部は、メカニズム時に達成するまで、せん断破壊を起こさない。

以上より、機械式定着によるト形、T形、L形、十字形接合部は、10章(1)2)で規定する置換え方式による場合、10章(2)の構造規定を満足することを確認すればよいとした。

(3) 構造規定

(a) 柱、梁主筋定着部

10 章(2)の構造規定では、ト形接合部内の梁主筋定着長さℓ_{ag}は、8.1 節と同様、式(8.1)の必要定着長さℓ_{ao}以上、12db 以上かつ(3/4)Dc 以上とした。

また、10 章(2)では、引張柱軸力を受けるト形接合部の場合、8.1 節(1)と同様、梁主筋定着長さℓ_{ag}は、ℓ_{ao}以上、15db 以上かつ(3/4)Dc 以上とし、L 形接合部内の梁下端主筋定着長さℓ_{ag}は、(3/4)Dc 以上に限定し、10 章(2)(a)1)と 3)の規定は、耐震壁架構におけるト形、十字形、L 形接合部内の梁主筋定着長さℓ_{ag}にも適用することとし、基礎梁主筋定着部は 14.2 節によるとした。

一方、技術基準解説書による場合、式(8.1)の梁、柱主筋の必要定着長さℓ_{ao} の算定に用いる材料強度の割増係数αは、SD390 以下では 1.1、SD490 では 1.0 としてもよいとした。この割増係数αを用いて求めた梁主筋および柱主筋の必要定着長さ比ℓ_{ao}/db の算定結果を解表 10.1、解表 10.2 に示す。

解表 10.1、解表 10.2 の算定結果は、解表 8.1、解表 8.3 と同様、jtg/db=20 または jtco/db=20 として求めた。また、解表 10.1 の梁主筋必要定着長さ比の算定では、両側直交梁付き以外および両側直交梁付きともに、pjwh=0.2%とした。jtg は梁上下主筋の重心間距離、jtco は柱両側最外縁主筋の中心間距離、pjwh は接合部横補強筋比を示す。

解表 10.1　梁主筋の必要定着長さ比ℓ_{ao}/db(pjwh=0.2%)

(a) 両側直交梁付き以外の場合

鋼種	呼び名	Fc (N/mm^2)													
		21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
SD295	D38以下	12													
	D41	13	12												
SD345	D25以下	12													
	D29	13	12												
	D32	14	12												
	D35	15	14	12											
	D38	16	15	14	12										
	D41	18	16	15	14	12									
SD390	D25以下	15	13	12											
	D29	16	15	13	12										
	D32	18	16	15	13	12									
	D35	19	17	16	15	12									
	D38	20	19	17	16	14	12								
	D41	22	20	19	18	15	13	12							
SD490	D25以下	19	17	16	15	14	13	12							
	D29	21	19	18	16	14	13	12							
	D32	22	20	19	18	15	13	12							
	D35	24	22	20	19	16	14	12							
	D38	25	23	22	20	18	15	13	12						
	D41	−	25	23	22	19	17	14	12						

"−"を付した場合は、ℓ_{ao}/db＞25に該当する。

(b) 両側直交梁付きの場合

鋼種	呼び名	Fc (N/mm^2)													
		21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
SD295 SD345	D41以下	12													
SD390	D35以下	12													
	D38	13	12												
	D41	15	13	12											
SD490	D25以下	12													
	D29	14	12												
	D32	15	13	12											
	D35	16	15	13	12										
	D38	17	16	15	13	12									
	D41	19	17	16	15	12									

解表 10.2　柱主筋の必要定着長さ比ℓ_{ao}/db

(a) 両側直交梁付き以外の場合

鋼種	呼び名	Fc (N/mm^2)												
		21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
SD295	D41以下	16													
SD345	D35以下	16													
	D38	17	16												
	D41	19	17	16											
SD390	D25以下	16													
	D29	17	16												
	D32	19	17	16											
	D35	20	18	17	16										
	D38	21	20	18	17	16									
	D41	23	21	20	18	16									
SD490	D25以下	20	18	17	16										
	D29	22	20	18	17	16									
	D32	23	21	20	19	16									
	D35	24	23	21	20	17	16								
	D38	－	24	23	21	19	16								
	D41	－	－	24	23	20	18	16							

″－″を付した場合は、ℓ_{ao}/db＞25に該当する。

(b) 両側直交梁付きの場合

鋼種	呼び名	Fc (N/mm^2)												
		21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
SD295 SD345 SD390	D41以下	16													
SD490	D32以下	16													
	D35	17	16												
	D38	18	17	16											
	D41	20	18	17	16										

″－″を付した場合は、ℓ_{ao}/db＞25に該当する。

(b) 接合部必要横補強筋比

10 章(2)(b)の接合部必要横補強筋比 pjwho は、7.1 節の解説(4)の式(解 7.2)で算定し、解図 7.4 に示すように、建築基準法施行令 77 条による柱の最小帯筋比 0.2%以上とし、(1)項で前述のように、技術基準解説書では pjwh≧0.2%、靭性保証型指針では pjwh≧0.3%としている。

また、7.1 節の解説(5)で前述のように、RC 配筋指針[1-5]と同様、上下階柱の横補強筋と同鋼種、同径で間隔を 1.5 倍以下かつ 150mm 以下とすることを推奨する。

(4) 置換え方式が適用可能な柱、梁主筋定着部

(2)項で前述の実験結果に基づくと、置き換え方式による柱、梁主筋定着部の検定は、以下の場合にも適用することができる。

1) 11 章の貫通定着または準貫通定着、または 7.1 節の規定を満足する接合部横補強筋を配置した段差梁付き柱梁接合部内の柱、梁主筋定着部
2) 12 章の定着スタブ付き柱梁接合部内の柱、梁主筋定着部
3) 13 章の特殊な柱梁接合部内の柱、梁主筋定着部
   ただし、ピロティ柱梁接合部は、13.2 節(2)5)の規定を満足しなければならない。
4) 14 章の最下階柱・基礎梁接合部内の柱、梁主筋定着部

(5) 式(解 7.2)の接合部必要横補強筋比 pjwho の算定の注意事項

式(解 7.2)の接合部必要横補強筋比 pjwho の算定では、保証メカニズム時層間変形角 RuD および各係数 R80a, α_{wo}, β_w を設定する必要がある。

RuD は、当該柱梁接合部が存在する層ごとに、解表 7.1 に示すように、接合部に接続する部材の破壊形式および目標性能に応じて設定し、接合部せん断余裕度 λ_p および柱梁接合部の形状と直交梁付きの有無に応じて、表 7.1 より R80a, α_{wo}, β_w を設定する。

通常、最上階の T 形、L 形接合部は目標性能①、それ以外の柱梁接合部は目標性能②として λ_p =1.1 を設定し、解表 7.1 の RuD を用い、式(解 7.2)で pjwho を算定すればよい。一方、一貫構造計算プログラムの接合部せん断検定値を用いる場合、λ_p≧1 となることを確認すればよい。

【式(解 7.2)の pjwho を考慮した接合部横補強筋の検定例】

（ｉ）検定条件

ここでは、SABTEC 機械式定着工法デザインマニュアル(2014 年)3.2「12 階板状共同住宅の設計例」の R 層 L 形、T 形接合部および 12 層 L 形、T 形、十字接合部における接合部横補強筋の検定例を示す。検討対象の柱梁接合部に接続する梁、柱の断面諸元を解表 10.3 に示す。

解表 10.3 梁、柱断面諸元

層	Fc (N/mm²)	梁断面 b×D(mm)	梁主筋	柱断面 Bc×Dc(mm)
R	27	600×850	4-D29	－
12	30		4-D32	650×1000

Fc：コンクリートの設計基準強度
b,D：梁幅、梁せい、Bc,Dc：柱幅、柱せい

接合部横補強筋および柱横補強筋は、いずれも外周筋 2-D13(SD295)とした。この場合、梁せいから最外縁上下主筋中心かぶり厚さを差し引いた最外縁上下主筋中心間距離 jtg は、R 層 655mm、12 層 645mm であり、柱横補強筋間隔は 100mm としているので、7.1 節の解説(5)の推奨事項を考慮し、接合部横補強筋の平均間隔が 1.5×100mm 以下となるように、接合部横補強筋は、L 形、十字形接合部では 5 組、T 形接合部では 6 組としている。R 層と 12 層の接合部横補強筋比 pjwh は、L 形、十字形接合部では 0.30%、T 形接合部では 0.36%となる。

（ⅱ）検定結果

式(解 7.2)の pjwho を考慮した接合部横補強筋の検定結果を解表 10.4 に示す。

本検定例では、各接合部ともに、接合部耐力余裕度 λp=1.1 とし、安全側の措置として、直交梁の種別は、すべて「無」としている。

R 層の L 形、T 形接合部では、目標性能①の場合、式(解 7.2)の pjwho を考慮した接合部横補強筋比 pjwhD は、L 形接合部が 0.20%、T 形接合部が 0.27%となり、それぞれ配筋組数から決まる接合部横補強筋比 pjwh(0.30%,0.36%)以下であるので、「OK」となる。

12 層では、目標性能②の場合、式(解 7.2)の pjwho を考慮した pjwhD はそれぞれ配筋組数から決まる接合部横補強筋比 pjwh を超えるので、すべて「NG」となる。

一方、本検討対象骨組では、一貫構造計算プログラムの弾塑性解析による 12 層の Ds 算定時層間変形角は「1/75」以下であるので、各接合部ともに、目標性能①の場合、式(解 7.2)の pjwho を考慮した pjwhD は、L 形接合部 0.22%、T 形接合部 0.30%、十字形接合部 0.20%であり、すべて「OK」となる。

解表 10.4 指針式(解 7.2)の pjwho を考慮した接合部横補強筋の検定結果

層	R	R	12	12	12	12	12	12
接合部種別	L形	T形	L形	T形	十字形	L形	T形	十字形
目標性能	①	①	②	②	②	①	①	①
必要横補強筋比p_{jwho}	0.19%	0.27%	0.64%	1.02%	0.40%	0.22%	0.30%	0.20%
p_{jwho}考慮構造規定p_{jwhD}	0.20%	0.27%	0.64%	1.02%	0.40%	0.22%	0.30%	0.20%
$p_{jwh} \geqq p_{jwhD}$	OK	OK	NG	NG	NG	OK	OK	OK

(注)1)直交梁の種別：各場合とも、無
2)接合部横補強筋(L形、十字形接合部)4-D13-5組、(T形接合部)4-D13-6組：SD295

(6) 接合部せん断設計

(a) 柱梁接合部の終局強度設計用せん断力

技術基準解説書では、靭性保証型指針 [1-2)] と同様、梁曲げ降伏型のト形、十字形接合部の場合、終局強度設計用せん断力 Vmuh は、スラブ筋の降伏引張力を省略した上で、解図 10.3 の応力状態を仮定し、式(解 10.1)、式(解 10.2)で算定する。両式を整理すると、式(5.1)が得られる。

(ト形接合部)　$V_{muh} = T_{gM} - Q_{cM}$　(解 10.1)

(十字形接合部) $V_{muh} = T_{gM} + T_{gM}' - Q_{cM}$　(解 10.2)

5.1.2 項で前述のように、T 形接合部の場合、水平方向(梁曲げ降伏型)の終局強度設計用せん断力 Vmuh は式(5.16)、鉛直方向(柱曲げ降伏型)の終局強度設計用せん断力 Vmuv は式(5.17)で算定でき、式(4.2)と同様、せん断検定は式(解 10.3)によることができる。

$V_{puh} > n_p \cdot V_{muh}$　かつ　$V_{puv} > n_p \cdot V_{muv}$　(解 10.3)

Vmuh, Vmuv：水平、鉛直方向の柱梁接合部の終局強度設計用せん断力

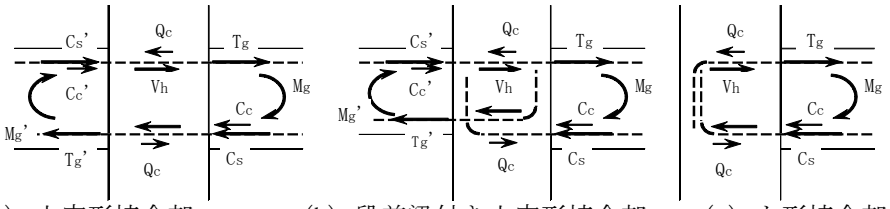
Vpuh, Vpuv：水平、鉛直方向の接合部せん断終局耐力、np：応力割増し係数 (1.1 以上)

技術基準解説書によると、最上階の梁曲げ降伏型 L 形接合部の場合、式(解 10.1)の Vmuh は、$Q_{cM}=0$ とするか、階高を h/2 とし、式(解 10.4)の Q_{cM} を用いて算定してもよい。この Q_{cM} を $V_{muh}=T_{gM}-Q_{cM}$ に代入し、$T_{gM}=M_{gM}/j_{tg}$ とすると、技術基準方式で用いる式(解 10.5)が導出される。同式の架構形状の補正係数 ξ_h は、解図 5.3 の応力状態を基に導出される式(5.8)の場合よりも小さい。

$Q_{cM} = 2M_{gM} \cdot (\ell/\ell_o)/h$　(解 10.4)

$V_{muh} = \xi_h \cdot Q_{cu}/2, \quad \xi_h = (h/\ell) \cdot (\ell_o/j_{tg}) - 2$　(解 10.5)

MgM：Ds 算定時の梁端曲げモーメント



(a) 十字形接合部　(b) 段差梁付き十字形接合部　(c) ト形接合部

解図 10.3　梁降伏型柱梁接合部の Ds 算定時設計用せん断力

(b) 接合部せん断終局耐力

6 章の接合部せん断終局耐力の算定では、ト形、T 形、十字形接合部の形状係数 κ_u は、それぞれ本設計指針と技術基準解説書で同じ値としている。ただし、性能検定方式による L 形接合部の場合、正加力時には $\kappa_u=0.6$、負加力時には $\kappa_u=0.4$ とし、技術基準解説書では、正負加力時に係わらず、$\kappa_u=0.4$ としている。

11 章　段差梁付き柱梁接合部

11.1 鉛直段差梁付き柱梁接合部

(1) 主筋定着設計

1)　中間階の梁主筋定着部は、8.1 節による。

2)　柱主筋定着部は、8.2 節による。

3)　最上階の梁上端筋定着部および梁下端筋定着部は、8.3 節による。

(2) 接合部せん断設計

(a) 基本方針

1)　段差梁付き十字形接合部のせん断設計は、式(4.1)による。

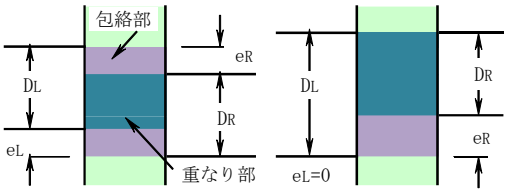
2)　段差梁付き T 形接合部のせん断設計は、式(4.2)による。

ただし、メカニズム時に曲げ降伏しない柱および梁が接続する柱梁接合部は、9 章の許容応力度設計を行ってもよい。

(b) 鉛直段差梁付き柱梁接合部の基本タイプ

鉛直段差梁付き柱梁接合部の基本タイプは、図 11.1 の Type A および Type B とする。

(eL, eR：左右梁の鉛直段差寸法)



(Type A)　(Type B)

図 11.1　鉛直段差梁付き十字形接合部の基本タイプ

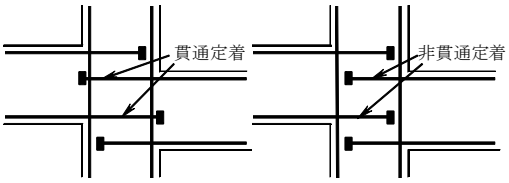
(c) 接合部有効せい

1)　Type A、Type B ともに、図 11.2 に示すように、左右梁重なり部内の梁主筋定着部を反対側の最外縁柱主筋の外側まで延長する貫通定着または準貫通定着とするか、または非貫通定着でも 7.1 節(1)で規定する接合部横補強筋を配置した場合、Djh=Dc としてもよい。Dc は柱せい、Djh は式(6.1)の接合部せん断終局耐力 Vpuh の算定に用いる接合部有効せいを示す。

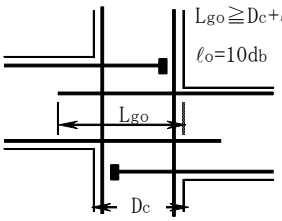
2)　貫通定着は式(11.1)、準貫通定着は式(11.1)および式(11.2)を満足しなければならない。式(11.1)中の db は梁主筋呼び名の値、式(11.2)の Lgo は準貫通定着による左右梁重なり部内の梁主筋定着長さを示す。

$$Dc/db \geqq ft/\{3.6(1.5+0.1Fc)\} \qquad (11.1)$$

$$Lgo \geqq \max(Dc+\ell o,\ L2) \qquad (11.2)$$



(a) 貫通定着　(b) 非貫通定着



(c) 準貫通定着

図 11.2　重なり部梁主筋の定着形式

ここに、ft：梁主筋の短期許容引張応力度(N/mm²)

Fc：コンクリートの設計基準強度(N/mm²)

Dc：柱せい、ℓo=10db：左右梁重なり部の梁主筋末端部余長

db：梁主筋呼び名の値、L2：JASS 5 の直線定着長さ

(3) 接合部横補強筋およびかんざし筋

1) 段差梁付き T 形、十字形接合部には、10 章(2)(b)の接合部横補強筋を配置する。

2) 段差梁付き T 形接合部には、7.2 節のかんざし筋を配置する。

【解説】

(1) 主筋定着設計

鉛直段差梁付き十字形接合部内の梁主筋定着長さℓ_{ag}は、文献 2-16)の研究を基に、8.1 節のト形接合部内の梁主筋定着部と同様、ℓ_{ao}以上、12db 以上かつ(3/4)Dc 以上とした。また、段差梁付き T 形接合部内の梁上端筋定着部の納まりは左右梁段差の度合いに依存し、段差梁付き T 形、十字形接合部での柱主筋定着長さは 8.2 節、段差梁付き T 形接合部内の梁上端筋および下端筋定着部は 8.3 節より決定する。

鉛直段差梁付き十字形接合部の場合、応力状態が複雑であり、実験研究も少ないので、梁主筋定着長さℓ_{ag}は(3/4)Dc 以上とすることを基本とした。十字形および T 形接合部内の梁主筋を折曲げ定着にすると、柱梁接合部内で柱主筋と梁主筋定着部が輻輳し、施工時に納まらない恐れがあるが、柱、梁主筋定着部を機械式定着とすれば、納まりは改善される。

(2) Type A, Type B の終局強度設計用せん断力

解図 11.1 に示すように、Type A では、中央側の左右梁重なり部の入力せん断力 Vh2 は、仕口面側入力せん断力 Vh1 よりも大きく、段差なしの場合と等しく、Type B でも左右梁重なり部の入力せん断力 Vh2 は、段差なしの場合と等しい。

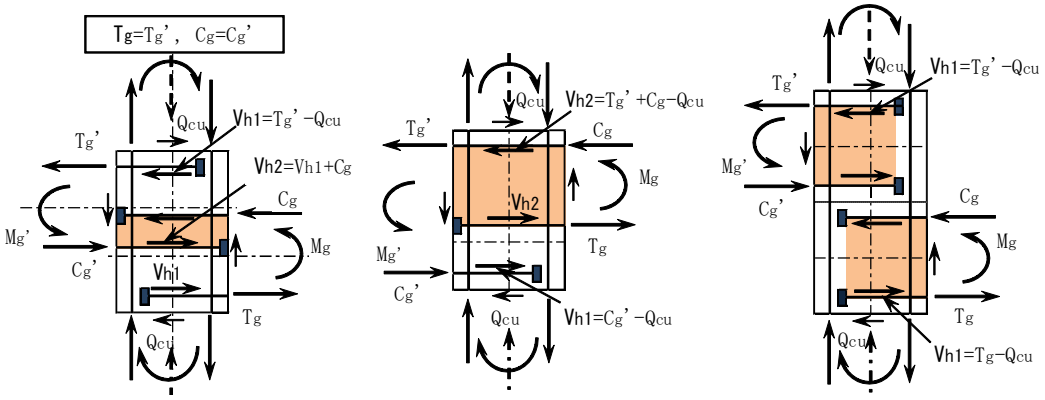
ここで、梁主筋が定着破壊を起こさなければ、Type A、Type B の終局強度設計用せん断力 Vmuh は、通常の十字形接合部と同様、式(5.9)の曲げ終局耐力時柱せん断力 Qcu を用いると、式(5.1)で算定できる。式(5.1)中、式(5.8)の架構形状の補正係数ξ_hは jtg=(jtg1+jtg2)/2 として算定する。jtg1, jtg2 は左右梁の上下主筋の重心間距離を示す。

両梁材端部仕口面での梁曲げ終局耐力 Mguo と Mguo'が同じ場合、式(5.1)、式(5.2)、式(5.9)より、ト形接合部と十字形接合部の終局強度設計用せん断力 Vmuh の比は 2.0 になる。

また、ト形および十字形接合部のせん断終局耐力 Vpuh は式(6.1)で算定できるので、同式中の$\phi \cdot Fj \cdot bj$が同じで、梁主筋定着長さℓ_{ag}=(3/4)Dc の場合、ト形接合部と十字形接合部のせん断終局耐力の比は 1/(0.7×3/4)=1.90 になる。

これらより、式(4.1)のト形および十字形接合部の設計条件によると、式(4.1)中の接合部耐力余裕度λ_pの比は 1.90/2.0=0.95 となるので、段差梁付き十字形接合部の場合、ト形接合部と見なすよりも十字形接合部と見なして設計する方が安全側となる。

解図 11.1(c)の Type A0 は、左右梁の重なりが 0 の場合であり、この場合、接合部の終局強度設計用せん断力 Vmuh は、ト形接合部と同様、式(5.1)で算定する。すなわち、重なり部が存在すれば十字形接合部、重なり部が存在しなければト形接合部として扱う。

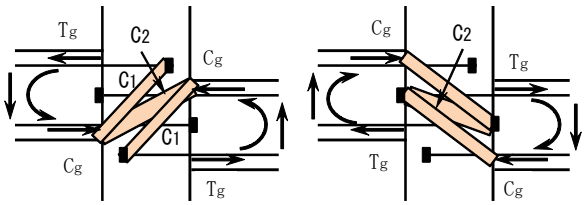


(a) Type A　　(b) Type B　　(c) Type AO

解図 11.1　段差梁付き十字形接合部の入力せん断力

(3) 梁主筋定着部納まりの基本事項

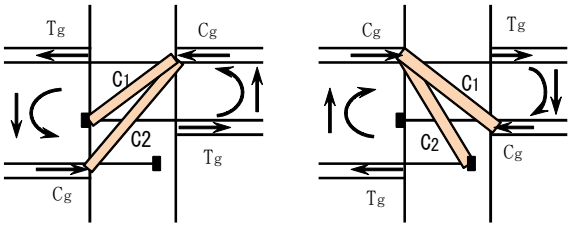
文献 2-16)によると、重なり部梁主筋を貫通定着とした Type A の段差梁付き十字形接合部の場合、解図 11.2 に示すように、正負加力時ともに、左右梁の引張側主筋定着部から材端部圧縮域に向かうストラット C1 と接合部中央のストラット C2 の効果により、Djh=Dc として求めたせん断終局耐力を期待できる。Djh は接合部有効せい、Dc は柱せいを示す。



(a)正加力時　　(b)負加力時

解図 11.2　Type A(貫通定着)段差梁付き十字形接合部の応力状態

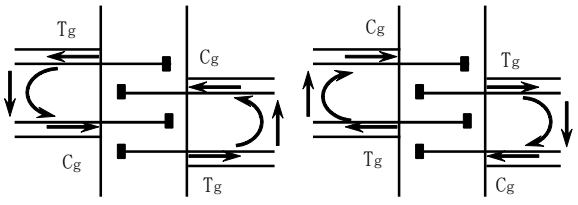
重なり部梁主筋を貫通定着とした Type B の段差梁付き十字形接合部の場合、解図 11.3 に示すように、ストラット C1、C2 が形成され、Djh=Dc として求めたせん断終局耐力を期待できる。



(a)正加力時　　(b)負加力時

解図 11.3　Type B(貫通定着)段差梁付き

文献 2-16)の検討対象実験では、重なり部梁主筋を非貫通定着とした Type A の段差梁付き十字形接合部の場合、解図 11.4 に示すように、負加力時の最大耐力は、左梁下端筋と右梁上端筋が引張側となり、同梁主筋が圧縮側となる正加力時よりも低く、梁主筋定着部近傍の接合部コンクリートのひび割れ幅が拡大する傾向がある。



(a)正加力時　　(b)負加力時

解図 11.4　Type A(非貫通定着)段差梁付き十字形接合部の応力状態

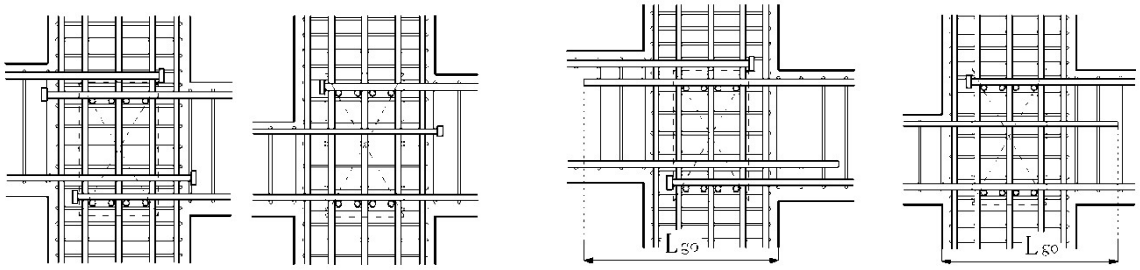
これらより、重なり部梁主筋の貫通定着の場合、終局時抵抗機構を踏まえ、接合部有効せい Djh は、通常の十字形接合部と同様、柱せい Dc と同じにできるとした。

また、通常の十字形接合部に対する技術基準解説書の規定と同様、段差梁付き接合部でも、梁通し筋呼び名の値 db に対する柱せい Dc の比は式(11.1)で規定することとした。

(4) 梁主筋の貫通定着および準貫通定着

重なり部梁主筋の貫通定着の場合、解図 11.5(a)に示すように、施工性がよくないことより、図 11.2(c)の準貫通定着の場合、十字形接合部と同様、式(11.1)を規定し、式(11.2)中の梁主筋末端までの余長ℓ_o を 10db とすることで、定着金物と同程度のフック効果を期待している。

すなわち、JASS 5 では、鉄筋鋼種、コンクリート強度に係わらず、直線定着長さ L_2 とフック付き定着長さ L_{2h} の差を 10db としているので、図 11.2(a)の貫通定着に代わりに、図 11.2(c)の準貫通定着としてもよいとした。



(Type A)　(Type B)　(Type A)　(Type B)

(a) 重なり部梁主筋の貫通定着　(b) 重なり部梁主筋の準貫通定着

解図 11.5　鉛直段差梁付き柱梁接合部の配筋詳細

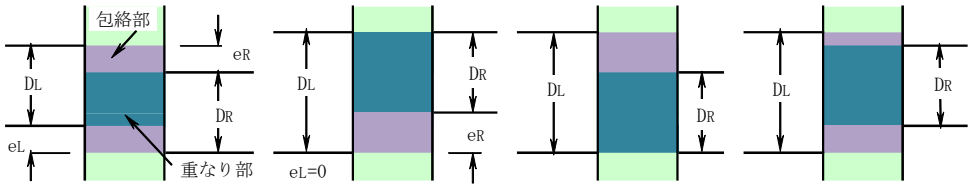
(5) 非貫通定着による段差梁付き柱梁接合部の取り扱い方法

本設計指針 7.1 節の解説(4)の式(解 7.2)の接合部必要横補強筋比 p_{jwho} は、接合部耐力余裕度 λ_p および $p_{jwh}\cdot\sigma_{wy}/F_c$ のいずれか一方、または両方を増やすと、柱または梁の曲げ降伏後も保証メカニズム時層間変形角 R_{uD} に達するまで、接合部せん断破壊を防止できる。

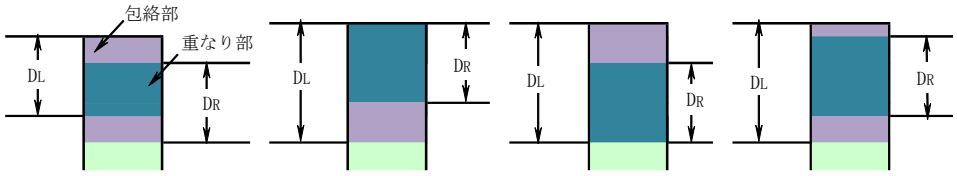
これらより、11.1 節(2)の図 11.2(b)の非貫通定着の段差梁付き柱梁接合部でも、10 章(2)(b)で規定する接合部横補強筋を配置した場合、貫通定着および準貫通定着と同様、接合部有効せい D_{jh} は柱せい D_c と同じとしてもよいとした。

(6) 鉛直段差梁付き十字形およびT形接合部の分類

解図 11.6(a),(b)では、図 11.1 の Type B と同様、Type B1、Type B2 を示し、左右梁上下面の包絡部と重なり部に分けて表示している。Type B1、Type B2 の場合、重なり部の入力せん断力 Vh2 は、段差なしと同様に算定でき、包絡部の入力せん断力 Vh1 よりも大きくなる。



(a) 鉛直段差梁付き十字形接合部

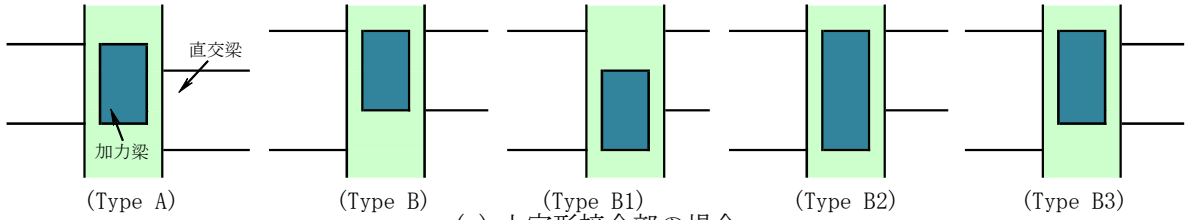


(b) 鉛直段差梁付き T 形接合部

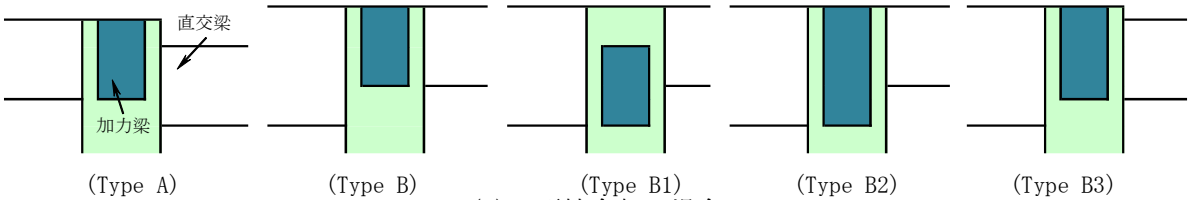
解図 11.6　鉛直段差梁付き十字形および T 形接合部の分類

(7) 鉛直段差直交梁の接続状況

解図 11.7 は、地震力を受ける加力構面の梁(以下、加力梁と呼ぶ、ハッチ部断面)の左右に、鉛直段差直交梁が接続する状況を示し、(a)は十字形接合部、(b)は T 形接合部を示す。これらの場合、接合部せん断終局耐力および梁、柱主筋の定着耐力に及ぼす影響を踏まえて、鉛直段差直交梁付きが判別される。



(a) 十字形接合部の場合



(b) T 形接合部の場合

解図 11.7　鉛直段差直交梁の接続状況

(8) 終局強度設計用せん断力算定の留意事項

(a) 左右梁主筋量が異なる鉛直段差梁付き十字形接合部

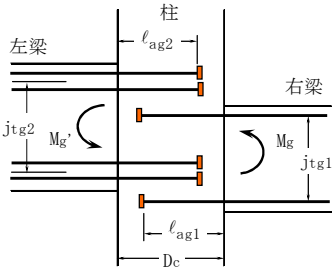
解図 11.8 に示すように、左右梁主筋量が異なる鉛直段差梁付き十字形接合部の場合、式(5.1)による梁曲げ降伏型の終局強度設計用せん断力 V_{muh} の算定に用いる架構形状の補正係数 ξ_h は、式(解 11.1)によって算定できる。j_{tg1}, j_{tg2}：左右梁の上下主筋重心間距離

$$\xi_h = (h/\ell)\cdot(\ell_o/j_{tge})-1 \qquad \text{(解 11.1)}、 \quad j_{tge} = (j_{tg1}+j_{tg2})/2 \qquad \text{(解 11.2)}$$

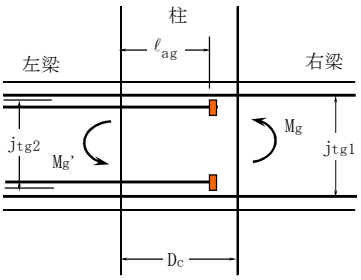
(b) 片方の梁 2 段筋を柱梁接合部に定着する場合

解図 11.9 に示すように、段差がなく、かつ、左右梁の断面寸法が同じで、片方の梁 2 段筋を柱梁接合部に定着する場合、式(解 11.2)を考慮し、式(5.9)の梁曲げ終局耐力時柱せん断力 Q_{cu} を用いると、十字形接合部の終局強度設計用せん断力 V_{muh} は式(5.1)で算定できる。

11.1 節(2)(c)1)によると、上記の(a),(b)の場合、7.1 節(1)で規定する接合部横補強筋を配置すれば、式(6.1)の接合部せん断終局耐力 V_{puh} の算定に用いる接合部有効せい D_{jh} は、柱せい D_c と同じとしてもよい。また、段差梁付き十字形接合部内で、梁通し筋と主筋定着部が混在する場合、7.1 節(1)で規定する接合部横補強筋を配置すれば、11.1 節(2)(c)1)より、接合部有効せい D_{jh} は柱せい D_c と同じとすることができる。これらの場合、10 章の解説(4)に示すように、10 章(1)2)で規定する置換え方式を適用することができる。



解図 11.8　左右梁主筋量が異なる段差梁付き十字形接合部



解図 11.9 片方の梁主筋(2 段筋)を柱梁接合部に定着する場合

(c) 接合部有効せいについて

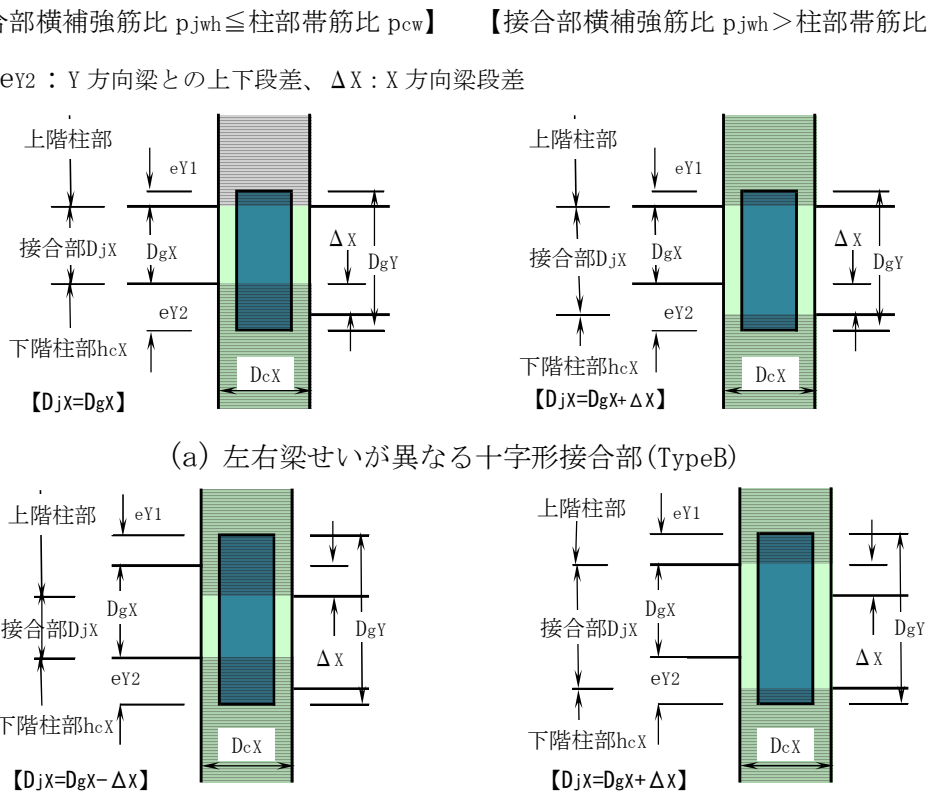
鉛直段差梁付き T 形、十字形接合部の場合、靭性保証型指針 8.6 節と同様、接合部横補強筋比を 0.3%以上とするか、10 章(2)(b)と同様、7.1 節(1)の接合部必要横補強筋比 p_{jwho} 以上かつ 0.2%以上とすれば、鉛直段差の大きさに係わらず、鉛直段差梁付き柱梁接合部全体が接合部コアを形成し、接合部有効せい D_{jh} は下階柱せい D_c としてもよい。

また、接合部横補強筋配置範囲は、(9)項で後述のように、当該方向上下階の柱部帯筋比 p_{cw} を考慮して決定する。

(9) 鉛直段差梁付き十字形接合部での接合部横補強筋と柱部帯筋の配置範囲

鉛直段差梁付き十字形接合部の場合、11.1 節(2)接合部せん断設計では、解図 11.10 に示すように、地震力方向の接合部横補強筋比 pjwh と柱部帯筋比 pcw の大小関係より、接合部横補強筋と柱部帯筋の配置範囲が定まる。同図(a)は、TypeB の左右梁せいが異なる十字形接合部、同図(b)は、TypeA の鉛直段差梁付き十字形接合部であり、左図が接合部横補強筋比 pjwh≦柱部帯筋比 pcw の場合、右図が接合部横補強筋比 pjwh＞柱部帯筋比 pcw の場合である。

一貫構造計算プログラムによると、鉛直段差梁付き十字形接合部の場合、XY 方向の接合部範囲 DjX, DjY と柱部範囲 hcX, hcY の各階柱、梁断面寸法を考慮し、各階接合部横補強筋と柱部帯筋の組数を自動的に集計することができる。



解図 11.10　鉛直段差梁付き十字形接合部での接合部範囲と柱部範囲

(10) 鉛直段差梁付き十字形および T 形接合部での接合部横補強筋およびかんざし筋

鉛直段差梁付き十字形および T 形接合部の場合、通常の十字形および T 形接合部と同様、10 章(2)(b)で規定する接合部横補強筋を配置し、鉛直段差梁付き T 形接合部には、7.2 節で規定するかんざし筋を配置するとしている。

11.2 水平段差梁付き柱梁接合部

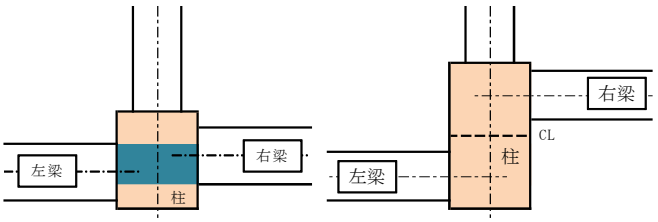
柱、梁主筋の定着設計は 11.1 節(1)、接合部せん断設計は 11.1 節(2)、接合部横補強筋およびかんざし筋は 11.1 節(3)の鉛直段差梁付き柱梁接合部に準じる。

ただし、左右または前後の梁幅が重ならない場合は、柱断面の半分と左梁および右梁からなる２つのト形接合部またはＬ形接合部として設計する。

【解説】

(1) 基本事項

左右または前後の梁材軸芯がずれる水平段差梁付き柱梁接合部は、解図 11.11 に示すように、梁幅が重なる場合と重ならない場合がある。



(a) 梁幅が重なる場合　(b)梁幅が重ならない場合

解図 11.11　水平段差付き接合部の分類

梁幅が重なる場合、柱梁接合部内に、梁主筋の一部を定着する場合と全梁主筋を定着する場合があり、これらの場合、柱、梁主筋の定着設計および接合部せん断設計は、11.1 節の鉛直段差梁付き柱梁接合部に準じて行う。

(2) 梁幅が重なる水平段差梁付き柱梁接合部

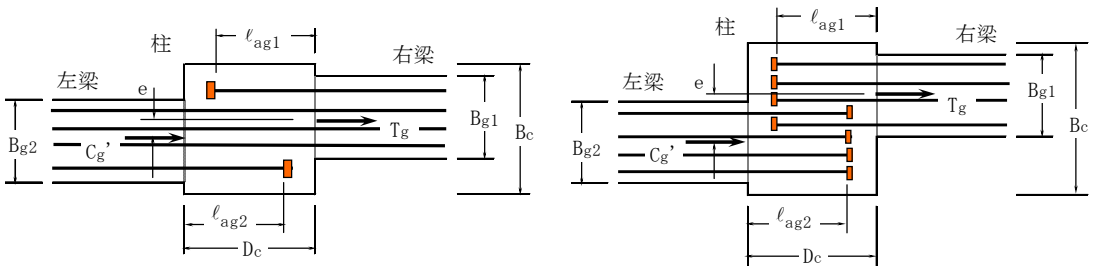
梁幅が重なる水平段差梁付き十字形接合部は式(4.1)、水平段差梁付き T 形接合部は式(4.2)によってせん断設計を行う。ただし、鉛直段差梁付き柱梁接合部と同様、接合部せん断終局耐力 Vpuh は、下記の条件を満足する場合、Djh=Dc とし、式(6.1)で算定してもよい。

- 梁幅の重なりが大きい方の梁幅の(2/3)倍以上で、梁上端筋、下端筋ともに、それぞれ梁主筋全本数Σn の半分以上は、通し筋とするか、反対側の最外縁柱主筋の外側に貫通定着または準貫通定着とした場合(解図 11.12(a))、または接合部横補強筋比を 0.3%以上とするか、7.1 節(1)を満足する接合部横補強筋を配置した場合(解図 11.12(b))

また、水平段差梁付き柱梁接合部の有効幅 bj は、式(解 11.3)で求める(解図 11.13 参照)。

$$bj = (bj1+bj2)/2 \qquad \text{(解 11.3)}$$

ここに、bj1, bj2：左右梁幅に対する有効幅



(a) 梁主筋の一部を定着する場合　　(b) 全梁主筋を定着する場合

解図 11.12　左右梁幅が重なる水平段差付き接合部

(3) 梁幅が重ならない水平段差梁付き柱梁接合部

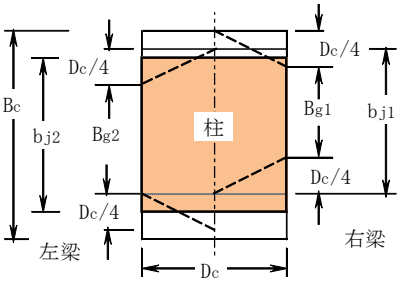
梁幅が重ならない水平段差梁付き十字形接合部は、柱断面の半分と左梁および右梁からなる２つのト形接合部として設計し、水平段差梁付き T 形接合部は、柱断面の半分と左梁および右梁からなる２つの L 形接合部として設計する(解図 11.14 参照)。

解図 11.14 の場合、左右梁の引張合力 Tg と圧縮合力 Cg'の作用位置のずれ e が生じ、柱梁接合部の偏心モーメントは、Tg=Cg'の場合には発生せず、Tg≠Cg'の場合には発生する。

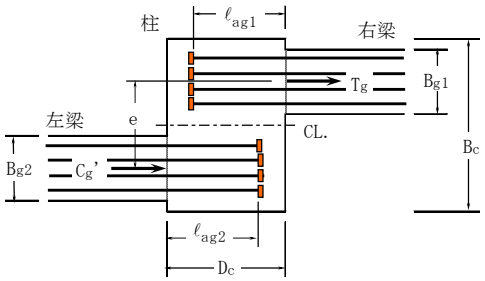
通常、偏心モーメントは直交梁やスラブに伝達され、接合部せん断終局耐力 Vpuh に影響を及ぼさない。ただし、Tg≠Cg'の場合、左右 2 つの置換ト形接合部の終局時入力せん断力が異なり、両者の間でせん断力が移行する。これらの場合、移行せん断力が生じても、柱梁接合部の断面全体が一体化されるように、接合部横補強筋を配置する必要がある((4)項 参照)。

文献※1 では、解図 11.14 の水平段差梁付き十字形接合部を２つのト形接合部として扱えば、安全側に評価されることを実験で確認している。

※1　麻生直木、石川裕次、斎藤崇、平林聖尊、花井厚周：逆対称偏心 RC 柱梁接合部の耐震性能に関する検討(その 1)、(その 2)、日本建築学会大会梗概集、構造Ⅳ、pp. 495-498, 2012. 9



解図 11.13　水平段差付きの接合部有効幅

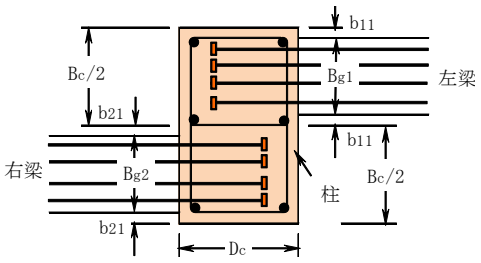


解図 11.14　梁幅が重ならない水平段差付き接合部

(4) 接合部横補強筋およびかんざし筋

水平段差梁付き十字形、T 形接合部ともに、解図 11.15 に示すように、梁幅が重ならない場合、2 つのト形接合部に対して、柱幅の半分 Bc/2×柱せい Dc の柱断面について、7.1 節(1)で規定する接合部横補強筋比 pjwh とした中子筋併用の接合部横補強筋を配置する。

また、水平段差梁付き T 形接合部の場合、7.2 節で規定するかんざし筋を配置する。



解図 11.15　扁平断面柱梁接合部の横補強筋

(5) 鉛直段差梁付きかつ水平段差梁付き接合部の接合部横補強筋比

鉛直段差梁付き、かつ、水平段差梁付き接合部の接合部横補強筋比 pjwh は、XY 方向ともに、それぞれの接合部横補強筋比 pjwh の大きい方とする。

12 章　定着スタブ付き柱梁接合部

12.1 鉛直スタブ付き柱梁接合部

(1) 鉛直スタブ付き L 形接合部

図 12.1 の鉛直スタブ付き L 形接合部のせん断設計は、(3)共通構造規定 1)～3)を満足する場合、式(4.1)による。

同式中の水平方向の終局強度設計用せん断力 Vmuh は、L 形接合部と同様、5.1.1 項または 5.1.2 項より算定し、水平方向の接合部せん断終局耐力 Vpuh は、接合部有効せい＝梁主筋定着長さ ℓ_{ag} として式(6.1)で算定する。

この場合、梁上端筋の定着長さ ℓ_{ag} は、ℓ_{ao} 以上、16db 以上かつ(3/4)Dc 以上とし、下端筋の定着長さ ℓ_{ag} は、8.3 節(2)と同様、ℓ_{ao} 以上、14db 以上かつ(3/4)Dc 以上としてもよい。ℓ_{ao} は式(8.1)の必要定着長さ、db は梁主筋呼び名の値、Dc は柱せいを示す。また、梁上端筋および下端筋の側面かぶり厚さ Cs および背面かぶり厚さ Cb は、8.1 節のト形接合部内の梁主筋定着部と同じとする。

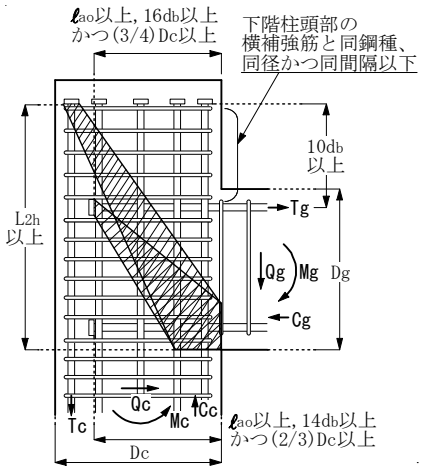


図 12.1　鉛直スタブ付き L 形接合部の配筋詳細

(2) 鉛直スタブ付き T 形接合部

鉛直スタブ付き T 形接合部のせん断設計は、(3)共通構造規定 1)～3)を満足する場合、式(4.1)による。同式中の水平方向の終局強度設計用せん断力 Vmuh は式(5.3)で算定し、水平方向の接合部せん断終局耐力 Vpuh は、十字形接合部と同様、κ_u=1.0 とし、式(6.1)で算定する。

(3) 共通構造規定

1) 柱主筋定着長さ ℓ_{ac} は、JASS 5 のフック付き定着長さ L2h 以上とし、梁上端筋中心から柱主筋定着板内面までの長さは 10db 以上とする。db は柱主筋呼び名の値を示す。

　柱主筋中心からの側面かぶり厚さ Cs は 8.2 節による。また、柱主筋定着金物のかぶり厚さは、JASS 5 の設計かぶり厚さ以上とする(4.3 節(1) 参照)。

2) 接合部横補強筋比 pjwh は、10 章(2)(b)と同様、0.3%以上とするか、7.1 節(1)の 接合部必要横補強筋比 pjwho 以上かつ 0.2%以上とする。

3) 鉛直スタブ内の横補強筋は、接合部に接続する下階の柱頭部横補強筋と同鋼種、同径かつ同間隔以下とし、鉛直スタブには、かんざし筋を配置せず、鉛直スタブの頂部にひび割れ防止用補強筋を配置する。

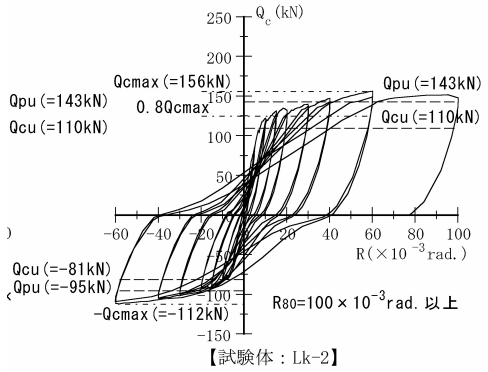
【解説】

(1) 基本事項

RC 規準 17 条 [1-1)]によると、鉛直スタブを設けた L 形接合部の場合、梁上端筋定着部は、L 形が閉じる正加力時には、図 12.1 に示すように、鉛直スタブ内の引張側出隅柱主筋定着部からの圧縮ストラットで拘束されるので、ト形接合部内の梁主筋定着部と同様の定着効果を期待できる。

これらより、鉛直スタブ付きL形接合部のせん断設計は、(3)共通構造規定1)～3)を満足する場合、式(4.1)によるとした。ただし、式(4.1)中の接合部せん断耐力 Vpuh の算定に用いる式(6.1)中の柱梁接合部の形状係数κuは6章の値とする。

鉛直スタブ付きL形接合部の実験[2-17]によると、解図12.1に示すように、鉛直スタブの効果によって、梁曲げ降伏型の安定した履歴性状を示した。これらより、12.1 節(2)では、鉛直スタブ付きT形接合部のせん断設計は式(4.1)によるとし、12.1節(3)1)では、梁上端筋中心から柱主筋定着板内面までの長さは10db以上とした(解図12.2参照)。



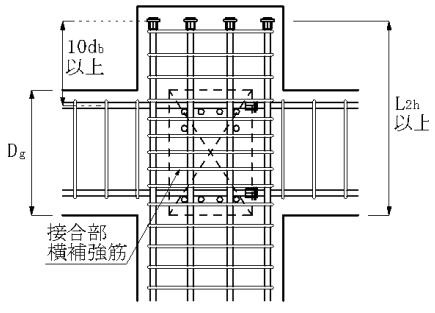
【試験体諸元】
コンクリート圧縮強度σB
：24.4N/mm²
柱主筋
：12-D19(pg=2.15%, SD390)
σy：389N/mm²
梁主筋：
上下とも
3-D19(pt=0.80%, SD345)
σy：356N/mm²

解図12.1　鉛直スタブ付きL形接合部試験体の層せん断力Qc－層形角R関係[2-17]

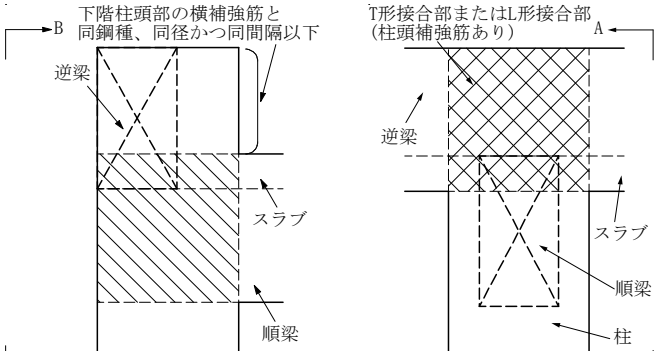
(2) 逆梁が接続する鉛直スタブ付き柱梁接合部

通常、逆梁が接続する鉛直スタブ付き柱梁接合部の場合、逆梁側は、解図12.3(b)に示すように、T形接合部として、7.1節の接合部横補強筋および7.2節のかんざし筋を配置し、逆梁下面(スラブ下面)より下部の接合部には、下階の柱頭部横補強筋と同量の横補強筋を配置する。

ただし、逆梁が接続するL形接合部およびT形接合部は直交梁付きとみなせない。また、順梁側は、同図(a)に示すように、図12.1と同様、鉛直スタブ付きL形接合部となるので、順梁上端筋は機械式直線定着としてもよい。一方、直交梁は逆梁となるので、直交梁付きとみなせない。



解図12.2 鉛直スタブ付き
T形接合部配筋詳細



(a) 順梁との接合部(A矢視)　(b) 逆梁との接合部(B矢視)
解図12.3 鉛直スタブに逆梁が接続する場合

12.2 水平スタブ付き柱梁接合部

1) 水平スタブ付き柱梁接合部は、水平スタブ鉛直断面積が柱梁接合部の見付け面積の 50%以上、かつ、水平スタブ元端柱面からの梁主筋定着長さ ℓ_{ag} が JASS5 のフック付き定着長さ L_{2h} 以上の場合、直交梁付き柱梁接合部とみなしてもよい。

2) 1)の条件を満足する場合、6 章の接合部せん断終局耐力 V_{puh}, V_{puv}、7.1 節の接合部必要横補強筋比 p_{jwho}、8.1 節、8.2 節の梁、柱主筋必要定着長さ ℓ_{ao} は、それぞれ両側直交梁付きまたは片側直交梁付きとして算定してもよい。また、上記の規定を満足する水平スタブ付き L 形接合部は、T 形接合部と同様、柱曲げ降伏型としてもよい。

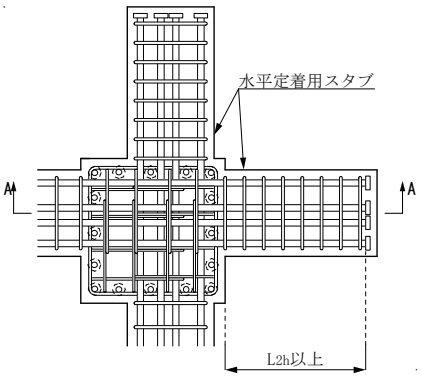
3) 水平スタブ内の横補強筋は、隣接梁の横補強筋と同鋼種、同径、同間隔以下とし、水平スタブ付き L 形および T 形接合部の柱頭部には、7.2 節のかんざし筋を配置する。

【解説】

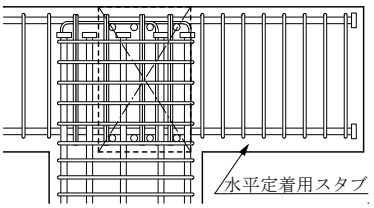
12.2 節 1)の規定を満足する水平スタブ付き柱梁接合部は、既往実験[2-4)]によると、水平スタブ元端柱面で梁上端筋が引張降伏しても、水平スタブ内で梁上端筋の定着耐力が確保されるので、直交梁付き柱梁接合部とみなしてもよいとした。

また、両側直交梁付き、片側直交梁付き、直交梁なしのト形、T 形、L 形接合部の実験結果[2-2),2-4)]を基に、6 章の接合部せん断終局耐力 V_{puh}, V_{puv}、7.1 節の接合部必要横補強筋比 p_{jwho}、8.1 節、8.2 節の梁、柱主筋必要定着長さ ℓ_{ao} は、それぞれ両側直交梁付きまたは片側直交梁付きとして算定してもよいとした。

解図 12.5 に、水平スタブ付き L 形接合部の配筋詳細例を示す。この場合、XY 方向ともに、両側直交梁付き L 形接合部とみなすことができる。



(水平断面)



(A-A 断面)

(注) 1) 梁幅は柱幅の 1/2 倍以上とする。
2) L_{2h} は JASS 5 のフック付き定着長さを示す。

解図 12.5　水平スタブ付き L 形接合部の配筋詳細例

13 章　特殊な柱梁接合部および主筋定着部

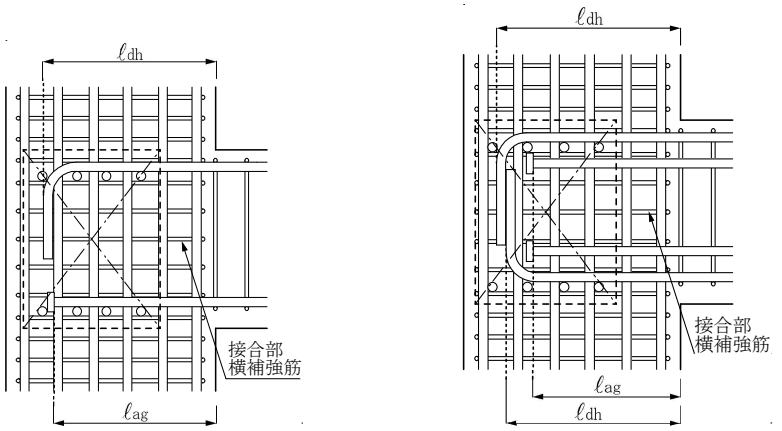
13.1 機械式と折曲げ梁主筋定着部を混用した柱梁接合部

機械式と折曲げ梁主筋定着部を混用した柱梁接合部は、両者の定着長さを考慮した接合部有効せい D_{jh} を用い、式(6.1)で算定した接合部せん断終局耐力 V_{puh} に対し、式(4.1)を満足するように設計する。

【解説】

文献 2-2)の実験によると、梁主筋折曲げ定着のト形接合部は、折曲げ定着の投影定着長さ ℓ_{dh} と同じ定着長さ ℓ_{ag} とした機械式定着のト形接合部と同等の構造性能が確保される。

これらより、梁主筋を折曲げ定着と機械式定着を混用する場合、機械式定着の 7.1 節と 8.1 節の規定を満足すれば、解図 13.1(a)の場合、上端筋の投影定着長さ ℓ_{dh} と下端筋の定着長さ ℓ_{ag} の小さい方として、式(6.4)の接合部有効せい D_{jh} を求めればよい。



(a)下端筋のみ機械式定着の場合　　(b)2 段筋のみ機械式定着の場合

解図 13.1　機械式定着と折曲げ定着を混用したト形接合部

13.2 上階柱絞り柱梁接合部

(1) 柱主筋を曲げ通し筋とする上階柱絞り接合部

絞り寸法 e≦梁せい Dg/6、かつ、150mm 以下の柱主筋を曲げ通し筋とする図 13.1 の上階柱絞り ト形接合部の場合、接合部有効せい Djh を梁上下主筋定着長さ(ℓ_{ag1},ℓ_{ag2})の平均値とし、式(4.1)を満足するとともに、柱主筋折曲げ勾配の水平分力に抵抗する措置を講じる。また、梁主筋定着部は 8.1 節によることとし、十字形接合部の有効せい Djh は 11.1 節(2)(c)に準じて定める。

(2) 柱主筋を曲げ通し筋としない上階柱絞り ト形接合部

1) 上階柱せい Dc2≧最小せい Lao、かつ、柱梁主筋外定着方式編 4.1 節の定着部拘束筋を下階柱主筋定着部に配置し、また下階柱主筋定着長さℓ_{ac}はフック付き定着長さ L2h 以上とし、上階柱主筋定着長さℓ_{ac}は直線定着長さ L2 以上かつ梁下面から 15db 以上とする。db：柱主筋呼び名の値、Lao＝式(8.1)の梁上端筋必要定着長さℓ_{go}＋8.1 節(2)の最小背面かぶり厚さ Cb
2) 梁下端筋と上端筋定着長さℓ_{ag1}、ℓ_{ag2}は、下階柱側の梁端仕口面を定着起点に対して、式(8.1)の必要定着長さℓ_{ao}以上、12db 以上、(3/4)Dc1 以上とし、8.1 節(2)の構造規定による。Dc1：下階柱せい、db：梁主筋呼び名の値
3) 4.1 節(1)の接合部耐力余裕度 λp=Vpuh/Vmuh≧1.1 とし、1)項と 2)項の規定を満足する場合、上階柱絞り ト形接合部は、柱主筋を曲げ通し筋としなくてもよい。

(3) 上階柱絞り接合部の共通事項

1) 上階柱絞り接合部の場合、接合部横補強筋比 pjwh は、10 章(2)(b)と同様、0.3%以上とするか、接合部必要横補強筋比 pjwho 以上かつ 0.2%以上とし、接合部横補強筋鋼種は、当該接合部の下階柱横補強筋鋼種と同じとする。また、柱主筋定着部は 8.2 節によるとし、7.2 節に準じ、絞り部の梁上端にかんざし筋を配置する。
2) 図 13.2 に示すように、上階柱絞り接合部の場合、接合部横補強筋寸法を下階柱横補強筋寸法と同じにすれば、接合部有効せい Djh は下階柱せい Dc1 としてもよい。
3) 上階柱絞り ト形接合部の場合、柱主筋を下階まで連続させるか、下階柱主筋定着部と上階柱主筋定着部をあき重ね継手(継手長さ：L1、あき寸法：0.2L1 かつ 150mm 以下)[1-1),1-5)]とする。ただし、あき重ね継手柱主筋の呼び名は D32 以下とする。
4) ピロティ柱と接続するピロティ柱梁接合部は、技術基準解説書 付録 1-6「ピロティ形式の建築物に対する耐震設計上の留意点」で柱主筋定着部に関連する制限柱軸力を満足しなければならない。

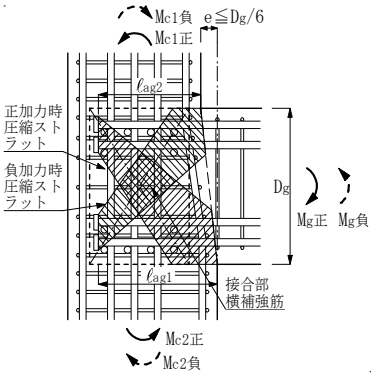


図 13.1 上階柱絞り ト形接合部

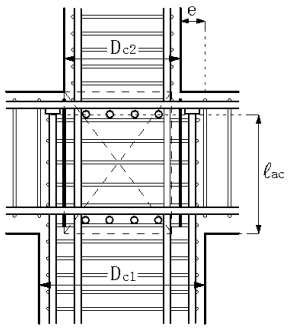


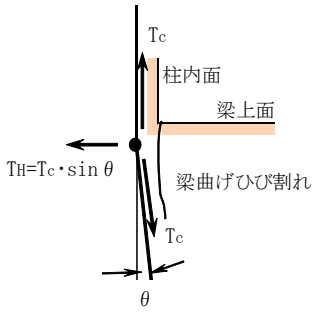
図 13.2 下階柱せい部が接合部コアの場合

【解説】

(1) 柱主筋を曲げ通し筋とする上階柱絞り接合部

13.2 節(1)では、図 13.1 に示すように、RC 配筋指針[1-5]と同様、絞り寸法 e≦梁せい Dg/6 かつ 150mm 以下の柱主筋を曲げ通し筋とする上階柱絞りト形接合部の場合、正負繰返し水平荷重による接合部ストラット範囲を考慮し、接合部有効せい Djh は梁上下主筋の定着長さの平均値とした。

また、解図 13.2 に示すように、柱主筋折曲げ部近傍の梁上面の曲げひび割れ発生に伴う柱主筋引張力 Tc に対して、柱主筋折曲げ勾配の水平分力(引張力)TH に抵抗するように、柱部に 2 重巻き横補強筋などを配置する。



解図 13.2 柱主筋折曲げ部の横補強筋に作用する引張力 TH

(2) 柱主筋を曲げ通し筋としないト形接合部

1) 解図 13.3(a),(b)は、13.2 節(2)1)より Dc2≧Lao とし、柱主筋を曲げ通し筋としないト形接合部であり、柱梁主筋外定着方式編 4.1 節より、下階柱主筋定着部に定着部拘束筋を配置している。

Lao＝式(8.1)の梁上端筋必要定着長さℓgo(解表 13.1)＋8.1 節(3)の最小背面かぶり厚さ Cb

解表 13.1 上階柱最小せい Lao

Fc (N/mm²)	SD 345	SD 390	SD 490
21	18db	22db	－
24～27	16db	19db	24db
30～36		16db	18db
39～45			16db
48～60			

（注） 上表のLao＝解表8.1(b)の必要定着長さℓao+SABTEC指針8.1節(3)の背面かぶり厚さCb、db：梁主筋呼び名の値

2) 解図 13.3(b)の内面合せの場合、8.2 節と同様、柱主筋定着金物の背面かぶり厚さを JASS 5 の設計かぶり厚さとし、外面側最外縁の柱主筋定着長さℓac を決定する。

3) 解図 13.3(b)の梁主筋定着長さℓagX,ℓagY は、上下主筋ともに、下階柱側の梁端仕口面を定着起点とし、必要定着長さℓao 以上、12db 以上、(3/4)Dc1 以上とするとともに、上階柱主筋を下階まで連続させるか、あき重ね継手(継手長さ：L1、あき寸法：0.2L1 かつ 150mm 以下)[1-1),1-5)]としている。ただし、あき重ね継手柱主筋の呼び名は D32 以下とする。

