

建築構造技術評価報告書

DBヘッド定着工法

申込者：株式会社ディビーエス



2015年7月31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

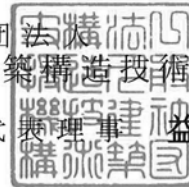
技術名称： DB ヘッド定着工法

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、2015年7月31日付けの技術評価書(SABTEC 評価 11-03R3)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。

2015年7月31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
委員	岸本 一蔵	近畿大学建築学部建築学科	教授
〃	菅野 俊介	広島大学	名誉教授
〃	田才 晃	横浜国立大学大学院都市イノベーション研究院	教授
〃	丸田 誠	島根大学大学院総合理工学研究科	教授
〃	三谷 勲	神戸大学	名誉教授

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

技術概要： 本工法は、円形リング状定着板(DBリング)とその両側の鉄筋こぶを定着具(DBヘッド)とした機械式定着工法であり、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)を取得している。同評価は、(財)日本建築総合試験所・機械式鉄筋定着工法研究委員会「機械式鉄筋定着工法設計指針(2010年改定)」に準拠した設計指針について行われている。DBヘッド製造装置には、DBヘッド標準製造要領書で規定された手動、半自動、自動および高周波誘導加熱方式の4種類がある。

SABTEC 評価 11-03R1(2012年9月20日)は、「設計指針(2012年)」および適用範囲拡大の妥当性についてであり、SABTEC 評価 11-03R2(2014年9月19日)は、SABTEC 機械式定着工法 設計指針(2014年)に準拠した「設計指針(2014年)」および「DBヘッド標準製造要領書」について行われている。今回の技術評価は、「設計指針(2014年)」発刊後に判明した点が改定された「設計指針(2015年)」の妥当性について行われている。

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。

2015年7月31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(2015年)および説明資料
これらの資料には、本工法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、DBヘッド標準製造要領書および関連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。

技術評価内容

申込者

株式会社 ディービーエス
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

適用範囲

- (1) 建築物の構造 鉄筋コンクリート造、鉄骨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/mm²以上、かつ、60 N/mm²以下
鉄筋：（種類） SD295A, B, 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

技術評価に際して行われた実験等の概要

本技術の妥当性を確認した試験および実験は、以下の通りである。

開発当初、2メーカーの鉄筋を用い、種類(鋼種)、呼び名、DB リング背面側鉄筋こぶの突出長さを試験因子とした合計 84 本の試験結果を基に、DB ヘッド各部の寸法および標準製造条件が定められている。さらに本工法によるト形接合部試験体(計 4 体)および小梁主筋定着部試験体(計 6 体)の実験が行われ、ト形接合部および小梁主筋定着部の構造性能は、他の機械式定着金物を用いた場合と同等の構造性能を有することを確認している。

標準製造要領書に従い製造した 8 メーカーの鉄筋を用いた試験片(計 171 本)では、DB リング孔内面と鉄筋外面との隙間は DB ヘッドの強度と相関せず、品質管理試験による 14 メーカーの鉄筋を用いた試験片(計 3, 726 本)は、すべて鉄筋母材破断となることを確認している。

SABTEC 評価 11-03R1 (2012 年 9 月 20 日)では、適用範囲に追加した SD490 鉄筋について、自動装置および高周波誘導加熱方式の DB ヘッド製造装置によって製造した DB ヘッドは、鉄筋母材破断となることを確認している。また、孔径 ϕ h39.5mm (D35) の DB リングを用いた場合にも、各装置によって製造した DB ヘッドは、いずれも鉄筋母材破断となることを確認している。

技術評価の主な審議事項

建築構造技術審議委員会での主な審議事項は、以下の通りである。

- 1) 「DB ヘッド定着工法 設計指針(2015年)」の妥当性

技術評価の経過

2015年7月31日の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 技術資料

- DB ヘッド定着工法 設計指針(2015 年)
- DB ヘッド 標準製造要領書

DB ヘッド定着工法 設計指針(2015年)

目次

【総則・材料編】

1章 総則	
1.1 適用範囲	設計 1-1
1.2 用語	設計 1-3
2章 材料	設計 1-4

【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	
4.1 終局強度設計の基本方針	設計 2-3
4.2 保証限界層間変形角の算定	設計 2-7
4.3 接合部せん断力の設計条件	設計 2-10
4.4 共通構造規定	設計 2-12
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	設計 2-15
5.2 終局強度設計用せん断力算定の注意事項	設計 2-23
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	
7.1 ト形、T形、L形、十字形接合部における横補強筋	設計 2-26
7.2 T形、L形接合部におけるかんざし筋	設計 2-31
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	設計 2-34
8.2 ト形、T形、L形、十字形接合部における柱主筋定着部	設計 2-39
8.3 L形接合部における梁主筋定着部	設計 2-42
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	設計 2-45
9.2 許容応力度設計における構造規定	設計 2-45
9.3 柱梁接合部の短期許容せん断力に関する設計	設計 2-46
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 2-49

【応用設計編】

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	設計 3-1
11.2 水平段差梁付き柱梁接合部	設計 3-7
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	設計 3-9
12.2 水平スタブ付き柱梁接合部	設計 3-11
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	設計 3-12
13.2 上階柱絞り柱梁接合部	設計 3-13

13.3	円形断面柱梁接合部	設計 3-19
13.4	丘立ち柱が接続する逆 T 形接合部	設計 3-20
14 章	最下階柱・基礎梁接合部	
14.1	接合部せん断設計	設計 3-21
14.2	柱、梁主筋定着設計	設計 3-23
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	設計 3-34
15.2	片持梁主筋先端部の納まり	設計 3-41
15.3	梁・梁接合部内の梁主筋定着部	設計 3-42
15.4	壁接合部における鉄筋定着部	設計 3-44
	参考文献	設計 3-45

【SRC 柱梁接合部編】

(付録) 設計指針関連資料

【標準配筋詳細仕様書】

1章 総則

1.1 適用範囲

本指針は、鉄筋コンクリート(RC)造、鉄骨鉄筋コンクリート(SRC)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において、DBヘッド定着工法による以下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

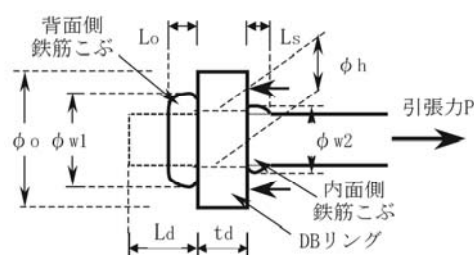
本指針に記載されていない事項は、関連する法令及び基・規準類による。

【解説】

(1) DBヘッド定着工法の概要

本工法は、解図 1.1 に示すように、円形リング状定着板(DBリング)とその両側に形成させた鉄筋こぶを定着具(DBヘッド)とした機械式定着工法である。

DBリングは球状黒鉛鋳鉄品(FCD700-2 : JIS G 5502)であり、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部を加熱し、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

(2) DBヘッド定着工法の開発経緯

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、(財)日本建築総合試験所・機械式鉄筋定着工法研究委員会「機械式鉄筋定着工法設計指針(2010年改定)¹⁻⁹⁾」(以下、GBRC委員会指針と略記する)に準拠したDBヘッド定着工法設計指針(2011年)およびDBヘッド標準製造要領書の妥当性について、SABTEC評価11-03(2011年10月12日)を取得している。

SABTEC評価11-03R1(2012年9月20日)の技術評価は、「設計指針(2012年)」および適用範囲拡大の妥当性について行われている。適用範囲には、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リングが追加された。SABTEC評価11-03R2(2014年9月19日)の技術評価は、SABTEC機械式定着工法設計指針(2014年)に準拠した「設計指針(2014年)」および「DBヘッド標準製造要領書」についてであり、今回の技術評価は、「設計指針(2014年)」発刊後に判明した点が改定された「設計指針(2015年)」の妥当性について行われている。修正箇所は、(付録7)「設計指針修正一覧」に掲載されている。

(3) 本設計指針の作成方針

DB ヘッドと同種の円形定着板の場合、ト形、T 形、L 形部分架構の既往実験を基に、ネジ節鉄筋定着金物と同様、設計で保証すべき終局耐力および変形性能を有することが確認されている（「説明資料」円形定着板・ネジ節鉄筋定着金物比較編 参照）。

これらより、本設計指針では、【総則・材料編】の1章「総則」および2章「材料」にDBヘッドの基本事項を示し、GBRC 委員会指針に準拠した【基本設計編】、【応用設計編】、【SRC 柱梁接合部編】を示した。また、本設計指針では、指針本文と解説のほかに、【標準配筋詳細編】を示し、実用性を高めている。

(4) その他の関連諸基・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(2010年)
- ・ 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建築物の靱性保証型耐震設計指針・同解説(1999年)
- ・ 日本建築学会：鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説(2010年)
- ・ 日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説：JASS5 鉄筋コンクリート工事(2015年)
- ・ 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(2001年)
- ・ 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年)
- ・ 日本建築学会：各種合成構造設計指針・同解説(2010年)
- ・ 日本建築学会：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）
- ・ 日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説 JASS10 プレキャスト鉄筋コンクリート工事（2013年）
- ・ 日本建築学会：壁式構造配筋指針・同解説(2013年)
- ・ 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：2015年度版 建築物の構造関係技術基準解説書
- ・ 国土交通省住宅局監修：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、靱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つては、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。

(5) 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。

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 リングを挿入した後、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：先端部に DB ヘッドを取り付けた異形鉄筋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】

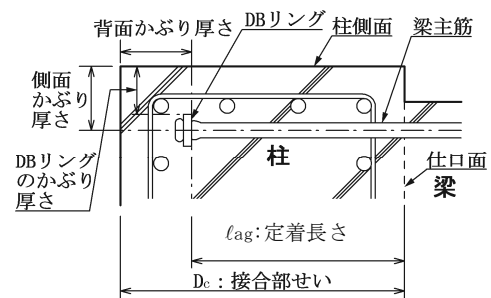
(1) DB ヘッドの定着長さ

DBヘッドの定着長さ(lag)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する。

また、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(lag)を差し引いた距離とした。

(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ヘッド各部が破断しないことを保証するために、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た。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。



解図 1.2 DB ヘッドの定着長さ

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： $21\text{N/mm}^2 \sim 60\text{N/mm}^2$

(2) 鉄筋

- ① 規格： JIS G 3112(鉄筋コンクリート用棒鋼)の規格に適合する異形鉄筋
- ② 鋼種： D295A, B, SD345, SD390, SD490
- ③ 呼び名： D16～D41

(3) DBリングの材質は表 2.1、標準寸法は表 2.2 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	SD295A, B ～SD490

表 2.2 DBリングの標準寸法

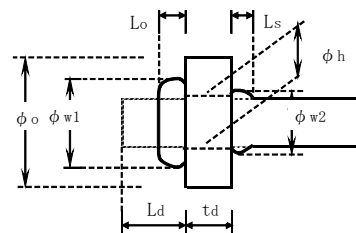
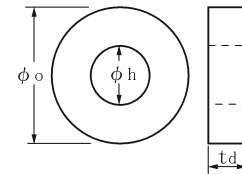
鉄筋呼び名	外径 ϕ_o (mm)	孔径 ϕ_h (mm)	板厚 t_d (mm)	支圧面積比 α_p
D16	40	18.0	10	5.3
D19	45	20.5	12	4.5
D22	55	24.0	14	5.1
D25	60	27.0	15	4.6
D29	70	31.0	18	5.0
D32	80	34.0	20	5.3
D35	85	37.5 39.5	21	4.9
D38	95	41.5	23	5.2
D41	100	44.5	25	4.9

(4) 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 F_c が 60N/mm^2 を超え 80N/mm^2 までの場合、 F_c 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ものとする。

(2) 鉄筋

SABTEC 評価 11-03R1 (2012 年 9 月 20 日) の技術評価は、鉄筋の適用範囲に SD490 を追加した。これは、DB ヘッド標準製造要領書に示すように、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る。

一方、鉄筋の許容応力度は、解表 2.1 の建設省告示 2464 号および国土交通省告示 1024 号による値とする。

解表 2.1 鉄筋の許容応力度

(単位 : N/mm²)

鋼種	長 期		短 期	
	引張、圧縮	せん断補強	引張、圧縮	せん断補強
SD295A, B	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。

(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、表 2.2 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。また、DB リングの孔径 ϕ_h は、RC 配筋指針¹⁻⁵⁾に示されている異形鉄筋の最外径を参考にして定められており、DB リングの厚さ t_d は、DB リングの面外強度を考慮し、鉄筋直径 d_b の 0.6 倍程度としている。

SABTEC 評価 11-03R1 (2012 年 9 月 20 日) の技術評価では、一部鉄筋メーカーの D35 鉄筋の最外径を考慮し、表 2.2 に示すように、孔径 ϕ_h 39.5mm の DB リングを適用範囲に追加している。

【基本設計編】

3章 設計の原則

RC造の柱梁接合部および柱、梁主筋定着部は、骨組のメカニズム時まで破壊しないように、本設計指針4章～8章の終局強度設計によることを基本とし、以下の1)～4)を考慮して設計する。

- 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) 10章の構造規定を満足する場合、技術基準解説書によって設計してもよい。
- 4) 応用設計編11章～15章は、設計対象の接合部形状に応じて適用する。

【解説】

(1) 基本事項

本設計指針では、柱梁接合部および柱、梁主筋定着部の設計は、終局強度設計によることを基本とし、終局強度設計を行った柱梁接合部および柱、梁主筋定着部は、下記の目標性能の達成が実験で確認されているので、長期、短期許容応力度設計を省略してもよい。

- ・ 柱梁接合部は、長期荷重時に使用上支障となるひび割れを起こさず、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。

(2) 骨組のメカニズム時の定義

骨組のメカニズム時は崩壊機構形成時として定義される。通常、弾塑性増分解析による場合、骨組のDs算定時をメカニズム時として扱われるので、本設計指針では、骨組のDs算定時もメカニズム時として扱ってもよいものとする(5.1.2項 参照)。

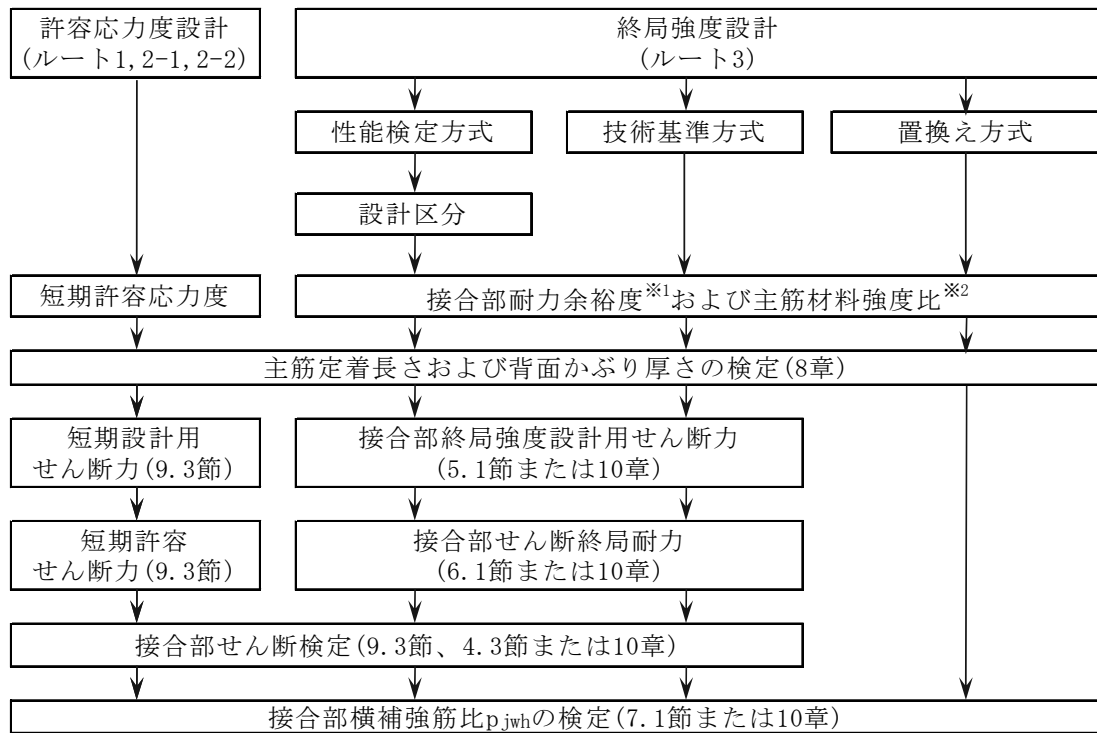
(3) 設計フロー

解図3.1に、本設計指針による柱梁接合部および柱、梁主筋定着部の設計フローを示す。

同図中、「性能検定方式」は4章～8章の終局強度設計の検定であり、「技術基準方式」は10章(1)1)の技術基準解説書¹⁻⁹⁾に準拠した終局強度設計の検定である。

「置換え方式」は、10章(1)2)に示すように、技術基準解説書に従い、一貫構造計算プログラムによって折曲げ定着を想定した柱梁接合部についてせん断検定を行った後、10章(2)の構造規定を満足することを確認し、折曲げ定着を機械式定着に置き換えるための検定である。

設計ルート1, 2-1, 2-2による許容応力度設計の場合にも、技術基準解説書に従い、折曲げ定着による柱梁接合部についてせん断検定を行い、同検定を満足する場合、10章(2)の構造規定を満足すれば、折曲げ定着を機械式定着に置き換えることができる。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は言及されていない(9.2節の解説 参照)。



(注)※1 接合部耐力余裕度は、技術基準解説書による接合部応力割増し係数と同じ意味とする。
 ※2 主筋材料強度比は、柱梁接合部内の主筋の規格降伏点に対する材料強度の比を表す。
 性能検定方式の場合、靱性保証型設計指針と同様、材料強度は上限強度算定用材料強度とする。
 技術基準方式および置換え方式の場合、技術基準解説書と同様、材料強度は告示の値とする。

解図 3.1 本設計指針による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) 設計区分および目標性能

ト形、T形、L形、十字形接合部は、それぞれ設計区分Ⅰ、Ⅱのいずれかの設計限界層間変形角 R_{uD} がメカニズム時層間変形角以上となるように設計する。設計区分Ⅰは、目標性能①を満足する場合に適用し、設計区分Ⅱは、目標性能②を満足する場合に適用する。

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、設計限界層間変形角 R_{uD} 以上の変形性能を保証する終局耐力を有すること。

(2) 設計限界層間変形角 R_{uD} の設定

設計限界層間変形角 R_{uD} は、設計区分に係わらず、式(4.1)を満足しなければならない。

$$R_{80min} \geq \phi_s \cdot R_{uD} \quad (4.1)$$

ϕ_s は安全率であり、2.0 とする。

式(4.1)中の R_{80min} は、保証限界層間変形角であり、式(4.2)で算定する。また、弾塑性増分解析による D_s 算定時層間変形角が、ト形、L形、十字形接合部では 1/50 以下、T形接合部では 1/67 以下でも、設計限界層間変形角 R_{uD} は、表 4.1 の値以上とする。

表 4.1 設計限界層間変形角 R_{uD} の下限値

接合部の種類	設計区分	
	Ⅰ	Ⅱ
ト形、L形、十字形	1/75	1/50
T形	1/100	1/67

(潜在ヒンジ) (降伏ヒンジ)

(3) 柱梁接合部のせん断設計および設計で想定する破壊形式

ト形、T形、L形、十字形接合部は、4.3 節による接合部せん断力の設計条件を満足するように設計する。設計で想定する破壊形式は、原則として、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、引張軸力を受ける柱に接続するト形接合部については、柱曲げ降伏型を許容する。

一方、L形接合部は、12 章による定着スタブを設けるなどし、柱主筋定着破壊を防止した場合、T形接合部と同様、柱曲げ降伏型としてもよい。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。

【解説】

(1) 設計区分および目標性能

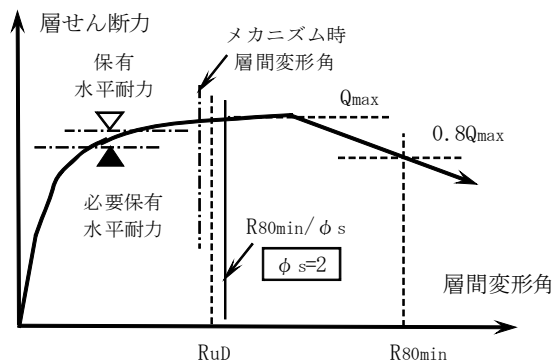
設計区分ⅠとⅡは、メカニズム時の降伏ヒンジの発生状況によって使い分けられる。すなわち、設計区分Ⅰは、柱および梁が材端部に降伏ヒンジを形成しない場合、設計区分Ⅱは、柱または梁が材端部に降伏ヒンジを形成する場合に適用する。設計区分Ⅰ(目標性能①を満足する場合)では、柱梁接合部における早期の脆性破壊を防止し、設計区分Ⅱ(目標性能②を満足する場合)では、柱または梁の曲げ降伏後の十分な変形性能を保証する。

(2) 設計限界層間変形角 R_{uD} の設定

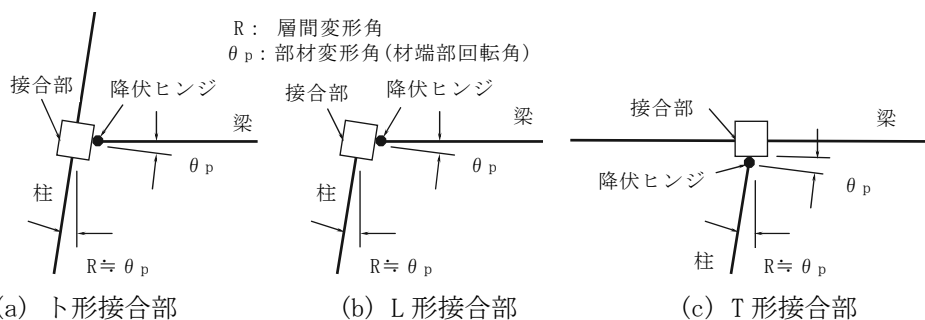
RC 骨組の場合、通常、最上階と最下階を除く一般階では、保有水平耐力時層間変形角は 1/100 程度であり、その 2 倍程度の層間変形角に達しても、柱梁接合部はせん断破壊を起こさないことを保証すべきである。すなわち、設計で保証すべき設計限界層間変形角 R_{uD} は、解図 4.1 に示すように、メカニズム時層間変形角以上とする必要がある。

上記の観点から、 D_s 算定時層間変形角が、ト形、L 形、十字形接合部では 1/50 以下、T 形接合部では 1/67 以下でも、設計限界層間変形角 R_{uD} は、表 4.1 の値以上とした。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 と概ね等しい。

これらより、設計区分 II の設計限界層間変形角 R_{uD} の下限は、靱性保証型指針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)を基に、梁曲げ降伏型ト形、L 形、十字形接合部の場合 1/50、柱曲げ降伏型 T 形接合部の場合 1/67 とした。また、設計区分 I の R_{uD} は、靱性保証型指針に示された潜在ヒンジ柱と降伏ヒンジ柱の終局部材角の目安値(1/100 と 1/67)の比(2/3)を基に、設計区分 II の R_{uD} の(2/3)倍とした。



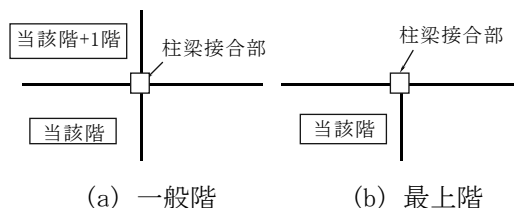
解図 4.1 メカニズム時層間変形角、設計限界層間変形角 R_{uD} と保証限界層間変形角 R_{80min}



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

靱性保証型指針によると、降伏ヒンジ部材は終局限界状態に降伏ヒンジが発生する部材、潜在ヒンジ部材は降伏ヒンジが発生する可能性のある部材と定義される。すなわち、設計区分 I では、メカニズム時に降伏ヒンジを形成しない柱、梁でも、それらを潜在ヒンジ部材とし、同部材が接続する柱梁接合部として設計する。

また、一般階の D_s 算定時層間変形角は、安全側の値とするために、解図 4.3 に示すように、当該階とその上階の D_s 算定時層間変形角の大きい方の値とする。



解図 4.3 D_s 算定時層間変形角の適用対象階

一方、層間変形角が $1/150 \sim 1/100$ になると、柱または梁が材端部に降伏ヒンジを形成する可能性が高い¹⁻²⁾。すなわち、設計区分は、解図 4.4 に示すように、概略的に、 D_s 算定時層間変形角が $1/150 \sim 1/100$ 以上の場合を設計区分 II、 $1/150 \sim 1/100$ 未満の場合を設計区分 I として判別できる。

(3) 設計限界層間変形角 R_{uD} と保証限界層間変形角 R_{80min}

ト形、T形、L形接合部ともに、解図 4.1 に示すように、保証限界層間変形角 R_{80min} は、耐力が最大耐力 Q_{max} の 80% に低下した時の限界層間変形角実験値 R_{80} を概ね安全側に評価した値であり、設計限界層間変形角 R_{uD} は、 R_{80min} を安全率 ϕ_s で除した値を超えないように設定する。

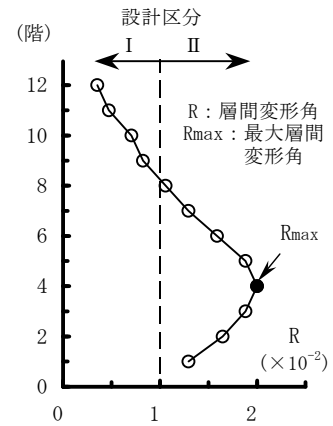
また、保証限界層間変形角 R_{80min} は、4.2 節で後述するように、柱または梁の曲げ降伏後の変形性能確保のために、設計限界層間変形角 R_{uD} に対し、接合部耐力余裕度 λ_p と接合部横補強筋量 $p_{jwh} \cdot \sigma_{wy} / F_c$ に応じて定める(7.1 節(1) 参照)。 p_{jwh} は接合部横補強筋比、 σ_{wy} は接合部横補強筋の降伏強度、 F_c はコンクリートの設計基準強度を示す。

(4) 保証限界層間変形角 R_{80min} に対する安全率 ϕ_s

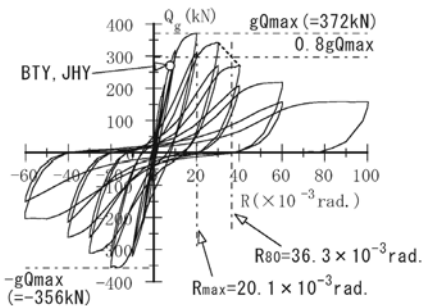
解図 4.5 に、梁曲げ降伏後、接合部せん断破壊を起こし、限界層間変形角実験値 R_{80} が $1/25 (=40 \times 10^{-3})$ 前後となったト形接合部試験体の梁せん断力 Q_g - 層間変形角 R 関係の実験結果²⁻²⁾を示す。同図によると、 $R_{80} < 1/25$ の場合、 $R=1/50 (=20 \times 10^{-3})$ を超えると、耐力低下を起こし、 $R_{80} \geq 1/25$ の場合、 $R=1/33 (=30 \times 10^{-3})$ まで、耐力低下を起こさない。

ト形、T形、L形部分架構の梁または柱曲げ降伏後の変形性能の評価は難しく、これまで定量的な算定式は提案されていない。これに対し、本設計指針では、7.1 節で接合部必要横補強筋比 p_{jwh} を評価するために、4.2 節に示すように、保証限界層間変形角 R_{80min} を式(4.2)で算定することとした。一方、実建物では、高次モードや梁、柱主筋のひずみ硬化等の影響¹⁻²⁾を受け、ト形、T形、L形、十字形部分架構の梁または柱曲げ降伏後の変形性能は変化すると考えられる。

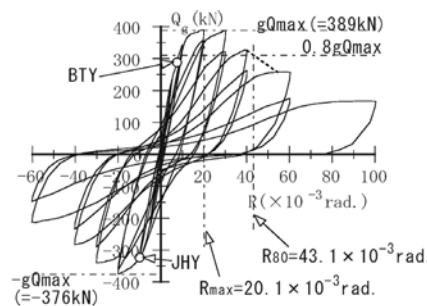
これらの点を考慮し、式(4.1)に示すように、安全率 ϕ_s は 2.0 とした。



解図 4.4 D_s 算定時層間変形角分布と設計区分の概略判別



(a) $R_{80} < 1/25$ の場合
(試験体 KM-48-L1)



(b) $R_{80} \geq 1/25$ の場合
(試験体 KM-48-L2)

gQ_{max} : 最大耐力実験値
 R_{max} : Q_{max} 時層間変形角
BTY : 梁主筋の引張降伏
JHY : 接合部横補強筋の引張降伏

解図 4.5 $R_{80} = 1/25$ 前後のト形接合部試験体の $Q_g - R$ 関係²⁻²⁾

(5) 設計で想定する破壊形式

設計で想定する破壊形式は、原則として、設計で保証すべき変形性能が確認された実験を基に、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した。

靱性保証型指針によると、引張柱軸力の場合、柱曲げ降伏型でも、柱曲げ降伏後の変形性能の確保が容易であるので、降伏ヒンジの発生を許容している。同様に、本設計指針でも、引張柱軸力を受けるト形接合部については、柱曲げ降伏型を許容した。

柱曲げ降伏型のL形接合部では、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。すなわち、柱曲げ降伏型L形接合部は、梁曲げ降伏型よりも厳しい応力状態となる。

これらより、12章に示すように、L形接合部は、定着スタブを設けるなどし、柱主筋定着破壊を防止した場合、T形接合部と同様、柱曲げ降伏型としてもよいとした。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た。

(6) 設計上の注意事項

(a) L形接合部における柱梁耐力比

本設計指針で目標とする変形性能が確認されたL形接合部の実験²⁻³⁾では、正負加力時ともに梁降伏型とし、正加力時の柱梁耐力比 cQ_{cu}/cQ_{gu} を1.5程度以上としている。これらより、設計区分ⅡのL形接合部では、正加力時に $cQ_{cu}/cQ_{gu} \geq 1.5$ 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である。

(b) 柱梁接合部に接続する柱、梁の構造種別

弾塑性増分解析による D_s 算定時に、柱梁接合部に接続する柱、梁が材端部に降伏ヒンジを形成するしないに係わらず、目標性能②を満足する柱梁接合部の場合、接続する部材(柱または梁)自体の部材種別がFAであれば、柱梁接合部を考慮した部材種別はFAとすることができる。

目標性能②を満足せず、目標性能①を満足する柱梁接合部の場合、 D_s 算定時に、接続する柱または梁は十分な変形性能を発揮しない恐れがあるので、接続する部材(柱または梁)自体の部材種別がFAでも、柱梁接合部を考慮した部材種別はFBまたはFCとみなす必要がある。これらの柱梁接合部では、接続する部材(柱または梁)の部材種別をFBまたはFCとし、当該階の構造特性係数 D_s を設定した場合、接合部横補強筋は、7.1節による設計区分Ⅰの規定を満足すればよい。たとえば、 D_s 算定時に、部材端に降伏ヒンジを形成しない場合にはFB、降伏ヒンジを形成する場合にはFCを選択する。

(c) D_s 算定時層間変形角

実務設計では、構造特性係数 D_s を安全側に判定するために、弾塑性増分解析による D_s 算定時層間変形角を保有水平耐力時層間変形角よりも極めて大きい値とすることがある。しかしながら、本設計指針の場合、設計で保証すべき変形性能として、表4.1の設計限界層間変形角 R_{uD} を設定しているので、これ以上の変形性能を確保する必要がある場合を除き、 D_s 算定時層間変形角は、表4.1の設計限界層間変形角 R_{uD} を超える値としなくてもよい。

4.2 保証限界層間変形角の算定

ト形、T形、L形、十字形接合部ともに、保証限界層間変形角 R_{80min} は、式(4.2)による。同式中、 R_{80a} は接合部耐力余裕度 λ_p で決まる限界層間変形角、 α_w は接合部横補強筋量 $p_{jwh} \cdot \sigma_{wy}/F_c$ による補正係数である(表 4.2)。

λ_p は、接合部せん断終局耐力を柱梁接合部の終局強度設計用せん断力で除した値であり、 $\lambda_p \geq 1$ とする。柱梁接合部の終局強度設計用せん断力は 5.1.1 項または 5.1.2 項に従い算定し、接合部せん断終局耐力は 6 章に従い算定する。

表 4.2 中の片側、両側直交梁付きともに、直交梁付きは接合部被覆率が 50%以上の場合とし、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する。

$$R_{80min} = R_{80a} \cdot \alpha_w \quad (4.2)$$

$$\alpha_w = \alpha_{wo} + \beta_w \cdot (p_{jwh} \cdot \sigma_{wy}/F_c) \quad (4.3)$$

ここに、 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 4.2 の補正係数、 p_{jwh} : 式(7.2)の接合部横補強筋比

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

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/mm² 級および 785N/mm² 級では規格降伏点の 1.0 倍とし、1275N/mm² 級では 785N/mm² とする。

表 4.2 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

【解説】

(1) 基本事項

保証限界層間変形角 R_{80min} は、式(4.2)に示すように、接合部耐力余裕度 λ_p で決まる限界層間変形角 R_{80a} と接合部横補強筋量 $p_{jwh} \cdot \sigma_{wy}/F_c$ による補正係数 α_w の積として算定される。

すなわち、ト形、T形、L形、十字形接合部ともに、7.1 節に示すように、 $\lambda_p \geq 1$ の場合、 $p_{jwh} \cdot \sigma_{wy}/F_c$ は、4.1 節(1)で定義した設計限界層間変形角 R_{uD} に応じて設定される。その結果、 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ことによって、柱または梁の曲げ降伏後、検討対象の柱梁接合部を含む部分骨組が設計限界層間変形角 R_{uD} に達するまで、柱梁接合部のせん断破壊を防止できる。

(2) 保証限界層間変形角 R_{80min} について

保証限界層間変形角 R_{80min} の算定式(4.2)は、文献 2-5)の提案式と同様に定式化されている。表 4.2 中の各係数の値は、T形、L形接合部の場合、文献 2-5)の提案式と同じであり、ト形接合部の場合、文献 2-2)の実験結果を基に定められている¹⁻⁹⁾。

文献 2-2)の実験によると、解図 4.6 に示すように、SD295 および 785N/mm² 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)の場合、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したためであると考えられる。

解図 4.6 中、 Q_g は梁せん断力、 gQ_{μ} 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。

また、文献 2-2)、2-4) の実験によると、

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。これらより、建設省告示 2464 号による鉄筋の材料強度と同様、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/mm² 級および 785N/mm² 級では規格降伏点の 1.0 倍とした。

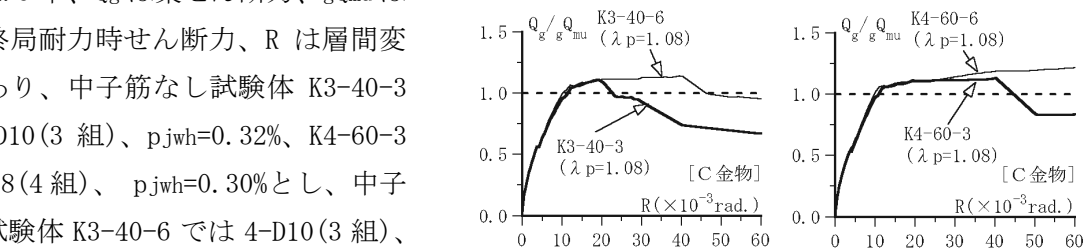
一方、1275N/mm² 級接合部横補強筋を用いた機械式定着による柱梁接合部の実験は行われていないので、同横補強筋の σ_{wy} は 785N/mm² とした。

本設計指針で扱う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、表 4.1 の設計限界層間変形角 R_{uD} と同様、式(4.2)中の各係数は、ト形接合部の値と同じとした。

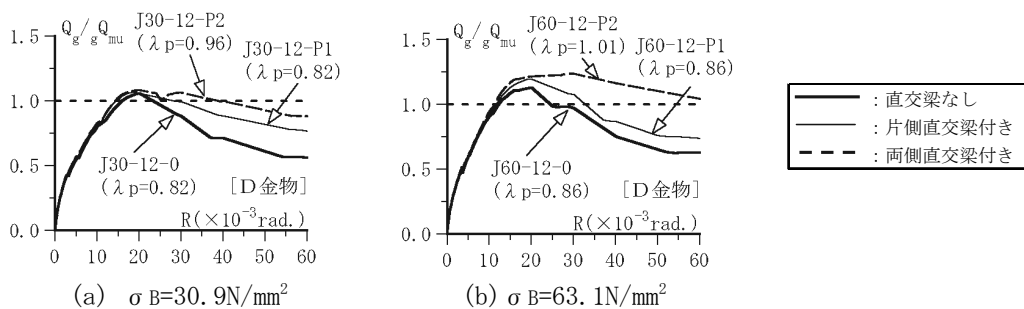
(3) 直交梁の効果

保証限界層間変形角 R_{80min} は、両側、片側直交梁付き、直交梁なしに応じ、表 4.2 中の R_{80a} と α_w を用い、式(4.2)で算定される。また、文献 2-2)、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 4.7 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場合、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) 2-D10 と 4-D10 (3 組) (b) 2-S8 と 4-S8 (4 組)
解図 4.6 接合部横補強筋量が $Q_g/gQ_{\mu}-R$ 関係に及ぼす影響²⁻²⁾ ($l_{ag}/d_b=12$, $D_c=450\text{mm}$)



(a) $\sigma_B=30.9\text{N/mm}^2$ (b) $\sigma_B=63.1\text{N/mm}^2$
解図 4.7 直交梁が $Q_g/gQ_{\mu}-R$ 関係に及ぼす影響²⁻²⁾ ($l_{ag}/d_b=12$, $D_c=450\text{mm}$)

(4) 直交梁の判別方法

解図 4.8 に、ト形および L 形接合部に対する直交梁の接続状況を例示した。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面積の比率と定義しているため、下式で算定される。