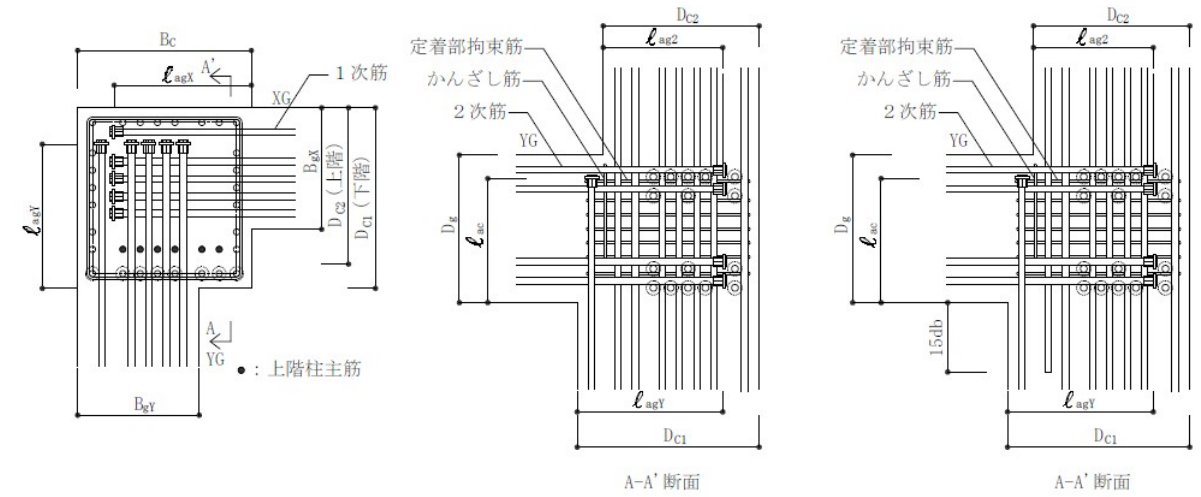
4) 解図 13.4 では、絞り寸法 e＞梁せい Dg/6 でも、Dc2≧Lao かつ上階柱主筋の定着長さℓac を梁下面から 15db とするとともに、下階柱主筋の定着長さℓac がフック付き定着長さ L2h 以上とし、下階柱主筋定着部に定着部拘束筋を配置することで、柱主筋を曲げ通し筋としていない。

5) 桁行、張間方向とも、絞り寸法 ex,ey の隅柱の上階柱絞り接合部では、配筋詳細に注意する。

(3) 上階柱絞り接合部の共通事項

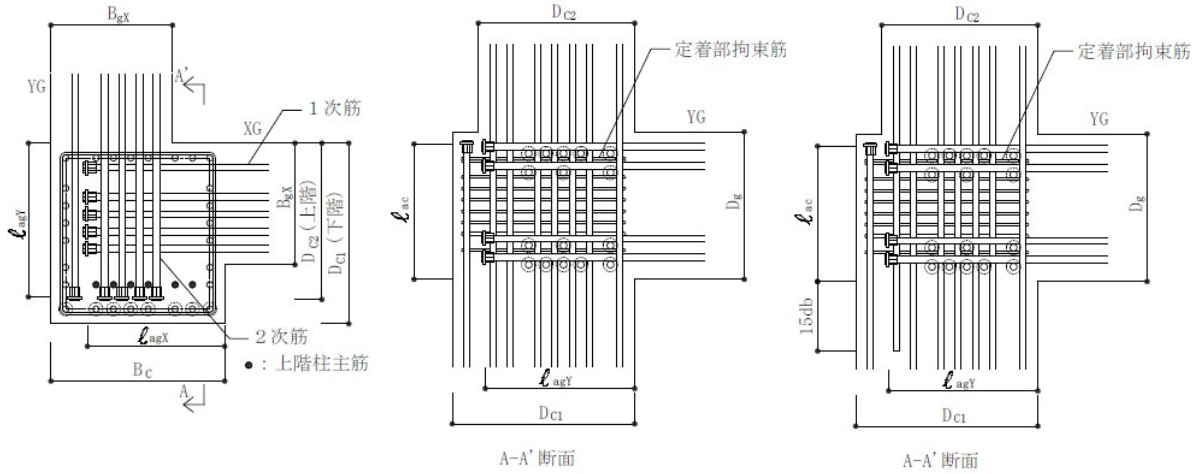
13.2 節(3)1)では、10 章(2)(b)の置換え方式と同様、上階柱絞り接合部の接合部横補強筋比 pjwh は、0.3%以上とするか、接合部必要横補強筋比 pjwho 以上かつ 0.2%以上とし、上階柱絞りト形接合部実験※を基に、接合部横補強筋鋼種は、当該接合部の下階柱横補強筋鋼種と同じとした。また、上階柱絞り接合部の場合、接合部横補強筋寸法を下階柱横補強筋寸法と同じにすれば、接合部有効せい Djh は下階柱せい Dc1 としてもよいとした。

※ (付録)設計指針関連資料(5)上階柱絞りト形接合部実験



（上階柱主筋が下階まで連続）　　（直線重ね継手長さ L1 以上）

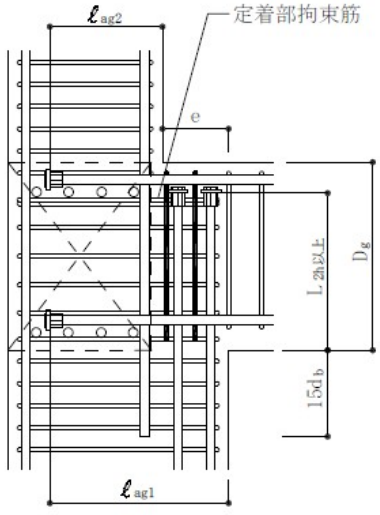
(a) 外面合わせの場合



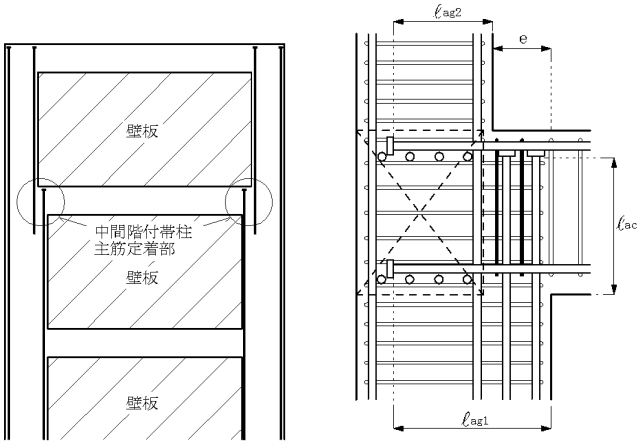
（上階柱主筋が下階まで連続）　　（直線重ね継手長さ L1 以上）

(b) 内面合わせの場合

解図 13.3 柱主筋を曲げ通し筋としない上階柱絞り ト形接合部配筋詳細(Dc2≧Lao の場合)



解図 13.4 絞り寸法 e＞梁せい Dg/6



解図 13.5 耐震壁架構付帯柱主筋定着部

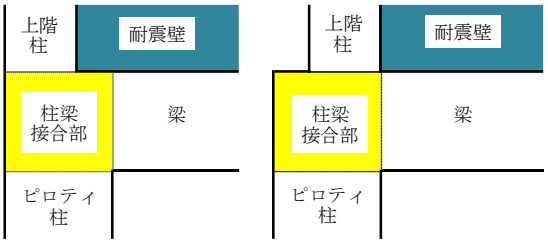
(4) 耐震壁架構中間階の付帯柱主筋定着長さ

耐震壁架構中間階の付帯柱主筋定着部の応力状態は、純ラーメン架構よりも緩和されると考えられるので、8.2 節と同様、付帯柱主筋の定着長さℓac は式(8.1)の必要定着長さℓao 以上、12db 以上かつ(3/4)Dg 以上とし、付帯柱主筋の定着金物の背面かぶり厚さは、JASS 5 の設計かぶり厚さを満足すればよいとした。また、上階柱主筋の定着長さは、RC 配筋指針 9.3 節 [1-5]に準じ、直線定着長さ L2 以上かつ付帯梁下面から 15db とした（解図 13.5(a) 参照)。

(5) ピロティ柱梁接合部

(a) 基本事項

RC 計算規準 17 条の解説では、解図 13.6 のピロティ柱梁接合部の場合、柱梁主筋定着部は、解図 13.7 に示すように、耐震壁脚部に剛強な梁を設け、柱主筋定着長さをできるだけ長くし、圧縮ストラットを介して耐震壁脚部梁下端筋定着部の引張力を伝達可能な配筋詳細とするとしている※1。

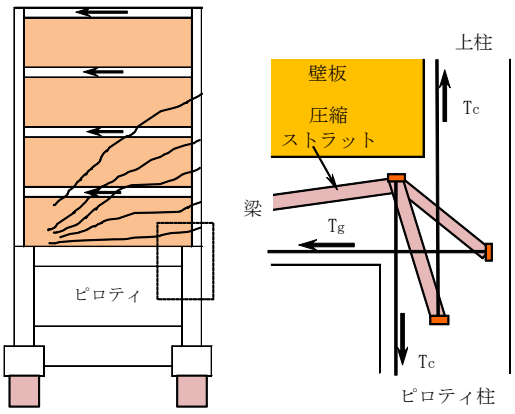


解図 13.6 ピロティ柱梁接合部

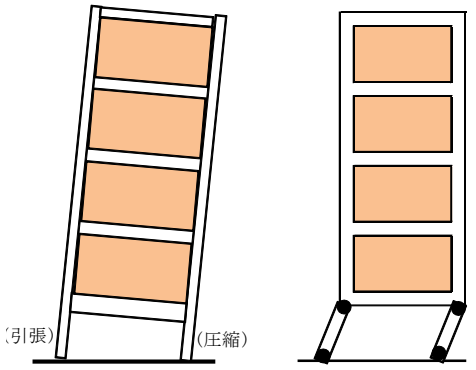
一方、技術基準解説書 付録 1-6「ピロティ形式の建築物に対する耐震設計上の留意点」では、ピロティ階の崩壊機構は、解図 13.8 に示すように、(a)全体曲げ崩壊型と(b)曲げ降伏による層崩壊型を想定している※2。また、技術基準解説書 付録 1-6「ピロティ形式の建築物に対する耐震設計上の留意点」では、ピロティ柱梁接合部の場合、崩壊メカニズム時柱軸力を(0.75Nmin≦N≦0.55Nmax)に制限している。Nmax は柱圧縮軸耐力、Nmin は柱引張軸耐力を示す。一貫構造計算プログラムでは、ピロティ柱梁接合部の場合、技術基準解説書 付録 1-6 柱主筋定着部に関連する制限柱軸力を満足することを確認している。

「ピロティ柱梁接合部関連の文献」

※1 花井伸明、後藤康明、市之瀬敏勝:断面が急変するピロティ柱梁接合部における柱主筋の定着性状、日本建築学会技術報告集、第 15 巻、第 29 号、pp. 143-146, 2009.2
※2 小谷剛、勅使河原正臣、市之瀬敏勝ほか 4 名：RC ピロティ柱梁接合部の強度と変形性能、その 1～その 3、日本建築学会大会梗概集、構造Ⅳ、pp. 13-24, 2011.8



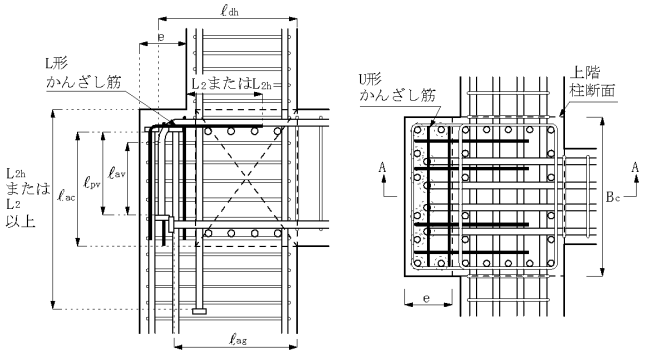
(a) ピロティ骨組　(b) 柱、梁主筋定着部
解図 13.7 ピロティ骨組の柱、梁主筋定着部



(a) 全体曲げ　(b) 曲げ降伏による層崩壊
解図 13.8 ピロティ構面の崩壊機構

(b) 柱内面合わせト形ピロティ接合部

解図 13.9 の柱内面合わせト形ピロティ接合部では、梁上端筋折曲げ定着とし、柱外面側の下階柱主筋定着長さℓ_{ac}を RC 配筋指針 [1-5)] のフック付き定着長さ L2h 以上としている。



(A-A 断面)　　(水平断面)

解図 13.9　柱内面合せピロティ柱梁接合部

同図の場合、梁折曲げ定着部と隣接する下階柱主筋定着部間の水平距離を重ね長さの 0.2 倍以下かつ 150mm 以下のあき重ね継手 [1-5)] とすることで、梁上端筋の定着耐力を期待し、10 章(2)(b)の接合部横補強筋比 pjwh を確保するとともに、柱絞り部梁上端に、7.2 節で規定するかんざし筋を配置している。

(c) 柱主筋外定着方式・ト形ピロティ接合部

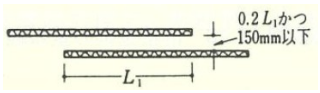
1) 解図 13.10(a),(b)は、解図 13.3 の上階柱絞りト形接合部配筋詳細を応用した柱主筋外定着方式・ト形ピロティ接合部配筋詳細であり、外面、内面合わせともに、13.2 節(2)1)の柱主筋定着部とし、下階柱主筋定着部に柱梁主筋外定着方式編 4.1 節の定着部拘束筋を配置している。

　この場合、上階柱主筋は下階まで連続させるか、下階柱主筋定着部と上階柱主筋定着部をあき重ね継手長さ L1(あき寸法：0.2L1 かつ 150mm 以下) [1-5)] としている。ただし、あき重ね継手柱主筋の呼び名は D32 以下とする。

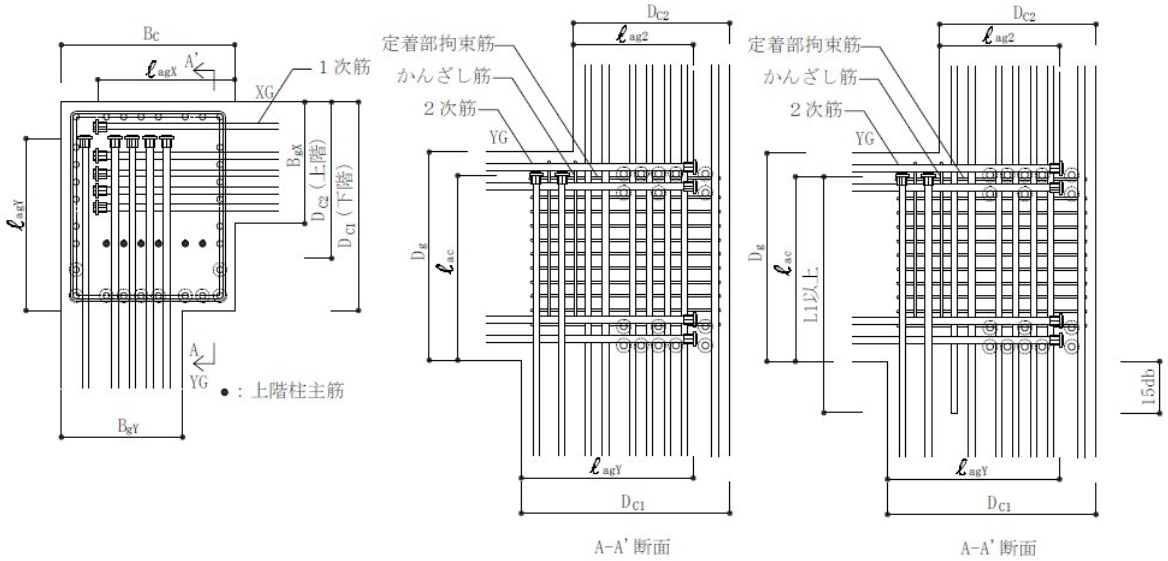
2) 解図 13.10(a)の外面合わせト形ピロティ接合部の梁上端筋飲み込み部には、梁あばら筋と同径で、1 組の本数が同本数、かつ、間隔 100mm 以下の SD295～SD390 のかんざし筋を配置し、7.2 節(2)と同様、かんざし筋足部の全長 Ld は、梁下端筋の下部までの長さと 40d(d：かんざし筋呼び名の値)の小さい方としている。

　解図 13.10(b)の内面合わせト形ピロティ接合部の場合、柱主筋定着金物の背面かぶり厚さを JASS 5 の設計かぶり厚さとし、外面最外縁側の柱主筋定着長さℓ_{ac}を 8.2 節より決定する。

3) ト形ピロティ接合部のせん断破壊防止の観点より、11.1 節の解説(9)に示すように、接合部横補強筋比と柱部帯筋比の大小関係を考慮した範囲に、それぞれ接合部横補強筋とピロティ柱部帯筋量を配置する。

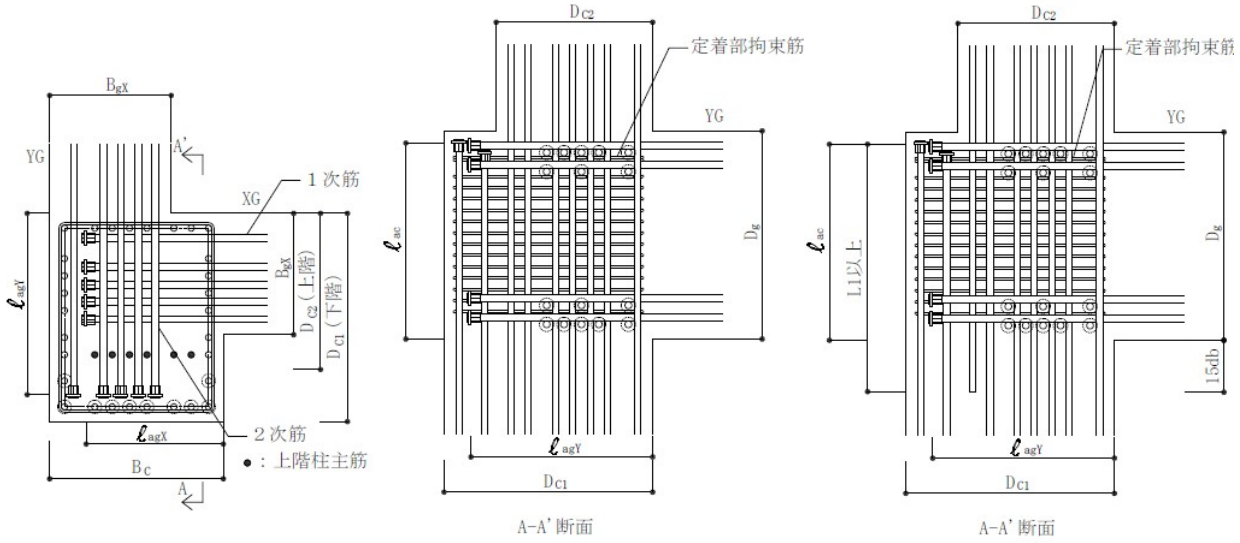


（あき重ね継手 [1-1),1-5)]）



（上階柱主筋が下階まで連続）　（直線重ね継手長さ L1 以上）

(a) 外面合わせの場合



（上階柱主筋が下階まで連続）　（直線重ね継手長さ L1 以上）

(b)　内面合わせの場合

解図 13.10　柱主筋外定着方式・ト形ピロティ接合部配筋詳細(Dc2≧Lao の場合)

(6) 柱主筋を曲げ通し筋としない上階柱絞りト形接合部の設計例

(a) 設計例 1A と 1B

設計例 1A,1B は、解図 13.3(b)と同様の柱主筋を曲げ通し筋としない柱内面合せ上階柱絞りト形接合部であり、下階柱せいは上階柱せいよりも 150mm 大きく、下階柱主筋列数は上階柱主筋列数よりも 1 列多く、解表 13.2 に示すように、柱梁主筋外定着方式編 4.1 節の定着部拘束筋より、定着部拘束筋への引張力伝達係数 γ_{Hco} と γ_{Hgo} を求めている。この場合、柱、梁主筋の鋼種は SD390 または SD490、上階柱主筋の引張側主筋本数は 8 本とし、定着部拘束筋は、設計例 1A では 2-D13-2 組(SD345)、設計例 1B では 2-D13-2 組(SD390)としている。

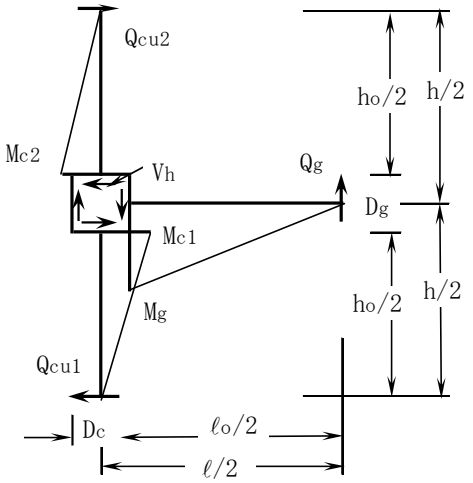
また、解表 13.2 では、④柱絞り e の値によって STAGE1～STAGE4 を判別し、e＞Dg/6、e＞150mm の STAGE4 をピロティ接合部とみなし、STAGE4 以外の場合、γ_{Hco}≧0.2 の時 OK、STAGE4 の場合、γ_{Hco}≧0.2 かつ γ_{Hgo}≧0.15 の時 OK と判定している。

STAGE1：e≦Dg/6、e≦150mm の場合、STAGE2：e＞Dg/6、e≦150mm の場合

STAGE3：e≦Dg/6、e＞150mm の場合、STAGE4：e＞Dg/6、e＞150mm の場合

(b) 設計例 2A と 2B

設計例 2A と 2B は、解図 13.10(b)と同様、柱主筋を曲げ通し筋としない柱主筋外定着方式・柱内面合せト形ピロティ接合部であり、下階柱せいが上階柱せいよりも 250mm 大きく、下階柱主筋列数が上階柱主筋列数よりも 2 列多く、解表 13.2 に示すように、柱主筋外定着編 2 章(2)1),2)に従い、定着部拘束筋への引張力伝達係数 γ_{Hco} と γ_{Hgo} を求めている。本設計例では、定着部拘束筋は、設計例 2A では 4-D13-3 組(SD390)、設計例 2B では 4-D13-3 組(SD490)とし、アスペクト比 ξ =Dg/Dc1=850/1250=0.68 としている。



解図 13.11　上階柱絞りト形接合部

一方、アスペクト比 ξ≧1.3 の場合、5.2 節(2)より、接合部せん断耐力低減係数 γ_E の影響を考慮し、接合部必要横補強筋比倍率 pjwh/pjwho≧1 となることを確認する。

また、解表 13.2 の検定では、安全側に柱軸力を 0 とし、5.1.1 項の式(5.10)の柱曲げ耐力と式(5.11)の梁曲げ耐力を用い、柱曲げ耐力時柱せん断力 cQcu と梁曲げ耐力時柱せん断力 cQgu を算定している(解図 13.11 参照)。

以下に、解表 13.2 中の主な記号の定義を示す。

T_{cy}= act・σ_{cy}/(cQcu/cQgu)：引張側柱主筋の引張力

act, σ_{cy}：上階柱主筋の断面積と降伏強度、cQcu/cQgu：柱梁耐力比

T_{gy}= at・σ_{gy}：梁上端筋の降伏引張力、at, σ_{gy}：梁上端筋の断面積と降伏強度

T_{Hy}= AH・σ_{Hy}：定着部拘束筋の降伏引張力、AH, σ_{Hy}：定着部拘束筋の断面積と降伏強度

γ_{Hco}=T_{Hy}/T_{cy}, γ_{Hgo}=T_{Hy}/T_{gy}：定着部拘束筋への引張力伝達係数

解表 13.2 上階柱絞り下形接合部の検定結果

設計例		1A	1B	2A	2B
階高	h(mm)	3000	3000	3000	3000
スパン長	ℓ(mm)	8000	8000	8000	8000
① 上階コンクリート強度	F_{c2}(N/mm^2)	36	36	36	36
②下階コンクリート強度	F_{c1}(N/mm^2)	36	36	36	36
上階柱断面寸法	B_{c2}(mm)	900	900	900	900
	D_{c2}(mm)	850	850	1000	1000
上階柱主筋	σ_{sy2}(N/mm^2)	390	490	390	490
	呼び名の値	32	32	32	32
	n_{g2}(本)	24	24	26	26
	n_{t2}(本)	8	8	8	8
上階柱等価降伏引張力	T_{cye2}(kN)	3716	4669	4026	5058
上階柱曲げ耐力	M_{cu2}(kN・m)	2527	3175	3220	4046
下階柱断面寸法	B_{c1}(mm)	900	900	900	900
	D_{c1}(mm)	1000	1000	1250	1250
下階柱主筋	σ_{sy1}(N/mm^2)	390	490	390	490
	呼び名の値	32	32	32	32
	n_{g1}(本)	28	28	30	30
	n_{t1}(本)	8	8	8	8
下階柱主筋降伏引張力	T_{cy1}(kN)	855	855	676	676
下階柱等価降伏引張力	T_{cye1}(kN)	4335	5447	4645	5836
下階柱曲げ耐力	M_{cu1}(kN・m)	3468	4357	4645	5836
柱曲げ耐力時柱せん断力	$_cQ_{cu}$(kN)	2788	3503	3658	4596
	$_cQ_{cu}/_cQ_{gu}$	2.90	3.64	3.66	4.60
③梁断面寸法	B_g(mm)	600	600	600	600
	D_g(mm)	850	850	850	850
	d_g(mm)	743	743	743	743
	j_{tg}(mm)	650	650	650	650
④上階柱絞り (e=Dc1-Dc2)	e(mm)	150	150	250	250
	e/Dg	0.18	0.18	0.29	0.29
	判別	STAGE2	STAGE2	STAGE4	STAGE4
⑤ 上階柱最小せいLao	Lao(mm)	576	576	576	576
	Dc2/Lao	1.48	1.48	1.74	1.74
	判定	OK	OK	OK	OK
⑥ 梁主筋定着長さ	ℓ_{ag}(mm)	800	800	1100	1100
	ℓ_{ag}/D_{c1}	0.80	0.80	0.88	0.88
	判定	OK	OK	OK	OK
梁主筋	σ_{gy}(N/mm^2)	490	490	490	490
	呼び名の値	32	32	32	32
	nt(本)	10	10	10	10
梁曲げ耐力	T_{gy}(kN)	3891	3891	3891	3891
	M_{gu}(kN・m)	2528	2528	2528	2528
	$_cQ_{gu}$(kN)	963	963	999	999
⑦ 定着部拘束筋	σ_{hy}(N/mm^2)	345	390	390	490
	呼び名の値	13	13	13	13
	nh(本)	4	4	12	12
	T_{Hy}(kN)	175	198	594	747
⑧引張力伝達係数	γ_{Hco}	0.20	0.23	0.88	1.10
	γ_{Hgo}	0.05	0.05	0.15	0.19
	判定	OK	OK	OK	OK

【入力上の注意点】

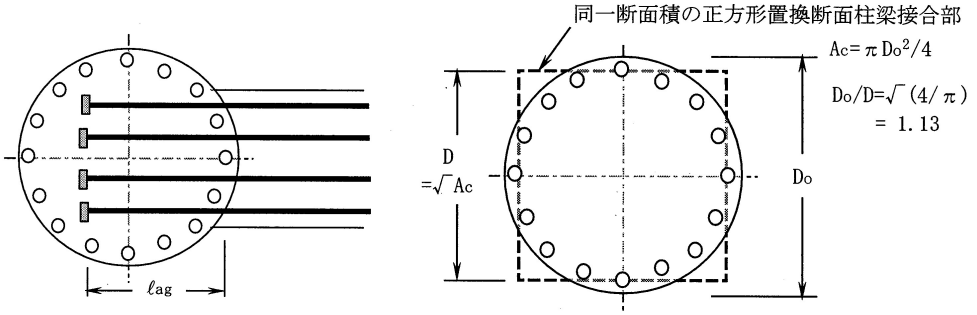
F_{c2}：上階柱コンクリート設計基準強度
F_{c1}：下階柱コンクリート設計基準強度
B_{c2}：上階柱幅
D_{c2}：上階柱せい
σ_{sy2}：上階柱主筋の規格降伏点
呼び名の値に対して、鉄筋公称断面積を自動的に選定する
n_{g2}：上階柱主筋の全本数
n_{t2}：上階柱引張主筋の本数
$T_{cye2}=\sigma_{sy2}\cdot a_{t2}+T_{cn2}/2$，$T_{cn2}=\sigma_{sy2}\cdot a_{n2}$，$a_{n2}=a_{g2}-2a_{t2}$
$M_{cu2}=(T_{cye2}+N/2)\cdot j_{tco2}$，N=0：柱軸力、
$j_{tco2}=0.8D_{c2}$：最外縁柱主筋間距離、D_{c2}：上階柱せい
B_{c1}：下階柱幅
D_{c1}：下階柱せい
σ_{sy1}：下階柱主筋の規格降伏点
呼び名の値に対して、鉄筋公称断面積を自動的に選定する
n_{g1}：下階柱主筋の全本数
n_{t1}：下階柱引張主筋の本数
$T_{cy1}=\sigma_{sy1}\cdot a_{t1}/(_cQ_{cu}/_cQ_{gu})$
$T_{cye1}=\sigma_{sy1}\cdot a_{t1}+T_{cn1}/2$，$T_{cn1}=\sigma_{sy1}\cdot a_{n1}$，$a_{n1}=a_{g1}-2a_{t1}$
$M_{cu1}=(T_{cye1}+N/2)\cdot j_{tco1}$，N=0：柱軸力、
$j_{tco1}=0.8D_{c1}$：最外縁柱主筋間距離、D_{c1}：下階柱せい
$_cQ_{cu}=(M_{cu1}+M_{cu2})/h_o$，$h_o=h-D_g$：柱内法高さ
$_cQ_{gu}$：梁曲げ耐力時柱せん断力
B_g：梁幅
D_g：梁せい
d_g：梁有効せい
$j_{tg}=(7/8)\cdot d_g$：梁応力中心距離
STAGE1：e≦150mm，e≦Dg/6、STAGE2：e≦150mm，e>Dg/6
STAGE3：e>150mm，e≦Dg/6、STAGE4：e>150mm，e>Dg/6
Lao：上階柱最小せい(解表13.1)
Dc2/Lao≧1.0の時OK
ℓ_{ag}：梁主筋の定着長さ
ℓ_{ag}/D_{c1}≧0.75かつℓ_{ag}/D_{c1}≦1.0の時OK
σ_{gy}：梁主筋の規格降伏点
呼び名の値に対して、鉄筋公称断面積を自動的に選定する
nt：梁引張主筋の全本数
$T_{gy}=\sigma_{gy}\cdot n_t\cdot a_{go}$：梁主筋引張力、$a_{go}$：梁主筋1本断面積
$M_{gu}=T_{gy}\cdot j_{tg}$
$_cQ_{gu}=(M_{gu}/\ell_o)\cdot(\ell/h)$：梁曲げ耐力時柱せん断力
$\ell_o=\ell-D_{c1}$：梁内法スパン長
σ_{hy}：定着部拘束筋の規格降伏点
呼び名の値に対して、鉄筋公称断面積を自動的に選定する
nh：定着部拘束筋の全足本数
$T_{Hy}=\sigma_{hy}\cdot n_h\cdot a_{ho}$：定着部拘束筋の降伏引張力
$\gamma_{Hco}=T_{Hy}/T_{cy1}$
$\gamma_{Hgo}=T_{Hy}/T_{gy}$
STAGE4以外：γ_{Hco}≧0.2の時OK
STAGE4：γ_{Hco}≧0.2かつγ_{Hgo}≧0.15の時OK

13.3 円形断面柱梁接合部

1) 円形断面柱梁接合部の場合、断面積が等しい正方形置換断面柱梁接合部とし、式(4.1)または式(4.2)を満足することを確認する。この場合、終局強度設計用せん断力 Vmuh は 5.1 節、せん断終局耐力 Vpuh は 6 章に準じて算定する。

2) 円形断面柱梁接合部横補強筋は 7.1 節に準じ、正方形置換断面柱梁接合部に対して定める。

3) 円形断面柱梁接合部内の梁主筋定着部は、円形断面柱面を定着起点とし、8.1 節に準じて設計する。



(a) 梁主筋定着長さ ℓ_{ag} の定義　(b) 接合部せん断耐力算定用断面

図 13.3　円形断面柱梁接合部の取扱い

【解説】

技術基準解説書 [1-9)] では、RC 円形断面柱の曲げ終局耐力は、断面積が等しい正方形置換断面柱として算定してもよいとしている(図 13.3)。文献※1 によると、RC 円形断面柱のせん断終局耐力は正方形置換断面柱とし、下式の置換横補強筋比 pwe を用い、荒川 mean 式によれば、正方形断面柱と同様の推定精度で評価できるとしている。13.3 節 1),2)はこの点を踏まえて定めた。

$$pwe = aw/(D \cdot s) \qquad (解\ 13.1)$$

ここに、aw：横補強筋 1 組の断面積、s：横補強筋の間隔、D：正方形置換断面柱の幅(=せい)

13.3 節 3)は、円形断面柱梁接合部の場合、図 13.3(a)に示すように、梁中心軸より離れるほど、梁主筋定着長さが短くなることを踏まえて定めた。この場合、柱主筋間隔の投影寸法が小さくなることに注意する必要がある。

円形断面柱梁接合部の配筋詳細に関して、文献※2 では、水平面内で梁主筋を 120° 曲げ通し筋として円形断面柱と接続する柱梁接合部に、キャピタル部およびリング筋と称する横拘束筋を配置した十字形接合部について、梁曲げ降伏後の変形性能が確保されることを確認している。なお、梁主筋が定着される RC ト形円形断面柱梁接合部の実験研究は、現在のところ見当たらない。

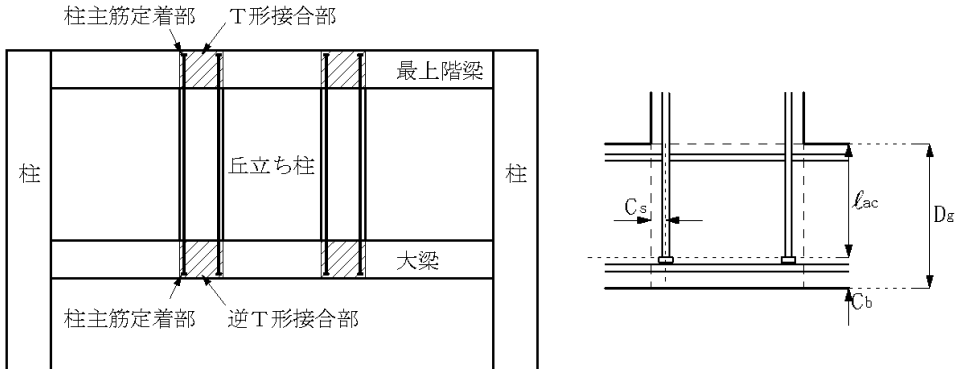
「RC 円形断面柱・梁接合部関連の参考文献」

※1 大宮幸、香取慶一、林静雄：鉄筋コンクリート円形断面部材のせん断終局強度算定式、日本コンクリート工学年次論文集、Vol.25, No.2、pp.1063-1068, 2003.

※2 森田司郎、石塚秀教、服部正、岡部富雄、勝丸文彦：正三角形グリッド状 RC 架構の柱・梁接合部配筋法についての実験、日本建築学会大会梗概集、構造、pp.1805-1808,1983.9

13.4　丘立ち柱が接続する逆 T 形接合部

丘立ち柱が接続する逆 T 形接合部の場合、図 13.4 に示すように、最上階の T 形接合部と同様、10 章(2)(b)の接合部横補強筋および 10 章(2)(c)のかんざし筋を配置し、式(4.2)を満足すること、ならびに 8.2 節の柱主筋定着部の規定を満足することを確認する。



(a)軸組図　　(b)柱、梁主筋定着詳細

図 13.4　丘立ち柱が接続する逆 T 形接合部

【解説】

図 13.4 に示すように、大梁のスパン中間部に配置された丘立ち柱と大梁からなる逆 T 形接合部は、最上階 T 形接合部の応力状態との類似性より、式(4.2)の設計条件を満足することを確認した上で、柱主筋定着部は 8.2 節に準じて設計し、7.1 節の接合部横補強筋および 7.2 節のかんざし筋を配置するとした。

丘立ち柱が存在するラーメン架構の応力状態は、整形なラーメン架構と異なり、5.1.1 項の解説(2)で示した部分架構モデルのように、柱反曲点位置が階高中央、また梁反曲点位置がスパン中央からそれぞれ大きく離れる恐れがある。そのような場合、一貫構造計算プログラムで逆 T 形接合部のせん断検定を行い、10 章(2)の構造規定を満足することを確認すればよい。

一方、丘立ち柱が接続する下部梁では、通常、丘立ち柱の長期軸力として伝達されるせん断力が付加されるので、同梁の幅は丘立ち柱の幅よりも大きい。この場合、接合部配筋詳細は、14.2 節の解説の基礎配筋詳細例(ⅱ)または柱梁主筋外定着方式編 6.2 節(1)の基礎梁幅が柱幅よりも大きい場合の配筋詳細に準じればよい。

14 章　最下階柱基礎梁接合部

14.1 接合部せん断設計

1) 最下階柱基礎梁接合部の場合、分離モデルによる弾塑性増分解析結果より、式(4.1)を満足することを確認する。ただし、杭基礎の場合、終局強度設計用せん断力 Vmuh は、杭の曲げ戻しを考慮したト形接合部では式(5.13)、十字形接合部では式(5.14)で算定し、柱梁接合部のせん断終局耐力 Vpuh は式(6.1)で算定する。

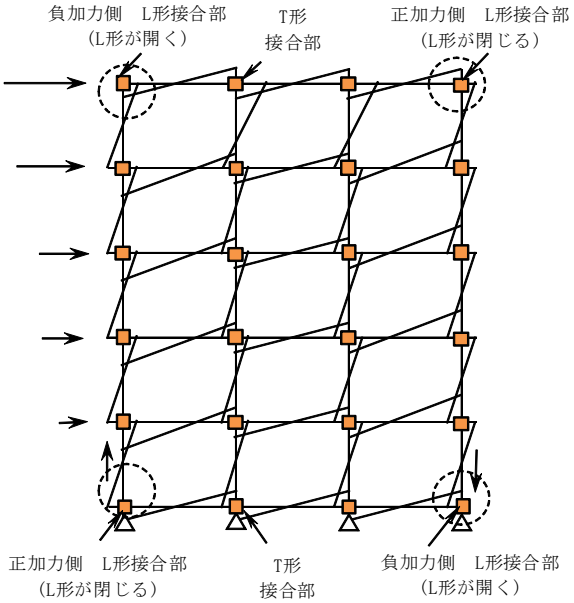
2) 接合部横補強筋比 pjwh は、横補強筋鋼種に係わらず、0.2%以上とする。

【解説】

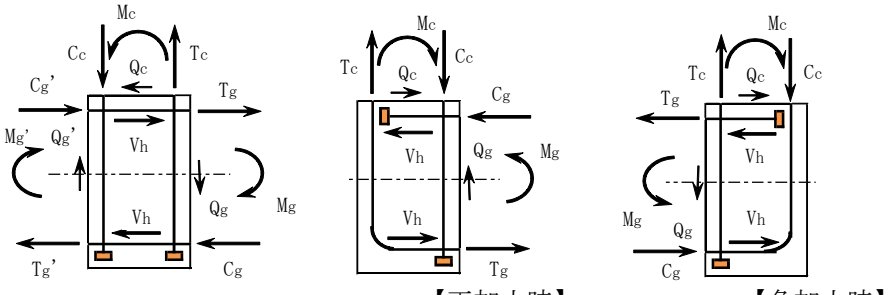
(1) 最下階柱基礎梁接合部のせん断設計

通常、解図 14.1 の分離モデルによる弾塑性解析より、最下階柱基礎梁接合部の終局強度設計用せん断力 Vmuh は、解図 14.2 に示すように、Ds 算定時基礎梁応力を用いて算定する。

建築基準法施行令第 93 条(地盤及び基礎杭)では、杭基礎の場合、短期設計は規定されているが、終局強度設計は規定されていない。また、14.1 節 2)では、RC 計算規準[1-1)]15 条による柱のせん断補強筋と同様、接合部横補強筋比 pjwh は、横補強筋鋼種に係わらず、0.2%以上としている。



解図 14.1　水平力を受ける上部骨組分離モデル



(a)T 形接合部　　(b)L 形接合部

【正加力時】　　【負加力時】

解図 14.2　最下階 T 形接合部および L 形接合部の Ds 算定時応力

(2) 杭と接続する基礎スラブの設計

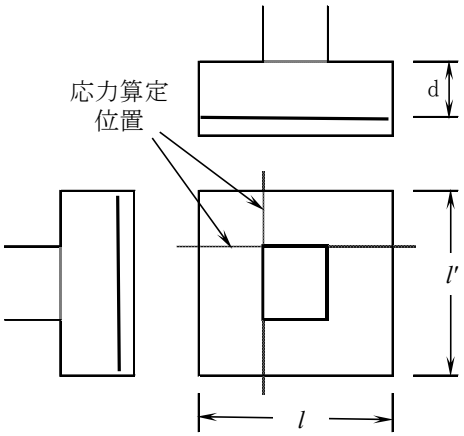
RC 計算規準[1-1)]20 条の 5.杭基礎では、解図 14.3 の応力算定位置で基礎スラブの許容せん断力 QA を式(解 14.1)で算定し、2 本以上の杭基礎の設計では、構造規定 1),2)より、基礎底面に集中荷重として作用する杭反力に対し、設計曲げモーメントおよび設計せん断力を定めている。

$$QA = l \cdot j \cdot \alpha \cdot f_s \text{ または } l' \cdot j \cdot \alpha \cdot f_s \quad (解\ 14.1)$$

ただし、$0 \leqq p_w < 0.2\%$の場合、 $\alpha = 1$

$p_w \geqq 0.2\%$の場合、

$\alpha = 4/\{(M/Qd)+1\}$かつ $1 \leqq \alpha < 2$



解図 14.3　基礎スラブの応力算定位置

【構造規定】

1) 基礎スラブのせん断補強筋は、間隔を基礎スラブせいの 1/2 以下とし、末端 135° フックまたは 180° フック付きとする。

2) 基礎スラブに接続する基礎梁せいが基礎スラブと 3/4 以上重なる場合、式(解 14.2)のせん断補強筋比 pw としたせん断補強筋を配置した基礎スラブとする。

$$p_w = a_w/\{(l-b)\cdot s\} \text{ または } a_w'/\{(l'-b')\cdot s'\} \quad (解\ 14.2)$$

ここに、l, l'：基礎スラブの長辺長さと短辺長さ、$j=(7/8)d$：基礎スラブの応力中心距離

d：基礎スラブの算定断面有効せい、f_s：コンクリートの許容せん断応力度

a_w, a_w'：基礎スラブの 1 組のせん断補強筋の断面積

s, s'：基礎スラブせん断補強筋間隔、b, b'：基礎梁幅

M/Qd：基礎スラブのせん断スパン比で a_p/d としてよい。a_p：柱芯から杭芯までの距離

これらより、せん断補強筋比 pw が 0.2%以上の場合、せん断補強筋の効果を見込み、式(解 14.1)中の許容せん断力の割増し係数を $1 \leqq \alpha < 2$ として、基礎スラブの許容せん断力を定めている。

また、14.2 節(4)では、上記のように設計した基礎スラブのせん断補強筋は、基礎スラブまたはパイルキャップ周囲のはかま筋としてもよいとし、RC 計算規準 20 条 5.杭基礎の基礎スラブの設計例を(Apendix1)に示している。

一方、1 本打ち杭パイルキャップのせん断補強筋は、設計図書によることを基本としている。

なお、1 本打ち杭パイルキャップの応力の評価方法は、文献※1 で紹介されている。

「参考文献」

※1 日本建築学会：鉄筋コンクリート基礎構造部材の耐震設計指針(案)・同解説、5.6 パイルキャップ、pp.232-281、2017.3

(Apendix1) RC 計算規準 20 条 5.杭基礎の基礎スラブの設計例

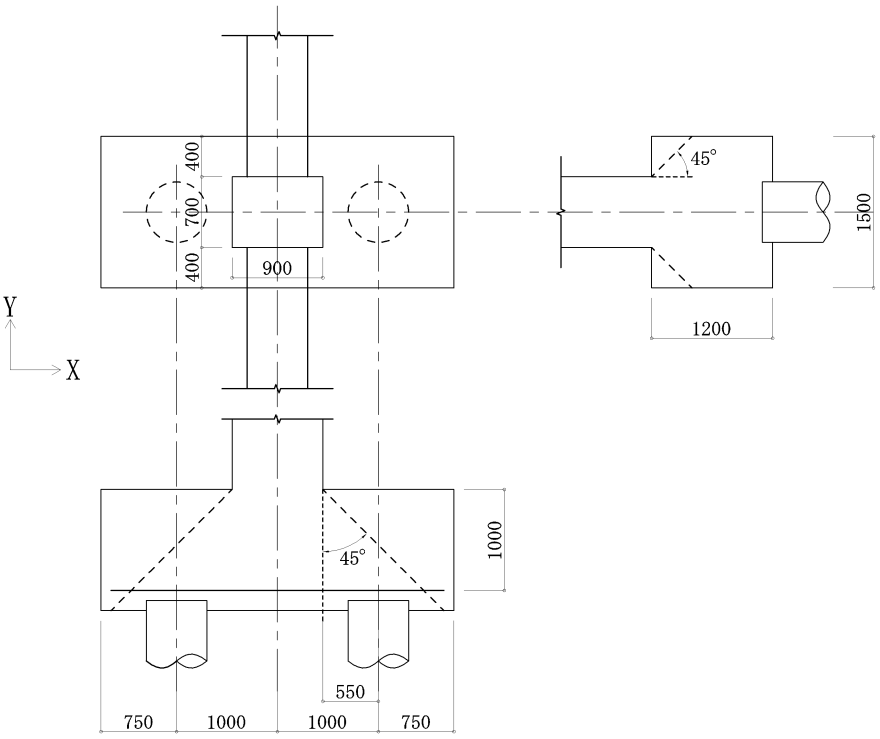
① 基礎スラブの設計条件

(Apendix1)では、RC 計算規準 20 条 5.杭基礎の【計算例 2】に示された基礎スラブについて、短期せん断力検定に基づき、基礎スラブせん断補強筋の検定例を示す。

一方、RC 計算規準 20 条 5.杭基礎の【計算例 2】では、2 本杭による杭頭モーメントの算定例が示されているが、ここでは省略する。

付表 1　基礎スラブの設計条件

設計諸元			長期	短期	備　考
柱軸圧縮力	N'	(kN)	1510	1810	柱軸方向のみ
モーメント	M	(kN･m)	280	1530	
杭の許容支持力	Ra	(kN)	1000	2000	杭径600mm
コンクリートの許容圧縮応力度	fc	(N/mm^2)	7	14	Fc21N/mm^2
コンクリートの許容せん断応力度	fs	(N/mm^2)	0.7	1.05	
主筋の許容引張応力度	sft	(N/mm^2)	215	345	異形鉄筋SD345
せん断補強筋の許容引張応力度	sft	(N/mm^2)	195	295	異形鉄筋SD295
柱のせい	a	(m)	0.7		
	a'	(m)	0.9		
杭頭モーメント	T'	(kN･m)	－	150	
杭頭せん断力	Qa	(kN)	－	100	

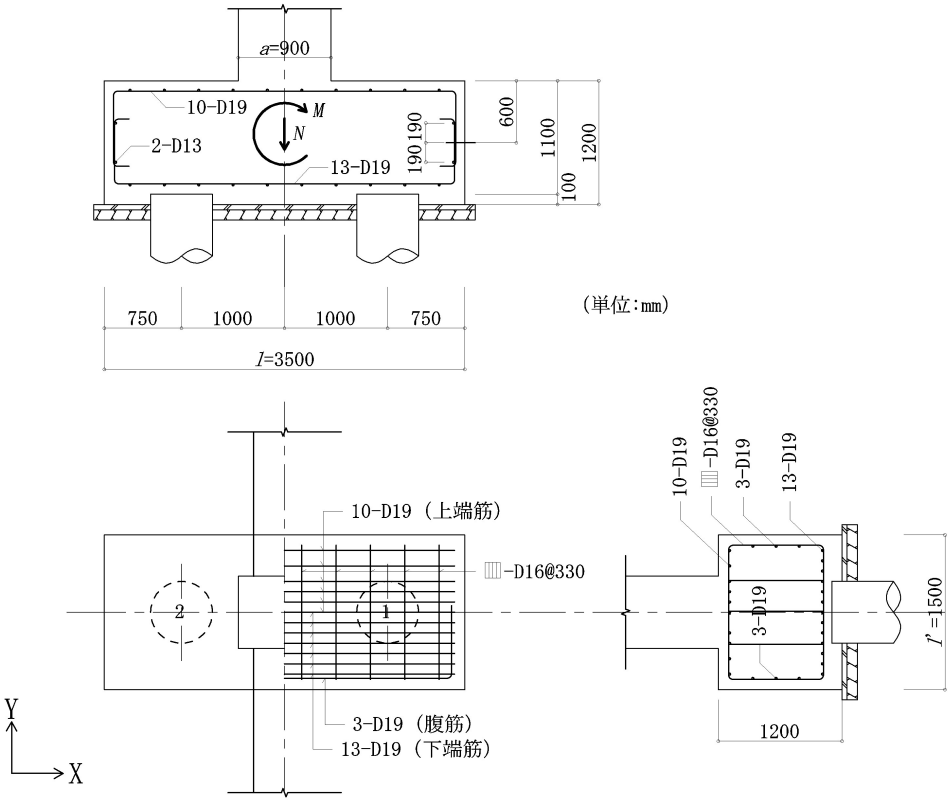


付図 1　杭基礎の仮定断面

② 基礎スラブの短期せん断力検定

付表 2　基礎スラブの短期せん断力検定結果

基礎スラブ有効せい	d	(mm)	1000
基礎スラブ応力中心距離	j	(mm)	875
基礎スラブ短辺長さ	l'	(mm)	1500
柱芯から杭芯までの距離	a_p	(mm)	550
短期設計せん断力	Q_D	(kN)	2000
$p_w \geqq 0.2\%$時の $\alpha = \min(4/\{(a_p/d)+1\}, 2)$			2.00
短期許容せん断力 $Q_A = l' \cdot j \cdot \alpha \cdot f_s$	Q_A	(kN)	2756
検定値 (Q_A/Q_D)			1.378125
せん断補強筋間隔	s	(mm)	330
せん断補強筋1組の断面積 $\Sigma a_{wo} = p_w \cdot l' \cdot s$		(mm^2)	990
5-D16@330mm　$\Sigma a_w = 5 \times 199 = 995 mm^2 \geqq 990$　∴OK			



付図 2　基礎スラブの配筋例

14.2 柱、梁主筋定着設計

(1) 最下階柱主筋定着部

1) 最下階柱主筋の定着長さℓ_{ac}は、基礎梁上面を定着起点として、JASS 5 のフック付き定着長さ L_{2h} 以上、または直線定着長さ L_2 以上とし、かつ、基礎梁下端筋の下部までとする。

2) 最下階柱主筋中心の側面かぶり厚さは、2db 以上かつ JASS 5 の設計かぶり厚さを確保する。
db：最下階柱主筋呼び名の値

(2) 基礎梁上端筋定着部

基礎梁上端筋の定着長さℓ_{ag}は、基礎梁端柱面を定着起点とした上で、必要定着長さℓ_{ao}以上、14db 以上かつ(3/4)Dc 以上とし、基礎梁上端筋中心の側面かぶり厚さ Cs は 3db 以上とする。また、背面かぶり厚さ Cb は、8.3 節(3)の最上階 L 形接合部内の梁下端筋の規定による。ℓ_{ao}は、式(8.1)によるか、または式(14.1)によってもよい。ただし、必要定着長さℓ_{ao} の適否判定上限値は 25db とする。db：基礎梁主筋呼び名の値、Dc：柱せい

$$\ell_{ao}/db = 14\sigma_{sy}/(k6\cdot\sigma_{auo})-45 \qquad (14.1)$$

$$\sigma_{auo} = \beta_{ao}\cdot(31.2Fc^{-0.5}-1.26)\cdot Fc \quad (N/mm^2) \qquad (14.2)$$

ここに、σ_{sy}：基礎梁主筋の降伏強度、Fc：コンクリートの設計基準強度

β_{ao}：定着耐力の低減係数、k6：基礎梁主筋直径(db)による補正係数(式(8.6))

その際、定着耐力の低減係数β_{ao}=1.0 とし、基礎梁主筋の降伏強度σ_{sy} を SD295～SD390 では 1.1×σ_{yo}、SD490 では 1.0×σ_{yo}として算定してもよい。σ_{yo}：鉄筋の規格降伏点

(3) 基礎梁下端筋定着部

(a) 基礎梁下端筋定着タイプの選定

基礎梁下端筋定着タイプは、基礎の偏芯が大きくない場合、留意事項を満足すれば、基礎種別に係わらず、表 14.1 によることができる。ただし、基礎の偏芯が大きい場合、偏芯の影響を考慮した解析結果に基づき、基礎梁下端筋定着タイプを選定する。

表 14.1　基礎梁下端筋定着タイプの選定

基礎引抜力(有)		基礎引抜力(無)	
基礎梁下端筋降伏		基礎梁下端筋降伏	
有	無	有	無
直線※1, A, B	直線※2, A, B	直線※2, A, B	直線※2, A, B

【凡例】直線：機械式直線定着
A：曲上げ定着Aタイプ(在来曲上げ定着)
B：曲上げ定着Bタイプ(曲上げ端部機械式定着)

(注)1) 追加補強※1：基礎引抜力(有)、かつ、基礎梁下端筋降伏(有)の場合
追加補強※2：基礎引抜力(有)、かつ、基礎梁下端筋降伏(無)の場合
基礎引抜力(無)、かつ、基礎梁下端筋降伏(有)または(無)の場合
追加補強※1、追加補強※2 は、基礎梁下端筋定着部と隣接する柱主筋定着部に沿うコンクリートの割裂破壊防止のための補強であり、詳細は【基礎配筋詳細例】(ⅰ)による。

2) 基礎引抜き力(有)の既製杭基礎の場合、引抜き力を柱に伝達できるように、基礎フーチングの配筋詳細設計を行った場合、機械式直線定着とすることができる。

【留意事項】

直接基礎、既製杭基礎、場所打ち杭基礎では、基礎梁下端筋を機械式直線定着とする場合、【基礎配筋詳細例】に示すように、基礎梁下端筋定着部近傍に追加補強※1 または追加補強※2 を行い、杭主筋または杭頭補強筋の定着長さℓd を L2 以上または L2h 以上とする。また、場所打ち杭基礎の場合、Dp≦Dc+2 ℓd とすることが望ましい。L2：JASS 5 の直線定着長さ、L2h：JASS 5 のフック付き定着長さ、Dp：杭直径、Dc：柱せいまたは幅

(b) 基礎梁下端筋定着タイプの構造規定

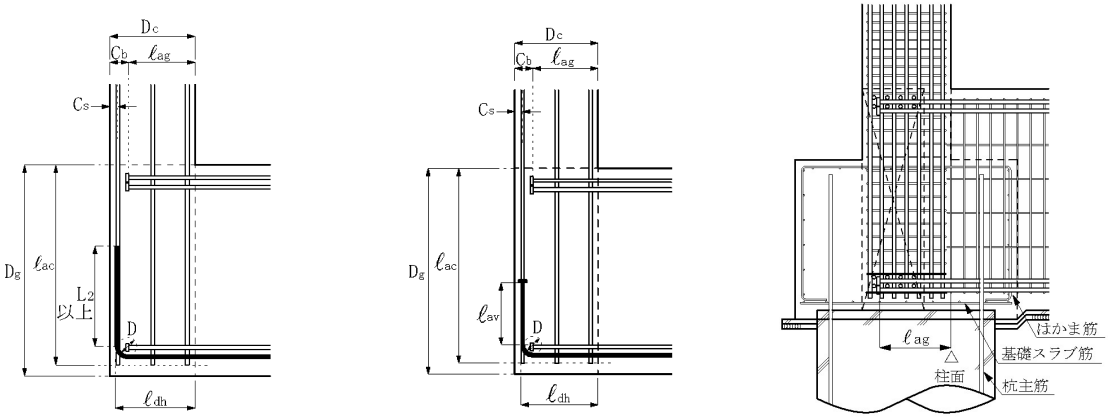
基礎梁下端筋定着タイプは、構造規定 1)～3)に応じて、曲上げ定着 A タイプ、曲上げ定着 B タイプ、機械式直線定着のいずれかとする。

1) 曲上げ定着 A タイプの場合(図 14.1(a))、基礎梁端柱面からの投影定着長さℓdh は JASS 5 による大梁主筋の柱内折曲げ定着の投影定着長さ La 以上とし、折曲げ終点からの余長は JASS 5 の直線定着長さ L2 以上とする。

2) 曲上げ定着 B タイプの場合(図 14.1(b))、基礎梁端柱面からの投影定着長さℓdh は JASS 5 による大梁主筋の柱内折曲げ定着の投影定着長さ La 以上とし、基礎梁下端筋定着部先端に定着金物を取り付け、折曲げ終点からの余長ℓav は JASS 5 のフック付き定着長さ L2h 以上とする。この場合、定着金物のかぶり厚さは JASS 5 の設計かぶり厚さ以上とする。

3) 機械式直線定着の場合(図 14.1(c))、基礎梁下端筋の定着長さℓag は、基礎梁端柱面を定着起点とし、必要定着長さℓao 以上、16db 以上、かつ、(3/4)Dc 以上とする。ℓao は式(8.1)によるか、式(14.1)によってもよい。db は基礎梁下端筋呼び名の値、Dc は柱せいを示す。

この場合、基礎梁下端筋中心の側面かぶり厚さ Cs は 3db 以上とし、定着板内面からの背面かぶり厚さ Cb は 4db 以上とする。ただし、ℓag≧15db の場合、Cb は 3db 以上としてもよい。また、側面かぶり厚さ Cs、背面かぶり厚さ Cb ともに、JASS 5 の設計かぶり厚さ以上とする。



(a)曲上げ定着 A タイプ　(b) 曲上げ定着 B タイプ　(c) 機械式直線定着

図 14.1　基礎梁下端筋の定着タイプ

(4) 杭と接続する基礎スラブのはかま筋

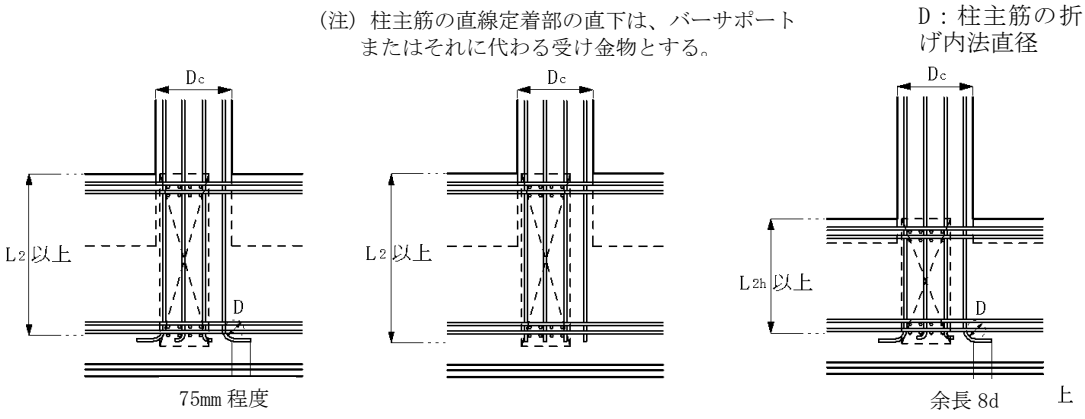
杭と接続する基礎スラブのはかま筋は、最下階柱基礎梁接合部がコア部を形成するように、14.1 節の解説(2)に従って設計した基礎スラブのせん断補強筋とするか、14.2 節の解説(5)「パイルキャップはかま筋量の試算」と同様の”はかま筋”とする。

【解説】

(1) 最下階柱主筋定着部

RC 配筋指針[1-5]では、解図 14.4 に示すように、最下階柱主筋の定着長さℓac は、JASS 5 の直線定着長さ L2 以上、またはフック付き定着長さ L2h 以上、かつ、基礎梁下端筋の下部まで延長するとしている。図(a)は、基礎梁せいが大きく(ℓac≧L2)、折曲げ後の余長を 75mm 程度とするか、直線定着の場合であり、図(b)は、基礎梁せいが小さく(ℓac≧L2h)、標準フックとした場合である。

これらより、14.2 節(1)1)では、機械式定着による最下階柱主筋の定着長さℓac は、JASS 5 のフック付き定着長さ L2h 以上、または直線定着長さ L2 以上とし、かつ、基礎梁下端筋の下部まで延長するとしている。



【折曲げ定着】 【直線定着】 【フック付き定着ℓac≧L2h】

(a) 基礎梁せいが大きい場合(ℓac≧L2) (b)基礎梁せいが小さい場合

解図 14.4 RC 配筋指針による最下階柱主筋の定着方法

(2) 基礎梁上端筋定着部

基礎梁上端筋の定着長さℓag は、8.3 節の最上階 L 形接合部内の梁下端筋に準じ、基礎梁端柱面を定着起点とし、必要定着長さℓao 以上、14db 以上かつ(3/4)Dc 以上とした。

すなわち、基礎梁の場合、梁せいが大きいと、式(8.1)の必要定着長さℓao は、式(解 8.2)中のストラット勾配(ℓag/jtg)による補正係数 k3(=0.7+0.3(ℓag/jtg))を考慮しているため、式(8.1)中の jtg/db の値とともに増加する。通常、Ds 算定時に基礎梁端部に降伏ヒンジは形成されないことより、益尾・窪田式[2-1]に準じ、基礎梁主筋の必要定着長さℓao の式(14.1)を導出した。

この場合、梁主筋中心からの側面かぶり厚さ Cs を 3db(k4=0.98)とすると、式(解 8.2)より、側面剥離定着耐力時の梁主筋引張応力σsau が式(解 14.3)で求められる。

また、ト形接合部の実験で採用したℓag/jtg の最小値(0.5)を用いて k3=0.85 とし、式(8.5)で pjwh=0.2% (k5=0.925)とするとともに、σsau=σsy とすると、式(解 14.4)が導出され、同式を安全側にまるめると、式(14.1)が得られる。

$$\sigma_{sau}=Tau/\Sigma at=5.39\ k2\cdot k3\cdot k5\cdot k6\cdot \sigma_{auo} \qquad (解\ 14.3)$$

$$\sigma_{sy}=5.39\times\{0.8+0.0167(\ell_{ao}/db)\}\times 0.85\times 0.925\times k6\cdot \sigma_{auo} \qquad (解\ 14.4)$$

ただし、基礎梁主筋定着長さℓag は、通常、Ds 算定時に基礎梁端部は曲げ降伏しないことを踏まえ、式(14.2)中の定着耐力の低減係数βao を 1.0 とし、基礎梁主筋の降伏強度σsy を SD295～SD390 では 1.1×σyo、SD490 では 1.0×σyo としてもよいとした。また、基礎梁主筋の必要定着長さℓao は、式(14.1)によらず、式(8.1)によって算定することもできる。

式(14.1)、式(8.1)で求めた基礎梁主筋の必要定着長さℓ_{ao}の計算結果を解表 14.1 に示す。

解表 14.1　基礎梁主筋の必要定着長さ比ℓ_{ao}/db

(a)式(14.1)による場合

鋼種	呼び名	Fc (N/mm^2)													
		21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
SD295 SD345	D41以下	14													
SD390	D32	14													
	D35	15	14												
	D38	17	14												
	D41	20	17	14											
SD490	D25以下	15	14												
	D29	18	15	14											
	D32	20	17	14											
	D35	23	20	17	15	14									
	D38	－	23	20	17	14									
	D41	－	－	23	20	15	14								

(注) ″－″を付した場合は、ℓ_{ao}/db＞25に該当する。

(b) 式(8.1)による場合(p_{jwh}=0.2%)

鋼種	呼び名	Fc (N/mm^2)													
		21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
SD295	D41以下	14													
SD345	D38以下	14													
	D41	15	14												
SD390	D32以下	14													
	D35	16	14												
	D38	18	16	14											
	D41	20	18	16	14										
SD490	D25以下	16	14												
	D29	18	16	14											
	D32	20	18	16	14										
	D35	22	19	18	16	14									
	D38	24	21	19	18	15	14								
	D41	－	23	21	20	16	14								

″－″を付した場合は、ℓ_{ao}/db＞25に該当する。

(3) 基礎梁下端筋定着部

RC 計算規準 17 条[1-1)]の解説によると、場所打ち杭基礎の場合、基礎梁下端筋は、一般階梁主筋定着部と同様、基礎梁端柱面を定着起点とし、90° フックまたは機械式定着とすることができる。

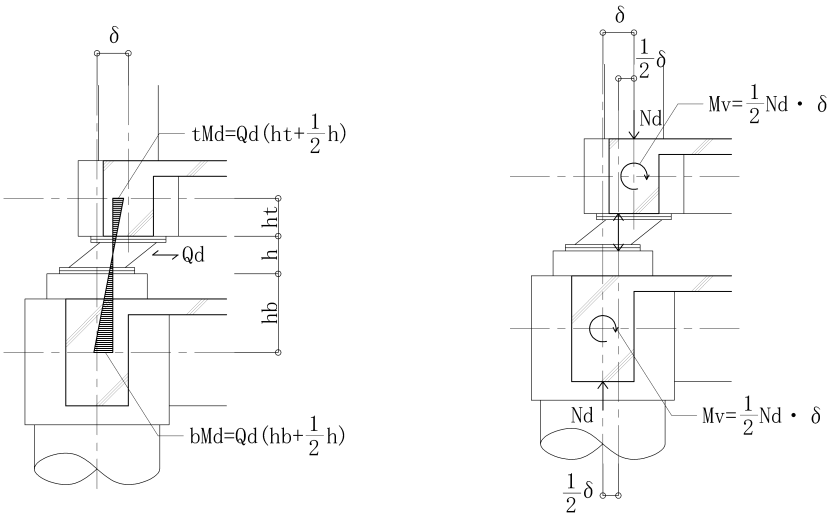
また、RC 配筋指針 9.2 節[1-5)]の解説では、地震時杭引き抜き力が生じないか、あるい基礎フーチング底面地反力が存在すれば、基礎梁下端筋の定着長さは、基礎梁端柱面を定着起点とし、JASS5 による大梁主筋の柱内折曲げ定着の投影定着長さ La 以上かつ総長さ L2 以上としてもよいとしている。これらより、基礎梁下端筋定着タイプは、偏芯が大きくなく、14.2 節(3)(a)の留意事項を満足する場合、表 14.1 によることができるとした。

(4) 免震基礎の基礎梁主筋定着部

解図 14.5 に、積層ゴムアイソレーターなどの免震部材が接続する上部構造側と下部構造側基礎梁の設計応力を示す。図(a)は免震部材の負担せん断力 Qd によって生じる応力、図(b)は免震部材の水平変形δによる付加曲げモーメント(N－δ効果)を表す。上部構造側と下部構造側の基礎梁主筋定着部には、図中の tMd または bMd と Mv によって生じる引張力が伝達される※。

上部構造側の基礎梁では、柱型部(取り付け躯体)、免震部材、最下階柱が接続することを考慮すると、基礎梁主筋定着部の配筋詳細は、詳細図 14.1 の場所打ち杭基礎および詳細図 14.4 の既製杭基礎の配筋詳細を応用できる。また、【柱梁主筋外定着方式編】によると、上部構造側、下部構造側ともに、基礎梁主筋定着部を機械式直線定着とすることができる。