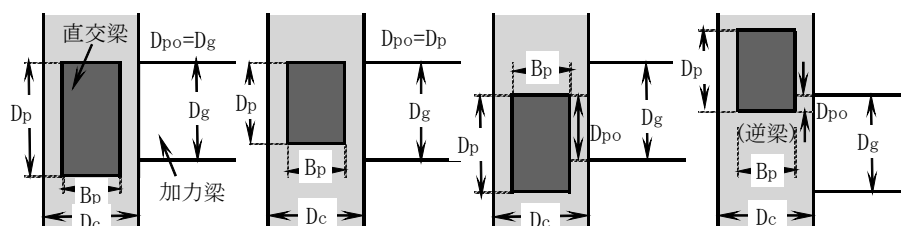
$$\text{接合部被覆率} = (D_{po} \times B_p) / (D_g \times D_c) \quad (\text{解 4.1})$$

ここで、 D_g : 加力梁せい、 D_c : 柱せい、 B_p : 直交梁幅

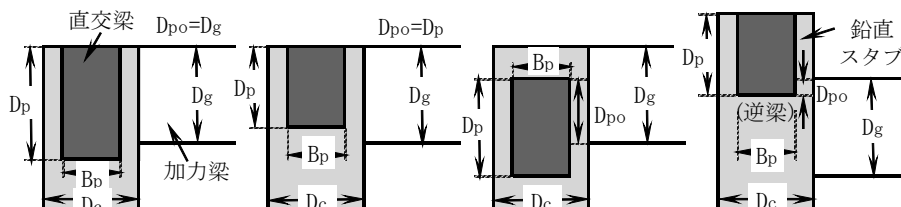
D_{po} : 加力梁と直交梁との重なり寸法

解図 4.8 の場合、タイプ A は $D_{po}=D_g$ 、タイプ B~D は $D_{po}<D_g$ となる。接合部被覆率が 50% 以上の場合を直交梁付きと見なすので、直交梁幅 B_p を柱せい D_c 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 B_p が柱せい D_c 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 : $D_{po}=D_g$) (タイプ B : $D_{po}<D_g$) (タイプ C : $D_{po}<D_g$) (タイプ D : $D_{po}<D_g$)
(a) ト形接合部



(タイプ A : $D_{po}=D_g$) (タイプ B : $D_{po}<D_g$) (タイプ C : $D_{po}<D_g$) (タイプ D : $D_{po}<D_g$)
(b) L 形接合部

解図 4.8 直交梁の接続状況

4.3 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(4.4)を満足するように設計する。

$$V_{puh} > \lambda_p \cdot V_{muh} \quad (4.4)$$

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(4.5)を満足するように設計する。

$$V_{puh} > \lambda_p \cdot V_{muh}、かつ、V_{puv} > \lambda_p \cdot V_{muv} \quad (4.5)$$

ここに、 λ_p : 接合部耐力余裕度で、 $\lambda_p \geq 1$ 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(4.4)を満足するように設計する。

(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、梁主筋定着部は、骨組内の雑壁の存在を無視して設計する。

(5) 耐震壁架構内の付帯柱梁接合部の緩和規定

耐震壁の壁板と一体化された柱、梁(以下、付帯柱、付帯梁と呼ぶ)が接続する柱梁接合部(以下、付帯柱梁接合部と呼ぶ)については、下記の1)~4)の場合、式(4.4)または式(4.5)の検定を省略し、接合部横補強筋比 p_{jwh} は、7.1節(1)2)の最小規定を満足すればよい。

- 1) ト形付帯柱梁接合部 : 梁主筋定着部が8.1節の規定を満足する場合
- 2) T形付帯柱梁接合部 : 柱主筋定着部が8.2節の規定を満足する場合
- 3) L形付帯柱梁接合部 : 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場合
- 4) 段差梁付き十字形、T形付帯柱梁接合部 : 11.1節の規定を満足する場合

ただし、本項の緩和規定は、プロティ骨組の柱梁接合部には適用できない(13.2節(4)参照)。

【解説】

(1) ト形接合部の設計条件

ト形接合部については、梁主筋定着部の側面剥離定着破壊防止の観点より、梁曲げ降伏先行型となるように、水平方向の接合部せん断力の検定を行う。8.1節では、梁主筋定着長さ l_{ag} は、8.1節(1)の規定を満足することを基本とし、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た。この条件を満足する場合、式(4.4)の条件を満足すればよい。

一方、梁主筋定着長さ l_{ag} が柱せい D_c 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} の小さい方の値が式(解 4.2)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 $(1/2)D_c$ 未満としてはならない。

$$\min(V_{puh}, V_{cu}) > \lambda_p \cdot V_{muh} \quad (\text{解 4.2})$$

式(解 4.2)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靱性保証型指針の算定式を準用して安全側に評価できることが確認されている²⁻¹⁾。

(2) 引張柱軸力を受けるト形接合部の設計条件

引張柱軸力を受けるト形接合部については、未解明な事項が多く残されている。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 $0.75a_g \cdot \sigma_{yo}$ を超えないことを基本とした。 $|N|$ が $0.75a_g \cdot \sigma_{yo}$ 以上の場合、式(解 4.2)で梁主筋掻き出し定着耐力時接合部せん断力 V_{cu} を考慮して検定を行うものとする。

(3) T 形、L 形接合部の設計条件

T 形、L 形接合部については、式(4.5)に従い、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} を上回ることにした。ここで、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(4.4)によるものとした。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 4.9 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を配置することが多い。なお、雑壁は非構造壁あるいは二次壁とも呼ばれる。

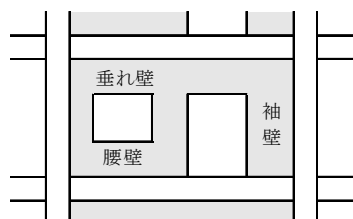
4.3 節(4)では、柱梁接合部および柱、梁定着部は、耐力確保の観点から、骨組内の雑壁の存在を無視して設計することを基本とした。

(6) 耐震壁架構内の付帯柱梁接合部の緩和規定

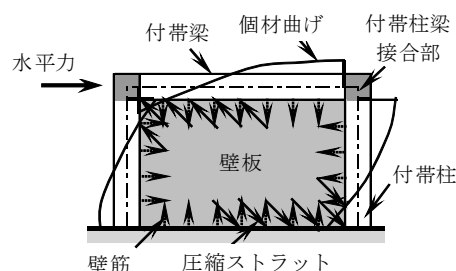
耐震壁架構内の付帯柱、梁には、解図 4.10 に示すように、壁板の圧縮ストラットと壁筋からの拘束応力によって、曲げモーメント(以下、個材曲げと呼ぶ)が発生する。通常、個材曲げによる付帯柱梁接合部の応力状態は、純ラーメン架構における柱梁接合部よりも緩和される。なお、耐震壁は耐力壁とも呼ばれる。

これらより、耐震壁架構内の付帯柱梁接合部は、4.3 節(5)の 1)~4)の場合、式(4.4)または式(4.5)の検定を省略し、接合部横補強筋比 p_{jwh} は、7.1 節(1)2)の最小規定を満足すればよいとした。ただし、ピロティ柱が接続する柱梁接合部については、8.1 節(1)と同様、未解明な点が多く、

地震被害の危険性が高いので、4.3節(5)の緩和規定は適用できないとした。



解図 4.9 雑壁(非構造壁)の例



解図 4.10 耐震壁架構の応力状態

4.4 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。

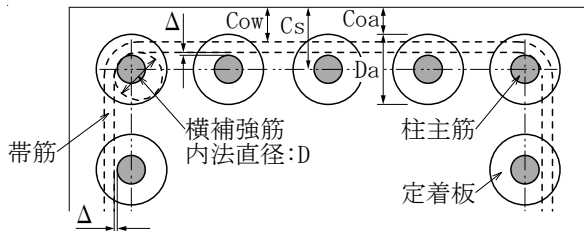
【解説】

(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 C_s は、解図 4.11 に示すように、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 C_s は、柱主筋直径 d_b の 2 倍以上としている。

柱主筋が D41、 C_{oa} が 40mm、定着板外径 D_a が 100mm の場合、柱主筋中心からのかぶり厚さは、 $C_{oa} + D_a / 2 = 40 + 100 / 2 = 90\text{mm}$ となる。また、帯筋表面からのかぶり厚さ C_{ow} が 40mm の場合、RC 配筋指針¹⁻⁵⁾による D41 の最外径 d_o は 46mm であるので、帯筋を D16 (最外径 $d_{wo} = 18\text{mm}$)、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、 $C_{ow} + d_o / 2 + \Delta + d_{wo} = 40 + 46 / 2 + 6 + 18 = 87\text{mm}$ となる。一方、8.2 節による柱主筋中心からの側面かぶり厚さ C_s は、 $2.0 \times 41 = 82\text{mm}$ となる。したがって、側面かぶり厚さ C_s は、定着板外面からのかぶり厚さ C_{oa} 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 配筋指針による異形鉄筋の最外径を解表 4.2 に示す。



解図 4.11 柱主筋中心からの側面かぶり厚さ

C_s : 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)】
 $Coa \geq$ 設計かぶり厚さ、
 かつ、 $Cow \geq$ 設計かぶり厚さ
 $\therefore C_s \geq Coa + Da/2$ 、
 かつ、 $C_s \geq Cow + do/2 + \Delta + dwo$
 かつ、 $C_s \geq 2db$ (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

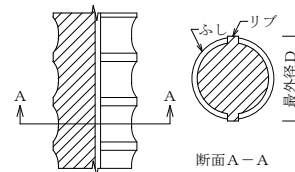
(単位 : mm)

部材の種類		短期		標準・長期		超長期	
		屋内・屋外	屋外 ⁽²⁾	屋内	屋外 ⁽²⁾	屋内	屋外 ⁽²⁾
構造部材	柱・梁・耐力壁	40	50	40	50	40	50
	床スラブ・屋根スラブ	30	40	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	40	30	40	40	50
	計画供用期間中に維持保全を行う部材 ⁽¹⁾	30	40	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	D29	33
D13	14	D32	36
D16	18	D35	40
D19	21	D38	43
D22	25	D41	46
D25	28	D51	58



【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⁾による値が用いられる。

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
	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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 4.12 に示す。

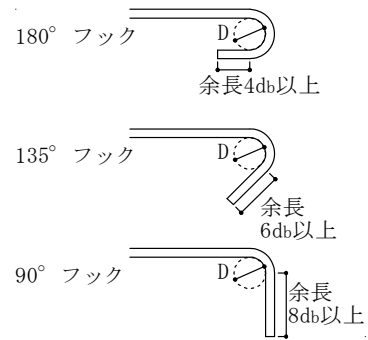
解表 4.4 では、SD390 を超えると、折曲げ内法直径 D は $5d$ 以上としている。しかし、D29 以上の太径主筋と組み合わせる場合、折曲げ内法直径 D を $4d$ とする方が、横補強筋と主筋との納まりの都合がよい。その場合、事前に鉄筋の曲げ試験を行い、支障のないことを確認し、工事監理者の承認を得る必要がある。

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	鋼種 (種類)	折曲げ直径 (D)
180° 135°	SD295A, B SD345	3d以上
90°	SD390	5d以上
90°	SD490	

(注) 1) d は、呼び名に用いる値とする。

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こと。



解図 4.12 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

柱梁接合部における柱、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 V_{muh} は、式(5.1)による。

$$V_{muh} = \xi_h \cdot Q_{cu} \quad (5.1)$$

$$Q_{cu} = cQ_{gu} = (M_{guo}/l_o) \cdot (l/h) \quad (5.2)$$

(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 V_{muh} および V_{muv} は、式(5.3)による。

$$V_{muh} = \xi_h \cdot Q_{cu}/2, \quad V_{muv} = \xi_v \cdot Q_{cu}/2 \quad (5.3)$$

$$Q_{cu} = \min(cQ_{cu}, cQ_{gu}) \quad (5.4)$$

$$\text{【T形接合部】} \quad cQ_{cu} = 2M_{cuo}/h_o, \quad cQ_{gu} = 2\{(M_{guo}+M_{guo}')/l_o\} \cdot (l/h) \quad (5.5)$$

$$\text{【L形接合部】} \quad cQ_{cu} = 2(T_{cye}/\eta_c + N_c L/2) \cdot j_{tco}/h_o, \quad \eta_c = 1 \mp (j_{tco}/h_o) \cdot (h/l) \quad (5.6)$$

$$cQ_{gu} = \{2M_{guo}/(\eta_g \cdot l_o)\} \cdot (l/h), \quad \eta_g = 1 \mp (j_{tg}/l_o) \cdot (l/h) \quad (5.7)$$

$$\xi_h = (h/l) \cdot (l_o/j_{tg}) - 1, \quad \xi_v = (h_o/j_{tco}) - h/l \quad (5.8)$$

ただし、式(5.6)、式(5.7)の第2式右辺の符号 \mp は正加力時に一、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)、 $l_o = l - D_c$ ：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

十字形接合部の場合、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 Q_{cu} は、式(5.9)による梁曲げ終局耐力時柱せん断力 cQ_{gu} で決定することを基本とし、終局強度設計用せん断力 V_{muh} 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。

$$Q_{cu} = cQ_{gu} = \{(M_{guo}+M_{guo}')/l_o\} \cdot (l/h) \quad (5.9)$$

(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。

$$M_{cuo} = (T_{cye} + N_c L/2) \cdot j_{tco}, \quad T_{cye} = T_{cy} + T_{cny}/2 \quad (5.10)$$

$$M_{guo} = T_{gy} \cdot j_{tg}, \quad M_{guo}' = T_{gy}' \cdot j_{tg} \quad (5.11)$$

ただし、梁上端筋が引張側の場合、 M_{guo} および M_{guo}' は、式(5.12)による。

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

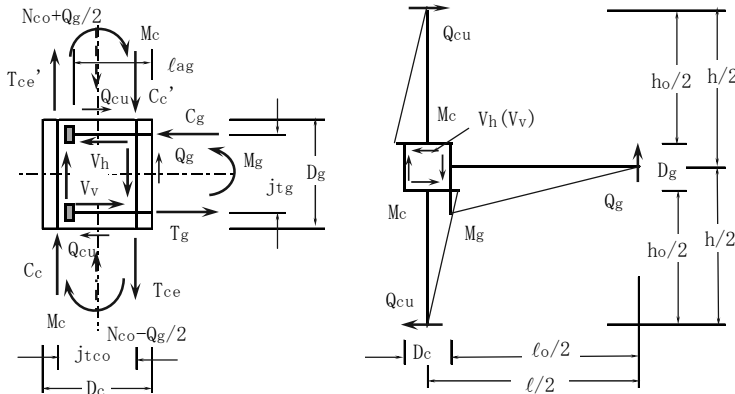
ここに、 T_{cye} ：柱主筋の等価上限引張力、 T_{cy} ：柱引張主筋の上限引張力
 T_{cny} ：柱中段主筋の上限引張力、 T_{gy} , T_{gy}' ：左右梁引張主筋の上限引張力
 T_{sy} , T_{sy}' ：それぞれ有効幅内に定着された左右スラブ筋の上限引張力の総和
 N_{cL} ：長期柱軸力

柱中段主筋は、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 の応力状態を基に、 $V_{muh}=T_g-Q_{cu}$ 、 $T_g=M_g/j_{tg}$ とし、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。この場合、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し、 T_g は梁端柱面での引張主筋の引張合力である。



(注) 解図 5.1(a) 中の N_{co} は長期柱軸力を示す。

(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

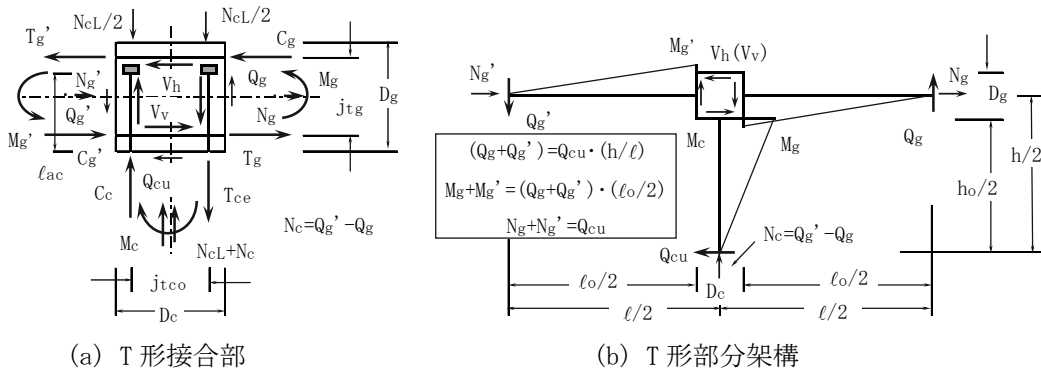
(2) T形、L形接合部の終局強度設計用せん断力

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 の応力状態を考慮すると、それぞれ式(5.3)で求められる((5) (b), (c) 参照)。

文献 2-3), 2-4) の実験によると、L形接合部の場合、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が作用し、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い。これらの実験では、梁上端筋量と下端筋量は同じである。

上記によると、下端筋量が上端筋量と同じかまたは少ない通常配筋のL形接合部の場合、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、4.3節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。

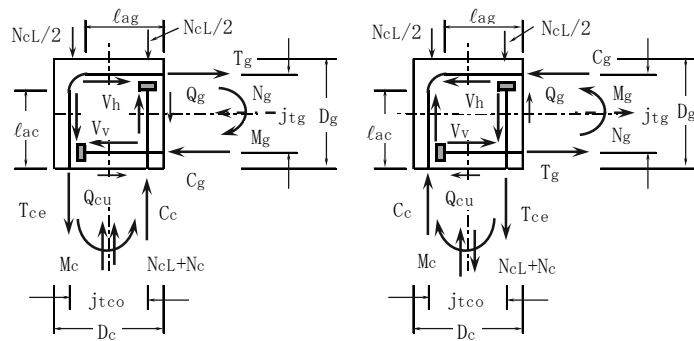
(注) 解図 5.2、解図 5.3 中の N_{cL} は長期柱軸力、 N_c 、 N_g は水平力に伴う変動軸力を示す。



(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)

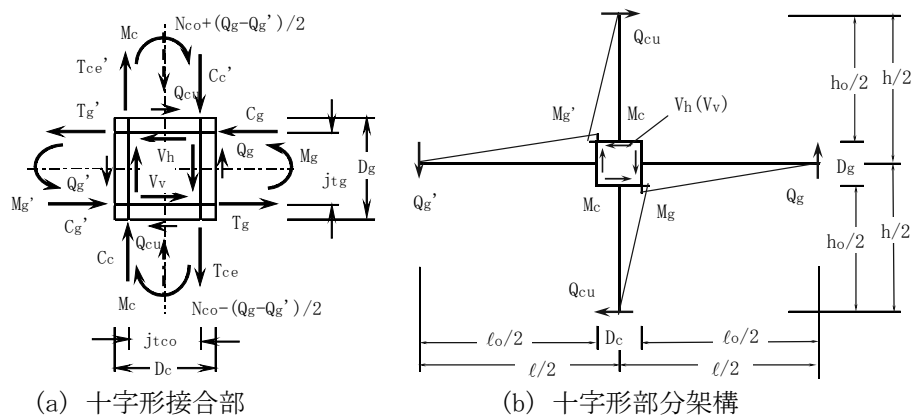
(負加力 : L 形が開く)

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

本設計指針で扱う柱、梁主筋が定着される十字形接合部の場合、解図 5.4 の応力状態を基に、 $V_{muh} = T_g + C_g' - Q_{cu} = T_g + T_g' - Q_{cu}$ 、 $T_g = M_g / j_{tg}$ 、 $T_g' = M_g' / j_{tg}$ とし、スラブ筋の降伏引張力 T_{sy} 、 T_{sy}' を無視すると、ト形接合部と同様、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 、 T_g' 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 Q_{cu} 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 ($T_{cye}, T_{cy}, T_{cny}, T_{gy}, T_{gy}'$) は、それぞれの主筋の断面積と上限強度算定用材料強度の積として算定される。主筋の上限強度算定用材料強度は、解表 5.1 の値を基本とする。

解表 5.1 の値は、SD295A, B~SD390 場合、靱性保証型指針¹⁻²⁾による値と同じであり、SD490 の場合、鉄筋メーカーの製造実績を考慮して $1.15 \sigma_{yo}$ とした。 σ_{yo} は鉄筋の規格最小降伏点である。

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。

解表 5.1 上限強度算定用材料強度

SD295A, B	$1.30 \sigma_{yo}$
SD345, SD390	$1.25 \sigma_{yo}$
SD490	$1.15 \sigma_{yo}$

(注) σ_{yo} : 鉄筋の規格最小降伏点

(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)を陽な解として算定できれば都合がよい。そのためには、軸力を簡潔に考慮できる柱、梁の曲げ終局耐力の算定式が必要である。そこで、軸力を受ける柱、梁の曲げ終局耐力 M_u は、解図 5.5 の柱断面の応力状態を仮定し、下式で求める。

$$M_u = (T_{ye} + N/2) \cdot j_t \quad \text{(解 5.1)}$$

$$\text{(柱)} T_{ye} = T_{cye} = T_{cy} + T_{cny}/2, \quad \text{(梁)} T_{ye} = T_{gy} \quad \text{(解 5.2)}$$

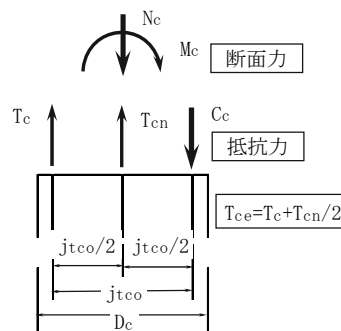
ここに、 T_{cy}, T_{cny} : 柱の引張鉄筋および中段筋の上限引張力

T_{gy} : 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)、 j_t : 応力中心距離

柱の場合、 $j_t = j_{tco}$ (柱の最外縁主筋間距離)とする。すなわち、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。梁の場合、 $j_t = j_{tg}$ (梁上下主筋の重心間距離)とする。

(c) 項で後述するように、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)による



解図 5.5 柱断面の終局時応力状態

柱、梁の曲げ終局耐力 M_u 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(解 5. 1)の M_u 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)によると、柱、梁の曲げ終局耐力 M_{cu}, M_{gu} は、水平力に伴う変動軸力 ($\pm N_c, \pm N_g$) を考慮し、式(解 5. 3)で求められる。 M_{cu} は、長期柱軸力 N_{cL} を考慮した基準曲げ終局耐力と変動軸力 $\pm N_c$ による曲げ耐力の和であり、 M_{gu} は、軸力 0 時の基準曲げ終局耐力と変動軸力 $\pm N_g$ による曲げ耐力の和である。

$$M_{cu} = M_{cuo} \pm (N_c/2) \cdot j_{tco}, \quad M_{gu} = M_{guo} \pm (N_g/2) \cdot j_{tg} \quad \text{(解 5. 3)}$$

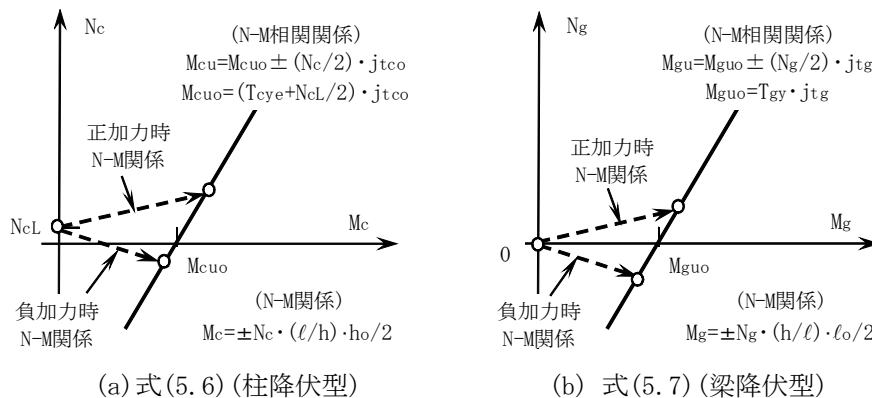
$$M_{cuo} = (T_{cye} + N_{cL}/2) \cdot j_{tco}, \quad M_{guo} = T_{gy} \cdot j_{tg} \quad \text{(解 5. 4)}$$

M_{cuo}, M_{guo} : 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、 $M_{cu} = cQ_{cu} \cdot h_o/2$ の関係と式(解 5. 3)を等値し、 $N_c = Q_g$ 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、 $M_{gu} = (cQ_{gu} \cdot h/l) \cdot (\ell_o/2)$ の関係と式(解 5. 3)を等値し、 $N_g = cQ_{gu}$ 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 (\mp) は正加力時に一、負加力時に + となる。両式は、 $N_g = cQ_{gu}$ と $N_c = Q_g$ 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 (N_c, N_g) を消去して導出される。

言い換えると、解図 5. 6 に示すように、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、終局時の軸力 N と曲げモーメント M が求められる。その結果、式(5. 6)、式(5. 7)に示すように、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 cQ_{cu} および cQ_{gu} は、それぞれ陽な解として求められる。



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)による曲げ終局耐力の検証のために、梁降伏型 L 形部分架構の梁の変動軸力 N_g に対する軸応力度比 σ_g / σ_B を式(解 5. 5)で求める。同式は、 $j_{tg} = 0.8D$ とし、式(5. 7)に式(5. 11)を代入し導出される。計算結果を解表 5. 2 に示す。これによると、L 形部分架構における梁の変動軸力は、 $-0.1 \sim +0.15 (\sigma_B \cdot B \cdot D)$ 程度となる。

$$\sigma_g / \sigma_B = N_g / (\sigma_B \cdot B \cdot D) = 1.6pt \cdot (\sigma_{gy} / \sigma_B) \cdot (D / \eta_g \cdot \ell_o) \cdot (\ell/h) \quad \text{(解 5. 5)}$$

ここに、 $pt = agt / (B \cdot D)$: 梁引張鉄筋比、 agt, σ_{gy} : 梁引張鉄筋の断面積および降伏強度

σ_B : コンクリートの圧縮強度、B,D:断面幅とせい

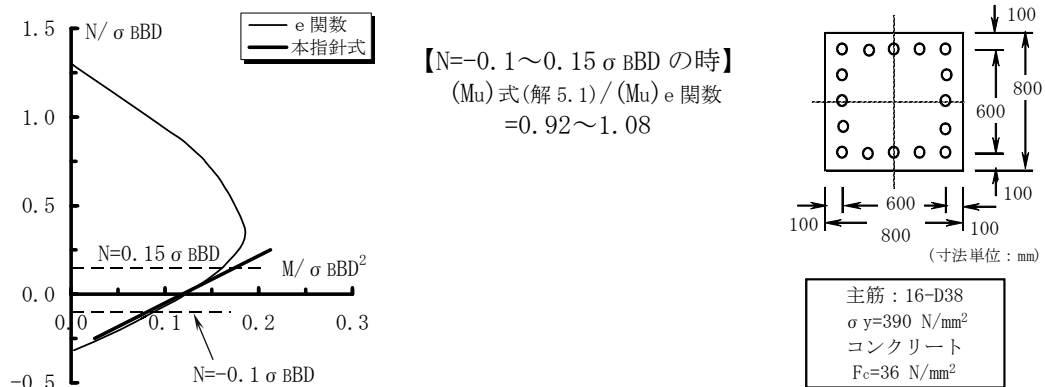
コンクリートの応力-ひずみ関係を e 関数式とした平面保持仮定による曲げ終局耐力と式(解 5.1)の曲げ終局耐力との比較結果を解図 5.7 に示す。計算諸元を同図中に示す。

これによると、軸力が $-0.1 \sim +0.15 (\sigma_B \cdot B \cdot D)$ 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。すなわち、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てもよい。

以上より、L 形接合部の場合、終局強度設計用せん断力 V_{muh} および V_{muv} 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	σ_{sy} N/mm ²	σ_B N/mm ²	ℓ/h	ℓ_o/D_g	$\eta_{g正}$	$\eta_{g負}$	$\sigma_{g正}$ / σ_B	$\sigma_{g負}$ / σ_B
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



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 V_{muh} は式(5.13)、十字形接合部の終局強度設計用せん断力 V_{muh} は式(5.14)でそれぞれ算定する。

$$\text{(ト形接合部)} \quad V_{muh} = T_g M - Q_c M \quad (5.13)$$

$$\text{(十字形接合部)} \quad V_{muh} = T_g M + T_g M' - Q_c M \quad (5.14)$$

$$T_g M = M_g M / j t_g, \quad T_g M' = M_g M' / j t_g \quad (5.15)$$

ただし、 $M_g M$, $M_g M'$ 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して算定する(5.2節 参照)。

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

$M_g M$, $M_g M'$: それぞれ左右梁端仕口面での Ds 算定時曲げモーメント

$Q_c M$: 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 V_{muh} は式(5.16)、鉛直方向の終局強度設計用せん断力 V_{muv}

は式(5.17)で算定する。

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

$$V_{muv} = T_{ceM} - Q_{gM} \quad (5.17)$$

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

ここに、 T_{ceM} : D_s 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

Q_{gM} : D_s 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} : D_s 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} : D_s 算定時の梁端仕口面での曲げモーメント

Q_{cM} : D_s 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 D_s 算定時応力を用いた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、技術基準解説書¹⁻¹¹⁾と同様、終局強度設計用せん断力 V_{muh} は、解図5.1、解図5.4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' と同じ意味であり、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、 $Q_{gM} = (M_{gM} + M_{gM}') / \ell_o$ と $2Q_{gM} \cdot \ell_o = Q_{cM} \cdot h$ 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 V_{muv}

鉛直方向の終局強度設計用せん断力 V_{muv} 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 T_{ceM} は、水平加力に伴う変動軸力 $N_{cM} = Q_{gM}' - Q_{gM}$ を無視すると、式(5.18)で求められる。

また、 $Q_{cM} = 2M_{cM}/h_0$ 、 $M_{cM} = Q_{cM} \cdot h_0/2$ 、 $Q_{gM} = Q_{cM} \cdot h/2l$ の関係を用いると、架構形状の補正係数 ξ_v の式(5.8)が得られ、簡略化のために長期柱軸力 N_{cL} を無視すると、 V_{muv} 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 V_{muh} 、 V_{muv} 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： $V_{muh} = T_{gM}$
 負加力時： $V_{muh} = C_{gM} = T_{gM} - Q_{cM}$ (解 5.9)

【鉛直方向】 正加力時： $V_{muv} = T_{ceM} + N_{cL}/2$
 負加力時： $V_{muv} = C_{cM} - N_{cL}/2 = T_{ceM} - Q_{gM} + N_{cL}/2$ (解 5.10)

T 形接合部と同様、曲げモーメントおよび軸力 (M_{gM} , N_{gM})、(M_{cM} , N_{cM}) と引張合力 T_{gM} , T_{ceM} 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 N_{gM} , N_{cM} 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 Q_{cM} および Q_{gM} と等しい。

(正加力の場合) $T_{gM} = M_{gM}/j_{tg} - N_{gM}/2 = M_{gM}/j_{tg} - Q_{cM}/2$
 $T_{ceM} = M_{cM}/j_{tco} - (N_{cL} + N_{cM})/2 = M_{cM}/j_{tco} - (N_{cL} + Q_{gM})/2$ (解 5.11)

(負加力の場合) $T_{gM} = M_{gM}/j_{tg} + N_{gM}/2 = M_{gM}/j_{tg} + Q_{cM}/2$
 $T_{ceM} = M_{cM}/j_{tco} - (N_{cL} - N_{cM})/2 = M_{cM}/j_{tco} - (N_{cL} - Q_{gM})/2$ (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、 V_{muh} は式(5.19)、 V_{muv} 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、 V_{muh} および V_{muv} 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

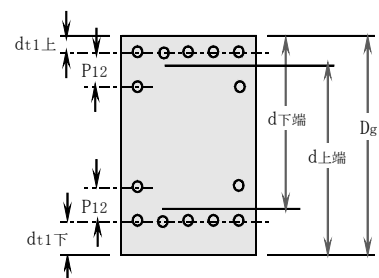
一貫構造計算プログラムによっては、梁主筋位置として、梁上端および下端コンクリート面から 1 段筋と 2 段筋の中心までの距離を入力し、これらの入力値を用いて算出した梁の有効せい d を用い、梁の曲げ終局耐力を算定することもできる。

5.1 節の計算に用いる梁上下主筋の重心間距離 j_{tg} 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。

$$j_{tg} = d_{上端} + d_{下端} - D_g \quad (解 5.13)$$

また、柱両側最外縁主筋の中心間距離 j_{tco} 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。

$$j_{tco} = D_c - 2 \times dt \quad (解 5.14)$$



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

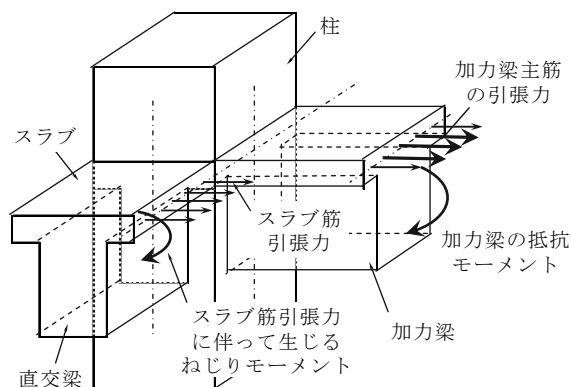
柱梁接合部の終局強度設計用せん断力算定の注意事項を以下に示す。

- 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¹⁻¹¹⁾。
- 2) 左右梁のスパン長が異なる場合、式(5.5)、式(5.8)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し、内法スパン長 l_0 も同様に算定する。
- 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し、内法階高 h_0 も同様に算定する。

【解説】

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、見掛け上、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。これらの点を考慮し、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た。

柱梁接合部の終局強度設計用せん断力に算入する左右スラブ筋の上限引張力の総和 T_{sy} 、 T_{sy}' は、通常、引張側スラブ有効幅内のスラブ上端筋の上限引張力を考慮して算定する。一方、スラブ下端筋の定着耐力が期待できる場合、柱梁接合部の終局強度設計用せん断力の算定に用いる T_{sy} 、 T_{sy}' は、スラブ下端筋の上限引張力を考慮して算定することが望ましい。



解図 5.9 接合部入力せん断力に及ぼすスラブ筋の効果

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 V_{puh}, V_{puv} は、式(6.1)による。ただし、ト形および十字形接合部の V_{puv} は算定しなくてもよい。

$$V_{puh} = \kappa_u \cdot \phi \cdot F_j \cdot b_j \cdot D_{jh}, \quad V_{puv} = \kappa_u \cdot \phi \cdot F_j \cdot b_j \cdot D_{jv} \quad (6.1)$$

ここに、 κ_u ：柱梁接合部の形状係数

ト形、T形接合部： $\kappa_u=0.7$ 、十字形接合部： $\kappa_u=1.0$

L形接合部：(正加力時) $\kappa_u=0.6$ 、(負加力時) $\kappa_u=0.4$

ただし、 D_s 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。

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： $\phi=1.0$ 、それ以外の場合： $\phi=0.85$

$$F_j = 0.8F_c^{0.7} \quad (6.2)$$

F_c ：コンクリートの設計基準強度(N/mm²)

$$b_j = B_g + ba_1 + ba_2 \quad (6.3)$$

ただし、 $B_g \geq B_c$ の場合、 $b_j=B_c$ とする。

B_g ：梁幅、 ba_i ： $b_i/2$ または $D_c/4$ の小さい方

b_i ：梁両側面から平行する柱側面までの長さ

D_c ：柱せい、 B_c ：柱幅

D_{jh}, D_{jv} ：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)

ただし、段差梁付き柱梁接合部の D_{jh}, D_{jv} 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)

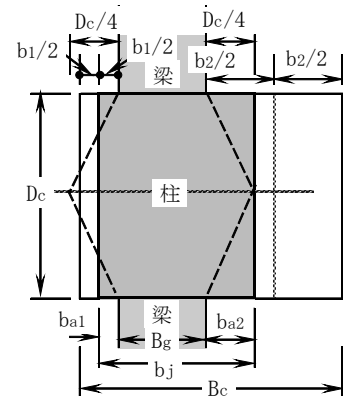


図 6.1 柱梁接合部の有効幅

【解説】

(1) 接合部せん断終局耐力

接合部せん断終局耐力は、靱性保証型指針式¹⁻²⁾によることを基本とし、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 D_{jh} は梁主筋定着長さ ℓ_{ag} と同じとした。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 D_{jh} は柱せい D_c と同じとし、鉛直方向の有効せい D_{jv} は柱主筋定着長さ ℓ_{ac} と同じとした。

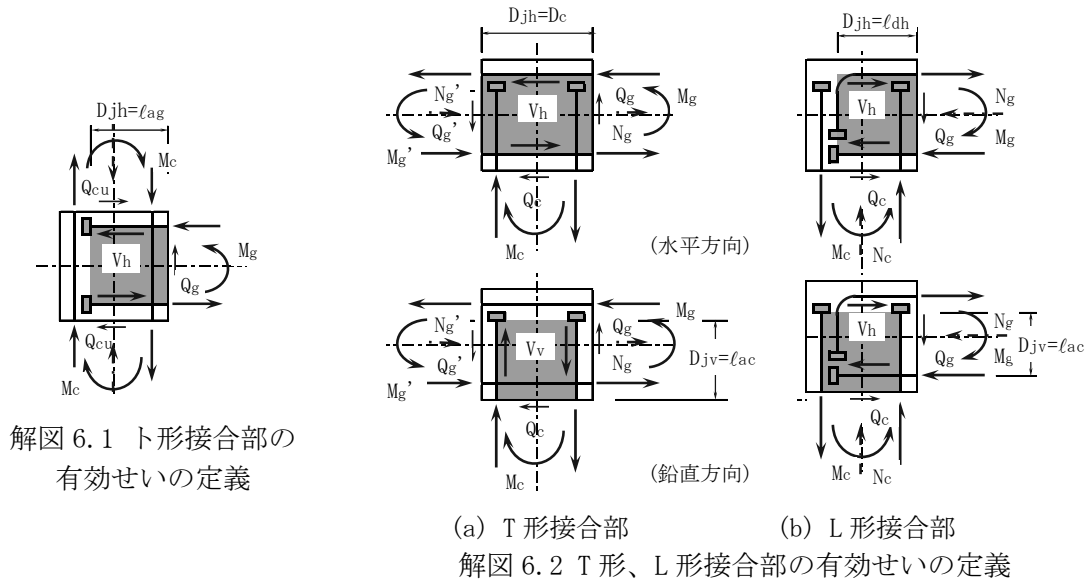
L形接合部の場合、文献2-3), 2-4)の実験によると、L形が閉じる正加力時とL形が開く負加力時では、柱、梁に生じる変動軸力に起因し、接合部ストラットの応力状態が異なり、L形が閉じる正加力時の終局耐力はL形が開く負加力時の1.5倍程度となる。