※　(一社)日本免震構造協会:免震部材の接合部・取り付け躯体の設計指針、5. 取り付け躯体の設計、pp.69-77, 2014.1



(a) せん断力 Qd による応力　　(b) N－δ効果による応力

解図 14.5　免震部材が接続する上部構造側と下部構造側基礎梁の設計応力

(5) パイルキャップはかま筋量の試算

解図 14.では、パイルキャップ内部の杭主筋、基礎梁下端筋、最下階柱筋定着部の応力伝達※※を踏まえ、パイルキャップ内の抵抗機構を簡略化し、基礎梁下端筋の引張力の作用による斜めひび割れ面を横切るはかま筋の引張力に対して、はかま筋量を試算する。

すなわち、(付録 1)の梁主筋掻き出し定着耐力に対する接合部横補強筋の負担引張力の算定式、および 15.1.1 項の小梁主筋の定着耐力に対する上面拘束筋の効果を表す算定式を参考に、はかま筋の全引張降伏耐力を基礎梁下端筋の全引張降伏耐力の 30%以上とし、はかま筋量を試算する。基礎梁下端筋を 8-D38(SD390)、はかま筋および基礎スラブ筋を D16(SD295)とすると、

基礎梁下端筋の全引張降伏耐力：

$$\Sigma T_{y1} = 1140\times390\times8\times10^{-3} = 3557\ \text{kN}$$

はかま筋の全引張降伏耐力：

$$\Sigma T_{y2} = 199\times295\times20\times10^{-3} = 1174\ \text{kN}$$

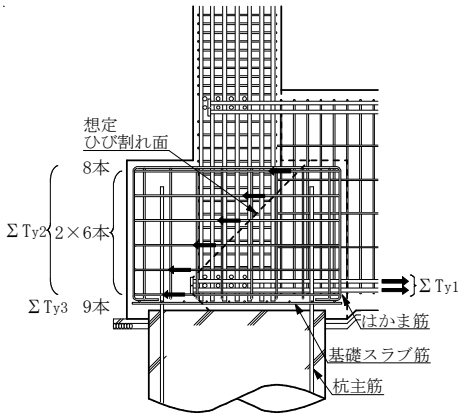
基礎スラブ筋の全引張降伏耐力：

$$\Sigma T_{y3} = 199\times295\times9\times10^{-3} = 528\ \text{kN}$$

$$\Sigma T_{y2} + \Sigma T_{y3} = 1702\ \text{kN}$$

$$> 0.3\Sigma T_{y1} = 1067\ \text{kN} \quad \therefore\ \text{OK}$$

※※日本建築学会：鉄筋コンクリート基礎構造部材の耐震設計指針(案)・同解説、5.4 場所打ちコンクリート杭 5.4.1 場所打ち鉄筋コンクリート杭、pp.152～175, 2017



解図 14.6　パイルキャップはかま筋の想定抵抗機構

【基礎配筋詳細例】

（ｉ）基礎梁下端筋定着部の追加補強

1) 表 14.1 中の追加補強※1 は、下記①～③のいずれかとする。

① 基礎梁下端筋の定着金物を屋外側柱主筋の外側に配置する(詳細図 14.1(a))。

② 基礎梁下端筋定着部を屋外側柱面の外側に延長する(詳細図 14.1(b))。

③ 追加補強筋を基礎梁下端筋定着部近傍に配置する(詳細図 14.1(c))。

2) 表 14.1 中の追加補強※2 は、下記④とする。

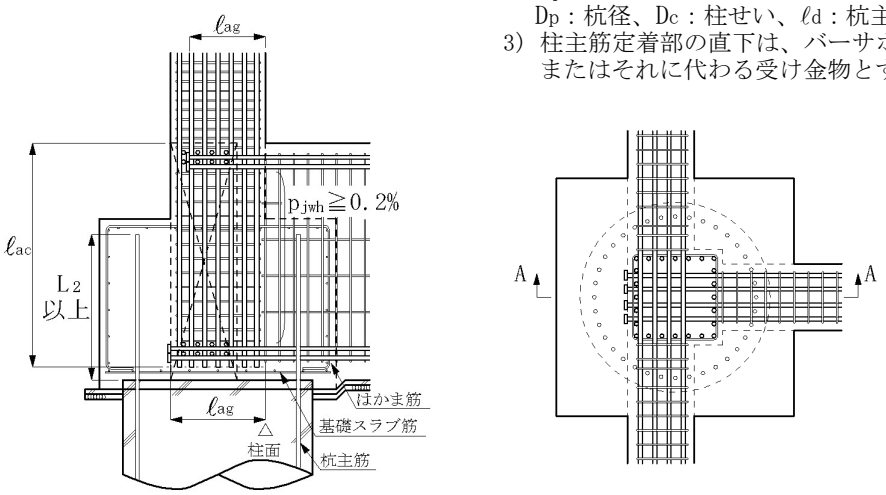
④ かんざし筋を屋外側柱主筋外側から基礎梁下端筋定着部に挿入する(詳細図 14.1(d))。

追加横補強※1 の①(詳細図 14.1(a))は図 11.2(a)の貫通定着に準じた場合であり、②(詳細図 14.1(b))は図 11.2(c)の準貫通定着に準じた場合である。図 11.2(c)中の L_{go} は、屋外側柱面の外側に延長する基礎梁端柱面からの基礎梁下端筋の定着長さであり、この場合、コア部を形成するように、14.2 節の解説(5)「パイルキャップはかま筋量の試算」の“はかま筋”を配置している。③(詳細図 14.1(c))は、【柱梁主筋外定着方式編】5 章(3)の定着部拘束筋を配置した場合であり、同編 6.2 節の詳細図 S2 によることができる。

④(詳細図 14.1(d))の追加補強※2 は、RC 配筋指針[1-5]に示されたかんざし筋を挿入する方法であり、詳細図 14.1(c)に準じ、かんざし筋は最下階柱・基礎梁接合部横補強筋と同鋼種、同径とし、基礎梁主筋本数に応じて、1 組の本数が 4 本以上の中子筋併用とすることを目安に決定する。

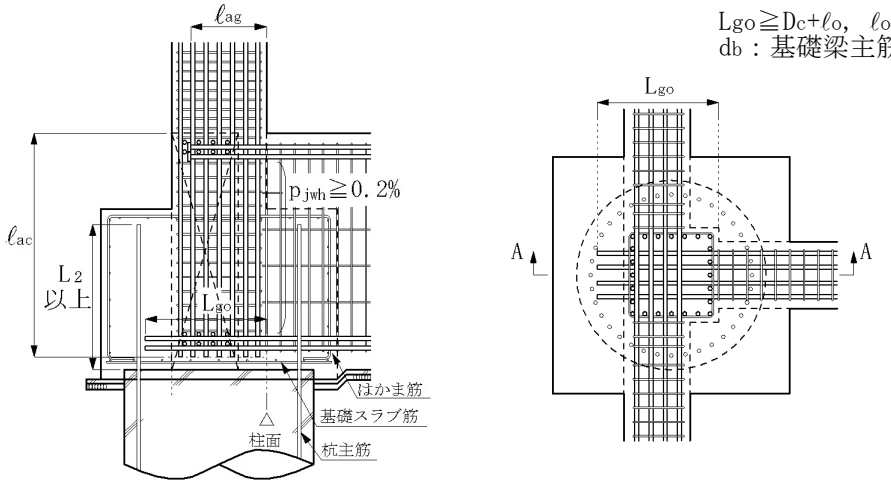
一方、場所打ち杭基礎の場合、杭主筋と隣接する柱主筋の間で、あき重ね継手の効果を期待できるように、杭直径と柱断面寸法の関係($D_p \leqq D_c+2\ \ell_d$)を規定することが望ましい。ℓ_d：杭主筋定着長さ

(注)1) L2: JASS 5 の直線定着長さ
2) $D_p \leqq D_c+2\ell_d$
D_p：杭径、D_c：柱せい、ℓ_d：杭主筋定着長さ
3) 柱主筋定着部の直下は、バーサポート
またはそれに代わる受け金物とする。

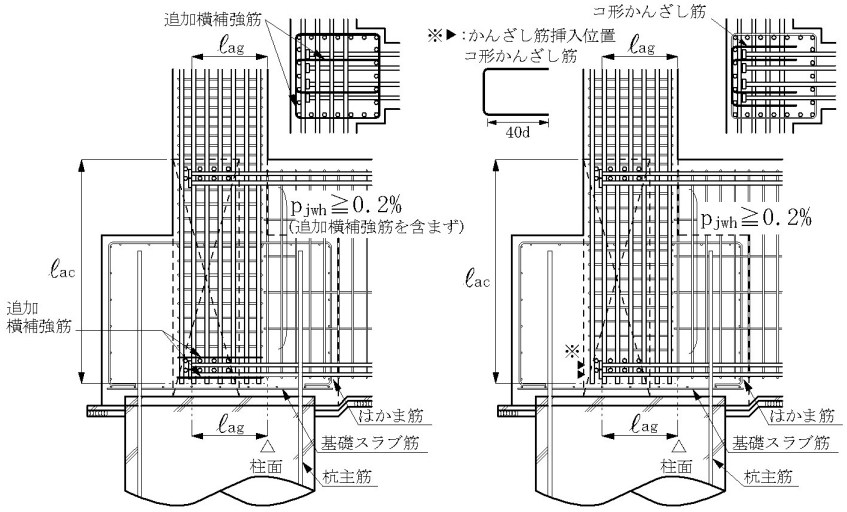


(a) 定着金物を屋外側柱主筋の外側に配置する場合

Lgo≧Dc+ℓo, ℓo=10db
db：基礎梁主筋呼び名の値



(b) 基礎梁下端筋定着部を屋外側柱面の外側に延長する場合



(c) 追加横補強筋を配置する場合　(d) かんざし筋を挿入する場合

詳細図 14.1　最下階外柱・基礎梁接合部の配筋詳細(基礎梁幅が柱幅よりも小さい場合)

（ⅱ）基礎梁幅が柱幅よりも大きい場所打ち杭基礎の配筋詳細

1) 詳細図 14.2(a),(e)では、最上面(2 次筋)側の基礎梁上端筋を拘束する肋筋が配置された基礎梁を優先方向基礎梁とし、基礎梁同士の交差部全体がコア部となるように、優先方向基礎梁の肋筋を優先方向基礎梁先端まで配置する。

同図の場合、XY 方向ともに、基礎梁断面寸法は柱断面寸法よりも大きいので、基礎梁同士の交差部を最下階外柱・基礎梁接合部とし、その内部には柱主筋保持用以外の柱横補強筋を配置せず、優先方向基礎梁の横補強筋比を接合部横補強筋比 p_{jwh} とみなしてもよい。

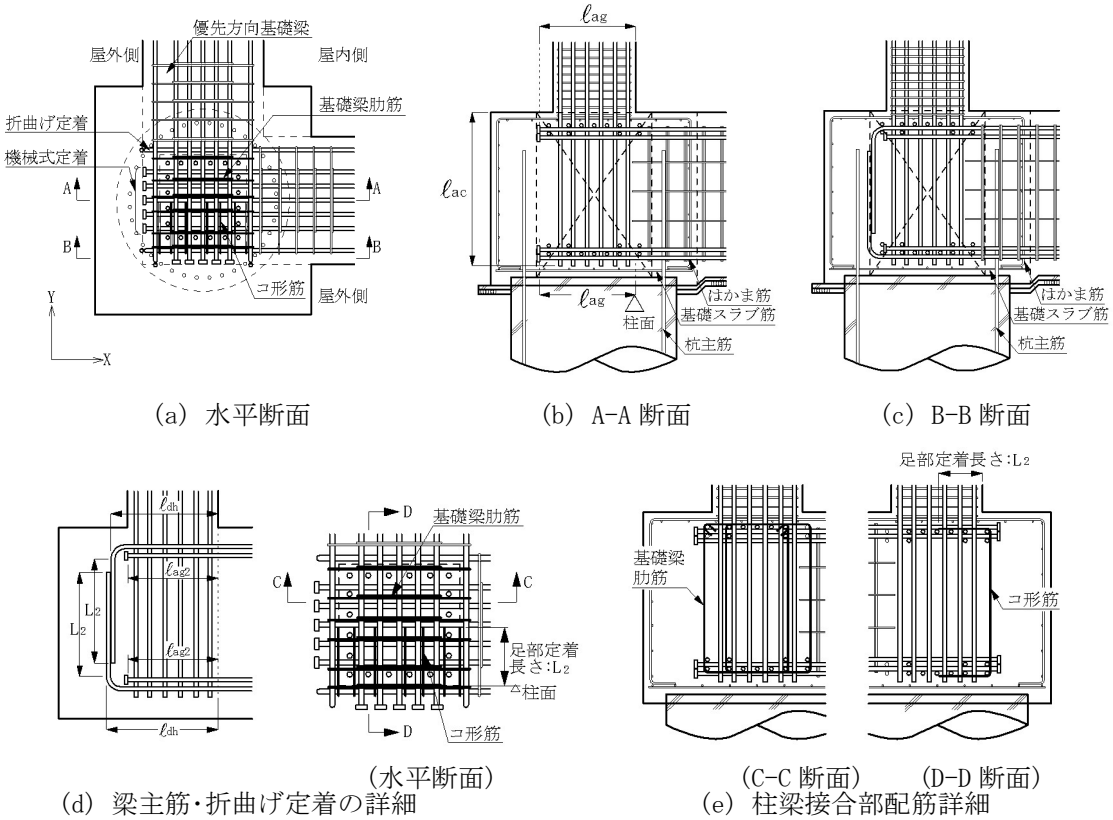
2) 同図(c)に示すように、柱断面外基礎梁主筋のうち 1 段目主筋は、折曲げ定着とし、上端筋、下端筋ともに、折曲げ後の余長は JASS5 の直線定着長さ L_2 以上とし、2 段目主筋は、8.3 節の解説(3)の最上階 L 形接合部内の梁上端筋の 2 段目主筋と同様､機械式直線定着としてもよい。

3) 同図(a),(d)に示すように、最下階隅柱・基礎梁接合部の場合、屋外側柱断面外の優先方向基礎梁主筋定着部には、定着耐力確保のために、基礎梁肋筋と同径、同間隔程度のコ形筋を配置する。ただし、柱断面外の 1 段目基礎梁主筋が優先方向基礎梁主筋によって拘束されるので、屋内側柱断面外の基礎梁主筋定着部には、コ形筋を配置しなくてもよい。

4) 本配筋詳細の場合、非優先方向基礎梁主筋の引張力方向と優先方向基礎梁肋筋の軸方向が一致するため、非優先方向基礎梁が地震力を受ける場合、柱梁接合部内の優先方向基礎梁肋筋が接合部入力せん断力に伴う引張力に抵抗する。

L2: JASS 5 の直線定着長さ、ℓ_{dh}：折り曲げ定着の投影定着長さ
ℓ_{ag}(ℓ_{ag2}:2 段筋)：機械式直線定着長さ

(注) 柱主筋定着部の直下は、バーサポートまたはそれに代わる受け金物とする。



(a) 水平断面　(b) A-A 断面　(c) B-B 断面

(d) 梁主筋･折曲げ定着の詳細　(水平断面)　(C-C 断面)　(D-D 断面)　(e) 柱梁接合部配筋詳細

詳細図 14.2　最下階外柱・基礎梁接合部の配筋詳細（基礎梁幅が柱幅よりも大きい場合）

（iii）場所打ち杭基礎・杭偏芯の配筋詳細

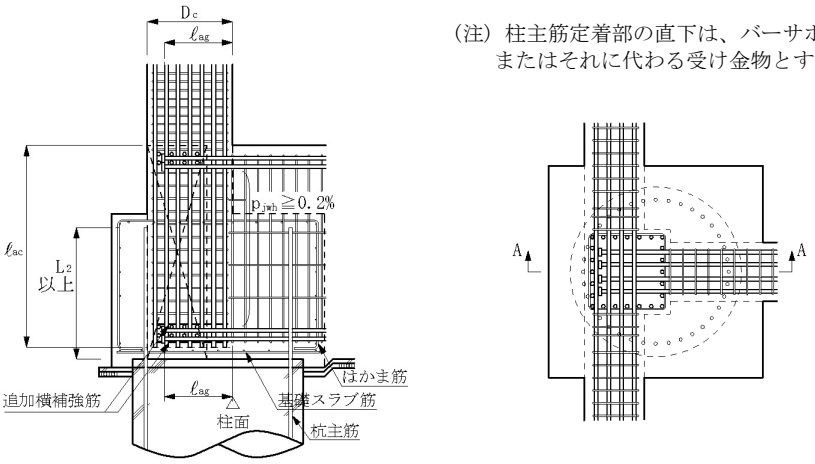
詳細図 14.3(a)は、偏芯が小さく、杭主筋で囲まれたコア内に柱主筋が配置された場合であり、詳細図 14.1(c)と同様、基礎梁下端 1 段目、2 段目主筋ともに、機械式直線定着とし、追加横補強筋を配置している。

詳細図 14.3(b)は、偏芯が大きく、杭主筋で囲まれたコア外に柱主筋が配置された場合であり、偏芯の影響を考慮し、基礎梁下端 1 段筋は曲上げ定着 A タイプとしている。ただし、基礎梁下端 2 段筋は、8.3 節の解説(3)で前述の最上階梁上端筋と同様、機械式直線定着としている。

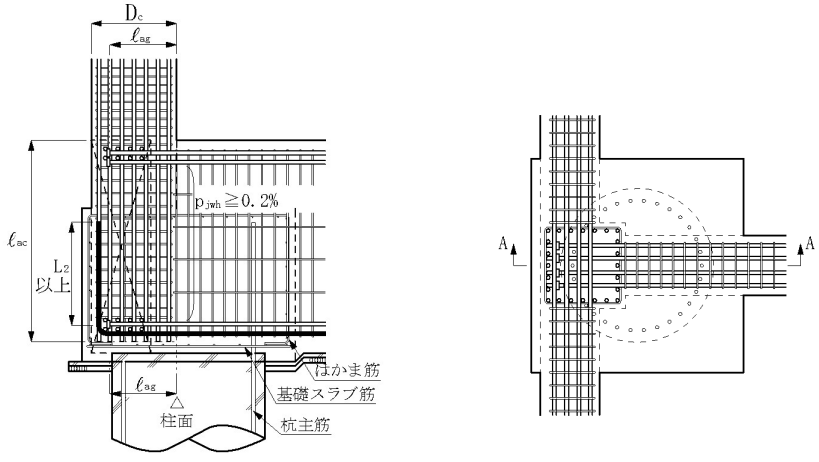
一方、偏芯が大きい場合でも、基礎梁下端筋定着部近傍に【柱梁主筋外定着方式編】5 章(3)の定着部拘束筋を配置すれば、機械式直線定着とすることができる。

その場合、杭偏芯に伴う基礎梁の設計応力を考慮し、基礎梁の主筋量と横補強筋量および基礎フーチングのはかま筋量を決定する※。

※　益尾潔：機械式定着工法による接合部配筋詳細設計、建築技術 連載第 2 回 最下階柱・基礎梁接合部、pp.34-37. 2015 年 5 月号



(a) 杭偏芯が小さい場合(柱主筋が杭主筋で囲まれたコア内に配置された場合)



(b) 杭偏芯が大きい場合(柱主筋が杭主筋で囲まれたコア外に配置された場合)

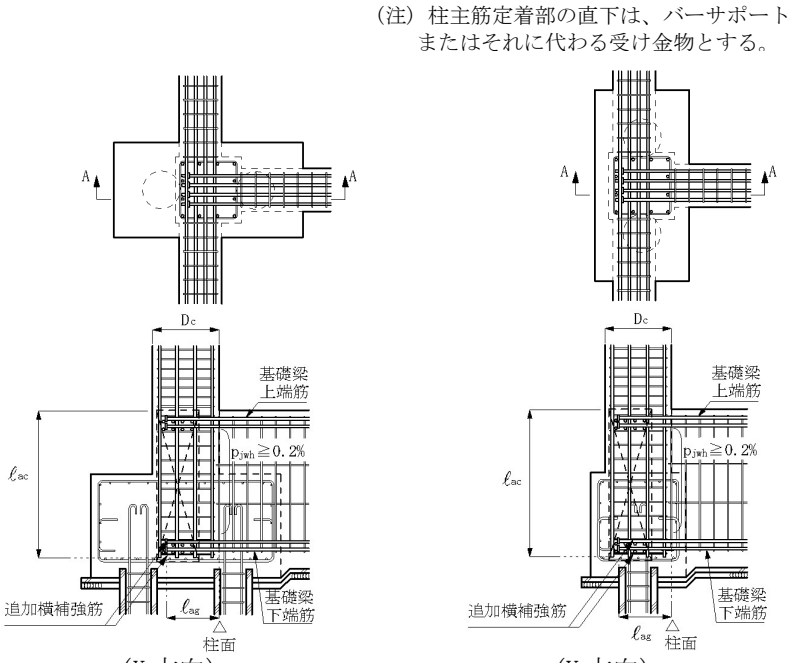
詳細図 14.3　杭偏芯の配筋詳細

（ⅳ）既製杭基礎における基礎梁主筋定着部の配筋詳細

詳細図 14.4 は、柱主筋定着長さℓ_{ac}を JASS 5 の直線定着長さ L2 以上とし、XY 方向ともに、杭に引抜き力が作用する既製杭基礎の配筋詳細例である。この場合、追加横補強筋および有効なはかま筋を配置することで、基礎梁主筋は機械式直線定着としている。

追加横補強筋は、詳細図 14.1(c)と同様、【柱梁主筋外定着方式編】5 章(3)の定着部拘束筋とし、基礎フーチング全体がコア部となるように、解説(5)「パイルキャップはかま筋量の試算」に準じて有効なはかま筋を定めている。

一方、既製杭基礎では、杭頭補強筋の定着長さが柱型部下面から L2 または L2h 以上とするか、第三者機関の技術評価を取得した杭頭補強工法や杭頭半剛接合既製杭工法とした場合、基礎梁下端筋は機械式直線定着としてもよい。

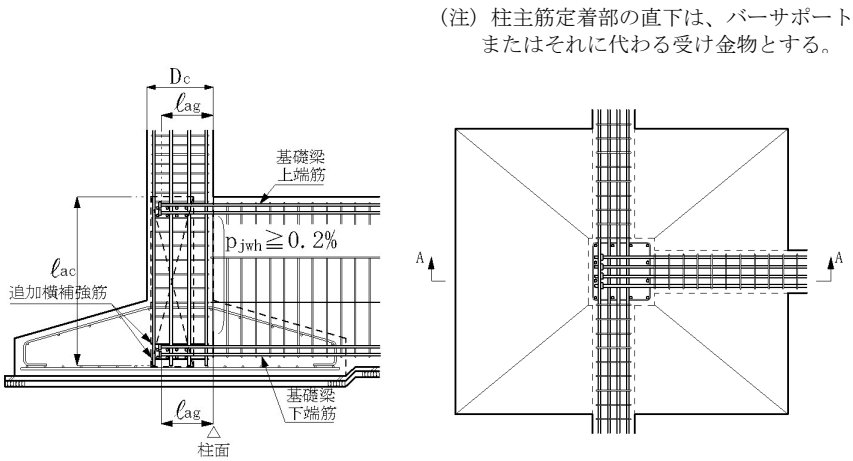


詳細図 14.4　既製杭基礎における基礎梁主筋定着部の配筋詳細例

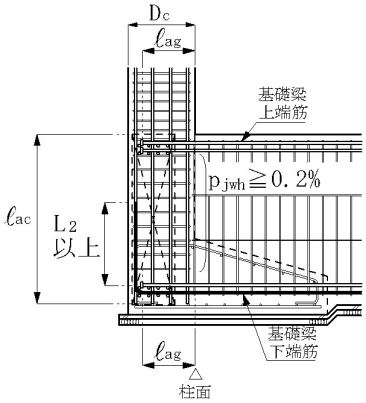
（ｖ）直接基礎における基礎梁主筋定着部の配筋詳細

詳細図 14.5(a)は、基礎に引抜き力が作用し、基礎スラブに地反力が発生せず、基礎フーチングが外部に突出する直接基礎の配筋詳細例である。この場合、基礎梁下端筋は機械式直線定着とし、基礎梁下端筋定着部近傍に追加補強筋を配置している。

詳細図 14.5(b)は、基礎に地震時引抜き力が作用し、基礎スラブに地反力が発生せず、基礎フーチングが外部に突出しない直接基礎の配筋詳細例である。この場合、最上階 L 形接合部内の梁上端筋定着部と同様、基礎梁下端・1 段筋は曲上げ定着 A タイプ(在来曲げ上げ定着)としている(図 14.1(a) 参照)。通常、ベタ基礎の場合も、この配筋詳細が適用される。



(a)基礎フーチング・外部突出の場合(標準的な場合)



(b) 基礎フーチング・外部突出なしの場合

詳細図 14.5　直接基礎における基礎梁主筋定着部の配筋詳細例

15 章　その他の主筋定着部

15.1 小梁およびスラブの主筋定着部

15.1.1 簡易計算法の場合

(1) 肋筋で囲まれた梁断面に定着する場合

(a) 片持ち形式以外の場合

片持ち形式以外の小梁およびスラブの場合、主筋定着長さℓ_{ag}は 12db 以上、(2/3)B 以上とし、以下の構造規定 1)～5)を確認した上」で、最大引張応力比 σ tmax/ftaL を表 15.1 の値以上とする。

σ tmax は RC 計算規準 9 条の解説図 9.3 の設計用曲げモーメントによる最大引張応力とし、ftaL は表 2.2 の長期許容引張応力度、db は主筋呼び名の値、B は定着側の梁幅を示す。

1) 主筋の呼び名は、D25 以下とする。

2) 主筋中心から梁上面までのかぶり厚さ Cg は、3db 以上とする。

3) 式(15.1)を満足する上面拘束筋を配置する(図 15.1 参照)。

$$Twy/Tby \geqq 0.2、かつ、Twy/Tby \leqq 0.4 \qquad (15.1)$$

$$Twy = \Sigma aw \cdot \sigma wyo,\quad Tby = \Sigma at \cdot \sigma byo \qquad (15.2)$$

ここに、Twy：上面拘束筋足部の全降伏引張力、Tby：上端主筋の全降伏引張力

Σaw：上面拘束筋足部の全断面積、Σat：上端主筋の全断面積

σ wyo：上面拘束筋の規格降伏点、σ byo：主筋の規格降伏点

ただし、上面拘束筋の場合、鋼種に係わらず、σ wyo=295N/mm^2 とする。

また、Fc≧39N/mm^2 かつℓ_{ag}≧14db の場合、Twy/Tby≧0.15 としてもよい。

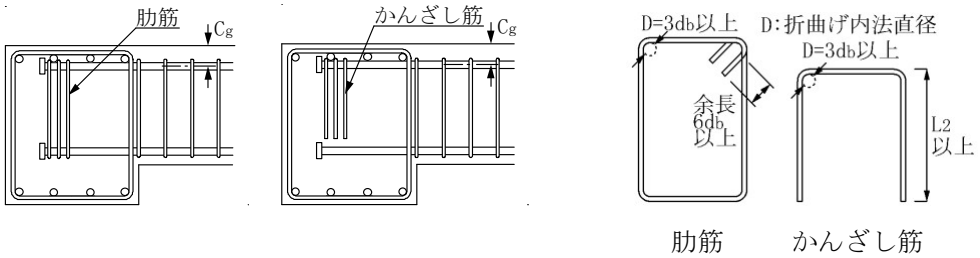
4) 上面拘束筋は、肋筋またはかんざし筋とし、定着金物近傍に配置する。肋筋の場合、135°フック付き閉鎖型または溶接閉鎖型とし、かんざし筋の場合、足部の全長は、JASS 5 の直線定着長さ L2 以上とする。

5) nb/nr≧8 を基本とする。nb=(be-Da)/db、nr：小梁上端主筋の本数

表 15.1 機械式定着による σ tmax/ftaL の一覧

		コンクリート設計基準強度Fc (N/mm^2)													
		21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
ℓ_{ag}/db	12	0.4			0.5			0.6			0.7	0.8		0.9	1.0
	13	0.5		0.6			0.7		0.8		0.9	1.0			
	14	0.7	0.8		0.9		1.0								
	15	0.8		0.9		1.0									
	16	0.8	0.9		1.0										
	17	0.8	0.9	1.0											
	18	0.9		1.0											

(注) σ tmax：設計用最大引張応力、ftaL：長期許容引張応力度



(a) 肋筋の場合　(b) かんざし筋の場合　(c) 加工形状

図 15.1　上面拘束筋

be：4 定着側の大梁または小梁の有効幅

Da：定着板直径(図 15.2)

(b) 片持ち形式の場合

片持ち形式の小梁およびスラブの場合、主筋定着長さℓag は 12db 以上、(2/3)B 以上、かつ、最大引張応力比 σ tmax/ftaL は 1.0 以上とし、(a)項の構造規定 1)～5)を確認する。

また、同主筋定着部は、片持ち形式の元端からの突出長さが 2m を超える場合、鉛直地震力を考慮した短期設計を行う。

(2) 縦筋と横筋で囲まれた壁に定着する場合

主筋定着長さℓag は、式(8.1)の梁主筋必要定着長さℓao 以上、12db 以上かつ(2/3)B 以上とする。この場合、主筋定着部に、主筋量に応じた拘束筋を配置することを基本とする(15.4 節 参照)。B は定着される側の壁厚さを示す。

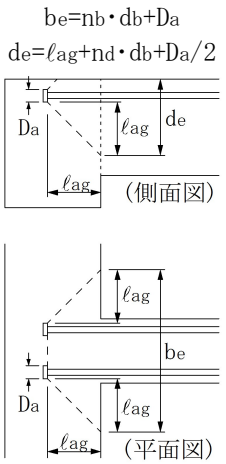


図 15.2 掻き出し破壊面

【解説】

(1) 肋筋で囲まれた梁断面に定着する場合

(a) 片持ち形式以外の場合

(ｉ) 基本事項

以下に、機械式定着による小梁主筋定着部に関する実験的知見[2-9)]を示す。

① 小梁主筋定着部は、小梁端近傍の曲げひび割れおよび小梁主筋の抜け出しの進展に伴い、ト形接合部内の梁主筋定着部では見られない上面押し出し定着破壊を起こす恐れがある。

② 上面拘束筋によって上面押し出し定着耐力を高めると、上面押し出し定着破壊を防止できる。

③ コンクリート強度が低く、主筋定着長さℓag が短いと、掻き出し定着破壊を起こす恐れがあり、小梁端近傍に使用上支障を来たす曲げひび割れが発生する。

これらの実験的知見を基に、上面押し出し定着耐力と掻き出し定着耐力で決まる必要定着長さℓao、ならびに許容ひび割れ幅 wcr(=0.3mm)で決まる必要定着長さℓacr を下式で求める。

$$\ell ao = \max(\ell ao1, \ell ao2) \quad (解\ 15.1)$$

$$\ell ao1/db = 12\phi a \cdot ftaL/(\xi w \cdot \sigma aua) - 45 \quad (解\ 15.2)$$

$$\ell ao2/db = \phi a \cdot S \cdot ftaL/\sqrt{Fc} - nd \quad (解\ 15.3)$$

ここに、ℓao1, ℓao2：上面押し出し定着耐力と掻き出し定着耐力で決まる必要定着長さ

φa：定着耐力の安全率（φa=1.6 とする。）

$$\sigma aua = \phi g \cdot (31.2Fc^{-0.5} - 1.26) \cdot Fc \quad (解\ 15.4)$$

：上面押し出し定着耐力の基本支圧強度

φg：上面押し出し定着耐力の有効係数（φg=0.5 とする。）

$$\xi w = 1 + 0.67(Twy/Tby) \quad (解\ 15.5)$$

：上面拘束筋の有効係数

$$S = 2.53(nr/nb) \quad (解\ 15.6)$$

nd：上面かぶり厚さの鉄筋径倍率

nb：定着側の大梁または小梁の有効幅に対する鉄筋径倍数

nr：小梁上端主筋の本数、　Fc：コンクリートの設計基準強度

機械式定着：　$\ell_{acr}/d_b=7.9+\sqrt{63-5350/(\alpha_c\cdot f_{taL})}$

折曲げ定着：　$\ell_{acr}/d_b=7.6+\sqrt{57-2220/(\alpha_c\cdot f_{taL})}$　　(解15.7)

$\alpha_c = 1.6-0.018F_c$　　(解15.8)

：コンクリートの設計基準強度 Fc による補正係数

機械式定着による掻き出し定着耐力の算定では、図 15.2 の掻き出し破壊面を仮定した。

同図中、be および de：定着側の大梁または小梁の有効幅および有効高さ、Da：定着板直径

また、安全率 ϕ_a(=1.6)は、破壊安全性確保の観点から、SD345 の長期許容引張応力度と短期許容引張応力度の比とほぼ同じになるように定めた。

(ⅱ)設計用最大引張応力 σ_{tmax} の算定

片持ち形式以外の小梁の場合、設計用最大引張応力 σ_{tmax} は、式(解 15.9)に示すように、上面押し出し定着耐力、掻き出し定着耐力、許容ひび割れ幅 wcr(=0.3mm)に対し、設計で採用できる最大引張応力として求められる。片持ち形式以外の小梁およびスラブの設計では、RC 計算規準 9 条の解説図 9.3 の設計用曲げモーメントによる設計用最大引張応力 σ_{tmax} が、長期許容引張応力度 ftaL よりも小さいことを確認すればよい。

$\sigma_{tmax} = \max(\sigma_{tmax1}, \sigma_{tmax2}, \sigma_{tmax3})$　　(解 15.9)

$\sigma_{tmax1} = \xi_w\cdot\sigma_{aua}\cdot\{(\ell_{ag}/d_b)+45\}/(12\phi_a)$　　(解 15.10)

$\sigma_{tmax2} = \sqrt{F_c}\cdot\{(\ell_{ag}/d_b)+nd\}/(\phi_a\cdot S)$　　(解 15.11)

$\sigma_{tmax3} = 5350/\{\alpha_c\cdot[63-\{(\ell_{ag}/d_b)-7.9\}^2]\}$　　(解 15.12)

nb/nr=8、nd=3+(Da/2db)、(Da/db)=2.4、ftaL=215N/mm^2、ℓ_{ag}/db=12～18 の場合、Fc ごとに σ_{tmax}/ftaL が表 15.1 で得られる。これらより、構造規定 5)では、nb/nr≧8 を基本とした。

nb/nr は、小梁上端筋本数 nr と支持側の大梁または小梁の有効幅 be 内のコンクリート部長さ(be-Da)の比であり、上面押し出し破壊防止の指標として定義される。

すなわち、nb/nr≧8 を基本とし、表 15.1 の σ_{tmax}/ftaL の値に対応する Fc に応じた定着長さ比 ℓ_{ag}/db 以上の定着長さ ℓ_{ag} を採用すればよい。

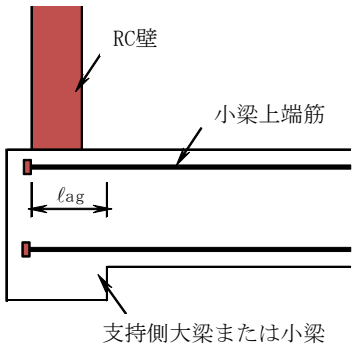
(ⅲ) 上面拘束筋

上面拘束筋は、実験[2-9)]を基に、図 15.1 の肋筋またはかんざし筋とし、上面押し出し定着破壊防止効果を高めるために、定着金物近傍に配置するとした。式(15.1)は、実験で採用した肋筋およびかんざし筋の上限と下限より定め、表 15.1 の σ_{tmax}/ftaL は、Twy/Tby=0.2 とした値であり、上面拘束筋の規格降伏点は、鋼種に係わらず、295N/mm^2 とした。

上面拘束筋を肋筋とした場合、135° フック付き閉鎖型または溶接閉鎖型とし、135° フック付き閉鎖型の場合、135° フックを小梁下面側に配置することを推奨する。かんざし筋の場合、足部の全長は JASS 5 の直線定着長さ L2 以上とした。また、Fc≧39N/mm^2 かつ ℓ_{ag}≧14db の場合、上面拘束筋を配置せず、上面拘束筋の有効係数 ξ_w を 1 としても、式(解 15.9)の設計用最大引張応力 σ_{tmax} は ftaL 以上となるので、安全側の処置として、Twy/Tby≧0.15 としてもよいとした。

一方、解図 15.1 に示すように、小梁と直交する定着側の梁上部に RC 壁を配置し、小梁主筋定着部上面を拘束する場合、上面拘束筋を省略し、(2)「縦筋と横筋で囲まれた壁に定着する場合」と同様、主筋の定着長さℓag は、式(8.1)の梁主筋必要定着長さℓao 以上、12db 以上かつ(2/3)B 以上とすることができる。

直交梁付き柱梁接合部の実験結果 [2-2),2-4)] を考慮し、解図 15.1 に示すように、小梁主筋定着部上面に対して有効な RC 壁は、壁厚が梁主筋定着長さℓag の半分程度(6db 程度)以上とすればよい。



解図 15.1 小梁主筋定着部上面での RC 壁による拘束

(b) 片持ち形式の小梁およびスラブの主筋定着

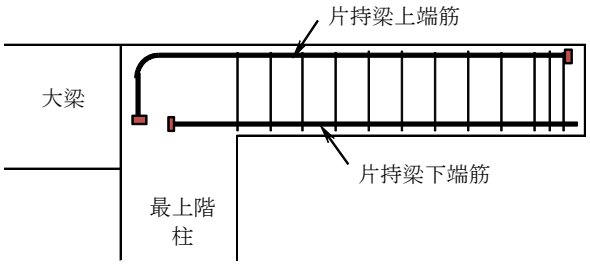
片持ち形式の場合、脆性的な定着破壊防止のために、主筋定着長さℓag は、12db 以上、(2/3)B 以上、かつ、表 15.1 のσtmax/ftaL が 1.0 の場合以上とした。また、片持ち形式の元端からの突出長さが 2m を超える場合、鉛直地震力を考慮した短期設計を行うとした(国交省告示第 594 号第 2　参照)。

(2) 縦筋と横筋で囲まれた壁に定着する場合

この場合、15.4 節の壁筋定着部と同様、主筋定着部には主筋量に応じた拘束筋を配置し、主筋定着部の周囲を拘束すれば、定着長さℓag は、式(8.1)の梁主筋必要定着長さℓao 以上、12db 以上かつ(2/3)B としてもよく、また、両側直交梁付きト形接合部と同様の効果を期待できるので、必要定着長さℓao は解表 8.1(b)によってもよい。

(3) 片持ち梁主筋定着部を最上階柱に設ける場合

解図 15.2 に示すように、最上階柱に片持ち梁主筋を定着する場合、片持ち梁上端筋定着部は、8.3 節の L 形接合部内の梁上端筋の規定に準じ、片持ち梁下端筋定着部は、JASS 5 の小梁主筋の直線定着長さ L3 以上、または機械式定着の場合、フック付き定着長さ L3h 以上とすればよい。一方、上記の片持ち梁が 12.2 節の規定を満足する場合、水平スタブ付き L 形接合部として扱うことができる。



解図 15.2 最上階柱に設けた片持ち梁主筋定着部

なお、中間階柱内に片持ち梁主筋を定着する場合、ト形接合部内の梁主筋定着部と同様、機械式直線定着とすることができる。

15.1.2 精算法の場合

1) 小梁およびスラブの上端主筋定着部の長期設計は、下式による。

$$T_{Au} \geqq T_D \text{ かつ } T_{Cu} \geqq T_D \quad (15.3)$$

【片持ち形式以外の場合】 $T_D = \phi_a \cdot \Sigma a_t \cdot \sigma_t$ (15.4)

【片持ち形式の場合】 $T_D = \phi_a \cdot \Sigma a_t \cdot f_{tL}$ (15.5)

ここに、T_D：主筋の長期設計用引張力、T_{Au}：上面押出し定着耐力、T_{Cu}：掻き出し定着耐力

ϕ_a:長期荷重時の安全率(ϕ_a=1.5とする)、 Σa_t:上端主筋の全断面積

σ_t, f_{tL}： 主筋の長期荷重時引張応力および長期許容引張応力度

2) 片持ち形式の場合、上面拘束筋は図 15.1 の肋筋とした上で、鉛直地震力を考慮し、下式を満足することを確認する。

$$T_{Au} \geqq T_{by} \text{ かつ } T_{Cu} \geqq T_{by} \quad (15.6)$$

ここに、T_{by}: 式(15.2)による上端主筋の全引張降伏力

3) 小梁およびスラブの主筋の定着長さℓ_{ag}は 12db 以上、(2/3)B 以上とし、主筋中心から梁上面までのかぶり厚さ C_g は 3db 以上とする。db：主筋呼び名の値、B：定着側の梁幅

4) 上面拘束筋は、片持ち形式以外の場合 $T_{wy}/T_{by} \geqq 0.15$、片持ち形式の場合 $T_{wy}/T_{by} \geqq 0.2$、かつ、いずれも $T_{wy}/T_{by} \leqq 0.4$ とする。

T_{wy}：上面拘束筋足部の全引張降伏力、T_{by}：式(15.2)による上端主筋の全引張降伏力

【解説】

(1) 基本事項

15.1.2 項では、式(15.3)の精算法によることで、D29 以上の主筋定着部を含めて検定できるようにした。長期荷重時の安全率ϕ_aは、RC 計算規準 17 条と同様、主筋応力が短期許容引張応力度に達するまで定着破壊を起こさないように、実験[2-9)]を基に、ϕ_a=1.5 とした。

主筋の長期荷重時引張応力σ_tは、RC 計算規準 17 条に基づき、片持ち形式以外の場合、存在応力を採用し、片持ち形式の場合、長期許容引張応力度 f_{taL} とした。通常、片持ち形式以外の存在応力σ_tは、RC 計算規準 9 条の解説図 9.3 の設計用曲げモーメントを用いて算定される。

15.1 節の設計条件は、持続載荷実験に基づいていないので、片持ち形式の場合、別途、クリープ変形を考慮することが望ましい。クリープ変形は、RC 構造計算規準(2018 年版)付 7 の 2.長期たわみ計算法のクリープによる倍率 K2 を考慮し、長期荷重時の主筋の設計用引張応力σ_tを小さくすれば抑制できる。

(2) 上面押出し定着耐力および掻き出し定着耐力

上面押出し定着耐力 T_{Au} は式(解 15.13)、掻き出し定着耐力 T_{Cu} は式(解 15.17)で求められる[2-9)]。

$$T_{Au} = \xi_w \cdot T_{Auo} \quad (解\ 15.13)$$

$$T_{Auo} = \phi_g \cdot k1 \cdot k2 \cdot k3 \cdot k4 \cdot k5 \cdot k6 \cdot \sigma_{Auo} \cdot \Sigma A_p \quad (解\ 15.14)$$

$$\sigma_{Auo} = (31.2F_c^{-0.5} - 1.26) \cdot F_c \quad (解\ 15.15)$$

$$\xi_w = 1 + 0.67(T_{wy}/T_{by}) \quad (解\ 15.16)$$

$$T_{Cu} = T_c + T_w \quad (解15.17)$$

$$T_c = \phi_c \cdot b_e \cdot d_e \cdot 0.313\sqrt{F_c} \cdot \sqrt{(\ell_{ag}^2 + j^2)}/j, \quad T_w = \phi_w \cdot A_w \cdot \sigma_{wy} \quad (解15.18)$$

ここに、ϕg：上面押し出し定着耐力の有効係数(ϕg=0.5)

σAuo：主筋定着耐力の基本支圧強度

k1～k6:益尾・窪田式[2-1)]による補正係数(式(解8.2) 参照)

ただし、k5=0.9(pjwh=0)とする。

ΣAp:定着金物の支圧面積の総和、Fc：コンクリートの設計基準強度

Twy：上面拘束筋の全降伏引張力、Tby：式(15.2)による上端主筋の全降伏引張力

Tc:コンクリートの寄与分、Tw:大梁肋筋の寄与分

ϕc:コンクリートの有効係数(ϕc=0.7)

be,de:コンクリートの有効幅および有効高さ(図15.2)

ℓag:主筋定着長さ、j:小梁の応力中心距離(j=(7/8)・dとする)、d:有効せい

ϕw: 定着側梁肋筋の有効係数(ϕw=0.5)

Aw:be内の定着側梁上面側掻き出し破壊面と交差する補強筋の全断面積(図15.2)

$$\sigma wy = \min(\sigma wyo, 55\sqrt{Fc}) \qquad \text{(解15.19)}$$

:定着側梁の肋筋の降伏強度

σwyo:定着側梁肋筋の規格降伏点

ただし、Fc≧60N/mm^{2}の場合、Fc=60N/mm^{2}とする。

式(解15.16)中の(Twy/Tby)は、実験[2-9)]を基に、片持ち形式以外の場合Twy/Tby≧0.15、片持ち形式の場合Twy/Tby≧0.2、かつ、いずれもTwy/Tby≦0.4を満足するものとした。

なお、表15.1の$\sigma tmax$は、D25以下の主筋を対象にしているので、主筋直径による補正係数k6=1とし、安全側の処置として、式(解15.17)中の大梁肋筋の寄与分Tw=0として算定している。

(3) 長期荷重時ひび割れ幅

長期荷重時ひび割れ幅 wcal は、式(解 15.20)で求め、wcal≦0.3mm とすることを推奨する[2-9)]。

$$wcal = \varepsilon ao \cdot \alpha w \cdot \alpha c \cdot \ell ag \qquad \text{(解 15.20)}$$

$$\varepsilon ao = \sigma t/Es,\ \alpha w = 7.3-0.46(\ell ag/db) \geqq 1,\ \alpha c = 1.6-0.018Fc \qquad \text{(解15.21)}$$

ここに、σt：主筋の長期荷重時引張応力、εao：主筋の基準ひずみ

Es：鉄筋のヤング係数、db：主筋呼び名の値

式(解 15.21)の補正係数αwは主筋定着長さℓagに反比例し、定着長さ$\ell ag/db$≧15.9 の場合、αw=1 となる。この場合、式(解 15.20)の長期荷重時ひび割れ幅 wcal は、主筋定着長さℓag に比例して増加する。通常、$\ell ag/db$≧15 の場合、主筋定着部に沿う付着応力の減少に伴い、材端部ひび割れ幅も減少すると考えられるので、式(解 15.20)の長期荷重時ひび割れ幅 wcal は、$\ell ag/db$≧15 の場合、$\ell ag/db$=15 として計算してもよい。

(4) 小梁主筋定着部の設計例

解表 15.1 に示すように、片持ち形式以外および片持ち形式の小梁主筋定着部について、15.1.2 項による検定を行った。本設計例では、小梁主筋はすべて D29 であり、片持ち形式については、2 段筋の場合も示した。同表の検定計算では、ϕg=0.5、k1=5.5/αp=1、k4=0.92+0.02(Cs/ds)=0.98、k5=0.9+12.5pjwh=0.9 を仮定した式(解 15.22)を用いた(8.1 節の解説(3) 参照)。

$$TAuo = 2.43k2 \cdot k3 \cdot k6 \cdot \sigma auo \cdot \Sigma at \qquad \text{(解 15.22)}$$

式(解 15.18)中のコンクリートの有効幅 be および有効高さ de は、下式によった。

$$be = 2\ell ag+Bb-4db,\quad de = \ell ag+3db \qquad (解\ 15.23)$$

ここに、ℓag：主筋定着長さ、Bb：小梁幅、db：主筋呼び名の値

また、解表 15.1 中の設計存在応力度比 σ t/ftaL の設定値は、以下によった。

① 片持ち形式以外の場合、RC 計算規準 9 条の解説 4. に示された両端固定梁の固定端モーメント C と梁外端部の設計曲げモーメント M の比(0.6)を基に、σ t/ftaL=0.6 とした。

② 片持ち形式の場合、鉛直地震力(長期荷重の 2 倍)に対して短期設計を行うことを考慮し、長期荷重時の σ t/ftaL=1.0 とし、式(15.6)を満足することを確認した。

解表 15.1　小梁主筋定着部の検定

(a) 設定諸元(入力諸元)

部材記号		B1	B2	B3	B4
小梁種別(片持梁,以外)		以外	以外	片持梁	片持梁
コンクリート設計基準強度	$Fc(N/mm^2)$	24	24	36	36
長期設計存在応力度比	σ t/ftaL	0.60	0.60	1.00	1.00
小梁幅	Bb(mm)	300	400	400	400
小梁せい	Db(mm)	700	700	700	700
梁上1段筋中心のかぶり厚さ	dtT(mm)	130	130	130	130
梁下1段筋中心のかぶり厚さ	dtB(mm)	90	90	90	90
1段筋と2段筋の中心間距離	P_{12} (mm)	0	0	0	90
(小梁主筋)	鋼種	SD345	SD345	SD390	SD390
	呼び名	D29	D29	D29	D29
1段筋の本数	n_1	3	4	4	4
2段筋の本数	n_2	0	0	0	2
上端筋定着長さ(入力値)	ℓag(mm)	400	400	420	520
大梁幅	Bg(mm)	500	500	500	600
大梁上面側掻き出し補強筋	鋼種	SD295	SD295	SD295	SD295
	呼び名	D13	D13	D13	D13
掻き出し破壊に有効な本数		4	4	6	6
上面拘束筋	鋼種	SD295	SD295	SD295	SD295
	呼び名	D13	D13	D13	D13
	1組の本数	2	2	3	4
	組数	3	3	3	3

(b) 検定結果

部材記号		B1	B2	B3	B4
構造規定	$\ell ag/db$	13.8	13.8	14.5	17.9
	$\ell ag/Bg$	0.80	0.80	0.84	0.87
判定		OK	OK	OK	OK
長期設計用引張力	TD1=φa・ftL・Σat(kN)	563	751	751	1127
安全率 φa=1.5,	TD2=φa・σ t・Σat(kN)	338	451	751	1127
引張降伏耐力	Tby=σ yo・Σat (kN)	664	886	1002	1502
TAuo=φg・2.43・k2・k3・k6・σ auo・Σat (kN)		532	710	888	1564
上面拘束筋の効果	(Twy/Tby)	0.34	0.25	0.34	0.30
ξ w=1+0.67・(Twy/Tby)		1.23	1.17	1.23	1.20
判定((Twy/Tby):0.15または0.2以上かつ0.4以下)		OK	OK	OK	OK
上面押出し耐力	TAu=ξ w・TAuo(kN)	653	830	1088	1878
片持梁：TD=TD1,以外：TD=TD2,	TAu/TD	1.93	1.84	1.45	1.67
上面押出し耐力・判定(TAu/TD≧1)		OK	OK	OK	OK
$Tc=\phi c\cdot be\cdot de\cdot 0.313\sqrt{Fc}\cdot\sqrt{(\ell ag^2+j^2)}/j$(kN)		651	717	966	1541
Tw=φw・Aw・σ wy (kN)		75	75	112	112
掻き出し耐力	TCu=Tc+Tw (kN)	726	792	1078	1653
片持梁：TD=TD1,以外：TD=TD2,	TCu/TD	2.15	1.76	1.44	1.47
掻き出し耐力・判定(TCu/TD≧1)		OK	OK	OK	OK
長期荷重時ひび割れ幅	wcal (mm)	0.27	0.27	0.38	0.39
ひび割れ幅・判定(wcal≦0.3mm)		OK	OK	NG	NG
	TAu/Tby	0.98	0.94	1.09	1.25
	TCu/Tby	1.09	0.89	1.08	1.10
鉛直地震力の判定(TAu≧Tby, TCu≧Tby)		-	-	OK	OK

(注)片持ち梁B3,B4の検定では、長期荷重時ひび割れ幅wcalが0.3mmを超えてNGと判定されたが、鉛直地震力に対する短期設計を行っているので、問題ないと判断される。

15.2　片持梁主筋先端部の納まり

片持梁上端筋先端部を折曲げずに、定着金物を配置する場合、片持梁自体のせん断補強用の肋筋と別途、定着金物近傍に定着金物拘束用の肋筋を配置する。

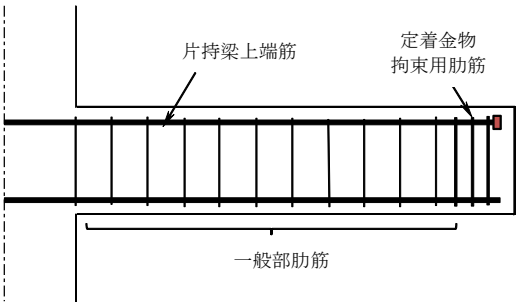
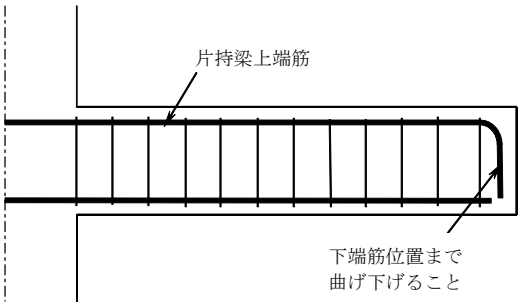


図 15.3　片持梁主筋先端部の納まり

【解説】

RC 配筋指針 9.5 節(小梁・片持梁)[1-5]では、先端部に集中荷重を受ける片持スラブの場合、解図 15.3 に示すように、片持梁上端筋の耐荷能力低下防止のために、片持梁上端筋先端部を折曲げ後、下端筋位置まで曲げ下げている。

本節では、上記の点を考慮し、片持梁上端筋先端部を折曲げずに、定着金物を配置する場合、片持梁自体のせん断補強用の肋筋と別途、定着金物近傍に定着金物拘束用の肋筋を配置するとしている。



解図 15.3　RC 配筋指針 9.5 節による片持梁主筋先端部の納まり

先端部に集中荷重を受ける片持梁では、元端から先端部での付着耐力が不足する場合、先端部をフック付きとすることがある。その場合、RC 計算規準 16 条 2.継手に準じ、フックが設計用応力の(1/3)倍を負担するとして、付着応力の検定が行われる。

そのような場合、片持梁自体のせん断補強用の肋筋と別途、15.1 節に準じ、$T_{wy}/T_{by} \geqq 0.1 \sim 0.2$ 程度を目安に、定着金物拘束用の肋筋を配置すれば、片持梁主筋先端部のフックを定着金物に置き換えてもよいと考えられる(図 15.1　参照)。

T_{wy}：上面拘束筋足部の全降伏引張力、T_{by}：式(15.2)による上端主筋の全降伏引張力

15.3　梁・梁接合部内の梁主筋定着部

大梁と大梁が交差する梁・梁接合部内の梁主筋定着部は、式(15.7)を満足し、かつ、構造規定1)～3)を満足することとする。

$$T_{Au} \geqq T_D \text{ かつ } T_{Cu} \geqq T_D \qquad (15.7)$$

$$T_D = \Sigma a_t \cdot \sigma_D \qquad (15.8)$$

ここに、T_{Au}：上面押出し定着耐力、 T_{Cu}：掻き出し定着耐力、 T_D：設計用引張力

Σa_t：梁上端筋または下端筋のいずれか大きい方の全断面積

σ_D：設計条件に応じて決定する梁・梁接合部側面の梁主筋設計応力

1)　主筋定着長さℓ_{ag}は、14db以上かつ(3/4)B_{gy}以上とする。

B_{gy}：定着側の梁幅、db：主筋呼び名の値

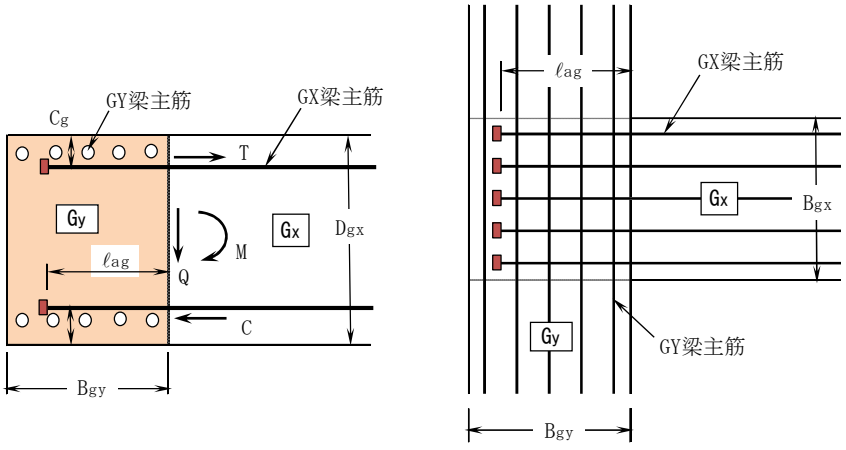
2)　上端筋、下端筋ともに、梁主筋中心から梁上下面までのかぶり厚さC_gは3db以上とし、定着板内面からの背面かぶり厚さC_bは8.1節(2)2)による。

3)　図15.4に示すように、大梁Gxの上下主筋定着部は、大梁Gyの最外縁上下主筋間に配置し、大梁Gxと大梁Gyの交差部には、大梁Gyの横補強筋比pwyで決まる式(15.9)の横補強筋組数nwyを均等に配置する。

$$n_{wy} = p_{wy} \cdot B_{gx} \cdot B_{gy} / a_{wy} + 1 \qquad (15.9)$$

ここに、p_{wy}, a_{wy}：Y方向大梁GYの設計で定められた横補強筋比および横補強筋1組の断面積

B_{gx}, B_{gy}：X方向大梁GX幅およびY方向大梁GY幅



(a)　鉛直断面図　　(b)　水平断面図

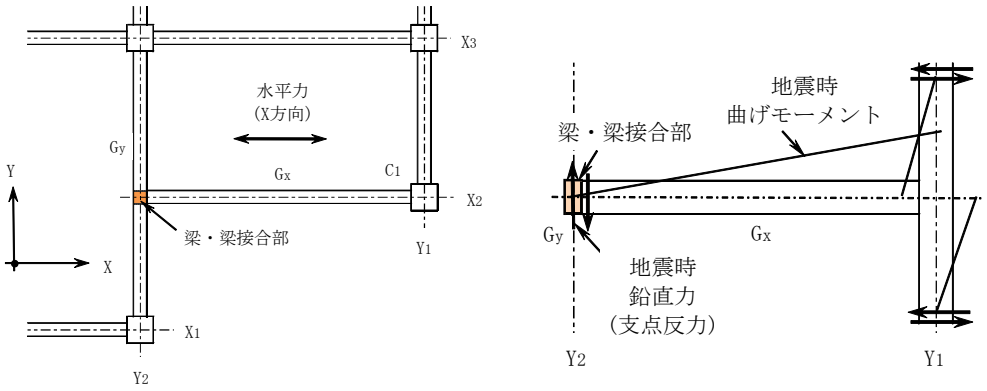
図15.4　梁・梁交差部の配筋

【解説】

(1) 基本事項

解図15.4に示すように、大梁Gxと大梁Gyが交差する梁・梁接合部には、X方向の地震荷重が作用すると、上下方向の支点反力(鉛直力)が生じる。この場合、式(15.7)の設計条件を満足し、かつ、構造規定 1)～3)を満足することを確認した上で、式(15.8)中の梁主筋設計応力σ_Dは、設計条件に応じて適切に決定する。また、構造規定 3)では、図 15.4 に示すように、定着破壊防止のために、大梁Gxの上下主筋定着部を大梁Gyの最外縁上下主筋間に配置するとしている。

RC 配筋指針[1-5)]の 9.4 梁によると、通常、梁横補強筋は、第 1 あばら筋位置(一方の柱面)から順次割り付けられるので、大梁 Gx と大梁 Gy の交差部では、大梁 Gy の横補強筋と干渉する恐れがある。これらより、構造規定 3)では、大梁 GY のせん断耐力確保のために、大梁 Gx と大梁 Gy の交差部には、大梁 Gy の設計で定められた横補強筋比 pwy で決まる式(15.9)の横補強筋組数 nwy を均等に配置するとした。



(a) 伏図　　(b) 軸組図(X2 通)

解図 15.4　梁・梁接合部に作用する X 方向地震時応力

(2) 計算例

大梁 Gy 幅 Bgy：700mm、 大梁 Gx 幅 Bgx：800mm、上下主筋：6-D38(SD490)

大梁 Gy 横補強筋：4-D13-@150mm (pwy=0.48%)

【大梁 Gx 上下主筋の定着長さℓ_{ag}】

14d=14×38=532mm, (3/4)B=(3/4)×700=525mm

∴ 定着長さℓ_{ag}の設計値は 540mm とする。

この場合、Cb=700-540=160mm(=4.2db)≧4db

【大梁 Gy 横補強筋の交差部における組数 nwy】

nwy=pwy･Bgx･Bgy/awy+1=0.48%×700×800/(4×127)+1=6.3

∴ nwy は、7 組とする。

15.4　片持ち大梁交差部内の梁主筋定着部

図 15.5 と図 15.6 は、建物隅角部等において、地震時応力が働く片持ち大梁同士の交差部での大梁主筋定着部を示す。

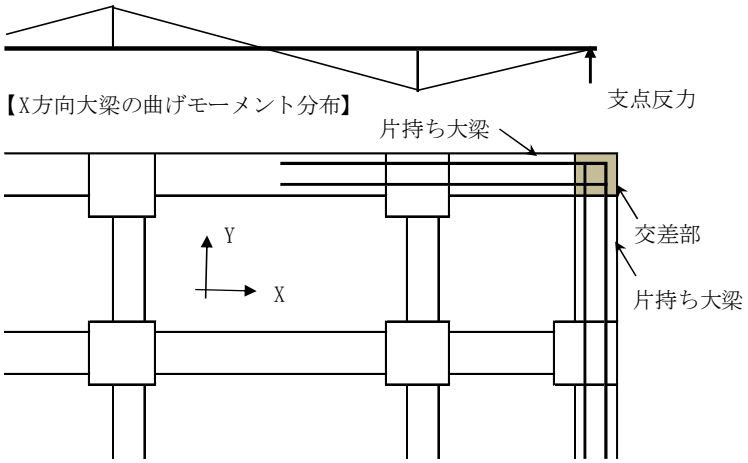


図 15.5　片持ち大梁交差部内の梁主筋定着部

(1) 梁主筋定着長さ(図 15.6(a))

片持ち大梁交差部内の梁主筋定着長さℓ_{agX}、ℓ_{agY}は、8.1 節(1)1)に準じ、式(8.1)の必要定着長さℓ_{ao} 以上、12db 以上かつ直交方向の片持ち大梁幅 BgY、BgX の(3/4)倍以上とし、必要定着長さℓ_{ao} の適否判定上限値は 25db とする。

db：梁主筋呼び名の値

(2) 交差部横補強筋比(図 15.6(b))

7.1 節(1)1)に準じ、式(15.9)で算定する交差部横補強筋比 pjwh は、0.3%以上とする。

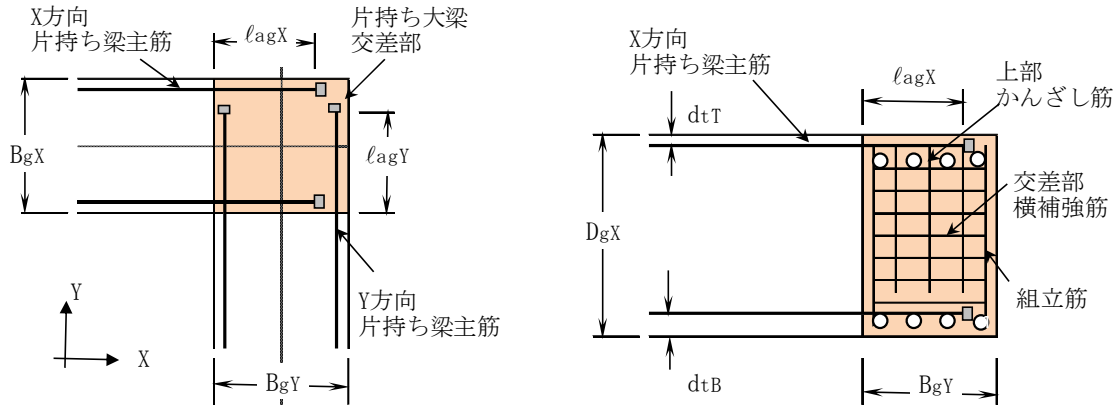
$$p_{jwh} = n_h \cdot a_{wh} / (B_g \cdot j_{tgo}) \qquad (15.9)$$

Bg：直交大梁幅(BgX, BgY の大きい方)、jtgo：梁上下最外縁主筋の中心間距離

nh：jtgo 区間内の接合部横補強筋の組数、awh：接合部横補強筋 1 組の断面積

(3) かんざし筋(図 15.6(b))

片持ち大梁のかんざし筋は、XY 方向ともに、片持ち大梁のあばら筋と同径で、1 組の本数は同本数、かつ、間隔は 100mm 以下とし、直交方向梁主筋で拘束されない片持ち大梁の上側 1 段筋の上部、および下側 1 段筋の下部からそれぞれ配置する。また、かんざし筋足部の全長は、図 15.1 の U 形かんざし筋と同様、JASS5 の直線定着長さ L2 以上とする。



(a) 水平断面図　　(b) X 方向鉛直断面図

図 15.6　片持ち大梁交差部の配筋詳細

15.5　壁接合部における鉄筋定着部

1) 壁接合部は、壁・床(梁)接合部、壁・壁(柱)接合部とする。
2) 壁接合部内の鉄筋は、壁筋、帯筋または肋筋の内側に定着し、鉄筋の定着長さℓ_aは、式(8.1)の梁主筋必要定着長さℓ_{ao}以上、12db 以上、かつ、壁厚さ、柱、梁断面の幅またはせいの(1/2)倍以上とする。db：壁筋呼び名の値
3) ただし、壁筋定着長さℓ_aが JASS 5 のフック付き定着長さ L_{2h} 以上または直線定着長さ L_2 以上の場合、柱、梁断面の幅またはせいの(1/2)倍を下回ってもよい。

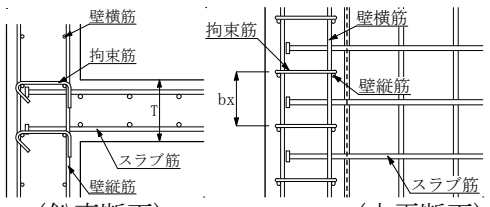
【解説】

柱、梁断面内に定着される壁筋の場合、地震時の塑性化を考慮し、ト形接合部内の梁主筋と同様、壁筋定着長さℓ_a は、式(8.1)の梁主筋必要定着長さℓ_{ao} 以上、12db 以上、かつ、壁厚さ、柱、梁断面の幅またはせいの(1/2)倍以上とした。ただし、必要定着長さℓ_{ao} の算定に用いる低減係数β_{ao}は、両側直交梁付きと同様、1.0 とした(解表 8.1(b))。

解図 15.6 の壁・床接合部の場合、ト形接合部の横補強筋と同様、式(解 15.24)の拘束筋比 pwa ≧0.2%を目安に、上下スラブ筋近傍に拘束筋を配置している。

$$p_{wa} = n_z \cdot a_w / (b_x \cdot T) \qquad \text{(解 15.24)}$$

ここに、a_w：拘束筋 1 本の断面積
n_z：床と壁交差部内の拘束筋本数
b_x：拘束筋の水平方向の間隔
T：スラブ厚さ



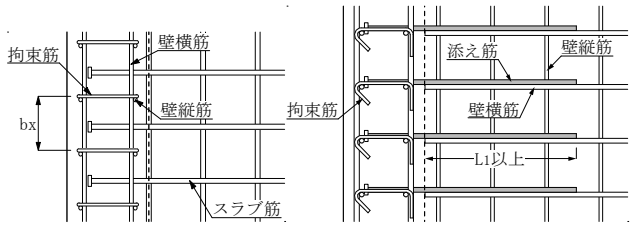
(鉛直断面)　(水平断面)
解図 15.6 壁・床接合部

この場合、b_x はスラブ筋間隔と同じとし、拘束筋 D10、b_x=200mm、T=300mm の場合、pwa=2×71/(200×300)=0.24%となる。

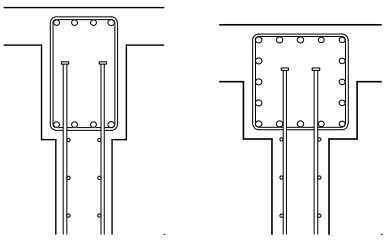
拘束筋は、既往実験※を基に、1 端 135° フック、他端 90° フックとし、135° フックの位置は定着金物の背面側とすることを推奨する。

解図 15.7 の壁・壁接合部の場合、壁横筋の端部に添え筋を配置し、解図 15.6 と同様、添え筋端部を機械式定着とした拘束筋を配置している。

また、壁・梁(柱)接合部の配筋詳細例を解図 15.8 に示す。



(水平断面)　(鉛直断面)
解図 15.7 壁・壁接合部の配筋詳細例


(鉛直断面)　(水平断面)
解図 15.8 壁・梁(柱)接合部の配筋詳細例

※ 北野敦則、柿原巧弥、後藤康明：壁に折曲げ定着した鉄筋コンクリート梁およびスラブの挙動について、日本建築学会大会梗概集、構造Ⅳ、pp.577-580, 2009.8

15.6　腹筋定着部

腹筋は、RC 配筋指針 9.2 節 [1-5] の解説(c)に記載の基礎梁腹筋と同様、設計図書に記載がない限り定着しなくてもよい。

ただし、面外曲げやねじりモーメントを受ける RC 梁の場合、梁せい中間の腹筋位置に配置された鉄筋定着部は、面外曲げモーメントやねじりモーメントに伴う引張力を受けるので、定着耐力が降伏引張強度以上とすることを基本とし、腹筋の定着長さℓ_{ag}は、8.1 節(1)1)に準じて定める。

15.7　幅広型基礎梁主筋定着部を配置した柱増し打ち部の補強

図 15.5 の幅広型基礎梁主筋定着部を配置した柱増し打ち部は、柱梁主筋外定着方式編(2026 年)5 章「最下層柱・基礎梁接合部の設計」(4)幅広型基礎梁 2)の式(10)を満足するコ形柱断面外拘束筋で補強する。ただし、幅広型基礎梁主筋定着長さℓ_{ag}は、8.1 節(1)に準じ、式(8.1)の必要定着長さℓ_{ao}以上、12db 以上かつ(3/4)Dc 以上とし、必要定着長さℓ_{ao}の適否判定上限値は 25db とする。また、柱増し打ち部に配置する幅広梁主筋列数は 2 列までとする。

Dc：柱せい、db：基礎梁主筋呼び名の値

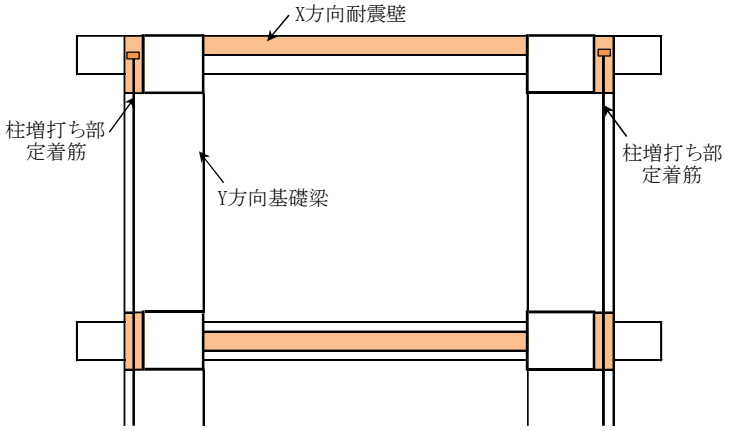


図 15.5 幅広型基礎梁主筋定着部を配置した柱増打ち部

【解説】

幅広型基礎梁(Bg＞Bc)の場合、柱梁主筋外定着方式編(2026 年)5 章の解説(2)幅広梁付き L 形接合部実験を基に、接合部有効幅 bj を bj=Bc とし、幅広型基礎梁主筋が定着される柱梁接合部のせん断終局耐力を基本設計編 6 章の式(6.1)で算定し、14.1 節の接合部せん断力の設計条件を確認する。一方、解表 15.2 示すように、幅広型基礎梁主筋定着部の検定例では、$\Sigma T_{wy}/\Sigma T_{gy} \geqq 0.4$ かつ $p_{wo} \geqq 0.2\%$かつ $x_o \leqq 200mm$ の場合、(判定)を"OK"としている。

解表 15.2 幅広型基礎梁主筋定着部の検定例

基礎梁主筋	at (mm^2)	本数	σsy (N/mm^2)	ΣTgy (kN)	コ形拘束筋	aw (mm^2)	柱幅 Bc(mm)	増打ち厚 To(mm)	本数	間隔 xo(mm)	pwo (%)	σwy (N/mm^2)	ΣTwy (kN)	ΣTwy /ΣTgy	判定
2-D38	1140	2	390	889	5-D13	127	1000	200	9	100	0.64%	345	394	0.44	OK

$\Sigma T_{gy}=a_t \times$本数$\times \sigma_{sy}$、σ_{sy}：規格降伏点、$L_{go}=B_c-100$：基礎梁主筋定着部範囲、コ形拘束筋間隔$x_o=L_{go}/$(本数-1)

$\Sigma T_{wy}=a_w \times \sigma_{wy}$、$\sigma_{wy}$：規格降伏点、$\Sigma T_{wy}/\Sigma T_{gy} \geqq 0.4$かつ$p_{wo} \geqq 0.2\%$かつ$x_o \leqq 200mm$の(判定)"OK"、$p_{wo}=a_w/(B_c \cdot x_o)$

参考文献

(注記)本指針引用の参考文献の番号は、以下の項目 i とそれぞれの文献番号 j を組合せた記号 i-j と表記する。

1. 柱梁接合部および鉄筋定着に関する基・規準類

1) 日本建築学会：鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説、2024
2) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建築物の靭性保証型耐震設計指針・同解説、1999
3) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建物の耐震性能評価指針(案)・同解説 8 章 柱梁接合部の性能評価法、pp.232-247, 2004
4) 日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5 鉄筋コンクリート工事、10 節 鉄筋工事、2022
5) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説、2021
6) 日本建築学会：鉄筋コンクリート構造保有水平耐力計算規準・同解説(2021 年)
7) 日本建築学会：鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(2014 年)
8) 日本建築学会：鉄骨鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説、2005
9) 国土交通省国土技術政策総合研究所、国立研究開発法人建築研究所監修：2025 年版 建築物の構造関係技術基準解説書、2025
10) (一社)建築構造技術支援機構監修 益尾潔著：高強度・太径鉄筋を用いた実務配筋マニュアル、2024.12

2. RC 造柱梁接合部等に関する研究

1) 益尾潔、窪田敏行：機械式定着工法による RC 造ト形接合部の終局耐力に関する設計条件、日本建築学会構造系論文集、第 590 号、pp.87-94, 2005.4
2) 益尾潔、足立将人：機械式定着による RC 造ト形柱梁接合部の構造性能、日本建築学会構造系論文集、第 627 号, pp.819-826, 2008.5
3) 益尾潔、井上寿也、岡村信也：機械式定着工法による RC 造 T 形および L 形柱梁接合部の終局耐力に関する設計条件、日本建築学会構造系論文集、第 590 号、pp.95-102, 2005.4
4) 足立将人、益尾潔：機械式定着工法による RC 造 T 形および L 形柱梁部分架構の構造性能に及ぼす直交梁の影響、JCI 年次論文集、Vol.31, No.2, pp.337-342, 2009.7
5) 益尾潔、足立将人：機械式定着による柱主筋定着耐力ならびに T 形、L 形部分架構の変形性能、JCI 年次論文集、Vol.31, No.2, pp.343-348, 2009.7
6) 崔建宇、藤井栄、渡邉史夫：L 字形及び T 字形接合部のせん断耐力に及ぼす接合部の配筋ディテールの影響、JCI 年次論文報告集、Vol.23, No.3, pp.397-402,2001
7) 益尾潔:折曲げ定着による RC 造ト形接合部の終局耐力設計条件、日本建築学会大会梗概集、構造Ⅳ、pp.335-336, 2008.9
8) 益尾潔、足立将人：機械式定着による RC 造ト形柱梁接合部の構造性能―高強度材料を用いた場合―、日本建築学会構造系論文集、第 632 号、pp.1841-1848, 2008.10
9) 益尾潔、足立将人、田川浩之：機械式定着による RC 造小梁主筋の定着耐力および必要定着長さ、日本建築学会構造系論文集、第 631 号、pp.1625-1632, 2008.9
10) 益尾潔、堂下航、足立将人、田川浩之：機械式柱主筋外定着方式による最上階 RC 造 L 形接合部の構造性能、日本建築学会構造系論文集、第 697 号、pp.411-418, 2014.3
11) 益尾潔、堂下航：機械式定着による 590 N/mm^2 および 685N/mm^2 級梁主筋を用いたト形接合部の構造性能、日本建築学会大会梗概集、構造Ⅳ、pp.747-750, 2013.8
12) 益尾潔、申範昊：円形定着板で 590N/mm^2 級および 685N/mm^2 級梁主筋を定着した RC 造ト形接合部の構造性能、日本建築学会技術報告集、第 22 巻、第 51 号、pp.511-515, 2016.6
13) 益尾潔、堂下航、足立将人：機械式定着による 590N/mm^2 級高強度鉄筋を用いた RC 造 L 形接合部の構造性能、日本建築学会技術報告集、第 20 巻、第 46 号、pp.957-962, 2014.10
14) 益尾潔、堂下航、足立将人：機械式定着による幅広梁付き RC 造 L 形接合部の構造性能、日本建築学会技術報告集、第 20 巻、第 46 号、pp.951-956, 2014.10
15) 益尾潔、申範昊: 円形定着板で梁主筋を定着した幅広梁付き RC 造 L 形接合部の構造性能、日本建築学会技術報告集、第 22 巻、第 51 号、pp.517-521, 2016.6
16) 益尾潔：機械式定着による鉛直段差梁付き RC 十字形接合部の設計終局耐力、日本建築学会技術報告集、第 19 巻、第 43 号、pp.913-916, 2013.10
17) 合同製鐵(株)：建築構造技術評価報告書(EG 定着板工法)、SABTEC 評価 12-05R1、(一社)建築構造技術支援機構、2015.12.4
18) 第一高周波工業(株)：建築構造技術評価報告書(T ヘッド定着工法)、SABTEC 評価 22-02R1、(一社)建築構造技術支援機構、2024.12.2
19) (株)岸鋼加工：建築構造技術評価報告書(KISI-CON 定着工法)、BTEC 評価 25-01R1、(一社)建築構造技術支援機構、2026.3.11
20) (一社)建築構造技術支援機構：SABTEC 機械式定着工法 RC 構造設計指針(2026 年)、2026.3

【柱梁主筋外定着方式編(2026 年)】

設計指針

目　次

1 章　適用範囲 …… 設計 4-1

2 章　柱梁接合部せん断設計 …… 設計 4-4

3 章　梁柱主筋定着設計 …… 設計 4-12
　3.1　梁主筋定着部
　3.2　柱主筋定着部

4 章　接合部配筋詳細 …… 設計 4-15
　4.1　定着部拘束筋
　4.2　かんざし筋

5 章　最下階柱・基礎梁接合部の設計 …… 設計 4-20

6 章 柱主筋外定着による標準配筋詳細 …… 設計 4-27
　6.1　最上階柱梁接合部
　6.2　最下階柱・基礎梁接合部
　6.3　免震基礎における基礎梁主筋定着部

7 章 柱主筋外定着による設計例 …… 設計 4-32
　7.1　最上階Ｔ形、Ｌ形接合部における定着部拘束筋の設計例
　7.2　最下階Ｌ形接合部における定着部拘束筋の設計例

柱主筋外定着関連の参考文献 …… 設計 4-36

1章　適用範囲

本編は、柱主筋外定着によるT形、L形接合部、ならびに梁主筋外定着によるT形、L形、ト形、十字形接合部の設計に適用する。

本編に記載されていない事項は、本設計指針の関連する章による。

【解説】

(1) 柱主筋外定着方式開発の背景

最上階 L 形接合部内の柱、梁主筋定着部の納まりは、最上階だけでなく、下階の柱、梁主筋定着部に影響を及ぼし、特に太径鉄筋の場合、配筋施工上、重要になる[1)]。

従来の慣用配筋の場合、最上階 L 形接合部内の梁上端筋の定着耐力は、折曲げ後の余長と出隅の引張側柱主筋との重ね継ぎ効果に依存する(本設計指針 8.3 節)。通常、柱主筋定着部位置は梁上端筋の下部となり、梁端仕口面から折曲げ起点間で上部から拘束されないので、梁上端筋の付着力が早期に喪失し、接合部必要横補強筋量がト形接合部と比べて多くなる(本設計指針 7.1 節)。また、柱梁主筋定着部が柱梁接合部内で輻輳するので、接合部配筋詳細の納まりが悪い。以下、従来の慣用配筋を柱主筋内定着方式と呼ぶ。

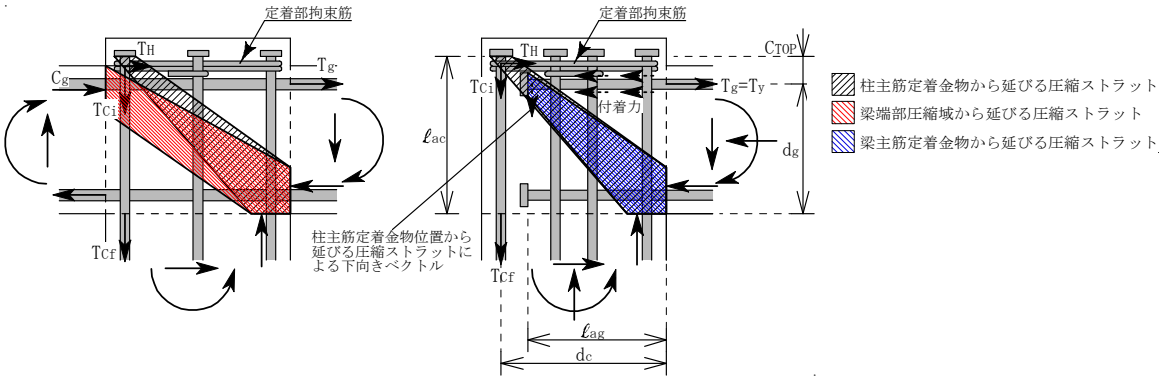
鉛直スタブ付き L 形接合部の場合、梁上端筋定着部は、ト形接合部内の梁主筋定着部と同様、柱主筋定着部からの押え効果によって、機械式直線定着とすることができる(本設計指針 12.1 節)。しかし、鉛直スタブは屋上に突出するので、意匠上、採用されにくい。一方、柱主筋定着部は、屋上防水層の押えコンクリート厚さ以内に納まれば都合がよい。

これらより、機械式直線定着の最上階梁上端筋定着部の上部に柱主筋定着部を配置するとともに、柱主筋定着部を定着部拘束筋で拘束し、かつ、梁上端筋定着部をかんざし筋で拘束する接合部配筋詳細が考案された[2),3)]。この配筋詳細を柱主筋外定着方式と呼ぶ。

(2) 柱主筋外定着方式 T 形、L 形接合部

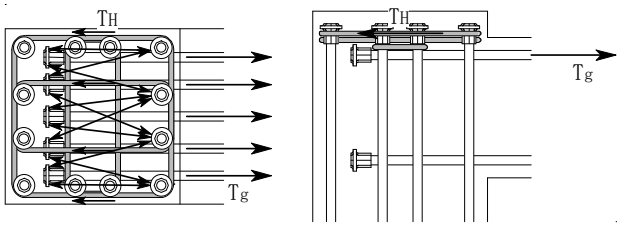
柱主筋外定着方式 T 形、L 形接合部の場合、解図 1.1(a),(b)に示すように、柱主筋定着部から延びる鉛直構面内ストラットと接合部内の梁上端筋定着部が重なり、梁上端筋定着部の定着耐力は、かんざし筋の下向き力によって向上し、接合部せん断耐力が高まる。

L 形接合部の場合、解図 1.2 に示すように、梁端仕口面での梁上端筋の全引張力 T_g は、梁上端筋定着部からの水平構面内ストラットによって、定着部拘束筋足部の全引張力 T_H を介して、柱主筋定着金物の直下に伝達される。また、T 形、L 形接合部では、かんざし筋が梁上端筋上部から挿入され、引き抜き抵抗力(下向き力)が発現する。



(a) T 形接合部　　(b) L 形接合部

解図 1.1　柱主筋外定着による柱梁接合部の抵抗機構



解図 1.2　梁上端筋近傍の水平構面内ストラット

一方、田才ら[6)]は、梁上端筋の上部に柱主筋定着部を配置し、柱上部の突出長さをできるだけ小さくした微少突出の定着スタブを有する L 形接合部の実験では、柱突出型試験体の変形性能は、従来の柱主筋内定着よりも改善されるとしている。また、田才ら[7)]は、柱上部を突出させず、梁上端筋の上部に柱主筋定着部を配置した L 形接合部の実験では、文献 6)の実験よりも著しく変形性能が低下することを明らかにしている。文献 6),7)の実験では、かんざし筋を配置せず、定着部拘束筋の降伏強度を高めている。これらの点が本編の「柱主筋外定着方式」と異なる。

なお、貫通型定着金物を用いた先組工法の場合、梁主筋を組み立てた先組ユニットの落し込み施工後、柱主筋先端部に定着金物を接合できるので、現場施工の省力化が図れる。

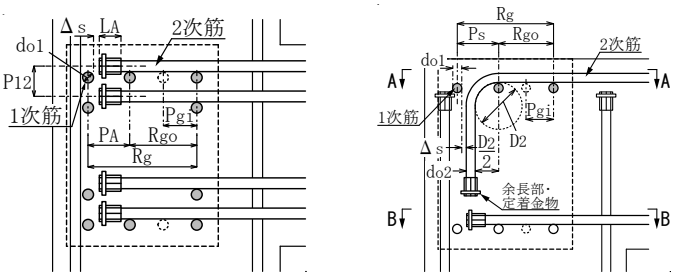
(3) 梁主筋外定着による T 形、L 形、ト形、十字形接合部

従来の慣用配筋※による柱梁外面合せ L 形、ト形接合部の場合、通常、解図 1.3(a),(b)に示すように、梁主筋定着部は最外側直交梁主筋定着部の手前に配置される。この場合、接合部内梁主筋定着部での最外側直交梁主筋に沿う付着応力条件が厳しい。

一方、梁主筋外定着による L 形、ト形接合部の場合、解図 1.4 に示すように、柱主筋外定着と同様、接合部内の最外側直交梁主筋定着部は梁主筋定着金物で拘束されるので、梁主筋外定着による最外側直交梁主筋定着部の付着応力条件は、慣用配筋による最外側直交梁主筋の場合よりも向上する。ただし、L 形接合部の場合、梁主筋外定着部の先端には、柱主筋外定着部と同様、梁主筋面外上部方向へのはね出し防止用として定着部拘束筋を配置する(4.1 節 参照)。

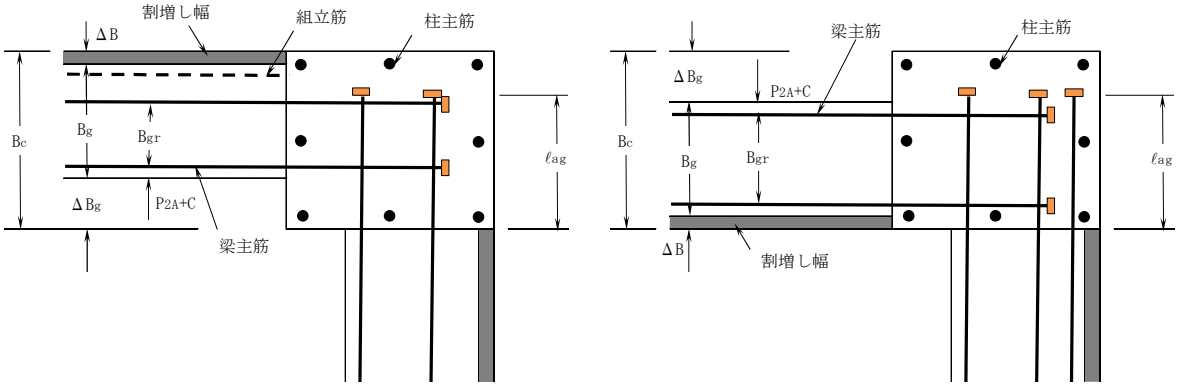
(4) 柱主筋外定着および梁主筋外定着による最下階 T 形、L 形接合部の設計

最下階柱と基礎梁からなる最下階 T 形、L 形接合部は、本編 5 章(1)に示すように、本設計指針 14.2 節に準じて設計することを基本とし、柱主筋外定着および梁主筋外定着の場合、本編 5 章(1)～(5)の設計条件を満足すればよい。



(a) ト形接合部　　(b) L 形接合部

解図 1.3　慣用配筋によるト形、L 形接合部内梁主筋定着部詳細※



(a) 柱梁外合せの場合　　(b) 柱梁内合せの場合

解図 1.4　梁主筋外定着による L 形、ト形接合部詳細

※ (一社)建築構造技術支援機構：標準配筋詳細仕様書

(5) 柱梁主筋外定着方式編(2026 年)の改定箇所

	No.	改定頁	改定箇所	改定内容
1章	①	設計5-1, 2	1章 解説(1)～(3)	柱主筋外定着方式の解説文章(改定)
2章	②	設計5-4	2章(1), (2)	(1)接合部せん断設計、(2)接合部横補強筋と定着部拘束筋の全補強量の規定文章(改定)
	③	設計5-5	2章(3)	幅広梁付き柱梁接合部の規定文章(改定)
	④	設計5-5～11	2章 解説(1)～(5)	柱梁主筋外定着方式による柱梁接合部せん断設計およびTヘッド定着工法実験追加の解説文章(改定)
3章	⑤	設計5-12	3.1節	梁主筋定着部の規定文章(改定)
	⑥	設計5-13	3.2節1)	12dbc≦ℓac≦18dbc条件の規定文章(改定)
	⑦	設計5-13	3.2節 解説(1)	柱主筋外定着による柱主筋定着長さの解説文章(改定)
4章	⑧	設計5-15	4.1節	定着部拘束筋の規定文章(改定)
	⑨	設計5-15～18	4.1節 解説(1)～(3)	Tヘッド定着工法実験追加に伴う解説文章(改定)
	⑩	設計5-19	4.2節	かんざし筋の規定文章(改定)
5章	⑪	設計5-20	5章(2)	最下階柱主筋定着部に係わる定着拘束筋の規定文章(改定)
	⑫	設計5-20	5章(3)(4)	(3)定着部拘束筋量、(4)幅広型基礎梁の規定文章(改定)
	⑬	設計5-21～25	5章 解説(1)～(3)	幅広梁付き柱梁接合部の解説文章(改定)
6章	⑭	設計5-28, 29	6.2節 解説(1), (2)	最上階、最下階接合部・標準配筋詳細の解説文章(修正)
	⑮	設計5-30	6.3節 解説	免震基礎・基礎梁主筋定着部の解説文章(修正)
7章	⑯	設計5-32, 33	7.1節 解説	最上階接合部・定着部拘束筋設計例の解説文章(修正)
	⑰	設計5-34, 35	7.2節 解説	最下階接合部・定着部拘束筋設計例の解説文章(修正)

2章　柱梁接合部せん断設計

(1) 接合部せん断設計

1) T 形、L 形、ト形、十字形接合部の場合、本設計指針 4.1 節(2)の破壊形式について、接合部耐力余裕度 $\lambda_p \geqq 1.0$ とし、ト形、十字形接合部は本設計指針・式(4.1)、T 形、L 形接合部は本設計指針・式(4.2)を満足することを確認する。

2) ト形、十字形接合部の終局強度設計用せん断力 V_{muh} は、本設計指針・式(5.1)によるか、Ds 算定時応力を用いる場合、本設計指針・式(5.13)または式(5.14)による。

3) T 形、L 形接合部の終局強度設計用せん断力 V_{muh} および V_{muv} は、本設計指針・式(5.3)によるか、Ds 算定時応力を用いる場合、T 形接合部では本設計指針・式(5.16)、式(5.17)、L 形接合部では本設計指針・式(5.19)、式(5.20)による。

4) 接合部せん断終局耐力 V_{puh}, V_{puv} は本設計指針・式(6.1)によることとし、水平および鉛直方向の接合部有効せい D_{jh}, D_{jv} は、以下による。

【水平方向】十字形、T 形接合部：$D_{jh}=D_c$ (D_c：柱せい)

ト形、L 形接合部：$D_{jh}=\ell_{ag}$ (ℓ_{ag}：梁主筋定着長さ)

【鉛直方向】T 形、L 形接合部： $D_{jv}=D_g$ (D_g：梁せい)

柱梁接合部の形状係数 κ_u は、ト形、T 形接合部では $\kappa_u=0.7$、十字形接合部では $\kappa_u=1.0$、L 形接合部では正加力時 $\kappa_u=0.6$、負加力時 $\kappa_u=0.4$ とする。ただし、L 形接合部では、Ds 算定時応力を用いる場合、正負加力時ともに、 $\kappa_u=0.4$ とする。

(2) 接合部横補強筋と定着部拘束筋の全補強筋量

T 形、L 形、ト形、十字形接合部ともに、地震力方向ごとの接合部横補強筋比 p_{jwh} は、本設計指針 10 章(2)(b)の置換え方式と同様、0.3%以上とするか、本設計指針 7.1 節(1)の接合部必要横補強筋比 p_{jwho} 以上かつ 0.2%以上とする。

ただし、L 形接合部の場合、接合部横補強筋と定着部拘束筋の全補強筋量 $\Sigma(p_{jwh}\cdot\sigma_{wy})$ は、地震力方向ごとに、下式を満足しなければならない。

$$\Sigma(p_{jwh}\cdot\sigma_{wy}) \geqq \{(R_{uD}/R_{80a})-\alpha_{wo}\}\cdot F_c/\beta_w \quad (1)$$

$$\Sigma p_{jwh}=p_{jwh}+(p_{jwh})_H\cdot\sigma_{wyH}/\sigma_{wy} \quad (2)$$

ここに、R_{uD}：保証メカニズム時限界層間変形角(本設計指針・解表 7.1)

R_{80a}, α_{wo}, β_w, F_c：本設計指針 7.1 節(3)による。

p_{jwh}：接合部横補強筋比(本設計指針・式(7.1))

$(p_{jwh})_H(=n_H\cdot a_{wH}/(B_c\cdot j_{tgo}))$：定着部拘束筋による等価横補強筋比

n_H：定着部拘束筋の組数、a_{wH}：定着部拘束筋 1 組の断面積

B_c：柱幅、　j_{tgo}：梁上下最外縁主筋の中心間距離

σ_{wy}, σ_{wyH}：接合部横補強筋と定着部拘束筋の降伏強度

ただし、定着部拘束筋の鋼種は、SD295～SD490 とする。

一方、T 形接合部の場合、式(1)では、定着部拘束筋による等価横補強筋量 $(p_{jwh})_H\cdot\sigma_{wyH}$ を見込まないこととする。

(3) 幅広梁付き柱梁接合部

幅広梁付き柱梁接合部では、XY 方向ともに、$\ell_{ag} \geqq D_c$ かつ $\ell_{ag} \geqq 20d_b$ とし、柱梁接合部内まで幅広梁横補強筋を延長配置した場合、幅広梁同士の交差部を柱梁接合部としてもよい。

ただし、接合部横補強筋比 p_{jwh} は式(3)で算定し、柱梁接合部内まで幅広梁横補強筋を延長配置した柱断面外の直交梁上下主筋定着部には、5 章(4)で後述の式(10)を満足するコ形柱断面外拘束筋を配置する。また、柱断面外の幅広梁主筋列数は片側 2 列までとする。

$$p_{jwh} = n_j \cdot a_w / (B_g \cdot X) \quad (3)$$

$X=\ell_{ag}-d_t$：接合部横補強筋区間、ℓ_{ag}：梁主筋定着長さ、d_t：梁主筋中心かぶり厚さ

n_j：X 区間内の接合部横補強筋組数、a_w：接合部横補強筋 1 組の断面積、B_g：梁幅

【解説】

(1) 柱梁主筋外定着方式による柱梁接合部せん断設計

柱主筋外定着方式 T 形、L 形接合部のせん断設計では、柱主筋外定着方式実験[2),3)]を基に、本設計指針・式(4.2)より接合部耐力余裕度 $\lambda_p \geqq 1.0$ として、解図 1.1 の抵抗機構を踏まえ、水平方向の接合部有効せい D_{jh} は、T 形接合部では $D_{jh}=D_c$、L 形接合部では $D_{jh}=\ell_{ag}$、鉛直方向の接合部有効せいは、$D_{jv}=D_g$ としている(3.2 節 参照)。

また、ト形、十字形接合部の終局強度設計用せん断力 V_{muh} は、本設計指針・式(5.1)によるか、D_s 算定時応力を用いる場合、本設計指針・式(5.13)または式(5.14)によるとしている。

(2) 柱主筋外定着方式 L 形接合部実験

1. 実験概要

ネジ節型定着金物の実験[3)]は、解図 2.1 の系列Ⅰ～Ⅳの接合部配筋詳細とする解表 2.1 の 16 体(柱主筋外定着試験体 14 体、柱主筋内定着試験体 2 体)について行われている。

系列Ⅰは柱主筋外定着と柱主筋内定着による L 形接合部の比較実験、系列Ⅱは接合部せん断余裕度 $Q_{pu}/Q_{cu} \leqq 1$ の柱主筋外定着効果の確認実験である。系列Ⅰでは、かんざし筋の配置方法の違いも調べている。系列Ⅰ、Ⅱともに、梁幅と柱幅が同じ幅広梁とし、梁せいが小さい分、梁主筋本数を多くし、終局時接合部入力せん断力を高めている。

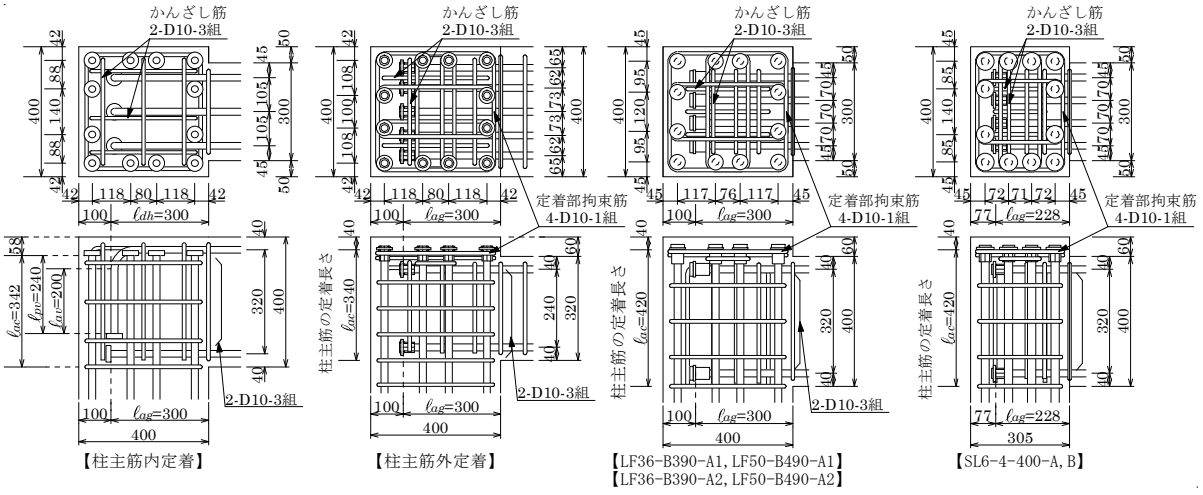
系列Ⅲは、梁幅が柱幅よりも小さい標準型梁に対する柱主筋外定着効果の確認実験であり、併せて定着部拘束筋の鋼種(SD490)の効果を確認している。系列Ⅳは、梁主筋定着長さ $\ell_{ag}=12d_b=0.75D_c$ とした長方形断面柱に対する柱主筋外定着効果の確認実験である。d_b は梁主筋直径、D_c は柱せいを示す。

一方、(4)項の柱主筋外定着方式幅広梁付き L 形接合部および 5 章の解説(2) 幅広梁付き L 形接合部の(a)～(c)では、EG 定着板工法と T ヘッド定着工法による柱主筋外定着方式 L 形接合部実験の概要を示している。

解表 2.1 ネジ節型定着金物を用いた実験[3)]の柱主筋外定着によるL形接合部試験体一覧

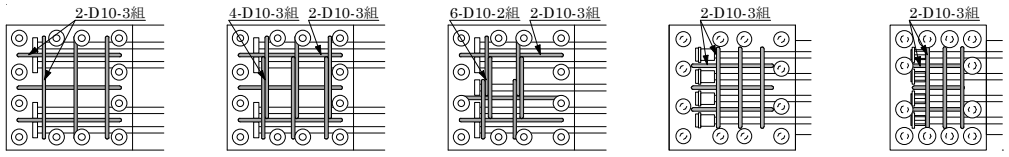
系列	試験体	F_c (N/mm^2)	柱、梁断面(mm) Bc×Dc	Bg	Dg	梁引張主筋 配筋	鋼種	l_{ag} (mm)	l_{ag}/d_b	柱主筋 配筋	鋼種	l_{ac} (mm)	l_{ac}/d_b	l_{ac}/D_g	定着部拘束筋鋼種	かんざし筋
Ⅰ	VL-36-N	36	400×400	300	400	3-D19	SD390	300	15.8	12-D19	SD390	342	18.0	0.86	−	※1
	VL-36-F1			400	320	4-D19						340	17.9	1.06	SD295	
	VL-36-F2															※2
	VL-54-N	54		300	400	4-D19						342	18.0	0.86	−	※1
	VL-54-F1			400	320	5-D19						340	17.9	1.06	SD295	
	VL-54-F2															※3
Ⅱ	LF36-B390-5	36	400×400	400	320	5-D19	SD390	300	15.8	12-D19	SD390	340	17.9	1.06	SD295	※1
	LF36-B390-8					8-D19					SD490					
	LF54-B490-5	54				5-D19	SD490									
	LF54-B490-8					8-D19										
Ⅲ	LF36-B390-A1	36	400×400	300	400	4-D19	SD390	300	15.8	12-D19	SD390	420	22.1	1.05	SD295	
	LF36-B390-A2														SD490	
	LF50-B490-A1	50					SD490				SD490				SD295	
	LF50-B490-A2														SD490	
Ⅳ	SL60-4-400-A	60	400×305	300	400	4-D19	SD390	228	12.0	12-D22	SD390	420	19.1	1.05	SD295	
	SL60-4-400-B														SD490	

【記号】 F_c：コンクリートの目標圧縮強度，Bc：柱幅，Dc：柱せい，Bg：梁幅，Dg：梁せい
l_{ag}：梁主筋定着長さ，l_{ac}：柱主筋定着長さ，db：梁，柱主筋直径，pjwh：接合部横補強筋
【共通配筋】［梁主筋定着長さ比l_{ag}/D_c］すべて0.75
［接合部横補強筋］2-D10-3組(pjwh=0.44%(系列Ⅰ，Ⅱ)，pjwh=0.33%(系列Ⅲ，Ⅳ))，鋼種：すべてSD295
［かんざし筋］(加力構面直交方向)※1：2-D10-3組，※2：4-D10-3組，※3：6-D10-2組
(加力構面平行方向)すべて2-D10-3組，かんざし筋鋼種：すべてSD295
(注記)柱主筋内定着試験体VL-36-N,VL-54-Nの梁上端筋の投影定着長さ比l_{dh}は300mmとした。



(系列Ⅰ、Ⅱ)　(系列Ⅲ)　(系列Ⅳ)

(a) 接合部配筋詳細



(系列Ⅰ、Ⅱ)　(系列Ⅲ)　(系列Ⅳ)

(b) かんざし筋配置

解図 2.1　系列Ⅰ～Ⅳの主な配筋詳細

2.　終局耐力および変形性能

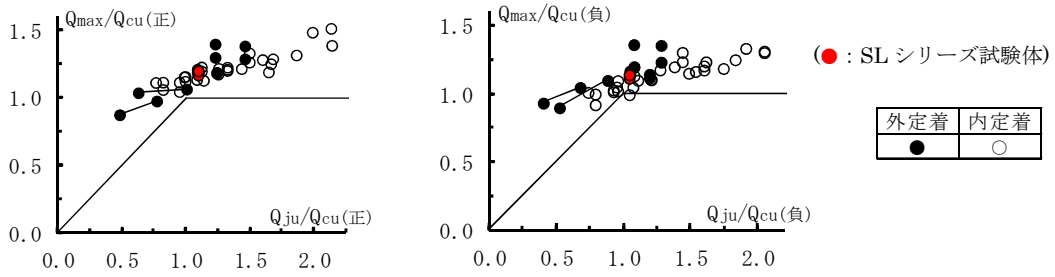
解図 2.2 では、柱主筋外定着試験体(●：14 体)および直交梁なしの柱主筋内定着試験体(○：31 体)[3),8)~10)]の耐力安全率 Qmax/Qcu－接合部耐力余裕度 Qju/Qcu 関係を示す。Qmax は最大耐力実験値、Qju は式(解 2.1)の接合部終局耐力時柱せん断力[8)]、式(解 2.1)中の Qpu は接合部せん断終局耐力時柱せん断力、Qau は主筋定着耐力時柱せん断力であり、正加力時の Qau は柱主筋定着耐力時柱せん断力、負加力時の Qau は柱または梁主筋定着耐力時柱せん断力とした。

同図中では、柱主筋外定着試験体で梁主筋本数が異なる試験体同士を実線で結び、計算耐力は鉄筋の実降伏点およびコンクリートの実圧縮強度を用いて求めた。

$$Q_{ju}=\min(Q_{pu},\ Q_{au}) \qquad (解\ 2.1)$$

これらの実験では、各試験体ともに、概ね、梁曲げ降伏が先行し、接合部終局耐力時柱せん断力 Qju は接合部せん断終局耐力時柱せん断力 Qpu で決定した。

解図 2.2 によると、正負加力時ともに、柱主筋外定着、柱主筋内定着試験体に係わらず、最大耐力実験値 Qmax は、Qju/Qcu≧1 では Qcu 以上、Qju/Qcu＜1 では Qju 以上となるので、柱主筋外定着試験体の終局耐力(Qcu,Qju)は、柱主筋内定着試験体と同様に算定することができる。



(a)正加力時　　(b)負加力時

解図 2.2　Qmax/Qcu－Qju/Qcu 関係

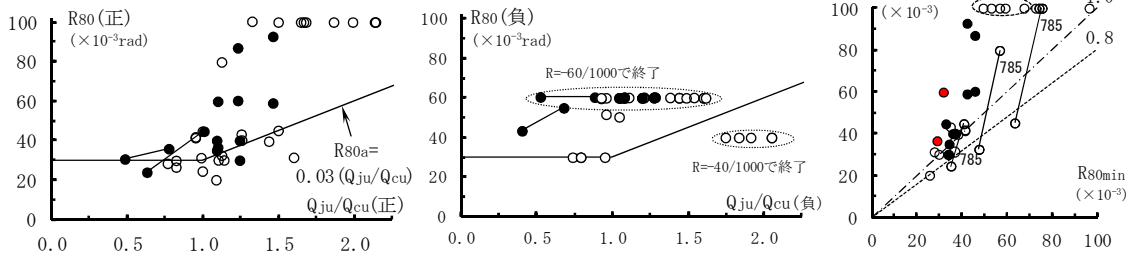
次に、解図 2.3 では、解図 2.2 と同試験体の正加力時 R80－Qju/Qcu 関係を示す。R80 は限界層間変形角実験値であり、同図中には、本設計指針・表 7.1 による接合部耐力余裕度 λ_p で決まる限界層間変形角 R80a を示した。

解図 2.3 によると、柱主筋外定着試験体の正加力時 R80 は、柱主筋内定着試験体の R80 の上限と概ね一致し、負加力時の R80 は、Qju/Qcu≧1 の場合、柱主筋外定着、柱主筋内定着試験体ともに、Qju/Qcu に係わらず 60×10^{-3} 以上となった。

また、解図 2.4 では、Qju/Qcu＞0.9 の柱主筋外定着試験体(●：11 体)と柱主筋内定着試験体(○：28 体)の正加力時 R80 と本設計指針・式(7.2)による保証限界層間変形角 R80min の関係を示す。

同図によると、柱主筋外定着試験体の限界部材角実験値 R80 の 0.8 倍程度以上は保証限界層間変形角 R80min を上回るので、柱主筋外定着による L 形部分架構の変形性能は、柱主筋内定着と同程度以上の変形性能が確保されると考えられる。

凡例：解図 2.2 と同じ



(a)正加力時　(b)負加力時

解図 2.3　R80－Qju/Qcu 関係

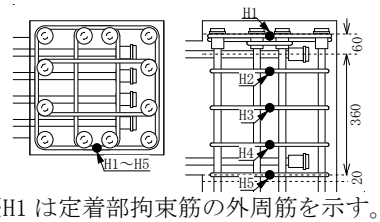
解図 2.4　正加力時 R80－R80min 関係

3.　接合部横補強筋と定着部拘束筋の全補強筋量Σ(pjwh･σwy)

系列Ⅲの実験[3)]では、解図 2.5 に示すように、定着部拘束筋鋼種が SD295～SD490 ともに、最大耐力 Qmax(R=20×10⁻³)時に、定着部拘束筋から接合部中央までの横補強筋ひずみ εH1～εH3 は、それぞれ降伏ひずみ εy に達した。すなわち、柱主筋外定着試験体では、SD295、SD490 の定着部拘束筋ともに、L 形が閉じる正加力時の梁上端筋が引張時にも、定着部拘束筋と接合部横補強筋が降伏ひずみを発現したことより、定着部拘束筋による補強効果を期待できる。

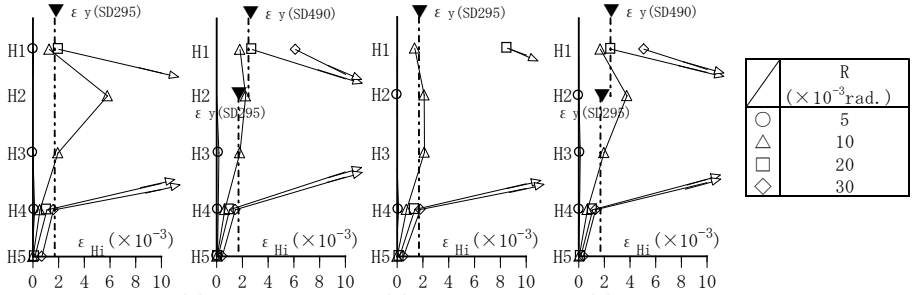
以上より、2 章(2)では、柱主筋外定着による L 形接合部の場合、梁曲げ降伏後の変形性能確保のためには、本設計指針・式(4.2)を満足するとともに、式(1)による接合部横補強筋と定着部拘束筋の全補強筋量Σ(pjwh･σwy)を確保することとした。式(1)では、柱主筋外定着の場合、接合部横補強筋および定着部拘束筋は、梁曲げ降伏後の変形性能に対する補強効果を有し、式(2)に示すように、pjwh と(pjwh)H の足し合わせが成立するとした。

ただし、T 形接合部の場合、1 章の解説(2)で前述のように、実験が不足するので、式(1)では、定着部拘束筋による等価横補強筋量(pjwh)H･σwyH を見込まないとした。



※H1 は定着部拘束筋の外周筋を示す。

【接合部周囲補強筋ひずみゲージ位



(a)LF36-B390-A1　(b)LF36-B390-A2　(c)LF50-B490-A1　(d)LF50-B490-A2

解図 2.5 接合部周囲補強筋ひずみ εHi 分布

(3) 接合部横補強筋と定着部拘束筋の組合せについて

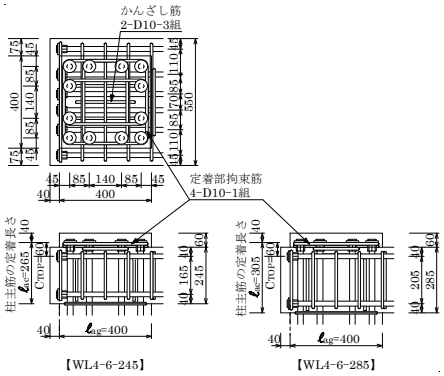
(2)項(c)の検討結果によると、設計では、接合部横補強筋と 4.1 節で規定する定着部拘束筋を追加補強筋として配置すればよい(7.1 節の設計例 参照)。また、2 章(2)では、接合部せん断ひび割れ進展防止のために、接合部横補強筋比 pjwh は本設計指針 7.1 節(1)によることを基本とした。

(4) 柱主筋外定着方式幅広梁付き L 形接合部

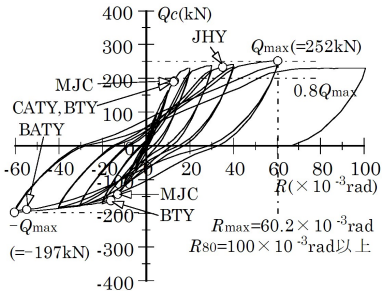
(a) 実験概要

解図 2.6～解図 2.8 に示すように、ネジ節型定着金物実験[4]、円形定着板実験[5]および T ヘッド定着工法・柱主筋外定着方式 L 形接合部実験[11]では、柱主筋定着長さℓ_{ac}=12db の柱主筋外定着方式幅広梁付き L 形接合部の実験を行った(5 章の解説(2) 参照)。この場合、幅広梁の曲げ耐力を高めるために、柱断面外にも梁主筋を配置し、柱梁接合部内まで幅広梁外周筋を延長配置した。

上記実験では、ℓ_{ac}=12db でも層間変形角 R=100×10^{-3}rad. まで柱主筋定着破壊および接合部せん断破壊は発生せず、梁端部曲げ破壊型の靭性に富む変形性能を示したことより、本編の接合部配筋詳細の規定を満足すれば、3.2 節で後述のように、ℓ_{ac}≧12db としてもよいとした。

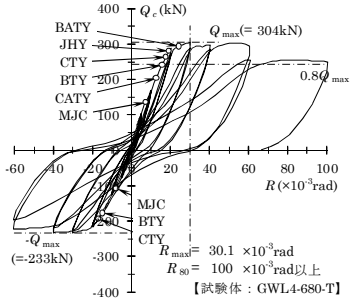


(a) 接合部配筋詳細図

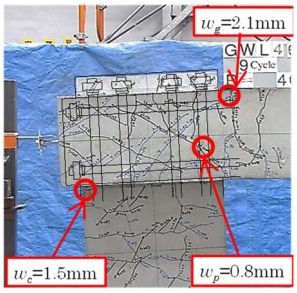


(b) 試験体 WL4-6-245(ℓac=12db)
の柱せん断力 Qc－層間変形角 R 関係

解図 2.6　ネジ節型定着金物実験[4]の概要

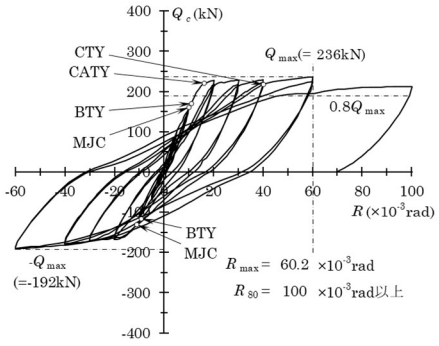


(a) 試験体 GWL4-680-T(ℓac=12db)
の柱せん断力 Qc－層間変形角 R 関係

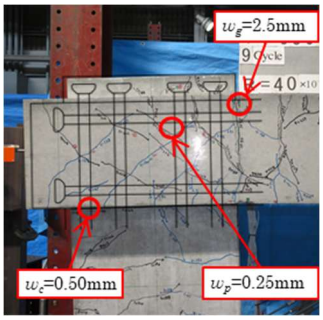


(b) 試験体 GWL4-680-T(ℓac=12db)
R=40×10^{-3}rad. 時ひび割れ状況

解図 2.7　円形定着板実験[5]の概要



(a) 試験体 TF550-T(ℓac=12db)
の柱せん断力 Qc－層間変形角 R 関係



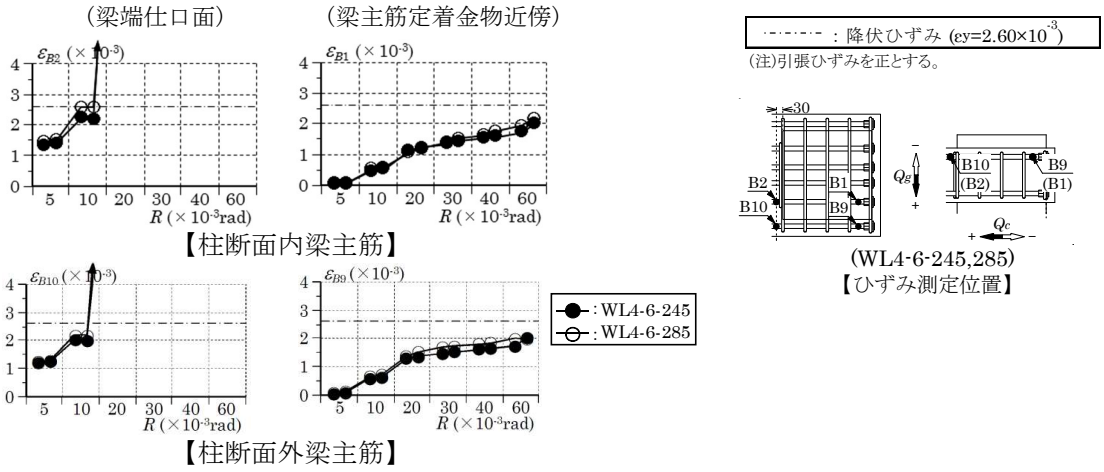
(b) 試験体 TF550-T (ℓac=12db)
R=40×10^{-3}rad. 時ひび割れ状況

解図 2.8　T ヘッド定着工法・柱主筋外定着方式 L 形接合部実験[11]の概要

(b) 柱断面内および柱断面外梁主筋ひずみの推移

解図 2.9 では、ネジ節型定着金物実験[4]の柱梁接合部・柱断面内および柱断面外梁主筋ひずみの推移を示す。同図によると、両試験体ともに、柱断面内および柱断面外の梁端仕口面近傍の梁主筋ひずみ ε_{B2}, ε_{B10} は、層間変形角 $R=10\times10^{-3}$rad. 程度で降伏ひずみ ε_y に到達後急増し、定着金物近傍の梁主筋ひずみ ε_{B1}, ε_{B9} は、最大耐力($R=60\times10^{-3}$rad.)時に 2×10^{-3} 程度となった。

円形定着板実験[5]でも、柱断面内および柱断面外の梁端仕口面近傍の梁主筋ひずみ ε_{B2}, ε_{B10} は、層間変形角 $R=10\times10^{-3}$rad. 程度で降伏ひずみ ε_y に達した後急増した。すなわち、ネジ節型定着金物、円形定着板に係わらず、梁端仕口面近傍の柱断面内および柱断面外梁主筋は、それぞれ柱梁接合部内まで延長配置された幅広梁外周筋の拘束効果によって塑性ひずみを発現した。

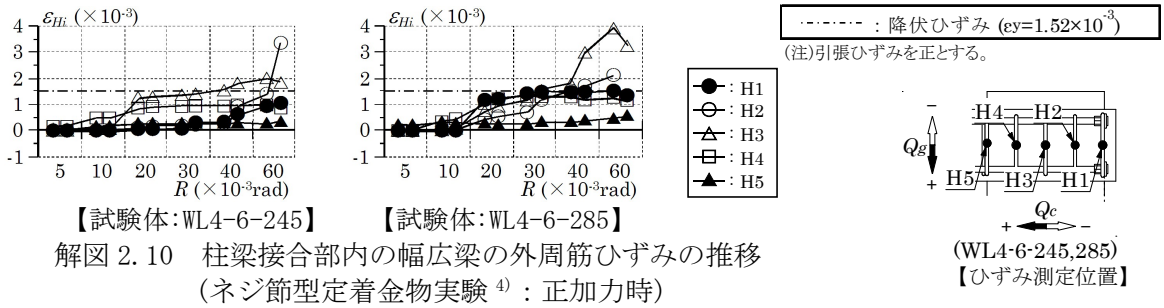


解図 2.9　柱断面内および柱断面外の梁主筋ひずみの推移(正加力時)

(c) 柱梁接合部内の幅広梁外周筋ひずみの推移

解図 2.10 では、ネジ節型定着金物実験[4]による柱梁接合部内の幅広梁外周筋ひずみの推移を示す。同図によると、梁端仕口面のひずみ ε_{H5} を除く、柱梁接合部中央近傍から梁先端の外周筋ひずみ ε_{H1}〜ε_{H4} は、$R=30\times10^{-3}$rad. 以降、順次、降伏ひずみ ε_y に達し、円形定着板実験[5]の各試験体も、ネジ節型定着金物実験[4]と同様、柱梁接合部内の幅広梁外周筋ひずみは、層間変形角 $R=20$〜60×10^{-3}rad. 時に、順次、降伏ひずみ ε_y に達した。

すなわち、柱梁接合部内の幅広梁外周筋は、ネジ節型定着金物、円形定着板に係わらず、柱梁接合部のせん断ひび割れ進展防止およびせん断耐力確保に寄与した。



解図 2.10　柱梁接合部内の幅広梁の外周筋ひずみの推移
(ネジ節型定着金物実験[4]：正加力時)

(5) 幅広梁付き柱梁接合部の設計上の扱い

(a) 接合部横補強筋比 p_{jwh}

2 章(3)では、5 章(4)と同様、幅広梁付き柱梁接合部実験[4),5)]を基に、XY 方向ともに、$\ell_{ag} \geqq D_c$ かつ $\ell_{ag} \geqq 20d_b$ の幅広梁付き柱梁接合部では、式(3)の接合部横補強筋比 p_{jwh} を用いて柱梁接合部内まで幅広梁横補強筋を延長配置した場合、幅広梁同士の交差部を柱梁接合部としてもよいとしている。同式中の接合部横補強筋区間 $X=\ell_{ag}-d_t$ に対応する梁主筋定着長さ ℓ_{ag} の起点は、屋内側直交梁側面(仕口面)とした(解図 5.2)。

(b) 優先方向幅広梁と非優先方向幅広梁について

2 章(3)の幅広梁付き柱梁接合部では、XY 方向ともに、本設計指針 14.2 節と同様、最外縁上下主筋を拘束するように横補強筋を配置した幅広梁を優先方向幅広梁、直交する幅広梁を非優先方向幅広梁とし、非優先方向幅広梁では、柱梁接合部内に横補強筋を配置できない。

これらより、2 章の解説(4)に示すように、非優先方向幅広梁の上下主筋は、優先方向幅広梁の横補強筋で囲まれたコア内に定着し、非優先方向幅広梁の柱梁接合部内の上下主筋定着部には、5 章(4)の幅広型基礎梁と同様、式(10)を満足するコ形柱断面外拘束筋で配置するとしている。

また、幅広梁付き L 形接合部の場合、柱断面外の幅広梁主筋定着部では、柱断面外の幅広梁主筋本数が増えると、横補強筋足部が直接掛からない幅広梁主筋定着部では、上面方向または下面方向へのはらみ出しを起こす恐れがある。これらより、幅広梁付き柱梁接合部実験[4),5)]を基に、柱断面外の幅広梁主筋本数は片側 1 本または 2 本としている(5 章の解説(3)(c) 参照)。

3章　梁、柱主筋定着設計

3.1　梁主筋定着部

1) 梁上下主筋定着長さℓ_{ag}は、本設計指針 8.1 節(1)の式(8.1)による必要定着長さℓ_{ao}以上、12db 以上かつ(3/4)Dc 以上とし、必要定着長さℓ_{ao}の適否判定上限値は 25db とする。また、梁主筋外定着による L 形接合部では、4.1 節の定着部拘束筋を梁主筋定着部先端に配置する。db：梁主筋呼び名の値、Dc：柱せい

2) 梁上端筋、下端筋ともに、梁主筋中心からの側面かぶり厚さ Cs は 3db 以上とし、定着板内面からの背面かぶり厚さ Cb は 3db 以上とする。

【解説】

柱梁主筋外定着の場合、実験[3)]を基に、梁上下主筋定着長さℓ_{ag}は、本設計指針 8.1 節(1) の式(8.1)による必要定着長さℓ_{ao}以上、12db 以上かつ(3/4)Dc 以上とした。

L 形接合部内の梁上端筋定着長さℓ_{ag}は、「$\ell_{ag}/dg \geqq dc/\ell_{ac}$」の条件を満足すれば、柱主筋定着部から延びる圧縮ストラットが梁上端筋定着部と重なる(解図 1.1 参照)。一方、扁平梁を用いた実験[3)]では、$(\ell_{ag}/dg)=1.07$、$(dc/\ell_{ac})=1.05$ で「$\ell_{ag}/dg \geqq dc/\ell_{ac}$」の条件を満足し、標準型梁試験体では$(\ell_{ag}/dg)=0.83$、$(dc/\ell_{ac})=0.85$ で「$\ell_{ag}/dg \fallingdotseq dc/\ell_{ac}$」となる。$\ell_{ac}$は柱主筋定着長さ、dg，dc は梁および柱の有効せいを示す。

すなわち、柱主筋外定着の場合、柱主筋定着部は、梁上端筋の上部に配置されるので、通常、「$\ell_{ag} \geqq (3/4)Dc$」の場合、「$\ell_{ag}/dg \geqq dc/\ell_{ac}$」の条件を概ね満足するので、「$\ell_{ag} \geqq (3/4)Dc$」が梁主筋定着耐力確保の必要条件となる。柱梁主筋外定着による梁主筋の必要定着長さ比ℓ_{ao}/db を解表 3.1 に示す。同表の計算値は、$j_{tg}/db=20$ とし、本設計指針・解表 5.1 の上限強度算定用材料強度 σ_{sy} を用いて求めた(本設計指針・解表 8.1 参照)。

解表 3.1　柱梁主筋外定着による梁主筋の必要定着長さ比ℓ_{ao}/db

(a) 両側直交梁付き以外の場合($p_{jwh}=0.3\%$)

鋼種	呼び名	Fc (N/mm²)													
		21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
SD295	D29以下	12													
	D32	13	12												
	D35	14	13	12											
	D38	16	14	13	12										
	D41	17	16	14	13	12									
SD345	D25以下	14	12												
	D29	15	14	13	12										
	D32	17	15	14	13	12									
	D35	18	16	15	14	12									
	D38	19	18	16	15	13	12								
	D41	21	19	18	17	14	12								
SD390	D25以下	18	16	15	14	12									
	D29	19	18	16	15	13	12								
	D32	21	19	18	16	14	12								
	D35	22	20	19	18	15	13	12							
	D38	24	22	20	19	16	14	12							
	D41	25	24	22	21	18	16	13	12						
SD490	D25以下	23	21	19	18	17	16	15	14	13	12				
	D29	24	23	21	20	17	16	15	14	13	12				
	D32	－	24	22	21	18	16	15	14	13	12				
	D35	－	25	24	23	20	17	15	14	13	12				
	D38	－	－	25	24	21	19	16	14	13	12				
	D41	－	－	－	－	23	20	18	16	14	13	12			

″－″を付した場合は、$\ell_{ao}/db > 25$に該当する。

(b) 両側直交梁付きの場合($p_{jwh}=0.2\%$)

鋼種	呼び名	Fc (N/mm²)													
		21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
SD295	D41以下	12													
SD345	D35以下	12													
	D38	14	12												
	D41	15	13	12											
SD390	D25以下	12													
	D29	13	12												
	D32	15	13	12											
	D35	16	14	13	12										
	D38	17	16	14	13	12									
	D41	19	17	16	15	12									
SD490	D25以下	16	15	13	12										
	D29	18	16	15	14	12									
	D32	19	18	16	15	12									
	D35	21	19	18	16	14	12								
	D38	22	20	19	18	15	13	12							
	D41	24	22	20	19	17	14	12							

3.2　柱主筋定着部

1)　T 形、L 形接合部では、柱主筋外定着による柱主筋定着長さℓac は、本設計指針・式(8.1)の必要定着長さℓao 以上かつ 12dbc 以上とすることができる。ただし、12dbc≦ℓac≦18dbc の場合、柱主筋定着長さℓac は、下式の条件を満足しなければならない。

$$(\ell ac/dbc) \geqq 27-0.75(\ell ag/dbg) \qquad (4)$$

ここに、dbc：柱主筋呼び名の値、dbg：梁主筋呼び名の値、ℓag：梁主筋定着長さ

その際、本設計指針・式(8.1)中の梁上下主筋の重心間距離 jtg は、柱両側最外縁主筋の中心間距離 jtco と読み替え、本設計指針・式(8.2)の係数 Sa は、接合部横補強筋比(pjwh)による補正係数 k5=0.9 として算定する。

2)　柱主筋中心からの側面かぶり厚さ Cs は、2dbc 以上とする。

3)　梁上端筋中心から柱主筋定着金物(定着板)内面までの寸法 CTop は、3dbc 以上とする。

【解説】

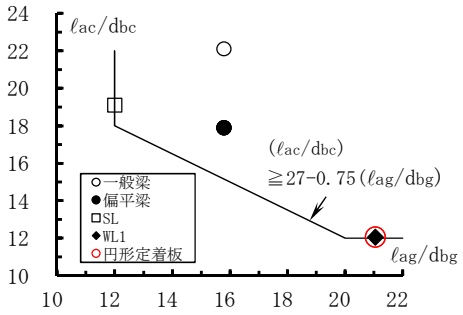
(1) 柱主筋外定着による構造規定を考慮した柱主筋定着長さ

柱主筋外定着による T 形、L 形接合部の場合、梁上端筋の上部に柱主筋定着部を配置するとし、ネジ節型定着金物実験[3),4)]と円形定着板実験[5)]を基に、柱主筋定着長さℓac を規定している。

解図 3.1 では、実験のℓag/dbg－ℓac/dbc 関係を示す。同図中には、本節 1)の柱主筋定着長さ比ℓac/dbc の式(4)の構造規定を併記している。

同図によると、梁主筋定着長さℓag を dbg の 20 倍としたネジ節型定着金物実験[4)]と円形定着板実験[5)]の場合、柱主筋定着長さℓac が dbc の 12 倍でも、設計で保証すべき変形性能が確保された。また、柱主筋定着長さℓac が dbc の 18 倍程度の場合、ならびに梁主筋定着長さℓag が dbg の 12 倍でも、それぞれ設計で保証すべき変形性能が確保された。

これらより、12dbc≦ℓac≦18dbc の場合、柱主筋定着長さℓac は、式(4)を満足しなければならないとした。



解図 3.1　実験で採用したℓag/dbg－ℓac/dbc 関係

(2) 梁上端筋中心から柱主筋定着金物(定着板)内面までの寸法 CTop

解図 1.1 の抵抗機構では、梁上端筋かぶり厚さの確保が重要であるので、ネジ節型定着金物実験[3),4)]および円形定着板実験[5)]を基に、梁上端筋中心から柱主筋定着金物(定着板)内面までの寸法 CTop は、3dbc 以上とした。

(3) 柱主筋外定着による柱主筋の必要定着長さ比ℓao/db の算定結果

柱主筋外定着による柱主筋の必要定着長さ比ℓao/db を解表 3.2 に示す。同表の計算値は、ℓac≧12dbc、k5=0.9(pjwh=0)、jtco/db=20 とし、本設計指針・解表 5.1 の上限強度材料強度 σ sy を用いて本設計指針・式(8.1)で求めた(本設計指針・解表 8.3 参照)。

柱主筋外定着の場合、柱主筋の背面かぶり厚さを規定していないが、柱主筋定着部は設計かぶり厚さを満足しなければならないので、注意が必要である。

解表 3.2　柱主筋外定着による柱主筋の必要定着長さ比ℓao/dbc

(a) 両側直交梁付き以外の場合

鋼種	呼び名	Fc (N/mm²)													
		21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
SD295	D25以下	12													
	D29	14	12												
	D32	15	13	12											
	D35	16	15	13	12										
	D38	18	16	15	14	12									
	D41	19	17	16	15	12									
SD345	D25以下	16	14	13	12										
	D29	17	16	14	13	12									
	D32	19	17	16	14	12									
	D35	20	18	17	16	13	12								
	D38	22	20	18	17	15	12								
	D41	23	21	20	19	16	14	12							
SD390	D25以下	20	18	17	15	14	13	12							
	D29	21	20	18	17	14	13	12							
	D32	23	21	20	18	16	13	12							
	D35	24	23	21	20	17	15	13	12						
	D38	－	24	23	21	18	16	14	12						
	D41	－	－	24	23	20	17	15	13	12					
SD490	D25以下	25	23	21	20	19	18	17	16	15	14	13			
	D29	－	25	23	22	19	18	17	16	15	14	13			
	D32	－	－	25	23	20	18	17	16	15	14	13			
	D35	－	－	－	25	22	19	17	16	15	14	13			
	D38	－	－	－	－	23	21	18	16	15	14	13			
	D41	－	－	－	－	25	22	20	18	16	15	14	13		

″－″を付した場合は、$\ell_{ao}/d_b > 25$に該当する。

(b) 両側直交梁付きの場合

鋼種	呼び名	Fc (N/mm²)													
		21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
SD295	D41以下	12													
SD345	D32以下	12													
	D35	13	12												
	D38	14	13	12											
	D41	16	14	13	12										
SD390	D25以下	13	12												
	D29	14	13	12											
	D32	15	14	13	12										
	D35	17	15	14	13	12									
	D38	18	17	15	14	12									
	D41	20	18	17	15	13	12								
SD490	D25以下	17	16	14	13	12									
	D29	19	17	16	15	12									
	D32	20	18	17	16	13	12								
	D35	22	20	18	17	15	12								
	D38	23	21	20	19	16	14	12							
	D41	25	23	21	20	17	15	13	12						

4 章　接合部配筋詳細

4.1　定着部拘束筋

1) 柱主筋外定着方式 T 形、L 形接合部の場合、XY 方向ともに、柱主筋定着金物直下に、T 形接合部では式(5)、L 形接合部では式(6)を満足する定着部拘束筋を配置する。

2) 定着部拘束筋は、2 本以上の中子筋併用 1 組以上または外周筋 2 組以上とし、L 形接合部の定着部拘束筋量は、2 章(2)の接合部横補強筋と定着部拘束筋の全補強筋量 $\Sigma(p_{jwh}\cdot\sigma_{wy})$ が式(1)を満足する場合、式(5)で定めてもよい。