これらより、実験と同様の部分架構モデルによる場合、水平方向の有効せい D_{jh} 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 D_{jh} 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 V_{puh} は、式(6.1)で算定できる。水平方向の有効せい D_{jh} 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 D_c としてもよい。

一方、式(6.1)式中の補正係数 ϕ は、靱性保証型指針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(4.2節の解説(4)参照)。



(2) 柱梁接合部の形状係数 κ_u

本設計指針と靱性保証型指針による接合部せん断終局耐力の算定では、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)項で前述した理由より、部分架構モデルによって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 $\kappa_u=0.6$ 、L形が開く負加力時に $\kappa_u=0.4$ とした。

L形接合部では、5.1.2項による D_s 算定時応力(M_gM, M_cM, Q_gM, Q_cM)を用い、式(5.19)、式(5.20)より、終局強度設計用せん断力 V_{muh}, V_{muv} 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、 V_{muh}, V_{muv} 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と考えられる。これらより、接合部せん断終局耐力の算定の際には、安全側の処置として、正負加力時ともに、 $\kappa_u=0.4$ 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 b_j は、柱幅 B_c 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、4.1節(1)による設計区分ⅠまたはⅡに応じ、地震力方向ごとの接合部横補強筋比 p_{jwh} は、式(7.1)の必要横補強筋比 p_{jwho} 以上とし、式(7.2)で算定する。

$$p_{jwho} = \{(\phi_s \cdot RuD/R80a) - \alpha_{wo}\} \cdot F_c / (\beta_w \cdot \sigma_{wy}) \quad (7.1)$$

$$p_{jwh} = nh \cdot a_{wh} / (Bc \cdot jtgo) \quad (7.2)$$

- 2) ただし、ト形接合部では $p_{jwh} \geq 0.2\%$ とし、T形、L形、十字形接合部では、接合部被覆率 50% 以上の両側直交梁付きの場合、 $p_{jwh} \geq 0.2\%$ 、それ以外の場合、 $p_{jwh} \geq 0.3\%$ とする。接合部被覆率の定義は4.2節による。

ここに、 RuD ：設計限界層間変形角、 $R80a$ ：接合部耐力余裕度 λ_p で決まる限界層間変形角

ϕ_s ：安全率(=2.0 (4.1節))、 α_{wo} 、 β_w ：表4.2の補正係数

σ_{wy} ：接合部横補強筋の降伏強度(4.2節)、 F_c ：コンクリートの設計基準強度

Bc ：柱幅、 $jtgo$ ：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、 a_{wh} ：接合部横補強筋1組の断面積

- 3) 接合部横補強筋比 p_{jwh} は、地震力方向が X 方向の時は $Bc=Bcx$ 、 $a_{wh}=a_{whx}$ 、 $jtgo=jtgox$ 、Y 方向の時は $Bc=Bcy$ 、 $a_{wh}=a_{why}$ 、 $jtgo=jtgoy$ として算定する(図7.1)。

(2) 接合部横補強筋の配置

- 1) ト形、T形、L形、十字形接合部ともに、原則として、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 $2db$ 以下とし、 $jtgo$ 区間に接合部横補強筋をできるだけ均等に配置する。
 db は梁主筋直径を示す。

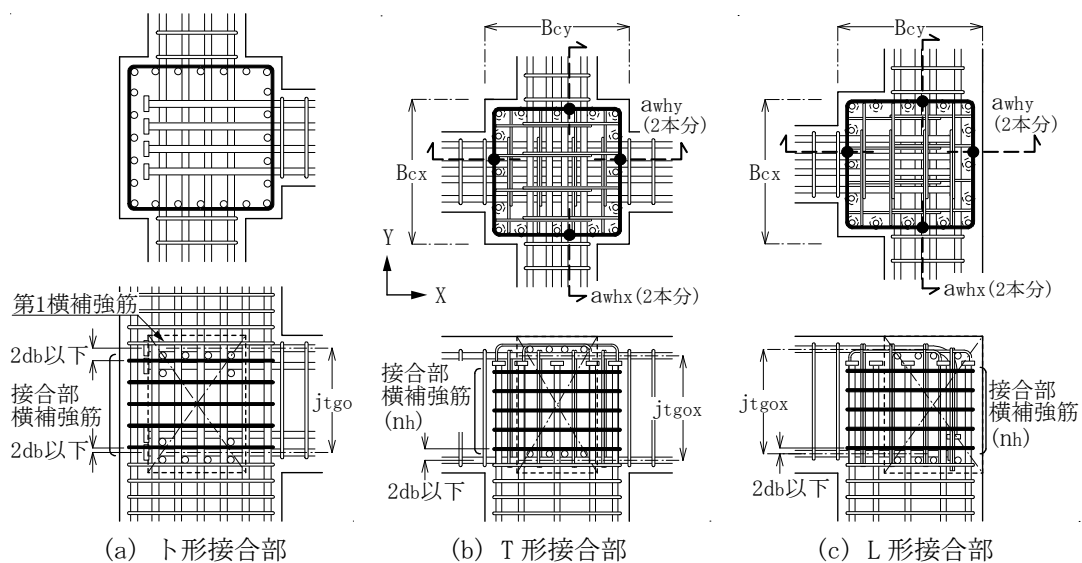


図7.1 接合部横補強筋の配筋詳細

【解説】

(1) 接合部必要横補強筋比 p_{jwho}

本設計指針では、文献 2-1)～2-5)に基づき、設計区分ⅠまたはⅡに応じ、式(4.1)を満足するように、接合部横補強筋量 $p_{jwh} \cdot \sigma_{wy}/F_c$ を設定することとした。式(4.1)～式(4.3)によると、ト形、T形、L形、十字形接合部の必要横補強筋比 p_{jwho} は式(7.1)で求められる。

また、接合部横補強筋比 p_{jwh} は、文献 2-5)の検討結果に基づき、梁上下最外縁主筋の中心間距離 j_{tgo} の区間に配置される接合部横補強筋の組数 n_h を用い、式(7.2)で算定することにした。

なお、接合部横補強筋の平均間隔 s を j_{tgo}/n_h とすると、接合部横補強筋比 p_{jwh} は、下式で求められる。

$$p_{jwh} = a_{wh}/(B_c \cdot s) \quad (\text{解 7.1})$$

(2) 接合部横補強筋比の最小規定

ト形接合部の場合、RC 計算規準¹⁻¹⁾および技術基準解説書¹⁻¹¹⁾と同様、 $p_{jwh} \geq 0.2\%$ とした。

T形、L形接合部の場合、文献 2-3)の直交梁なしの実験では、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 p_{jwh} は 0.3%以上とする必要があった。一方、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⁾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が遅延することが明らかにされている。すなわち、接合部被覆率が 50%以上の両側直交梁付きの場合、梁曲げ降伏後の接合部せん断耐力および柱、梁主筋定着耐力の向上を期待できる(4.2節 参照)。

以上の知見を基に、7.1節(1)では、T形、L形接合部の場合、接合部被覆率が 50%以上の両側直交梁付きの場合、 $p_{jwh} \geq 0.2\%$ 、それ以外の場合、靱性保証型指針¹⁻²⁾と同様、 $p_{jwh} \geq 0.3\%$ とした。

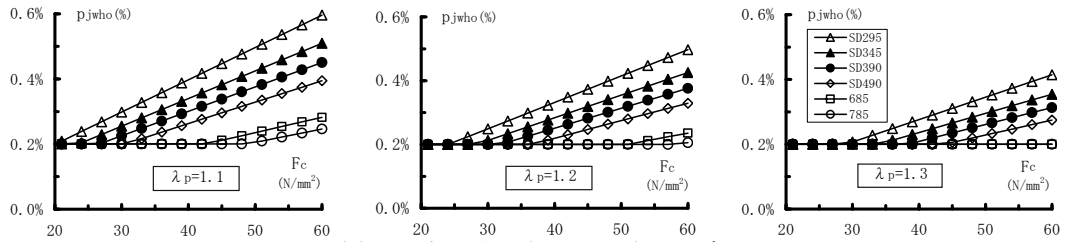
一方、十字形接合部の場合、梁曲げ降伏後の変形性能に及ぼす接合部横補強筋比の影響を調べた実験は見当たらないので、安全側の処置として、最小横補強筋比はT形、L形接合部と同じとした。

(3) 必要横補強筋比 p_{jwho} の算定結果

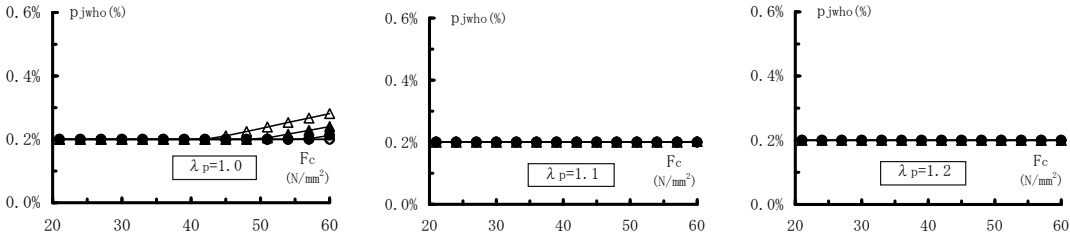
p_{jwho} の算定結果によると、両側直交梁付きの場合、設計区分Ⅱとしても、接合部横補強筋の鋼種、コンクリートの設計基準強度 F_c に係わらず、ト形接合部では、接合部耐力余裕度 $\lambda_p=1.1$ の時 $p_{jwho}=0.2\%$ となり、T形、L形接合部では、 $\lambda_p=1.0$ の時 $p_{jwho}=0.3\%$ となる。

すなわち、ト形接合部の場合、両側直交梁付きであれば、設計区分Ⅱとしても、 $\lambda_p=1.1$ とすれば、必要横補強筋比 p_{jwho} は最小規定を満足する。

解図 7.1～解図 7.3 に、ト形、T形、L形接合部について、片側直交梁付きの設計区分ⅡおよびⅠとして求めた p_{jwho} を示す。同図によると、T形、L形接合部の場合、設計区分Ⅰ、 $\lambda_p=1.1$ とすれば、必要横補強筋比 p_{jwho} は、いずれも最小規定を満足する。

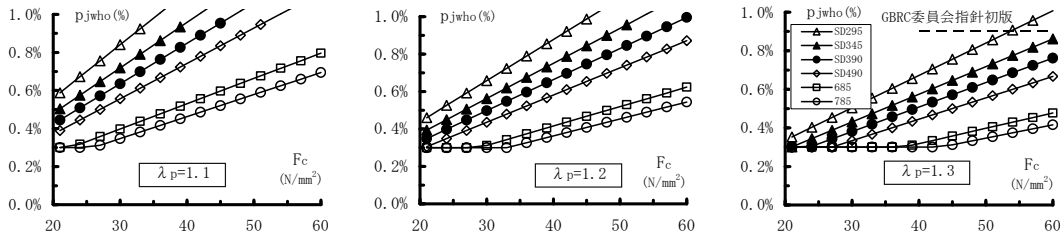


(a) 設計区分Ⅱ (RuD=1/50) の場合

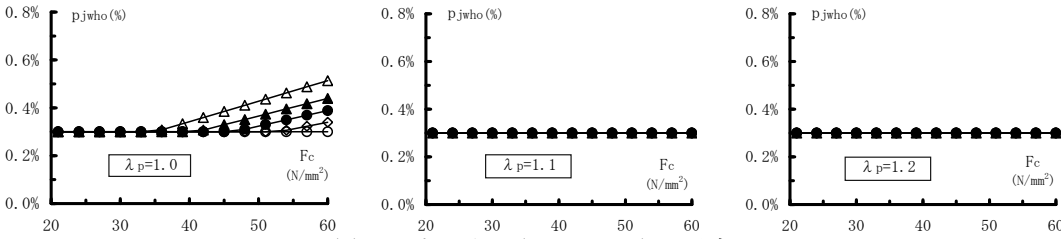


(b) 設計区分Ⅰ (RuD=1/75) の場合

解図 7.1 ト形接合部の必要横補強比 p_{jwho} (片側直交梁付きの場合)

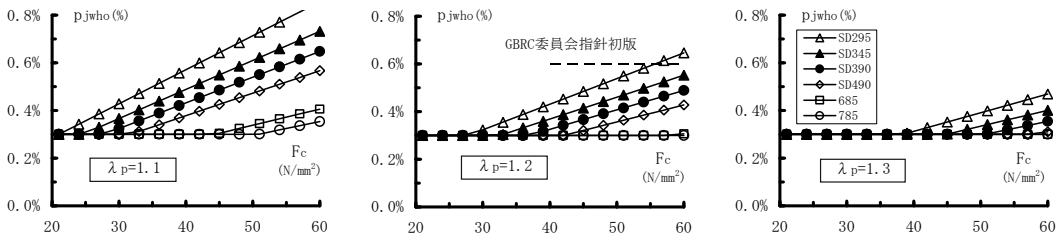


(a) 設計区分Ⅱ (RuD=1/67) の場合

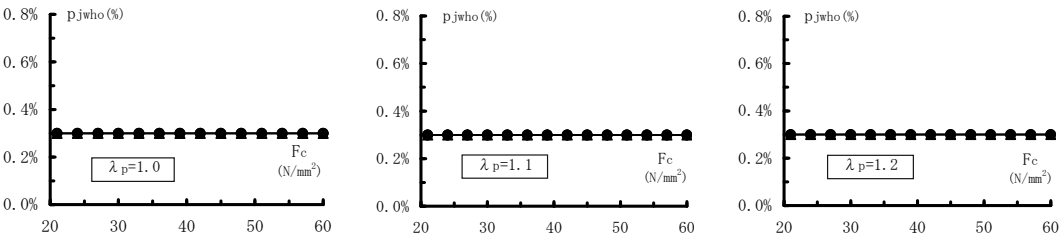


(b) 設計区分Ⅰ (RuD=1/100) の場合

解図 7.2 T形接合部の必要横補強比 p_{jwho} (片側直交梁付きの場合)



(a) 設計区分Ⅱ (RuD=1/50) の場合



(b) 設計区分Ⅰ (RuD=1/75) の場合

解図 7.3 L形接合部の必要横補強比 p_{jwho} (片側直交梁付きの場合)

(4) 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、梁主筋の側面剥離定着耐力を高めるために、梁主筋に近接した位置に接合部横補強筋を配置し、 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こととした。

柱横補強筋の場合、RC 配筋指針 9.3 節¹⁻⁵⁾と同様、図 7.1 に示すように、柱梁接合部内の梁上端筋の直上および下端筋の直下に第 1 横補強筋を配置し、柱内法部に横補強筋を設計間隔以内で、均等に配置することが望ましい。

梁上端筋の直上と下端筋の直下に配置される柱横補強筋は、梁上下主筋の定着耐力の向上に寄与する。通常、梁上端筋の直上に配置される柱の第 1 横補強筋の位置は、梁コンクリート上面から 50 mm 前後、柱内に入った位置となり、コンクリート打ち継ぎ処理に支障を来さない。

(5) 柱梁接合部に接続する上下柱の横補強筋との関係

ACI 352¹⁻⁸⁾では、地震力を受ける柱梁接合部の横補強筋 1 組の全断面積 A_{sh} は、上下柱の横補強筋と同様、式(解 7.2)によることを基本としている。すなわち、柱梁接合部では、同式による横補強筋を配置し、上下柱の間で軸力、曲げモーメント、せん断力を伝達することになっている。

$$A_{sh} \geq 0.3(sh \cdot b'' \cdot f_c' / f_{yh}) \cdot \{(A_g / A_c) - 1\} \quad \text{かつ} \quad A_{sh} \geq 0.09(sh \cdot b'' \cdot f_c' / f_{yh}) \quad (\text{解 7.2})$$

ここに、 sh : 接合部横補強筋の間隔、 b'' : 外周接合部横補強筋の中心間距離(コア断面寸法)

f_c' : コンクリート設計基準強度、 f_{yh} : 接合部横補強筋の規格降伏点

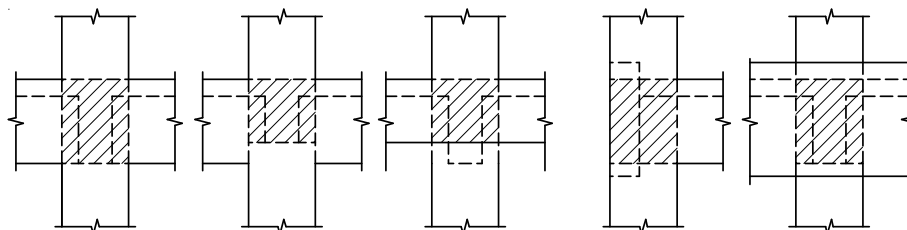
A_c : 外周接合部横補強筋中心で囲まれたコア断面積、 A_g : 柱全断面積

式(解 7.2)の第 2 式中、コア断面寸法 b'' を $0.9B_c$ とすると、 $p_{jwh} \cdot f_{yh} / f_c' \geq 0.08$ となる。 B_c は柱幅を示す。

以上の点を考慮し、接合部横補強筋は、7.1 節の規定のほか、RC 配筋指針と同様、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。

(6) 前後、左右でせいの異なる梁が接続する柱梁接合部の場合

前後、左右でせいの異なる梁が接続する柱梁接合部では、柱横補強筋比が接合部横補強筋比よりも大きい場合、RC 配筋指針 9.3 節と同様、解図 7.4 のように、原則として、小さい方の梁せい部(ハッチ部)に接合部横補強筋を配置し、それ以外の範囲に柱横補強筋を配置する。



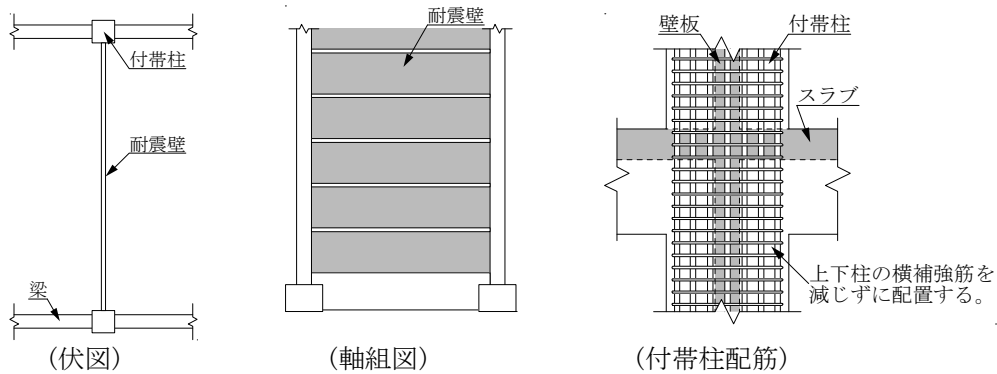
解図 7.4 接合部横補強筋の配置範囲(ハッチ部)

(7) スラブのみ接続し、直交梁が接続しない耐震壁架構の場合

解図 7.5 に示すように、桁行方向が純ラーメン架構、張間方向が付帯梁なしの耐震壁架構の場合、桁行方向の柱梁接合部には、スラブのみが接続し、直交梁が接続しないことがある。

この場合、張間方向の耐震壁架構には、付帯梁が存在せず、付帯柱の応力が上下階で連続的に生じるので、付帯柱の横補強筋は、柱梁接合部の位置で減じずに配置することが望ましい。

また、桁行方向の純ラーメン架構における接合部横補強筋比は、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。

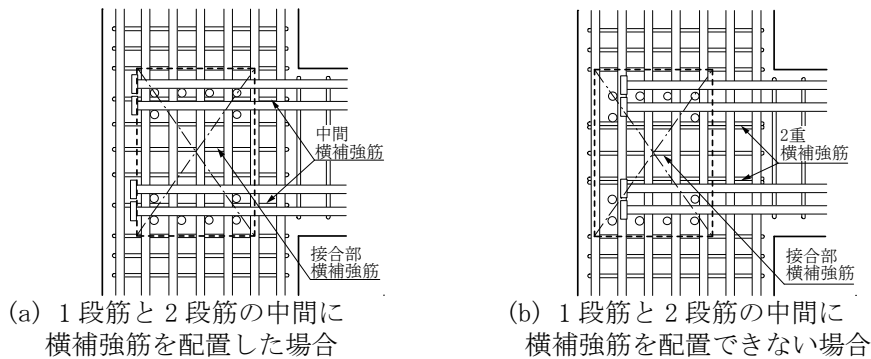


解図 7.5 スラブのみ接続し、直交梁が接続しない耐震壁架構の例

(8) 梁主筋が 2 段筋の場合の接合部横補強筋

7.1 節(2)項では、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 $2d_b$ 以下とした。ただし、梁主筋が 2 段筋の場合、上下梁主筋の間隔が狭いと、1 段筋と 2 段筋の間に接合部横補強筋を配置できない。すなわち、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。

やむを得ず、1 段筋と 2 段筋の間に接合部横補強筋を配置できない場合、解図 7.6 (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の組数の横補強筋を配置する。



解図 7.6 梁主筋が 2 段筋の場合の接合部横補強筋

7.2 T形、L形接合部におけるかんざし筋

(1) 柱頭補強筋比

- 1) T形、L形接合部には、原則として、設計区分Ⅰ、Ⅱともに、地震力方向に係わらず、XY両方向に、図7.2に示すように、 $p_{jwv} \geq 0.25\%$ のかんざし筋を配置する。
- 2) かんざし筋1組の足部本数は2本以上とし、 p_{jwv} は柱頭補強筋比で、式(7.3)で算定する。

$$p_{jwv} = n_v \cdot a_{wv} / (B_c \cdot D_c) \quad (7.3)$$

ここに、 B_c ：柱幅、 D_c ：柱せい、 n_v ： B_c 区間または D_c 区間内のかんざし筋の組数

a_{wv} ：かんざし筋1組の断面積(足部本数分の全断面積)

- 3) X方向に対しては $n_v = n_{vx}$ 、Y方向に対しては $n_v = n_{vy}$ とする(図7.2)。

n_{vx}, n_{vy} ：X方向の B_c 区間、Y方向の D_c 区間に配置するかんざし筋の組数

(2) 構造規定

- 1) かんざし筋は、D10以上かつSD295A, B, SD345, SD390のいずれかの異形鉄筋とし、足部の全長 L_d は、梁下端筋の下部までの長さとして40dの小さい方とする。dはかんざし筋の直径とする。
- 2) かんざし筋1組の最外部の幅は、原則として、接合部横補強筋の内幅程度とする。

ただし、足部の本数が3本以上の場合、かんざし筋の中間足部は、直交する梁主筋を直接拘束するように配置する。

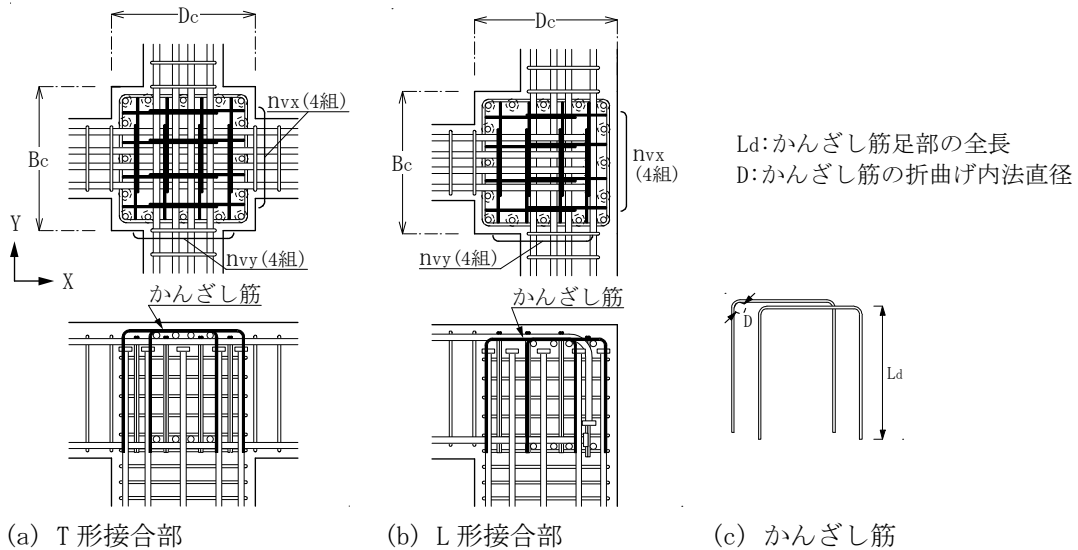


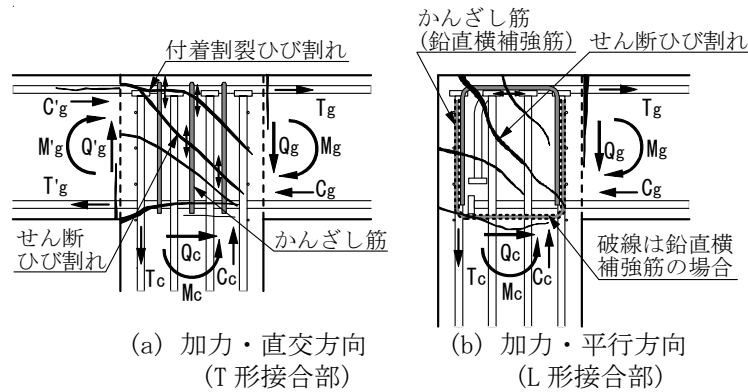
図7.2 かんざし筋の配筋詳細

【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7.7(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7.7(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 7.7(a), (b)は、かんざし筋または(4)項で後述する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。解図 7.7(b)は、かんざし筋と同様の抵抗機構が期待できる鉛直横補強筋の場合である。



解図 7.7 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、T 形、L 形接合部の実験結果^{2-3), 2-4)}を基に規定し、かんざし筋の最外部の幅は、接合部コアコンクリート全体の拘束を意図し、接合部横補強筋の内幅程度とした。一方、本設計指針では、ACI 352¹⁻⁸⁾の規定を考慮し、図 7.2 に示すように、3 本以上の足部を有するかんざし筋を配置してもよいとした。また、足部本数が 3 本以上の場合、かんざし筋の中間足部は、直交する梁主筋を直接拘束するように配置するとした。図 7.2 では、2 組のかんざし筋を組み合わせ、かんざし筋の片方の足部を接合部横補強筋の内幅に沿わせて配置している。

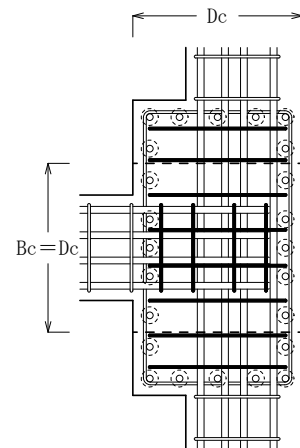
ここで、足部の全長 L_d は、実験結果^{2-3), 2-4)}を基に、梁下端筋の下部までの長さとして $40d$ の小さい方とした。前記の $40d$ は、梁せいが大きい場合を想定し、建築基準法施行令第 73 条第 3 項の規定に準じて定めた。

(3) 扁平断面柱におけるかんざし筋

短辺と長辺の辺長が異なる扁平断面柱の場合、7.2 節(1)項の規定による長辺方向のかんざし筋は、柱梁接合部内に定着される梁主筋の付着強度の向上に寄与しない恐れがある。

これらより、解図 7.8 では、長辺方向の場合、柱幅 B_c =柱せい D_c を仮定し、式(7.3)で算定した柱頭補強筋比 p_{jw} が 0.25%以上となるように、柱の長辺に接続する梁横補強筋と同じ幅のかんざし筋を配置している。

ただし、短辺方向については、(柱全幅- B_g)×柱せい D_c に対し、 $p_{jw} \geq 0.25\%$ のかんざし筋を配置している。 B_g は、柱断面長辺に接続する梁幅を示す(13.2 節(3)5) 参照)。

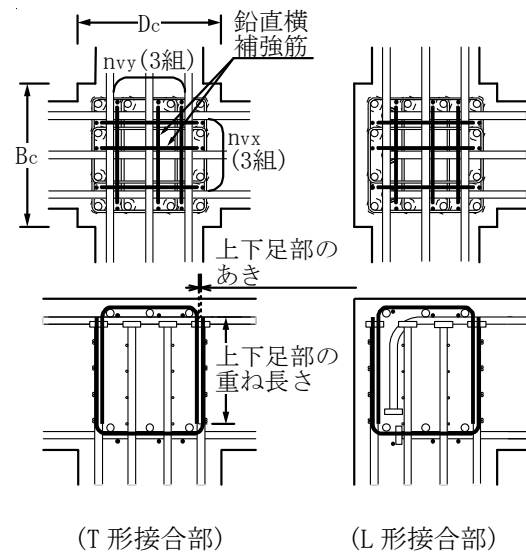


解図 7.8 扁平断面柱のかんざし筋の配置例

(4) 鉛直横補強筋

文献 2-3) では、解図 7.9 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、設計区分 I、II ともに、地震力方向に係わらず、X、Y 両方向に、解図 7.9 に示すように、かんざし筋の代わりに、 $p_{jwv} \geq 0.15\%$ 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、柱頭補強筋比 p_{jwv} 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 a_{wv} として式 (7.3) で算定する。 d は鉛直横補強筋の直径を示す。



解図 7.9 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 $(2/3)D_c$ 以上とし、必要定着長さ l_{ao} の上限は $25db$ 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 D_c の $(3/4)$ 倍以上かつ $15db$ 以上とする(4.3節(1))。 db は梁主筋直径を示す。
- 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 $1.1 \times \sigma_{yo}$ 、SD490の場合 $1.0 \times \sigma_{yo}$ とし、式(8.1)で算定してもよい。

ただし、上記の緩和規定は、ピロティ骨組の柱梁接合部内の梁主筋定着部には適用できない(13.2節(4)参照)。

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

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

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

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

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

：基本支圧強度(N/mm^2)

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： $\beta_{ao}=1.0$

それ以外の場合： $\beta_{ao}=0.8$ 、接合部被覆率の定義は4.2節による。

F_c ：コンクリートの設計基準強度(N/mm^2)

$$k_5 = 0.9 + 12.5 p_{jwh} \leq 1.0 \quad (8.5)$$

：接合部横補強筋比(p_{jwh})による補正係数で、 p_{jwh} は式(7.2)による。

$$k_6 = k_{6d} \cdot k_{6f} \leq 1.0 \quad (8.6)$$

：定着筋直径(db)による補正係数 (db ：mm)

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

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

(注) db は梁主筋直径、 D_c 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

4.3節では、骨組のメカニズム時まで梁主筋定着破壊を起さないように、ト形接合部の設計条件を定めた。一方、梁主筋必要定着長さの算定式(8.1)は益尾・窪田式²⁻¹⁾より導出されている。同式による側面剥離定着耐力は、いずれの既制定着金物を用いた場合にも精度よく評価できる。また、文献2-2)の実験より、 $l_{ag}=(2/3)D_c$ としたト形接合部の構造性能が確認されている。

これらより、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 $(2/3)D_c$ 以上とした。ただし、4.3節の解説(1)で前述したように、梁主筋定着長さ l_{ag} が $(2/3)D_c$ 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} の小さい方の耐力が式(解4.2)の条件を満足しなければならない。

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 C_s を $3db$ とし、益尾・窪田式で求めた梁主筋側面剥離定着耐力(τ)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、必要定着長さ比 l_{ac}/db の上限は、JASS 5による柱内折曲げ定着の投影定着長さ L_a の最大値と同様に25とし、計算の簡略化のために、 l_{ao}/j_{tg} の上限を削除した。実骨組の柱梁接合部では、 l_{ao}/j_{tg} の上限を超えることは少ないと考えられるので、実験的根拠は十分でないが、計算の簡略化を優先し、上記のように規定した。

なお、 l_{ao} が $25db$ を超える場合、コンクリート強度 F_c 、鉄筋直径 db 、接合部横補強筋比 p_{jwh} などを変更し、再度、式(8.1)で必要定着長さ比を求める必要がある。また、式(解8.1)を満足する場合、式(8.1)による必要定着長さ l_{ao} によらなくてもよい。

$$\tau \geq \tau_{sy} \quad (\text{解 8.1})$$

$$\tau = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot \sigma_{auo} \cdot \Sigma A_p \quad (\text{解 8.2})$$

$$\tau_{sy} = \sigma_{sy} \cdot \Sigma a_t \quad (\text{解 8.3})$$

ここに、 τ ：益尾・窪田式による側面剥離定着耐力

τ_{sy} ：梁主筋の引張降伏耐力

σ_{auo} ：基本支圧強度(式(8.4))

$k_1=5.5/\alpha_p$ ：支圧面積比(α_p)による補正係数

$k_2=0.8+0.0167(l_{ag}/db) \leq 1.1$ ：定着長さ比(l_{ag}/db)による補正係数

$k_3=0.7+0.3(l_{ag}/j_{tg}) \leq 1.05$ ：ストラット勾配(l_{ag}/j_{tg})による補正係数

$k_4=0.92+0.02(C_s/db) \leq 1.05$: 側面かぶり厚さ比(C_s/db)による補正係数

$k_5=0.9+12.5 p_{jwh} \leq 1.0$: 接合部横補強筋比(p_{jwh})による補正係数

$k_6= k_{6d} \cdot k_{6f} \leq 1.0$: 定着筋直径(db)による補正係数

$k_{6d}=1.31-0.0125db \leq 1.0$ 、 $k_{6f}=0.492+0.0169F_c \geq 1.0$

ΣA_p : 定着金物の支圧面積の総和、 $\alpha_p=A_p/a_t$: 支圧面積比

a_t : 引張側梁主筋 1 本当たりの断面積、 Σa_t : 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、原則として、解表 5.1 による。

(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}/db が大きいほど、必要定着長さ比 l_{ao}/db は増加し、 $j_{tg}=600\text{mm}$ 、梁主筋が D32 の場合、 $j_{tg}/db=18.8$ となる。これらより、 $j_{tg}/db=20$ 、 $p_{jwh}=0.2\%$ 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}/db を解表 8.1 に示す。

解表 8.1 は、 $j_{tg}/db=20$ を仮定しているもので、 $j_{tg}/db>20$ 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}/db 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}/db ($p_{jwh}=0.2\%$)

(a) 両側直交梁付き以外の場合

(b) 両側直交梁付きの場合

鋼種	呼び名	F _c (N/mm ²)											
		21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54
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。

鋼種	呼び名	F _c (N/mm ²)											
		21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54
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) 背面かぶり厚さに関する規定

機械式定着によるト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 l_{ag} を $12db$ かつ $(2/3)D_c$ として行われている。 $l_{ag}=12db=(2/3)D_c$ は構造規定の最小定着長さである。この場合、背面かぶり厚さ C_b は $6db$ となる。

同図(b)では、 $l_{ag}=12db$ かつ $C_b=4db$ の場合、 $l_{ag}=(3/4)D_c$ 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、 $l_{ag}=15db$ かつ $C_b=3db$ となり、この場合、梁曲げ降伏後の変形性能は、 l_{ag} が $12db$ かつ $(2/3)D_c$ 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ても、接合部ストラットの有効範囲の拡大に伴い、梁曲げ降伏後の変形性能は低下しない。

背面かぶり厚さ C_b 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 D_c は、梁主筋定着長さ l_{ag} と背面かぶり厚さ C_b の和となるので、 l_{ag} と C_b の両方の規定は、梁主筋直径 db に対する柱せい D_c の比を規定していることを意味する。

一方、背面かぶり厚さは、下式の必要背面かぶり厚さ C_{bgo} が 8.1 節(2)2)の値を満足するように検定してもよい。

$$C_{bgo}=D_c-l_{ago}, \quad l_{ago}=\max(l_{ao}, X \cdot D_c, n \cdot db) \quad (\text{解 8.4})$$

ここに、 X, n ：梁主筋定着長さの構造規定による柱せい D_c および梁主筋直径 db に対する倍率(8.1 節(1)1) 参照)

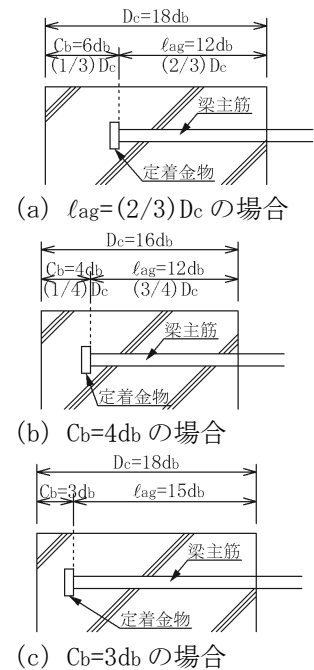
(6) 背面かぶり厚さの施工検査の省略

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 C_b の確保よりも、梁主筋定着長さ l_{ag} 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 l_{ag} と背面かぶり厚さ C_b 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 l_{ag} 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 l_{ag} が規定値(設計値)を満足することを確認することになっている。

上記によると、鉄筋寸法の施工検査では、梁主筋定着長さ l_{ag} 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い。また、8.3 節の L 形接合部における梁上端筋の投影定着長さ l_{dh} および下端筋の定着長さ l_{ag} についても、同様に対処することができる。



解図 8.1 定着長さ l_{ag} と背面かぶり厚さ C_b の関係

(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、4.3節の解説(6)で前述した理由と同様、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 $1.1 \times \sigma_{yo}$ 、SD490の場合 $1.0 \times \sigma_{yo}$ として算定してもよいとした。ただし、8.1節(1)の3)の緩和規定は、4.3節(5)と同様、ピロティ骨組の柱梁接合部内の梁主筋定着部には適用できないとした(13.2節(4)参照)。