3) 梁主筋外定着方式 L 形接合部の場合、梁主筋定着金物近傍に、式(6)を満足する定着部拘束筋を配置する。

$$T_{Hy} \geqq \gamma_{Hco}\cdot T_{cy} \quad (5)$$

$$T_{Hy} \geqq \gamma_{Hgo}\cdot T_{gy} \quad (6)$$

$$T_{Hy} = A_H\cdot\sigma_{Hy} \quad (7)$$

$$T_{cy} = a_{ct}\cdot\sigma_{cy} \quad (8)$$

$$T_{gy} = a_{gt}\cdot\sigma_{gy} \quad (9)$$

ここに、T_{Hy}：定着部拘束筋足部の全降伏引張力

T_{cy}：最外縁 1 列の柱主筋の全降伏引張力、T_{gy}：梁上端筋の全降伏引張力

A_H：定着部拘束筋足部の全断面積、σ_{Hy}：定着部拘束筋の降伏強度

ただし、定着部拘束筋の鋼種は、SD295～SD490 とする。

a_{ct}：最外縁 1 列の柱主筋の全断面積、σ_{cy}：柱主筋の降伏強度（規格降伏点とする。）

γ_{Hco}：柱主筋から定着部拘束筋への引張力伝達係数（γ_{Hco}=0.2 とする。）

a_{gt}：梁上端筋の全断面積、σ_{gy}：梁上端筋の降伏強度（規格降伏点とする。）

γ_{Hgo}：梁上端筋から定着部拘束筋への引張力伝達係数

柱主筋外定着、梁主筋外定着ともに γ_{Hgo}=0.15 とする。ただし、XY 方向ともに、梁主筋定着長さ ℓ_{ag} が柱せい D_c 以上かつ 20db 以上の場合、γ_{Hgo}=0.1 としてもよい。

【解説】

(1) 定着部拘束筋の基本事項

ネジ節型定着金物実験[3),4)]と円形定着板実験[5)]を基に、XY 方向ともに、柱主筋外定着による T 形、L 形接合部の場合、解図 1.1、解図 1.2 の抵抗機構より、T 形接合部では式(5)、L 形接合部では式(6)を満足する定着部拘束筋を配置するとした。

ただし、L 形接合部の定着部拘束筋量は、2 章(2)の接合部横補強筋と定着部拘束筋の全補強筋量が式(1)を満足する場合、式(5)で定めてもよい。また、XY 方向ともに、梁主筋定着長さ ℓ_{ag} が柱せい D_c 以上かつ 20db 以上の場合、γ_{Hgo}=0.1 としてもよいとした。db：梁主筋呼び名の値

梁主筋外定着方式 L 形接合部の場合、1 章の解説(3)の抵抗機構を踏まえ、式(6)を満足する定着部拘束筋を配置するとした。また、2 章の解説(2)(c)に示すように、柱主筋外定着試験体では、L 形が閉じる正加力時(梁上端筋引張時)には、定着部拘束筋が SD490 の場合、定着部拘束筋と接合部横補強筋が降伏ひずみを発現するので、定着部拘束筋による補強効果を期待できる。

(2) 定着部拘束筋への引張力伝達係数

ネジ節型定着金物実験 [3),4)]および円形定着板実験 [5)]の定着部拘束筋に係わる構造諸元一覧を解表 4.1 に示す。同表中、γHgo(=THy/Tgy)は梁上端筋から定着部拘束筋への引張力基準伝達係数、γHco (=THy/Tcy)は柱主筋から定着部拘束筋への引張力基準伝達係数であり、併せて、接合部耐力余裕度 Qpu/Qcu(=Qju/Qcu)の計算値を示した(解図 2.2、解図 2.3 参照)。

THy は定着部拘束筋足部の全降伏引張力、Tgy は梁上端筋の全降伏引張力、Tcy は式(解 1)の柱梁耐力比 cQcu/cQgu を考慮した引張側柱主筋の全降伏引張力であり、それぞれ材料試験結果の実降伏強度(σHy, σgy, σcy)を用いて求めた。

$$T_{cy} = a_{ct} \cdot \sigma_{cy} / (cQ_{cu}/cQ_{gu}) \qquad \text{(解 1)}$$

cQcu, cQgu：柱曲げ終局耐力時および梁曲げ終局耐力時柱せん断力
(本設計指針・式(5.6)、式(5.7)による)

ネジ節型定着金物実験 [3)]の場合、解表 2.1 に示すように、梁主筋定着長さℓag は 0.75×Dc かつ 12db または 15.8db としている。この場合、解表 4.1 に示すように、γHgo=0.09～0.32、γHco=0.18～0.42 であり、ネジ節型定着金物実験 [4)]の試験体 WL4-6-245,285 の場合、XY 方向ともに、梁主筋定着長さℓag は 1.0×Dc かつ 21db で、γHgo=0.10、γHco=0.22,0.28 となる(解表 5.1 参照)。

また、T ヘッド定着工法・柱主筋外定着方式 L 形接合部 [11)]の定着部拘束筋構造諸元一覧を解表 4.2 に示す。

解表 4.1　定着部拘束筋に係わる構造諸元一覧

	試験体	引張側柱主筋					定着部拘束筋				γHco	梁上端筋				γHgo	Qpu/Qcu	
		配筋	act (mm²)	σcy (N/mm²)	cQcu /cQgu	Tcy (kN)	配筋	AH (mm²)	σHy (N/mm²)	THy (kN)		配筋	at (mm²)	σgy (N/mm²)	Tgy (kN)		正	負
文献3) ネジ節	VL-36-F1	4-D19	1148	430	2.02	244	4-D10	284	353	100	0.28	4-D19	1148	430	494	0.22	1.23	1.08
	VL-36-F2										0.21						1.23	1.08
	VL-54-F1				1.61	379					0.41	5-D19	1435		617	0.17	1.46	1.28
	VL-54-F2										0.33						1.46	1.28
	LF36-B390-5	4-D19	1148	454	1.61	324	4-D10	284	376	107	0.33	5-D19	1435	454	651	0.16	0.77	0.68
	LF36-B390-8			532	1.50	407					0.26	8-D19	2296		1042	0.10	0.48	0.40
	LF54-B490-5				1.61	379					0.28	5-D19	1435	532	763	0.14	1.01	0.88
	LF54-B490-8				1.28	477					0.22	8-D19	2296		1221	0.09	0.63	0.52
	LF36-B390-A1	4-D19	1148	440	1.48	341	4-D10	284	347	99	0.29	4-D19	1148	440	505	0.20	1.09	1.05
	LF36-B390-A2								507	144	0.42			440	505	0.29	1.09	1.05
	LF36-B345-A1A			503	1.31	441			347	99	0.22	6-D19	1722	384	661	0.15	0.95	0.91
	LF50-B490-A1				1.48	390					0.25	4-D19	1148	503	577	0.17	1.24	1.19
	LF50-B490-A2								507	144	0.37				577	0.25	1.24	1.19
	LF50-B390-A1A				1.16	498			347	99	0.20	6-D19	1722	440	758	0.13	1.08	1.04
	SL6-4-400-A	4-D22	1548	430	1.33	500	4-D10	284	312	89	0.18	4-D19	1148	430	494	0.18	1.10	1.04
	SL6-4-400-B					500			549	156	0.31					0.32	1.10	1.04
文献4) ネジ節	WL4-6-245	4-D22	1548	401	1.94	320	4-D10	284	312	89	0.28	6-D19	1722	534	920	0.10	1.01	0.82
	WL4-6-285				1.56	398					0.22						1.01	0.85
	WL4-6-400-P1			519	1.28	628					0.14						1.04	0.94
	WL4-6-400-P2					628					0.14						1.04	0.94
文献5) 円形	GWL4-550-T	4-D22	1548	380	1.75	336	2-D10	142	363	52	0.15	6-D19	1722	558	961	0.05	0.99	0.79
	GWL4-680-T				1.32	446			363	52	0.12	8-D19	2296	558	1281	0.04	0.74	0.60
	GWL4-550-B			537	1.27	655			363	52	0.08	6-D19	1722	558	961	0.05	0.95	0.86
	GWL4-680-B			624	1.11	870			363	52	0.06	8-D19	2296	558	1281	0.04	0.72	0.65

(注) γHco=THy/Tcy,　γHgo=THy/Tgy,　cQcu/cQgu：柱梁耐力比

解表 4.2　T ヘッド定着工法・柱主筋外定着方式 L 形接合部[11]の定着部拘束筋構造諸元一覧

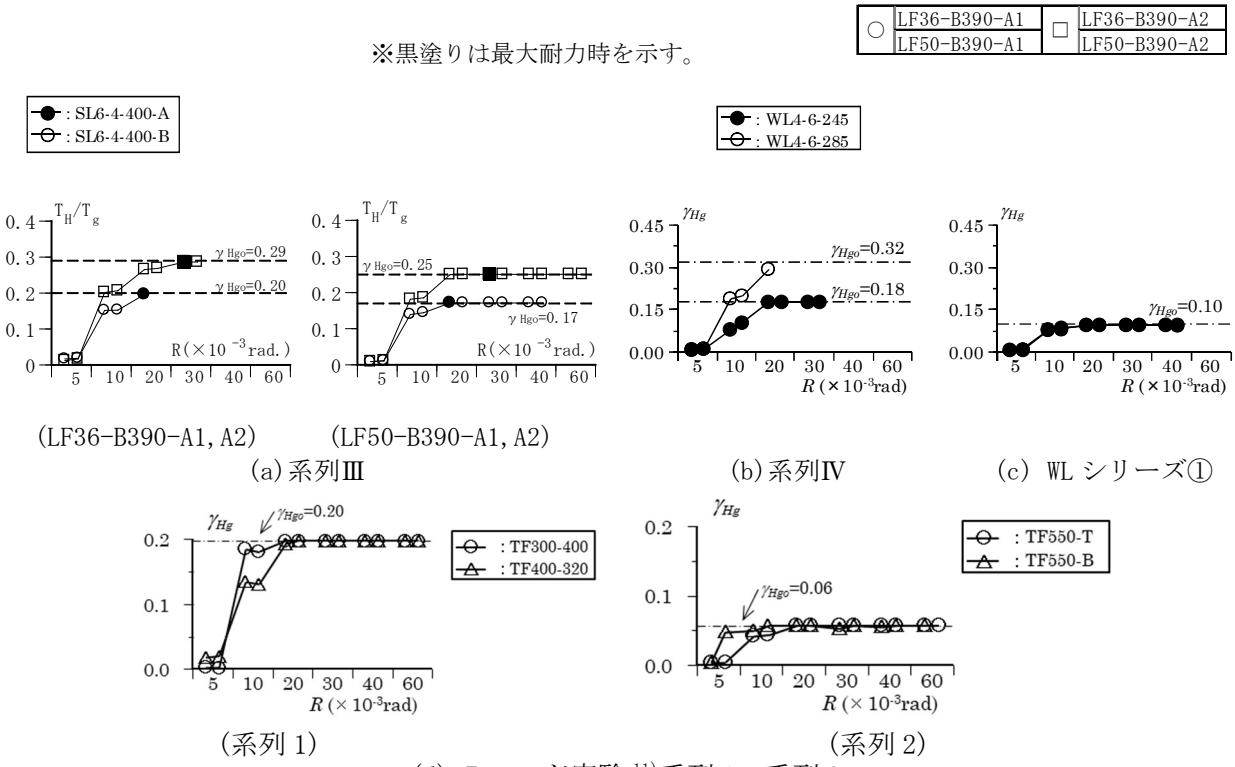
	試験体	引張側柱主筋					定着部拘束筋				γ Hco	梁上端筋				γ Hgo
		配筋	act (mm^2)	σ cy (N/mm^2)	cQcu /cQgu	Tcy (kN)	配筋	AH (mm^2)	σ Hy (N/mm^2)	THy (kN)		配筋	at (mm^2)	σ gy (N/mm^2)	Tgy (kN)	
系列 1	TF300-400	4-D19	1148	448	1.47	350	4-D10	284	356	101	0.29	4-D19	1148	448	514	0.20
	TF400-300				2.02	255					0.40					
系列 2	TF550-T	4-D22	1548	412	2.06	310	2-D10	142		51	0.16	6-D19	1722	516	889	0.06
	TF550-B			515	1.30	613					0.08					

(注) γ Hco=THy/Tcy,　γ Hgo=THy/Tgy,　Tcy= act・σ cy/(cQcu/cQgu)：梁降伏時の引張側柱主筋の全引張力
act, σ cy：柱主筋の断面積、降伏強度、(cQcu/cQgu)：柱梁耐力比
THy= AH・σ Hy：定着部拘束筋の全降伏引張力、AH, σ Hy：定着部拘束筋の断面積、降伏強度
Tgy= at・σ gy：梁上端筋の全降伏引張力、at, σ gy：梁上端筋の断面積、降伏強度

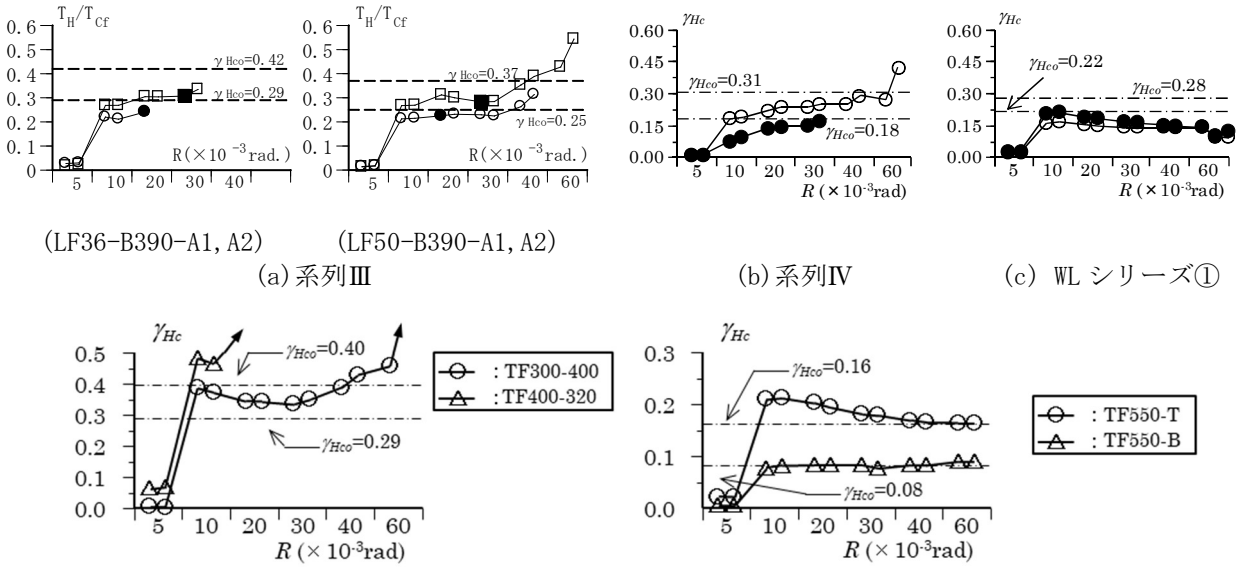
(3) 定着部拘束筋への引張力伝達係数 γ Hg, γ Hc の推移

解図 4.1 では、ネジ節型定着金物実験[3),4)]の系列Ⅲ、Ⅳと WL4-6-245,285 および T ヘッド実験[11)]系列 1、系列 2 の梁主筋からの引張力伝達係数 γ Hg (=TH/Tg)の推移を示し、解図 4.2 では、柱主筋からの引張力伝達係数 γ Hc(=TH/TCf)の推移を示す。定着部拘束筋全引張力 TH、梁上端筋全降伏引張力 Tg、最外縁 1 列の柱主筋全引張力 TCf は、それぞれの鉄筋ひずみ測定値を用いて求めた。

同図によると、各試験体ともに、梁曲げ降伏が先行したので、最大耐力時の γ Hg は γ Hgo に概ね達し、層間変形角 R=10×10^{-3}rad. 以降、 γ Hc は γ Hco に漸近したことより、柱主筋外定着による L 形接合部の場合、接合部耐力余裕度 Qpu/Qcu が 1 以上で、かつ梁曲げ降伏型であれば、引張力伝達係数 γ Hg は原則として 0.15 としてもよいとした。一方、ℓac=12db の試験体 WL4-6-245,285 でも、最大耐力時の γ Hg は γ Hgo に達し、GWL-550-T および GWL-680-T の γ Hg(=TH/Tg)も同様に推移したので、XY 方向ともに、ℓag≧Dc かつℓag≧20db の場合、 γ Hg=0.1 としてもよいとした(解表 4.1 参照)。ℓac：柱主筋定着長さ、db：柱主筋呼び名の値



解図 4.1 梁主筋からの引張力伝達係数 γ Hg(=TH/Tg)の推移(正加力所定時)



(LF36-B390-A1, A2)　　(LF50-B390-A1, A2)

(a) 系列Ⅲ　　(b) 系列Ⅳ　　(c) WL シリーズ①

(系列 1)　　(系列 2)

(d) T ヘッド実験[11]系列 1、系列 2

解図 4.2 柱主筋からの引張力伝達係数 γHc (=TH/TCf) の推移 (正加力所定時)

4.2　かんざし筋

1) 柱主筋外定着による T 形､L 形接合部の場合､ならびに梁主筋外定着による L 形接合部の場合、それぞれ XY 両方向に､梁上端筋の上部から本設計指針 7.2 節で定めるかんざし筋を配置する。ただし、上部(2 次筋)側の梁上端筋で拘束される範囲では、下部(1 次筋)側の梁上端筋に、かんざし筋を配置しなくてもよい。
2) XY 方向ともに、本設計指針・式(7.4)のかんざし筋比 pjwv は、0.25%以上とする。
3) かんざし筋は、SD295, SD345, SD390 のいずれかの D10 以上とし、足部の全長 Ld は梁下端筋の下部までの長さまたは 40d のいずれか小さい値とする。d：かんざし筋の呼び名の値

【解説】

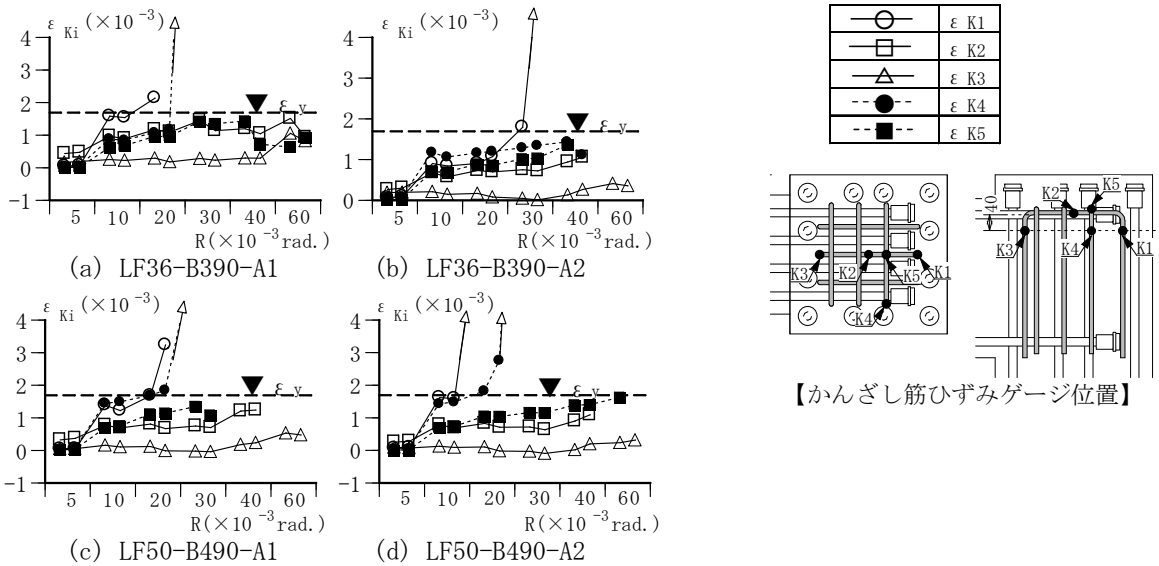
柱主筋外定着による T 形、L 形接合部の場合、梁主筋外定着による L 形接合部の場合、それぞれ本設計指針 7.2 節と同様､梁上端筋の上部からかんざし筋を配置するとした｡かんざし筋比 pjwv ≧0.25%の規定は、柱主筋外定着の実験で採用したかんざし筋の最小量(XY 方向ともに、2-D10-3 組(pjwv= 0.27%))を基に定めた(解表 2.1 参照)。

解図 4.3 では、ネジ節型定着金物実験[3]による正加力所定時のかんざし筋加力構面平行方向ひずみ(εK1, εK2, εK3)および直交方向ひずみ(εK4, εK5)の推移を示す。

同図によると、各試験体ともに、加力構面平行方向、直交方向に係わらず、柱出隅側の柱主筋定着部に近いかんざし筋足部のひずみ(εK1 と εK4)が最大値となり、それぞれ R=20×10^{-3}rad.程度以降に降伏ひずみ εy を超えた。

すなわち､かんざし筋ひずみは､R=20×10^{-3}rad.以降､梁上端筋定着部引張力の作用によって､梁上端筋定着部の上面への移動に伴い発現し、加力構面平行方向、直交方向ともに、梁上端筋定着金物近傍のかんざし筋が梁上端筋の上面押し出し破壊防止に寄与したと考えられる。

これらより、かんざし筋の配置は、梁曲げ降伏後の変形性能確保のための必要条件となる。



解図 4.3 かんざし筋ひずみ ε1～ε5 の推移

5章　最下階柱・基礎梁接合部の設計

(1) 接合部せん断設計

最下階柱・基礎梁接合部のせん断設計は、本設計指針 14.1 節に準じる。

(2) 柱梁主筋定着設計

1) 柱主筋外定着方式の最下階柱主筋定着部では、本設計指針 14.2 節(1)に準じ、柱主筋定着長さ$\ell_{ac} \geqq L_2$ とし、基礎梁下端筋下部または下部と上部に定着部拘束筋を配置する。

L_2：JASS 5 の直線定着長さ

2) 直接基礎の場合、基礎梁下端筋(1 段筋)中心からの柱主筋突出長さ C_{Bot} は 5db 以上とし、3db 以内に定着部拘束筋を配置し、最下階柱主筋定着部が機械式定着の場合、基礎梁下端筋(1 段筋)中心から柱主筋定着金物(定着板)内面までの寸法 C_{Bot} は 3db 以上としてもよい。

db：柱主筋呼び名の値

3) 基礎梁上端筋定着部は、本設計指針 14.2 節(2)に準じ、基礎梁下端筋定着部は、本設計指針 14.2 節(3)および同節(4)に準じて設計する。

(3) 定着部拘束筋

1) 柱主筋外定着方式による定着部拘束筋は、式(5)または式(6)を満足し、接合部横補強筋と定着部拘束筋の全補強筋量$\Sigma(p_{jwh} \cdot \sigma_{wy})$は式(1)を満足しなければならない。ただし、最下階柱降伏型の場合、最下階 L 形接合部の定着部拘束筋は式(5)を満足するとともに、$\ell_{ac} \geqq L_2$ の場合、柱主筋から定着部拘束筋への引張力伝達係数 γ_{Hco} は 0.1 としてもよい。

2) 梁主筋外定着による梁主筋定着部先端には、式(6)を満足する定着部拘束筋を配置する。

(4) 幅広型基礎梁

1) XY 方向ともに、$\ell_{ag} \geqq D_c$ かつ$\ell_{ag} \geqq 20d_b$ とし、柱梁接合部内まで基礎梁横補強筋を延長配置する場合、基礎梁同士の交差部を柱梁接合部としてもよい。

ℓ_{ag}：基礎梁主筋定着長さ、D_c：柱せい、db：梁主筋呼び名の値

2) 接合部横補強筋比 p_{jwh} は式(3)で定め、柱梁接合部内まで横補強筋を配置した柱断面外の直交基礎梁上下主筋定着部には、式(10)を満足するコ形柱断面外拘束筋を配置する。

また、柱断面外の幅広梁主筋列数は片側 2 列までとする。

$$\Sigma T_{wy} \geqq 0.4 \times \Sigma T_{gy} \qquad (10)$$

ここに、ΣT_{gy}：当該基礎梁主筋の全規格降伏引張力

ΣT_{wy}：柱梁接合部内に配置する柱断面外拘束筋の足部全本数分の規格降伏引張力

(5) 免震基礎の基礎梁主筋定着部

免震基礎の基礎梁主筋定着長さは、本編 3.1 節を満足するとともに、上部構造側基礎梁下端筋定着部近傍の柱主筋定着部には、(3)項の定着部拘束筋を配置する。

また、下部構造側基礎梁の上端筋定着部は、(4)項の幅広型基礎梁同士の交差部内に定着するか、周囲を外周筋で補強した柱型部コア内に定着する場合、機械式直線定着としてもよい。

【解説】

(1) 幅広梁付きＬ形接合部実験計画

本章では、ネジ節型定着金物実験[4]および円形定着板実験[5]を基に、本設計指針 14 章に準じて設計することとし、柱主筋外定着方式の幅広梁付きＬ形接合部実験では、解表 5.1 に示すように、ネジ節型定着金物実験の場合[4]、系列Ⅰは最上階Ｌ形接合部(2 章の解説(4))、系列ⅡとⅢは最下階 L 形接合部を想定し、円形定着板実験[5]の場合、ネジ節型定着金物との比較を意図し、GWL4-550(600)-T は最上階Ｌ形接合部、GWL4-550(600)-B は最下階Ｌ形接合部を想定している。

各試験体の梁断面詳細を解図 5.1、接合部配筋詳細を解図 5.2 に示す。系列Ⅰと GWL4-550(600)-T の場合、加力直交方向も幅広梁であり、加力梁主筋の定着長さℓ_{ag}を柱せいと同じ 400mm とした系列ⅡとGWL4-550(600)-B では XY 方向とも幅広梁、系列Ⅲでは加力梁のみを幅広梁としている。

また、T ヘッド定着工法・柱主筋外定着方式Ｌ形接合部の実験計画[11]を解表 5.2 に示す。

解表 5.1　ネジ節型定着金物実験[4]および円形定着板実験[5]の幅広梁付きＬ形接合部の実験計画

系列	試験体	Fc (N/mm²)	梁幅 Bg(mm)	梁せい Dg(mm)	梁主筋 配筋	梁主筋 鋼種	梁主筋 l_{ag} (mm)	梁主筋 l_{ag} /db	柱主筋 配筋	柱主筋 鋼種	柱主筋 l_{ac} (mm)	柱主筋 l_{ac} /db	柱横補強筋	直交梁有無
Ⅰ	WL4-6-245	45	550	245	6-D19	SD490	400	21.1	12-D22	SD345	265	12.0	2-D10@75	無
	WL4-6-285			285							305	13.9	2-D10@60	
Ⅱ	WL4-6-400-P1			400			475	25.0		SD490	420	19.1	4-D10 @75	片側
	WL4-6-400-P2													両側
Ⅲ	LF36-B345-A1A	36		400		SD345	300	15.8	12-D19	SD490	420	22.1	2-D10 @100	無
	LF50-B390-A1A	50				SD390								
円形定着板	GWL4-550-T	45	550	245	6-D19	SD490	400	21.1	12-D22	SD345	265	12.0	2-D10@75	無
	GWL4-680-T		680		8-D19									
	GWL4-550-B		550	400	6-D19		475	25.0		SD490	420	19.1	2-D10@85	片側
	GWL4-680-B		680		8-D19		540	28.4		USD590			4-D10@65	

【記号】 Fc：コンクリートの目標圧縮強度、ℓ_{ag}：梁主筋定着長さ、ℓ_{ac}：柱主筋定着長さ、db：梁，柱主筋直径

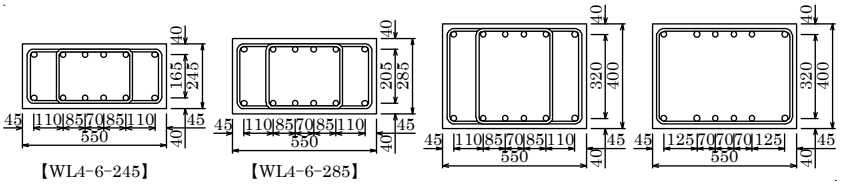
かんざし筋：(系列Ⅰ，Ⅱ)X方向のみD10-3組、(系列Ⅲ)XY方向D10-3組、円形定着板実験：なし、【全系列共通】柱断面400×400mm

柱断面外拘束筋：(系列Ⅰ)D6-5組、(系列Ⅱ)2-D10-5組、(系列Ⅲ)D6-5組(SD295A)、円形定着板実験：ひび割れ防止筋のみ

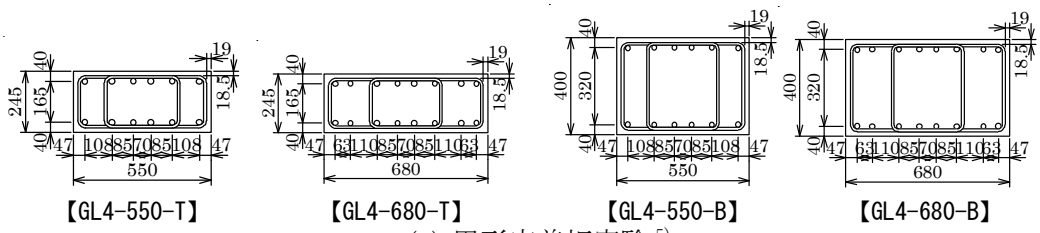
解表 5.2　T ヘッド定着工法・柱主筋外定着方式Ｌ形接合部の実験計画[11]

系列	試験体	Fc N/mm²	階高 mm	梁断面(mm) Bg	梁断面(mm) Dg	梁主筋 配筋 pt	梁主筋 鋼種 (N/mm²)	柱主筋 配筋 pg	柱主筋 鋼種 (N/mm²)	接合部横補強筋 配筋 pjwh	接合部横補強筋 鋼種 (N/mm²)	定着部拘束筋 配筋	定着部拘束筋 鋼種 (N/mm²)	かんざし筋
1	TF300-400	36	2400/2	300	400	4-D19 1.06%	SD390	12-D19 2.15%	SD390	2-D10-4組 (0.44%)	SD295	4-D10 -1組	SD295	2-D10 -3組 SD295
	TF400-320		2000/2	400	320	4-D19 1.03%				2-D10-3組 (0.44%)				
2	TF550-T	45	2000/2	550	245	6-D19 1.53%	SD490	12-D22 2.90%	SD390	2-D10-5組 (0.30%)※	SD295	2-D10 -1組	SD295	－
	TF550-B		2400/2		400	6-D19 0.87			SD490	2-D10-5組 (0.30%)※				

【各試験体共通】スパン長：3400/2mm、柱断面(Bc,Dc)：400×400mm、Fc：コンクリートの目標圧縮強度



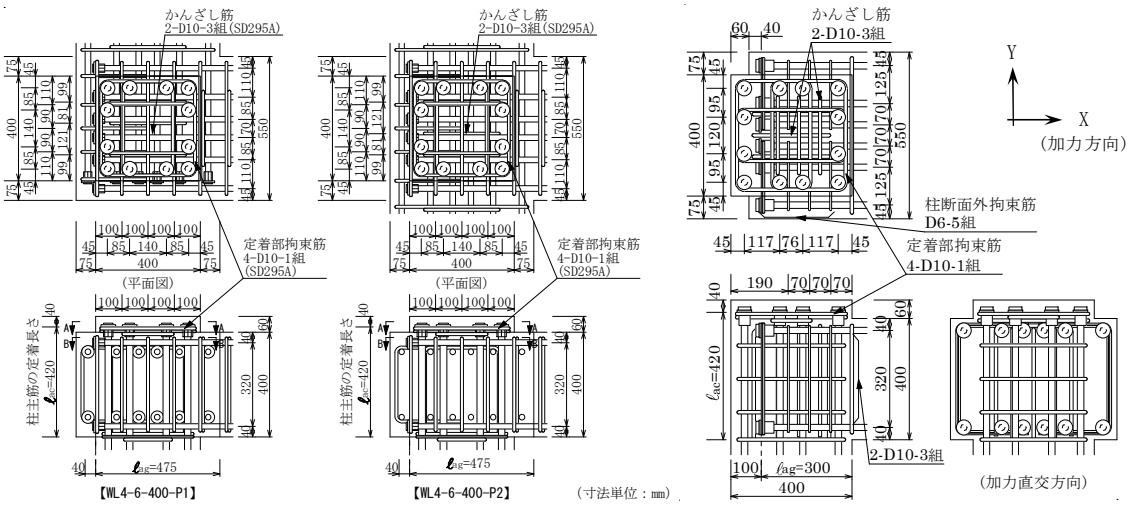
(a) ネジ節型定着金物実験 [4)]



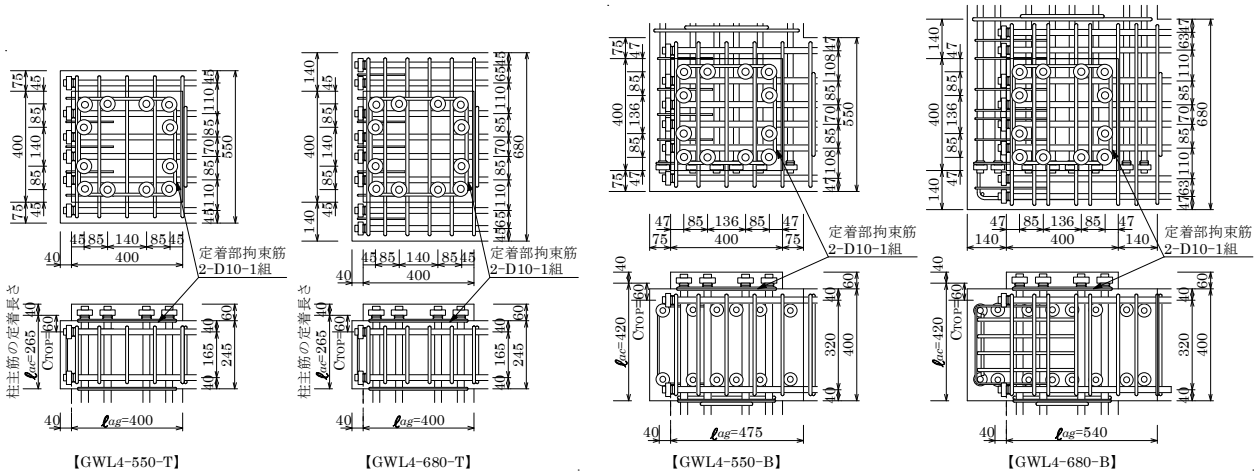
(b) 円形定着板実験 [5)]

解図 5.1 ネジ節型定着金物実験 [4)]および円形定着板実験 [5)]の梁断面詳細(加力梁)

(注) ネジ節型定着金物実験 [4)]の系列Ⅰの接合部配筋詳細：解図 2.6 参照



(a) ネジ節型定着金物実験 [4)]



(b) 円形定着板実験 [5)]

解図 5.2　ネジ節型定着金物実験 [4)]の系列Ⅱ、Ⅲおよび円形定着板実験 [5)]の接合部配筋詳細

ネジ節型定着金物実験 [4]、円形定着板実験 [5]では、柱梁接合部内に延長配置した加力方向梁の外周横補強筋を接合部横補強筋とし、接合部横補強筋比 pjwh を式(3)で算定し、幅広梁付き L 形接合部の補強筋を下記のように定めた。

1) ネジ節型定着金物実験 [4]の系列Ⅰ、Ⅱの定着部拘束筋は中子筋併用の 4-D10-1 組、円形定着板実験 [5]の定着部拘束筋は外周筋のみの 2-D10-1 組とし、円形定着板実験 [5]の GWL4-500(680)-T、GWL4-500(680)-B では、柱梁接合部内の加力方向梁横補強筋の効果を期待し、ネジ節型定着金物実験 [4]の系列Ⅰ、Ⅱで配置していたかんざし筋を省略した。
2) 加力直交梁の屋外側のひび割れ防止筋は、ネジ節型定着金物実験 [4]ではコ形筋 D10-5 組、円形定着板実験 [5]はコ形筋 D6-5～8 組とした。
3) ネジ節型定着金物実験 [4]の系列Ⅲの場合、解図 5.2 に示すように、柱断面外に配置された梁主筋定着部には、式(10)を満足するコ形の柱断面外拘束筋を配置した。

(2) 幅広梁付き L 形接合部実験結果

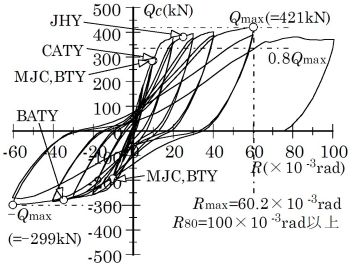
(a) 荷重－変形性状

ネジ節型定着金物実験 [4]の系列Ⅱおよび円形定着板実験 [5]は、解図 5.2 に示すように、片側および両側直交梁付きの幅広梁付き L 形接合部であり、実験装置の制約等より梁せい Dg=400mm、柱主筋定着長さ ℓ_{ac}=420mm=1.05×Dg=19.1db とした。db：柱主筋呼び名の値

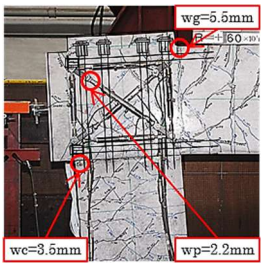
各試験体の正加力時接合部耐力余裕度 Qpu/Qcu は、ネジ節型定着金物実験 [4]の系列Ⅱでは 1.04、円形定着板実験 [5]では 0.95，0.72 である。

Qpu：接合部せん断耐力時柱せん断力、Qcu：梁曲げ終局耐力時柱せん断力

実験の結果、ネジ節型定着金物実験 [4]の系列Ⅱの片側直交梁付き試験体 WL4-6-400-P1 および円形定着板実験 [5]の GWL4-680-B は、解図 5.3、解図 5.4 に示すように、層間変形角 R=40×10^{-3}rad. を超える靭性に富む変形性状を示した。すなわち、加力梁主筋を柱断面外に片側 2 列ずつ配置しても、加力方向梁横補強筋を柱梁接合部内に延長配置すれば、靭性に富む変形性状を示す。

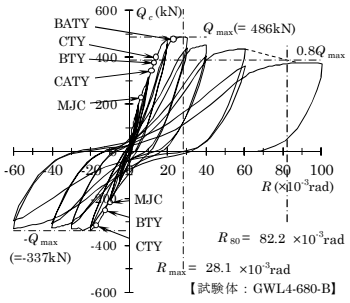


柱せん断力 Qc－層間変形角 R 関係

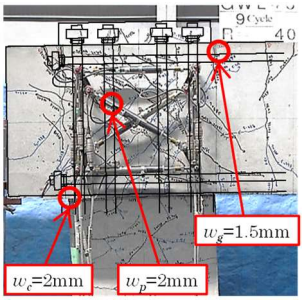


ひび割れ状況(R=60×10^{-3}rad.)

解図 5.3　ネジ節型定着金物実験 [4]の系列Ⅱの片側直交梁付き試験体 WL4-6-400-P1 の実験結果



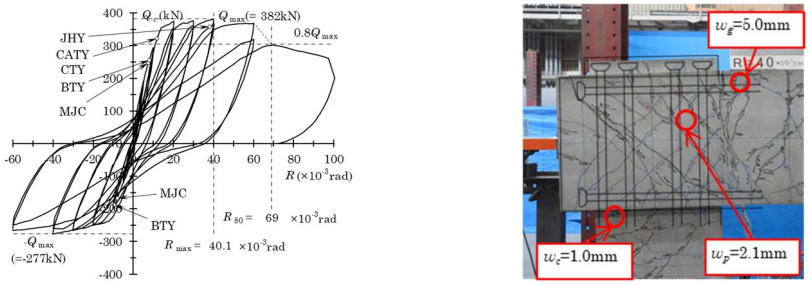
柱せん断力 Qc－層間変形角 R 関係



(b) ひび割れ状況(R=40×10^{-3}rad.)

解図 5.4　円形定着板実験 [5]の梁幅 680mm の幅広梁付き L 形接合部試験体 GWL4-680-B の実験結果

また、T ヘッド定着工法・柱主筋外定着方式 L 形接合部 [11]の試験体 TF550-B の場合、解図 5.5 に示すように、ネジ節型定着金物実験 [4]、円形定着板実験 [5]と同様、靭性に富む性状を示した。



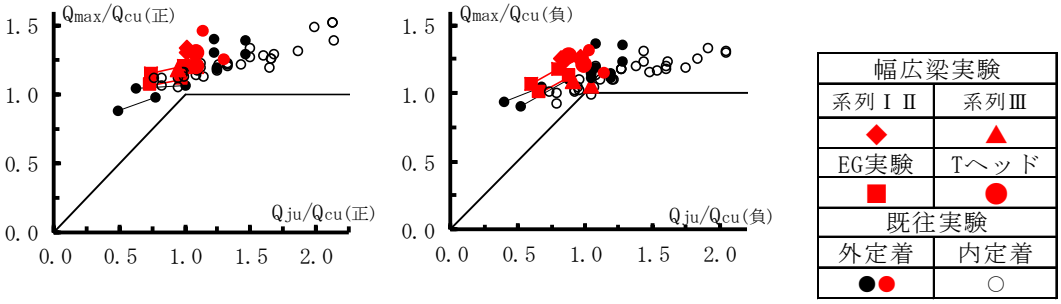
柱せん断力 Qc－層間変形角 R 関係　　ひび割れ状況(R=40×10⁻³rad.)

解図 5.5　T ヘッド定着工法・柱主筋外定着方式 L 形接合部 [11]の試験体 TF550B の実験結果

(b) 終局耐力および変形性能

解図 5.6 では、ネジ節型定着金物実験 [4]、円形定着板実験 [5]の幅広梁付き L 形接合部試験体(計 10 体)と T ヘッド定着工法柱主筋外定着方式 L 形接合部の Qmax/ Qcu－Qju/Qcu 関係を示す。

同図によると、幅広梁付き L 形接合部試験体の梁曲げ終局耐力時柱せん断力 Qcu および接合部終局耐力時柱せん断力 Qju は、一般梁実験の柱主筋外定着、柱主筋内定着試験体(○：31 体)と同様、最大耐力実験値 Qmax に対して安全側に評価され、破壊形式は接合部耐力余裕度 Qju/Qcu で判別できる。



(a)正加力時　　(b)負加力時

解図 5.6　Qmax/Qcu－Qju/Qcu 関係

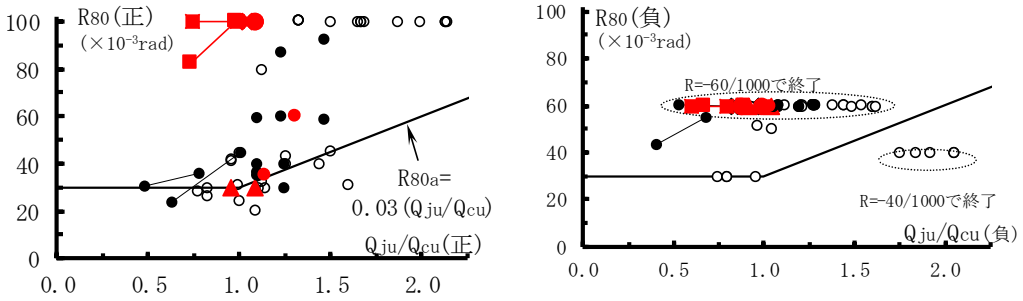
次に、解図 5.7 では、解図 5.6 と同じ試験体の正負加力時限界層間変形角実験値 R80－Qju/Qcu 関係を示す。同図中には、接合部耐力余裕度で決まる限界層間変形角 R80a を示した。

解図 5.7 によると、ネジ節型定着金物実験 [4]の系列Ⅱ、円形定着板実験 [5]および T ヘッド定着工法・柱主筋外定着方式 L 形接合部 [11]の幅広梁付き L 形接合部試験体の正加力時 R80 は、一般梁実験の柱主筋外定着および柱主筋内定着試験体の正加力時 R80 よりも明らかに大きい。すなわち、幅広梁付き L 形接合部の場合、一般梁付き L 形接合部よりも剛強な柱梁接合部を形成することで、梁曲げ降伏後の変形性能が改善される。

また、ネジ節型定着金物実験 [4]の系列Ⅲの幅広梁付き L 形接合部試験体の正加力時 R80 は、一般梁実験の柱主筋外定着および柱主筋内定着による L 形接合部試験体の概ね下限となった。これは、系列Ⅲの幅広梁付き試験体で用いた柱断面外拘束筋の効果によると考えられる。

一方、幅広梁付き L 形接合部試験体の負加力時の R80 は、一般梁実験の柱主筋外定着および柱主筋内定着の場合と同様、すべて 60×10⁻³rad. 以上となった。

凡例：解図 5.6 と同じ



(a)正加力時　　(b)負加力時

解図 5.7　R80－Qju/Qcu 関係

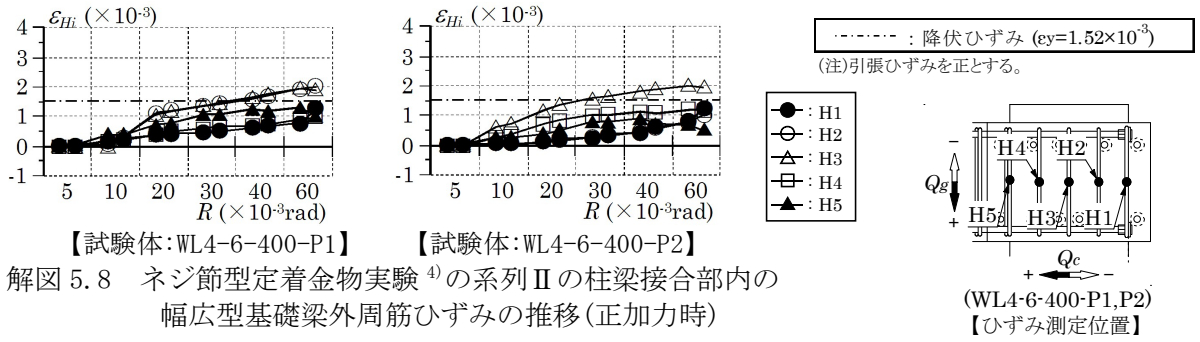
(c) 柱梁接合部内の幅広型基礎梁外周筋ひずみの推移

解図 5.8 は、ネジ節型定着金物実験 [4] の系列Ⅱの柱梁接合部内の幅広型基礎梁外周筋ひずみの推移を示す。同図によると、層間変形角 R=30～40×10⁻³rad. 時に、柱梁接合部内の幅広型基礎梁外周筋ひずみ εH1～εH5 は 1～2×10⁻³ 程度となり、最大値は降伏ひずみ εy に達した。

また、円形定着板実験 [5] の各試験体も、ネジ節型定着金物実験 [4] と同様、柱梁接合部内の幅広型基礎梁外周筋ひずみは、層間変形角 R=30～60×10⁻³rad. 時に、順次、降伏ひずみ εy に達した。

すなわち、2 章の解説(4)(c)の幅広梁と同様、柱梁接合部内の幅広型基礎梁外周筋は、柱梁接合部のせん断ひび割れ進展防止およびせん断耐力の発現に寄与したと考えられる。

以上より、5 章(4)では、幅広型基礎梁の外周筋を柱梁接合部内まで配置すれば、接合部横補強筋比 pjwh は式(3)で算定してもよいとした。



解図 5.8　ネジ節型定着金物実験 [4] の系列Ⅱの柱梁接合部内の幅広型基礎梁外周筋ひずみの推移(正加力時)

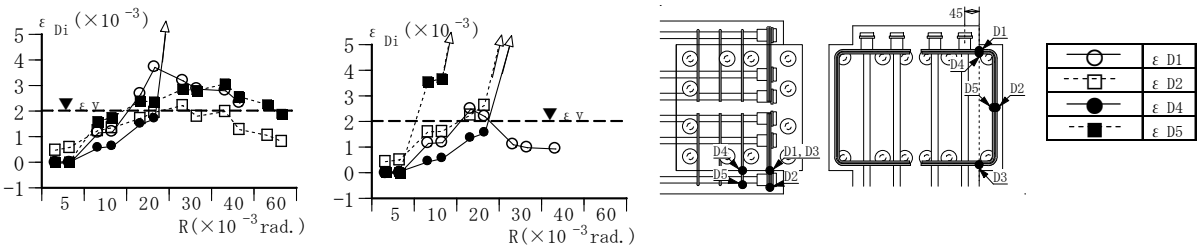
(d) 柱断面外拘束筋の補強効果

ネジ節型定着金物実験 [4] の系列Ⅲでは、解図 5.2 に示すように、柱断面外の基礎梁主筋定着部に、コ形柱断面外拘束筋を配置した。柱断面外拘束筋足部 5-D6(SD295)の全規格降伏引張力は、柱断面外基礎梁主筋 1-D19(SD345 または SD390)の規格降伏引張力の 0.4 倍程度である。

解図 5.9 に示すように、柱断面外拘束筋の水平方向ひずみ εD1, εD4 および鉛直方向ひずみ εD2, εD5 は、最大耐力 Qmax 時近傍の R=10～20×10⁻³rad. 程度で降伏ひずみ εy に達した。

すなわち、柱断面外拘束筋が柱断面外の基礎梁主筋定着部の外側へのはらみ出しを拘束したと考えられる。

以上より、5 章(4)では、柱梁接合部内まで外周筋を延長配置した幅広型基礎梁先端部での柱断面外の直交基礎梁主筋定着部は、式(10)を満足する柱断面外拘束筋で拘束するとした。



(a) LF36-B345-A1A　(b) LF50-B390-A1A　【柱断面外拘束筋詳細】

解図 5.9 柱断面外拘束筋ひずみ ε D1，ε D2，ε D4，ε D5 の推移

(3) 幅広型基礎梁の設計上の扱い

(a) 最下階柱主筋定着長さ ℓac≧L2 または L2h の場合

ℓac≧L2 または L2h の場合、最下階柱主筋定着部は十分な定着耐力を有するので、本設計指針 14.2 節の解説(5)の有効なはかま筋を配置すれば、定着部拘束筋を基礎梁下端筋(1 段筋)よりも上部に配置した場合、5 章(2)1)で規定する柱主筋突出長さ CBot を減じることができる(6.2 節の詳細図 S2 参照)。L2：JASS 5 の直線定着長さ、L2h：フック付き定着長さ

(b) 幅広型基礎梁における柱断面外の基礎梁主筋定着部の注意事項

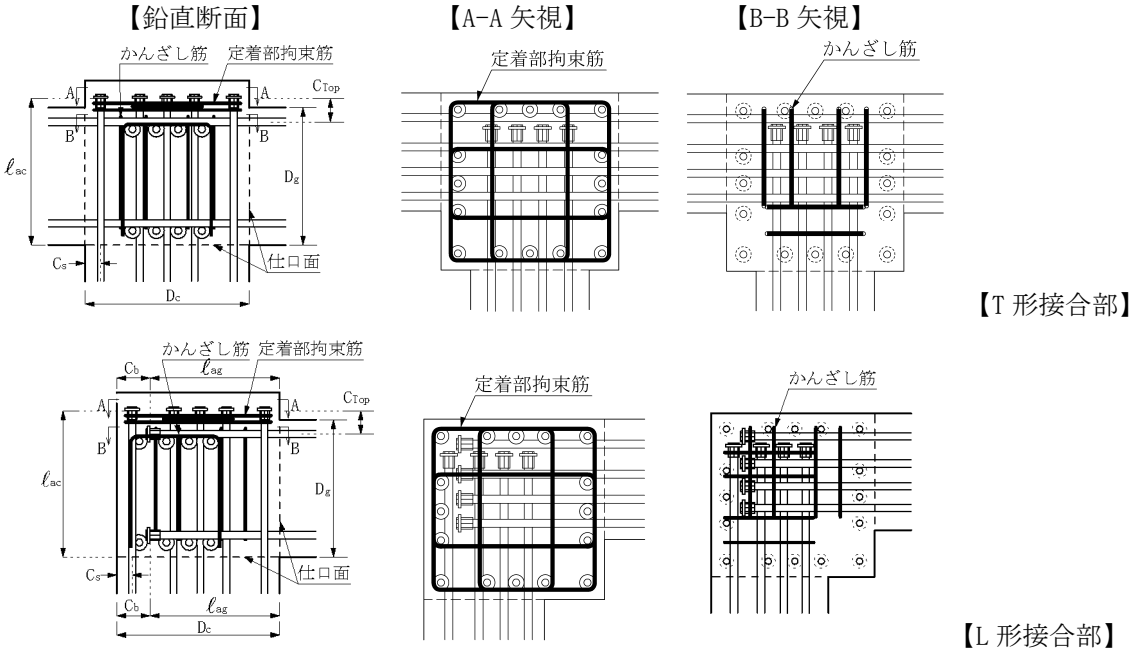
幅広型基礎梁付き L 形接合部の場合、柱断面外の基礎梁主筋定着部では、柱断面外の基礎梁主筋本数が増えると、横補強筋足部が直接掛からない基礎梁上端筋定着部では、上面方向へはらみ出す恐れがある。これらより、5 章(4)2)では、式(10)を満足するコ形柱断面外拘束筋の配置を規定した。

(c) 免震基礎における基礎梁主筋定着部

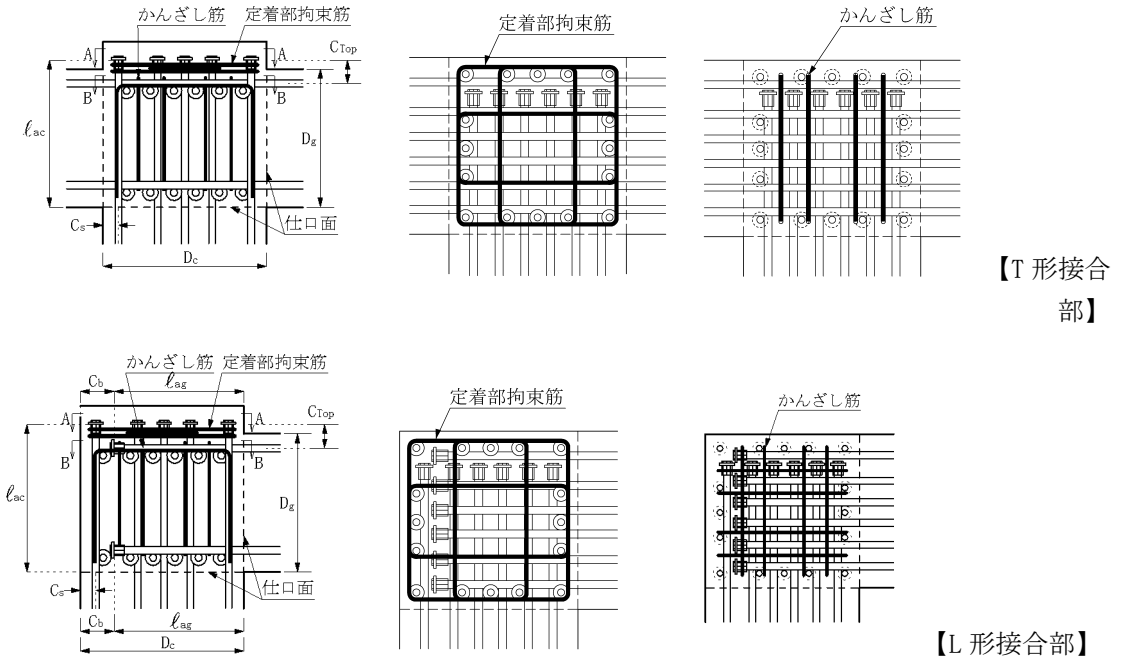
5 章(5)では、免震基礎の基礎梁主筋定着部を機械式直線定着とするための基本条件として、柱主筋外定着の場合、最上階 L 形接合部内の梁上端筋と同様、上部構造側基礎梁の下端筋定着部に、定着部拘束筋を配置するとした。また、下部構造側基礎梁の上端筋定着部は、基礎免震を想定し、(4)項の幅広型基礎梁同士の交差部内に定着するか、周囲を外周筋で補強した柱型部コア内に定着する場合、機械式直線定着としてもよいとした(詳細図 S4 参照)。

6 章　柱主筋外定着による標準配筋詳細

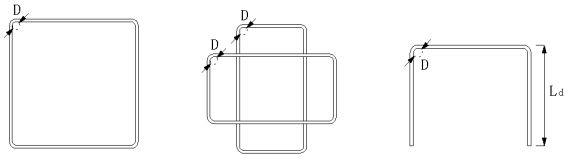
6.1　最上階柱梁接合部



(a) 標準断面梁付きの場合



(b) 扁平断面梁付きの場合



D：折曲げ内法直径
Ld：かんざし筋の足部全長

(c) 定着部拘束筋　　(d) かんざし筋

詳細図 S1　柱主筋外定着による最上階 T 形、L 形接合部の標準配筋詳細

6.2　最下階柱・基礎梁接合部

(1) 梁幅が柱幅より大きい最下階柱・基礎梁 L 形接合部

詳細図 S2 は、場所打ち杭基礎で梁幅が柱幅より大きい最下階柱・基礎梁 L 形接合部の標準配筋詳細であり、留意事項を以下に示す。

1) 本設計指針 14.2 節の【基礎配筋詳細例】(ⅱ)と同様、最上面(2 次筋)側の基礎梁上端筋を拘束する肋筋が配置された基礎梁を優先方向基礎梁とし、基礎梁同士の交差部全体がコア部となるように、優先方向基礎梁の肋筋を優先方向基礎梁先端まで配置する。

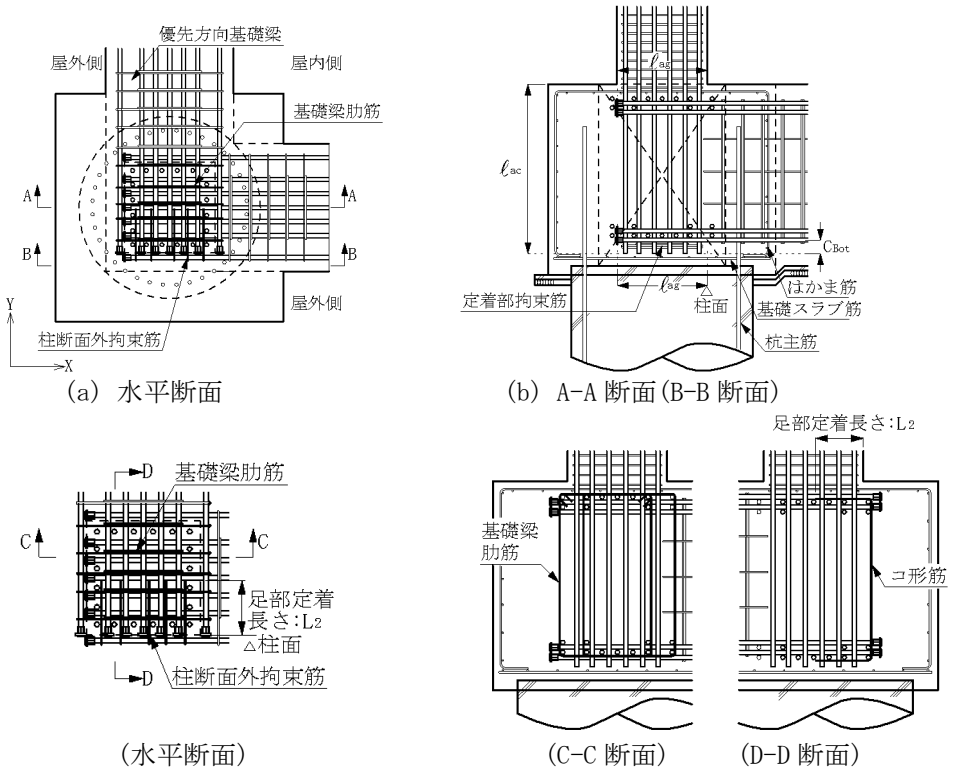
2) 詳細図 S2 の場合、柱主筋定着部は$\ell_{ac} \geqq L_2$ の直線定着とし、XY 方向ともに、$\ell_{ag} \geqq D_c$ かつ$\ell_{ag} \geqq 20d_b$ とし、基礎梁上下主筋定着部をすべて機械式直線定着としている。ℓ_{ac}：柱主筋定着長さ、L_2：JASS 5 の直線定着長さ、ℓ_{ag}：基礎梁主筋定着長さ、D_c：柱せい、d_b：梁主筋呼び名の値

上記の条件を満足する場合、基礎梁同士の交差部を柱梁接合部とし、柱梁接合部の内部には位置決め用以外の柱横補強筋を配置せず、優先方向基礎梁肋筋の横補強筋比を接合部横補強筋比 p_{jwh} とみなしている。

3) 優先方向基礎梁主筋定着部では、定着耐力確保のために、5 章(4)2)で規定するコ形柱断面外拘束筋を配置した。ただし、屋内側柱断面外の基礎梁主筋定着部は、優先方向基礎梁上端筋で上面方向へのはらみ出しが拘束されるため、L 形筋などで補強していない。

4) 本配筋詳細の場合、非優先方向基礎梁が地震力を受ける時には、柱梁接合部内での優先方向基礎梁の肋筋が接合部入力せん断力に伴う引張力に抵抗する。

また、既製杭基礎の場合の配筋詳細は、場所打ち杭基礎の場合に準じて定めることができる。



(a) 水平断面　(b) A-A 断面(B-B 断面)

(水平断面)　(C-C 断面)　(D-D 断面)

(c) 柱梁接合部配筋詳細

詳細図 S2　梁幅が柱幅より大きい L 形最下階柱・基礎梁接合部の標準配筋詳細

(2) 偏芯が大きい場所打ち杭基礎

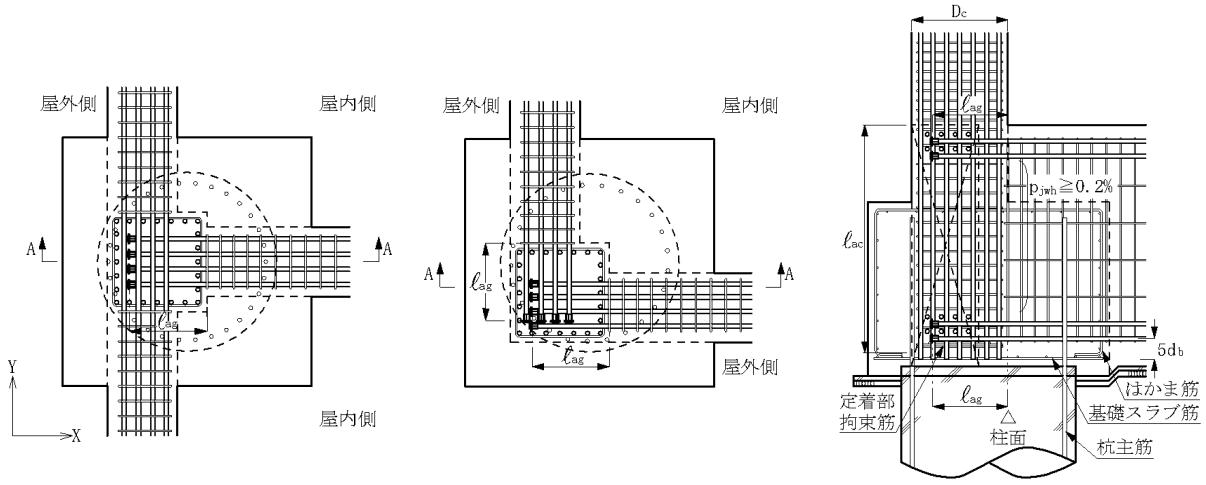
詳細図 S3 は、基礎梁下端筋の定着長さℓ_{ag}が杭断面内に入る配筋詳細である。

この場合、柱主筋定着部は、$\ell_{ac} \geqq L_2$の直線定着とし、基礎梁下端筋直下に定着部拘束筋を配置し、基礎梁下端筋(1 段筋)中心からの柱主筋の突出長さ CBot を 5db としている。この配筋詳細は、5 章(1)～(3)の規定を満足するので、基礎梁上下主筋定着部をすべて機械式直線定着としている。

ℓ_{ac}：柱主筋定着長さ、L_2：JASS 5 の直線定着長さ、db：柱主筋呼び名の値

一方、基礎梁下端筋定着長さℓ_{ag}が杭断面外まで突出する場合、基礎梁下端筋定着部に引張力が作用しても、パイルキャップ全体がコアを形成するように、はかま筋を配置する必要がある(本設計指針 14.2 節の解説(5) 参照)。この場合、はかま筋は、基礎杭、基礎梁、柱の応力状態、ならびにパイルキャップのせん断ひび割れ発生の有無などを考慮して決定する※。

※ 益尾潔：機械式定着工法による接合部配筋詳細設計、建築技術 連載第 2 回 最下階柱・基礎梁接合部、2015 年 5 月号、pp. 34-37.



(水平断面:側柱)　　(水平断面:隅柱)　　(接合部配筋詳細)

詳細図 S3　偏芯・場所打ち杭基礎が接続する最下階逆 L 形接合部の
柱主筋外定着による標準配筋詳細

6.3　免震基礎における基礎梁主筋定着部

免震基礎における基礎梁主筋定着部の標準配筋詳細を詳細図 S4 に示す。以下に、本標準配筋詳細の留意事項を示す(本設計指針 14.2 節の解説(4) 参照)。

(上部構造側)

1) 上部構造側では、柱主筋定着長さ$\ell ac \geqq L2$ かつ基礎梁下端筋(1 段筋)中心からの柱主筋突出長さ $CBot \geqq 5db$ とし、基礎梁下端筋定着部に定着部拘束筋を配置した(5 章(2))。
   L2：JASS 5 の直線定着長さ、db：柱主筋呼び名の値
2) XY 方向基礎梁ともに、基礎梁下端筋定着部は、接合部横補強筋で囲まれたコア内に配置し、機械式直線定着とした(5 章(2))。
   この場合、接合部横補強筋比 pjwh は、本設計指針 7.1 節(1)で規定する接合部必要横補強筋比 pjwho 以上、かつ、0.2%以上とする。
3) 定着部拘束筋は、接合部横補強筋と別途、5 章(3)より、基礎梁下端筋の直下に、XY 方向とも中子筋併用 1 組、基礎梁下端筋の直上に外周筋 3 組とした。
4) 上部構造側柱型部では、免震部材(積層ゴムアイソレータ)が接続する接合部に作用する力※に対し、柱型部全体がコアを形成するように、上記 1)～3)の配筋詳細と別途、鉛直方向のカゴ筋の周囲に外周筋を配置することを基本とする。ただし、詳細図 S4 では、上部構造側柱型部の鉛直方向のカゴ筋と外周筋を図示していない。

(下部構造側)

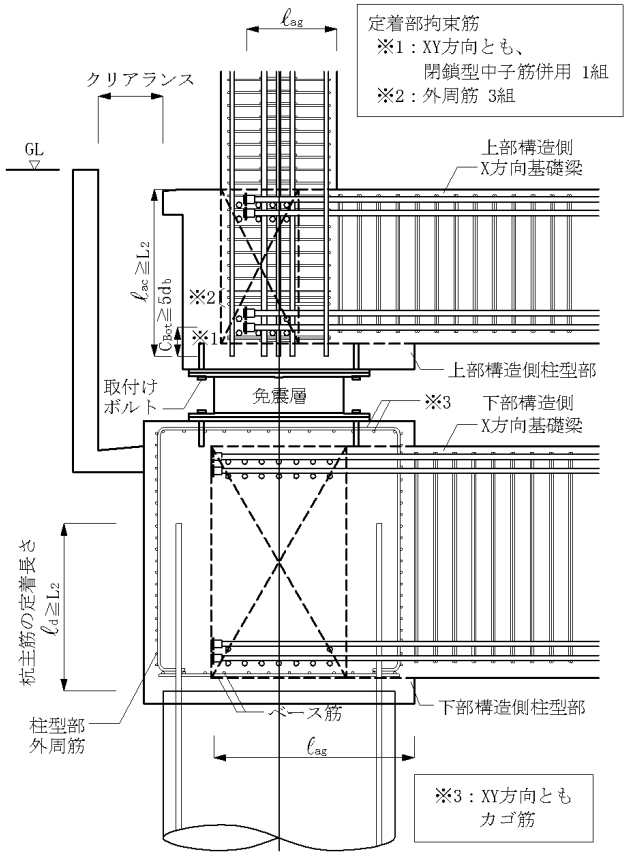
5) 下部構造側柱型部では、免震部材が接続する接合部に作用する力※に対し、柱型部全体がコアを形成するように、XY 方向ともに、上部から鉛直方向のカゴ筋で覆い、その周囲に外周筋を配置した。
6) XY 方向ともに、基礎梁下端筋定着部は、屋外側直交梁下端筋定着部の外側、かつ、杭主筋で囲まれた範囲内に配置し、それぞれ機械式直線定着とした(5 章(2))。
7) XY 方向ともに、基礎梁上下主筋定着長さℓag は同じとする。

(免震部材との躯体接合部)

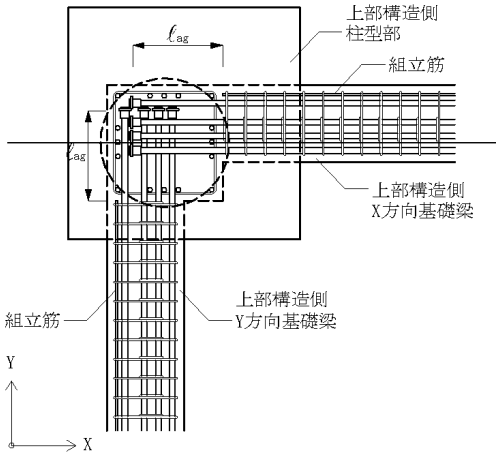
8) 免震部材との躯体接合部は、上部構造側、下部構造側ともに、文献※の設計指針に従い、免震部材に作用する力を伝達できるように設計する(本設計指針 14.2 節の解説(4) 参照)。

一方、詳細図 S4 は、下部構造側を場所打ち杭基礎とした配筋詳細であるが、既製杭基礎とした配筋詳細は、詳細図 S4 に準じて定めればよい。

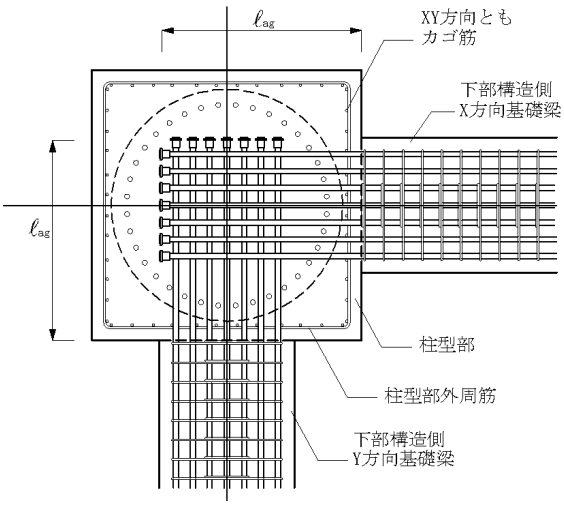
※ (一社)日本免震構造協会：免震部材の接合部・取り付け躯体の設計指針、5. 取り付け躯体の設計、pp.69-77, 2014.1



(a) 鉛直断面



(b) 上部構造側水平断面



(c) 下部構造側水平断面

詳細図 S4　免震基礎における基礎梁主筋定着部の標準配筋詳細

7章　柱主筋外定着による設計例

7.1　最上階T形、L形接合部における定着部拘束筋の設計例

「計算条件」　T形接合部：柱曲げ降伏型、　L形接合部：梁曲げ降伏型

柱主筋および梁上端筋の鋼種：SD390

本設計例は、解図7.1の最上階L形接合部の配筋詳細設計例であり、柱断面の幅×せいは1000mm×1000mm、梁断面の幅×せいは700mm×800mm、引張側柱主筋8-D32、梁上端筋5-D32、梁上端面から柱頭面までの寸法を100mmとしている。また、定着部拘束筋4-D16(SD490)は、囲形中子筋併用1組(4本)を柱主筋定着金物のナット部とその直下に配置している。

T形およびL形接合部における定着部拘束筋の検討結果を解表7.1、解表7.2を示す。

置換え方式の場合、解表7.2 に示すように、梁主筋からの引張力基準伝達係数γ_{Hgo}は0.25であるので、XY 方向ともに、本編 2 章(2)より、定着部拘束筋による追加分の横補強筋比Δp_{jwh}=AH/(Bc・jtgo)=4×199/(1000×586)=0.14%となる。

解図7.1の場合、両側直交梁付き以外のL形接合部であるので、本設計指針10章(2)(b)より、p_{jwh}=0.3%の接合部横補強筋以外に、上記の定着部拘束筋を配置することとした。

柱、梁主筋の定着長さℓ_{ac}, ℓ_{ag}、上面かぶり厚さCTopおよびかんざし筋は、以下のように、本編の構造規定を満足する。

1) 柱主筋定着長さℓ_{ac}は835mm、ℓ_{ac}/d_{bc}=835/32=26≧18(必要ℓ_{ac}=576mm)であり、梁主筋定着長さℓ_{ag}は800mm、ℓ_{ag}/d_{bg}=800/32=25≧12、ℓ_{ag}/D_c=800/1000=0.8≧0.75 (必要ℓ_{ag}=750mm)であるので、本編3.1節1)、3.2節1)の規定を満足する。
2) 梁上端筋中心から柱主筋定着金物(定着板)内面までの寸法CTopは124mmであり、CTop/dbc=124/32=3.9≧3(必要CTop=96mm)であるので、本編3.2節3)の規定を満足する。
3) かんざし筋は、以下のように、本編4.2節の柱頭補強筋比p_{jwv}の規定を満足する。

「かんざし筋」2-D16-7組：　p_{jwv} = (2×199×7)/(1000×1000) = 0.28% ≧ 0.25%

かんざし筋は、解図7.1に示すように、梁上端筋を跨ぐように配置した。

解表7.1　T形接合部における定着部拘束筋の検討結果

引張側柱主筋				定着部拘束筋				γ_{Hco}
配筋	a_{ct} (mm^2)	σ_{cy} (N/mm^2)	T_{cy} (kN)	配筋	A_H (mm^2)	σ_{Hy} (N/mm^2)	T_{Hy} (kN)	
8-D25	4056	390	1582	6-D16	1194	295	352	0.22
8-D29	5136		2003	6-D16	1194	345	412	0.21
8-D32	6352		2477	6-D16	1194	490	585	0.24
8-D35	7656		2986	8-D16	1592	390	621	0.21

(注) $\gamma_{Hco}=T_{Hy}/T_{cy}$

解表7.2　L形接合部における定着部拘束筋の検討結果

梁上端筋				定着部拘束筋				γ_{Hgo}
配筋	a_{gt} (mm^2)	σ_{gy} (N/mm^2)	T_{gy} (kN)	配筋	A_H (mm^2)	σ_{Hy} (N/mm^2)	T_{Hy} (kN)	
5-D25	2535	390	989	4-D16	796	295	235	0.24
5-D29	3210		1252	4-D16	796	345	275	0.22
5-D32	3970		1548	4-D16	796	490	390	0.25
5-D35	4785		1866	6-D16	1194	390	466	0.25

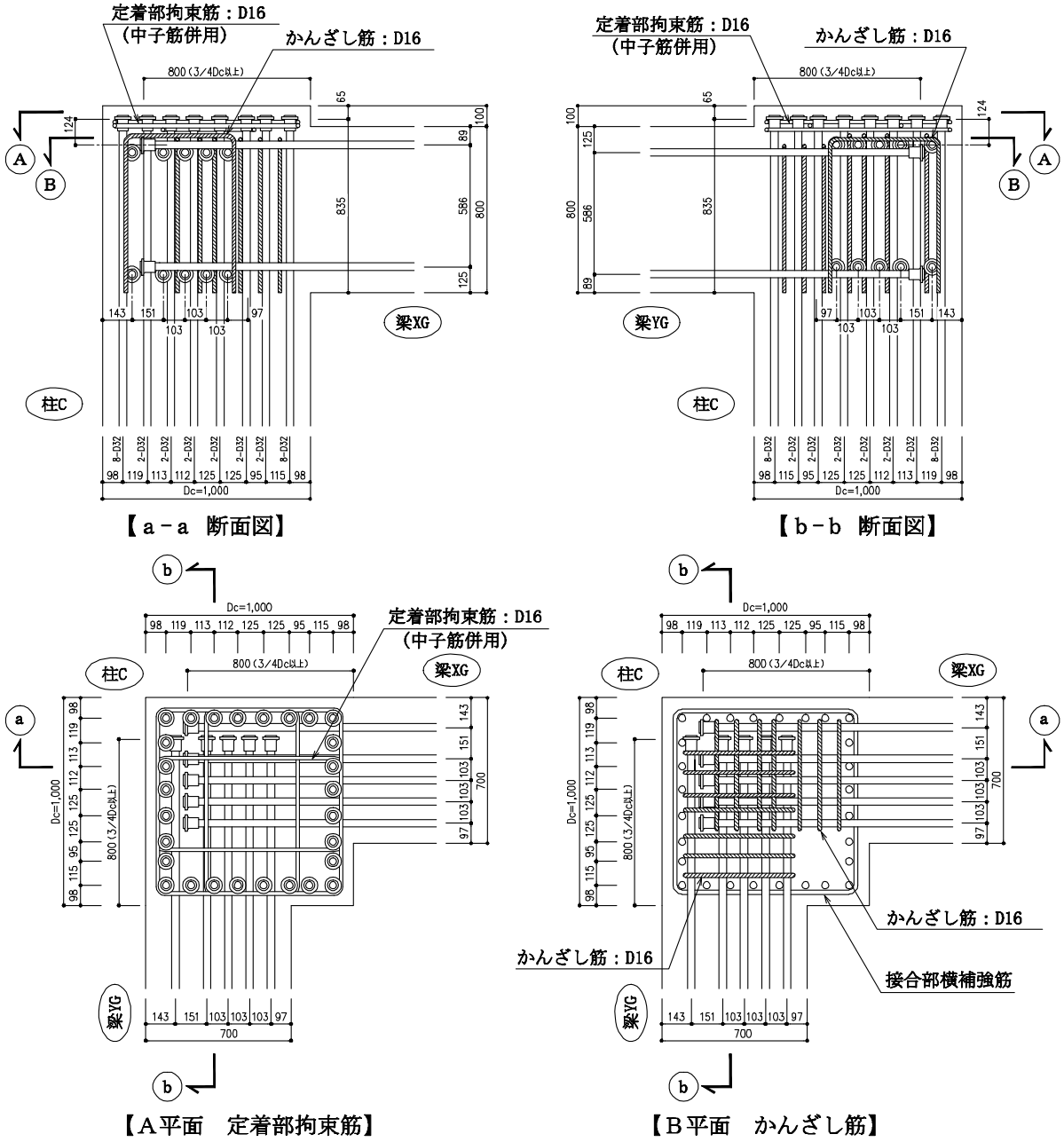
(注) $\gamma_{Hgo}=T_{Hy}/T_{gy}$

（柱断面）

	B×D	主筋
柱C	1000×1000	28-D32

（梁断面）

	B×D	上端筋	下端筋
梁XG, YG	700×800	5-D32	5-D32



（寸法単位：mm）

解図 7.1　柱主筋外定着による最上階Ｌ形接合部の配筋詳細設計例

7.2　最下階 L 形接合部における定着部拘束筋の設計例

「計算条件」　最下階 L 形接合部：柱脚部曲げ降伏型

柱、梁主筋の鋼種：SD390、定着部拘束筋の鋼種：SD345

本設計例の基礎梁端は曲げ降伏しない柱脚部曲げ降伏型であり、解図 7.2 に示すように、基礎梁下端筋定着長さℓ_{ag}は、基礎梁 XG では 895mm(26db)、基礎梁 YG では 1065mm(30db)であり、XY 方向ともに、20db よりも長く、はかま筋で拘束されたパイルキャップ内に配置されている。

また、柱主筋定着長さℓ_{ac}は 3080mm(88db)であり、JASS5 の直線定着長さ L2(35db：SD390,Fc30)よりも長い。

これらより、本設計例では、本設計指針 14.1 節 2)で規定する接合部横補強筋比 p_{jwh}≧0.2%の接合部横補強筋と別に、解表 7.3 に示すように、引張側柱主筋に対し、柱主筋から定着部拘束筋への引張力伝達係数γ_{Hco}を 0.1 以上として、定着部拘束筋の全降伏引張力 T_{hy} が式(5)を満足する定着部拘束筋を配置した(本編 5 章(3) 参照)。

【パイルキャップのはかま筋量】（本設計指針 14.2 節の解説(5) 参照)。

X 方向・基礎梁下端筋の全降伏引張力：　$\Sigma T_{y1} = 957\times2\times11\times390\times10^{-3} = 8211$ kN

はかま筋の全降伏引張力：　$\Sigma T_{y2} = 199\times22\times345\times10^{-3} = 1510$ kN

(X 方向はかま筋：22 本-D16(SD345))

ベース筋の全降伏引張力：　$\Sigma T_{y3} = 199\times14\times345\times10^{-3} = 961$ kN

(X 方向ベース筋：14 本-D16(SD345))

$\Sigma T_{y2}+\Sigma T_{y3} = 1510+961 = 2471$ kN ＞ $0.3\times\Sigma T_{y1}=2463$ kN　∴ OK

Y 方向・基礎梁下端筋 2×8 本-D35(SD390)は、X 方向・基礎梁下端筋よりも少ないので、検討を省略する。

本設計例では、解図 7.2 に示すように、杭頭面からパイルキャップ内への杭主筋定着長さℓ_dは L2 以上(この場合、40d)としているので、杭引き抜き力が作用しても、杭主筋定着部と柱主筋定着部とのあき重ね継手の効果を期待できる($D_c+2\ell_d=1100+2\times1280=3660$mm≧$D_p=2100$mm)（本設計指針 14.2 節の詳細図 14.1 参照)。d；杭主筋呼び名の値、D_c：柱せい、D_p：杭径

解図 7.2 の場所打ち基礎の場合、基礎梁下端筋定着部は、杭頭部およびパイルキャップ内のはかま筋とベース筋で拘束されるので、かんざし筋を配置していない。

解表 7.3　最下階 L 形接合部における定着部拘束筋の検討結果

	引張側柱主筋				定着部拘束筋					γ_{Hco}
	配筋	act (mm^2)	σ_{cy} (N/mm^2)	T_{cy} (kN)	中子筋併用外周筋	呼び名	A_H (mm^2)	σ_{Hy} (N/mm^2)	T_{Hy} (kN)	
X 方向	10-D35	9570	390	3732	6本×1組 2本×2組	D13	1270	345	438	0.12
Y 方向	9-D35	8613		3359	4本×1組 2本×2組	D13	1016		351	0.10

(注) $T_{cy}=act\cdot\sigma_{cy}$, $T_{Hy}=A_H\cdot\sigma_{Hy}$, $\gamma_{Hco}=T_{Hy}/T_{cy}$

（杭断面）

	φ	杭主筋
杭C	2100	48-D32

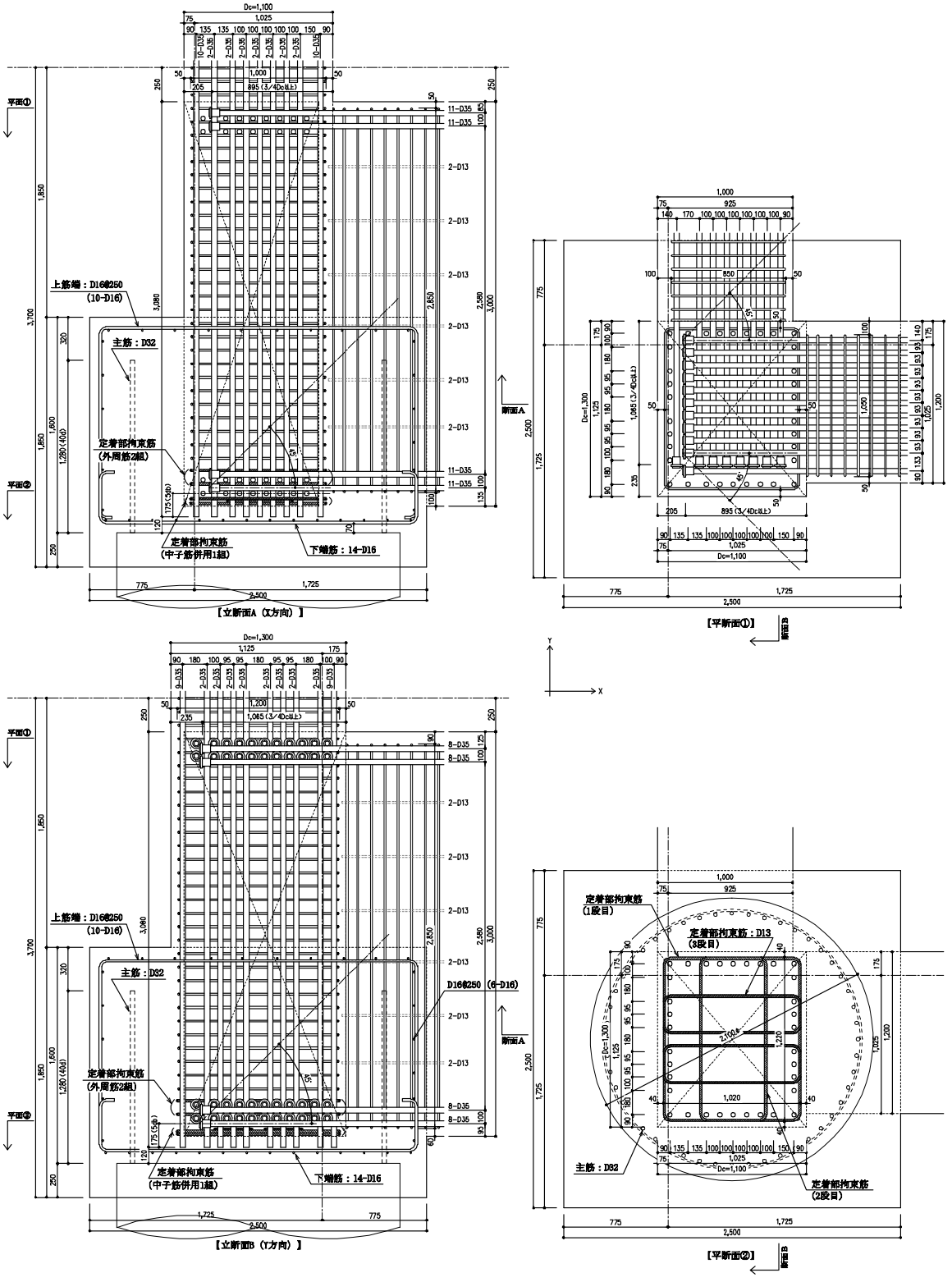
（柱断面）

	B×D	柱主筋
柱A	1100×1300	34-D35

（基礎梁断面）

	B×D	上端筋	下端筋
基礎梁XG	1200×3000	2×11-D35	2×11-D35
基礎梁YG	1000×3000	2×8-D35	2×8-D35

（特記なき限り、定着部拘束筋はD13(SD345)とする。）



（寸法単位：mm）

解図 7.2　柱主筋外定着によるＬ形最下階柱・基礎梁接合部の配筋詳細設計例

【柱主筋外定着関連の参考文献】

1) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説 付録 A5. 太径鉄筋を用いた各部鉄筋寸法算定のための注意点、pp.326-329, 2021
2) 田川浩之、堂下航、足立将人、益尾潔：機械式柱主筋･外定着による RC 造最上階 T 形、L 形柱梁接合部の実験、GBRC, Vol.36, No.1, pp.32-39, 2011.1
3) 益尾潔、堂下航、足立将人、田川浩之：機械式柱主筋外定着方式による最上階 RC 造 L 形柱梁接合部の構造性能、日本建築学会構造系論文集、第 697 号、pp.411-418, 2014.3
4) 益尾潔、堂下航、足立将人：機械式定着による幅広梁付き RC 造 L 形柱梁接合部の構造性能、日本建築学会技術報告集、第 20 巻、第 46 号、pp.951-956, 2014.10
5) 益尾潔、申範昊: 円形定着板で梁主筋を定着した幅広梁付き RC 造 L 形接合部の構造性能、日本建築学会技術報告集、第 22 巻、第 51 号、pp.517-521, 2016.6
6) 加藤史明、清原俊彦、田才晃、楠浩一：機械式定着を用いた RC 造最上階 L 形柱梁接合部の構造方式に関する実験的研究、コンクリート工学年次論文集、Vol.33, No.2,pp.289-294, 2011
7) 吉村匡裕、加藤史明、田才晃ほか 3 名：機械式定着を用いた RC 造 L 形柱梁接合部の柱頭部拘束筋の効果に関する実験的研究、その１、その 2、日本建築学会大会梗概集、構造Ⅳ、pp.481-484, 2011
8) 益尾潔、井上寿也、岡村信也: 機械式定着工法による RC 造 T 形および L 形柱梁接合部の終局耐力に関する設計条件、日本建築学会構造系論文集、第 590 号、pp.95-102, 2005.4
9) 足立将人、益尾潔: 機械式定着工法による RC 造 T 形および L 形柱梁部分架構の構造性能に及ぼす直交梁の影響、JCI 年次論文報告集、Vol.31, No.2, pp.337-342, 2009.7
10) 益尾潔、田川浩之、足立将人: 機械式定着による SRC 造 T 形および L 形柱梁接合部の終局耐力に関する設計条件、日本建築学会構造系論文集、第 637 号、pp.543-550, 2009.3
11) 第一高周波工業(株)：建築構造技術評価報告書(T ヘッド定着工法)、SABTEC 評価 22-02R1、(一社)建築構造技術支援機構、2024.12.24

（付録）設計指針関連資料

（付録 1）梁主筋掻き出し定着耐力時接合部せん断力の算定…… 設計 5-1

（付録 2）引張軸力下のト形接合部の設計条件に関する検討…… 設計 5-3

（付録 3）壁式ラーメン壁柱・梁接合部の設計…… 設計 5-5

（付録 4）機械式定着と折曲げ定着の比較検討…… 設計 5-7

（付録 5）上階柱絞りト形接合部実験…… 設計 5-10

（付録 6）本設計指針で用いた RC 関連の記号一覧…… 設計 5-22

（付録 7）設計指針(普通強度材料)概要…… 設計 5-24

（付録 1）梁主筋掻き出し定着耐力時接合部せん断力の算定

梁主筋掻き出し定着耐力時の接合部せん断力 Vcu は、式(1)による。

$$Vcu = \zeta h \cdot Tcu \quad (1)$$

$$\zeta h = 1-(\ell/h)\cdot(jtg/\ell o) \quad (2)$$

$$Tcu = \beta c \cdot kn \cdot (Tc+Tw) \quad (3)$$

$$Tc = 2\ell ag \cdot be \cdot 0.313\sqrt{Fc}\cdot\sqrt{(\ell ag^2+jtg^2)}/jtg \quad (4)$$

$$be = bs+Ce1+Ce2 \quad (5)$$

$$Tw = 0.7Aw \cdot \sigma wy \quad (6)$$

$$kn = 1+\sqrt{\sigma o/Fc} \leq \min(1+0.016Fc, 1.45) \quad (7)$$

$$\sigma o = Nc/(Bc\cdot Dc) \quad (8)$$

ここに、Tcu：梁主筋掻き出し定着耐力

βc：低減係数(βc=0.7 とする。)

ℓag：梁主筋定着長さ

Fc：コンクリートの設計基準強度(単位：N/mm²)

jtg：梁上下主筋の重心間距離、 be：柱有効幅

Ce1, Ce2：最外縁の定着筋中心からの柱側面からぶり厚さ(≦0.8ℓag)

bs：最外縁に配置された定着筋の中心間距離

Aw：梁定着筋列より柱上下方向にそれぞれℓagの範囲および柱有効幅 be の範囲内に配置された横補強筋の全断面積

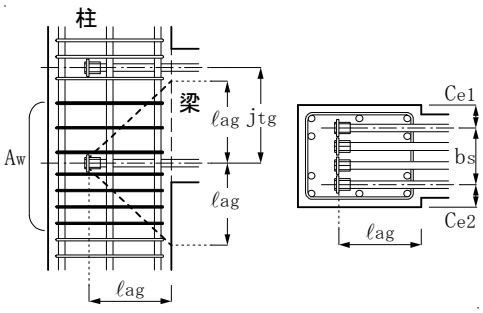


図 1　掻き出し破壊定着耐力に関する記号の定義

σwy：接合部および柱の横補強筋の降伏強度、kn：柱軸圧縮応力度 σo の効果を表す係数

Nc：地震時柱軸力、Bc,Dc：柱断面の幅およびせい、ただし、Nc≦0 の時は、Nc=0 とする。

接合部および柱の横補強筋の降伏強度 σwy は、式(9)による。

$$\sigma wy = \min(\sigma wyo,\ 55\sqrt{Fc}) \quad (9)$$

ただし、高強度 RC 柱梁接合部編以外の場合、Fc≧60N/mm² の時は、Fc=60N/mm² とする。

ここに、 σwyo：接合部および柱の横補強筋の規格降伏点

ただし、785N/mm² 級を超える横補強筋の場合、 σwyo は 785N/mm² とする。

【解説】

(1) 掻き出し定着耐力の算定式

梁主筋掻き出し定着耐力時の接合部せん断力 Vcu は、式(1)に示すように、掻き出し定着耐力 Tcu に換算係数ζh を乗じて求められ、掻き出し定着耐力 Tcu は、城らの提案式を幾分簡略化した AIJ 靭性保証型指針に示された式(3)で求められる。文献 2)では、機械式定着によるト形接合部の系統的な実験を基に、梁主筋掻き出し定着耐力がト形接合部のせん断終局耐力および梁曲げ降伏後の変形性能に及ぼす影響を明らかにしている。式(3)中の低減係数βc の値は、この研究結果を基に定められている。

(2) 掻き出し定着耐力に及ぼす接合部横補強筋の効果

接合部横補強筋および柱横補強筋の負担引張力 T_w は、掻き出し破壊(コーン破壊)面と交わる横補強筋の断面積と降伏強度の積($A_w \cdot \sigma_{wy}$)の 0.7 倍として、式(6)で求められる。文献 1)の実験によると、機械式定着によるト形接合部を模擬した梁主筋定着部の実験で掻き出し破壊を起こした試験体の横補強筋には、高強度鉄筋と普通強度鉄筋が用いられている。高強度鉄筋を用いた場合、材料強度試験値の σ_{wy} をそのまま式(6)に代入すると、横補強筋の負担引張力 T_w が過大評価される。式(9)による横補強筋の降伏強度 σ_{wy} は、この点を考慮し、T_{max}/T_{cu} の平均値がほぼ 1 になるように、コンクリートの設計基準強度 F_c に応じて制限した値としている。T_{max} は最大耐力実験値である。

(3) 掻き出し定着耐力に及ぼす柱軸圧縮応力度の効果

掻き出し定着耐力の算定式の検証に用いた試験体の柱軸力比 σ_o/σ_B は、梁曲げ降伏後の接合部せん断破壊型(BP)試験体では 0.0～0.23、接合部せん断破壊型(P)試験体および定着部破壊型(A)試験体では 0.0～0.10 である。これらの柱軸力比に対し、式(7)による柱軸圧縮応力度の効果を表す係数 k_n の最大値は 1.48 となる。 σ_B は材料試験結果によるコンクリートの圧縮強度を示す。

この点を考慮し、式(7)による柱軸圧縮応力度の効果を表す係数 k_n は、柱軸力比 σ_o/F_c を 0.2 として求めた値で頭打ちした。ただし、係数 k_n は、地震時軸力を用いて算定する。

(4) 接合部および柱の横補強筋の降伏強度 σ_{wy} の扱い

接合部および柱の横補強筋の降伏強度 σ_{wy} は、式(9)に示すように、コンクリートの設計基準強度 F_c で頭打ちされている [1)]。ただし、高強度 RC 柱梁接合部編以外の場合、$F_c \geqq 60N/mm^2$ の時は、$F_c=60N/mm^2$ としている。

また、既往実験 [2),3)] では、接合部および柱の横補強筋は $785N/mm^2$ 級までしか用いられていないので、$785N/mm^2$ 級を超える横補強筋の場合、式(9)中の規格降伏点 σ_{wyo} は $785N/mm^2$ とした。

参考文献

1) 益尾潔、窪田敏行：機械式定着工法による RC 造ト形接合部の終局耐力に関する設計条件、日本建築学会構造系論文集、第 590 号、pp.87-94, 2005.4
2) 益尾潔、足立将人：機械式定着による RC 造ト形柱梁接合部の構造性能、日本建築学会構造系論文集、第 627 号, pp.819-826, 2008.5
3) 益尾潔、堂下航：機械式定着による 590 N/mm^2 および 685N/mm^2 級梁主筋を用いたト形接合部の構造性能、日本建築学会大会梗概集、構造Ⅳ、pp.747-750, 2013.8

（付録 2） 引張軸力下のト形接合部の設計条件に関する検討

1. はじめに

本資料では、本設計指針 4.3 節の機械式定着による引張軸力下のト形接合部の設計条件に関する検討結果を示す。

2. 検討対象試験体

機械式定着によるト形接合部の引張柱軸力下の実験一覧を表 1、gQmax/gQmu－gQju/gQmu 関係を図 1 に示す。gQju は接合部終局耐力時、gQcu は掻き出し定着耐力時、gQmu は梁曲げ終局耐力時の梁せん断力であり、gQmax は最大耐力実験値、R80 は限界層間変形角実験値である。gQju は、側面剥離定着耐力の低減係数 β_{ao} および掻き出し定着耐力の低減係数 β_c をそれぞれ 1 として算定した(本設計指針・式(8.4)および付録 1・式(3) 参照)。

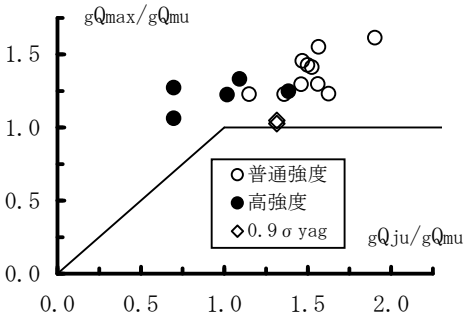


図 1 引張柱軸力下の
gQmax/gQmu－gQju/gQmu 関係

実験は、変動軸力または一定引張軸力の下で行われ、試験体(17 体)の梁主筋定着長さ ℓ_{ag} は 0.7Dc～0.8Dc かつ 12db～20db であり、引張柱軸力比｜N｜/ag･σy は 0.14～0.90 である。Dc は柱せい、db は梁主筋直径であり、σy は材料試験による実降伏強度である。これらの試験体のうち、文献 4)、6)の試験体では、圧縮強度 130N/mm^2 以上の高強度コンクリートを用い、柱主筋を高強度鉄筋(USD685)としている。文献 7)では、引張柱軸力比｜N｜/ag･σy を 0.90 の下で、圧縮強度 71N/mm^2 のコンクリートを用い、柱主筋を SD490 および USD685 とした試験体(2 体)を比較した実験を行っている。

3. 検討結果

梁、柱主筋をそれぞれ SD490 以下とした gQju/gQmu≧1 の試験体は、引張柱軸力比｜N｜/ag･σy が 0.8 程度以下であれば、梁曲げ降伏(B)型または梁曲げ降伏後の接合部せん断破壊(BP)型であり、いずれも gQmax/gQmu≧1 の耐力を有し、かつ、R80≧1/25 以上の変形性能を有する。

柱主筋を USD685 とした gQju/gQmu≧1 の試験体は、引張柱軸力比｜N｜/ag･σy が 0.7 程度で、掻き出し定着耐力余裕度 gQcu/gQmu が 1/0.7=1.43 以下でも、いずれも梁曲げ降伏後の接合部せん断破壊(BP)型または梁主筋定着破壊(BA)型であり、gQmax/gQmu≧1 の耐力を有し、かつ、R80≧3/100 以上の変形性能を有する。gQju/gQmu＜1 の試験体は、接合部せん断破壊(P)型または梁曲げ降伏後の接合部せん断破壊(BP)型で、いずれも gQmax/gQju≧1 の耐力を有する。

以上より、本設計指針では、引張柱軸力 N を受ける場合、｜N｜は 0.75 ag･σy を超えないことを基本とし、梁主筋定着長さ ℓ_{ag} が Dc の(3/4)倍以上かつ 15db 以上の時には、本設計指針・式(4.4)を満足すればよいとした。

表 1　引張柱軸力下のト形接合部の実験一覧

文献	試験体	コンクリート 圧縮強度 N/mm²	梁主筋 配筋	梁主筋 引張鉄筋比 pt (%)	梁主筋 降伏強度 N/mm²	梁主筋 定着長 ℓag /db	梁主筋 定着長 ℓag /Dc	梁主筋 側面かぶり Co /db	柱主筋 配筋	柱主筋 全主筋比 pg (%)	柱主筋 降伏強度 N/mm²	柱梁接合部 横補強筋 pjw (%)	柱梁接合部 横補強筋 降伏強度 N/mm²	柱軸力比 ηc※	接合部耐力余裕度 gQju /gQmu	接合部耐力余裕度 gQcu /gQmu	実験結果 破壊モード	実験結果 gQmax /gQju	実験結果 gQmax /gQmu	実験結果 R80 /100 rad.	備考
1)	J-4	82.1	5-D13 +2-D13	1.65	415	16.2	0.70	5.0	16-D19	5.10	489	0.40	713	0.13	1.90	3.10	B	0.97	1.85	8.7	
														-0.41			B	0.85	1.62	4.0	
2)	No.1	47.3	4-D22 +2-D16	1.75	447	15.0	0.73	5.5	4-D22 +12-D19	2.47	474	0.46	766	0.30	1.36	2.89	B	1.10	1.49	4.8	
														-0.31			B	1.07	1.23	4.9	
3)	No.1	45.5	6-D22 +2-D19	1.79	506	17.9	0.75	5.3	20-D22	2.81	506	0.22	741	0.23	1.15	1.95	BP	1.16	1.34	4.9	
														-0.24			BP	1.07	1.23	4.9	
	No.2		4-D22 +2-D22	1.41	506	17.9	0.75	5.3	20-D22	2.81	506	0.22	741	0.23	1.46	2.39	BP	0.95	1.39	7.8	
														-0.24			BP	0.89	1.30	8.0	
	No.3	50.7	5-D22	1.13	506	17.9	0.75	5.3	20-D22	2.81	506	0.22	741	0.21	1.81	2.72	B	0.75	1.35	8.0	
														-0.24			B	0.72	1.30	8.0	
	No.4		3-D22	1.20	506	17.9	0.75	4.7	4-D22 +4-D19	1.60	511	0.36	741	0.34	1.82	3.44	B	0.74	1.35	8.0	
														-0.68			B	0.68	1.23	8.0	
4)	HNO13	138	4-D22	0.94	776	15.5	0.76	5.0	16-D22	3.06	776	0.51	986	0.25	1.28	2.71	B	1.04	1.33	7.0	
														-0.75			BA	1.04	1.33	5.0	
5)	OND	63.1	4-D16 +4-D16	2.17	512	20.0	0.75	6.1	28-D16	3.08	512	0.56	1203	0.72	1.47	4.92	B	1.04	1.53	10.0	
														-0.79			B	0.99	1.46	10.0	
	OPUD	65.0												0.70	1.50	4.94	B	1.04	1.55	10.0	
														-0.79			B	0.95	1.43	10.0	
	OPSD	66.6												0.69	1.52	4.96	B	0.98	1.49	10.0	
														-0.79			B	0.93	1.41	10.0	
6)	TC-3	175	8-D19	4.35	784	11.8	0.75	3.9	16-D19	5.10	784	0.52	1463	-0.14	0.70	0.75	P	1.53	1.06	10.0	一定引張軸力
	TV-1													0.63	0.70	1.35	BP	1.83	1.27	3.1	
														-0.74							
	TV-2	176			539									0.63	1.02	1.96	BP	1.20	1.22	3.5	
														-0.74							
	TV-3		6-D19	3.15										0.63	1.38	2.51	BP	0.90	1.25	4.0	変動軸力
														-0.74							
7)	EJN	71	6-D22	1.10	546	16.6	0.77	4.8	12-D22	2.06	546	0.30	1009	0.65	1.32	2.92	BP	0.80	1.05	3.0	
														-0.90			BP	0.80	1.05	3.0	
	EJH										742			0.65			BP	0.78	1.03	3.0	
														-0.90			BP	0.78	1.03	3.0	
8)	HRPC-T5	57.6	4-D19	1.11	514	18.0	0.80	5.7	12-D19	1.91	514	0.26	819	-0.55	1.88	2.47	B	0.83	1.55	5.0	一定引張軸力

(注)1) ※　圧縮軸力の場合：　$\eta_c=N/\sigma_B bD$、　引張軸力の場合：　$\eta_c=N/\sigma_{yag}$、　N：　載荷柱軸力

σ_B：コンクリートの圧縮強度、b,D：柱の幅およびせい、 σ_y, ag：柱主筋の降伏点および全断面積

2) 一定引張軸力の場合、実験値は正載荷の値を採用した。

3) 【破壊形式】 B：梁曲げ破壊型、BP,BA：梁曲げ降伏後の接合部せん断破壊型および梁主筋定着破壊型

4) 文献※7の試験体の柱主筋鋼種： EJNではSD490、EJHではSD685

参考文献

1) 多田利正、吉岡研三、高見信嗣：70MPa 高強度コンクリートを用いた高層 RC 建物の柱・梁接合部に関する実験、日本建築学会大会梗概集、構造Ⅳ、pp. 671-672, 1996. 9

2) 林和也、寺岡勝、田中清、宮岡知之、佐々木康人：変動軸力下での鉄筋コンクリート造柱・梁接合部の力学性状に関する実験的研究、日本建築学会大会梗概集、構造Ⅳ、pp. 385-386, 1997. 9

3) 今枝武晴、林和也、入澤郁雄、田中清、荒井信行：鉄筋コンクリート造外部柱・梁接合部における梁主筋プレート定着に関する実験的研究(その 1)、(その 2)、日本建築学会大会梗概集、構造Ⅳ、pp. 541-544, 1998. 9

4) 鳥居次夫, 林和也ほか 4 名：超高強度材料を用いた鉄筋コンクリート造柱・梁接合部部分架構に関する実験的研究, その 1～その 2, 日本建築学会大会梗概集 C-2, 構造Ⅳ, pp. 513-516, 2003. 9

5) 丸田誠、鏡治彦：超高層 RC を対象としたプレキャスト骨組の実験的研究、JCI 年次論文報告集、Vol. 23, No. 3, pp. 739-744, 2001. 6

6) 真田暁子, 丸田誠：超高強度材料を用いた外柱梁接合部に関する実験的研究, JCI 年次論文集, Vol. 26, No. 2, pp. 463-468, 2004

7) 木村秀樹、高津比呂人、ウサレム ハッサン、石川祐次：変動軸力を受けるト型柱梁接合部に関する実験、JCI 年次論文集, Vol. 29, No. 3, pp. 229-234, 2008

8) 山内茂一、石川勝美、千葉脩、和泉信之、柳下和男、渡辺秀仁、菊田繁美：プレキャストコンクリート鉄筋コンクリート造の柱梁部分架構に関する実験研究(その 5)、(その 6)、日本建築学会大会梗概集、構造Ⅳ、pp. 827-830, 1996. 9

(付録 3)　壁式ラーメン壁柱・梁接合部の設計

(1) 梁主筋の定着設計

壁柱への梁主筋の定着部は、本設計指針 8.1 節または 8.3 節を準用して設計する。ただし、中壁柱への梁主筋定着長さℓ_{ag}は、中壁柱のせいの(1/2)の(3/4)倍以上を基本とする。

(2) 壁柱・梁接合部のせん断終局耐力の算定

壁柱・梁接合部は、本設計指針 4.1 節～4.3 節を準用してせん断設計を行うことを基本とし、壁柱・梁接合部のせん断終局耐力 Vpuh は、下記の接合部有効せい Djh を用い、本設計指針式(6.1)で算定する。

(外壁柱の場合)　　$D_{jh} = \ell_{ag}$

(中壁柱の場合)上端筋・下端筋とも機械式定着の場合：　　$D_{jh} = \ell_{ag} \times 2$

上端筋が通し配筋、下端筋が機械式定着の場合：　D_{jh} = 壁柱せい/2 + ℓ_{ag}

ただし、壁柱・梁接合部に設備用小開口を設ける場合、下記の接合部有効せい Djh を用いる。

(外壁柱の場合)　　$D_{jh} = \ell_{ag} - \phi_o$

(中壁柱の場合)上端筋・下端筋とも機械式定着の場合：　　$D_{jh} = \ell_{ag} \times 2 - \Sigma\ \phi_o$

上端筋が通し配筋、下端筋が機械式定着の場合：　D_{jh} = 壁柱せい/2+$\ell_{ag} - \Sigma\ \phi_o$

ここに、ℓ_{ag}：梁主筋定着長さ、ϕ_o：開口直径

(3) 構造規定

壁柱・梁接合部および同接合部内の設備用小開口部の配筋要領は、壁式ラーメン設計指針に準拠する。設備用小開口部の配筋要領に関する構造規定は、表 1、図 1 による。

表 1　壁柱・梁接合部の設備用小開口部に関する構造規定

	中壁柱	外壁柱
開口直径	梁せいの1/4以下かつ壁柱せいの1/8以下	壁柱せいの1/5以下
開口数	2個以下（開口中心間距離：開口直径の3倍以上）	1個
開口位置	(垂直方向)梁上面と開口中心との距離は、梁せいDの1/3～1/2倍とする。	
	(水平方向)壁柱面と開口外周面との距離は、400㎜以上とする。	
コーン状破壊面内の開口	コーン状破壊面の内側には、原則として開口を設けない。やむを得ず設ける場合、開口直径は150㎜以下、梁せいの1/4以下かつ壁柱せいの1/8以下とし、定着板外面と開口外周面との距離は開口直径の2倍以上とする。	

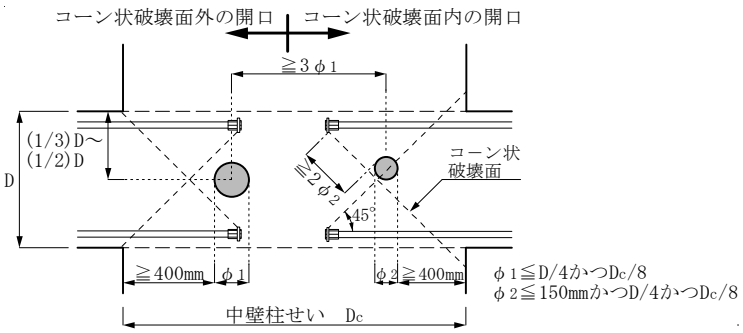


図 1　中壁柱・梁接合部内の設備用小開口部に関する構造規定

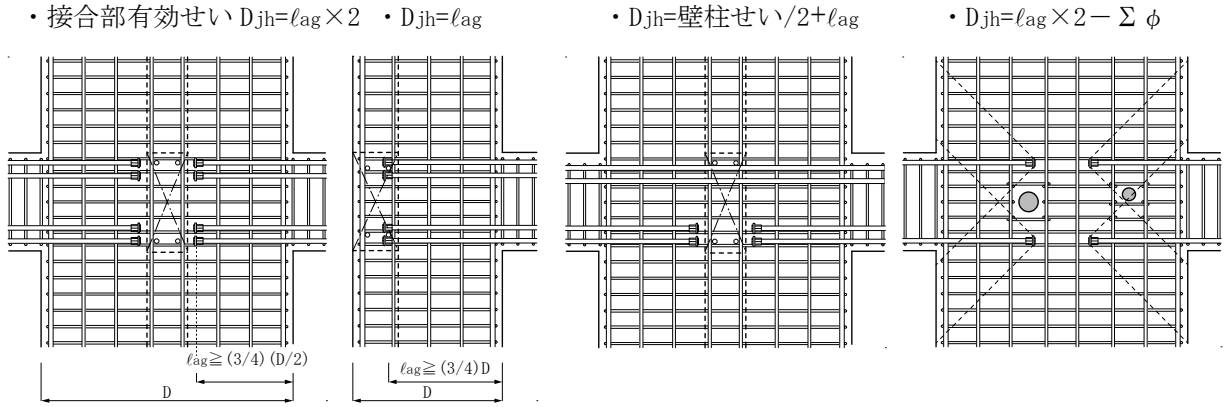
【解説】

(1) 基本事項

本設計指針では、国土交通省国土技術政策総合研究所ほか編集の「壁式ラーメン鉄筋コンクリート造設計施工指針(平成 15 年版)」に準拠し、壁式ラーメン壁柱・梁接合部に関する実験※1,※2で得られた知見を基に、中壁柱せいの(1/2)の範囲を 1 本の仮想柱とみなし、中壁柱・梁接合部に接続する左右梁主筋を仮想柱に定着させてもよいとした。また、中壁柱・梁接合部の有効せい Djh は、開口を設けない場合、左右梁主筋の定着長さℓ_{ag}の和に等しいとし、設備用小開口を設ける場合、上記の値から開口直径ϕ_oを減じた値とした。

なお、壁式ラーメン設計指針では、壁柱断面の扁平率(壁柱せい/壁柱幅)は 2 以上 5 以下（2 階以上は 2 以上 8 以下）としている。

(2) 標準配筋詳細図



(a)中壁柱・梁接合部 (b)外壁柱・梁接合部 (c)中壁柱・梁接合部（上端通し筋） (d)外壁柱・梁接合部（小開口付き）

解図 1 壁式ラーメン構造の壁柱・梁接合部の標準配筋詳細図

「壁式ラーメン壁柱・梁接合関連の参考文献」

※1 和泉信之、松崎育弘、野口博、高澤利親、根本大治：梁主筋の定着形式が異なる RC 壁柱・梁接合部のせん断強度に関する研究、その 1～その 4、日本建築学会大会梗概集、構造Ⅱ、pp.243-248, 1992.8

※2 松崎育弘、中野克彦、辰濃達、岩淵貴之、高澤利親、和泉信之：高層壁式ラーメン鉄筋コンクリート造内柱・梁部分架構に関する実験研究、その 1、その 2、日本建築学会大会梗概集、構造Ⅱ、pp.275-278, 1992.8

（付録 4）機械式定着と折曲げ定着の比較検討

1. はじめに

本資料では、文献 4)を基に、機械式定着と折曲げ定着について、ト形部分架構の終局耐力、変形性能ならびに RC 計算規準 17 条 [5)]の必要定着長さを比較検討した。検討の結果、本設計指針の構造規定を満足する機械式定着によるト形接合部は、折曲げ定着の場合と同等の構造性能を有することを示した。

2. ト形部分架構の終局耐力と変形性能

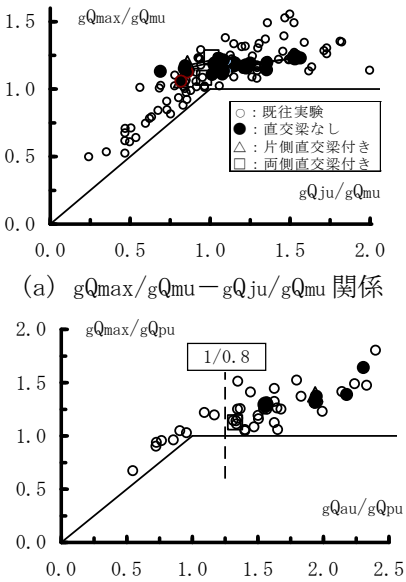
2.1 終局耐力

本検討では、機械式定着、折曲げ定着ともに、接合部終局耐力時梁せん断力$_gQ_{ju}$を式(1)で定義する。機械式定着および折曲げ定着ともに、同式中の接合部せん断終局耐力時梁せん断力$_gQ_{pu}$および梁主筋掻き出し定着耐力時梁せん断力$_gQ_{cu}$は、それぞれ靭性保証型指針式[1)]で求め、梁主筋側面剥離定着耐力時梁せん断力$_gQ_{au}$は、機械式定着では益尾・窪田式[2)]、折曲げ定着では靭性保証型指針式で求める。

$$\left.\begin{array}{ll} \ell_{ag} \geqq (2/3)D_c\text{の時、} & {}_gQ_{ju} = \min({}_gQ_{pu},\ {}_gQ_{au}) \\ \ell_{ag} < (2/3)D_c\text{の時、} & {}_gQ_{ju} = \min({}_gQ_{pu},\ {}_gQ_{au},\ {}_gQ_{cu}) \end{array}\right\} \quad (1)$$

ここに、$_gQ_{pu}$, $_gQ_{au}$, $_gQ_{cu}$：接合部せん断終局耐力時、主筋側面剥離定着耐力時および梁主筋掻き出し定着耐力時の梁せん断力

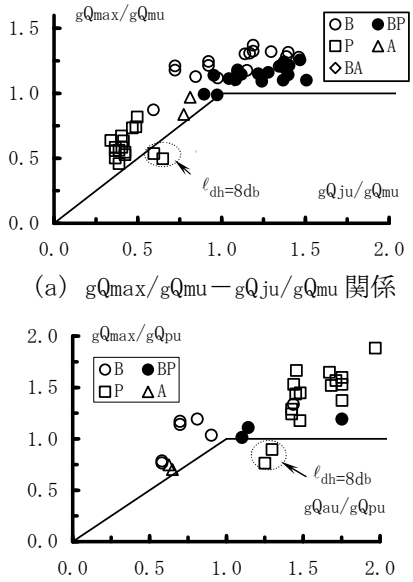
図1、図2に、機械式定着と折曲げ定着による$_gQ_{max}/_gQ_{mu}-_gQ_{ju}/_gQ_{mu}$関係と$_gQ_{ju}/_gQ_{mu}<1$の$_gQ_{max}/_gQ_{pu}-_gQ_{au}/_gQ_{pu}$関係を示す。$_gQ_{max}$は最大耐力実験値、$_gQ_{mu}$は梁曲げ終局耐力時せん断力である。同図には、機械式定着は文献3)、折曲げ定着は文献4)と同じ検討対象試験体の実験値を示した。図2では、原論文による破壊状況を基に判別した破壊形式(B：梁曲げ破壊型、BP：梁曲げ降伏後の接合部せん断破壊型、P：接合部せん断破壊型、A：梁主筋定着破壊型)ごとに実験値を示した。



(a) $_gQ_{max}/_gQ_{mu}-_gQ_{ju}/_gQ_{mu}$ 関係

(b) $_gQ_{max}/_gQ_{pu}-_gQ_{au}/_gQ_{pu}$ 関係

図 1　機械式定着



(a) $_gQ_{max}/_gQ_{mu}-_gQ_{ju}/_gQ_{mu}$ 関係

(b) $_gQ_{max}/_gQ_{pu}-_gQ_{au}/_gQ_{pu}$ 関係

図 2　折曲げ定着

同図によると、機械式定着、折曲げ定着ともに、gQmaxは、梁曲げ破壊型試験体(gQju/gQmu≧1)では、すべてgQmuを上回り、接合部破壊型試験体(gQju/gQmu＜1)では、折曲げ定着のℓdh=8dbの2体を除き、すべてgQpuを上回った。ℓdhは梁主筋の投影定着長さ、dbは梁主筋直径を示す。

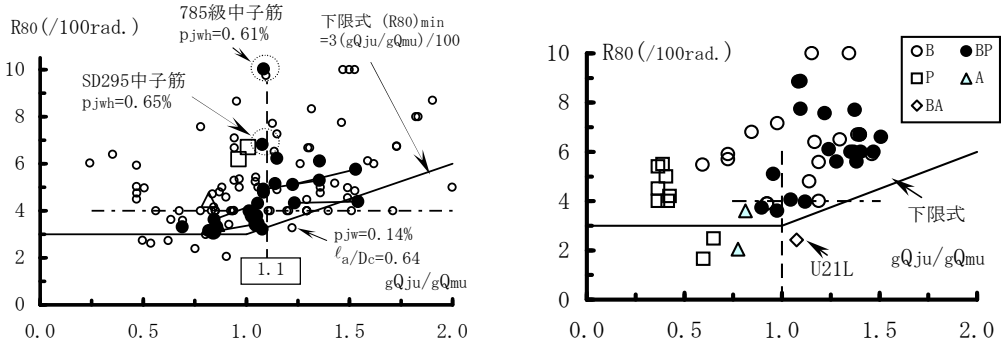
すなわち、機械式定着、折曲げ定着ともに、梁主筋定着長さが短いℓdh=8dbの場合を除き、式(1)の接合部終局耐力時梁せん断力gQjuは、破壊形式に係わらず、最大耐力実験値に対して安全側に評価される。

2.2 変形性能

2.1 節の終局耐力と同じ検討対象試験体について、機械式定着と折曲げ定着の R80－gQju/gQmu 関係を図 3 に示す。R80 は、耐力が最大耐力の 80%に低下した時の層間変形角実験値であり、同図中には、文献 2)による機械式定着の R80 下限式をそれぞれ併示した。

これによると、機械式定着の R80 は、gQju/gQmu≧1 の場合、概ね、下限式による計算値よりも大きい。また、折曲げ定着の R80 は、gQju/gQmu≧1 の場合、梁主筋側面剥離定着の応力条件が厳しい試験体(U21L)を除き、機械式定着の下限式による計算値よりも大きい。

これらの差異は、R80 時に、機械式定着では、接合部せん断ひび割れ幅が明瞭に進展するのに対し、折曲げ定着では、接合部せん断ひび割れが分散され、せん断ひび割れ幅が拡大しないためであると考えられる。



(a) 機械式定着　　(b) 折曲げ定着

図 3　R80－gQju/gQmu 関係

3. RC 計算規準 17 条による必要定着長さ

RC計算規準17条[5]によると、引張鉄筋の必要定着長さℓabは式(2)で求められる。

$$\ell ab = \alpha \cdot S \cdot \sigma t \cdot db/(10fb) \qquad (2)$$

fb：付着割裂の基準となる短期強度で、Fc/40+0.9(N/mm²)とする。

Fc：コンクリートの圧縮強度

σt：仕口面の鉄筋応力度で、当該鉄筋の短期許容応力度を用いることを原則とする。

α：横補強筋で拘束されたコア内に定着する場合は1.0、そうでない場合は1.25とする。

S：必要定着長さの修正係数

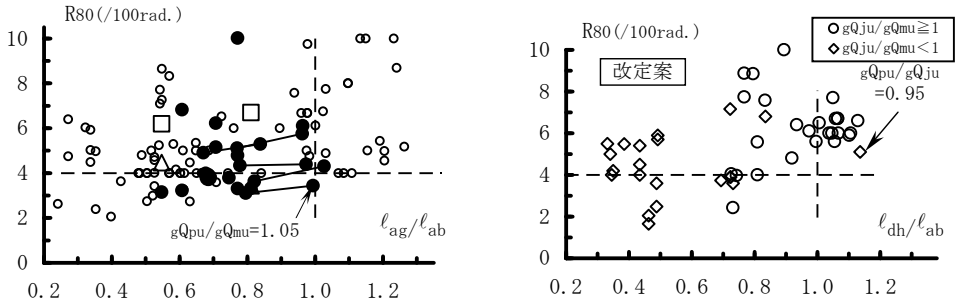
2章の機械式定着と折曲げ定着の検討対象ト形接合部試験体の梁主筋定着部については、α=1、S=0.7とし、梁主筋の必要定着長さℓabを求め、R80－ℓag/ℓab(ℓdh/ℓab)関係を図4に示した。

ℓagは機械式定着による定着長さ、ℓdhは折曲げ定着による投影定着長さであり、ℓabは材料試験

結果によるコンクリートの圧縮強度および鉄筋の降伏強度を用いて算定した。

同図によると、機械式定着では、接合部せん断余裕度が低い試験体(gQpu/gQmu=1.05)を除き、ℓag/ℓab≧1 の場合、R80≧1/25 となり、折曲げ定着では、ℓdh/ℓab≧1 の場合、いずれの試験体も R80≧1/25 となる。また、ℓdh/ℓab とℓag/ℓab が同じ時には、機械式定着の R80 は、折曲げ定着の R80 よりも小さくなる傾向がある。これは、2.2 節で前述した接合部せん断ひび割れ幅の進展度合いの違いに起因すると考えられる。

以上より、機械式定着の場合、梁曲げ降伏後の変形性能確保のためには、接合部横補強筋の配置が重要であると考えられるので、本設計指針 7.1 節では、式(7.1)の接合部横補強筋比 pjwho を規定した。



(a) 機械式定着　　(b) 折曲げ定着

図 4 R80－ℓag/ℓab(ℓdh/ℓab)関係

4. まとめ

本検討の結果、機械式定着によるト形、T 形、L 形接合部は、本設計指針 10 章(2)の構造規定を満足する場合、折曲げ定着と同様、技術基準解説書に従って設計してもよいとした。

参考文献

1) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建築物の靭性保証型耐震設計指針・同解説、8 章 柱梁接合部の設計、pp. 241-277, 1999
2) 益尾潔、窪田敏行：機械式定着工法による RC 造ト形接合部の終局耐力に関する設計条件、日本建築学会構造系論文集、第 590 号、pp. 87-94, 2005.4
3) 益尾潔、足立将人：機械式定着による RC 造ト形柱梁接合部の構造性能、日本建築学会構造系論文集、第 627 号, pp. 819-826, 2008.5
4) 益尾潔：折曲げ定着による RC 造ト形接合部の終局耐力に関する設計条件、日本建築学会大会梗概集、構造Ⅳ、pp. 335-336, 2008.9
5) 日本建築学会：鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説、2010

（付録 5）上階柱絞りト形接合部実験

■ 本実験では、機械式定着工法による定着部拘束筋を用いた上階柱絞りト形接合部の終局耐力と変形性能を確認する。

1. 実験計画

1.1 試験体

試験体は、図 1.1～図 1.6 に示すように、表 1.1 の上階柱絞りト形接合部試験体 4 体であり、試験体 OE-W2, IE-W2 の定着部拘束筋への引張力伝達係数γHco を表 1.2 に示す。各試験体ともに、コンクリートの目標圧縮強度 Fc 36N/mm^2、梁主筋鋼種 SD490、柱主筋鋼種 SD390、梁せい Dg=450mm、下階柱せい Dc1=450mm、上階柱せい Dc2=375mm、上階柱の絞り寸法 e=梁せい Dg/6=75mm としている。

上階柱主筋の定着長さℓac は、RC 配筋指針 9.3 節(2)と同様、梁下面から 15db とすることで、L=Dg+15db=450+15×19=735mm かつ上階柱せい Dc2≧上階柱最小せい Lao とし、梁上端筋を機械式直線定着としている。Dg は梁せい、Lao=梁上端筋必要定着長さℓgo＋最小背面かぶり厚さ Cb とし、ℓgo は SABTEC 指針 8.1 節(1)の式(8.1)の必要定着長さ、Cb は 8.1 節(3)の背面かぶり厚さを示す。

本実験では、表 1.1 の接合部余裕度と表 1.2 の定着部拘束筋への引張力伝達係数γHc を踏まえ、図 1.4 に示すように、ℓgo=14db=14×22=308mm、Cb=67mm、Lao=308+67＝375mm、梁上端筋定着長さℓag2=308mm、梁下端筋定着長さℓag1=375mm としている。表 1.1 中の接合部余裕度は、表 1.3 の材料の強度試験結果を用いて算定している。

表 1.1　上階柱絞りト形接合部の実験計画

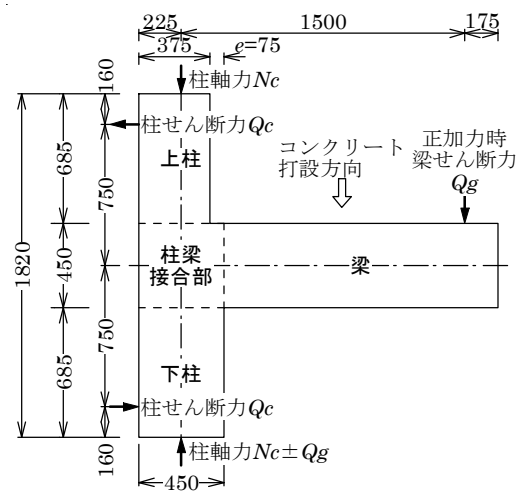
試験体	柱軸力 Nc kN	梁								柱			接合部		接合部余裕度			
		主筋(鋼種) pt	上端筋定着長さ ℓag2 mm	ℓag2/Dc上	ℓag2/db	側面かぶり Cs mm	Cs/db	背面かぶり Cb mm	Cb/db	上柱 Dc上 mm	下柱 Dc下 mm	主筋(鋼種) pg	横補強筋(SD295) pjwh	定着部拘束筋(SD295)	gQju/gQmu	gQpu/gQmu	gQau/gQmu	gQcu/gQmu
OE-W1	350	5-D22 1.37% SD490	308	0.82	12.3	95	3.8	67	3.0	375	450	12-D19 (2.04%) 1.70% SD390	2-D10 -3組 0.26%	なし	1.13	1.13	1.47	1.37
OE-W2	350													2-D10-2組	1.24	1.24	1.58	1.59
IE-W1	350													なし	1.13	1.13	1.47	1.37
IE-W2	350													2-D10-2組	1.24	1.24	1.58	1.59

(共通)スパン長：3000/2mm、階高：1500mm、梁断面(Bg×Dg)：350×450mm、柱幅(Bc)：450mm
Fc：目標圧縮強度(36N/mm^2)、上階柱主筋定着長さL=Dg+15db=450+15*19=735mm
(下階柱主筋定着長さℓac)OE-W1,W2：366mm、IE-W1,W2：400mm、梁横補強筋：2-K10@75, pw=0.54%(KH685)
柱横補強筋：2-K10@75,pw=0.42%(KH685)、柱主筋中心のかぶり厚さ：45mm(2.0db)、db：鉄筋呼び名の値

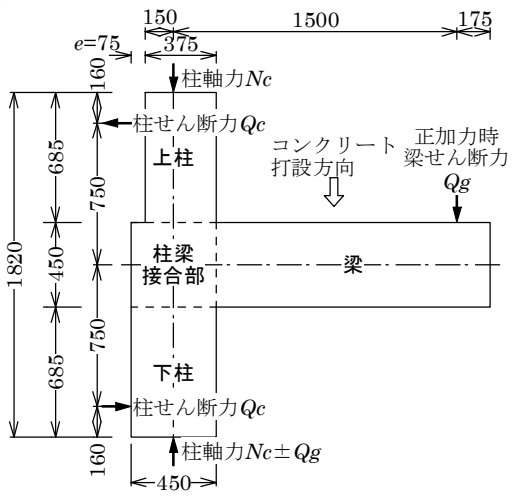
表 1.2 試験体 OE-W2, IE-W2 の定着部拘束筋への引張力伝達係数γHco

試験体	引張側柱主筋					定着部拘束筋				γHco
	配筋	act (mm^2)	σcy (N/mm^2)	cQcu/cQgu	Tcy (kN)	配筋	AH (mm^2)	σHy (N/mm^2)	THy (kN)	
OE-W2, IE-W2(1)	4-D19	1148	449	2.20	234	2-D10 -2組	284	338	96	0.41
OE-W2, IE-W2(2)				1.00	515					0.19

γHco=THy/Tcy, Tcy=act・σcy/(cQcu/cQgu)：梁降伏時の引張側柱主筋の全引張力



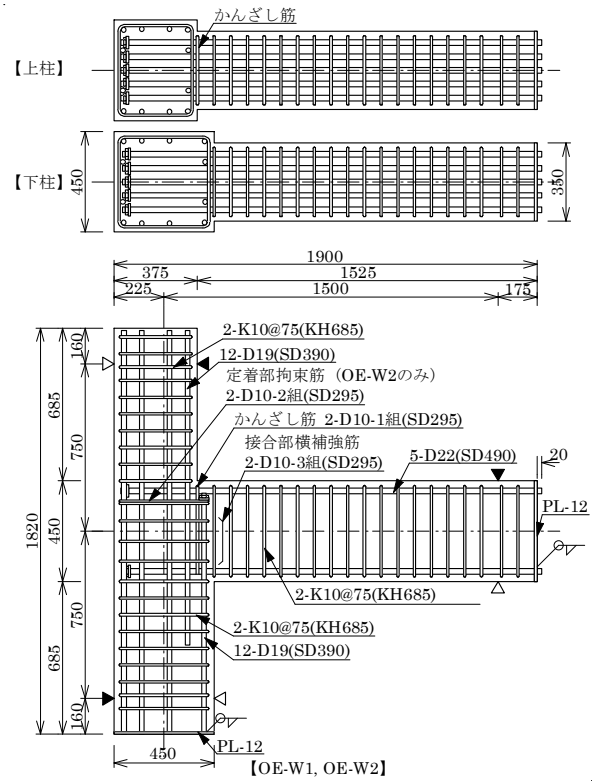
(a) 試験体 OE-W1, OE-W2



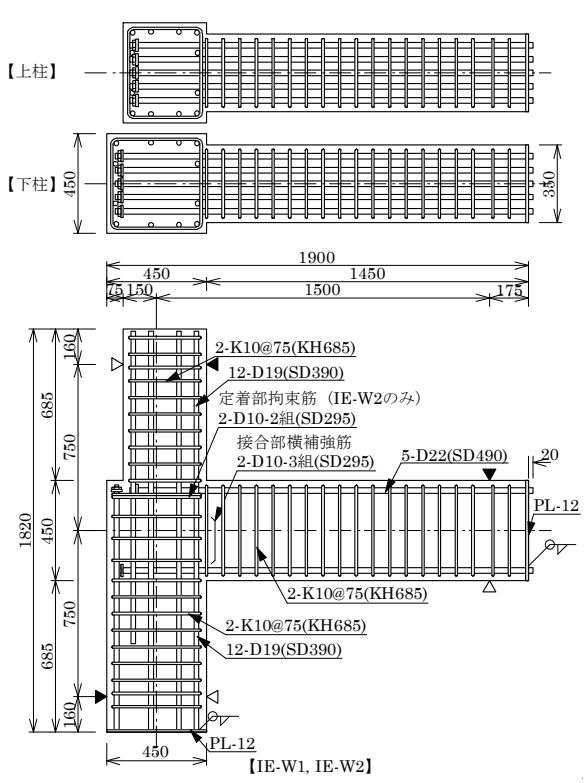
(b) 試験体 IE-W1, IE-W2

図 1.1　試験体形状、寸法　　(寸法単位：mm)