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、 $jtg/db=20$ 、 $p_{jwh}=0.2\%$ 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

(b) 両側直交梁付きの場合

鋼種	呼び名	F _c (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						

鋼種	呼び名	F _c (N/mm ²)													
		21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
SD295	D41以下	12													
SD345		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									

"-"を付した場合は、 $l_{ao}/db > 25$ に該当する。

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 $(3/4)D_g$ 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、 $l_{ac} \geq 12db$ 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 $(3/4)D_g$ 以上としてもよい。また、必要定着長さ l_{ao} は、付帯柱軸力の大きさに係わらず、柱主筋の上限強度算定用材料強度 σ_{sy} を、SD390 以下の場合 $1.1 \times \sigma_{sy0}$ 、SD490 の場合 $1.0 \times \sigma_{sy0}$ とし、式(8.1)で算定してもよい。

ただし、上記の緩和規定は、ピロティ骨組の柱主筋定着部には適用できない(13.2節(4))。

3) 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 j_{tg} は、柱両側最外縁主筋の中心間距離 j_{tco} に読み替え、式(8.1)中の係数 S_a は、 $k_5=0.9$ とし、式(8.2)で算定する。

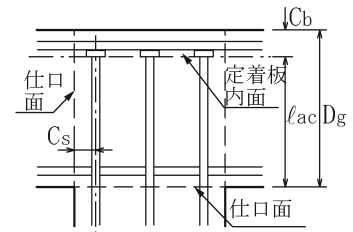


図 8.1 柱主筋の定着長さ

【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 C_s は、 $2db$ 以上とする。

2) 定着板内面からの背面かぶり厚さ C_b は、原則として、 $3db$ 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、背面かぶり厚さに係わらず、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 は柱主筋直径、 D_g は梁せいを示す。

【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を対象とした益尾・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($k_5=0.9+12.5p_{jwh} \leq 1.0$)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⁾。

一方、益尾・窪田式では、検証用実験より定着長さ比 l_a/db を 18 以下に制限していた。

T 形接合部実験²⁻³⁾では、接合部耐力余裕度 Q_{ju}/Q_{cu} 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 R_{80} が $1/10$ 程度の変形性能が得られる。 Q_{ju} は接合部終局耐力時、 Q_{cu} は柱曲げ終局耐力時の柱せん断力であり、 R_{80} 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 L_a の上限を $25db$ としている。 db は鉄筋直径を示す。

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}/j_{tg} 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⁾によると、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、 $j_{tco}/db=20$ として式(8.1)で求めた柱主筋の必要定着長さ比 l_{ao}/db を解表8.3に示す。この場合、式(8.1)中の係数 S_a は、かぶり厚さ比 $C_s/db=2$ ($k_4=0.96$)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}/db

(a) 両側直交梁付き以外の場合

(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
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							
SD390	D41	23	21	20	19	16							
	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						
SD490	D38	—	24	23	21	18	16						
	D41	—	—	24	23	20	17	16					
	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				
SD490	D35	—	—	—	25	22	19	17	16				
	D38	—	—	—	—	23	21	18	16				
	D41	—	—	—	—	—	25	22	20	18	16		
	D25以下	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

鋼種	呼び名	Fc (N/mm ²)											
		21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54
SD295 SD345	D41以下	16											
	D32以下	16											
SD390	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							
SD490	D41	25	23	21	20	17	16						
	D25以下	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	D29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	D32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

“—”を付した場合は、 $l_{ao}/db>25$ に該当する。

(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、4.4節の解説(1)で前述したように、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。ただし、押し抜き破壊は、背面かぶり厚さのみに支配されず、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、その結果、柱主筋の背面側への押し抜き変形も抑制される。これらの点を考慮して背面かぶり厚さの最小値を定めた。また、柱主筋の背面かぶり厚さは、梁主筋定着部と同様、下式の必要背面かぶり厚さ C_{bco} を用いて検定してもよい(式(解 8.4) 参照)。

$$C_{bco} = D_c - l_{aco}, \quad l_{aco} = \max(l_{ao}, X \cdot D_g, n \cdot d_b) \quad (\text{解 8.5})$$

X, n : 柱主筋定着長さの構造規定による梁せい D_g と柱主筋直径 d_b に対する倍率(8.2 節 1) 参照)

一方、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については、応力状態が純ラーメン架構の場合に比べて緩和されるので、背面かぶり厚さに係わらず、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)で前述した理由と同様、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、 $12d_b$ 以上かつ $(3/4)D_g$ 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 $1.1 \times \sigma_{yo}$ 、SD490 の場合 $1.0 \times \sigma_{yo}$ 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}/d_b を解表 8.4 に示す。同表の計算では、 $j_{tco}/d_b = 20$ 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}/d_b
(a) 両側直交梁付き以外の場合 (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
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	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、 $l_{ao}/d_b > 25$ に該当する。

鋼種	呼び名	Fc (N/mm ²)											
		21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54
SD295 SD345	D41以下	12											
	D32以下	12											
SD390	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 $12d_b$ 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 $16d_b$ 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、 $l_{ac} = 12d_b$ でも、柱主筋は定着破壊を起こさず、靱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、 $l_{ac} \geq 12d_b$ 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 $(3/4)D_c$ 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 L_2 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

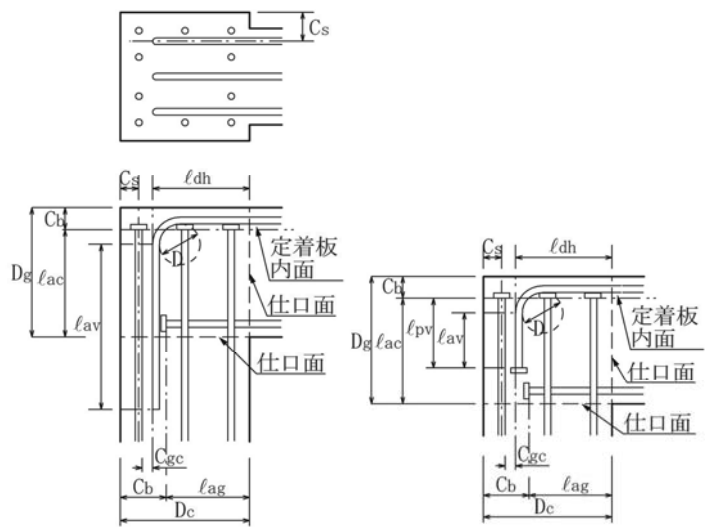
- 1) 定着長さ ℓ_{ag} は、 ℓ_{ao} 以上、 $14db$ 以上かつ $(2/3)D_c$ 以上とする。
- 2) 定着板内面からの背面かぶり厚さ C_b は、 $4db$ 以上とする。ただし、 $\ell_{ag} \geq 15db$ の場合、 C_b は、 $3db$ 以上としてもよい。

(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 C_s 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 : 梁主筋直径、 D_c : 柱せい



(a) 余長部タイプ A (b) 余長部タイプ B

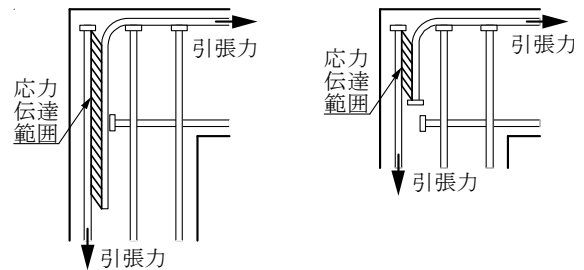
図 8.2 L形接合部における梁主筋定着

【解説】

(1) 梁上端筋定着部の規定

L形接合部内の梁上端筋定着部の場合、定着スタブ付きでなければ、T形接合部内の梁主筋と異なり、梁端仕口面から折曲げ起点の間でコンクリートに対する付着力が早期に喪失され、折曲げ終点からの余長部の抜け出し抵抗力によって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。

本節では、これらの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



(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

筋定着部を規定した。

余長部タイプ A は、折曲げ定着と同様に規定されている。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 8.6) の定着長さとする事で、梁曲げ降伏後の変形性能が確保される。

$$l_{avo} = \sigma_{yo} \cdot db / (4f_a) \quad (\text{解 8.6})$$

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 を確保することになっている。 L_2 は式(解 8.6) の定着長さ l_{avo} と同程度の値となるので、本設計指針では、設計の簡略化のために、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
	$F_c \leq 22.5$ 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} が規定されている。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) の実験によると、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} については、 $C_{gc} \leq 0.2l_{av}$ としなくても目標性能を満足する。また、梁上端筋の投影定着長さ l_{dh} が $(3/4)D_c$ 以上に規定されているので、本設計指針では、設計の簡略化を意図し、 C_{gc} を規定していない。ただし、柱せい D_c が 1000mm を超えるような場合、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} を大きくすることが望ましい。

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、SD295A, B 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) としているので、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) 梁下端筋定着部の規定

本設計指針では、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 $(2/3)D_c$ 以上とした。また、梁下端筋の定着金物内面からの背面かぶり厚さは、8.1 節のト形接合部における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。

一方、L 形接合部の場合、靱性保証型指針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 D_{jh} は、 $D_{jh} = l_{dh}$ 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、原則として、 l_{dh} と l_{ag} は同程度とする。

(3) 最上階梁の2段目上端筋の定着長さ

RC配筋指針¹⁻⁵⁾では、梁上端筋を2段筋とした折曲げ定着によるL形接合部の場合、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 l_a 以上とすることを条件に、2段目主筋を一般階梁主筋と同じ 90° フック付き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)としてよいことが示されている。 db は梁主筋直径を示す。

さらに、折曲げ定着と機械式定着を比較した実験²⁻²⁾を踏まえると、機械式定着による最上階L形接合部では、8.3節(1)と同様、 $l_{ag} \geq l_{ao}$ 、 $l_{ag} \geq 16db$ かつ $l_{ag} \geq (3/4)D_c$ の場合、2段目上端筋を折曲げずに機械式定着としてもよいと考えられる。

上記の点については、折曲げ定着、機械式定着ともに、実験による検証が十分でないので、最上階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 p_t を小さくするなど、慎重に設計する必要がある。実験等の検討結果を踏まえると、最上階L形接合部内の梁上端筋の引張鉄筋比 p_t は1.5%程度以下とすることが望ましい。

(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)。

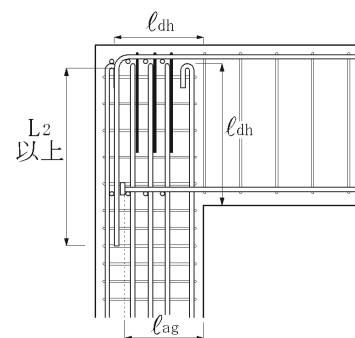
(5) L形接合部内のフック付き主筋定着

従来、L形接合部では、柱、梁主筋がD25程度以下の場合、出隅部の柱主筋定着を 180° フック付き定着とし、梁上端筋を 90° フック付き折曲げ定着とすることが多い。一方、梁下端筋をRC計算規準¹⁻²⁾で推奨する 90° フック付きの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。

このような場合、解図8.3に示すように、梁下端筋を機械式定着とすれば、柱梁接合部内の配筋の納まりが改善される。これらの梁下端筋定着部は、8.3節の規定を満足すればよい。

梁上端筋の投影定着長さ l_{dh} は、8.3節(1)と同様、 l_{ao} 以上、 $16db$ 以上かつ $(3/4)D_c$ 以上とし、柱主筋の投影定着長さ l_{dh} はJASS 5のフック付き定着長さ L_{2h} 以上とする。

また、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する。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章で前述したように、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た。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、骨組のメカニズム時は、解図5.1～解図5.4に示すように、ト形、T形、L形、十字形部分架構が崩壊機構を形成した状態を基本とし、骨組の D_s 算定時もメカニズム時として扱うことができる(5.1.2項 参照)。

また、設計ルート1, 2-1, 2-2による許容応力度設計の場合にも、技術基準解説書¹⁻⁹⁾に従い、一貫構造計算プログラムによって折曲げ定着を想定した柱梁接合部のせん断検定を行い、10章(2)の構造規定を満足すれば、折曲げ定着を機械式定着に置き換えることができる。

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)によるとした。ただし、7.1節の解説(5)に示すように、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。

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。

$$V_{pah} > V_{mah} \quad (9.1)$$

$$V_{pah} > V_{mah} \quad \text{かつ} \quad V_{pav} > V_{mav} \quad (9.2)$$

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。

$$V_{mah} = \xi_{ha} \cdot Q_{ca} \quad (9.3)$$

$$Q_{ca} = cQ_{ga} = (M_{gao}/l_o) \cdot (l/h) \quad (9.4)$$

(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。

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

$$Q_{ca} = \min(cQ_{ca}, cQ_{ga}) \quad (9.6)$$

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

$$\text{【L形接合部】} \quad Q_{ca} = cQ_{ga} = \{2M_{gao}/l_o\} \cdot (l/h) \quad (9.8)$$

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

$$\text{L形接合部：} \quad \xi_{ha} = (h/l) \cdot (l_o/j_g) - 2 \quad (9.10)$$

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

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。

$$cQ_{ca} = cQ_{ga} = \{(M_{gao}+M_{gao}')/l_o\} \cdot (l/h) \quad (9.12)$$

(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。

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

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

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。

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

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}' ：それぞれ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} ：柱中段主筋の許容引張力、 T_{ga}, T_{ga}' ：左右梁引張鉄筋の許容引張力

T_{sa}, T_{sa}' ：それぞれ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。

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

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

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/mm²)

κ_a ：柱梁接合部の許容せん断力に対する形状係数

$$\left. \begin{array}{ll} \text{(ト形、T形接合部)} & \kappa_a = 7 \\ \text{(L形接合部)} & \kappa_a = 4 \\ \text{(十字形接合部)} & \kappa_a = 10 \end{array} \right\} \quad (9.18)$$

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/mm²)

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(5)参照)。

なお、ト形接合部の場合、梁主筋の定着長さ l_{ag} は柱せい D_c の(3/4)倍以上とすることを基本とし、梁主筋搔き出し定着耐力時せん断力を考慮せず、短期許容せん断耐力に対する設計条件を定めている。

(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} を乗じて求められる。 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 ($\phi=0.85$) を用い、 $F_j=0.8 \times F_c^{0.7} \approx 0.8 \times 15.4(f_s-0.5)$ とすることで、下式で求められる。 F_j は靱性保証型指針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。

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

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、 $\alpha_a=1.1$ とし、 κ_a を以下のように定めた。

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、技術基準解説書に従って設計してもよい。
- 2) 一貫構造計算プログラムを用い、技術基準解説書に従い折曲げ定着を想定した柱梁接合部のせん断検定を行った場合、(2)項の構造規定を満足すれば、折曲げ定着を機械式定着に置き換えてもよい。
- 3) 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。
- 4) 技術基準解説書に従う柱、梁主筋定着部および柱梁接合部の設計は、原則として、ピロティ柱梁接合部には適用しない(13.2節(4))。

(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。
ただし、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 $(3/4)D_c$ 以上とし、引張柱軸力を受けるト形接合部の場合、8.1節(1)と同様、 l_{ao} 以上、 $15db$ 以上かつ $(3/4)D_c$ 以上とする。 db は梁主筋直径、 D_c は柱せいを示す。
- 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。ただし、梁下端筋の定着長さ l_{ag} は、式(8.1)の必要定着長さ l_{ao} 以上、 $14db$ 以上かつ $(3/4)D_c$ 以上とする。
- 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。 σ_{yo} は梁主筋の規格降伏点であり、 α 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) 接合部横補強筋およびかんざし筋

- 1) ト形接合部の場合、 $p_{jwh} \geq 0.2\%$ 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、 $p_{jwh} \geq 0.2\%$ 、それ以外の場合、 $p_{jwh} \geq 0.3\%$ とし、接合部横補強筋比 p_{jwh} は式(7.2)で算定する(7.1節(1))。
- 2) T形、L形接合部のかんざし筋は、7.2節による。

(3) 接合部せん断設計

柱梁接合部は、式(10.1)を満足するように設計する。ただし、柱端仕口面で柱主筋が引張降伏する場合、その影響を考慮して設計する。

$$V_{puh} > n_p \cdot V_{muh} \quad (10.1)$$

ここに、 n_p ：接合部応力割増し係数で、 $n_p \geq 1.1$ とする。

V_{muh} , V_{puh} ：水平方向の接合部終局強度設計用せん断力および接合部せん断終局耐力

【解説】

(1) 技術基準解説書と靱性保証型指針による柱梁接合部の設計

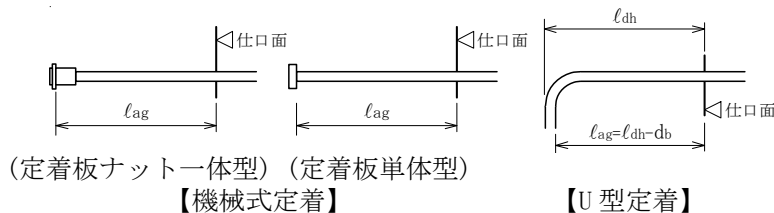
技術基準解説書¹⁻⁹⁾では、靱性保証型指針¹⁻²⁾と同様の応力状態を想定し、柱梁接合部のせん断設計を行うことにしている。技術基準解説書と靱性保証型指針で異なる点は、①柱梁接合部の終局強度設計用せん断力の算定に用いる主筋の材料強度の設定値、②本設計指針による接合部耐力余裕度 λ_p に相当する応力割増し係数 n_p の設定値、③接合部横補強筋比の規定値の3点である。

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 n_p 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、靱性保証型指針では0.3%以上としている。

一方、本設計指針による性能検定方式では、梁、柱主筋の材料強度は靱性保証型指針による上限強度算定用材料強度とし、接合部耐力余裕度 λ_p は1以上としている(4.2節参照)。

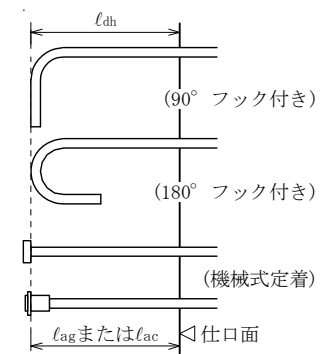
(2) 折曲げ定着と機械式定着による柱梁接合部の構造性能

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 $l_{dh}-d_b$ 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。 d_b は梁主筋直径を示す。



解図 10.1 梁主筋定着長さ l_{ag} の定義³⁻¹⁰⁾

(付録4)では、折曲げ定着によるト形部分架構の終局耐力、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)などの実験によると、機械式定着によるT形、L形接合部は、10章(2)の構造規定を満足する場合、技術基準解説書に従って設計された折曲げ定着の場合と同等の構造性能を有する。

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(2)の構造規定を満足すれば、技術基準解説書に従って設計してもよいとした。

中高層建物の構造設計では、通常、ト形、L形、T形、十字形接合部ともに、技術基準解説書に従い、一貫構造計算プログラムによって接合部せん断検定が行われる。これらより、置換え方式では、折曲げ定着の場合と同様、各接合部ともに、Ds算定時に柱梁耐力比の値を規定していない。

(3) 構造規定

(a) 柱、梁主筋定着部

10章(2)の構造規定では、技術基準解説書に準拠し、ト形接合部内の梁主筋定着長さ l_{ag} は、式(8.1)の必要定着長さ l_{ao} 以上、 $12db$ 以上かつ $(3/4)D_c$ 以上とした。

技術基準解説書では、梁主筋定着長さは、柱軸力の大きさに係わらず規定されている。この点も考慮し、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 $(3/4)D_c$ 以上とした。また、L形接合部内の梁下端主筋定着長さ l_{ag} は、技術基準解説書と同様、 $(3/4)D_c$ 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 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

(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
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。

鋼種	呼び名	Fc (N/mm ²)												
		21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57
SD295	D41以下	12												
		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

(b) 両側直交梁付きの場合

鋼種	呼び名	F _c (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。

鋼種	呼び名	F _c (N/mm ²)													
		21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
SD295	D41以下	16													
SD345		16													
SD390		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。

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、 $j_{tg}/db=20$ または $j_{tco}/db=20$ 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、 $p_{jwh}=0.2\%$ とした。 j_{tg} は梁上下主筋の重心間距離、 j_{tco} は柱両側最外縁主筋の中心間距離、 p_{jwh} は接合部横補強筋比を示す。

(b) 接合部横補強筋

(1)項で前述したように、技術基準解説書では $p_{jwh} \geq 0.2\%$ 、靱性保証型指針では $p_{jwh} \geq 0.3\%$ としている。7.1 節の解説(3)によると、接合部被覆率が 50%以上の両側直交梁付きの場合、技術基準解説書と同様、 $\lambda_p=1.1$ とすれば、4.1 節で定義する設計区分Ⅱとしても、式(7.1)の必要接合部横補強筋比 p_{jwh0} は、接合部横補強筋の鋼種、コンクリートの設計基準強度 F_c に係わらず、ト形接合部ではほぼ 0.2%を超えず、T 形、L 形接合部では 0.3%を超えない。

これらより、本章では、接合部横補強筋比 p_{jwh} の最小規定を定めた。ただし、接合部横補強筋は、最小規定のほかに、7.1 節の解説(5)に示すように、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) 柱梁接合部における折曲げ定着から機械式定着への置換え

10 章(1)2)では、一貫構造計算プログラムを用い、技術基準解説書に従い折曲げ定着を想定した柱梁接合部のせん断検定を行った場合、10 章(2)の構造規定を満足すれば、折曲げ定着を機械式定着に置き換えてもよいとした。また、(2)項で前述した実験結果に基づくと、折曲げ定着から機械式定着への置き換えは、以下の場合にも適用できる。

- 1) 11 章の特殊形状を除く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の柱、梁主筋定着部は除く。

- 4) 14 章の最下階柱・基礎梁接合部内の柱、梁主筋定着部

さらに、上記の置き換え方式は、9.1 節の解説で前述したように、設計ルート 1, 2-1, 2-2 の許容応力度設計の場合にも適用することができる。

(5) 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

技術基準解説書によると、靱性保証型指針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 V_{muh} は、解図 10.3 の応力状態を仮定すると、式(解 10.1)、式(解 10.2)で算定できる。両式では、簡略化のためにスラブ筋の降伏引張力を省略している。両式を整理すると、式(5.1)が得られる。

$$\text{(ト形接合部)} \quad V_{muh} = T_g M - Q_c M \quad \text{(解 10.1)}$$

$$\text{(十字形接合部)} \quad V_{muh} = T_g M + T_g M' - Q_c M \quad \text{(解 10.2)}$$

5.1.2 項で前述したように、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 V_{muh} 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 V_{muv} は式(5.17)で算定でき、式(4.5)と同様、せん断検定は式(解 10.3)によることができる。

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

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

V_{puh}, V_{puv} : 水平方向および鉛直方向の接合部せん断終局耐力

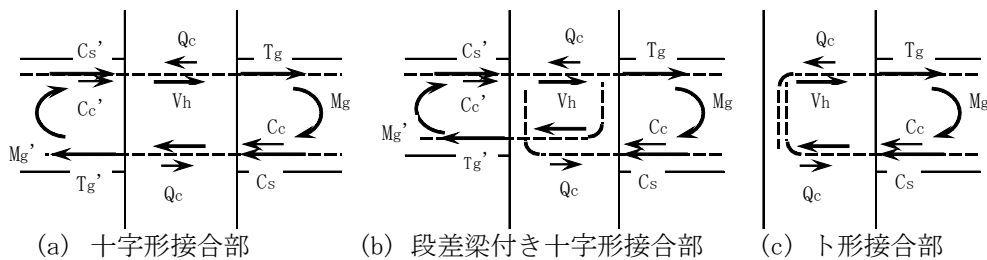
n_p : 応力の割増し係数 (1.1 以上とする)

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 V_{muh} は、 $Q_c M = 0$ とするか、階高を $h/2$ とし、式(解 10.4)の $Q_c M$ を用いて算定してもよい。この $Q_c M$ を $V_{muh} = T_g M - Q_c M$ に代入し、 $T_g M = M_g M / j_{tg}$ 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 ξh 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。

$$Q_c M = 2M_g M \cdot (\ell / \ell_o) / h \quad \text{(解 10.4)}$$

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

$M_g M$: D_s 算定時の梁端曲げモーメント



解図 10.3 梁降伏型柱梁接合部の D_s 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部分架構モデルの場合と技術基準解説書の場合、L 形接合部の κ_u の値が異なる。

すなわち、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 $\kappa_u = 0.4$ としているのに対し、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。

【応用設計編】

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。ただし、梁主筋定着長さ l_{ag} は l_{ao} 以上 $12d_b$ 以上かつ $(3/4)D_c$ 以上とする。 l_{ao} は式 (8.1) の必要定着長さ、 d_b は梁主筋直径、 D_c は柱せいを示す。
- 2) 柱主筋定着部は、8.2 節に準じる。
- 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 節に準じる。

(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 (4.4) による。
- 2) 段差梁付き T 形接合部のせん断設計は、式 (4.5) 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、式 (9.1) または式 (9.2) を用いて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。

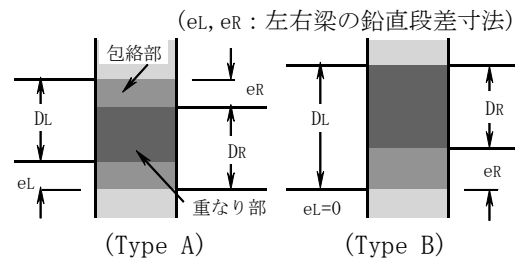


図 11.1 鉛直段差梁付き十字形接合部の基本タイプ

(c) 接合部有効せい

- 1) Type A、Type B とともに、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した場合、 $D_{jh}=D_c$ としてもよい(図 11.2(a), (c))。 D_{jh} は、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_c は柱せいである。
- 2) ただし、原則として、左右梁重なり長さは、Type A では大きい方の梁せいの $(3/4)$ 倍以上、Type B では大きい方の梁せいの $(2/3)$ 倍以上とする。
- 3) 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 d_b は梁主筋直径を示し、式 (11.2) の L_{go} は、左右梁重なり部での準貫通定着による梁主筋定着長さである。

$$D_c/d_b \geq f_t / \{3.6(1.5 + 0.1F_c)\} \quad (11.1)$$

$$L_{go} \geq \max(D_c + \ell_o, L_2) \quad (11.2)$$

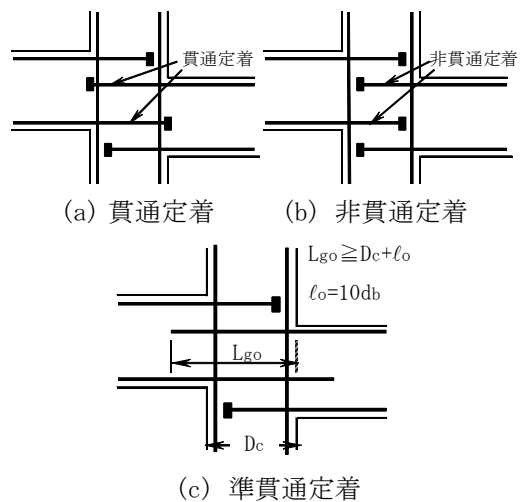


図 11.2 重なり部梁主筋の定着形式

ここに、 f_t : 梁主筋の短期許容引張応力度 (N/mm^2)
 F_c : コンクリートの設計基準強度 (N/mm^2)
 D_c : 柱せい、 L_{go} : 左右梁重なり部内の梁主筋定着長さ
 $l_o=10db$: 左右梁重なり部の梁主筋末端部の余長
 db : 梁主筋直径、 L_2 : JASS 5 の直線定着長さ

(3) 特殊形状の接合部有効せい

(2) 項(c)の条件を満足しない場合は特殊形状柱梁接合部とし、特殊形状の鉛直段差梁付き柱梁接合部の有効せい D_{jh} は、式(11.3)で算定する。ただし、左右梁主筋の鋼種が異なる場合、鋼種の違いを考慮する。また、特殊形状の鉛直段差梁付き T 形接合部の有効せい D_{jv} は、 D_{jh} に準じて定める。

$$D_{jh} = (n_1 \cdot at_1 \cdot l_{ag1} + n_2 \cdot at_2 \cdot l_{ag2} + n_o \cdot at_o \cdot D_c) / (n_1 \cdot at_1 + n_2 \cdot at_2 + n_o \cdot at_o) \quad (11.3)$$

ここに、 l_{ag1} , l_{ag2} : 左右梁定着筋の定着長さ、 n_1 , n_2 , at_1 , at_2 : 左右梁定着筋の本数と断面積
 n_o , at_o : 貫通定着、準貫通定着梁主筋および左右梁通し筋の本数と断面積
 $\Sigma n = n_1 + n_2 + n_o$: 左右梁主筋の全本数

(4) 接合部横補強筋およびかざし筋

- 1) 段差梁付き T 形、十字形接合部には、7.1 節の T 形、十字形接合部の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 T 形、L 形接合部のかざし筋を配置する。

【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 2-13) の研究を基に、ト形接合部内の梁主筋に準じ、 l_{ao} 以上、 $12db$ 以上かつ $(3/4)D_c$ 以上とした。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 節に準じ、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 節に準じる。段差梁付き T 形接合部内の梁上端筋定着部の納まりは、左右梁段差の形状によって決定するので、注意が必要である。

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、かつ、実験研究も少ないので、梁主筋定着長さ l_{ag} は、鉛直段差のない場合よりも長くなるように、 $(3/4)D_c$ 以上とした。

一方、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。このような場合、柱、梁主筋定着部を機械式定着とすれば、施工性が向上する。

(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 V_{h2} は、仕口面側入力せん断力 V_{h1} よりも大きく、段差なしの場合と等しい。また、Type B でも左右梁重なり部の入力せん断力 V_{h2} は、段差なしの場合と等しい(解図 5.4(a) 参照)。ここでは、梁主筋が定着破壊を起こさないことを前提とする。

したがって、Type A, Type B の終局強度設計用せん断力 V_{muh} 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 Q_{cu} を用いると、式(5.1)で算定できる。式(5.1)中の架構形

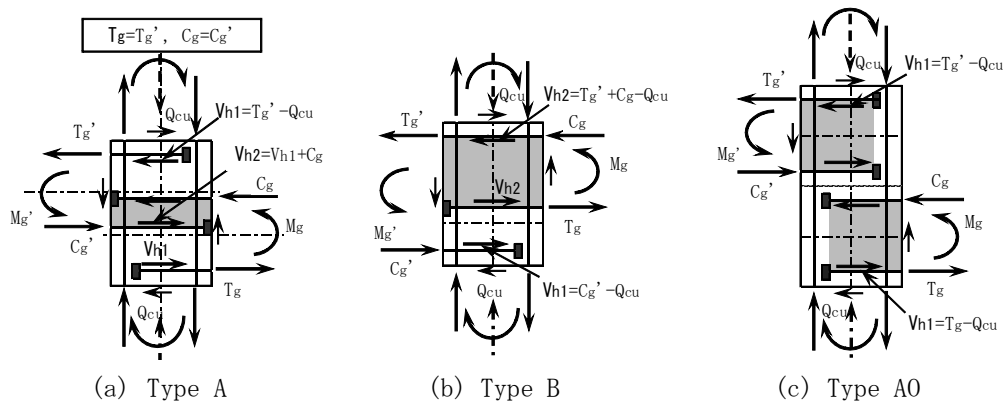
状の補正係数 ξ_h は $j_{tg}=(j_{tg1}+j_{tg2})/2$ として算定する(式(5.8)参照)。 j_{tg1} , j_{tg2} は左右梁の上下主筋の重心間距離を示す。

両梁材端部仕口面での梁曲げ終局耐力 M_{guo} と M_{guo}' が同じ場合、式(5.1)、式(5.2)、式(5.9)より、ト形接合部に対する十字形接合部の終局強度設計用せん断力 V_{muh} の比は2.0になる。

ト形接合部および十字形接合部のせん断終局耐力 V_{puh} は、式(6.1)で算定できる。同式中の $\phi \cdot F_j \cdot b_j$ が同じ場合、梁主筋定着長さ l_{ag} を $(3/4)D_c$ とすると、ト形接合部に対する十字形接合部のせん断終局耐力の比は $1/(0.7 \times 3/4)=1.90$ になる。

式(4.4)のト形および十字形接合部の設計条件より、ト形接合部に対する十字形接合部の式(4.4)中の接合部耐力余裕度 λ_p の比は $1.90/2.0=0.95$ となる。すなわち、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 V_{muh} は、ト形接合部と同様、式(5.1)で算定する必要がある。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。

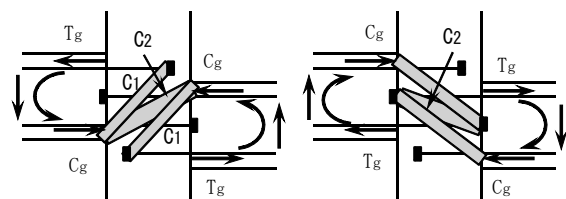


解図 11.1 段差梁付き十字形接合部の入力せん断力

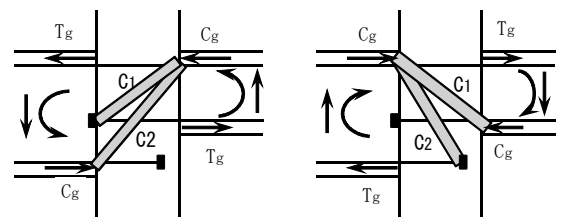
(3) 梁主筋定着部納まりの基本事項

文献 2-13)の研究によると、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は、 $D_{jh}=D_c$ として求めたせん断終局耐力を期待できる。これは、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 の効果が期待できるためである。

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 が形成されるので、 $D_{jh}=D_c$ として求めたせん断終局耐力を期待できる。 D_{jh} は接合部有効せい、 D_c は柱せいを示す。

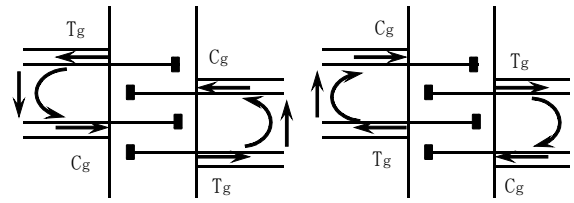


(a) 正加力時 (b) 負加力時
解図 11.2 Type A(貫通定着)段差梁付き十字形接合部の応力状態



(a) 正加力時 (b) 負加力時
解図 11.3 Type B(貫通定着)段差梁付き十字形接合部の応力状態

また、文献 2-13)の検討対象の実験では、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、左梁下端筋および右梁上端筋が引張側となる負加力時の最大耐力は、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

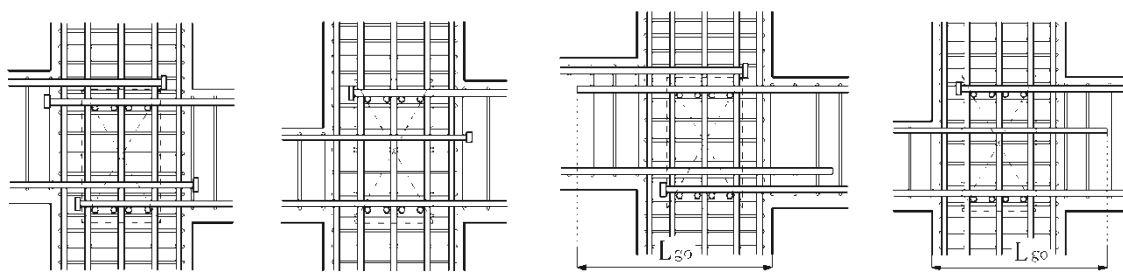
以上のように、本項では、重なり部梁主筋の貫通定着と非貫通定着による鉛直段差梁付き十字形接合部の終局時抵抗機構の違いを示し、貫通定着の場合、接合部有効せい D_{jh} は、通常の十字形接合部と同様、柱せい D_c と同じにできるとした(解図 11.5(a) 参照)。また、通常の十字形接合部の場合、技術基準解説書によると、梁通し筋直径 d_b に対する柱せい D_c の比は式(11.1)で規定されるので、段差梁付き接合部でも式(11.1)を規定した。

これらより、11.1 節(2)では、重なり部梁主筋を貫通定着または準貫通定着とすることを基本とし、それ以外の特殊形状の鉛直段差梁付き十字形接合部の場合、接合部有効せい D_{jh} は式(11.3)で算定することにした。

(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、施工性がよくない。この点を考慮し、図 11.2(c)の準貫通定着が考案されている。準貫通定着の場合、十字形接合部と同様、式(11.1)の規定を満足し、かつ、式(11.2)中の梁主筋末端までの余長 l_0 を $10d_b$ とすることで、定着金物と同等の効果を有するフックの効果を確保することにした(解図 11.5(b) 参照)。

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 $10d_b$ としているので、図 11.2(a)の貫通定着に代わる定着として、図 11.2(c)の準貫通定着としてもよいとした。



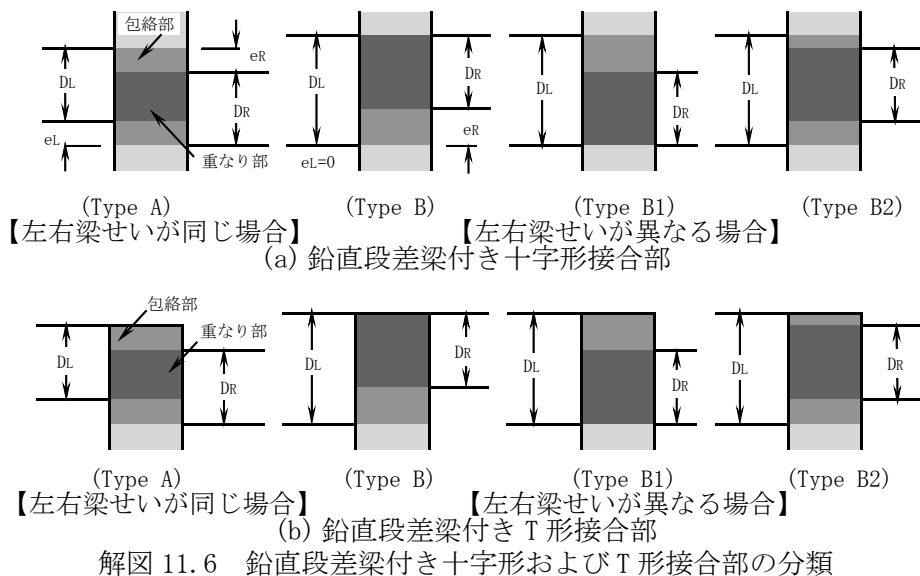
(Type A) (Type B) (Type A) (Type B)
(a) 重なり部梁主筋の貫通定着 (b) 重なり部梁主筋の準貫通定着