(注) 外面合せ、内面合せ試験体の OE-W2、IE-W2 の柱梁接合部には、定着部拘束筋を配置している。

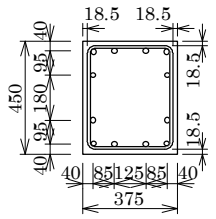
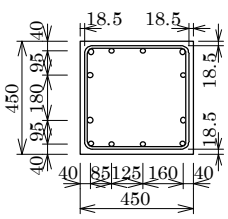
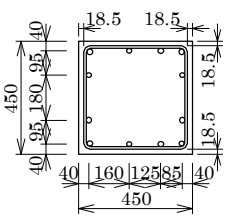
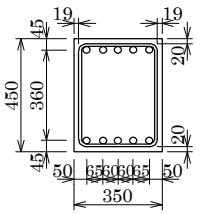


(外面合せ試験体)



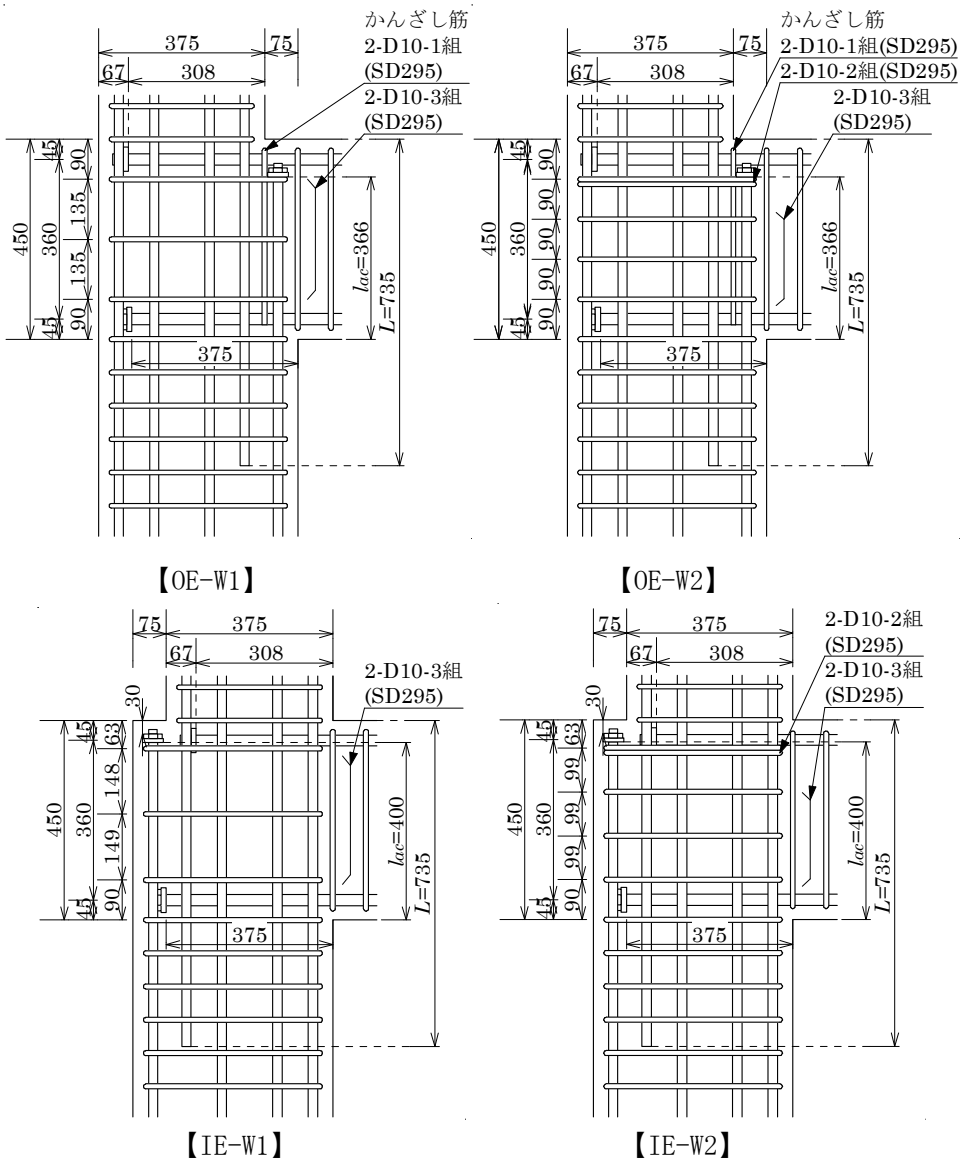
(内面合せ試験体)

図 1.2　試験体配筋図

柱断面形状			梁断面形状
上柱(両試験体共通)	下柱(OE試験体)	下柱(IE試験体)	両試験体共通
			
主　　筋:12-D19(SD390) 横補強筋:2-K10@75(KH685)			主　　筋:5-D22(SD490) 横補強筋:2-K10@75(KH685)

(寸法単位:mm)

図 1.3　柱、梁断面リスト



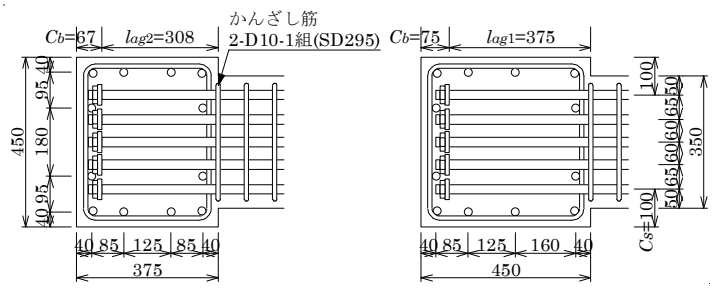
(注) 1) 梁横補強筋 2-K10@75

2) 上階柱横補強筋、下階柱横補強筋ともに、2-K10@75

3) OE-W1,W2, IE-W1,W2：接合部横補強筋： 2-D10-3 組 (SD295)

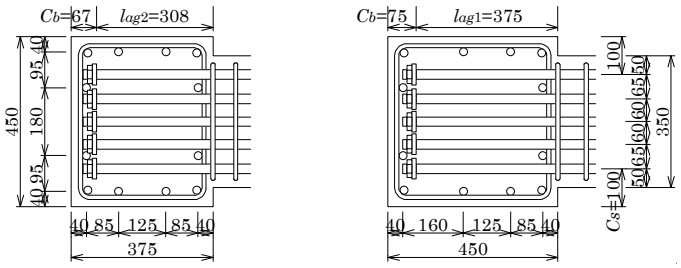
4) OE-W2, IE-W2：定着部拘束筋： 2-D10-2 組 (SD295)

図 1.4　上階柱絞り ト形接合部配筋詳細



（上柱・梁上端筋定着部）　　（下柱・梁下端筋定着部）

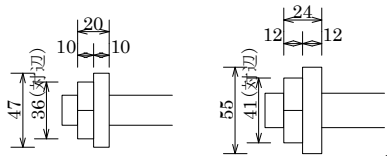
【OE-W1, W2】



（上柱・梁上端筋定着部）　　（下柱・梁下端筋定着部）

【IE-W1, W2】

図 1.5　上階柱絞り ト形接合部柱断面詳細



D19 用　　D22 用

図 1.6　定着金物詳細

1.2 使用材料

材料強度試験結果を表 1.4 に示す。

表 1.4　材料強度試験結果

(a) コンクリート

Fc (N/mm^2)	試験体	σB (N/mm^2)	εco (×10^{-3})	Ec (kN/mm^2)	σt (N/mm^2)
36	OE-W1	36.8	2.13	32.0	3.11
	OE-W2	36.6	2.09	32.6	2.65
	IE-W1	38.4	2.15	30.7	2.79
	IE-W2	40.7	2.10	33.2	2.91
	全平均	38.1	2.12	32.1	2.87

Fc：目標圧縮強度、σB：実圧縮強度

εco：σB時ひずみ、Ec：ヤング係数、σt：割裂強度

(b) 鉄筋

使用部位	鋼種	呼び名	σy (N/mm^2)	σu (N/mm^2)	伸び (%)
梁主筋	SD490	D22	532	756	16
柱主筋	SD390	D19	449	654	19
梁、柱 横補強筋	KH685	K10	719	891	17
接合部横補強筋 定着部拘束筋	SD295	D10	338	479	31
かんざし筋	SD295	D10	351	492	30

σy：降伏点，σu：引張強さ

1.3 実験方法

本実験では、図 1.7 に示すように、油圧ジャッキを用いて軸力載荷側に加えた柱軸力 Nc を一定に保持した状態で、柱の反曲点位置をピン・ローラー支持し、押し引き型油圧ジャッキを用いて梁の反曲点位置に正負繰り返しせん断力を加力する。

載荷履歴は、目標層間変形角 R=(5, 10, 20, 30, 40)×10^{-3}rad. での 2 サイクルずつの正負繰返し載荷およびその後の正加力方向への単調載荷とした。測定項目を以下に示す。

変形量の測定項目: 層間変形角、柱、梁、接合部の変形量

ひずみの測定部位: 柱、梁主筋、梁、柱横補強筋、接合部横補強筋

使用ロードセルの一覧

	型式	容量	定格出力	非直線性	ヒステリシス	使用台数
軸　力	TCLY-1MNA	1MN	4000×10^{-6}	0.2%RO	0.2%RO	1
水 平 力	TCLY-500KNA	500kN	4000×10^{-6}	0.2%RO	0.2%RO	1

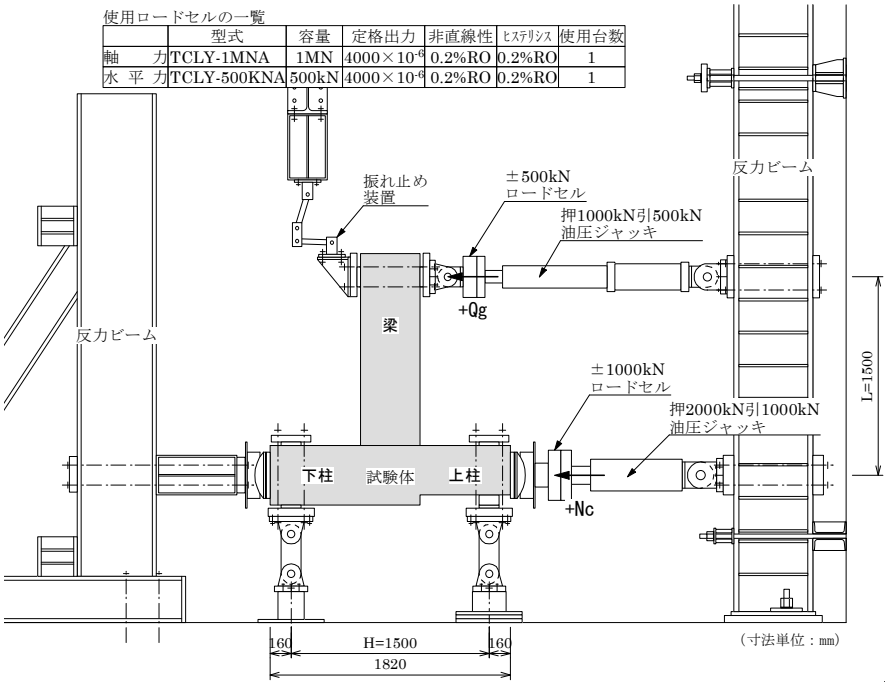


図 1.7　実験装置

2. 実験結果および考察

2.1 荷重-変形関係および破壊性状

各試験体の Q_g－R 関係を図 2.1、試験体 OE-W1,W2 と IE-W1,W2 の正負加力時 $Q_g/{}_gQ_{mu}$－R 関係包絡線を図 2.2、各試験体の所定時部材角(R=+10,30×10^{-3}rad)時のひび割れ状況を写真 1 に示す。

Q_g は梁せん断力、R は層間変形角、$Q_g/{}_gQ_{mu}$ は基準化梁せん断力であり、図 2.1 中には、最大耐力 Q_{max}、限界層間変形角 R_{80} および主な発生現象を示し、図 2.2 中には、各試験体の接合部耐力余裕度 $\lambda_p={}_gQ_{ju}/{}_gQ_{mu}$ を併記した。${}_gQ_{ju}$ は接合部終局耐力時梁せん断力、${}_gQ_{mu}$ は梁曲げ耐力時せん断力であり、R_{80} は、耐力が Q_{max} の 80%低下時の限界層間変形角実験値である。写真 1 中には、正加力所定時に測定した最大ひび割れ幅を併記した。

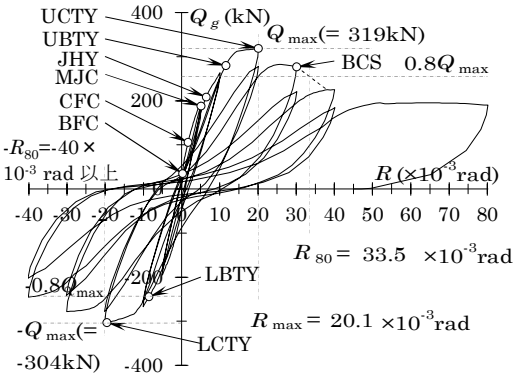
図 2.1 に示すように、各試験体ともに、R=+0.24～+4.5×10^{-3}rad 時に梁端仕口面に梁曲げひび割れ(BFC)および上柱端仕口面に柱曲げひび割れ(CFC)が発生し、定着金物近傍から派生した接合部せん断ひび割れ(MJC)が R=+4.5～+5.1×10^{-3}rad 時に発生した。

正加力時には、R=+4.8～+7.5×10^{-3}rad 時に接合部横補強筋の引張降伏(JHY)後、梁上端筋の引張降伏(UBTY)および OE-W2 以外の上柱主筋の引張降伏(UCTY)が発生し、R=15～20×10^{-3}rad 時に最大耐力 Q_{max} に達した。また、写真 1 に示すように、R=+10×10^{-3}rad 時、R=+30×10^{-3}rad 時ともに、定着部拘束筋あり試験体 OE-W2、IE-W2 の接合部せん断ひび割れ幅 w_p は、定着部拘束筋なし試験体 OE-W1、IE-W1 よりも小さい。

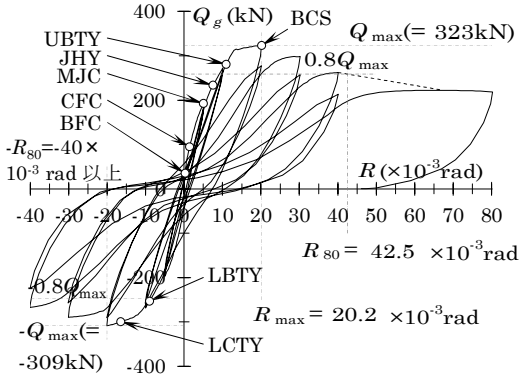
図 2.2 に示すように、正負加力時平均耐力安全率 $Q_{max}/{}_gQ_{mu}$ は、試験体 OE-W1,W2 では 1.07, 1.09、試験体 IE-W1,W2 では 1.10, 1.13 であり、正負加力時平均限界層間変形角 R_{80} は、試験体 OE-W1,W2 では 36.8, 41.3×10^{-3}rad、試験体 IE-W1,W2 では 33.0, 36.5×10^{-3}rad であった。

これらより、試験体 OE-W1,W2 および IE-W1,W2 ともに、破壊形式は梁曲げ降伏後の接合部せん断破壊型とした。

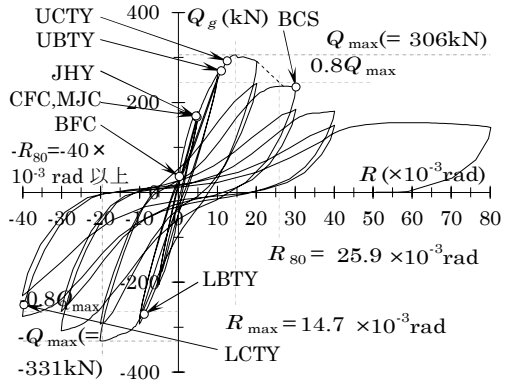
BFC：梁曲げひび割れ、　CFC：柱曲げひび割れ、　MJC：接合部せん断ひび割れ
BCS：梁材端部ｺﾝｸﾘｰﾄの圧壊、JHY：接合部横補強筋の引張降伏、UBTY：梁上端筋の引張降伏
LBTY：梁下端筋の引張降伏、UCTY：上柱主筋の引張降伏、LCTY：下柱主筋の引張降伏



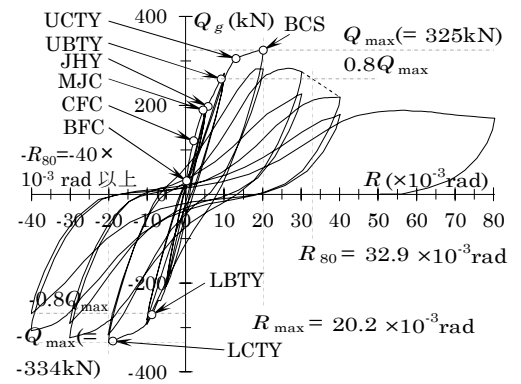
(試験体 OE-W1)



(試験体 OE-W2)

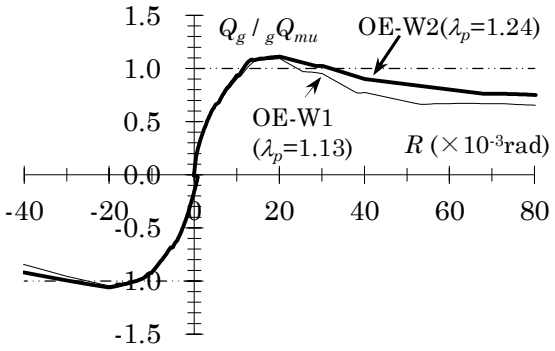


(試験体 IE-W1)

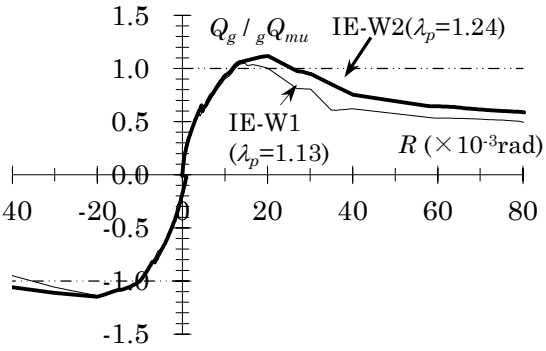


(試験体 IE-W2)

図 2.1　Qg－R 関係



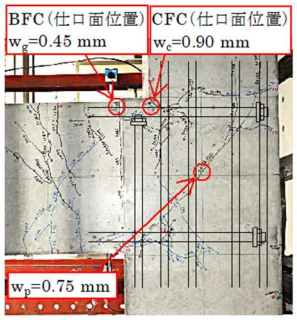
(試験体 OE-W1,W2)



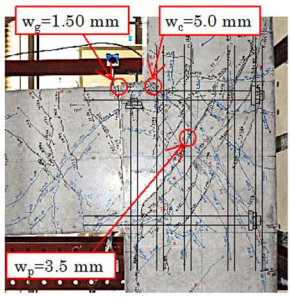
(試験体 IE-W1,W2)

図 2.2　正負加力時 Qg/gQmu－R 関係包絡線

CFC：柱曲げひび割れ発生位置、BFC：梁曲げひび割れ発生位置
w_g：梁端部最大曲げひび割れ幅、w_p：接合部最大せん断ひび割れ幅、w_c：柱端部最大曲げひび割れ幅

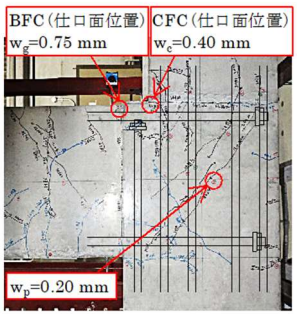


（R=+10×10^{-3}rad 時）

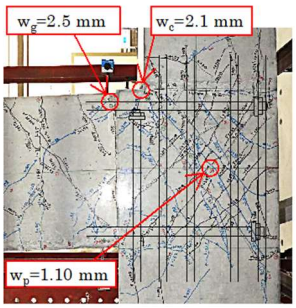


（R=+30×10^{-3}rad 時）

（試験体 OE-W1）

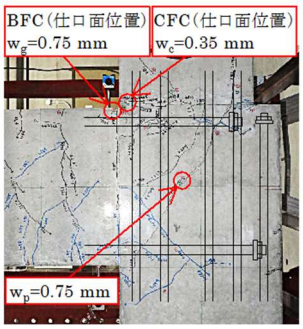


（R=+10×10^{-3}rad 時）

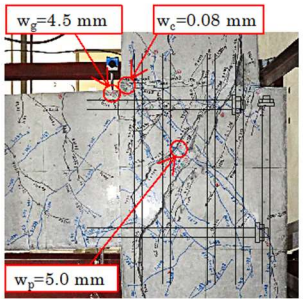


（R=+30×10^{-3}rad 時）

（試験体 OE-W2）

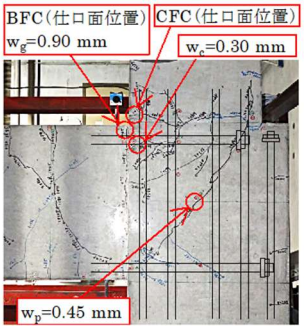


（R=+10×10^{-3}rad 時）

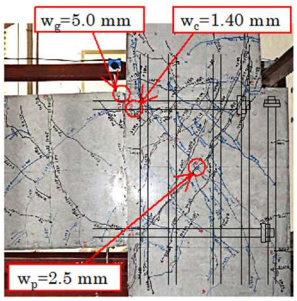


（R=+30×10^{-3}rad 時）

（試験体 IE-W1）



（R=+10×10^{-3}rad 時）



（R=+30×10^{-3}rad 時）

（試験体 IE-W2）

写真 1　各試験体の接合部ひび割れ発生状況

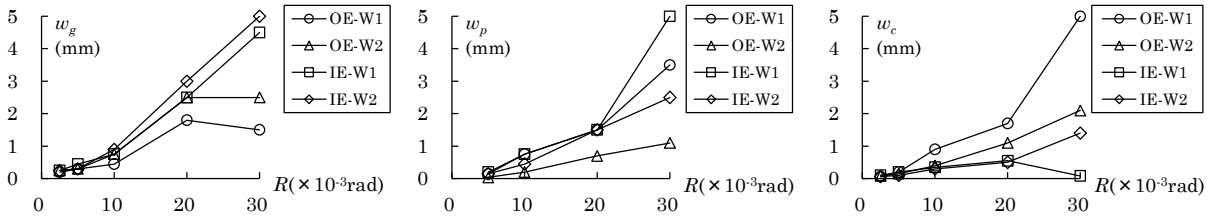
2.2 最大ひび割れ幅の推移

正加力所定時の最大ひび割れ幅 wg, wp, wc の推移を図 2.3、負加力所定時の最大ひび割れ幅の推移を図 2.4 に示す。wg は梁端仕口面近傍の曲げひび割れ幅、wp は接合部中央近傍のせん断ひび割れ幅、wc は柱端仕口面近傍の曲げひび割れ幅である。

図 2.3(a)(c)、図 2.4(a)(c)に示すように、OE-W1 の正加力時を除き、各試験体の正負加力時ともに梁端部曲げひび割れ幅 wg は、柱端部曲げひび割れ幅 wc よりも大きい値で推移した。

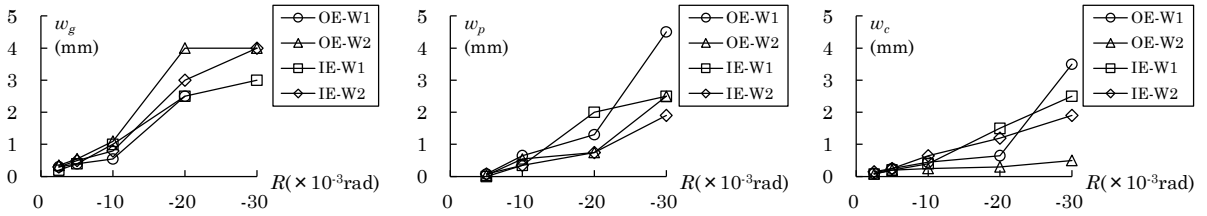
図 2.3(b)、図 2.4(b)に示すように、正加力時には、定着部拘束筋ありの OE-W2 の接合部せん断ひび割れ幅 wp は定着部拘束筋なしの OE-W1 よりも小さい。

図 2.3(c)、図 2.4(c)に示すように、OE-W1,W2 では、正加力時の柱端部曲げひび割れ幅 wc は、負加力時の場合よりも大きい値で推移し、IE-W1,W2 では、正加力時の柱端部曲げひび割れ幅 wc は、負加力時の場合よりも小さい値で推移した。



(a) 梁端部曲げひび割れ幅 wg　(b) 接合部せん断ひび割れ幅 wp　(c) 柱端部曲げひび割れ幅 wc

図 2.3　正加力時の最大ひび割れ幅の推移



(a) 梁端部曲げひび割れ幅 wg　(b) 接合部せん断ひび割れ幅 wp　(c) 柱端部曲げひび割れ幅 wc

図 2.4　負加力時の最大ひび割れ幅の推移

2.3　柱および接合部横補強筋ひずみの推移

正加力所定時の柱および接合部横補強筋ひずみ εHi － R 関係を図 2.5、平均ひずみ $\varepsilon\bar{H}$ － R 関係を図 2.6 に示す。同図中には、降伏ひずみ εy を併記した。

図 2.5 に示すように、各試験体とも、引張側梁主筋定着部に近い側の SD2295 接合部横補強筋 3 箇所のひずみ εH2～εH4 が KH685 横補強筋ひずみよりも明らかに大きい。

図 2.6 に示すように、R=5×10^{-3}rad 時から、IE-W1,W2 の平均ひずみ $\varepsilon\bar{H}$は OE-W1,W2 よりも大きく、R=10×10^{-3}rad 時には、OE-W1,W2 の $\varepsilon\bar{H}$は、降伏ひずみ εy 程度であり、IE-W1,W2 の $\varepsilon\bar{H}$は、降伏ひずみ εy を上回り、急増した。

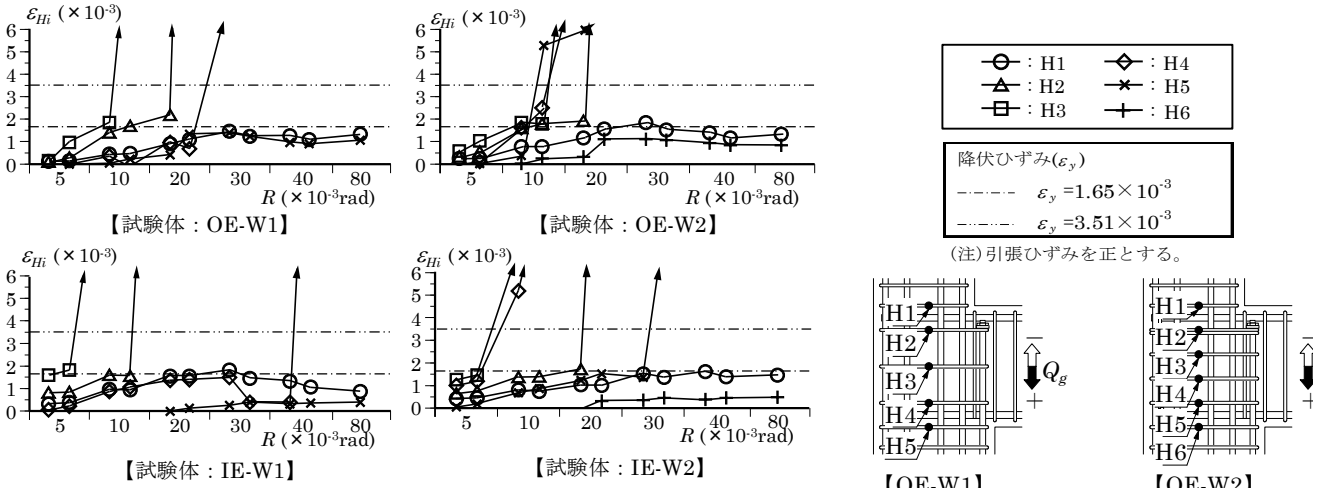


図 2.5　各試験体の接合部横補強筋ひずみ εHi － R 関係

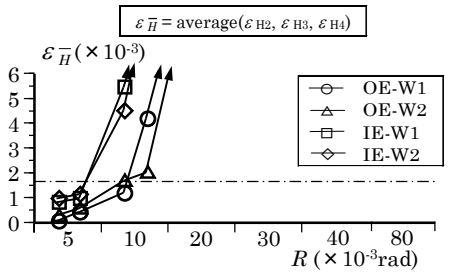


図 2.6　接合部横補強筋平均ひずみ $\varepsilon\bar{H}$ － R 関係

3. 終局耐力と変形性能の検討

(1) 検討方法

本検討では、上階柱絞りなし ト形接合部[3]と同様、図3.1の応力状態を考慮し、式(3.1.1)または式(3.1.2)で接合部終局耐力時梁せん断力gQjuを算定し、gQju/gQmu≧1の場合が梁曲げ破壊型、gQju/gQmu＜1の場合が接合部破壊型とする。

$$\left.\begin{array}{ll} \ell a \geqq (3/4)Dc\text{の時、} & gQju = \min(gQpu,\ gQau) \\ \ell a < (3/4)Dc\text{の時、} & gQju = \min(gQpu,\ gQau,\ gQcu) \end{array}\right\} \quad (3.1.1)$$

$$gQmu = 2Mu/\ell o,\quad Mu = Tgy \cdot jtg,\quad Tgy = \Sigma at \cdot \sigma y \quad (3.1.2)$$

Σat, σy：引張鉄筋の全断面積と降伏強度

図3.1の諸元を用い、式(3.1.3)～式(3.1.5)で求めた側面剥離定着耐力、掻き出し定着耐力、接合部せん断耐力の梁せん断力換算値を表3.1に示す。

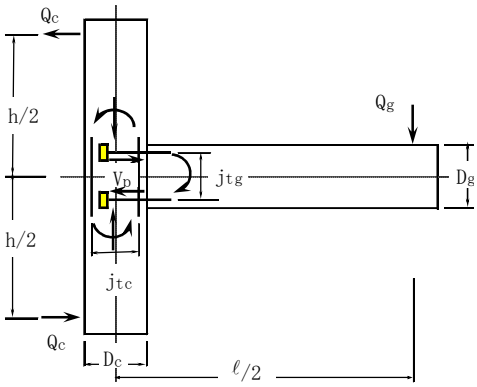


図 3.1 ト形接合部の応力状態

側面剥離定着耐力Tau時の梁せん断力：

$$gQau = 2\Sigma Tau \cdot jtg/\ell o \quad (3.1.3)$$

掻き出し定着耐力Tcu時の梁せん断力：

$$gQcu = 2Tcu \cdot jtg/\ell o \quad (3.1.4)$$

接合部せん断耐力Vpu時の梁せん断力：

$$gQpu = 2Vpu/\{(\ell o/jtg) - (\ell/h)\} \quad (3.1.5)$$

ℓ：スパン長（柱心間距離）、ℓo=ℓ-Dc、

h：階高、Dc：柱せい、jtg：梁上下主筋の重心間距離、Vpu：接合部せん断耐力

接合部せん断耐力Vpuの算定では、SABTEC指針6章の式(6.1)より靭性保証型指針式[2]と同様、柱梁接合部の形状係数κを0.7、柱梁接合部の有効せいDjは梁主筋の定着長さに等しいとした。

また、SABTEC指針8.1節(1)の梁主筋定着長さを踏まえ、定着部拘束筋なし試験体OE-W1,IE-W1では梁主筋定着長さℓag=(308+375)/2=341.5mm、定着部拘束筋あり試験体OE-W2,IE-W2では梁主筋定着長さℓag=375mmとし、SABTEC指針6章の式(6.1)で接合部せん断耐力Vpuを算定した。

(2) 検討結果

gQmmax/gQmu－gQju/gQmu 関係を図 3.2 に示す。gQmax は最大耐力実験値、gQju は式(3.1.1)の接合部終局耐力時梁せん断力[3]、gQmu は梁曲げ耐力時せん断力、gQju/gQmu は接合部耐力余裕度であり、終局耐力計算値と実験値を表 3.1 に示した。

図3.2中、○はSABTEC指針RC構造設計指針4.2節(2)[4]の接合部せん断力の普通強度材料の検証実験値であり、●はKISI-CON当初実験値、●▲は外面合せ、内面合せ柱絞り実験値を示す。

既往の検証実験値[1]は、いずれも直交梁なし、直交梁の有無による補正係数φを0.85とし、接合部余裕度の検討時には、側面剥離定着耐力Tauおよび掻き出し定着耐力Tcuの低減係数を乗じず、TauとTcuを算定した。

図 3.2 に示すように、試験体 OE-W1,W2 および IE-W1,W2 は、いずれも梁曲げ降伏後の接合部せん断破壊型であり、KISI-CON 上階柱絞り実験値は、SABTEC 指針 RC 構造設計指針 4.2 節(2)[4]を検証した既往の検証実験値[1]の範囲に入った。

次に、R80－gQju/gQmu 関係を図 3.3 に示す。R80 は耐力が最大耐力の 80%低下時の限界層間変形角実験値であり、KISI-CON 上階柱絞り実験値は、既往の検証実験値[1)]の範囲に入った。また、内面合せの限界層間変形角実験値 R80 は、外面合せの場合よりも小さい。

以上より、上階柱絞りト形接合部の設計では、外面合せ、内面合せともに SABTEC 指針 4.1 節(1)の接合部耐力余裕度 λp=Vpuh/Vmuh≧1.1 として、接合部せん断耐力 Vpuh を確保し、接合部横補強筋鋼種を下階柱横補強筋鋼種と同じとすることで、梁曲げ降伏後の変形性能を保証するとした。

表 3.1　上階柱絞りト形接合部試験体の計算耐力と実験値

No.	試験体	計算耐力 (kN)				接合部余裕度				cQmu (kN)	cQmu /gQmu	gQmax	gQmax /gQmu	gQmax /gQju	R80 (/100 rad.)
		gQmu	gQpu	gQau	gQcu	gQju /gQmu	gQpu /gQmu	gQau /gQmu	gQcu /gQmu						
1	OE-W1	291	327	427	399	1.13	1.13	1.47	1.37	596	2.05	312	1.07	0.95	3.68
2	OE-W2	291	359	460	462	1.24	1.24	1.58	1.59	662	2.28	316	1.09	0.88	4.13
3	IE-W1	291	327	427	399	1.13	1.13	1.47	1.37	596	2.05	319	1.10	0.97	3.30
4	IE-W2	291	359	460	462	1.24	1.24	1.58	1.59	662	2.28	330	1.13	0.92	3.65

gQju=min(gQpu, gQau, gQcu)、上柱曲げ耐力時せん断力cQmu=533kN、下柱曲げ耐力時せん断力cQmu=664kN
試験体OE-W1, IE-W1のcQmu=(533+664)/2=599kN、OE-W2, IE-W2のcQmu=664kN

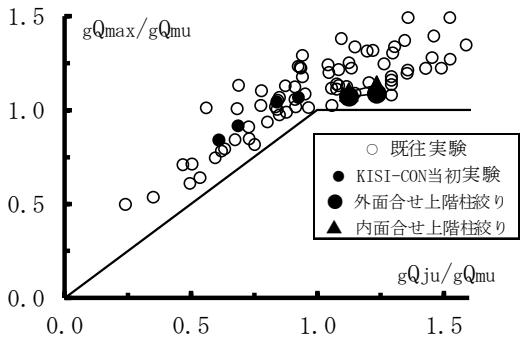


図 3.2 gQmax/gQmu－gQju/gQmu 関係

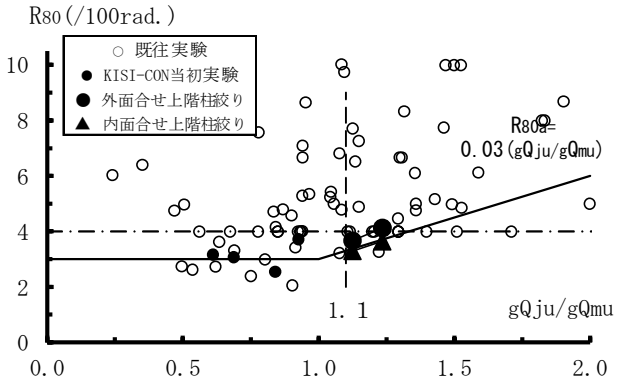


図 3.3　R80－gQju/gQmu 関係

参考文献

1) 益尾潔、足立将人:機械式定着によるRC造ト形柱梁接合部の構造性能、日本建築学会構造系論文集, 第627号、pp.819-826, 2008.5
2) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建築物の靭性保証型耐震設計指針・同解説 8章 柱梁接合部の設計、pp.241-277, 1999
3) 益尾潔、窪田敏行：機械式定着工法によるRC造ト形接合部の終局耐力に関する設計条件、日本建築学会構造系論文集、第590号、pp.87-94, 2005.4
4) (一社)建築構造技術支援機構：SABTEC機械式定着工法RC構造設計指針(2026年)、2026年3月

(付録 6) 本設計指針で用いた RC 関連の記号一覧

(コンクリート)

Fc：設計基準強度

(架構に関する記号)

h：階高　　ho(=h-Dg)：柱内法高さ

ℓ ：スパン長　　ℓo(=ℓ-Dc)：内法スパン長

(梁断面に関する記号)

Bg：梁幅　　Dg：梁せい　　dg：梁有効せい

jtgo：梁上下最外縁主筋間距離　　jtg：梁上下主筋の重心間距離

(柱断面に関する記号)

Bc：柱幅　　Dc：柱せい　　jtco：柱両側最外縁主筋の中心間距離

(主筋に関する記号)

db：鉄筋直径　　Σat：引張鉄筋断面積

ag：(柱)全主筋断面積　　Σan (=ag-2Σat)：(柱)中段筋断面積

pt (=Σat/(Bg･dg))：(梁)引張鉄筋比　　pg (=ag/(Bc･Dc))：(柱)全主筋比

σyo：規格降伏点　　σy：上限強度算定用材料強度

(主筋定着に関する記号)

ℓag：梁主筋定着長さ　　ℓac：柱主筋定着長さ

ℓao：梁、柱主筋の必要定着長さ　　ℓdh：梁上端筋の投影定着長さ

ℓav：梁上端筋余長部折曲げ終点からの定着長さ

ℓpv：梁上端筋余長部と柱主筋の重ね長さ

Cs ：定着筋中心からの側面かぶり厚さ　　Cb ：定着板内面からの背面かぶり厚さ

(梁主筋の側面剥離定着耐力に関する記号)

Tau：梁主筋の側面剥離定着耐力　　σauo：基本支圧強度

βao：側面剥離定着耐力に対する低減係数

k5：接合部横補強筋比(pjwh)による補正係数

k6：定着筋直径(db)による補正係数

αp(=Ap/at)：支圧面積比　　Ap：定着金物の支圧面積

at：定着筋の断面積

(接合部横補強筋に関する記号)

pjwh(=nh･awh/(Bc･jtgo))：接合部横補強筋比

nh：jtgo 区間内の接合部横補強筋の組数　awh：接合部横補強筋 1 組の断面積

(かんざし筋に関する記号)

pjwv(=nv･awv/(Bc･Dc))：柱頭補強筋比

nv： Bc 区間または Dc 区間内のかんざし筋の組数　awv：かんざし筋 1 組の断面積

(柱梁接合部の終局強度設計用せん断力に関する記号)

Tgy：梁引張鉄筋の上限引張力　　Tcy：柱引張鉄筋の上限引張力

Tcny：柱中段主筋の上限引張力　　Tcye：柱主筋の等価上限引張力

NcL：長期柱軸力

Mguo：梁基準曲げ終局耐力　　Mcuo：柱基準曲げ終局耐力

cQgu：梁曲げ終局耐力時柱せん断力　　cQcu：柱曲げ終局耐力時柱せん断力

Qcu (= min(cQcu,cQgu))：柱または梁の曲げ終局耐力時柱せん断力

ただし、ト形接合部および十字形接合部の場合は、Qcu=cQgu とする。

Qpu：接合部せん断終局耐力時柱せん断力

Vmuh, Vmuv：柱梁接合部の水平方向および鉛直方向の終局強度設計用せん断力

(柱梁接合部のせん断終局耐力に関する記号)

Vpuh, Vpuv：柱梁接合部の水平方向および鉛直方向のせん断終局耐力

λp：接合部耐力余裕度　　κu：柱梁接合部の形状係数

φ：直交梁の有無による補正係数　　bj：柱梁接合部の有効幅

Djh, Djv ： 柱梁接合部の水平方向および鉛直方向の有効せい

(接合部必要横補強筋に関する記号)

pjwho：接合部必要横補強筋比

RuD：設計限界層間変形角　　R80min：保証限界層間変形角

φs：安全率

R80a：接合部耐力余裕度λpで決まる限界層間変形角

αw：接合部横補強筋量 pjwh・σwy/Fc による補正係数

αwo, βw：αw算定用の補正係数

(付録 7) 設計指針(普通強度材料)概要 (DB ヘッド定着工法)

項目			内容
鉄筋			(SD295～SD490) D16～D41
コンクリート			(普通コンクリート) 設計基準強度Fc： 21N/mm^2～60N/mm^2
定着金物			強度： 定着筋の規格引張強度以上
終局強度設計	せん断設計 4章 5章 6章 7章	設計限界層間変形角 RuD 4.1節	(設計区分ⅠのRuD) 設計区分Ⅱの値の2/3倍以上 (設計区分ⅡのRuD) ト形、L形、十字形接合部：1/50以上、T形接合部：1/67以上
		ト形、十字形接合部 4.3節 5～6章 7.1節	Vpuh＞λp･Vmuh、λp≧1とする。λp：接合部耐力余裕度 ただし、引張軸力Nを受けるト形接合部の場合、｜N｜は0.75ag･σyoを超えないことを基本とし、 ℓagは(3/4)Dcかつ15db以上とする。
			接合部横補強筋比pjwh：(ト形、十字形接合部) 0.2%以上 ただし、十字形接合部は、梁、柱主筋が定着される柱梁接合部とする。
		T・L形接合部 4.3節 5～7章	Vpuh＞λp･Vmuhかつ Vpuv＞λp･Vmuv、λp≧1とする。
			接合部横補強筋比pjwh： 0.2%以上
			柱頭補強筋比pjwv： (かんざし筋)0.25%以上
		耐震壁の緩和規定 4.3節(3)	耐震壁架構内の付帯柱梁接合部の場合、柱、梁主筋定着長さの規定を満足すれば、せん断力の検定を省略し、接合部横補強筋比pjwhは最小規定を満足すればよい。
	定着設計 8章	梁主筋定着 8.1節	梁主筋定着長さℓag： 必要定着長さℓao以上、12db以上かつ(3/4)Dc以上を基本する。
			側面かぶり厚さ： 3.0db以上 (鉄筋表面まで2.5db以上)
			背面かぶり厚さ： 原則として4db以上
		柱主筋 8.2節	柱主筋定着長さℓac： 必要定着長さℓao以上、16db以上かつ(3/4)Dg以上を基本とする。
			側面かぶり厚さ： 2.0db以上 (鉄筋表面まで1.5db以上)
			背面かぶり厚さ： 3db以上
		L形接合部梁主筋 8.3節	上筋の必要投影定着長さℓdh： 必要定着長さℓao以上、16db以上かつ(3/4)Dc以上 上筋の折曲げ後は、余長部タイプAまたは余長部タイプBとする。
			下筋の定着長さℓag： 必要定着長さℓao以上、14db以上かつ(3/4)Dc以上
			上下主筋の側面かぶり厚さ： 3.0db以上 (鉄筋表面まで2.5db以上)
			下筋の背面かぶり厚さ：原則として4db以上
		耐震壁の緩和規定 8.1,8.2節	耐震壁架構内の付帯柱梁接合部での梁、柱主筋の必要定着長さℓaoは、材料強度σsyを、SD390以下の場合1.1×σyo、SD490の場合1.0×σyoとし、式(8.1)で算定してもよい。
許容応力度設計 9章			許容応力度設計の適用対象は、骨組のメカニズム時まで、曲げ降伏しない柱、梁が接続する柱梁接合部および柱、梁主筋定着部とする。
技術基準解説書に従う機械式定着による柱梁接合部の設計 10章			1) 機械式定着によるト形、T形、L形、十字形接合部は、10章(2)の構造規定を満足する場合、技術基準方式によって検定してもよい。 2) 一貫構造計算プログラムを用いて柱梁接合部のせん断検定を行った場合、10章(2)項の構造規定を満足すれば、置換え方式によって検定してもよい。 3) 10章によって設計した柱梁接合部は、許容応力度設計を省略することができる。
応用設計編			11章 段差梁付き柱梁接合部
			12章 定着スタブ付き柱梁接合部
			13章 特殊な柱梁接合部および主筋定着部
			14章 最下階柱・基礎梁接合部
			15章 その他の主筋定着部
主筋定着関連記号			ℓag：梁主筋定着長さ、ℓac：柱主筋定着長さ、ℓao：式(8.1)による必要定着長さ
			Dc：柱せい、ag, σyo：柱主筋の全断面積および規格降伏点、db：梁、柱主筋の直径

【目次】

1. 適用範囲

2. 一般事項
2.1 かぶり厚さ
2.2 鉄筋のあきと間隔
2.3 鉄筋の最外径
2.4 鉄筋の加工形状
2.5 直線定着長さおよび折曲げ定着長さ
2.6 機械式定着工法の構造規定

3. 中間階梁主筋、柱主筋定着(ト形、十字形接合部)
3.1 標準タイプ
3.2 上階柱絞りタイプ
3.3 柱梁芯ずれタイプ
3.4 鉛直段差梁タイプ
3.5 水平段差梁タイプ
3.6 機械式定着・折曲げ定着混用タイプ

4. 最上階柱主筋、梁主筋定着(T形、L形接合部)
4.1 標準タイプ
4.2 段差梁タイプ
4.3 鉛直スタブタイプ
4.4 柱主筋外定着方式T形、L形接合部

5. 最下階柱主筋、基礎梁主筋定着
5.1 最下階柱主筋定着部
5.2 杭基礎スラブのはかま筋
5.3 基礎梁主筋定着部
5.4 場所打ち杭基礎
5.5 既製杭基礎
5.6 直接基礎
5.7 柱主筋外定着方式L形接合部

6. その他の主筋定着
6.1 小梁、スラブの主筋定着
6.2 壁接合部における鉄筋定着

1. 適用範囲

本仕様書は、下記1)～5)の機械式定着工法による接合部配筋詳細に適用する。ただし、設計図書の特記によることを基本とし、定着金物は、SABTEC技術評価を取得した定着金物とする。
コンクリートおよび鉄筋は、表1による。

1) 中間階・梁主筋、柱主筋の柱梁接合部への定着
2) 最上階・梁主筋、柱主筋の柱梁接合部への定着
3) 最下階・基礎梁主筋、柱主筋の柱梁接合部への定着
4) 小梁主筋およびスラブ筋の梁への定着
5) 壁筋の柱、梁または壁への定着

表1 コンクリートおよび鉄筋の適用範囲

コンクリート	(種類)コンクリート	
	(設計基準強度)21N/mm^{2}以上60N/mm^{2}以下	
鉄筋	JIS G 3112	SD295,SD345,SD390,SD490
横補強筋には、国土交通大臣の認定を取得した高強度せん断補強筋を用いることができる。		

2. 一般事項

2.1 かぶり厚さ

表2 JASS 5のかぶり厚さ

(a) 最小かぶり厚さ

(単位：mm)

部材の種類		短期	標準・長期		超長期	
		屋内・屋外	屋内	屋外(2)	屋内	屋外(2)
構造部材	柱・梁・耐力壁	30	30	40	30	40
	床スラブ・屋根スラブ	20	20	30	30	40
非構造部材	構造部材と同等の耐久性を要求する部材	20	20	30	30	40
	計画供用期間中に維持保全を行う部材(1)	20	20	30	(20)	(30)
直接土に接する柱・梁・壁・床および布基礎の立上り部分		40				
基礎		60				

(b) 設計かぶり厚さ

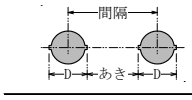
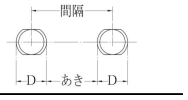
(単位：mm)

部材の種類		短期	標準・長期		超長期	
		屋内・屋外	屋内	屋外(2)	屋内	屋外(2)
構造部材	柱・梁・耐力壁	40	40	50	40	50
	床スラブ・屋根スラブ	30	30	40	40	50
非構造部材	構造部材と同等の耐久性を要求する部材	30	30	40	40	50
	計画供用期間中に維持保全を行う部材(1)	30	30	40	(30)	(40)
直接土に接する柱・梁・壁・床および布基礎の立上り部分		50				
基礎		70				

[注](1)計画供用期間の級が超長期で計画供用期間中に維持保全を行う部材では、維持保全の周期に応じて定める。
(2)計画供用期間の級が標準、長期および超長期で、耐久性上有効な仕上げを施す場合は、屋外側では、設計かぶり厚さを10mm減じることができる。

2.2 鉄筋のあきと間隔

表3 RC配筋指針(2021年)の異形鉄筋のあきと間隔の最小値

竹節等	ねじ節
	

鉄筋のあき	鉄筋間隔
・呼び名の数値の1.5倍 ・粗骨材最大寸法の1.25倍 ・25mm のうち最も大きい数値	・呼び名の数値の1.5倍+最外径(D) ・粗骨材最大寸法の1.25倍+最外径(D) ・25mm+最外径(D) のうち最も大きい数値

2.3 鉄筋の最外径

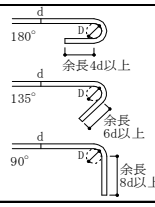
表4 RC配筋指針(2021年)による異形鉄筋の最外径(mm)

D10	D13	D16	D19	D22	D25	D29	D32	D35	D38	D41	D51
11	15	19	22	26	29	33	37	40	43	47	58

(注) 上表の最外径は、鉄筋間隔の算出に用いる値

2.4 鉄筋の加工形状

表5 JASS 5の鉄筋折曲げ形状・寸法

図	折曲げ角度	鉄筋種類	鉄筋径による区分	鉄筋の折曲げ内法直径(D)
	180° 135° 90°	SD295 SD345	D16以下	3d以上
			D19～D41	4d以上
		SD390	D41以下	5d以上
	90°	SD490	D25以下	
			D29～D41	6d以上

1) d：異形鉄筋の呼び名の数値(直径)
2) スパイラル筋の重ね継手部に90° フックを用いる場合、余長は12d以上とする。
3) 片持ちスラブ先端、壁筋の自由端側の先端で、90° フック、135° フックまたは180° フックを用いる場合、余長は4d以上とする。
4) 折曲げ内法直径を上表の数値より小さくする場合、事前に鉄筋の曲げ試験を行い、支障ないことを確認した上で、工事監理者の承認を得ること。
5) SD490の鉄筋を90° を超える曲げ角度で折曲げ加工する場合、事前に鉄筋の曲げ試験を行い、支障ないことを確認した上で、工事監理者の承認を得ること。

2.5 直線定着長さおよび折曲げ定着長さ

(1) 異形鉄筋の直線定着長さおよび折曲げ定着長さ

1) 直線定着の場合、表6(a)の直線定着長さL2以上とし、折曲げ定着の場合、表6(b)のフック付き定着長さL2h以上とする。
2) 最上階・梁上端筋を除く、仕口内に90° 折曲げ定着する梁主筋の定着長さは、図1による。また、図中の投影定着長さLaは、表6(c)による。
3) 最上階・梁上端筋は、投影定着長さをLa以上とし、折曲げ終点から直線定着長さL2の余長を設けた定着部とする。

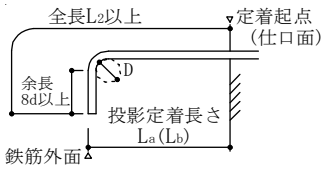


図1 仕口内に90° 折曲げ定着する鉄筋の投影定着長さLa(Lb)

表6 JASS 5の異形鉄筋の定着長さ

(a) 直線定着の長さL2

Fc (N/mm²)	SD295	SD345	SD390	SD490
18	40d	40d	—	—
21	35d	35d	40d	—
24～27	30d	35d	40d	45d
30～36	30d	30d	35d	40d
39～45	25d	30d	35d	40d
48～60	25d	25d	30d	35d

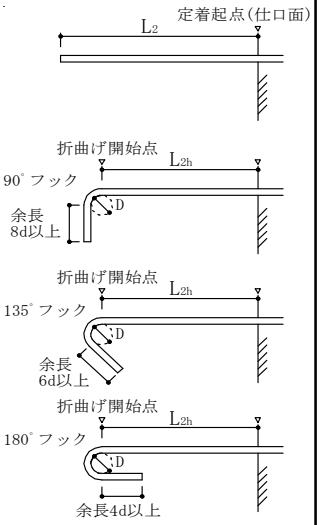
(b) フック付き定着の長さL2h

Fc (N/mm²)	SD295	SD345	SD390	SD490
18	30d	30d	—	—
21	25d	25d	30d	—
24～27	20d	25d	30d	35d
30～36	20d	20d	25d	30d
39～45	15d	20d	25d	30d
48～60	15d	15d	20d	25d

(c) 梁主筋の投影定着長さLa

Fc (N/mm²)	SD295	SD345	SD390	SD490
18	20d	20d	—	—
21	15d	20d	20d	—
24～27	15d	20d	20d	25d
30～36	15d	15d	20d	25d
39～45	15d	15d	15d	20d
48～60	15d	15d	15d	20d

【注】 Fc：コンクリートの設計基準強度
d：異形鉄筋の呼び名の数値(直径)
Laは、原則として、柱せいの3/4倍以上とする。



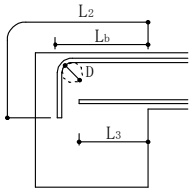
(2) 小梁主筋およびスラブ筋の定着長さ

1) 小梁、スラブの上端筋の定着長さは、図1による。また、図中、投影定着長さLbは、表7(a)による。
2) 小梁、スラブの下端筋の定着長さは、表7(b)の直線定着の長さL3またはフック付き定着長さL3h以上の長さとする。

表7 JASS 5の小梁主筋およびスラブ筋の定着長さ

(a) 小梁、スラブ上端筋の梁内折曲げ定着による投影定着長さLb（片持ちの小梁・スラブを除く）

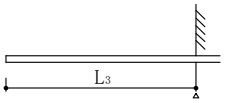
Fc (N/mm²)	SD295	SD345	SD390	SD490
18	15d	20d	—	—
21	15d	20d	20d	—
24～27	15d	15d	20d	—
30～36	15d	15d	15d	—
39～45	15d	15d	15d	—
48～60	15d	15d	15d	—



(b) 小梁、スラブ下端筋の定着長さ

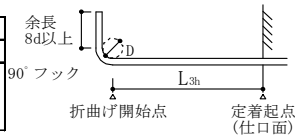
(直線定着の長さL3)

Fc (N/mm²)	鉄筋鋼種	下端筋	
		小梁	スラブ
18～60	SD295 SD345 SD390	20d	10dかつ150mm以上



(フック付き定着の長さL3h)

Fc (N/mm²)	鉄筋鋼種	下端筋	
		小梁	スラブ
18～60	SD295 SD345 SD390	10d	—



【注】 Fc：コンクリートの設計基準強度
d：異形鉄筋の呼び名の数値(直径)

2.6 機械式定着工法の構造規定

(1) 梁、柱主筋の定着部

1) 機械式定着工法による梁、柱主筋の定着長さは、下式の値以上とする(設計指針8.1節～8.3節)。

(梁主筋定着長さ) $\ell ag = \max\{\ell ao,\ X\cdot Dc,\ n\cdot db\}$

(柱主筋定着長さ) $\ell ac = \max\{\ell ao,\ X\cdot Dg,\ n\cdot db\}$

ℓao：設計指針・式(8.1)による必要定着長さ($\ell ao \leqq 25db$)

X：柱せいDcまたは梁せいDgに対する倍数(表8)

n：梁、柱主筋呼び名の値dbに対する倍数(表8)

表8 梁、柱主筋の定着長さ係数X,nの一覧

	梁主筋 定着長さℓ_{ag}				柱主筋 定着長さℓ_{ac}
	ト形接合部		L形接合部		L形、T形接合部
	圧縮軸力	引張軸力	上端筋	下端筋	
X	3/4				
n	12	15	16	14	16(12)

1) L形接合部内の梁上端筋のXとnの値は、水平投影定着長さの値とする。
2) 柱主筋定着長さℓ_{ac}のn(12)は、耐震壁架構付帯柱梁接合部内の柱主筋定着部に適用する。
3) ト形、十字形接合部内の柱主筋定着の場合、T形、L形接合部内柱主筋に準じ、n=16とする。
4) 十字形接合部内の梁主筋定着の場合、ト形接合部内の梁主筋と同様、n=12とする。
5) T形接合部内の梁主筋定着の場合、L形接合部内の梁主筋に準じ、上端筋n=16、下端筋n=14とする。
6) 鉛直段差梁付き十字形接合部内の梁主筋定着の場合、n=12とする。
7) 鉛直段差梁付きT形接合部内の梁主筋定着の場合、L形接合部に準じ、上端筋n=16、下端筋n=14とする。
8) 鉛直段差梁付きT形、十字形接合部の柱主筋のnは、L形、T形接合部の場合と同じとする。

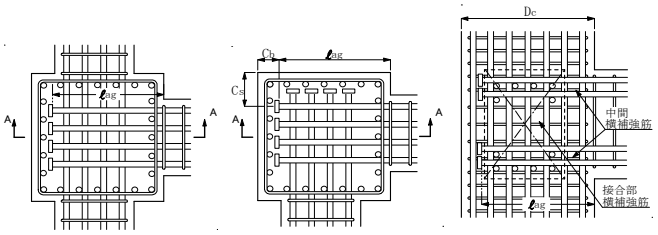
2)L形接合部・梁上端筋の折曲げ後の余長部タイプBは、下表による(設計指針8.3節)。

ℓ_{av}/db	ℓ_{pv}/db
10以上	12以上

ℓ_{av}：折曲げ終点からの余長
ℓ_{pv}：梁上端筋余長部と柱主筋定着部との重ね長さ

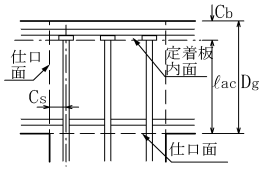
3) 梁、柱主筋の側面かぶり厚さCsおよび背面かぶり厚さCbは、下表による(設計指針8.1節～8.3節)。

部位	Cs/db	Cb/db	備考
梁主筋	3以上	4以上	1)ト形接合部・梁主筋：ℓ_{ag}≧15dbの場合、Cb≧3dbとしてもよい。
柱主筋	2以上	3以上	2)L形接合部・梁上端筋：Cbの規定なし。

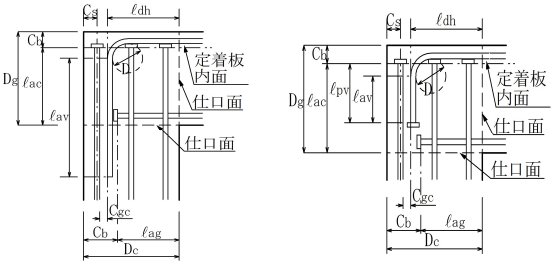


(両側直交梁付き側柱)　(片側直交梁付き隅柱)　(A-A断面)

【梁主筋定着部】



【T形接合部・柱主筋定着部】



(余長部タイプA)　　(余長部タイプB)

【L形接合部・梁、柱主筋定着部】

(注)余長部タイプAの折曲げ終点からの余長部定着長さℓ_{av}は、JASS 5の直線定着長さL2以上とする。

【記号】

Dc：柱せい、Dg：梁せい
ℓ_{ao}：梁、柱主筋の必要定着長さ
ℓ_{ag}：梁主筋の定着長さ
ℓ_{ac}：柱主筋の定着長さ
ℓ_{dh}：梁上端筋の投影定着長さ
ℓ_{av}：梁上端筋の余長部折曲げ終点からの定着長さ
ℓ_{pv}：梁上端筋余長部と柱主筋との重ね長さ
Cs：側面かぶり厚さ、 Cb：背面かぶり厚さ
Cgc：梁上端筋余長部と柱主筋との側面投影あき寸法
Fc：コンクリートの設計基準強度
db：主筋呼び名の値

4)梁主筋の必要定着長さ比ℓ_{ao}/dbは、表9、表10によってもよい。

表9　梁主筋の必要定着長さ比ℓ_{ao}/db(設計指針・解表8.1)

(a) 両側直交梁付き以外の場合

鋼種	呼び名	Fc (N/mm²) 21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
SD295	D25以下	12													
	D29	13	12												
	D32	14	13	12											
	D35	15	14	13	12										
	D38	17	15	14	13	12									
	D41	18	17	15	14	12									
SD345	D25以下	15	13	12											
	D29	16	15	14	12										
	D32	18	16	15	14	12									
	D35	19	17	16	15	12									
	D38	21	19	18	16	14	12								
	D41	22	20	19	18	15	13	12							
SD390	D25以下	19	17	16	15	13	12								
	D29	20	19	17	16	14	13	12							
	D32	22	20	19	17	15	13	12							
	D35	23	22	20	19	16	14	12							
	D38	25	23	22	20	18	15	13	12						
	D41	－	25	23	22	19	17	14	12						
SD490	D25以下	24	22	20	19	18	17	16	15	14	13	12			
	D29	－	24	22	21	18	17	16	15	14	13	12			
	D32	－	25	24	22	19	17	16	15	14	13	12			
	D35	－	－	25	24	21	18	16	15	14	13	12			
	D38	－	－	－	25	22	20	17	15	14	13	12			
	D41	－	－	－	－	24	21	19	17	15	14	13	12		

″－″を付した場合は、ℓ_{ao}/db＞25に該当する。

(b) 両側直交梁付きの場合

鋼種	呼び名	Fc (N/mm²) 21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
SD295	D41以下	12													
SD345	D35以下	12													
	D38	14	12												
	D41	15	13	12											
SD390	D25以下	12													
	D29	13	12												
	D32	15	13	12											
	D35	16	14	13	12										
	D38	17	16	14	13	12									
	D41	19	17	16	15	12									
SD490	D25以下	16	15	13	12										
	D29	18	16	15	14	12									
	D32	19	18	16	15	12									
	D35	21	19	18	16	14	12								
	D38	22	20	19	18	15	13	12							
	D41	24	22	20	19	17	14	12							

表10　耐震壁架構における付帯梁主筋の必要定着長さ比ℓ_{ao}/db

(設計指針・解表8.2)

(a) 両側直交梁付き以外の場合

鋼種	呼び名	Fc (N/mm²) 21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
SD295	D38以下	12													
	D41	13	12												
SD345	D25以下	12													
	D29	13	12												
	D32	14	12												
	D35	15	14	12											
	D38	16	15	14	12										
	D41	18	16	15	14	12									
SD390	D25以下	15	13	12											
	D29	16	15	13	12										
	D32	18	16	15	13	12									
	D35	19	17	16	15	12									
	D38	20	19	17	16	14	12								
	D41	22	20	19	18	15	13	12							
SD490	D25以下	19	17	16	15	14	13	12							
	D29	21	19	18	16	14	13	12							
	D32	22	20	19	18	15	13	12							
	D35	24	22	20	19	16	14	12							
	D38	25	23	22	20	18	15	13	12						
	D41	－	25	23	22	19	17	14	12						

″－″を付した場合は、ℓ_{ao}/db＞25に該当する。

(b) 両側直交梁付きの場合

鋼種	呼び名	Fc (N/mm²) 21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
SD295 SD345	D41以下	12													
SD390	D35以下	12													
	D38	13	12												
	D41	15	13	12											
SD490	D25以下	12													
	D29	14	12												
	D32	15	13	12											
	D35	16	15	13	12										
	D38	17	16	15	13	12									
	D41	19	17	16	15	12									

【注記】

接合部被覆率が50%以上の両側直交梁付きの場合は、直交梁の効果を見込むことができる(設計指針7.1節(3))。

5) 柱主筋の必要定着長さ比ℓao/dbは表11、表12によってもよい。
ただし、特別に検討した接合部配筋詳細の場合、$l$ac≧12dbとしてもよい。$l$ac：柱主筋定着長さ、db：柱主筋呼び名の値

表11　柱主筋の必要定着長さ比ℓao/db（設計指針・解表8.3）

(a) 両側直交梁付き以外の場合

鋼種	呼び名	Fc (N/mm²) 21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
SD295	D35以下	16													
	D38	18					16								
	D41	19	17				16								
SD345	D25以下	16													
	D29	17					16								
	D32	19	17				16								
	D35	20	18	17			16								
	D38	22	20	18	17		16								
	D41	23	21	20	19		16								
SD390	D25以下	20	18	17			16								
	D29	21	20	18	17		16								
	D32	23	21	20	18		16								
	D35	24	23	21	20	17	16								
	D38	−	24	23	21	18	16								
	D41	−	−	24	23	20	17	16							
SD490	D25以下	25	23	21	20	19	18	17	16						
	D29	−	25	23	22	19	18	17	16						
	D32	−	−	25	23	20	18	17	16						
	D35	−	−	−	25	22	19	17	16						
	D38	−	−	−	−	23	21	18	16						
	D41	−	−	−	−	25	22	20	18	16					

"−"を付した場合は、ℓao/db＞25に該当する。

(b) 両側直交梁付きの場合

鋼種	呼び名	Fc (N/mm²) 21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
SD295 SD345	D41以下	16													
SD390	D32以下	16													
	D35	17					16								
	D38	18	17				16								
	D41	20	18	17			16								
SD490	D25以下	17					16								
	D29	19	17				16								
	D32	20	18	17			16								
	D35	22	20	18	17		16								
	D38	23	21	20	19		16								
	D41	25	23	21	20	17	16								

表12　耐震壁の付帯柱主筋の必要定着長さ比ℓao/db
（設計指針・解表8.4）

(a) 両側直交梁付き以外の場合

鋼種	呼び名	Fc (N/mm²) 21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
SD295	D38以下	12													
	D41	14					12								
SD345	D25以下	12													
	D29	13					12								
	D32	15	13				12								
	D35	16	14	13			12								
	D38	17	16	14	13		12								
	D41	19	17	16	15		12								
SD390	D25以下	16	14	13			12								
	D29	17	16	14	13		12								
	D32	19	17	15	14		12								
	D35	20	18	17	16	13	12								
	D38	21	20	18	17	14	12								
	D41	23	21	20	18	16	13	12							
SD490	D25以下	20	18	17	16	14	14	13	12						
	D29	22	20	18	17	15	14	13	12						
	D32	23	21	20	19	16	14	13	12						
	D35	24	23	21	20	17	15	13	12						
	D38	−	24	23	21	19	16	14	12						
	D41	−	−	24	23	20	18	15	13	12					