解図 11.5 鉛直段差梁付き柱梁接合部の配筋詳細

(5) 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 では、図 11.1 の Type A、Type B と併せて、Type B と同様に扱える 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た。Type A、Type B と同様、Type B1、Type B2 についても、重なり部の入力せん断力 V_{h2} は、段差なしと同様に算定でき、包絡部の入力せん断力 V_{h1} よりも大きい(解図 11.1 参照)。

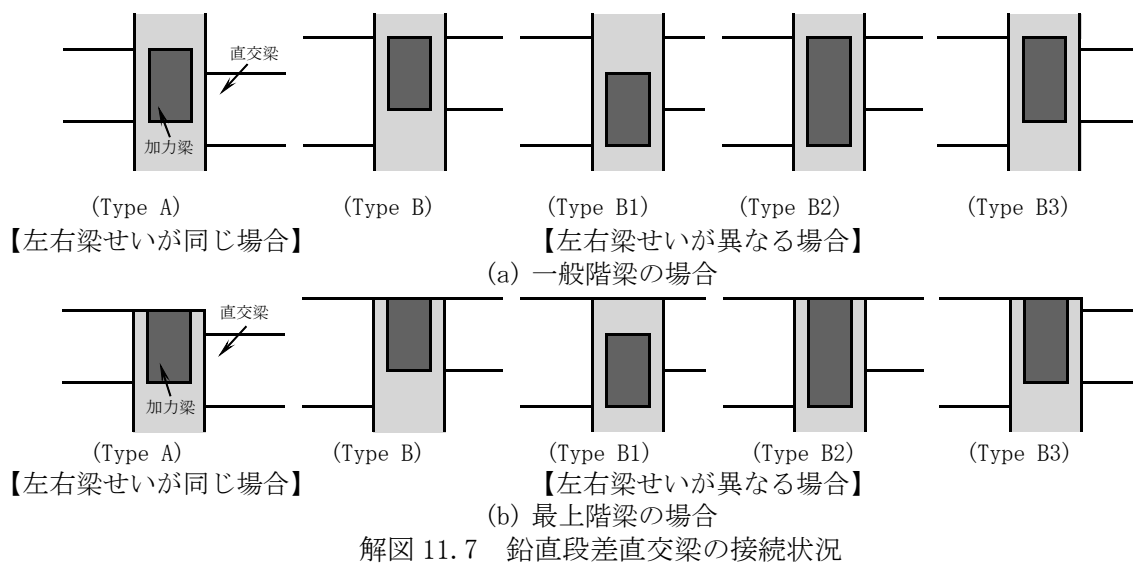
一方、接合部横補強筋は、包絡部と重なり部の全体に配置することを基本とする。ただし、7.1節の解説(6)の解図 7.4 と同様、柱横補強筋比が接合部横補強筋比よりも大きい場合、重なり部に接合部横補強筋を配置し、それ以外の範囲に柱横補強筋を配置することを基本とする。



(6) 鉛直段差直交梁の接続状況

4.2 節、6 章、7.1 節、8.1 節に示すように、接合部せん断終局耐力、接合部横補強筋比および梁、柱主筋の必要定着長さは、直交梁の影響を考慮して算定することになっている。一方、解図 11.7 に示すように、直交梁にも鉛直段差が生じる場合がある。同図は、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)は一般階梁(十字形接合部)の場合、(b)は最上階梁(T形接合部)の場合を示す。

加力構面も段差梁付きの場合、それらの形状に応じ、直交梁が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考慮し、それぞれの接合部側面について直交梁付きの有無を判別する(4.2 節の解説(4) 参照)。



(7) 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。

$$\xi_h = (h/\ell) \cdot (\ell_o/jt_{ge})^{-1} \quad (\text{解 11.1}), \quad jt_{ge} = (jtg_1 + jtg_2)/2 \quad (\text{解 11.2})$$

ここに、 jtg_1, jtg_2 : 左右梁の上下主筋重心間距離

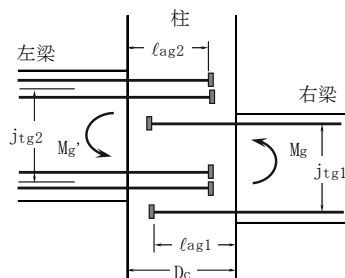
(b) 片方の梁主筋(2段筋)を柱梁接合部に定着する場合

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、片方の梁主筋(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。

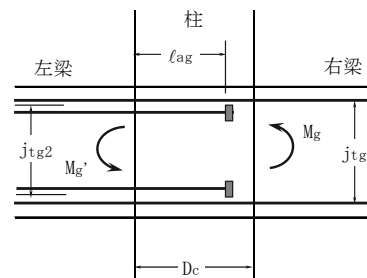
ただし、重なり部内の梁主筋定着部は、反対側の最外縁柱主筋の外側までの貫通定着または準貫通定着とすることが望ましい。

(c) 梁通し筋と主筋定着部が混在する場合

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、左右梁主筋の鋼種が同じであれば、接合部有効せい D_{jh} は、梁定着主筋の定着長さ ℓ_{ag1}, ℓ_{ag2} と梁通し筋長さ(= D_c)の重み付き平均値とし、式(11.3)で算定することが望ましい。



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

(d) 左右梁重なり長さが 11.1 節(2)(c)2)の規定値より小さい場合

表記の場合でも、式(7.1)の必要横補強筋比 p_{jwho} を満足する接合部横補強筋を配置すれば、鉛直段差梁付き柱梁接合部全体が接合部コアを形成するので、接合部有効せい D_{jh} は下階柱せい D_{c1} としてもよいと判断される。ここで、鉛直段差梁付き柱梁接合部全体は重なり部と包絡部の全体を指す(図 11.1 参照)。

(8) 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 形接合部には、通常の十字形および T 形接合部と同様、7.1 節の十字形、T 形接合部の横補強筋を配置し、鉛直段差梁付き T 形接合部には、7.2 節の L 形、T 形接合部のかんざし筋を配置することとした。

なお、式(7.1)の接合部必要横補強筋比 p_{jwho} の算定に用いる設計限界層間変形角 R_{uD} は、段差梁付き十字形接合部では梁曲げ降伏型を想定しているの、ト形、L 形接合部と同じとし、段差梁付き T 形接合部では柱曲げ降伏型を想定しているの、T 形接合部と同じとする(表 4.1 参照)。

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どし筋は 11.1 節(4)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には、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。

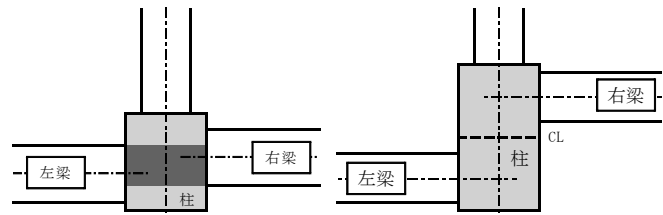
【解説】

(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 11.10 に示すように、梁幅が重なる場合と重ならない場合に大別される。

梁幅が重なる場合には、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ます、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(1)、(2)の鉛直段差梁付き柱梁接合部に準じて行う。

梁幅が重ならない場合には、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。



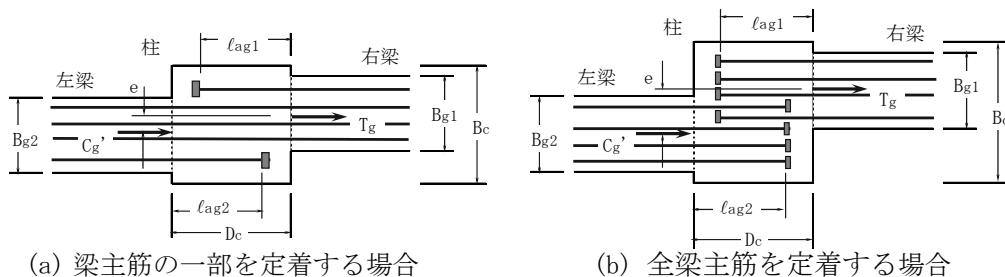
(a) 梁幅が重なる場合 (b) 梁幅が重ならない場合
解図 11.10 水平段差付き接合部の分類

(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(4.4)、水平段差梁付き T 形接合部は式(4.5)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 V_{puh} は、原則として、下記の条件を満足する場合、 $D_{jh}=D_c$ 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する(解図 11.11(a) 参照)。

上記以外の特形状の水平段差梁付き柱梁接合部の場合、鉛直段差梁付き柱梁接合部に準じ、柱梁接合部の有効せい D_{jh} 、 D_{jv} を定める(11.1 節の解説(7) 参照)。



(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 11.11 左右梁幅が重なる水平段差付き接合部

また、水平段差梁付きの接合部有効幅 b_j は、式(解 11.3)によって求める(解図 11.12 参照)。

$$b_j = (b_{j1} + b_{j2}) / 2 \quad (\text{解 11.3})$$

ここに、 b_{j1}, b_{j2} : 左右梁幅に対する有効幅

(3) 梁幅が重ならない水平段差梁付き柱梁接合部

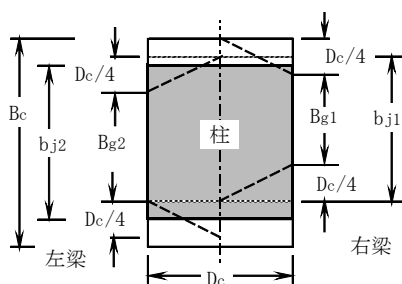
梁幅が重ならない水平段差梁付き十字形接合部は、柱断面の半分と左梁および右梁からなる 2 つの T 形接合部として設計し、水平段差梁付き T 形接合部は、柱断面の半分と左梁および右梁からなる 2 つの L 形接合部として設計する(解図 11.13 参照)。

解図 11.10(b)、解図 11.13 の場合、左右梁の引張合力 T_g と圧縮合力 C_g' の作用位置のずれ e が生じる。 $T_g = C_g'$ の場合、柱梁接合部に偏心モーメントは発生せず、 $T_g \neq C_g'$ の場合には発生する。

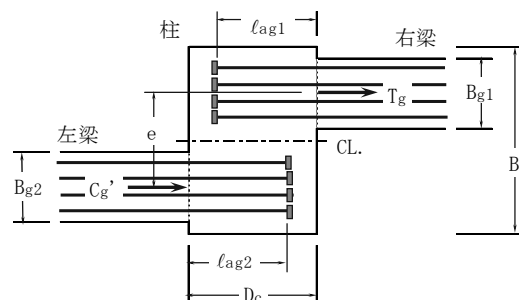
通常、偏心モーメントは直交梁やスラブにも伝達されるので、接合部せん断終局耐力 V_{puh} に影響を及ぼさないと考えられる。ただし、 $T_g \neq C_g'$ の場合、左右 2 つの置換 T 形接合部の終局時入力せん断力が異なり、両者間でせん断力が移行するので、移行せん断力が生じても、柱梁接合部の断面全体が一体化されるように、接合部横補強筋を配置する必要がある((4)項 参照)。

文献※1 では、解図 11.13 のような水平段差梁付き十字形接合部を 2 つの T 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 11.12 水平段差付きの接合部有効幅

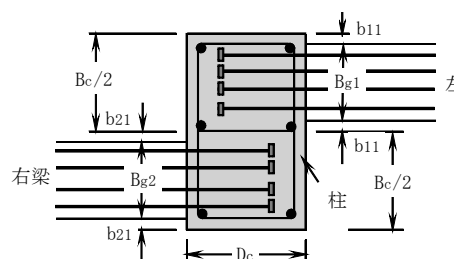


解図 11.13 梁幅が重ならない水平段差付き接合部

(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、7.1 節に準じ、接合部横補強筋を配置する。ただし、梁幅が重ならない場合、解図 11.14 に示すように、柱幅の半分 $B_c/2 \times$ 柱せい D_c の柱断面について、それぞれ接合部横補強筋比 p_{jwh} は 7.1 節(1)の規定を満足することを基本とする。

また、水平段差梁付き T 形接合部の場合、7.2 節に準じ、かんざし筋を配置する。ただし、柱断面の長辺方向については、7.2 節の解説(3)と同様、原則として、柱の長辺に接続する梁の横補強筋と同じ幅のかんざし筋を配置する。



解図 11.14 扁平断面柱梁接合部の横補強筋

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

鉛直スタブ付きL形接合部は、(3)共通構造規定1)～3)を満足する場合、式(4.4)の設計条件を満足すればよい(図12.1参照)。式(4.4)中の水平方向の終局強度設計用せん断力 V_{muh} は、L形接合部と同様、5.1.1項または5.1.2項に従い算定し、水平方向の接合部せん断終局耐力 V_{puh} は式(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 $(3/4)D_c$ 以上とし、下端筋の定着長さ l_{ag} は、 l_{ao} 以上、 $14db$ 以上かつ $(2/3)D_c$ 以上としてもよい。 l_{ao} は式(8.1)の必要定着長さ、 db は梁主筋直径、 D_c 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 C_s および背面かぶり厚さ C_b は、8.1節のT形接合部内の梁主筋と同じとしてもよい。

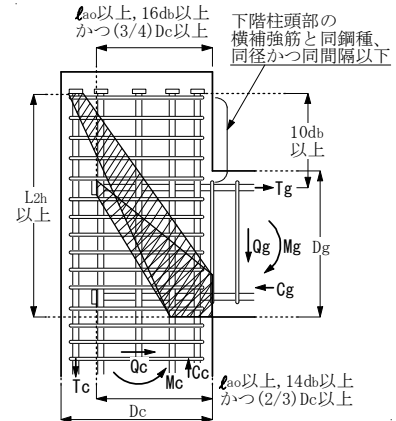


図12.1 鉛直スタブ付きL形接合部の配筋詳細

(2) 鉛直スタブ付きT形接合部

鉛直スタブ付きT形接合部は、(3)共通構造規定1)～3)を満足する場合、式(4.4)の設計条件を満足すればよい。式(4.4)中の水平方向の終局強度設計用せん断力 V_{muh} は、式(5.1)で算定し、水平方向の接合部せん断終局耐力 V_{puh} は、十字形接合部と同様、 $\kappa_u=1.0$ 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 L_{2h} 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 は柱主筋直径を示す。

柱主筋中心からの側面かぶり厚さ C_s 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(4.4節(1)参照)。

2) 接合部横補強筋は、7.1節のT形および十字形接合部と同様、設計区分に応じて配置する。ただし、 $p_{jwh} \geq 0.2\%$ とする。 p_{jwh} は接合部横補強筋比を示す。

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、鉛直スタブの頂部にひび割れ防止用補強筋を配置する。ただし、鉛直スタブには7.2節で規定するかんざし筋を配置しなくてもよい。

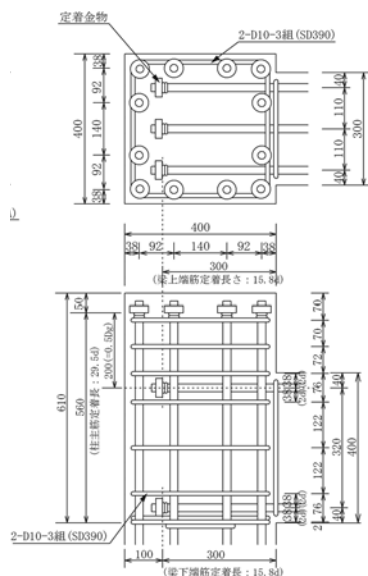
【解説】

(1) 基本事項

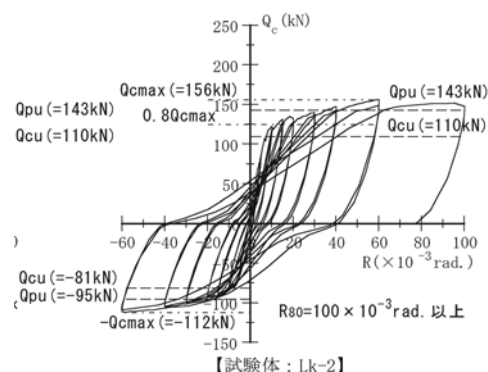
RC規準17条¹⁾によると、定着用の鉛直スタブを設けたL形接合部の場合、梁上端筋定着部は、L形が閉じる正加力時には、図12.1に示すように、鉛直スタブ内の引張側出隅柱主筋定着部からの圧縮ストラットで拘束されるので、T形接合部と同様の定着効果を期待できる。これらより、鉛直スタブ付きL形接合部は、(3)共通構造規定1)～3)を満足する場合、式(4.4)の設計条件を満足すればよい。また、6章と同様、性能検定方式の場合、L形が閉じる正加力時 $\kappa_u=0.6$ 、L形が開

く負加力時 $\kappa_u=0.4$ としてもよい。 κ_u は接合部形状係数を示す

文献 2-14)の実験に供した解図 12.1 の試験体は、解図 12.2 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、本節では、梁上端筋中心から柱主筋定着板内面までの長さは $10d_b$ 以上とした。また、鉛直スタブ付き T 形接合部の場合、式 (4.4) の設計条件を満足すればよいとした(解図 12.3 参照)。



【試験体諸元】
 コンクリート圧縮強度 σ_B : 24.4N/mm²
 柱主筋: 12-D19 ($p_g=2.15\%$, SD390)、 σ_y : 389N/mm²
 梁主筋: 上下とも 3-D19 ($p_t=0.80\%$, SD345)、 σ_y : 356N/mm²



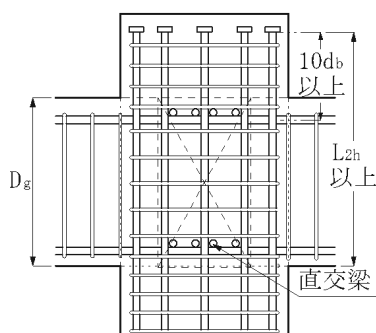
解図 12.1 文献 2-14)の実験に供した鉛直スタブ付き L 形接合部試験体

解図 12.2 鉛直スタブ付き L 形接合部試験体の層せん断力 Q_c —層形角 R 関係²⁻¹⁴⁾

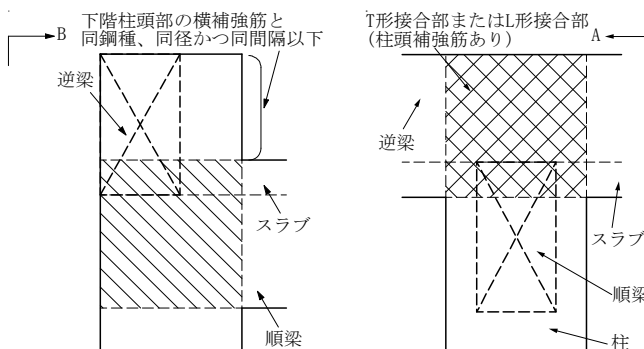
(2) 逆梁が接続する鉛直スタブ付き柱梁接合部

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 12.4(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)より下部には、接合部に接続する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、4.2 節の解説(4)に示すように、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されないので、注意が必要である。

一方、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することができる。この場合、直交梁は逆梁であるので、通常、直交梁付きとみなされないので、注意が必要である(4.2 節の解説(4) 参照)。



解図 12.3 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 12.4 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) 水平スタブの鉛直断面積が柱梁接合部の見付け面積の 50%以上の場合、水平スタブ元端柱面からの梁主筋定着長さ l_{ag} を JASS5 のフック付き定着長さ L_{2h} 以上とすれば、直交梁付き柱梁接合部とみなしてもよい。
- 2) この場合、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} 、および 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することができる。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。

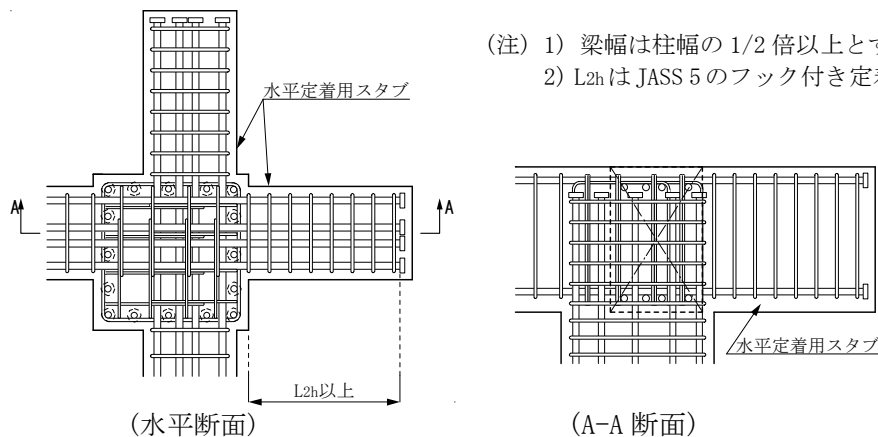
【解説】

最上階の L 形接合部でも、1) 項の梁主筋定着長さを満足する水平スタブ付きの場合、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。

これらより、水平スタブの鉛直断面積が柱梁接合部の見付け面積の 50%以上であれば、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} 、および 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。



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(4.4)を満足するように設計する。

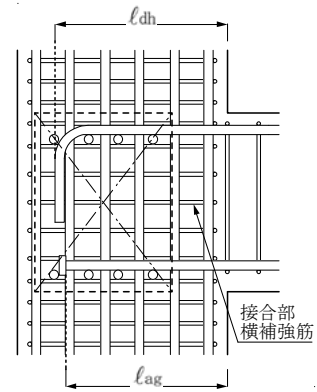
【解説】

文献 2-2)の実験によると、投影定着長さ l_{dh} の折曲げ定着およびこれと同じ定着長さ l_{ag} の機械式定着による梁主筋を配置したト形接合部は、同等の構造性能を有する。

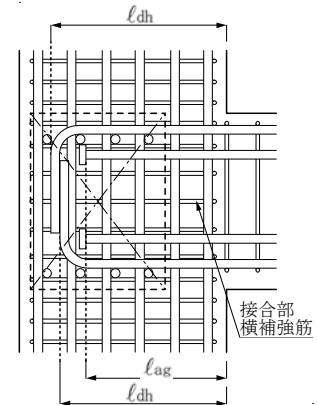
これらの点を踏まえると、7.1節および8.1節の規定を満足するト形接合部の場合、たとえば、解図 13.1(a)に示すように、上端筋を折曲げ定着とし、下端筋を機械式定着としてもよい。この場合、式(6.4)の接合部有効せい D_{jh} は、上端筋の投影定着長さ l_{dh} と下端筋の定着長さ l_{ag} の小さい方として求めるか、または両方の定着長さを考慮して求めればよい。

また、解図 13.1(b)に示すように、1段筋を折曲げ定着、2段筋を機械式定着とする場合、接合部有効せい D_{jh} は、1段筋の直径、本数、投影定着長さ l_{dh} および2段筋の直径、本数、定着長さ l_{ag} を考慮した重み付き平均値として求めてもよい(11.1節(3)参照)。

ただし、機械式定着による2段筋の定着長さ l_{ag} は8.1節の規定を満足し、折曲げ定着の投影定着長さ l_{dh} は JASS 5 の柱内折曲げ定着の投影定着長さ L_a を満足する必要がある。



(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

13.2 上階柱絞り柱梁接合部

(1) 主筋定着設計

- 1) 上下階柱外面が一致する上階柱絞りト形接合部の場合、梁下端筋定着長さ $lag1$ は下階柱内面、梁上端筋定着長さ $lag2$ は上階柱内面を定着起点とし、それぞれ8.1節(1)の規定を満足するものとする。その場合、柱せい Dc は、 $lag1$ 検討時には下階柱せい $Dc1$ 、 $lag2$ 検討時には上階柱せい $Dc2$ とする。
- 2) 上下階柱内面が一致する上階柱絞りト形接合部の場合、梁上端筋および下端筋定着部は、上下階柱内面を定着起点とし、8.3節のL形接合部における梁主筋定着部に準じて設計する。ただし、 $Dc2 \geq La$ を満足する場合、8.1節のト形接合部における梁主筋定着部に準じて設計してもよい。 $Dc2$ は上階柱せい、 La はJASS 5の大梁主筋の柱内折曲げ定着の投影定着長さを示す。
- 3) 柱両側または片側の上階柱絞り十字形接合部の場合、梁下端筋定着長さ $lag1$ は下階柱面、上端筋定着長さ $lag2$ は上階柱面を定着起点とし、それぞれ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 $(3/4)Dc$ 以上とする。柱せい Dc は、 $lag1$ 検討時には下階柱せい $Dc1$ 、 $lag2$ 検討時には上階柱せい $Dc2$ とする。 db は梁主筋直径を示す。
- 4) 上階柱絞りト形接合部および十字形接合部内の柱主筋定着長さ l_{ac} は、8.2節による。
- 5) 耐震壁架構の付帯ト形および十字形接合部内の柱主筋定着長さ l_{ac} は、8.2節2)と同様、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。また、付帯柱主筋の定着金物は、背面かぶり厚さに係わらず、JASS 5の設計かぶり厚さを満足すればよい。

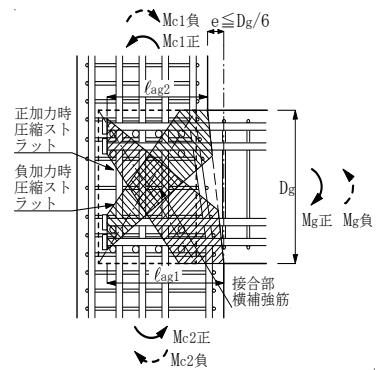


図 13.1 上階柱絞りト形接合部

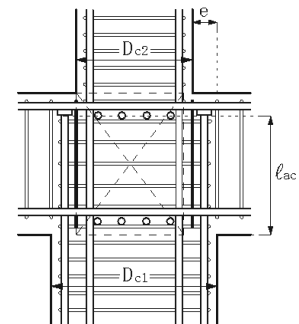


図 13.2 柱梁接合部コアが下階柱せい全体の場合

(2) 接合部せん断設計

- 1) 上階柱絞りト形、十字形接合部は、式(4.4)を満足するように設計する。式(4.4)中の接合部せん断終局耐力 V_{puh} は、原則として、下記の事項を考慮し、式(6.1)で算定する。
 - ・ ト形接合部の有効せい D_{jh} は梁上下主筋定着長さ($lag1$, $lag2$)の平均値とする(図 13.1)。
 - ・ 十字形接合部の場合、11.1節、11.2節に準じ、接合部有効せい D_{jh} および接合部有効幅 b_j を定める。
- 2) ただし、式(7.1)の必要横補強筋比 p_{jwho} を満足する接合部横補強筋を配置し、図 13.2 に示すように、下階柱断面せい全体が接合部コアとなる配筋詳細を定めた場合、接合部有効せい D_{jh} は下階柱せい $Dc1$ としてもよい。ここで、柱梁接合部コアは接合部横補強筋で囲まれた範囲とする。

(3) 構造規定

- 1) 梁主筋中心の側面かぶり厚さ C_s および定着板内面からの背面かぶり厚さ C_b は、ト形接合部内の梁主筋に準じた場合 8.1 節(2)、L形接合部内の梁主筋に準じた場合 8.3 節(3)による。
- 2) 柱主筋中心の側面かぶり厚さ C_s および定着板内面からの背面かぶり厚さ C_b は、8.2 節による。
- 3) 中間階柱梁接合部に上階柱主筋を定着する場合、上階柱主筋の定着長さは、原則として、JASS5 のフック付き定着長さ L_{2h} 、あるいは直線定着長さ L_2 以上または梁下面から 400mm 以上の直線定着とする。
- 4) 接合部横補強筋比 p_{jwh} は、ト形接合部の場合、式(7.1)の必要横補強筋比 p_{jwho} 以上、かつ、0.2%以上とし、十字形接合部の場合、 p_{jwho} 以上、かつ、接合部被覆率が 50%以上の両側直交梁付きの場合 0.2%以上、それ以外の場合 0.3%以上とする(7.1 節(1))。
- 5) 上階柱絞りト形、十字形接合部の絞り部には、原則として、梁横補強筋と同じ幅で、同径、同間隔の U 形かざし筋を配置し、上階柱絞り部の頭部には、同頭部内の梁部を除く断面積の 0.25%の足部を有する L 形かざし筋を配置する(7.2 節)。
- 6) 絞り寸法 e が梁せい D_g の(1/6)倍以下の場合、柱梁接合部内で柱主筋を曲げ通し筋としてもよい(図 13.1)。ただし、梁上端筋側の折曲げ部には、柱主筋の折曲げ勾配に応じた水平分力に抵抗させるための措置を講じる。

(4) ピロティ柱梁接合部の特別規定

- 1) ピロティ骨組の設計は、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」の設計条件を満足することを基本とする。
- 2) ピロティ柱が接続する柱梁接合部(以下、ピロティ柱梁接合部と呼ぶ)は、ピロティ骨組で想定される崩壊形式を考慮した終局時接合部せん断力に対して設計する。
- 3) 上下階柱内面が一致するト形ピロティ柱梁接合部の場合、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を満足しなければならない。

【解説】

(1) 主筋定着設計

(a) 柱梁接合部の配筋詳細例

解図 13.2 は上階柱絞りト形および十字柱梁接合部の配筋詳細例であり、図(a)は柱外面合せト形接合部、図(b)は柱内面合せト形接合部の場合である。(a)の左図は梁上端筋直下にできるだけ近づけて柱主筋定着金物を配置した場合である。(a)の右図は梁コンクリートの上にスラブコンクリートを打設する場合であり、梁上端筋直上に柱主筋定着金物を配置するとともに、1組の柱横補強筋を配置している。

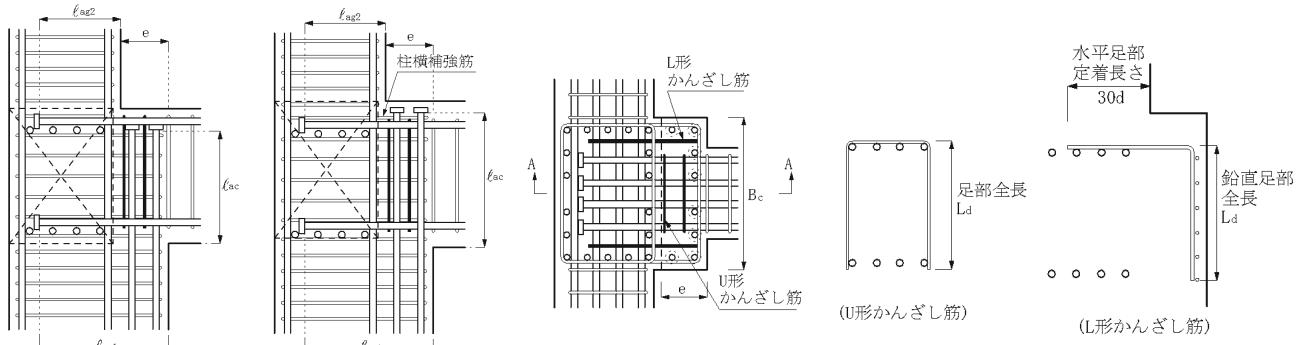
図(b)の柱内面合せト形接合部の場合、 $D_c2 \geq L_a$ を満足し、上階柱絞り部の出隅および入隅でのひび割れ幅拡大防止のために、追加接合部補強筋を配置すれば、梁上端筋の定着部は、8.1 節のト形接合部と同様、梁主筋定着部を機械式直線定着としてもよいとした。

ここで、【柱主筋外定着方式編】4.1 節の定着部拘束筋に準じ、追加接合部補強筋を定めた場合、柱主筋の背面かぶり厚さ C_b は、8.2 節の構造規定($3d_b$ 以上)によらなくてもよい。

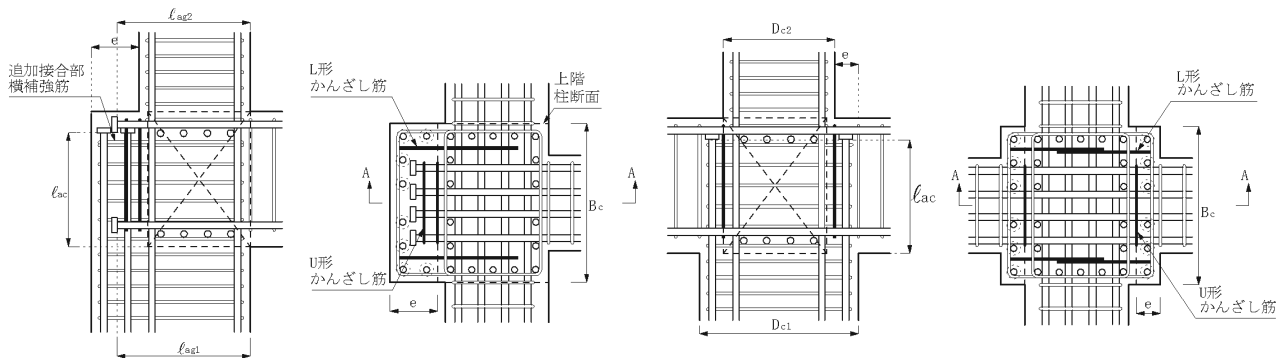
図(a)、(b)ともに、柱梁接合部コアが下階柱せい全体に形成されるように、柱主筋定着金物から

梁下端筋直上にかけてほぼ均等に接合部横補強筋を配置し、上階柱絞り部には、7.2節(1)に準じ、梁上端筋を拘束するために、梁横補強筋と同じ幅のU形かんざし筋、ならびに上階柱絞り部の頭部にL形かんざし筋を配置している。

図(c)は、上階柱絞り十字形接合部の配筋詳細例であり、梁上端筋直下に柱主筋定着金物を配置し、梁主筋部分にU形かんざし筋を配置し、上階柱絞り部の頭部には、同頭部内の梁部を除く断面積の0.25%の足部を有するL形かんざし筋を配置している。



(梁上端筋の直下および直上に柱主筋定着金物を配置する場合)
(a) 柱外面合せト形接合部



(b) 柱内面合せト形接合部

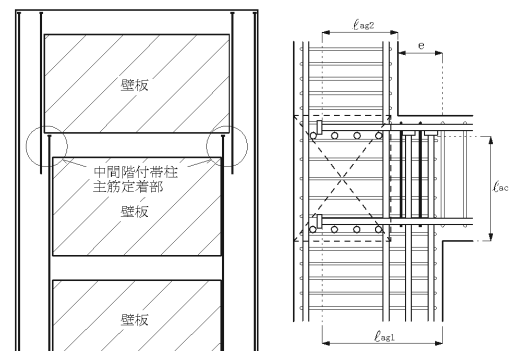
(c) 上階柱絞り十字形接合部

解図 13.2 上階柱絞りト形および十字柱梁接合部の配筋詳細例

(b) 耐震壁架構における中間階付帯柱主筋の定着長さ

耐震壁架構におけるト形、十字形接合部内の中間階付帯柱主筋定着部の応力状態は、通常、純ラーメン架構よりも緩和されるので、耐震壁架構における中間階付帯柱主筋の定着長さ l_{ac} は、8.2節(2)と同様、式(8.1)の必要定着長さ l_{ao} 以上、 $12db$ 以上かつ $(3/4)D_g$ 以上としてもよい(解図 13.3 参照)。

また、付帯柱主筋の定着金物は、背面かぶり厚さ C_b に係わらず、JASS 5 の設計かぶり厚さを満足すればよい(4.4節 参照)。ただし、隣接する上階柱主筋の定着長さは、原則として、JASS5 のフック付き定着長さ L_{2h} 、あるいは直線定着長さ L_2 以上または梁下面から 400mm 以上の直線定着とする(RC 配筋指針 9.3節 参照)。



(a) 全体図

(b) 配筋詳細図

解図 13.3 耐震壁架構における
中間階付帯柱主筋定着部

(2) 接合部せん断設計

上階柱絞り柱梁接合部についても、終局強度設計用せん断力 V_{muh} は式(5.1)で算定できるので、式(4.4)を満足するように設計し、接合部横補強筋は、7.1節の解説(5)の推奨事項を満足することを基本とした。また、上階柱絞りト形接合部の場合、図13.1に示すように、正負繰返し水平荷重時には、梁上端筋引張時と下端筋引張時の接合部ストラットの範囲および接合部有効せい D_{jh} が異なる。

これらより、上階柱絞りト形接合部の有効せい D_{jh} は、原則として、正負水平荷重時ともに、梁上下主筋の定着長さの平均値とした。また、十字形接合部のせん断終局耐力 V_{puh} は、11.1節、11.2節の鉛直および水平段差梁付き柱梁接合部に準じ、接合部有効せい D_{jh} および接合部有効幅 b_j を定め、式(6.1)で算定してもよいとした。

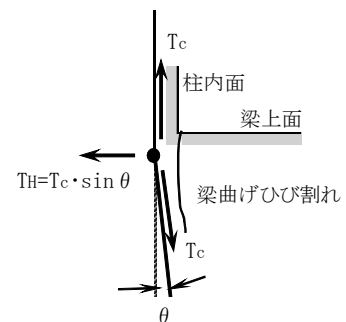
一方、上階柱絞り柱梁接合部でも、図13.2に示すように、下階柱断面せい全体が柱梁接合部コアとなるように、接合部配筋詳細を定めた場合、接合部有効せい D_{jh} を下階柱せい D_{c1} としてもよい。すなわち、柱梁接合部コアは、接合部せん断終局耐力確保の観点より、接合部横補強筋で囲まれた範囲とした(7.1節 参照)。

(3) 絞り寸法 e が梁せい D_g の(1/6)倍以下の場合

(a) 柱絞り部の措置

RC配筋指針¹⁻⁵⁾によると、絞り寸法 e が梁せい D_g の(1/6)倍以下かつ150mm以下の場合、柱梁接合部内で柱主筋を曲げ通し筋としてもよい。ただし、柱主筋の折曲げ部には、柱主筋の折曲げ勾配に伴う水平分力に抵抗させるために、横補強筋を2重に配置するなどの措置を講じる必要がある。

すなわち、解図13.4に示すように、梁上面側では、梁材端部の曲げひび割れ発生に伴い、柱主筋引張力 T_c に対して、柱主筋の折曲げ勾配に応じた水平分力(引張力) T_H に抵抗させるための措置を講じる必要がある。

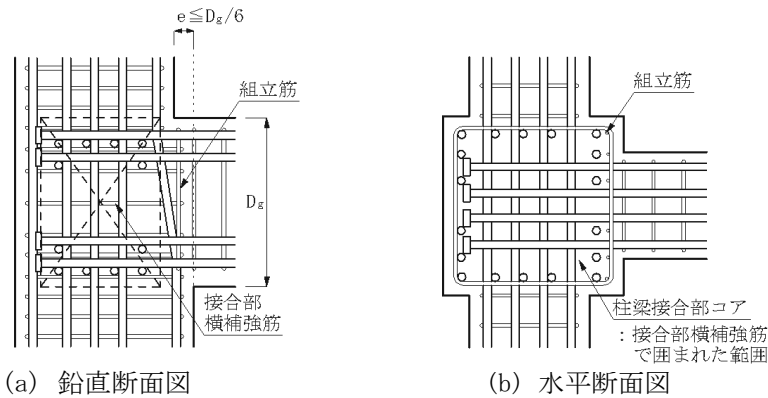


解図13.4 柱主筋折曲げ部の横補強筋に作用する引張力 T_H

(b) 柱主筋曲げ通し筋と組み合わせる接合部横補強筋

図13.1では、接合部横補強筋寸法は柱主筋曲げ通し筋位置に合わせており、この場合、柱梁接合部コアのせいは下階柱側から上階柱側にかけて減少する。これらより、13.2節(2)1)では、上階柱絞りト形接合部のせん断終局耐力 V_{puh} は、梁上下主筋定着長さ (l_{ag1} , l_{ag2}) の平均値を接合部有効せい D_{jh} として算定することとした。

一方、13.2節(2)2)では、式(7.1)の必要横補強筋比 p_{jwho} を満足する接合部横補強筋を配置し、下階柱断面せい全体が接合部コアとなる配筋詳細とすれば、接合部有効せい D_{jh} は下階柱せい D_{c1} としてもよいとした。上階柱絞りト形接合部の場合でも、解図13.5に示すように、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、柱梁接合部コアせいは下階柱断面せいと同じになるので、下階柱断面せい全体が柱梁接合部コアになると考えられる。



解図 13.5 柱梁接合部コアが下階柱断面せい全体に形成される上階柱絞りト形接合部

(4) ピロティ柱梁接合部の特別規定

(a) 基本事項

ピロティ柱梁接合部は、通常、解図 13.6 に示すように、上階柱断面が下階柱断面よりも小さく、上下階柱断面が同じト形接合部に比べて応力状態が複雑であり、未解明な点が多く、地震被害の危険性が高いので、慎重に検討する必要がある。

これらより、13.2 節(4)を規定した。

RC 計算規準 17 条の解説では、文献※1の実験を

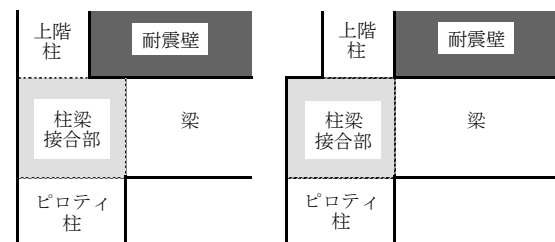
基に、ピロティ柱梁接合部内の柱、梁主筋定着部について、下記の事項を推奨している(解図 13.7 参照)。

- 1) 耐震壁脚部に剛強な梁を設け、梁せいを大きく、かつ、柱主筋定着長さを長くする。すなわち、ストラットの角度をできるだけ大きくする。
- 2) 耐震壁脚部の梁下端筋定着部は、1)項のストラットが負担する圧縮力との釣合いを考慮し、耐震壁脚部から伝達される引張力に抵抗できるようにする。
- 3) ピロティ柱と直上柱の主筋定着部の間は、引張力が伝達可能な柱梁接合部配筋詳細とする。

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」によると、ピロティ階で想定する崩壊機構は、解図 13.8 に示すように、(a)全体曲げ崩壊型および(b)曲げ降伏による層崩壊型とすることとしている。同図(a)の全体曲げ崩壊型は、解図 13.7 と同じである。ピロティ柱梁接合部の抵抗機構については、文献※2の実験研究を参考にされたい。

以上のように、ピロティ骨組の抵抗機構は複雑であり、未解明な点が多いので、10 章(1)4)では、10 章の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は、原則として、ピロティ柱梁接合部に適用しないとす。

ただし、地震力方向にピロティ骨組が存在しても、一貫構造計算プログラムを用い、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」で示されている崩壊メカニズム時柱軸力の制限($0.75N_{min} \leq N \leq 0.55N_{max}$)を満足することが確認された場合、ピロティ柱梁接合部以外については、10 章(1)2)の置換え方式を適用してもよいものとする。 N_{max} は柱圧縮軸耐力、 N_{min} は柱引張軸耐力を示す。

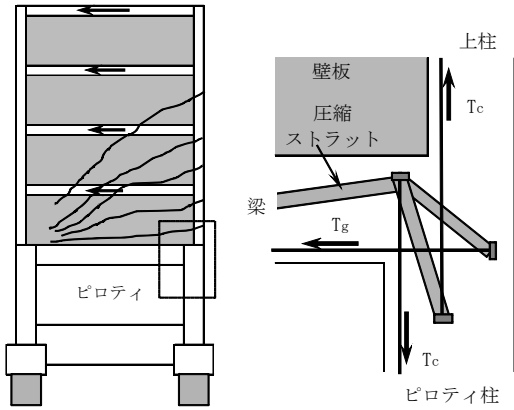


解図 13.6 ピロティ柱梁接合部

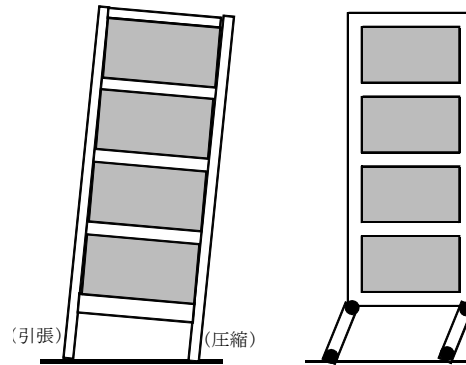
「ピロティ柱梁接合部関連の参考文献」

※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



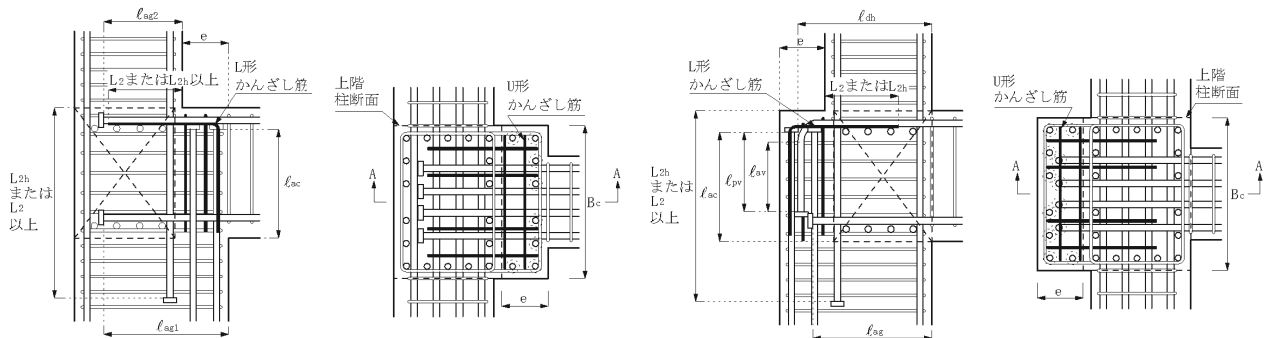
(a)ピロティ骨組 (b)柱、梁主筋定着部
解図 13.7 ピロティ骨組の柱、梁主筋定着部



(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) ピロティ柱梁接合部の配筋詳細例

解図 13.9(a)では上階柱内面側、同図(b)では上階柱外面側の柱主筋定着長さ l_{ac} を JASS5 のフック付き定着長さ L_{2h} または直線定着長さ L_2 以上としている。これによると、上階柱主筋定着部から延びるストラットの効果を期待できる。解図 13.9(a), (b)の上下階柱主筋間の水平距離を、重ね長さの0.2倍以下かつ150mm以下とすると、あき重ね継手¹⁻⁵⁾の条件を満足し、上下階柱主筋間の引張力伝達の効果を期待できる。また、同図では、上下階柱段差部の頭部に、L形接合部に準じ、U形かざし筋およびL形かざし筋を配置している。

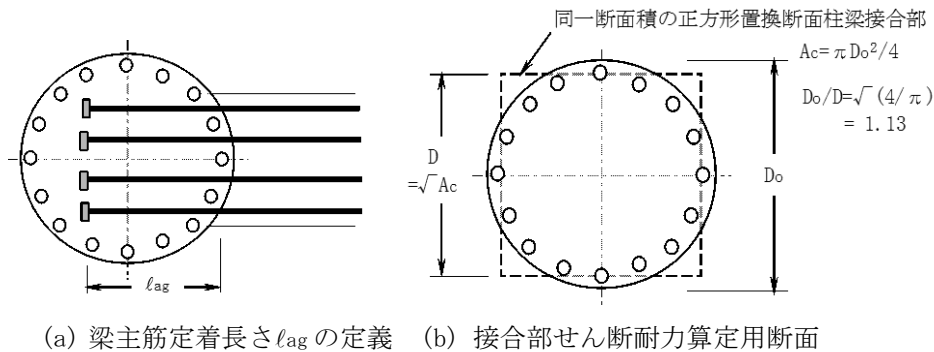


(A-A 断面) (水平断面) (A-A 断面) (水平断面)
(a) 上下階柱外面が一致する場合 (b) 上下階柱内面が一致する場合

解図 13.9 ピロティ柱梁接合部の配筋詳細例

13.3 円形断面柱梁接合部

- 1) 梁主筋の定着部は、円形断面柱面を定着起点とし、8.1節に準じて設計する。
- 2) 円形断面柱梁接合部の場合、終局強度設計用せん断力 V_{muh} は 5.1 節、せん断終局耐力 V_{puh} は 6 章に準じ、断面積が等しい正方形置換断面柱梁接合部として算定し、式(4.4)または式(4.5)を満足するように、せん断設計を行う。
- 3) 円形断面柱梁接合部の横補強筋は、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。



(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】

円形断面柱梁接合部では、図 13.3(a)に示すように、梁中心軸よりも離れるほど、梁主筋定着長さが短くなり、柱主筋間隔の投影寸法が小さくなることを考慮し、本節の規定 1)を定めた。

技術基準解説書¹⁻¹¹⁾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。文献※1 では、RC 円形断面柱のせん断終局耐力は、断面積が等しい正方形置換断面柱とし、下式の置換横補強筋比 p_{we} 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。これらより、本節の規定 2), 3)を定めた。

$$p_{we} = a_w / (D \cdot s) \quad (\text{解 13.1})$$

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

円形断面柱梁接合部については、上記のように、構造上、施工上の問題があるが、実務設計では、意匠・計画上の理由より採用されることがある。そのような場合、何らかの方法で柱梁接合部の補強が必要になる。たとえば、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することによって、設計目標の梁曲げ降伏後の変形性能を確保している。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

図 13.4 に示すように、丘立ち柱が接続する逆 T 形接合部の場合、最上階の T 形接合部と同様、式(4.5)によってせん断検定を行い、8.2 節に準じて柱主筋定着部の検定を行う。また、7.1 節、7.2 節に準じて接合部横補強筋およびかんざし筋を配置する。

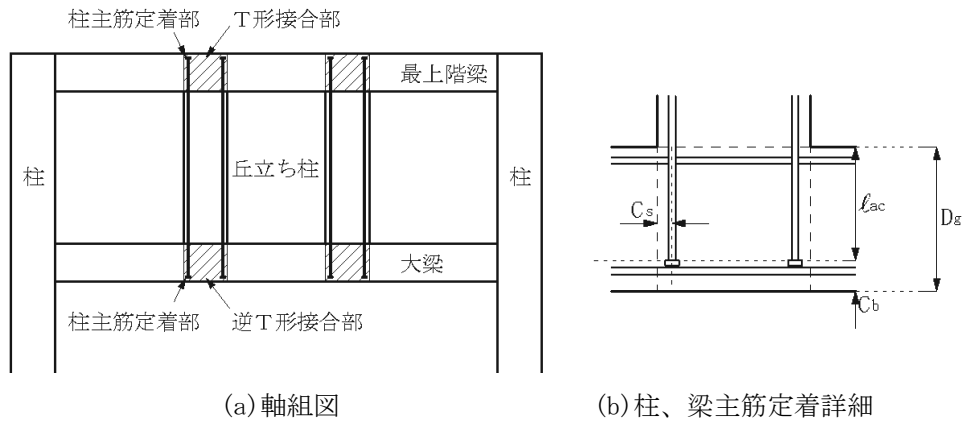


図 13.4 丘立ち柱が接続する逆 T 形接合部

【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との接合部は逆 T 形接合部となる。このような逆 T 形接合部の場合、最上階 T 形接合部の応力状態との類似性より、せん断検定は式(4.5)で行い、柱主筋定着部の検定は 8.2 節に準じて行う。また、接合部横補強筋およびかんざし筋は、逆 T 形接合部の形状に応じ、7.1 節、7.2 節に準じて配置する。

丘立ち柱が存在するラーメン架構の応力状態は、丘立ち柱が存在しない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、逆 T 形接合部のせん断検定に用いる終局強度設計用せん断力は、5.1.2 項の D_s 算定時応力を用いて算定できる。また、一貫構造計算プログラムによって技術基準解説書に従い、上記の逆 T 形接合部のせん断検定を行う場合、10 章(2)の構造規定を満足すれば、折曲げ定着を機械式定着に置き換えてもよい。

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。この場合の接合部配筋詳細は、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・基礎梁接合部のせん断設計は、式(4.4)による。
- 2) 式(4.4)中の終局強度設計用せん断力 V_{muh} は、弾塑性増分解析による D_s 算定時基礎梁応力を用いて算定し、せん断終局耐力 V_{puh} は、式(6.1)で算定する。
- 3) 接合部横補強筋比 p_{jwh} は、横補強筋鋼種に係わらず、0.2%以上とする。

【解説】

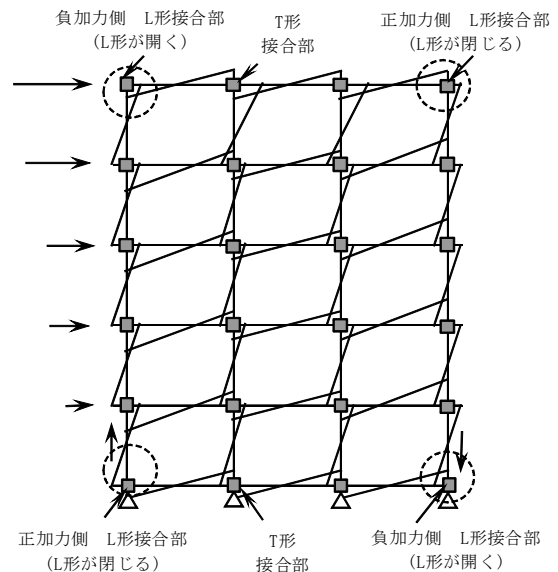
(1) 基本事項

通常、上部骨組の応力解析は、基礎種別に係わらず、解図 14.1 の分離モデルを用いて行われる。

最上階の L 形接合部の場合、5.1.1 項の解説(2)で前述したように、水平力に伴い柱、梁に生じる変動軸力は梁、柱のせん断力と等しくなるので、終局強度設計用せん断力を確定的に求めることができる。

最下階 L 形接合部に接続する側柱の変動軸力は、最上階から最下階までの外端梁せん断力が累積され、水平力分布の影響も受けるので、確定的に求められない。また、最下階柱は最上階柱に比べて大きな長期軸力を受け、基礎梁は仕口面で曲げ降伏することが少ない。

以上より、最下階柱・基礎梁接合部の終局強度設計用せん断力 V_{muh} は、弾塑性増分解析による D_s 算定時基礎梁応力を用いて算定することとした。最下階柱・基礎梁接合部の設計ルート 1, 2-1, 2-2 による許容応力度設計は、9 章に準じて行うことができる。



解図 14.1 水平力を受ける上部骨組・分離モデル

(2) 最下階柱・基礎梁接合部の終局強度設計用せん断力 V_{muh} の算定式

解図 14.2 に、最下階 T 形および L 形接合部の D_s 算定時応力を示す。この場合、終局強度設計用せん断力 V_{muh} は、5.1.2 項と同様、下式で算定できる。

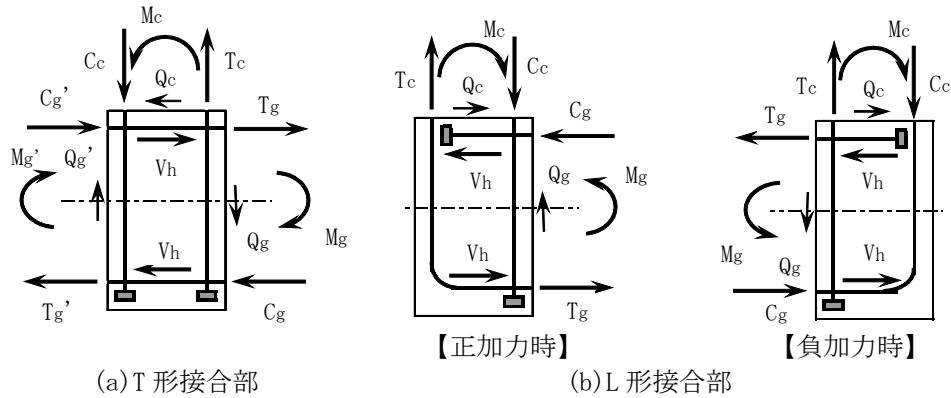
$$\text{【T 形接合部】} \quad V_{muh} = (M_gM + M_gM') / jtg - (Q_cM/2) \quad (\text{解 14.1})$$

$$\text{【L 形接合部】} \quad V_{muh} = M_gM / jtg - (Q_cM/2) \quad (\text{解 14.2})$$

ここに、 M_gM , M_gM' : 梁端仕口面での D_s 算定時梁曲げモーメント

Q_cM : 柱端仕口面での D_s 算定時柱せん断力、 jtg : 梁上下主筋の重心間距離

ただし、最下階柱・基礎梁接合部については、不明な事項が多いので、式(4.4)中の接合部耐力余裕度 λ_p を 1.2 以上とするなど、慎重に設計することが望ましい。



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

(3) 最下階柱・基礎梁接合部の横補強筋

通常、基礎梁端部は曲げ降伏しないので、基礎梁主筋の引張力 T_g は降伏引張力 T_{gy} よりも小さく、最下階柱・基礎梁接合部の終局強度設計用せん断力 V_{muh} は、基礎梁降伏型の場合に比べて小さい。これらより、本設計指針では、技術基準解説書¹⁻¹¹⁾と同様、接合部横補強筋比 p_{jwh} は、横補強筋鋼種に係わらず、0.2%以上とした。

(4) 杭基礎と接続する最下階柱・基礎梁接合部の設計上の注意点

通常、高さ 60m 以下の中高層 RC 建物の場合、基礎梁は、建築基準法施行令第 93 条(地盤及び基礎杭)で規定された杭頭曲げモーメントを 100%負担させて設計される。一方、施行令第 93 条では、保有水平耐力時の設計を義務づけていないので、保有水平耐力時の杭頭曲げモーメントから伝達される基礎梁モーメント考慮の有無は、設計者判断に委ねられる。

本章による最下階柱・基礎梁接合部の終局強度設計の場合、上記と同様、基礎梁モーメントは、杭の曲げ戻しの影響を特に考慮せずに算定することとした。ただし、最下階柱・基礎梁接合部については、特に終局強度設計に関して未解明な点が多いので、文献※1 等の知見を念頭に入れ、慎重に設計されたい。

「最下階柱・基礎梁接合部関連の参考文献」

※1 日本建築学会：建築基礎構造設計指針、6.8 節 基礎スラブおよび杭頭接合部、pp. 314-326、2001. 10

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、原則として、柱端基礎梁上面を定着起点とし、JASS 5 の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。ただし、JASS 5 の直線定着長さ $L2$ 以上を確保できる場合、直線定着としてもよい。
- 2) 最下階柱主筋中心の側面かぶり厚さは、 $2d_b$ 以上、かつ、JASS 5 の設計かぶり厚さを確保できる値とする。 d_b は最下階柱主筋の直径を示す。

(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、必要定着長さ l_{ao} 以上、 $14d_b$ 以上かつ $(3/4)D_c$ 以上とし、基礎梁上端筋中心の側面かぶり厚さ C_s は $3d_b$ 以上とする。また、背面かぶり厚さ C_b は、8.3節の最上階L形接合部における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。 d_b は基礎梁主筋直径、 D_c は柱せいを示す。

$$l_{ao}/d_b = 14 \sigma_{sy} / (k_6 \cdot \sigma_{auo}) - 45 \quad (14.1)$$

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

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

β_{ao} ：定着耐力の低減係数、 k_6 ：基礎梁主筋直径(d_b)による補正係数(式(8.6))

ただし、基礎梁主筋定着長さ l_{ag} は、 $\beta_{ao}=1.0$ とし、基礎梁主筋の降伏強度 σ_{sy} をSD295～SD390では $1.1 \times \sigma_{yo}$ 、SD490では $1.0 \times \sigma_{yo}$ として算定してもよい。 σ_{yo} は鉄筋の規格降伏点を示す。

(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 1), 2)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

基礎引抜き力(有)		基礎引抜き力(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, 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) ※1, ※2：それぞれ追加補強(※1)、追加補強(※2)を示す。

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に限り、機械式直線定着としてもよい。

【留意事項】

- 1) 直接基礎、既製杭基礎、場所打ち杭基礎について、基礎梁下端筋を機械式直線定着とする場合、柱主筋および基礎梁下端筋定着部近傍に以下の追加補強を行う。ただし、基礎引抜き力(無)、かつ、基礎梁下端筋降伏(無)の場合、追加補強は省略してもよい。

- 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※1
- ② 基礎引抜力(有)、かつ、基礎梁下端筋降伏(無)の場合、または、基礎引抜力(無)、かつ、基礎梁下端筋降伏(有)の場合、追加補強※2

追加補強※1、※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。

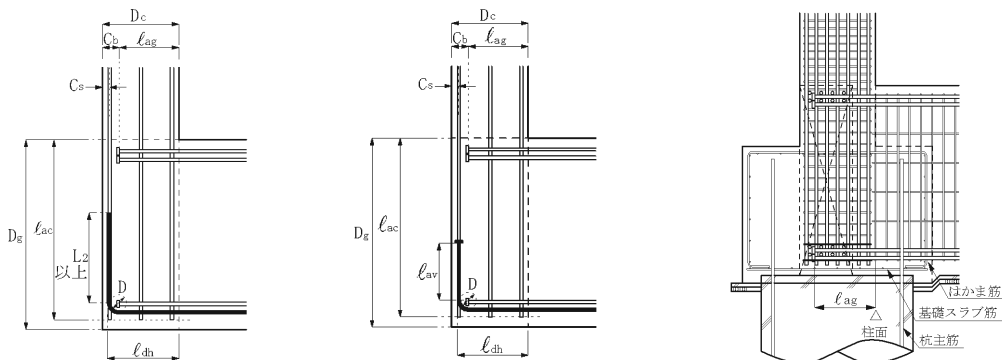
- 2) 既製杭基礎、場所打ち杭基礎ともに、杭主筋または杭頭補強筋の定着長さ l_d は L_2 以上または L_2h 以上とする。ただし、場所打ち杭基礎の場合、 $D_p \leq D_c + 2l_d$ とすることが望ましい。 L_2 はJASS 5の直線定着長さ、 L_2h はJASS 5のフック付き定着長さ、 D_p は杭直径、 D_c は柱せいまたは幅を示す。

(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し、それらの構造規定は、以下による。

- 1) 曲上げ定着 A タイプの場合、基礎梁端柱面からの投影定着長さ l_{dh} 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 L_a 以上とし、折曲げ終点からの余長はJASS 5の直線定着長さ L_2 以上とする(図 14.1(a))。
- 2) 曲上げ定着 B タイプの場合、8.3 節の余長部タイプ B と同様、基礎梁端柱面からの投影定着長さ l_{dh} 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 L_a 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 l_{av} はJASS 5のフック付き定着長さ L_2h 以上とする(図 14.1(b))。この場合、定着金物のかぶり厚さは、JASS 5の設計かぶり厚さを確保できる値とする。
- 3) 機械式直線定着の場合、基礎梁下端筋の定着長さ l_{ag} は、基礎梁端柱面を定着起点とし、必要定着長さ l_{ao} 以上、 $16db$ 以上、かつ、 $(3/4)D_c$ 以上とする。 l_{ao} は式(8.1)によるか、または式(14.1)によってもよい(図 14.1(c))。 db は基礎梁下端筋直径、 D_c 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 C_s は $3db$ 以上とし、定着板内面からの背面かぶり厚さ C_b は $4db$ 以上とする。ただし、 $l_{ag} \geq 15db$ の場合、 C_b は $3db$ 以上としてもよい。また、側面かぶり厚さ C_s および背面かぶり厚さ C_b ともに、JASS 5の設計かぶり厚さを確保できる値とする。



(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) はかま筋

直接基礎、既製杭基礎、場所打ち杭基礎ともに、基礎フーチングまたはパイルキャップ周囲に、有効な”はかま筋”を配置する。有効な”はかま筋”を配置しない場合、特別な検討を行った場合を除き、各基礎種別ともに、基礎梁下端筋定着部は曲上げ定着 A タイプとする。

有効な”はかま筋”は、基礎フーチングまたはパイルキャップ全体がコア部となるように、本節の解説(5)「パイルキャップはかま筋量の試算」に準じて配置する。

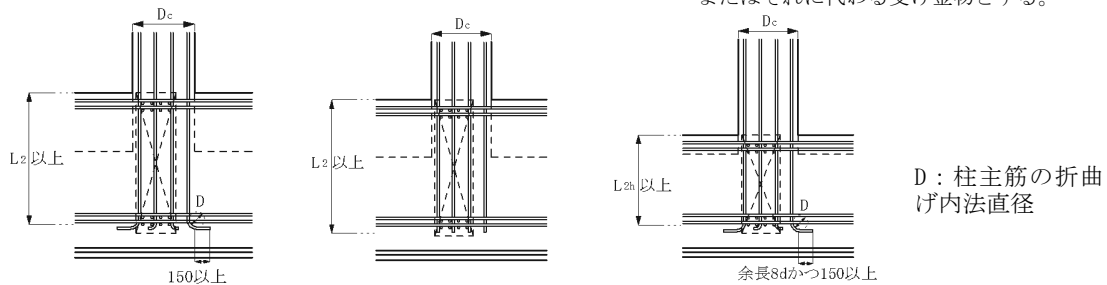
【解説】

(1) 最下階柱主筋定着部

RC 配筋指針¹⁻⁵⁾では、解図 14.3 に示すように、最下階柱主筋の定着長さ l_{ac} は、JASS 5 の直線定着長さ L_2 以上、またはフック付き定着長さ L_{2h} 以上、かつ、基礎梁下端筋の下部まで延長することを基本としている。図(a)は、基礎梁せいが大きく($l_{ac} \geq L_2$)、折曲げ後の余長を 150mm 以上とするか、または直線定着としてもよい場合であり、図(b)は、基礎梁せいが小さく($l_{ac} \geq L_{2h}$)、柱主筋末端部を定着耐力を期待できる標準フックとする場合である。

これらより、14.2 節(1)では、機械式定着による最下階柱主筋の定着長さ l_{ac} は、JASS 5 のフック付き定着長さ L_{2h} 以上、かつ、基礎梁下端筋の下部まで延長するとし、JASS 5 の直線定着長さ L_2 以上を確保できる場合、直線定着としてもよいとした。

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



【折曲げ定着】

(a) 基礎梁せいが大きい場合 ($l_{ac} \geq L_2$)

【直線定着】

【フック付き定着 $l_{ac} \geq L_{2h}$ 】

(b) 基礎梁せいが小さい場合

解図 14.3 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 l_{ag} は、8.3 節の最上階 L 形接合部における梁下端筋に準じ、基礎梁端柱面を定着起点とし、必要定着長さ l_{ao} 以上、 $14db$ 以上かつ $(3/4)D_c$ 以上とした。

基礎梁の場合、梁せいが大きくなると、式(8.1)の必要定着長さ l_{ao} は、式(解 8.2)中のストラット勾配(l_{ag}/j_{tg})による補正係数 $k_3(=0.7+0.3(l_{ag}/j_{tg}))$ を考慮しているため、式(8.1)中の j_{tg}/db の値とともに増加する。通常、 D_s 算定時に基礎梁端部に降伏ヒンジは形成されないので、一般階梁主筋の定着耐力を対象とした益尾・窪田式²⁻¹⁾に準じ、基礎梁主筋の必要定着長さ l_{ao} の算定式(14.1)を導出した。すなわち、梁主筋中心からの側面かぶり厚さ C_s を $3db$ ($k_4=0.98$) 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 σ_{sau} が式(解 14.3)で求められる。次に、ト形接合部の実験で採用された l_{ag}/j_{tg} の最小値(0.5)を用いて $k_3=0.85$ とし、式(8.5)で $p_{jwh}=0.2\%$ ($k_5=0.925$) とするとともに、 $\sigma_{sau}=\sigma_{sy}$ とすると、式(解 14.4)が得られ、同式を安全

側にまるめると、式(14.1)が得られる。

$$\sigma_{sau} = \tau_{at} / \sum at = 5.39 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot \sigma_{auo} \quad (\text{解 14.3})$$

$$\sigma_{sy} = 5.39 \times \{0.8 + 0.0167 (\ell_{ao}/db)\} \times 0.85 \times 0.925 \times k_6 \cdot \sigma_{auo} \quad (\text{解 14.4})$$

ただし、基礎梁主筋定着長さ ℓ_{ag} は、通常、Ds算定時に基礎梁端部は曲げ降伏しないので、式(14.2)中の定着耐力の低減係数 β_{ao} を1.0とし、基礎梁主筋の降伏強度 σ_{sy} をSD295～SD390では $1.1 \times \sigma_{yo}$ 、SD490では $1.0 \times \sigma_{yo}$ としてもよいとした。また、基礎梁主筋の必要定着長さ ℓ_{ao} 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)により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

(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		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								

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									

(注) “-”を付した場合は、 $\ell_{ao}/db > 25$ に該当する。

“-”を付した場合は、 $\ell_{ao}/db > 25$ 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。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、あるいは地震時転倒モーメントによる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、一般階梁主筋と同様、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 L_a 以上かつ総長さ L_2 以上としてもよいとしている。

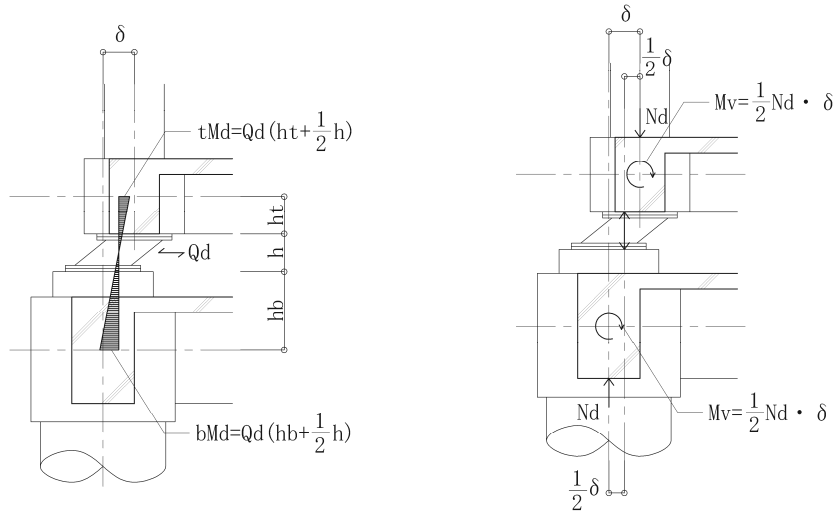
これらより、基礎梁下端筋定着タイプは、偏芯が大きくない場合、本文(3)(a)の留意事項1), 2)を満足すれば、表14.1によることができるとした。

(4) 免震基礎の基礎梁主筋定着部

解図14.4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 Q_d 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($N-\delta$ 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は、図中の tM_d または bM_d と M_v によって生じる引張力を負担する必要がある*。

上部構造側の基礎梁の場合、柱型部(取り付け躯体)、免震部材および最下階柱が接続するので、詳細図14.1の場所打ち杭基礎の配筋詳細を応用できる。また、【柱主筋外定着方式編】によると、上部構造側、下部構造側ともに、基礎梁主筋定着部も、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. 31-34, 2014. 1



(a) せん断力 Q_d によって生じる応力 (b) $N-\delta$ 効果によって生じる応力
 解図 14.4 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

パイルキャップ内部では、杭主筋、基礎梁下端筋、最下階柱筋の各定着部の応力伝達が確実に行われる必要がある。しかし、パイルキャップの応力伝達機構は必ずしも明確でない。

ここでは、解図 14.5 に示すように、基礎梁下端筋の引張力の作用によって、パイルキャップに発生する斜めひび割れ面を横切るはかま筋に生じる引張力に対して、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、ならびに 15. 1. 1 項に示した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し、はかま筋の全引張降伏耐力が基礎梁下端筋の全引張降伏耐力の 30%程度以上とすることを目安に、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：

$$\Sigma T_{y1} = 1140 \times 390 \times 8 \times 10^{-3} = 3557 \text{ kN}$$

はかま筋の全引張降伏耐力：

$$\Sigma T_{y2} = 199 \times 295 \times 20 \times 10^{-3} = 1174 \text{ kN}$$

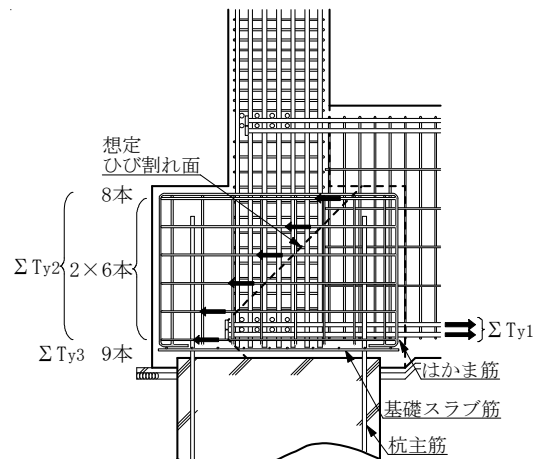
基礎スラブ筋の全引張降伏耐力：

$$\Sigma T_{y3} = 199 \times 295 \times 9 \times 10^{-3} = 528 \text{ kN}$$

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

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

上記の試算では、基礎梁下端筋の引張降伏を仮定した。ただし、 D_s 算定時に基礎梁端部が曲げ降伏せず、基礎梁下端筋が引張降伏しない場合、基礎梁下端筋の引張力に応じて、はかま筋量は低減してもよい。



解図 14.5 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) 柱主筋定着部近傍の追加補強

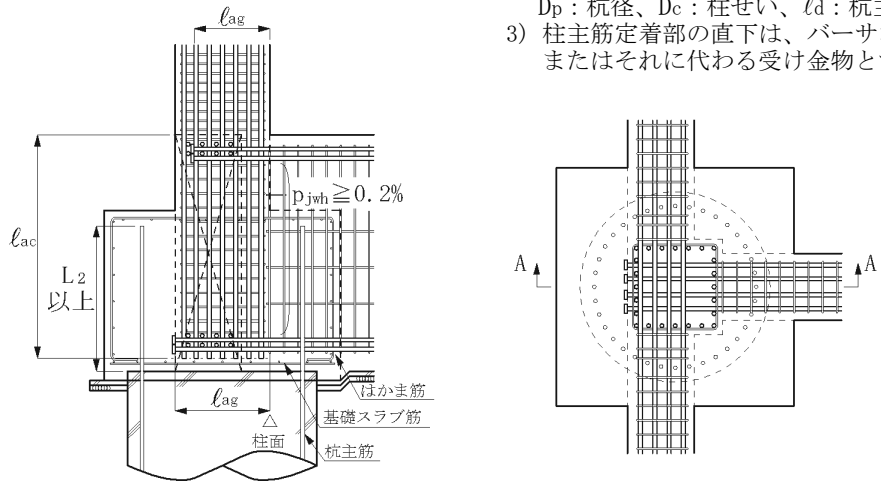
- 1) 場所打ち杭基礎における柱主筋定着部近傍の追加補強※1 は、下記①～③のいずれかによることを推奨する(詳細図 14.1(a)～(c))。
 - ① 基礎梁下端筋の定着金物を屋外側柱主筋の外側に配置する。
 - ② 基礎梁下端筋定着部を屋外側柱面の外側に延長する。
 - ③ 追加補強筋を基礎梁下端筋定着部近傍に配置する。
- 2) 場所打ち杭基礎における柱主筋定着部近傍の追加補強※2 は、下記④によることができる(詳細図 14.1(d))。
 - ④ かんざし筋を屋外側柱主筋の外側から基礎梁下端筋定着部近傍に挿入する。

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、追加横補強※1 の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定着長さであり、式(11.2)の条件を満足しなければならない。追加横補強※1 の③(詳細図 14.1(c))は、柱主筋外定着方式²⁻¹⁰⁾の定着部拘束筋に準じた場合である。