"−"を付した場合は、ℓao/db＞25に該当する。

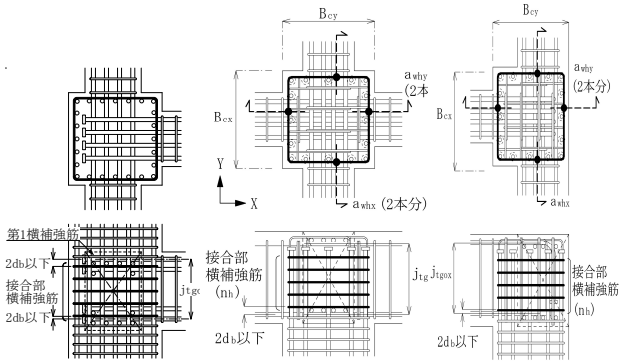
(b) 両側直交梁付きの場合

鋼種	呼び名	Fc (N/mm²) 21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
SD295 SD345	D41以下	12													
SD390	D32以下	12													
	D35	13					12								
	D38	14	13				12								
	D41	16	14	13			12								
SD490	D25以下	13					12								
	D29	14	13				12								
	D32	16	14	13			12								
	D35	17	15	14	13		12								
	D38	18	17	15	14		12								
	D41	20	18	17	16	13	12								

【記号】
Bc：柱幅、Dc：柱せい、db：主筋呼び名の値
jtgo：梁上下最外縁主筋の中心間距離
awh：接合部横補強筋1組の断面積
nh：接合部横補強筋の組数、 nv：かんざし筋の組数
awv：かんざし筋1組の断面積(足部本数分の全断面積)

(2) ト形、T形、L形、十字形接合部における接合部横補強筋

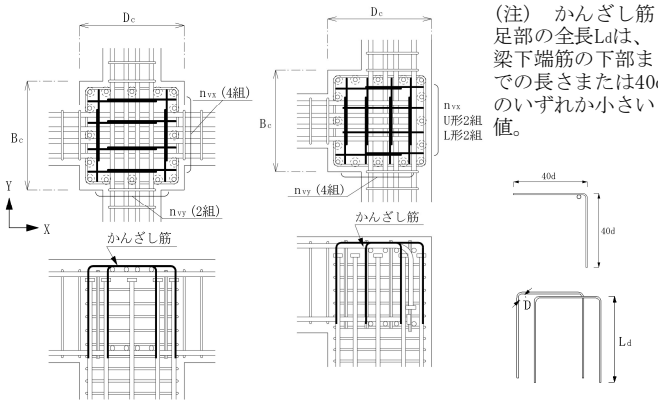
1)ト形、T形、L形、十字形接合部ともに、目標性能①または②に応じ、地震力方向ごとの接合部横補強筋比pjwhは、設計指針7.1節(1)の接合部必要横補強筋比pjwho以上かつ0.2%以上とする。
2)置換え方式の場合、接合部横補強筋比pjwhは、設計指針10章(2)項(b)の構造規定を満足すればよい。



(ト形接合部)　(T形接合部)　(L形接合部)

(3) T形、L形接合部におけるかんざし筋

T形、L形接合部には、目標性能①、②ともに、地震力方向に係わらず、XY両方向に、それぞれかんざし筋比pjwv≧0.25%のかんざし筋を配置する(設計指針7.2節)。ただし、かんざし筋は配筋工事の支障にならない配置とし、上部(2次筋)側の梁上端筋で拘束される範囲では、下部(1次筋)側の梁上端筋にかんざし筋を配置しなくてもよい。



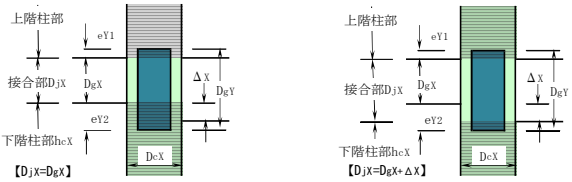
(注)　かんざし筋足部の全長Ldは、梁下端筋の下部までの長さまたは40dのいずれか小さい値。

(T形接合部)　(L形接合部)　(かんざし筋)

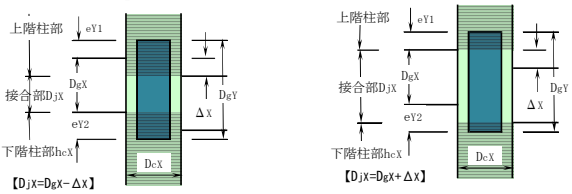
【鉛直段差梁付き十字形接合部での接合部範囲および柱部範囲】
：設計指針11.1節の解説(9)

【pjwh≦pcw】　【pjwh＞pcw】

pjwh：接合部横補強筋比、pcw：柱部帯筋比
eY1, eY2：Y方向梁との上下段差、ΔX：X方向梁段差



(a) TypeBの左右梁せいが異なる十字形接合部

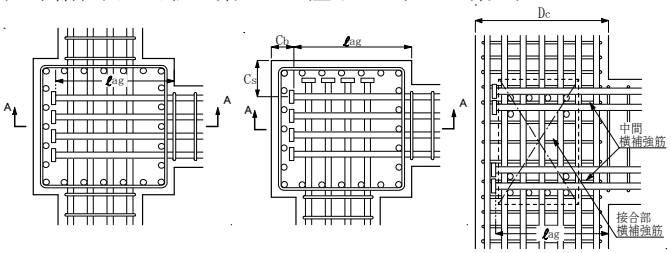


(b) TypeAの鉛直段差梁付き十字形接合部

3. 中間階梁主筋、柱主筋定着(ト形、十字形接合部)

3.1 標準タイプ

(上下階柱同一寸法・梁レベル差なし・柱心≒梁心)

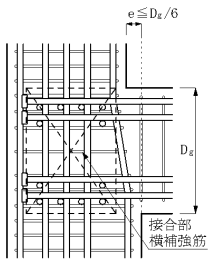


(両側直交梁付き側柱) (片側直交梁付き隅柱) (A-A断面)

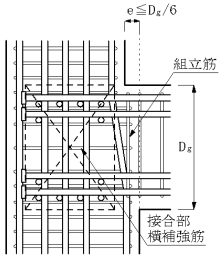
【注記】 (上下階柱同一寸法・梁レベル差なし・柱心≒梁心)

3.2 上階柱絞りタイプ

(1) 柱主筋を曲げ通し筋とするe≦Dg/6の場合



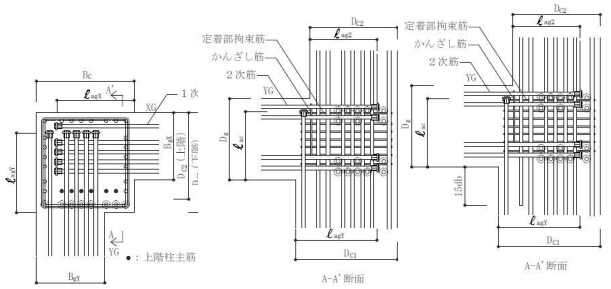
(接合部横補強筋配置①)



(接合部横補強筋配置②)

【注記】 設計指針13.2節(1)

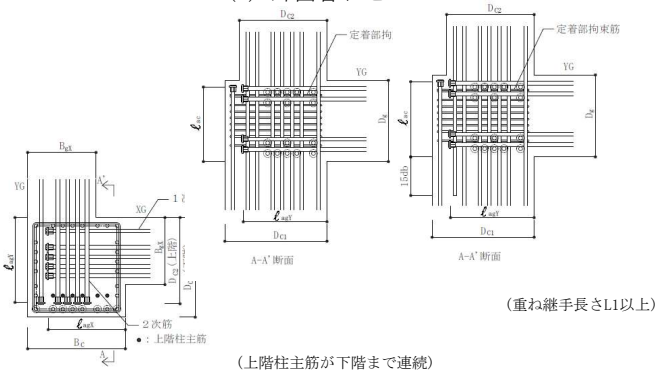
(2) 柱主筋を曲げ通し筋としないe≦Dg/6の場合(Dc2≧Lao)



(重ね継手長さL1以上)

(上階柱主筋が下階まで連続)

(a) 外面合わせの場合



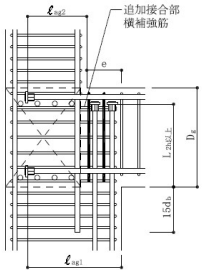
(重ね継手長さL1以上)

(上階柱主筋が下階まで連続)

(b) 内面合わせの場合

【注記】 設計指針13.2節 解説(2) (上階柱せいDc2≧Laoの場合)

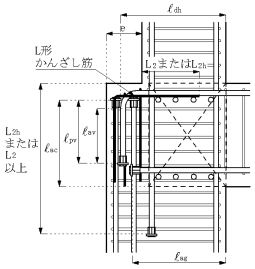
(3) 柱主筋を曲げ通し筋としないe＞Dg/6の場合



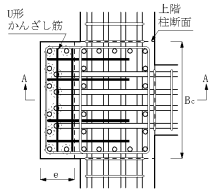
上図の場合、上階柱主筋の定着長さℓ_{ac}は梁下面から15dbとし、下階柱主筋の定着長さℓ_{ac}はフック付き定着長さL2h以上とする。

【注記】 設計指針13.2節の解説(3)

(4) 柱内面合せト形ピロティ柱梁接合部



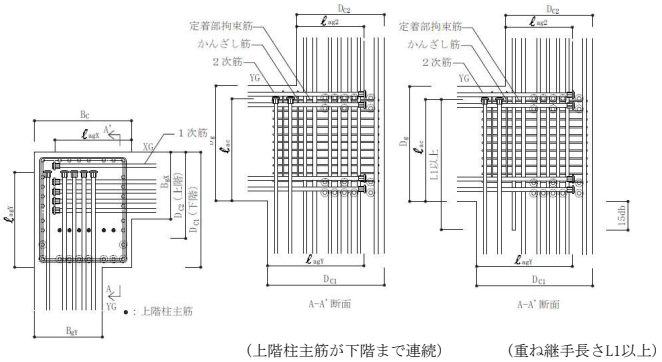
(A-A断面)



(水平断面)

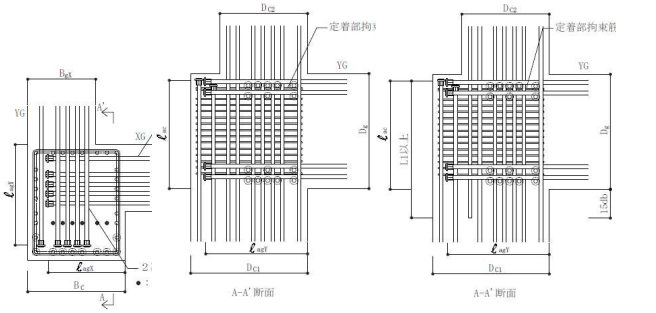
【注記】 設計指針13.2節の解説(5)(b)

(5) 柱主筋外定着方式・ト形ピロティ接合部(Dc2≧Laoの場合)



(上階柱主筋が下階まで連続) (重ね継手長さL1以上)

(a) 外面合わせの場合



(上階柱主筋が下階まで連続) (重ね継手長さL1以上)

(b) 内面合わせの場合

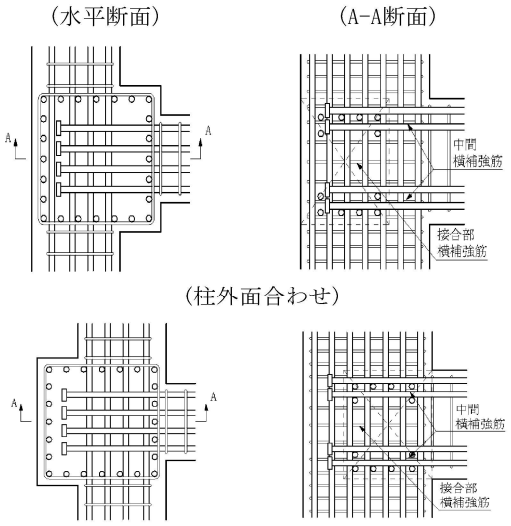
【注記】 設計指針13.2節の解説(5)(c)

表12 上階柱最小せいLao

Fc (N/mm²)	SD 345	SD 390	SD 490
21	18db	22db	−
24〜27	16db	19db	24db
30〜36			18db
39〜45		16db	
48〜60			16db

(注) 上表のLao＝解表8.1(b)の必要定着長さℓ_{ao}+SABTEC指針8.1節(3)の背面かぶり厚さCb、db：梁主筋呼び名の値

3.3 柱梁芯ずれタイプ

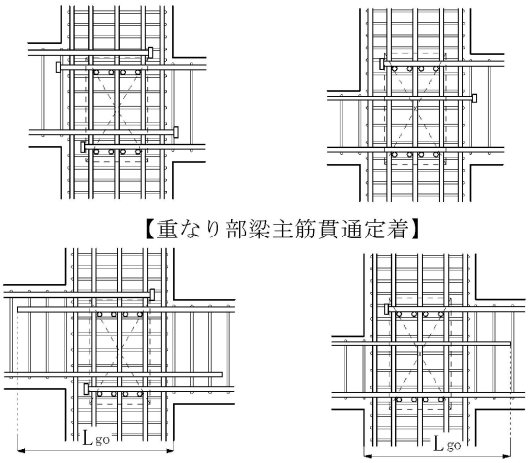


【注記】

1)柱外面合せ側の梁隅筋位置は、柱主筋位置を考慮し、梁断面の内側に寄ることに注意する。

2)側かぶり部(割増し部)には、ひび割れ防止補強筋を配置する。

3.4 鉛直段差梁タイプ



【重なり部梁主筋貫通定着】

【重なり部梁主筋準貫通定着】

【注記】 設計指針11.1節(2)(c)

1)左右梁重なり部内の梁主筋定着部を貫通定着または準貫通定着とするか、または非貫通定着でも設計指針7.1節(1)を満足する接合部横補強筋を配置した場合、接合部有効せいDjh=Dcとしてもよい。Dc：柱せい

2)貫通定着は式(11.1)、準貫通定着は式(11.1)および式(11.2)を満足しなければならない。

$$Dc/db \geqq ft/\{3.6(1.5+0.1Fc)\} \quad (11.1)$$

$$Lgo \geqq \max(Dc+\ell o,\ L2) \quad (11.2)$$

ft：梁主筋の短期許容引張応力度(N/mm^2)

Fc：コンクリートの設計基準強度(N/mm^2)

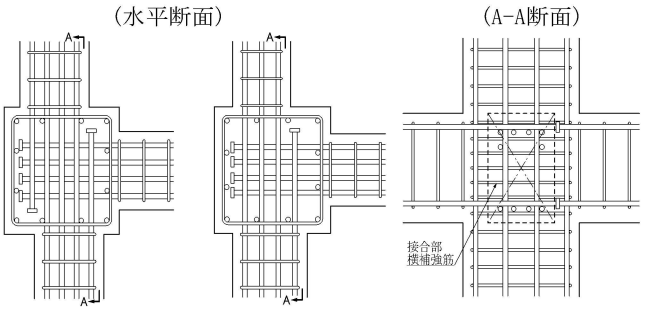
Lgo：左右梁重なり部の梁主筋定着長さ

ℓo=10db：左右梁重なり部の梁主筋末端部の余長

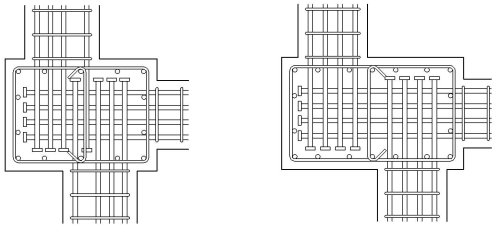
db：梁主筋呼び名の値、L2：JASS 5 の直線定着長さ

3.5 水平段差梁タイプ

(1) 一部定着の場合



(2) 全部定着の場合

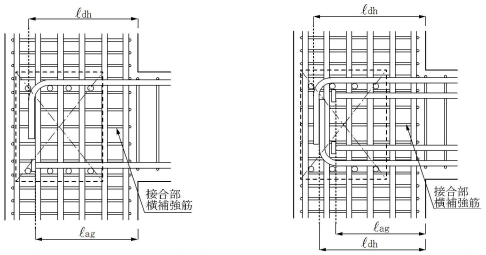


【注記】 設計指針11.2節

1) 左右梁幅が重なる場合、接合部有効幅biは、左右梁に対する接合部有効幅の平均値とする。

2)左右梁幅が重ならない場合、接合部有効幅biは、柱全幅Bcの半分に対して求める。

3.6 機械式定着・折曲げ定着混用タイプ



【注記】 設計指針13.1節

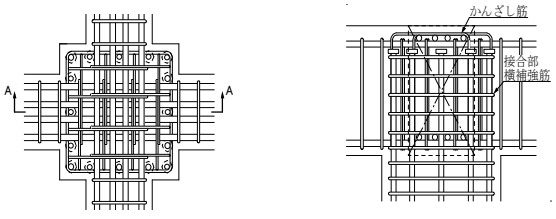
1)下端筋のみ機械式定着の場合、接合部有効せいDjhは、上端筋の投影定着長さℓdhと下端筋の定着長さℓagの小さい方とする。

2)2段筋のみ機械式定着の場合、接合部有効せいDjhは、ℓdhとℓagを考慮した重み付き平均値とする。

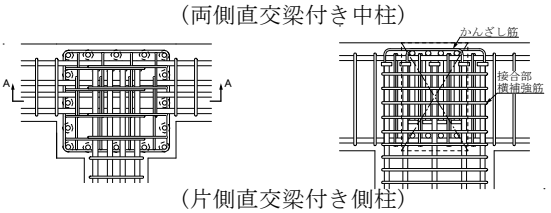
4. 最上階柱主筋、梁主筋定着(T形、L形接合部)

4.1 標準タイプ

【定着スタブなし・梁レベル差なし・柱心≒梁心】

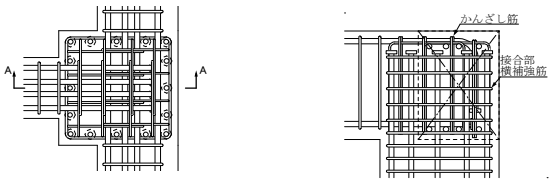


(両側直交梁付き中柱)

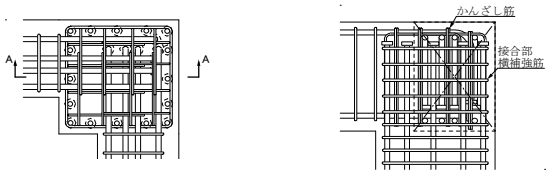


(片側直交梁付き側柱)

【T形接合部】

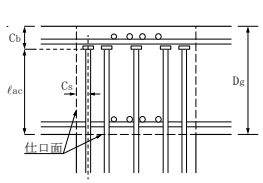


(両側直交梁付き側柱)

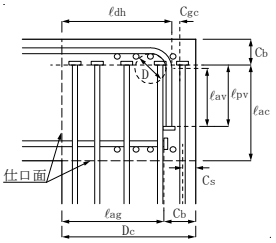


(片側直交梁付き隅柱)

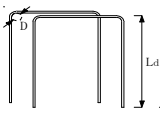
【L形接合部】



(柱主筋定着部)



(柱、梁主筋定着部)



Ld：かんざし筋足部の全長
D：かんざし筋の折曲げ内法直径

(かんざし筋)

【柱、梁主筋定着部およびかんざし筋の詳細】

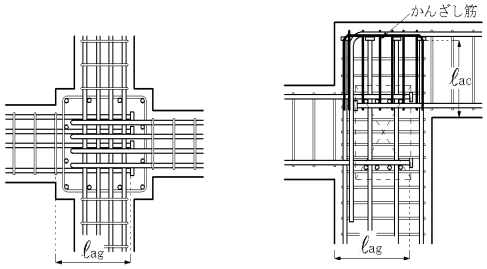
【注記】 設計指針7.1,7.2節、8.2,8.3節

1)T形、L形接合部・柱主筋定着部は設計指針8.2節、L形接合部・梁主筋定着部は設計指針8.3節による。

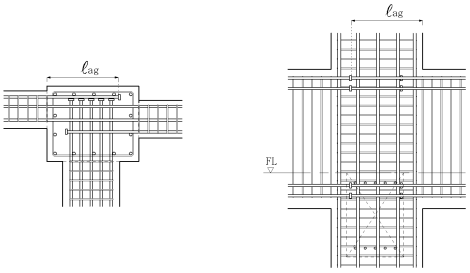
2)接合部横補強筋比pjwhは設計指針7.1節、かんざし筋の柱頭補強筋比pjwvは設計指針7.2節による。

3) 設計指針8.3節・解説(1)に示すように、柱せいDcが1000mmを超える場合などでは、梁上端筋余長部と柱主筋との側面投影あき寸法Cgcが150mmを超えないように、梁上端筋の投影定着長さℓdhをできるだけ大きくする必要がある。

4.2 段差梁タイプ



(a)鉛直段差梁の場合(左右梁重なり部梁主筋の非貫通定着)



(b)水平段差梁の場合(左右梁重なり部梁主筋の通し配筋)

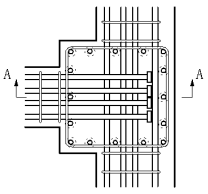
【注記】 設計指針11.1節、11.2節

1) (a)図は、設計指針11.1節のType Aの鉛直段差梁付きT形接合部であり、L形接合部の梁上端筋に準じ、右梁上端筋定着部は折り曲げ後の余長をJASS 5 のL2とし、柱主筋の定着起点は柱端右梁下面としている。

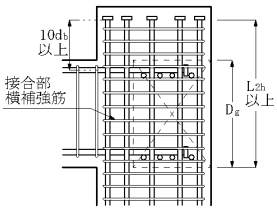
2) (b)図は、水平段差梁付き十字形接合部の配筋詳細例である。

4.3 鉛直スタブタイプ

(1)直交梁が順梁の場合



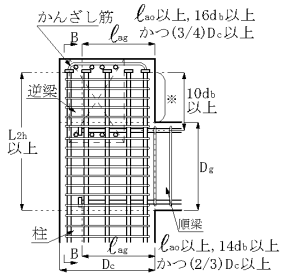
(水平断面)



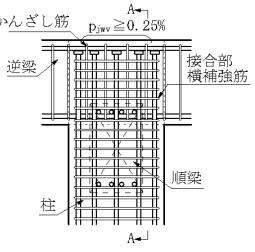
(A-A断面)

(2)直交梁が逆梁の場合

(注)※：下階柱頭部の横補強筋と同鋼種、同径かつ同間隔以下



(A-A断面)



(B-B断面)

【注記】 設計指針12.1節・解説(2)

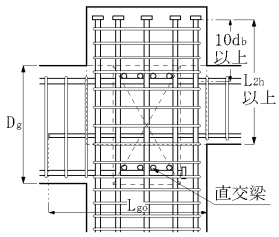
1)直交梁が順梁の場合、接合部横補強筋比pjwhは、ト形接合部と同様、0.2%以上とする。

2)鉛直スタブの横補強筋は、下階柱頭部横補強筋と同鋼種、同径、同間隔以下とし、鉛直スタブの頂部にはひび割れ防止補強筋を配置する。

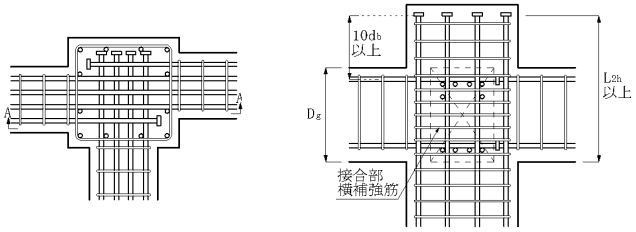
3)直交梁が逆梁の場合、接合部横補強筋は、T形またはL形接合部として扱い、頂部には、かんざし筋を配置する。

4)逆梁下面より下部の接合部には、下階柱頭部横補強筋と同量の横補強筋を配置する。

(3) 段差梁付きの場合



(a) 鉛直段差梁付き：左右梁重なり部梁主筋・準貫通定着



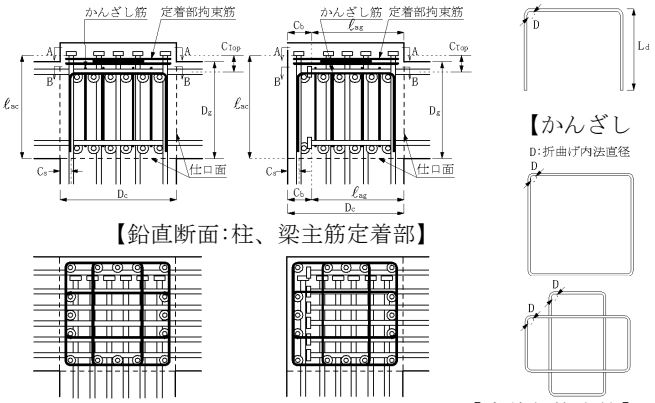
(b) 水平段差梁付き：左右梁重なり部梁主筋・通し筋

【注記】 設計指針12.1節

1) (a)図は、鉛直段差梁付きであり、柱主筋の定着起点は柱端右梁下面としている。

2) (b)図は、水平段差梁付きであるが、梁主筋を折曲げ定着にすると、納まりが悪くなるので、鉛直スタブ付きとし、中間階の下形接合部と同様、梁主筋定着部を機械式直線定着としている。

4.4 柱主筋外定着方式T形、L形接合部



【鉛直断面:柱、梁主筋定着部】

【A-A矢視:定着部拘束筋】

【定着部拘束筋】

(a) T形接合部　　(b) L形接合部

【注記】 柱主筋外定着方式編6.1節

1)L形接合部の場合、梁上下端主筋定着長さl_{ag}は、梁主筋必要定着長さl_{ao}以上、12db以上かつ(3/4)Dc以上とする。l_{ao}は設計指針・式(8.1)による。db：梁主筋呼び名の値、Dc：柱せい

2)T形、L形接合部ともに、柱主筋定着長さl_{ac}は、設計指針・式(8.1)の必要定着長さl_{ao}以上かつ12db以上とすることができる。db：柱主筋呼び名の値

3)T形、L形接合部ともに、梁上端筋の上部に柱主筋定着部を配置し、梁上端筋中心から柱主筋定着板内面までの上面寸法CTopは、3db以上とする。

4)XY方向ともに、柱主筋定着金物直下に、中子筋併用1組以上または外周筋2組以上の定着部拘束筋を配置する。

5) 定着部拘束筋は、原則として、T形接合部では式(1)、L形接合部では式(2)を満足するように定める。

$THy \geqq \gamma Hc \cdot Tcy$　(1)　$THy \geqq \gamma Hg \cdot Tgy$　(2)

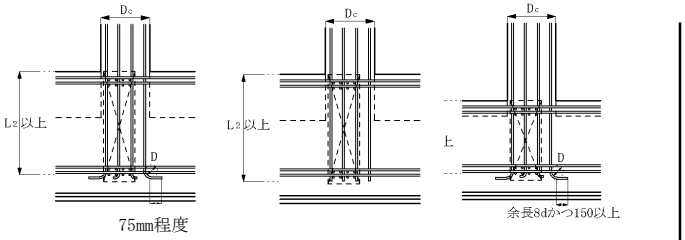
6)XY方向ともに、梁上端筋の上部から$p_{jwv} \geqq 0.25\%$のかんざし筋を挿入する。かんざし筋比p_{jwv}は設計指針・式(7.4)による。

7)かんざし筋足部の全長Ldは、梁下端筋の下部までの長さまたは40dのいずれか小さい値とする。d：かんざし筋呼び名の値

5.最下階柱主筋、基礎梁主筋定着

5.1 最下階柱主筋定着部

(注) D：柱主筋の折曲げ内法直径



【折曲げ定着】　【直線定着】　【フック付き定着】

(基礎梁せいが大きい場合)　(基礎梁せいが小さい場合)

【注記】 設計指針14.2節(1)、同解説(1)

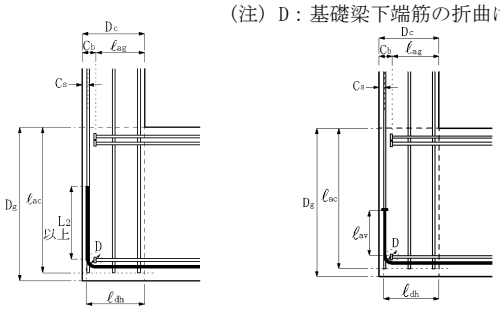
L2,L2h：JASS 5の直線定着長さおよびフック付き定着長さ

5.2 杭基礎スラブのはかま筋

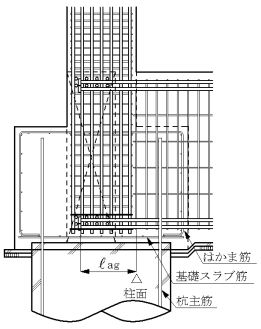
杭基礎スラブのはかま筋は、設計指針14.1節の解説(2)に従って設計した基礎スラブのせん断補強筋を配置するか、設計指針14.2節の解説(5)「パイルキャップはかま筋量の試算」と同様のはかま筋とする。

5.3 基礎梁主筋定着部

(注) D：基礎梁下端筋の折曲げ内法直径



(曲上げ定着Aタイプ)　(曲上げ定着Bタイプ)



(機械式直線定着)

【注記】 設計指針14.2節(2),(3)

1) 機械式直線定着の場合、基礎梁上端筋の定着長さl_{ag}は、必要定着長さl_{ao}以上14db以上かつ(3/4)Dc以上とし、基礎梁下端筋の定着長さl_{ag}は、必要定着長さl_{ao}以上16db以上かつ(3/4)Dc以上とする。db：基礎梁主筋呼び名の値、Dc：柱せい

2) 曲上げ定着Aタイプの場合、折曲げ後の余長はL2以上とする。

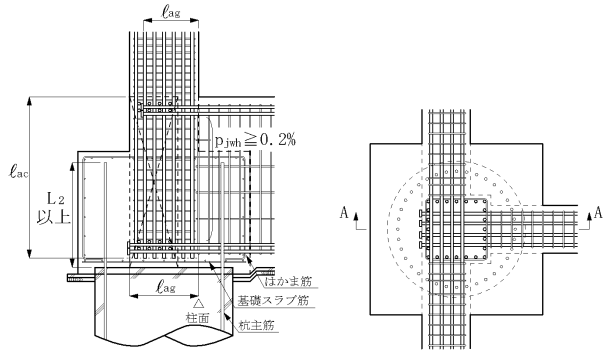
3) 曲上げ定着Bタイプの場合、折曲げ後の余長l_{av}はL2h以上とし、基礎梁下端筋定着部の先端に定着金物を取り付ける。

L2,L2h：JASS 5の直線定着長さおよびフック付き定着長さ

5.4 場所打ち杭基礎

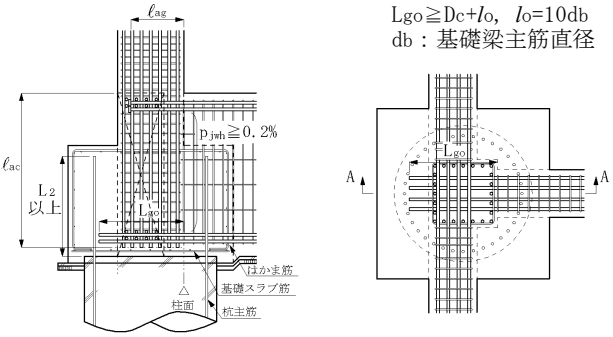
(1) 標準タイプ(柱幅≧基礎梁幅、杭偏芯なし)

(注) 柱主筋定着部の直下は、バーサポートまたはそれに代わる受け金物とする。

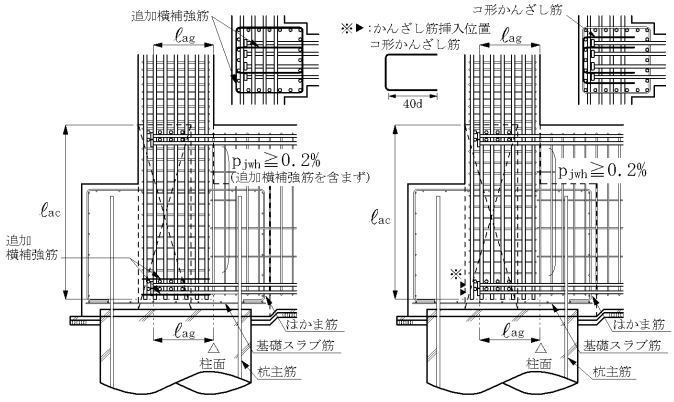


(定着金物を屋外側柱主筋の外側に配置する場合)

Lgo≧Dc+lo, lo=10db
db：基礎梁主筋直径



(基礎梁下端筋定着部を屋外側柱面の外側に延長する場合)



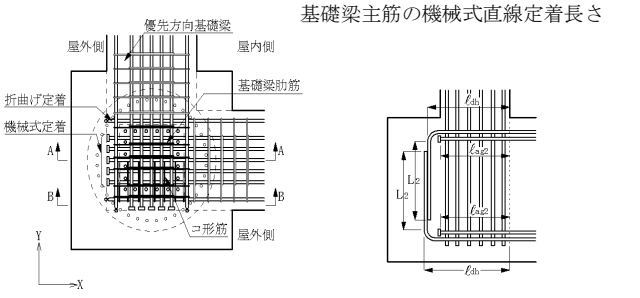
(追加横補強筋を配置する場合)　(かんざし筋を挿入する場合)

【注記】 設計指針14.2節・基礎配筋詳細例(ⅰ)
1)基礎梁下端筋定着部を屋外側柱断面の外側に延長する場合、基礎梁端柱面からの基礎梁下端筋定着長さLgo≧Dc+loまたはL2を基本とする(設計指針11.1節(2)(c)2) 参照)。lo=10db、Dc：柱せいまたは幅、db：基礎梁主筋呼び名の値

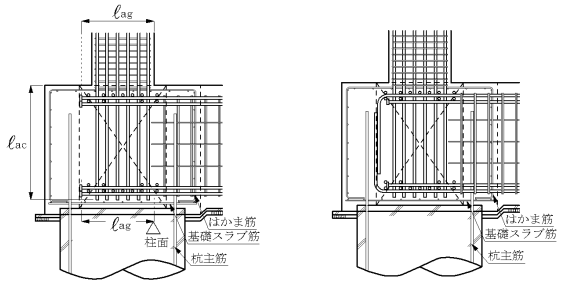
2)杭主筋定着長さldはL2以上とする。ただし、場所打ち杭基礎の場合、Dp≦Dc+2ldとすることが望ましい。L2：JASS 5の直線定着長さ、Dp：杭直径、Dc：柱せいまたは幅

(2) 基礎梁幅広タイプ(柱幅＜基礎梁幅)

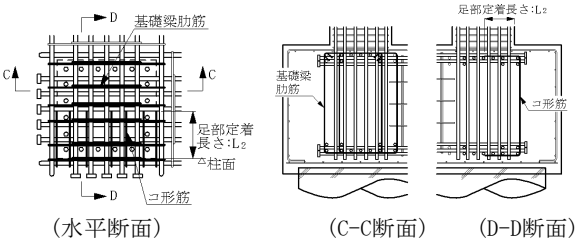
L2: JASS 5の直線定着長さ
ℓdh：折り曲げ定着の投影定着長さ
ℓag(ℓag2:2段筋)：
基礎梁主筋の機械式直線定着長さ



(水平断面)　(梁主筋折曲げ定着部詳細)



(A-A断面)　(B-B断面)



(水平断面)　(C-C断面)　(D-D断面)

【注記】 設計指針14.2節・基礎配筋詳細例(ⅱ)
1)X方向またはY方向の上面(2次筋)側の基礎梁上端筋を拘束する肋筋が配置された基礎梁を優先方向基礎梁とする。この場合、基礎梁断面同士の交差部は、コア部となるように、優先方向基礎梁の肋筋と同鋼種、同径、同間隔の肋筋を配置する。

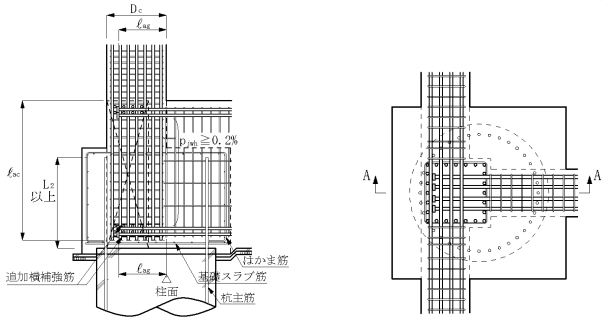
2)基礎梁同士の交差部を最下階外柱・基礎梁接合部とし、その内部には、柱横補強筋を配置せず、優先方向の基礎梁横補強筋比を接合部横補強筋比pjwhとみなしてもよい。

3)柱断面外基礎梁主筋のうち1段目主筋は折曲げ定着とし、上端筋、下端筋ともに、折曲げ後の余長はJASS 5の直線定着長さL2以上とし、2段目主筋は、機械式直線定着としてもよい。

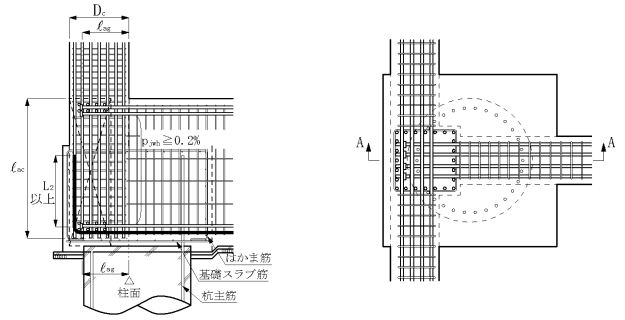
4)最下階隅柱・基礎梁接合部の場合、優先方向基礎梁と直交する直交基礎梁の屋外側柱断面外の主筋定着部には、基礎梁肋筋と同径、同間隔程度のコ形筋を配置する。

(3) 杭偏芯タイプ

（注）柱主筋定着部の直下は、バーサポート
またはそれに代わる受け金物とする。



（杭偏芯が小さい場合：柱主筋が杭主筋で囲まれたコア内の場合）

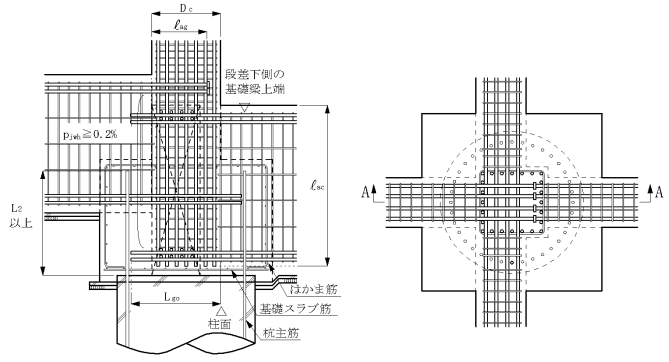


（杭偏芯が大きい場合：柱主筋が杭主筋で囲まれたコア外の場合）

【注記】 設計指針14.2節・基礎配筋詳細例(iii)
1)杭偏芯が小さく、柱主筋が杭主筋で囲まれたコア内に配置される場合、基礎梁下端1段目、2段目主筋ともに、機械式直線定着とし、追加横補強筋を配置している。

2)杭偏芯が大きく、柱主筋が杭主筋で囲まれたコア外に配置される場合、基礎梁下端・1段筋は曲上げ定着Aタイプとし、基礎梁下端2段筋は、機械式直線定着としている。

(4) 段差梁タイプ



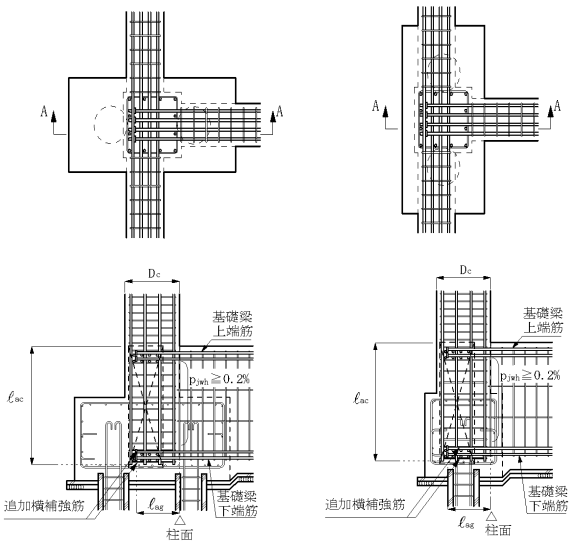
（A-A断面）　（水平断面）

【注記】
1)本図では、左右基礎梁重なり部の主筋定着部は、反対側の梁または基礎フーチングまで延長した準貫通定着としている。
2)準貫通定着による基礎梁主筋の定着長さLgoは、3.4項の鉛直段差梁タイプの注記2)による。
3)最下段の基礎梁下端筋定着部は、(1)項と同様の追加補強を行うことが望ましい。

5.5 既製杭基礎

(1) 標準タイプ

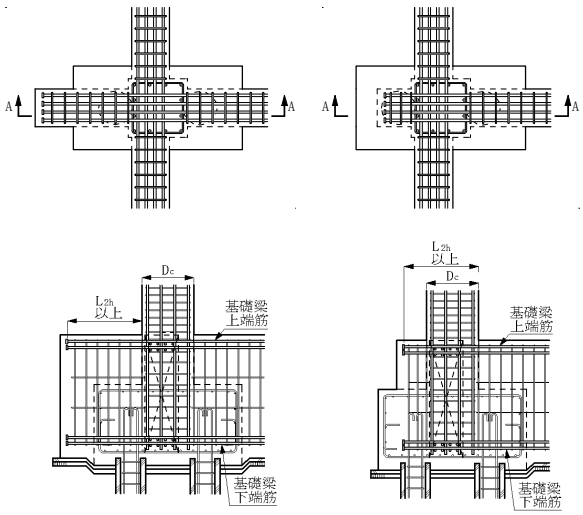
（注）柱主筋定着部の直下は、バーサポート
またはそれに代わる受け金物とする。



（X方向）　（Y方向）

【注記】 設計指針14.2節・基礎配筋詳細例(iv)
本図は、l_{ac}≧L2の直線定着で、XY方向ともに、杭に引抜き力が作用する既製杭基礎の配筋詳細であり、この場合、追加横補強筋および有効なはかま筋を配置することで、基礎梁主筋は機械式直線定着としている。
l_{ac}：柱主筋定着長さ、L2：JASS 5の直線定着長さ

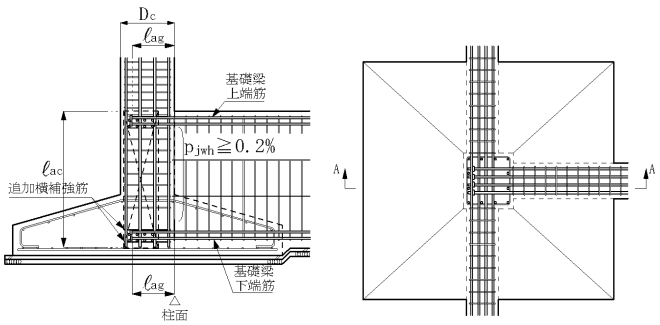
(2) 定着スタブ併用タイプ



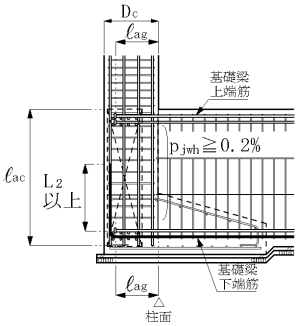
【直交梁付きとみなせる場合】　【直交梁付きとみなせない場合】

【注記】 設計指針12.2節の水平スタブ付きL形接合部の準用
1)直交梁付きとみなせる場合とみなせない場合では、基礎梁主筋の定着起点が異なる。

5.6 直接基礎



(a) 基礎フーチング・外部突出の場合

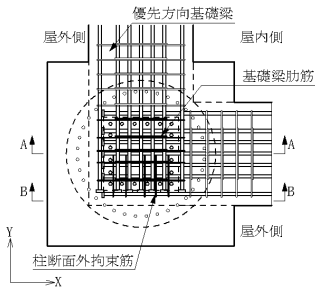


(b) 基礎フーチング・外部突出なしの場合

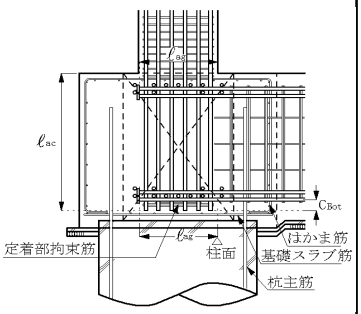
【注記】 設計指針14.2節・基礎配筋詳細例(ｖ)
1)(a)図は、基礎フーチングが外部突出する直接基礎の配筋詳細であり、基礎梁下端筋は機械式直線定着とし、基礎梁下端筋定着部近傍に追加補強筋を配置している。
2)(b)図は、基礎フーチングが外部突出しない直接基礎の配筋詳細であり、基礎梁下端・1段筋は曲上げ定着Aタイプ(在来曲上げ定着)としている。ベタ基礎の場合もこの配筋詳細が適用される。

5.7 柱主筋外定着方式L形接合部

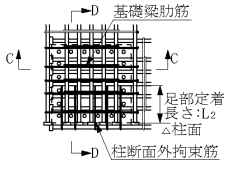
(1) 基礎梁幅広タイプ



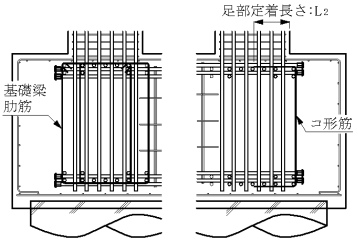
(水平断面)



(A-A断面, B-B断面)



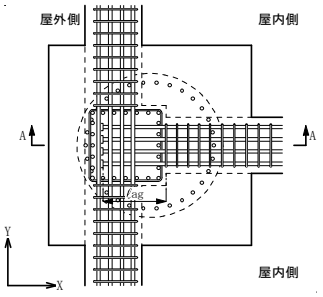
(水平断面)



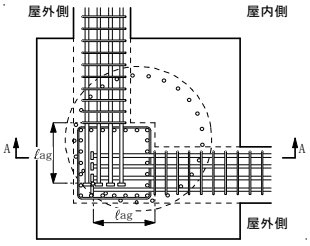
(C-C断面) (D-D断面)

【注記】 柱主筋外定着方式編指針6.2節(1)
1)本図では、5.4(2)と同様、基礎梁同士の交差部全体がコア部となるように、優先方向基礎梁先端まで基礎梁肋筋を配置した。
2)この場合、柱主筋定着部はl_{ac}≧L2の直線定着とし、基礎梁下端筋および上端筋定着部は、XY方向ともに、l_{ag}≧Dcかつl_{ag}≧20dbとし、機械式直線定着としている。l_{ac}：柱主筋定着長さ、L2：JASS 5の直線定着長さ、l_{ag}：梁主筋定着長さ、Dc：柱せい、db：梁主筋呼び名の値
3) また、優先方向基礎梁と直交する基礎梁の柱断面外の主筋定着部には、コ形の柱断面外拘束筋を配置している。

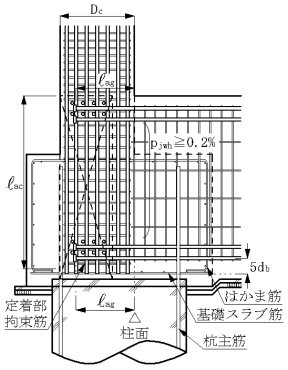
(2) 偏芯が大きい場所打ち杭基礎



(水平断面：側柱)



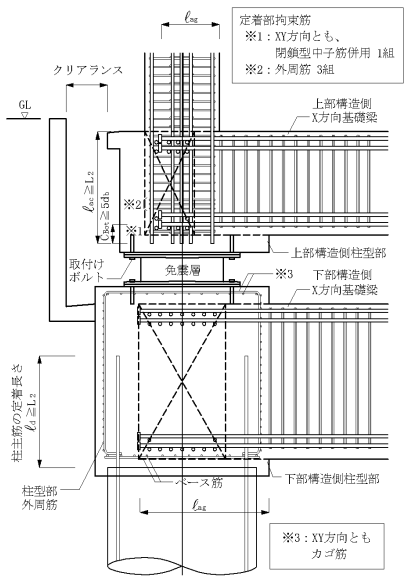
(水平断面：隅柱)



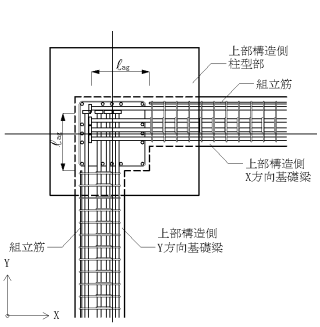
(接合部配筋詳細)

【注記】 柱主筋外定着編指針6.2節(2)
本図は、基礎梁下端筋の定着長さℓ_{ag}が杭断面内に入る配筋詳細であり、この場合、柱主筋定着部はℓ_{ac}≧L2の直線定着とし、基礎梁下端筋の直下に定着部拘束筋を配置し、基礎梁下端筋(1段筋)中心からの柱主筋の突出長さCBotを5dbとし、基礎梁下端筋、上端筋定着部ともに、機械式直線定着としている。ℓ_{ac}：柱主筋定着長さ、L2：JASS 5の直線定着長さ、db：柱主筋呼び名の値

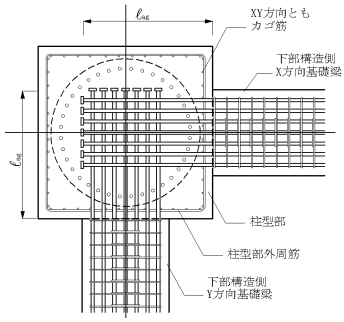
(3) 免震基礎における基礎梁主筋定着部



(鉛直断面)



(上部構造側水平断面)



(下部構造側水平断面)

【注記】 柱主筋外定着方式編指針6.3節

(上部構造側)

1) 上部構造側では、柱主筋定着長さl_{ac}≧L2かつ基礎梁下端筋(1段筋)中心からの柱主筋の突出長さCBot≧5dbとし、基礎梁下端筋定着部に定着部拘束筋を配置している。L2：JASS 5の直線定着長さ、db：柱主筋直径

2) XY方向基礎梁ともに、基礎梁主筋定着部は、柱主筋と接合部横補強筋で囲まれたコア内に配置し、機械式直線定着としている。

(下部構造側)

3) 下部構造側柱型部では、免震層(積層ゴムアイソレータ)接合部に作用する力※に抵抗するとともに、柱型部全体がコアを形成されるように、XY方向ともに、上部からのカゴ筋で覆い、その周囲に外周筋を配置している。

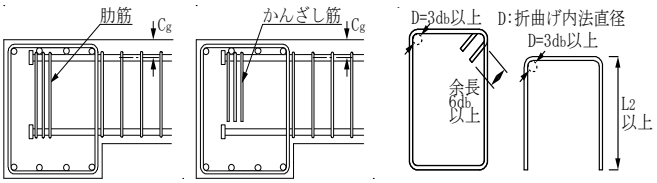
4) XY方向基礎梁ともに、基礎梁下端筋定着部は、直交梁の屋外側下端筋定着部の外側、かつ、杭主筋で囲まれた範囲内に配置し、それぞれ機械式直線定着としている。

5) XY方向基礎梁ともに、基礎梁上下主筋定着長さl_{ag}は同じとしている。

※ (一社)日本免震構造協会：免震部材の接合部・取り付け躯体の設計指針、5. 取り付け躯体の設計、2014.1

6. その他の主筋定着

6.1 小梁、スラブの主筋定着



末端135°　かんざし筋

フック付き肋筋

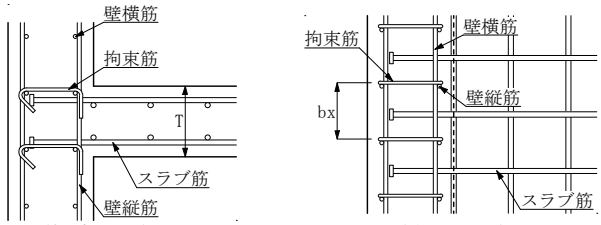
【注記】 設計指針15.1節

1) 小梁上端筋の定着長さl_{ag}は、12db以上、(2/3)B以上かつ設計指針15.1.1項または15.1.2項の規定を満足しなければならない。db：小梁主筋呼び名の値、B：定着側の梁幅

2) 小梁主筋中心から梁上面までのかぶり厚さCgは3db以上とする。

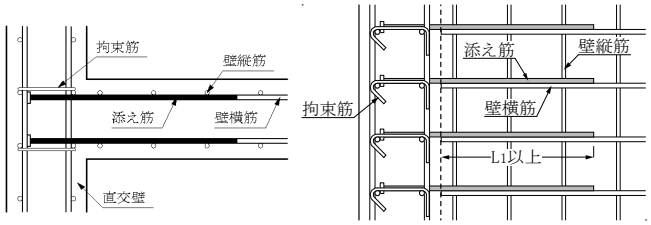
3) 上面拘束筋は、肋筋またはかんざし筋とし、定着金物近傍に配置する。

6.2 壁接合部における鉄筋定着



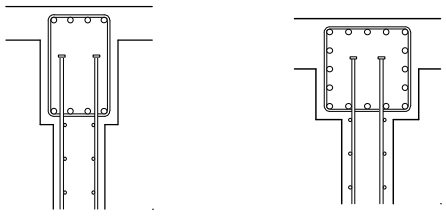
(鉛直断面)　(水平断面)

【壁・床接合部】



(水平断面)　(鉛直断面)

【壁・壁接合部】



(鉛直断面)　(水平断面)

【壁・梁(柱)接合部】

【注記】 設計指針15.5節

1) 壁筋は、壁筋、帯筋または肋筋の内側に定着することを基本とし、壁筋の定着長さl_aは、梁主筋必要定着長さl_{ao}以上、12db以上、かつ、壁厚さ、柱、梁断面の幅またはせいの(1/2)倍以上とする。db：壁筋の呼び名の値

2) 壁・床接合部の場合、拘束筋比pwa≧0.2%を目安に、上下スラブ筋近傍に拘束筋を配置する。pwaは下式による。

$$pwa = nz \cdot aw / (bx \cdot T)$$

aw：拘束筋1本の断面積、nz：床と壁交差部内の拘束筋本数
bx：拘束筋の水平方向の間隔、T：スラブ厚さ

3) 壁・壁接合部の場合、壁横筋の端部に添え筋を配置し、添え筋端部を機械式定着としてもよい。この場合、壁・床接合部と同様に、拘束筋を配置する。

（参考資料）　DB ヘッド製造業者一覧

認定番号	認定業者	手動機	半自動機	自動機	地区	認定日	資格更新日
ＤＢＨＣ06-01	株式会社ディビーエス		○	○●	愛知県	H18. 12. 1	R4. 10. 11
ＤＢＨＣ07-01	有限会社糟谷工業所	○			愛知県	H19. 4. 4	R3. 3. 6
ＤＢＨＣ07-02	松栄工業株式会社	○			埼玉県	H19. 4. 4	R4. 7. 20
ＤＢＨＣ07-03	西部スチール株式会社			○●	埼玉県	H19. 4. 4	R7. 2. 3
ＤＢＨＣ07-05	株式会社嘉藤工業所	○			愛知県	H19. 4. 4	R7. 2. 10
ＤＢＨＣ07-06	株式会社藤元工業	○		○	徳島県	H19. 4. 4	R3. 9. 30
ＤＢＨＣ07-07	株式会社東圧	○			北海道	H19. 6. 22	R7. 10. 16
ＤＢＨＣ07-09	北陸ガス圧接株式会社	○			石川県	H19. 6. 22	R7. 9. 26
ＤＢＨＣ08-04	株式会社阿部鋼業			○	神奈川県	H20. 3. 9	R5. 10. 2
ＤＢＨＣ08-05	有限会社大東圧接	○			東京都	H20. 3. 9	R6. 12. 2
ＤＢＨＣ08-06	株式会社東京ガス圧接	○			秋田県	H20. 3. 9	R8. 2. 8
ＤＢＨＣ08-08	株式会社甲斐ガス圧接	○			東京都	H20. 4. 13	R6. 6. 28
ＤＢＨＣ08-24	株式会社ケイ工業			○	鹿児島県	H20. 6. 1	R5. 12. 15
ＤＢＨＣ08-26	株式会社サンエーテック			○	宮城県	H20. 8. 8	R8. 2. 25
ＤＢＨＣ08-31	株式会社スチール・ワン			○	神奈川県	H20. 11. 16	R7. 6. 16
ＤＢＨＣ08-32	株式会社北武			○	埼玉県	H20. 11. 16	R7. 4. 14
ＤＢＨＣ08-33	株式会社西圧	○			福岡県	H20. 11. 23	R5. 11. 9
ＤＢＨＣ08-36	有限会社田川圧接工業	○			福岡県	H20. 5. 18	R4. 7. 2
ＤＢＨＣ08-38	株式会社日本コネクト	○			熊本県	H20. 5. 18	R7. 2. 3
ＤＢＨＣ08-39	有限会社別府金物店	○			宮崎県	H20. 5. 18	R4. 1. 14
ＤＢＨＣ08-40	株式会社佐々木工務店	○			鹿児島県	H20. 5. 18	R6. 12. 2
ＤＢＨＣ08-41	株式会社九州ワーク	○			鹿児島県	H20. 6. 1	R4. 1. 6
ＤＢＨＣ08-42	株式会社ダイイチテック	○			新潟県	H20. 6. 8	R8. 1. 6
ＤＢＨＣ08-43	有限会社Ｓ．Ｋプラン	○			新潟県	H20. 6. 8	R3. 6. 14
ＤＢＨＣ08-49	株式会社武光	○			福岡県	H20. 11. 23	H27. 9. 18
ＤＢＨＣ08-50	有限会社日本ガス圧接四国	○			香川県	H20. 11. 23	R7. 5. 13
ＤＢＨＣ09-01	株式会社沖縄ガス圧接	○		○	沖縄県	H21. 3. 1	R5. 5. 22
ＤＢＨＣ09-06	三和機工株式会社			●	愛知県	H21. 4. 5	R2. 4. 15
ＤＢＨＣ09-07	株式会社九州高野	○		○	福岡県	H21. 4. 12	R7. 4. 14
ＤＢＨＣ09-08	東海ガス圧接株式会社	○			静岡県	H21. 4. 18	R6. 5. 27
ＤＢＨＣ09-09	羽柴鋼業株式会社			○	岐阜県	H21. 4. 18	R5. 12. 11
ＤＢＨＣ09-12	有限会社小池工業	○			愛知県	H21. 8. 8	R7. 6. 16
ＤＢＨＣ10-02	中野工業株式会社	○			大阪府	H22. 4. 17	R2. 5. 11
ＤＢＨＣ10-03	株式会社橋本組			○	大阪府	H22. 4. 17	R4. 3. 10
ＤＢＨＣ10-04	有限会社玉巻工業所	○			大阪府	H22. 6. 16	R5. 2. 20
ＤＢＨＣ10-08	大野ガス圧接株式会社	○			福岡県	H22. 7. 5	R8. 1. 8
ＤＢＨＣ11-01	株式会社大隅工業	○			福岡県	H23. 1. 8	R8. 1. 8
ＤＢＨＣ11-02	有限会社築城工業	○			福岡県	H23. 1. 23	R8. 2. 25
ＤＢＨＣ11-03	有限会社サンアイ工業			○	神奈川県	H23. 1. 23	R7. 9. 18
ＤＢＨＣ11-09	北豊鋼材株式会社			○	北海道	H23. 5. 27	R6. 5. 28
ＤＢＨＣ11-10	株式会社林圧接	○			岡山県	H23. 6. 18	R7. 9. 26
ＤＢＨＣ11-15	有限会社ゴンダ			○	広島県	H23. 8. 28	R4. 2. 15
ＤＢＨＣ11-16	株式会社テッケン	○			岡山県	H23. 10. 2	R4. 3. 10
ＤＢＨＣ11-17	株式会社広島ガス圧接	○			広島県	H23. 10. 30	R4. 6. 7
ＤＢＨＣ11-18	株式会社田頭工業	○			大阪府	H23. 12. 3	R4. 4. 26
ＤＢＨＣ11-19	大谷製鉄株式会社			○	富山県	H23. 12. 7	R4. 2. 28
ＤＢＨＣ12-03	株式会社松福	○			福岡県	H24. 3. 25	R4. 2. 15
ＤＢＨＣ12-05	有限会社サトーガス圧接	○			島根県	H24. 6. 3	R4. 7. 5
ＤＢＨＣ12-06	有限会社中越ガス圧接工業	○			富山県	H24. 6. 3	R4. 6. 9
ＤＢＨＣ12-07	株式会社スギウラ鉄筋	○			愛知県	H24. 6. 3	R8. 2. 26
ＤＢＨＣ12-08	株式会社ＹＡＭＡＡＴＵ	○			愛知県	H24. 6. 3	R4. 5. 16
ＤＢＨＣ12-09	北越メタル株式会社			○	新潟県	H24. 7. 7	R4. 12. 6
ＤＢＨＣ12-10	有限会社田埜ガス圧接	○			徳島県	H24. 9. 16	R4. 7. 20
ＤＢＨＣ12-11	株式会社杉村工業	○			愛知県	H24. 12. 9	R7. 4. 14
ＤＢＨＣ13-02	株式会社旭都鉄筋工業所	○			北海道	H25. 3. 18	R5. 5. 22
ＤＢＨＣ13-03	株式会社モリタビルド			○	岡山県	H25. 5. 19	R5. 7. 31
ＤＢＨＣ13-04	有限会社恵美工業	○			佐賀県	H25. 6. 2	R5. 7. 6
ＤＢＨＣ13-05	栄進工業株式会社	○		○	福岡県	H25. 9. 1	R5. 11. 9

ＤＢＨＣ14-01	武田建設株式会社			○	香川県	H26.3.21	R7.11.6
ＤＢＨＣ14-02	木下工業株式会社	○			高知県	H26.4.13	R6.3.17
ＤＢＨＣ14-04	株式会社和興	○		○	千葉県	H26.5.25	R6.6.28
ＤＢＨＣ14-05	飛田鉄筋工業株式会社	○			埼玉県	H26.5.25	R1.6.5
ＤＢＨＣ15-02	南武株式会社			○	東京都	H27.10.7	R5.2.20
ＤＢＨＣ15-03	株式会社Ｗ・Ｅ・Ｌ・Ｔ	○			東京都	H27.11.29	
ＤＢＨＣ16-01	株式会社アクティス	○			福岡県	H28.2.21	R3.3.8
ＤＢＨＣ16-02	株式会社アイアンジョイント	○			熊本県	H28.2.21	R3.3.8
ＤＢＨＣ16-03	株式会社岩井鉄筋工業	○			福岡県	H28.2.21	R4.6.19
ＤＢＨＣ16-04	有限会社共同ガス圧接	○			埼玉県	H28.3.7	R3.3.11
ＤＢＨＣ16-05	株式会社函館圧接工業	○			北海道	H28.3.20	R7.11.14
ＤＢＨＣ16-06	中山鋼業株式会社			●	大阪府	H28.6.28	R7.8.12
ＤＢＨＣ16-07	株式会社ヒムロ	○			福岡県	H28.8.21	R3.5.10
ＤＢＨＣ17-01	有限会社平野工業所	○			愛知県	H29.2.5	R4.2.28
ＤＢＨＣ17-02	株式会社創栄工業	○			東京都	H29.2.5	R4.2.17
ＤＢＨＣ17-03	株式会社キンキ	○			大阪府	H29.2.5	R2.9.5
ＤＢＨＣ17-04	平木工業株式会社	○			長崎県	H29.2.26	R4.2.15
ＤＢＨＣ17-05	有限会社大分ガス圧接工業	○			大分県	H29.4.16	R5.4.6
ＤＢＨＣ17-06	上村鉄筋建設株式会社	○		○	熊本県	H29.4.16	R4.6.9
ＤＢＨＣ17-07	有限会社深田工業	○		○	埼玉県	H29.7.23	R4.12.6
ＤＢＨＣ17-08	有限会社伊藤鉄筋工業北九州支店	○			福岡県	H29.12.3	R4.12.26
ＤＢＨＣ18-01	小野建株式会社			○	神奈川県	H30.2.7	R7.7.18
ＤＢＨＣ18-02	国井興業株式会社			○●	埼玉県	H30.2.7	R5.2.20
ＤＢＨＣ19-01	アイズ継手技工株式会社	○		○	愛知県	H31.1.22	R8.1.8
ＤＢＨＣ19-02	株式会社共進鋼業			○	茨城県	R1.10.1	R7.12.12
ＤＢＨＣ20-01	株式会社玄工	○			愛知県	R2.2.29	R8.2.25
ＤＢＨＣ20-02	株式会社ＳＵＧＡＹＡ	○			埼玉県	R2.6.9	
ＤＢＨＣ20-03	株式会社西原鉄建工業			○	岩手県	R2.7.11	
ＤＢＨＣ20-04	株式会社サンエーテクノ	○			福岡県	R2.9.5	R7.11.6
ＤＢＨＣ20-05	株式会社テツヨシ	○			愛媛県	R2.11.7	R7.12.12
ＤＢＨＣ21-01	丸辰工業株式会社			○	千葉県	R3.1.7	R8.2.25
ＤＢＨＣ21-02	松英工業株式会社	○			愛知県	R3.3.6	
ＤＢＨＣ21-03	株式会社中部圧接	○			愛知県	R3.3.6	
ＤＢＨＣ21-04	フルノ鋼業株式会社			○	埼玉県	R3.12.22	
ＤＢＨＣ22-01	有限会社村吉ガス圧接工業	○			沖縄県	R4.8.20	
ＤＢＨＣ23-01	株式会社熊本圧接	○			熊本県	R5.2.19	
ＤＢＨＣ23-02	株式会社三協クリエイト			○	埼玉県	R5.3.1	
ＤＢＨＣ23-03	有限会社扇工業	○			福岡県	R5.7.16	
ＤＢＨＣ23-04	宮尾鉄筋株式会社	○			長野県	R5.11.19	
ＤＢＨＣ23-05	有限会社安江建鐵工業			○	大阪府	R5.11.19	
ＤＢＨＣ23-06	京阪圧接株式会社	○		○	大阪府	R5.11.19	
ＤＢＨＣ24-01	イワタ継手鋼業株式会社	○			岐阜県	R6.3.10	
ＤＢＨＣ24-02	東海継手鋼業株式会社	○			岐阜県	R6.3.10	
ＤＢＨＣ24-03	株式会社肥前溶圧	○			佐賀県	R6.4.19	R8.1.21
ＤＢＨＣ24-04	株式会社雅樹工業	○			愛知県	R6.8.4	
ＤＢＨＣ24-05	株式会社戸川工業	○			愛知県	R6.8.4	
ＤＢＨＣ24-06	仲辻工業株式会社			○	大阪府	R6.8.20	
ＤＢＨＣ24-07	有限会社サンキ工業	○			福岡県	R6.9.1	
ＤＢＨＣ24-08	株式会社メガテックス	○			福岡県	R6.9.1	

(注)「資格更新日」は、DBヘッド標準製造要領書2.2節で定めた資格更新講習を受け、資格更新を行った年月日を示す。

●：高周波誘導加熱方式DBヘッド製造装置