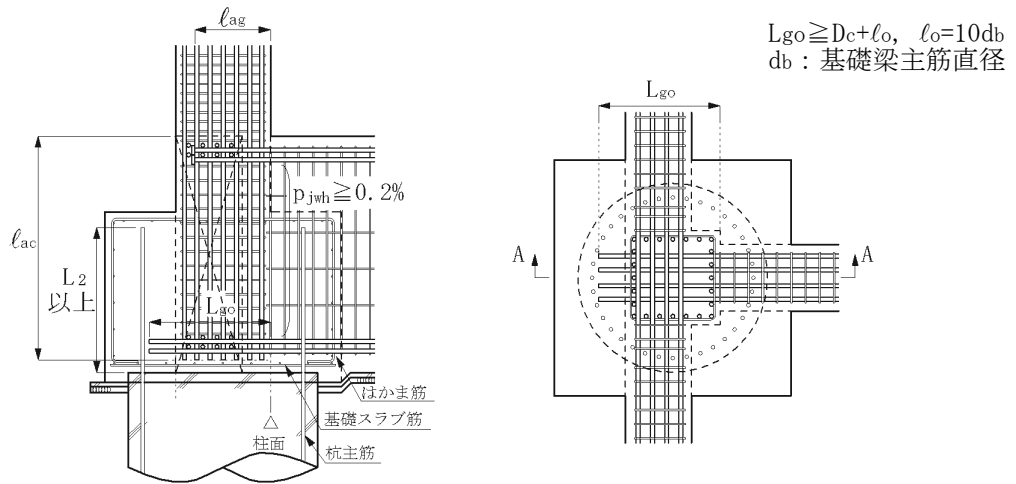
また、追加補強※2(詳細図 14.1(d))は、RC 配筋指針¹⁻⁵⁾に示されたかんざし筋を挿入する方法であり、かんざし筋は、追加横補強筋※1 に準じ、最下階柱・基礎梁接合部横補強筋と同鋼種、同径とし、基礎梁主筋本数に応じて、1組の本数が4本以上の中子筋併用とすることを目安に決定する。なお、追加横補強筋※1 は、追加補強※2 に該当する場合にも適用してもよい(表 14.1)。

場所打ち杭基礎の場合、杭主筋定着部は杭頭面を定着起点とし、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、 $D_p \leq D_c + 2 l_d$ とすることが望ましい(詳細図 14.1 参照)。 l_d は杭主筋の定着長さを示す。

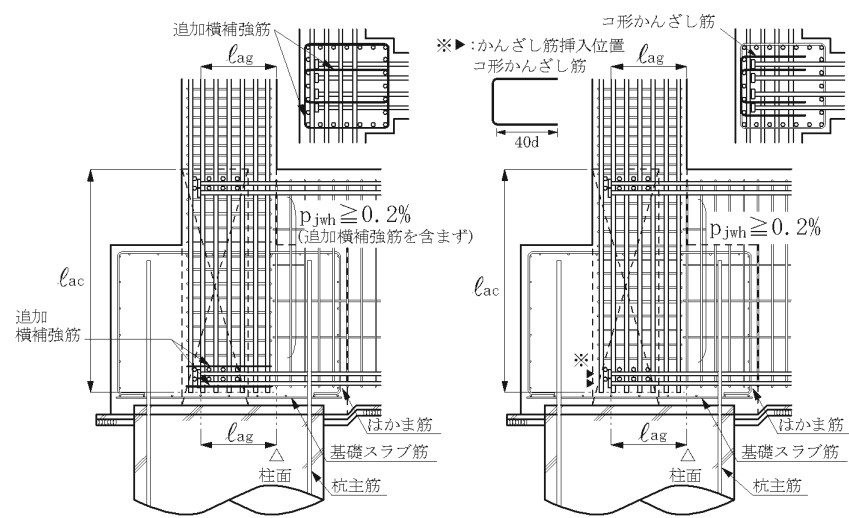
- (注)1) L_2 : JASS 5 の直線定着長さ
 2) $D_p \leq D_c + 2l_d$
 D_p : 杭径、 D_c : 柱せい、 l_d : 杭主筋定着長さ
 3) 柱主筋定着部の直下は、バーサポート
 またはそれに代わる受け金物とする。



(a) 定着金物を屋外側柱主筋の外側に配置する場合



(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)に示すように、優先方向基礎梁は、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とし、優先方向基礎梁の肋筋は、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} とみなしてもよい。

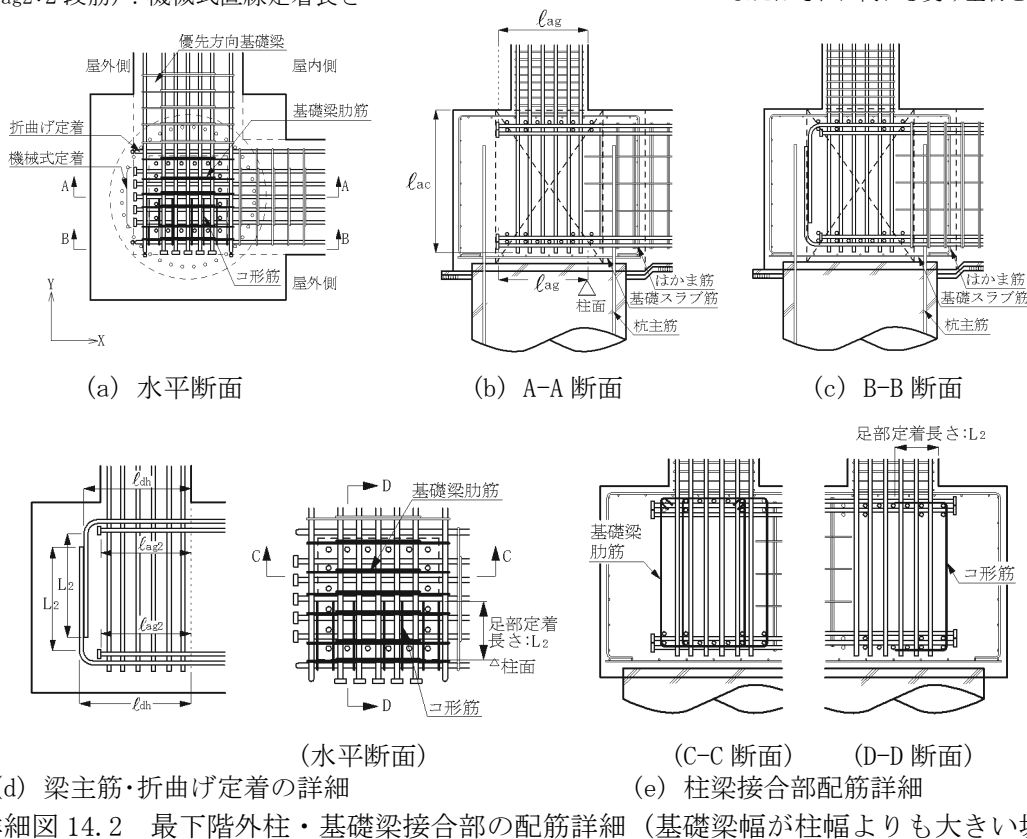
2) 柱断面外基礎梁主筋のうち 1 段目主筋は、同図(c)に示すように、折曲げ定着とし、上端筋、下端筋ともに、折曲げ後の余長は JASS5 の直線定着長さ L_2 以上とし、2 段目主筋は、8.3 節の解説(3)の最上階 L 形接合部内の梁上端筋の 2 段目主筋と同様、機械式直線定着としてもよい。

3) 最下階隅柱・基礎梁接合部の場合、同図(a), (e)に示すように、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、定着耐力確保およびひび割れ防止のために、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、屋内側柱断面外の基礎梁主筋定着部には、コ形筋を配置していない。これは、柱断面外の 1 段目基礎梁主筋が折曲げ定着されているので、上面方向へのはらみ出しが拘束され、側面方向へのはらみ出しが優先方向基礎梁で拘束されるためである。

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ことが期待できる。

L_2 : JASS 5 の直線定着長さ、 l_{ch} : 折曲げ定着の投影定着長さ
 lag (lag_2 : 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。

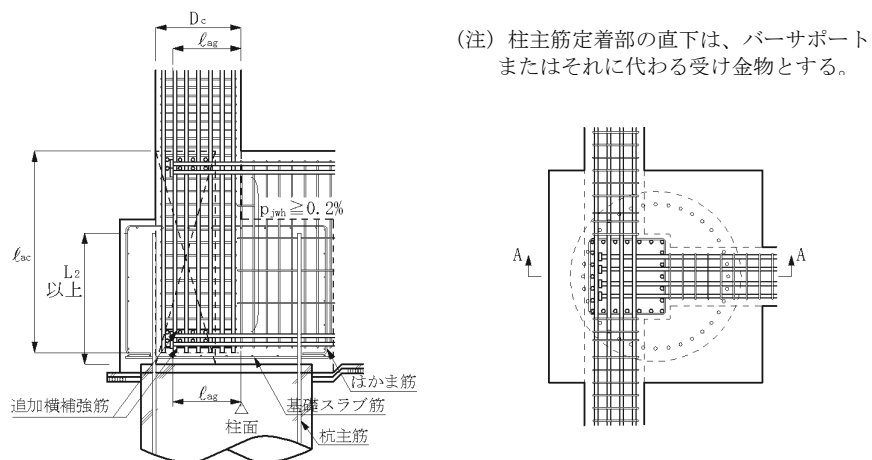


(iii) 場所打ち杭基礎・杭偏芯の配筋詳細

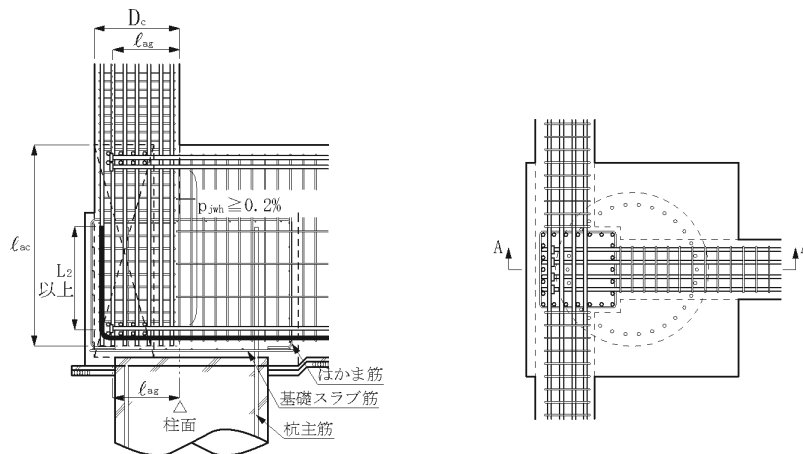
詳細図 14.3(a)は、偏芯が小さく、柱主筋が杭主筋で囲まれたコア内に配置された場合であり、詳細図 14.1(c)と同様、基礎梁下端 1 段目、2 段目主筋ともに、機械式直線定着とし、追加横補強筋を配置している。

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) で前述した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、柱主筋外定着方式²⁻¹⁰⁾による定着部拘束筋を基礎梁下端筋定着部近傍に配置すれば、機械式直線定着とすることができる。ただし、偏芯が大きい場合、当該の設計条件を考慮して配筋詳細設計を行う必要がある。



(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)

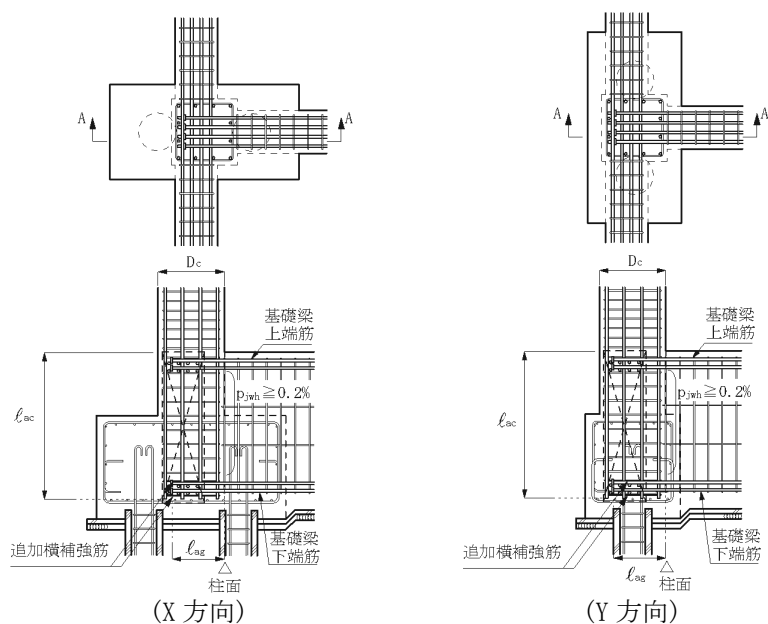
詳細図 14.3 杭偏芯の配筋詳細

(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} が JASS 5 の直線定着長さ L_2 以上で、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、柱主筋外定着方式²⁻¹⁰⁾の定着部拘束筋に準じて定め、有効なはかま筋は、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」に準じて定める。

(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。



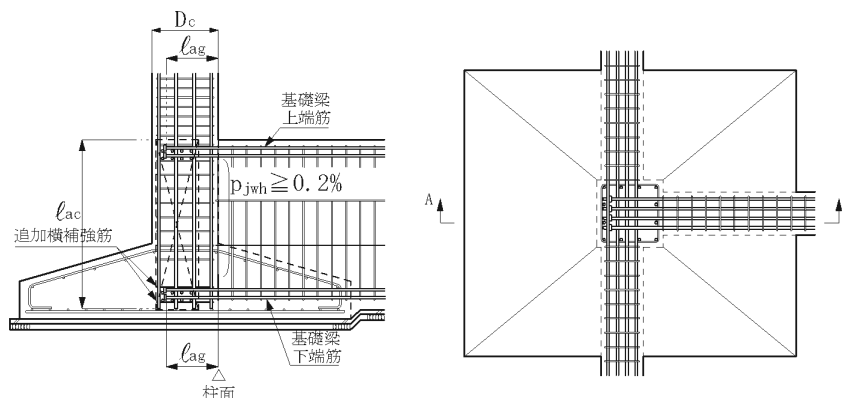
詳細図 14.4 既製杭基礎における基礎梁主筋定着部の配筋詳細例

(v) 直接基礎における基礎梁主筋定着部の配筋詳細

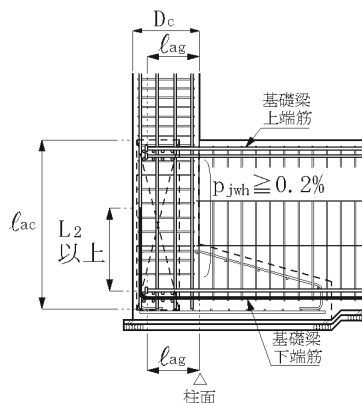
詳細図 14.5(a)は、基礎に引抜き力が作用し、基礎スラブに地反力が発生せず、基礎フーチングが外部突出する直接基礎の配筋詳細例である。この場合、基礎梁下端筋は機械式直線定着とし、基礎梁下端筋定着部近傍に追加補強筋を配置している。

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と同様の応力状態となるので、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。

(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) 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については、以下の構造規定 1)～5) を満足する場合、主筋定着長さ l_{ag} は、 $12db$ 以上、 $(2/3)B$ 以上、かつ、表 15.1 の危険断面での設計用最大引張応力 σ_{tmax} とコンクリートの設計基準強度 F_c で決まる値以上とすることができる。表 15.1 中の $ftaL$ は表 2.2 の長期許容引張応力度であり、 db は主筋直径、 B は定着側の梁幅を示す。

- 1) 主筋の呼び名は、原則として、D25 以下とする。
- 2) 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 は主筋直径を示す。
- 3) 式(15.1)を満足する上面拘束筋を配置する(図 15.1 参照)。

$$T_{wy}/T_{by} \geq 0.2, \text{ かつ } T_{wy}/T_{by} \leq 0.4 \quad (15.1)$$

$$T_{wy} = \sum a_w \cdot \sigma_{wyo}, \quad T_{by} = \sum a_t \cdot \sigma_{byo} \quad (15.2)$$

ここに、 T_{wy} : 上面拘束筋足部の全降伏引張力、 T_{by} : 上端主筋の全降伏引張力

$\sum a_w$: 上面拘束筋足部の全断面積、 $\sum a_t$: 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、 $\sigma_{wyo}=295\text{N/mm}^2$ とする。

また、 $F_c \geq 39\text{N/mm}^2$ かつ $l_{ag} \geq 14db$ の場合、 $T_{wy}/T_{by} \geq 0.15$ 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 L_2 以上とする。

表 15.1 機械式定着による $\sigma_{tmax}/ftaL$ の一覧

		F_c (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	0.8			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

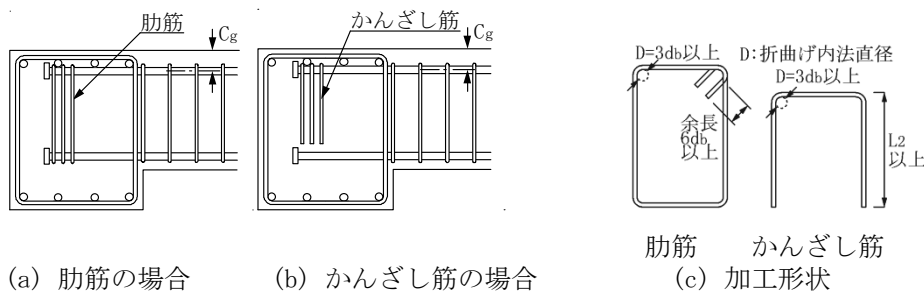


図 15.1 上面拘束筋

5) $nb/nr \geq 8$ を基本とする。

$nb = (be - Da) / db$ 、 nr は小梁上端主筋の本数、 be は定着側の大梁または小梁の有効幅、 Da は定着板直径を示す(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主筋定着長さ l_{ag} は、 $12db$ 以上、 $(2/3)B$ 以上、かつ、表 15.1 の $\sigma_{tmax}/ftaL$ が 1.0 となる値以上とする。また、同主筋定着部は、(a) 項の構造規定 1)~5) を満足し、かつ、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 l_{ag} は、式(8.1)の梁主筋必要定着長さ l_{ao} 以上、 $12db$ 以上かつ $(2/3)B$ 以上とする。この場合、定着される主筋の直近に、主筋量に応じた拘束筋を配置することを基本とする。 B は定着される側の壁厚さを示す。

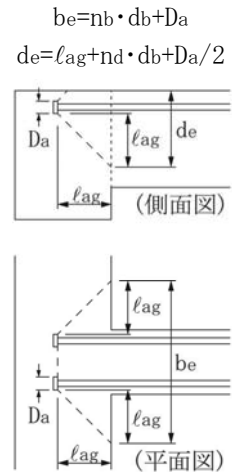


図 15.2 掻き出し破壊面

【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 l_{ag} 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 l_{ao} 、ならびに許容ひび割れ幅 w_{cr} ($=0.3\text{mm}$) で決まる必要定着長さ l_{acr} は、下式で求められる。

$$l_{ao} = \max(l_{ao1}, l_{ao2}) \tag{解 15.1}$$

$$l_{ao1}/db = 12 \phi_a \cdot f_{taL} / (\xi_w \cdot \sigma_{aua}) - 45 \tag{解 15.2}$$

$$l_{ao2}/db = \phi_a \cdot S \cdot f_{taL} / \sqrt{F_c} - nd \tag{解 15.3}$$

ここに、 ϕ_a : 定着耐力の安全率 ($\phi_a = 1.6$ とする。)

$$\sigma_{aua} = \phi_g \cdot (31.2 F_c^{-0.5} - 1.26) \cdot F_c \tag{解 15.4}$$

: 上面押し出し定着耐力の基本支圧強度

ϕ_g : 上面押し出し定着耐力の有効係数 ($\phi_g = 0.5$ とする。)

$$\xi_w = 1 + 0.67 (T_{wy}/T_{by}) \tag{解 15.5}$$

: 上面拘束筋の有効係数

$$S = 2.53 (nr/nb) \tag{解 15.6}$$

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

$$\text{機械式定着 : } l_{acr}/db = 7.9 + \sqrt{63 - 5350 / (\alpha_c \cdot f_{tL})}$$

$$\text{折曲げ定着 : } l_{acr}/db = 7.6 + \sqrt{57 - 2220 / (\alpha_c \cdot f_{tL})} \quad (\text{解15.7})$$

$$\alpha_c = 1.6 - 0.018F_c \quad (\text{解15.8})$$

: コンクリートの設計基準強度 Fc による補正係数

機械式定着による搔き出し定着耐力の算定では、図 15.2 の搔き出し破壊面を仮定した。同図中、be および de は定着側の大梁または小梁の有効幅および有効高さ、Da は定着板直径を示す。また、安全率 $\phi_a (=1.6)$ 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、RC 計算規準 9 条の解説に示された設計用曲げモーメントを基に、危険断面での設計用最大引張応力 σ_{tmax} が長期許容引張応力度 f_{tL} よりも小さければ、式(解 15.1)と式(解 15.7)の必要定着長さを必ずしも確保しなくてもよい。すなわち、設計用最大引張応力 σ_{tmax} は、下式のように、上面押し出し定着耐力、搔き出し定着耐力、許容ひび割れ幅 $w_{cr} (=0.3\text{mm})$ 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。

$$\sigma_{tmax} = \max(\sigma_{tmax1}, \sigma_{tmax2}, \sigma_{tmax3}) \quad (\text{解 15.9})$$

$$\sigma_{tmax1} = \xi_w \cdot \sigma_{aua} \cdot \{ (l_{ag}/db) + 45 \} / (12 \phi_a) \quad (\text{解 15.10})$$

$$\sigma_{tmax2} = \sqrt{F_c} \cdot \{ (l_{ag}/db) + nd \} / (\phi_a \cdot S) \quad (\text{解 15.11})$$

$$\sigma_{tmax3} = 5350 / \{ \alpha_c \cdot [63 - \{ (l_{ag}/db) - 7.9 \}^2] \} \quad (\text{解 15.12})$$

nb/nr=8、nd=3+(Da/2db)、(Da/db)=2.4、 $f_{tL}=215\text{N/mm}^2$ とし、 $l_{ag}/db=12\sim 18$ について、Fc ごとに σ_{tmax}/f_{tL} を求めると、表 15.1 が得られる。

以上より、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 の場合、 σ_{tmax}/f_{tL} を表 15.1 の値とすれば、安全側の評価となる。

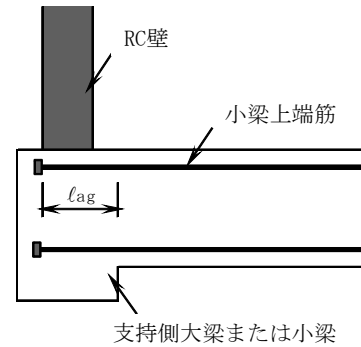
(iii) 上面拘束筋

上面拘束筋は、実験²⁻⁹⁾と同様、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こととした。式(15.1)の $T_{wy}/T_{by} \geq 0.2$ 、かつ、 $T_{wy}/T_{by} \leq 0.4$ の構造規定は、実験で採用した肋筋およびかんざし筋の上限と下限を基に定めた。表 15.1 の σ_{tmax}/f_{tL} は、 $T_{wy}/T_{by}=0.2$ として求めた値である。また、実験を基に、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、 $F_c \geq 39\text{N/mm}^2$ かつ $l_{ag} \geq 14db$ 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 f_{tL} 以上となるので、安全側の処置として、 $T_{wy}/T_{by} \geq 0.15$ としてもよいとした。

一方、小梁主筋定着部上面を拘束するように、小梁と直交する定着側の梁上部に RC 壁を配置した場合、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 l_{ag} は、式(8.1)の梁主筋必要定着長さ l_{ao} 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)}などを考慮すると、小梁主筋定着部上面に対して有効な RC 壁は、解図 15.1 に示すように、壁厚が梁主筋定着長さ l_{ag} の半分程度($6db$ 程度)以上になることを目安とする。



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、脆性的な定着破壊は許容できないので、主筋定着長さ l_{ag} は、 $12db$ 以上、 $(2/3)B$ 以上、かつ、表 15.1 の $\sigma_{tmax}/ftaL$ が 1.0 となる値以上とした。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)。

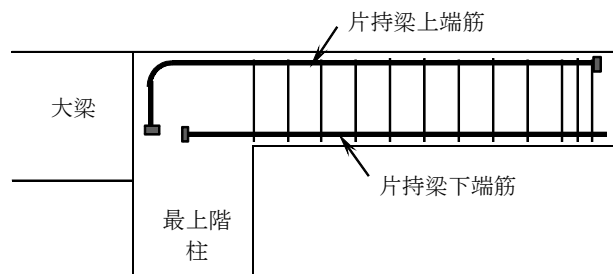
(2) 縦筋と横筋で囲まれた壁に定着する場合

この場合の定着長さ l_{ag} は、15.4 節の壁筋定着部と同様、主筋定着部の直近に、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、式(8.1)の梁主筋必要定着長さ l_{ao} 以上、 $12db$ 以上かつ $(2/3)B$ としてもよいとした。この場合、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 l_{ao} 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が定着されることがある。

この場合、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て設計し、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 L_3 以上、または機械式定着の場合、フック付きと同様、フック付き定着長さ L_3h 以上とすればよい。



解図 15.2 最上階柱に設けた片持ち梁主筋定着部

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。

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、スラブの上端主筋定着部の長期設計は、下式による。

$$T_{Au} \geq T_D \text{ かつ } T_{Cu} \geq T_D \quad (15.3)$$

$$\text{【片持ち形式以外の場合】 } T_D = \phi_a \cdot \Sigma a_t \cdot \sigma_t \quad (15.4)$$

$$\text{【片持ち形式の場合】 } T_D = \phi_a \cdot \Sigma a_t \cdot f_{tL} \quad (15.5)$$

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($\phi_a=1.5$ 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 の肋筋とすることを基本とし、鉛直地震力を考慮し、下式を満足することを確認する。

$$T_{Au} \geq T_{by} \text{ かつ } T_{Cu} \geq T_{by} \quad (15.6)$$

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、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 は主筋直径、 B は定着側の梁幅を示す。

4) 上面拘束筋は、片持ち形式以外の場合 $T_{wy}/T_{by} \geq 0.15$ 、片持ち形式の場合 $T_{wy}/T_{by} \geq 0.2$ 、かつ、いずれも $T_{wy}/T_{by} \leq 0.4$ を満足するものとする。 T_{wy} は上面拘束筋足部の全引張降伏力、 T_{by} は上端主筋の全引張降伏力(式(15.2))、 db は主筋直径を示す。

【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、 $\phi_a=1.5$ とした。

主筋の長期荷重時引張応力 σ_t は、RC計算規準17条の考え方に基つくと、片持ち形式以外の場合、存在応力を採用してもよいが、片持ち形式の場合、長期許容引張応力度 f_{tL} とすることが基本である。通常、片持ち形式以外の存在応力 σ_t は、RC計算規準9条の解説に示された設計用曲げモーメントを用いて算出される。

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(2010年版)付7の2.長期たわみ計算法のクリープによる倍率 K_2 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⁾。

$$T_{Au} = \xi_w \cdot T_{Au0} \quad (\text{解 } 15.13)$$

$$T_{Au0} = \phi_g \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot \sigma_{Au0} \cdot \Sigma A_p \quad (\text{解 } 15.14)$$

$$\sigma_{Au0} = (31.2 F_c^{-0.5} - 1.26) \cdot F_c \quad (\text{解 } 15.15)$$

$$\xi_w = 1 + 0.67 (T_{wy}/T_{by}) \quad (\text{解 } 15.16)$$

$$T_{Cu} = T_c + T_w \quad (\text{解 } 15.17)$$

$$T_c = \phi_c \cdot b_e \cdot d_e \cdot 0.313 \sqrt{F_c} \cdot \sqrt{(l_{ag}^2 + j^2)} / j, \quad T_w = \phi_w \cdot A_w \cdot \sigma_{wy} \quad (\text{解15.18})$$

ここに、 ϕ_g ：上面押し出し定着耐力の有効係数 ($\phi_g=0.5$)

σ_{Au0} ：主筋定着耐力の基本支圧強度

$k_1 \sim k_6$ ：益尾・窪田式²⁻¹⁾による補正係数(式(解8.2) 参照)

ただし、 $k_5=0.9$ ($p_{jwh}=0$) とする。

ΣA_p ：定着金物の支圧面積の総和、 F_c ：コンクリートの設計基準強度

T_{wy} ：上面拘束筋の全降伏引張力、 T_{by} ：上端主筋の全降伏引張力(式(15.2))

T_c ：コンクリートの寄与分、 T_w ：大梁肋筋の寄与分

ϕ_c ：コンクリートの有効係数 ($\phi_c=0.7$)

b_e, d_e ：コンクリートの有効幅および有効高さ(図15.2)

l_{ag} ：主筋定着長さ、 j ：小梁の応力中心距離 ($j=(7/8) \cdot d$ とする)、 d ：有効せい

ϕ_w ：定着側梁肋筋の有効係数 ($\phi_w=0.5$)

A_w ： b_e 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)

$$\sigma_{wy} = \min(\sigma_{wyo}, 55\sqrt{F_c}) \quad (\text{解15.19})$$

：定着側梁の肋筋の降伏強度((付録1) 参照)

ただし、 $F_c \geq 60\text{N/mm}^2$ の場合、 $F_c=60\text{N/mm}^2$ とする。

σ_{wyo} ：定着側梁肋筋の規格降伏点

式(解15.16)中の(T_{wy}/T_{by})は、実験²⁻⁹⁾を基に、片持ち形式以外の場合 $T_{wy}/T_{by} \geq 0.15$ 、片持ち形式の場合 $T_{wy}/T_{by} \geq 0.2$ 、かつ、いずれも $T_{wy}/T_{by} \leq 0.4$ を満足するものとした。

なお、表15.1の σ_{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 $k_6=1$ 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 $T_w=0$ として算出されている。

(3) 長期荷重時ひび割れ幅

長期荷重時ひび割れ幅 w_{cal} は、式(解15.20)で求め、 $w_{cal} \leq 0.3\text{mm}$ とすることを推奨する²⁻⁹⁾。

$$w_{cal} = \epsilon_{ao} \cdot \alpha_w \cdot \alpha_c \cdot l_{ag} \quad (\text{解15.20})$$

$$\epsilon_{ao} = \sigma_t / E_s, \quad \alpha_w = 7.3 - 0.46(l_{ag}/d_b) \geq 1, \quad \alpha_c = 1.6 - 0.018F_c \quad (\text{解15.21})$$

ここに、 σ_t ：主筋の長期荷重時引張応力、 ϵ_{ao} ：主筋の基準ひずみ

E_s ：鉄筋のヤング係数、 d_b ：主筋の直径

式(解15.21)の補正係数 α_w は主筋定着長さ l_{ag} に反比例し、定着長さ $l_{ag}/d_b \geq 15.9$ の場合、 $\alpha_w=1$ となる。この場合、式(解15.20)の長期荷重時ひび割れ幅 w_{cal} は、主筋定着長さ l_{ag} に比例して増加する。しかし、通常、 $l_{ag}/d_b \geq 15$ 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。これらより、式(解15.20)の長期荷重時ひび割れ幅 w_{cal} は、 $l_{ag}/d_b \geq 15$ の場合、 $l_{ag}/d_b=15$ として計算してもよいものとする。

(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、 $\phi_g=0.5$ 、 $k_1=5.5/\alpha_p=1$ 、 $k_4=0.92+0.02(C_s/d_s)=0.98$ 、 $k_5=0.9+12.5p_{jwh}=0.9$ を仮定した式(解15.22)を用いた(8.1節の解説(3) 参照)。

$$T_{Au0} = 2.43k2 \cdot k3 \cdot k6 \cdot \sigma_{au0} \cdot \Sigma at \quad (\text{解 } 15.22)$$

式(解 15.18)中のコンクリートの有効幅 b_e および有効高さ d_e は、下式によった。

$$b_e = 2l_{ag} + B_b - 4d_b, \quad d_e = l_{ag} + 3d_b \quad (\text{解 } 15.23)$$

ここに、 l_{ag} : 主筋定着長さ、 B_b : 小梁幅、 d_b : 主筋直径

また、解表 15.1 中の設計存在応力度比 σ_t / f_{tL} 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、 $\sigma_t / f_{tL} = 0.6$ 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 $\sigma_t / f_{tL} = 1.0$ 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	$F_c (N/mm^2)$	24	24	36	36
長期設計存在応力度比	σ_t / f_{tL}	0.60	0.60	1.00	1.00
小梁幅	$B_b (mm)$	300	400	400	400
小梁せい	$D_b (mm)$	700	700	700	700
梁上1段筋中心のかぶり厚さ	$d_{tT} (mm)$	130	130	130	130
梁下1段筋中心のかぶり厚さ	$d_{tB} (mm)$	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)	$l_{ag} (mm)$	400	400	420	520
大梁幅	$B_g (mm)$	500	500	500	600
大梁上面側	鋼種	SD295	SD295	SD295	SD295
掻き出し補強筋	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	l_{ag}/d_b	13.8	13.8	14.5	17.9
	l_{ag}/B_g	0.80	0.80	0.84	0.87
	判定	OK	OK	OK	OK
長期設計用引張力	$T_{D1} = \phi_a \cdot f_{tL} \cdot \Sigma at (kN)$	563	751	751	1127
安全率 $\phi_a = 1.5$,	$T_{D2} = \phi_a \cdot \sigma_t \cdot \Sigma at (kN)$	338	451	751	1127
引張降伏耐力	$T_{by} = \sigma_{yo} \cdot \Sigma at (kN)$	664	886	1002	1502
$T_{Au0} = \phi_g \cdot 2.43 \cdot k2 \cdot k3 \cdot k6 \cdot \sigma_{au0} \cdot \Sigma at (kN)$		532	710	888	1564
上面拘束筋の効果	(T_{wy}/T_{by})	0.34	0.25	0.34	0.30
	$\xi_w = 1 + 0.67 \cdot (T_{wy}/T_{by})$	1.23	1.17	1.23	1.20
判定 ($(T_{wy}/T_{by}) : 0.15$ または 0.2 以上かつ 0.4 以下)		OK	OK	OK	OK
上面押し出し耐力	$T_{Au} = \xi_w \cdot T_{Au0} (kN)$	653	830	1088	1878
片持梁 : $T_D = T_{D1}$, 以外 : $T_D = T_{D2}$,	T_{Au}/T_D	1.93	1.84	1.45	1.67
上面押し出し耐力・判定 ($T_{Au}/T_D \geq 1$)		OK	OK	OK	OK
$T_c = \phi_c \cdot b_e \cdot d_e \cdot 0.313 \sqrt{F_c} \cdot \sqrt{(l_{ag}^2 + j^2)} / j (kN)$		651	717	966	1541
$T_w = \phi_w \cdot A_w \cdot \sigma_{wy} (kN)$		75	75	112	112
掻き出し耐力	$T_{Cu} = T_c + T_w (kN)$	726	792	1078	1653
片持梁 : $T_D = T_{D1}$, 以外 : $T_D = T_{D2}$,	T_{Cu}/T_D	2.15	1.76	1.44	1.47
掻き出し耐力・判定 ($T_{Cu}/T_D \geq 1$)		OK	OK	OK	OK
長期荷重時ひび割れ幅	$w_{cal} (mm)$	0.27	0.27	0.38	0.39
ひび割れ幅・判定 ($w_{cal} \leq 0.3mm$)		OK	OK	NG	NG
	T_{Au}/T_{by}	0.98	0.94	1.09	1.25
	T_{Cu}/T_{by}	1.09	0.89	1.08	1.10
鉛直地震力の判定 ($T_{Au} \geq T_{by}$, $T_{Cu} \geq T_{by}$)		-	-	OK	OK

(注) 片持ち梁 B3, B4 の検定では、長期荷重時ひび割れ幅 w_{cal} 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ため、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。

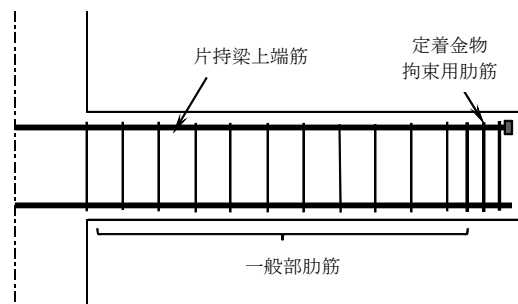


図 15.3 片持梁主筋先端部の納まり

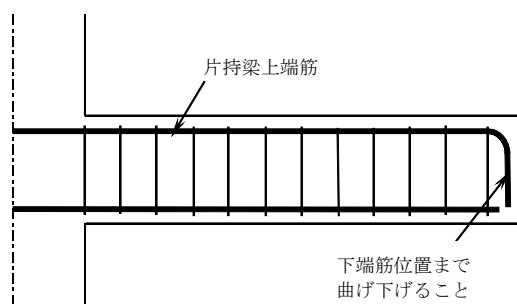
【解説】

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、片持梁上端筋先端部は、折曲げ後、下端筋位置まで曲げ下げとしている。これは、片持梁上端筋の付着抵抗の低下に伴う耐荷能力の減少防止のための規定である。

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こととした。

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、 $T_{wy}/T_{by} \geq 0.1 \sim 0.2$ 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} は上面拘束筋足部の全降伏引張力、 T_{by} は上端主筋の全降伏引張力である(式(15.2) 参照)。



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

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、構造規定 1)～3)を満足し、式(15.7)を満足することを基本とする。

$$T_{Au} \geq T_D \text{ かつ } T_{Cu} \geq T_D \quad (15.7)$$

$$T_D = \Sigma a_t \cdot \sigma_D \quad (15.8)$$

ここに、 T_{Au} ：上面押し出し定着耐力、 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 ：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、 $14d_b$ 以上かつ $(3/4)B$ 以上とする。 B は定着側の梁幅、 d_b は主筋直径を示す。
- 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 $3d_b$ 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) 梁・梁接合部内には、 $T_{wy}/T_{by} \geq 0.2$ の上下拘束筋を配置する(図15.4)。

ただし、上下拘束筋は、 135° フック付き閉鎖型または溶接閉鎖型の筋筋とし、定着金物近傍にできるだけ密に配置する。

また、 T_{wy} は上下拘束筋足部の降伏引張力、 T_{by} は上端筋または下端筋の大きい方の降伏引張力であり、それぞれ式(15.2)で算定する。

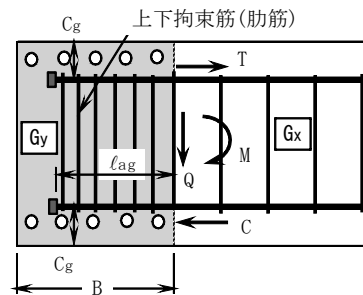


図 15.4 梁・梁接合部内の梁主筋定着部

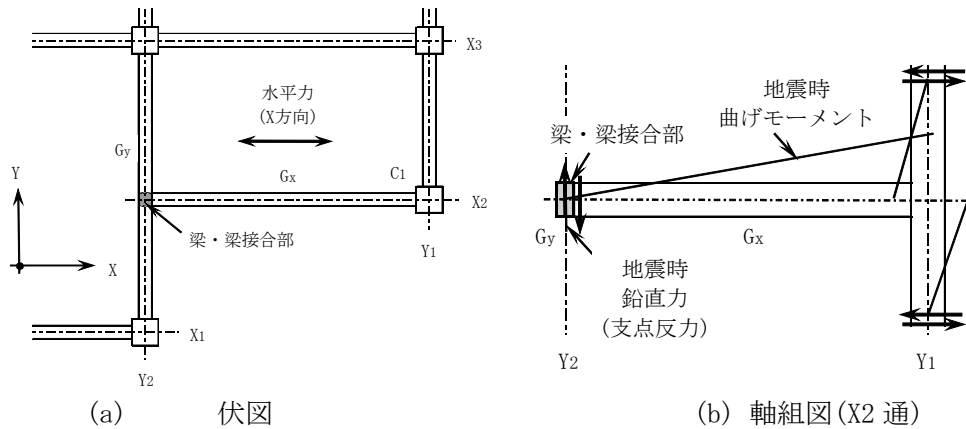
【解説】

(1) 基本事項

解図 15.4 に示すように、大梁(G_x)と大梁(G_y)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、構造規定 1)～3)を満足し、式(15.7)の設計条件を満足することを基本とした。

構造規定 3)では、梁・梁接合部内の梁主筋定着部は、鉛直地震荷重を繰り返し受けるので、15.1.1項および 15.1.2項で規定した上面拘束筋に準じ、 $T_{wy}/T_{by} \geq 0.2$ の上下拘束筋を配置することとした。ただし、上下拘束筋は、直交大梁の筋筋と干渉しないように配置する必要がある。

一方、梁・梁接合部内の梁主筋定着部上面を拘束するように、直交大梁(G_y)の上下に RC 壁が配置された場合、梁・梁接合部内の梁主筋定着部の上下面への押し出し作用は軽減されるので、上下拘束筋量も軽減できる(解図 15.1 参照)。

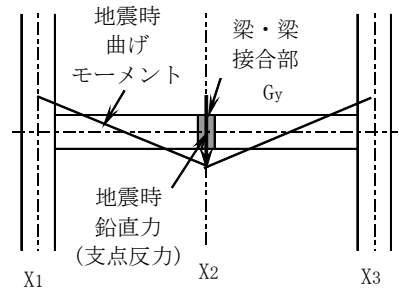


解図 15.4 梁・梁接合部に作用する X 方向地震時応力

(2) 直交大梁 (Gy) の設計上の注意点

解図 15.4 および解図 15.5 に示すように、大梁 (Gx) と大梁 (Gy) が交差する場合、直交大梁 (Gy) は、Y 方向地震時応力だけでなく、X 方向地震時応力を受ける。

この場合、X 方向地震時曲げモーメントとせん断力によって、直交大梁 (Gy) の中間でひび割れ損傷が拡大すると、梁・梁接合部内の梁主筋定着耐力が損なわれるので、直交大梁 (Gy) 中間部のせん断設計に注意する必要がある。



解図 15.5 X 方向地震荷重による直交大梁 (Gy) の応力

(3) 計算例

大梁 Gy の幅 : 700mm、大梁 Gx の幅 : 800mm、上下主筋 : 6-D38 (SD490)

上下拘束筋 : 4-D13-5 組 (SD295A)

【大梁 Gx 上下主筋の定着長さ l_{ag} の検討】

$$14d = 14 \times 38 = 532\text{mm}, \quad (3/4)B = (3/4) \times 700 = 525\text{mm}$$

∴ 定着長さ l_{ag} の設計値は 540mm とする。

$$\text{この場合、} C_b = 700 - 540 = 160\text{mm} (= 4.2db) \geq 4db$$

【上下拘束筋の検討】

- 主筋の降伏引張力 : $T_{by} = 6 \times 1140 \times 490 / 1000 = 3352 \text{ kN}$
- 上下拘束筋足部 1 組当たりの降伏引張力 : $4 \times 127 \times 295 / 1000 = 150 \text{ kN}$
- 上下拘束筋足の組数 : $0.2 \times 3352 / 150 = 4.5$ ∴ 5 組とする。

15.4 壁接合部における鉄筋定着部

壁接合部内の各鉄筋は、壁筋、帯筋または肋筋の内側に定着することを基本とし、各鉄筋の定着長さ l_a は、式(8.1)の梁主筋必要定着長さ l_{ao} 以上、 $12d_b$ 以上、かつ、原則として、壁厚さ、柱、梁断面の幅またはせいの(1/2)倍以上とする。ここで、壁接合部は、壁・床(梁)接合部、壁・壁(柱)接合部とする。 d_b は壁筋直径を示す。

【解説】

柱、梁断面内に定着される壁筋は、地震時引張力によって塑性化する恐れがあるので、ト形接合部内の梁主筋と同様、壁筋の定着長さ l_a は、式(8.1)の梁主筋必要定着長さ l_{ao} 以上、 $12d_b$ 以上、かつ、壁厚さ、柱、梁断面の幅またはせいの(1/2)倍以上とすることを基本とした。ただし、式(8.4)中の定着耐力の低減係数 β_{ao} は、両側直交梁付きの場合と同様1.0としてもよい(解表8.1(b))。

壁・床接合部の配筋詳細例を解図15.6に示す。同図では、ト形接合部の横補強筋と同様、 $p_{wa} \geq 0.2\%$ 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} は下式の拘束筋比を示す。

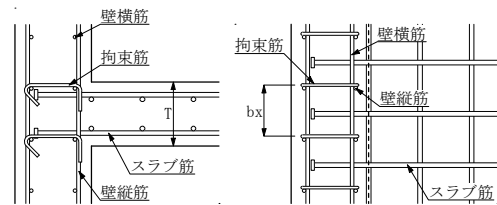
$$p_{wa} = n_z \cdot a_w / (b_x \cdot T) \quad (\text{解 } 15.24)$$

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)

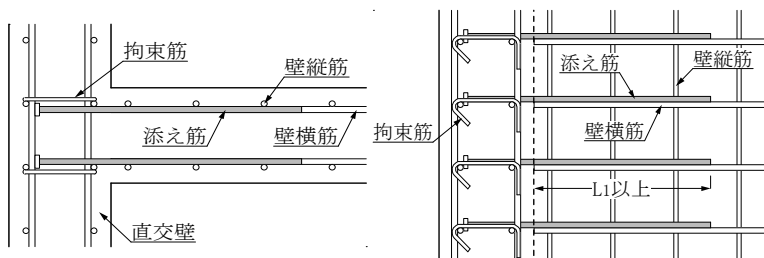
解図 15.6 壁・床接合部

解図15.6の場合、 $n_z=2$ 、 b_x はスラブ筋間隔と同じとしている。拘束筋をD10、 $b_x=200\text{mm}$ 、 $T=300\text{mm}$ とすると、 $p_{wa}=2 \times 71 / (200 \times 300) = 0.24\%$ 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。

^{*} 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

壁・壁接合部の配筋詳細例を解図15.7に示す。同図では、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、解図15.6と同様、拘束筋を配置している。

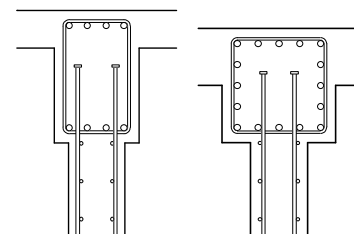
壁・梁(柱)接合部の配筋詳細例を解図15.8に示す。



(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

参考文献

(注記)本設計指針で引用する参考文献の番号は、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、2010
- 2) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建築物の靱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、2015
- 5) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説、2010
- 6) 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)
- 7) 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
- 8) ACI-ASCE Committee 352 : Recommendations for Design of Beam-Column Joints in Monolithic Reinforced Concrete Structures, 2002
- 9) 日本建築総合試験所・機械式鉄筋定着工法研究委員会：機械式鉄筋定着工法設計指針(2010年改定)、2010.5
- 10) 日本建築総合試験所・機械式鉄筋定着工法研究委員会：機械式鉄筋定着工法接合部配筋詳細設計の手引き、2010.5
- 11) 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：2015年度版 建築物の構造関係技術基準解説書、2015

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、渡邊史夫：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590N/mm²および685N/mm²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、堂下航、足立将人：機械式定着による590N/mm²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
- 13) 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
- 14) 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12-05、(一社)建築構造技術支援機構、2013.3.21

3. SRC造柱梁接合部に関する研究

- 1) 向出静司、益尾潔：機械式定着工法によるSRC造ト形接合部の終局耐力に関する実験的研究、日本建築学会構造系論文集、第600号、pp.195-2001, 2006.2
- 2) 足立将人、田川浩之、益尾潔：機械式定着工法によるSRC造ト形柱梁接合部の構造性能に関する実験的研究、JCI年次論文集、Vol.30, No.3, pp.1381-1386, 2008.7
- 3) 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
- 4) 足立将人、益尾潔：機械式定着工法によるSRC造ト形柱梁接合部の構造性能—柱鉄骨量の影響—、日本建築学会大会梗概集、構造III、pp.1139-1140, 2009.8
- 5) 益尾潔、田川浩之、市岡友香子、足立将人：機械式定着による最上階L形柱RC梁S接合部および柱SRC梁S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689号、pp.1281-1288, 2013.7

【SRC 柱梁接合部編】

設計指針

目 次

1 章 適用範囲	設計 4-1
2 章 SRC 柱梁接合部の設計方針	設計 4-2
3 章 SRC・ト形接合部の設計	設計 4-6
3.1 終局強度設計用せん断力の算定	
3.2 接合部せん断終局耐力の算定	
3.3 構造規定	
4 章 SRC・T形、L形接合部の設計	設計 4-9
4.1 終局強度設計用せん断力の算定	
4.2 接合部せん断終局耐力の算定	
4.3 構造規定	
5 章 SRC 柱梁接合部の標準配筋詳細	設計 4-13
SRC 柱梁接合部関連の参考文献	設計 4-15

1章 適用範囲

本編は、鉄骨鉄筋コンクリート(SRC)造およびそれらのプレキャストコンクリート造の柱梁接合部におけるせん断設計ならびに主筋定着設計に適用する。

本編を適用できる SRC 柱梁接合部は、図 1.1 に示すように、梁主筋と平行な鉄骨ウェブが存在し、かつ、直交鉄骨ウェブへの梁主筋非貫通型定着および貫通型定着の場合とする。

ただし、図 1.2 に示すように、梁主筋と平行な鉄骨ウェブが存在しない場合、直交鉄骨ウェブへの梁主筋非貫通型定着、貫通型定着に係わらず、RC 柱梁接合部とみなし、本設計指針 4 章～10 章を準用して設計する。本編に記載のない事項は、本設計指針・基本設計編および応用設計編(以下、本設計指針と略記する)の関連する章による。

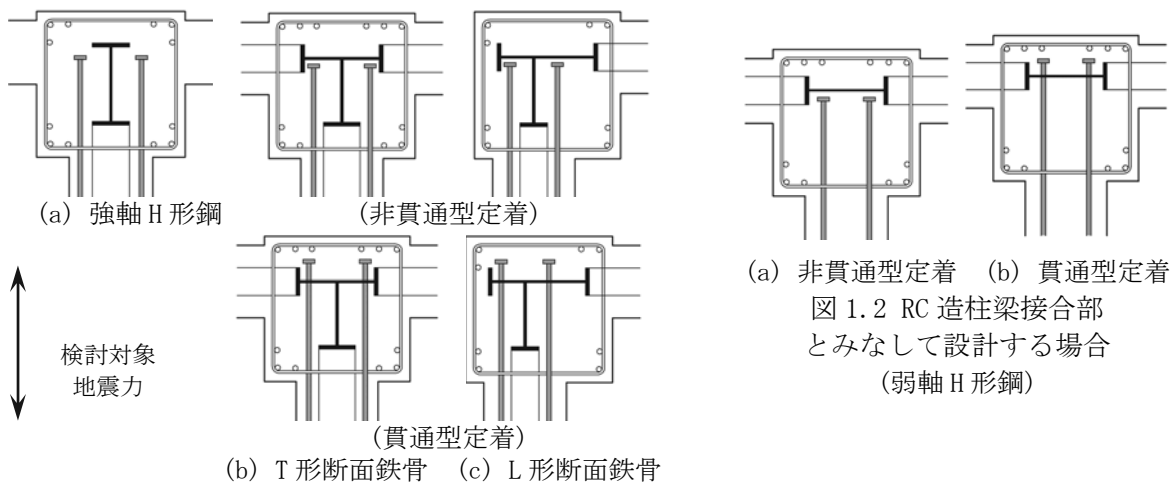


図 1.1 本編を適用できる SRC 造柱梁接合部

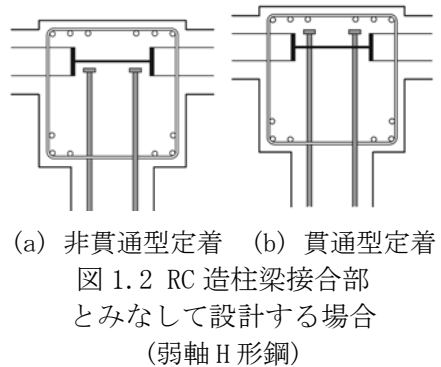


図 1.2 RC 造柱梁接合部とみなして設計する場合(弱軸 H 形鋼)

【解説】

(1) 本編の特長

SRC 計算規準^{*1}および SRC 配筋指針^{*2}は、折曲げ定着工法による直交鉄骨ウェブへの梁主筋貫通定着を適用範囲にしている。本編は、文献※4～※7 の実験を基に、梁主筋と平行な鉄骨ウェブが存在し、機械式定着工法による直交鉄骨ウェブへの梁主筋非貫通型定着および貫通型定着とした SRC 柱梁接合部の設計に適用できるとした。この点が本編の特長である。なお、図 1.2 に示すように、梁主筋と平行な鉄骨ウェブが存在せず、RC 柱梁接合部とみなす場合、非貫通型定着、貫通型定着に係わらず、梁主筋定着長さは本設計指針 8.1 節(1)の規定によるものとする。

(2) SRC 計算規準に従って設計した柱梁接合部との関係

文献※4～※7によると、SRC・ト形、T形、L形接合部ともに、SRC 規準式のせん断終局耐力は、最大耐力実験値に対し、本編指針式よりもばらつきは大きい、安全側に評価される。また、本編の主筋定着部の構造規定を満足する場合、本編指針式と同様、SRC 規準式のせん断終局耐力によっても、目標変形性能を満足することが実験で確認されている。

これらより、機械式定着による SRC 柱梁接合部は、本編の接合部横補強筋比および柱、梁主筋定着部の構造規定を満足する場合、SRC 計算規準に従ってせん断設計を行ってもよいと言える。

2章 SRC 柱梁接合部の設計方針

- 1) SRC・ト形接合部の設計は本設計指針・式(4.4)、SRC・T形、L形接合部の設計は本設計指針・式(4.5)による。

SRC・ト形、T形、L形接合部ともに、接合部耐力余裕度 λ_p は1.0以上とする。ただし、本設計指針4.1節の目標性能②を満足する必要がある場合、 λ_p は1.2以上とする。

設計で想定する破壊形式は、原則として、SRC・ト形、L形接合部では梁曲げ降伏型、SRC・T形接合部では柱曲げ降伏型とする。

- 2) SRC・ト形接合部は本編3章、SRC造T形、L形接合部は本編4章に従い、それぞれ終局強度設計用せん断力および接合部せん断終局耐力を算定する。
- 3) SRC柱梁接合部に接続する柱梁鉄骨部の曲げ耐力比は、SRC計算規準による。
- 4) SRC・ト形、T形、L形接合部ともに、接合部横補強筋比 p_{jwh} は、直交鉄骨ウェブへの梁主筋非貫通型定着の場合には0.2%以上、貫通型定着の場合には0.1%以上とする。接合部横補強筋 p_{jwh} は、本設計指針・式(7.2)による。
- 5) 梁鉄骨ウェブのせん断補強筋貫通孔は、式(2.1)を満足しなければならない。ただし、貫通孔による断面欠損を考慮した塑性断面係数比 Z_{pn}/Z_{po} は、80%以上とすることが望ましい。

$$Z_{pn}/Z_{po} \geq Y \cdot \nu \quad (2.1)$$

ここに、 Z_{pn} ：貫通孔による断面欠損を考慮した塑性断面係数

Z_{po} ：梁鉄骨全断面の塑性断面係数

Y ：鋼材の降伏比で、SN400、SS400、SM400級の鋼材では0.59、SN490、SM490級の鋼材では0.66とする。

ν ：材料強度のばらつきなどを考慮した安全率で、SN400、SS400、SM400級の鋼材では1.2、その他の鋼材では1.1とする。

【解説】

(1) SRC 柱梁接合部の終局強度設計

本編によって終局強度設計を行ったSRC柱梁接合部は、本設計指針3章の解説(1)に示した長期および短期荷重時の目標性能を満足することが実験で確認されているので、RC柱梁接合部と同様、許容応力度設計を省略できる。

また、RC柱梁接合部と同様、実験^{*4~*7}を基に、原則として、SRC・ト形、L形接合部の破壊形式は梁曲げ降伏型、SRC・T形接合部の破壊形式は柱曲げ降伏型とした。梁曲げ降伏型SRC・L形接合部の目標性能の達成を確認した実験では、L形が閉じる正加力時の柱梁耐力比 cQ_{cu}/cQ_{gu} は1.6程度であるので、正加力時に $cQ_{cu}/cQ_{gu} \geq 1.6$ とし、梁曲げ降伏を実現させることが望ましい。 cQ_{cu} は柱曲げ終局時、 cQ_{gu} は梁曲げ終局時の柱せん断力である。

(2) SRC 柱梁接合部の目標性能達成の確認

SRC・ト形接合部については、実験^{*4,*5,*7}によると、本編による梁主筋定着部の規定を満足すれば、 $gQ_{puh}/gQ_{muh} \geq 1.2$ の場合、 $R80 \geq 1/25$ の変形性能を確保できる。 gQ_{puh} は接合部せん断終局耐力時、 gQ_{muh} は梁曲げ終局耐力時の梁せん断力、 gQ_{puh}/gQ_{muh} は本設計指針4.3節の接合部耐力余

裕度 λ_p と同義であり、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る。これらよると、 $\lambda_p \geq 1.0$ とすれば、本設計指針 4.1 節で定義した目標性能①、 $\lambda_p \geq 1.2$ とすれば、目標性能②を満足する。

SRC・T形、L形接合部についても、実験^{*6}によると、内蔵鉄骨の効果により、 $cQ_{pu}/Q_{cu} \geq 1.2$ の場合、目標性能②を満足する。 cQ_{pu} は接合部せん断終局耐力時、 Q_{cu} は柱または梁の曲げ終局耐力時の柱せん断力であり、 cQ_{pu}/Q_{cu} は、本設計指針 4.3 節の接合部耐力余裕度 λ_p と同義である。

(3) SRC 柱梁接合部内の柱と梁の応力伝達

SRC 柱梁接合部内の柱と梁の間の応力伝達能力を保証するために、柱梁鉄骨部の曲げ耐力比は、SRC 計算規準^{*1}によるとした。すなわち、柱と梁の鉄骨部の許容曲げモーメントの比が式(解 2.1)を満足することが、柱梁鉄骨部の応力伝達に関する設計条件である。

$$0.4 \leq sCMA/sBMA \leq 2.5 \quad (\text{解 2.1})$$

ここに、 $sCMA$ ：柱鉄骨部の許容曲げモーメント、 $sBMA$ ：梁鉄骨部の許容曲げモーメント

SRC 造柱梁接合部の場合、梁曲げ降伏後の変形性能は、接合部鉄骨パネルのせん断終局耐力に依存する。文献^{*7}の実験では、接合部鉄骨パネルのせん断終局耐力 sV_{puh} を SRC 柱梁接合部のせん断終局耐力 V_{puh} の 0.17 倍および 0.12 倍とした梁主筋非貫通型定着の SRC・ト形接合部(4 体)について、接合部耐力余裕度 $\lambda_p \geq 1.2$ の場合、目標性能②を満足することを確認している。

$sV_{puh}/V_{puh}=0.3, 0.17, 0.12$ の場合、柱梁鉄骨部の曲げ耐力比 M_{cy}/M_{gy} は 1.0, 0.75, 0.43 となる。すなわち、機械式定着による梁主筋非貫通型定着の SRC 柱梁接合部についても、SRC 計算規準と同様、柱梁鉄骨部の曲げ耐力比 $sCMA/sBMA$ が式(解 2.1)を満足すれば、柱と梁の間の応力伝達能力を保証することができる。

(4) 梁主筋の非貫通型定着と貫通型定着の場合

SRC・ト形、T形、L形接合部ともに、実験^{*4, *5, *7}を基に、直交鉄骨ウェブへの梁主筋非貫通型定着の場合、接合部横補強筋比 p_{jwh} は 0.2%以上とし、貫通型定着の場合、SRC 計算規準と同様、接合部横補強筋比 p_{jwh} は 0.1%以上とした。これは、図 1.1(b), (c)に示すように、直交鉄骨ウェブへの梁主筋貫通型定着の場合、鉄骨ウェブ前面で大きな支圧耐力を期待できるので、梁主筋定着破壊の恐れは少ないことを考慮して規定されている。

(5) 梁主筋のスラブ内配置

SRC 配筋指針^{*2}では、梁主筋のスラブ内配置を許容している。この場合、スラブ内配置の梁主筋は、柱梁接合部に接続する直交梁断面内に折曲げ定着される。機械式定着工法の場合、直交梁断面内の梁主筋定着部は、ト形接合部内の梁主筋定着部と異なり、上部からの拘束を期待できないので、小梁主筋定着部と同様、上面押し出し定着破壊を早期に起こす恐れがある(本設計指針 15.1 節 参照)。これらより、機械式定着による梁主筋定着部は、特別の補強を行った場合を除き、スラブ内に配置してはならない。

(6) 技術基準解説書に従う機械式定着による SRC 柱梁接合部の設計

機械式定着による SRC 柱梁接合部は、1 章の解説(2)で前述したように、本編の接合部横補強筋比および柱、梁主筋定着部の構造規定を満足する場合、SRC 計算規準に従ってせん断設計を行っ

でもよい。

これらより、機械式定着による SRC 柱梁接合部は、本設計指針 10 章の RC 柱梁接合部と同様、技術基準解説書に従ってせん断設計を行ってもよい。また、一貫構造計算プログラムによって技術基準解説書に従い、折曲げ定着を想定した SRC 柱梁接合部のせん断検定を行い、本編 2 章の接合部横補強筋比および 3.3 節、4.3 節の柱、梁主筋定着部の構造規定を満足すれば、柱、梁主筋の折曲げ定着を機械式定着に置き換えてもよい。

(7) 梁鉄骨ウェブの接合部横補強筋貫通孔

2 章 5) では、SRC 配筋指針^{※2}と同様、梁鉄骨ウェブの接合部横補強筋貫通孔は、式(2.1)を満足しなければならないとし、SRC 計算規準^{※1}の規定を踏まえ、貫通孔による断面欠損を考慮した塑性断面係数比 Z_{pn}/Z_{po} は、80%以上とすることが望ましいとした。

SRC 配筋指針では、貫通孔の縁端は、溶接ビードや他の鉄筋貫通孔の縁端から 15mm 程度離すとしているため、それらの点にも注意する必要がある。

梁鉄骨ウェブの接合部横補強筋貫通孔の断面欠損の検定例を解表 2.1 に示す。この検定例では、直交鉄骨ウェブへの梁主筋非貫通型定着を想定し、接合部横補強筋比 p_{jwh} は 0.2%以上とし、接合部横補強筋 5 組のうち、2 組は梁鉄骨の範囲外に配置し、3 組は梁鉄骨ウェブの鉄筋貫通孔に貫通させるとしている。

解表 2.1 によると、貫通孔による断面欠損を考慮した塑性断面係数比 Z_{pn}/Z_{po} は 0.98 であり、鋼材の降伏比と安全率の積 $Y \cdot \nu$ よりも小さい。通常、梁鉄骨ウェブの接合部横補強筋貫通孔は、式(2.1)によって制限されないと考えられる。

すなわち、梁主筋非貫通型定着の場合、接合部横補強筋比 p_{jwh} を 0.2%以上とし、梁主筋貫通型定着の場合よりも増やしても、梁主筋貫通孔を設けなくてもよいので、SRC 柱梁接合部のせん断耐力確保および施工性の点で合理的であると考えられる。

解表 2.1 梁鉄骨ウェブの接合部横補強筋貫通孔の断面欠損の検定例

(a) 検定諸元

接合部横補強筋諸元						鉄骨断面諸元					
Bc (mm)	jtgo (mm)	呼び名	aw (mm ²)	組数 (組)	p _{jwh}	断面	鋼種	Y	ν	Z _{po} (mm ³)	t _w (mm)
900	600	D13	254	5	0.24%	H450×200×9×12	SS490	0.66	1.2	1518000	9

Bc：柱幅、jtgo：梁上下最外縁主筋の中心間距離、aw：接合部横補強筋1組の断面積
p_{jwh}：接合部横補強筋比、t_w：鉄骨ウェブの厚さ、Z_{po}：鉄骨全断面積の全塑性断面係数

(b) 検定結果

ウェブ孔欠損						検定		
φ _o (mm)	D ₁ (mm)	D ₂ (mm)	D ₃ (mm)	ΣZ _o (mm ³)	Z _{pn} (mm ³)	Z _{pn} /Z _{po}	Y・ν	判定
24	300	0	0	0	1484304	0.98	0.79	OK

φ_o：鉄筋貫通孔の直径、D_i：梁せい中央に対する鉄筋貫通孔の中心間距離

ΣZ_o：全貫通孔の断面欠損による鉄骨ウェブの全塑性断面係数

Z_{pn}=Z_{po}-ΣZ_o：断面欠損を考慮した鉄骨断面の全塑性断面係数

Y：鋼材の降伏比、ν：割増し係数、(検定式)Z_{pn}/Z_{po}≧Y・ν

(8) 鋼管コンクリート構造柱梁接合部への応用

SRC 計算規準^{*1}では、6 章「鋼管コンクリート構造の設計」として、被覆形、充填被覆形の鋼管コンクリート柱と SRC 梁、RC 梁からなる鋼管コンクリート構造柱梁接合部を適用範囲に含めている。同柱梁接合部のせん断終局耐力は、実験が不足するため、被覆形、充填被覆形の鉄骨鉄筋コンクリート構造の柱梁接合部に準じて算定することになっている。

本編 1 章の解説(2)で前述したように、本編の接合部横補強筋比および柱、梁主筋定着部の構造規定を満足する場合、機械式定着による SRC 柱梁接合部は、SRC 計算規準に従ってせん断設計を行ってもよい。これらより、被覆形、充填被覆形の鋼管コンクリート柱と SRC 梁、RC 梁うからなる鋼管コンクリート構造柱梁接合部についても、梁、柱主筋を機械式定着として設計してもよいと考えられる。

ただし、鋼管コンクリート構造柱梁接合部に梁主筋の機械式定着を適用する場合、内蔵鋼管の貫通孔による断面欠損の補強、ならびに梁、柱主筋の配筋施工手順について慎重に検討する必要がある。

また、被覆形鋼管コンクリート構造柱梁接合部の場合、コンクリートが鋼管内に充填されていないため、定着金物が負担する力が鋼管壁に作用すると、同管壁に局部曲げ変形が発生し、所定の梁主筋定着耐力を発揮できない恐れがある。このような被覆形鋼管コンクリート構造柱梁接合部内で梁主筋を機械式定着とする場合には、梁主筋を内蔵鋼管に貫通させないなど、特別に検討した接合部配筋詳細とする必要がある。

(9) 柱、梁主筋を機械式定着とした十字形接合部

SRC・十字形接合部内に柱、梁主筋を機械式直線定着とし、下記 1), 2) のように、柱、梁主筋定着部詳細を定めた場合、SRC・十字形接合部のせん断終局耐力は、SRC 計算規準 35 条^{*1}によって算定することができる。

- 1) 梁主筋定着部詳細は、3.3 節「構造規定」に準じて定める。
- 2) 柱主筋定着部詳細は、4.3 節「構造規定」に準じて定める。

3章 SRC・ト形接合部の設計

3.1 終局強度設計用せん断力の算定

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。

本設計指針・式(5.2)中の梁の基準曲げ終局耐力 M_{guo} は、式(3.1)または式(3.2)、本設計指針・式(5.1)中の架構形状に関する係数 ξ_h は、式(3.3)による。

$$\text{梁上端筋が引張側の場合、} \quad M_{guo} = rM_{guo} + M_{gpu} = (T_{gy} + T_{sy}) \cdot r_{jtg} + Z_p \cdot \sigma_{sy} \quad (3.1)$$

$$\text{梁下端筋が引張側の場合、} \quad M_{guo} = rM_{guo} + M_{gpu} = T_{gy} \cdot r_{jtg} + Z_p \cdot \sigma_{sy} \quad (3.2)$$

$$\xi_h = (h/l) \cdot (l_o/jtge) - 1 \quad (3.3)$$

$$jtge = (ratg \cdot r_{jtg} + Afg \cdot s_{dg}) / (ratg + Afg) \quad (3.4)$$

ここに、 rM_{guo} ：梁 RC 部の基準曲げ終局耐力、 M_{gpu} ：梁鉄骨部の全塑性モーメント

T_{gy} ：梁引張側主筋の上限引張力、 r_{jtg} ：梁上下主筋の重心間距離

T_{sy} ：有効幅内に定着されたスラブ筋の上限引張力の総和

Z_p ：梁鉄骨の塑性断面係数、 σ_{sy} ：梁鉄骨の材料強度

h ：階高、 l ：スパン長(柱心間距離)、 $l_o = l - D_c$ ：梁内法スパン長、 D_c ：柱せい

$ratg$ ：梁引張側主筋の断面積、 $jtge$ ：SRC 梁の等価応力中心距離

Afg ：梁鉄骨フランジの断面積、 s_{dg} ：梁鉄骨上下フランジの中心間距離

梁引張側主筋の上限引張力 T_{gy} およびスラブ筋の上限引張力 T_{sy} は、それぞれ上限強度算定用材料強度を用いて算定する。

3.2 接合部せん断終局耐力の算定

SRC・ト形接合部のせん断終局耐力 V_{puh} は、式(3.5)による。

$$V_{puh} = cV_{puh} + sV_{puh} \quad (3.5)$$

$$cV_{puh} = F_j \cdot \{ \phi \cdot \kappa_c \cdot (b_j - B_s) \cdot D_c j_h + \kappa_s \cdot B_s \cdot D_s j_h \} \quad (3.6)$$

$$sV_{puh} = 1.2 t_p \cdot (D_{sh} - t_{cf}) \cdot s \sigma_{wy} / \sqrt{3} \quad (3.7)$$

ここに、 cV_{puh} ：RC 部のせん断終局耐力、 sV_{puh} ：鉄骨部のせん断終局耐力

κ_c ：鉄骨で囲まれない RC 部の接合部形状係数 ($\kappa_c = 0.7$ とする。)

κ_s ：鉄骨で囲まれた RC 部の接合部形状係数 ($\kappa_s = 1.4$ とする。)

$D_c j_h$ ：鉄骨で囲まれない RC 部の有効せい、ト形接合部では、 $D_c j_h = l_{ag}$ とする。

$D_s j_h = (D_c + D_{sh}) / 2$ ：鉄骨で囲まれた RC 部の有効せい、 D_c ：柱せい、 D_{sh} ：柱鉄骨せい

B_s ：柱鉄骨フランジ幅、 t_{cf} ：柱鉄骨フランジの厚さ、 t_p ：接合部鉄骨パネルの厚さ

$s \sigma_{wy}$ ：接合部鉄骨パネルの規格降伏点、その他の記号の定義は本設計指針 6 章による。

3.3 構造規定

- 1) 梁主筋定着長さ l_{ag} は、直交鉄骨ウェブへの梁主筋非貫通型定着の場合、本設計指針・式(8.1)の必要定着長さ l_{ao} 以上 $12d_b$ 以上かつ $D_c/2$ 以上とし、貫通型定着の場合、 $12d_b$ 以上かつ $D_c/2$ 以上とする。
- 2) 梁主筋中心からの側面かぶり厚さ C_s は、本設計指針 8.1 節による。

【解説】

(1) SRC・ト形接合部の終局強度設計用せん断力

SRC・ト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)で算定し、本設計指針・式(5.2)中の梁基準曲げ終局耐力 M_{guo} は、RC部と鉄骨部の曲げ終局耐力を単純累加した式(3.1)または式(3.2)で算定する。式(3.1)では、RC柱梁接合部と同様、梁上端筋が引張側の場合、スラブ有効幅内のスラブ筋の耐力を累加している。

SRC部材に用いる鋼材は解表3.1による。SRC部材の終局耐力の算定に用いる鉄骨の材料強度 σ_{sy} は、建設省告示2464号(平成12年12月26日)による材料強度を考慮し、原則として、規格降伏点の1.1倍とする。

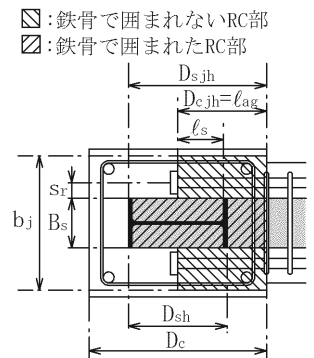
解表 3.1 SRC部材に用いる鋼材

鋼種	JIS規格
SN400, SN490	JIS G 3136 (建築構造用圧延鋼材)
SS400	JIS G 3101 (一般構造用圧延鋼材)
SM400, SM490	JIS G 3106 (溶接構造用圧延鋼材)

(2) SRC・ト形接合部のせん断終局耐力

SRC・ト形接合部のせん断終局耐力は、実験^{※4, ※5, ※7}を基に、RC部のせん断終局耐力 cV_{puh} と鉄骨部のせん断終局耐力 sV_{puh} を累加し、式(3.5)で算定する。式(3.6)によるRC部のせん断終局耐力 cV_{puh} は、解図3.1に示すように、鉄骨で囲まれないRC部の第1項と鉄骨で囲まれたRC部の第2項の和とした。

第1項は、靱性保証型指針^{※3}と同じ接合部形状係数 κ_c を用い、第2項は、直交梁の有無に係わらず、鉄骨で囲まれたRC部の効果を反映できるように、接合部形状係数 κ_s を考慮して定式化されている。また、接合部形状係数 κ_s は、最大耐力実験値との適合性を考慮して1.4としている。式(3.7)による鉄骨部のせん断終局耐力 sV_{puh} は、SRC計算規準と同じである。



解図 3.1 SRC造ト形接合部におけるRC部のモデル化

(3) SRC・ト形接合部における梁主筋定着部

(a) 梁主筋定着長さ

実験^{※4, ※5, ※7}によると、SRC・ト形接合部内の梁主筋は、 $lag \geq D_c/2$ の場合、内蔵鉄骨の効果によって掻き出し定着破壊を起こさず、梁主筋の側面剥離定着耐力は、RC・ト形接合部内の梁主筋に対する益尾・窪田式で精度よく評価できる(本設計指針8.1節の解説(3)参照)。これらより、直交鉄骨ウェブへの梁主筋非貫通型定着の場合、梁主筋定着長さ lag は、本設計指針・式(8.1)の必要定着長さ l_{ao} 以上、 $12db$ 以上かつ $D_c/2$ 以上とすればよい。

同実験では、解図3.1中の定着板内面と鉄骨フランジ内面との距離 l_s を $5.1 \sim 9.1db$ 、梁主筋中心と鉄骨フランジ側面との距離 s_r を $1.6 \sim 1.8db$ とし、 l_s/s_r の最小値を2.8としている。 db は梁主筋直径を示す。これによると、梁主筋定着耐力の確保のために、直交梁が接続しない側の梁主筋の l_s/s_r は、3以上とする必要がある。

しかし、文献^{※8}の実験によると、梁主筋定着耐力は、両側直交梁付きの場合、直交梁なしに比べて明らかに増大し、柱梁接合部では、せん断力が作用すると、片側直交梁付きでも、直交梁が接続する側の鉄骨のねじり抵抗を期待できる。これらの点を考慮し、本編では、 l_s/s_r の値を規定

しないことにした。

ただし、両側ともに、直交梁の効果を見込めず、かつ、 l_s/s_r が 3 未満の場合、梁主筋定着部は、本設計指針・式(解 4. 2)と同様、下式を満足しなければならない。

$$\min(V_{puh}, SRCV_{cu}) > \lambda_p \cdot V_{muh} \quad (\text{解 3. 2})$$

$$SRCV_{cu} = V_{cu} + sV_{puh} \quad (\text{解 3. 3})$$

ここに、 $SRCV_{cu}$ ：梁主筋掻き出し定着耐力時の接合部せん断力

sV_{puh} ：式(3. 7)による鉄骨部のせん断終局耐力

V_{cu} ：RC 部の梁主筋掻き出し定着耐力時の接合部せん断力

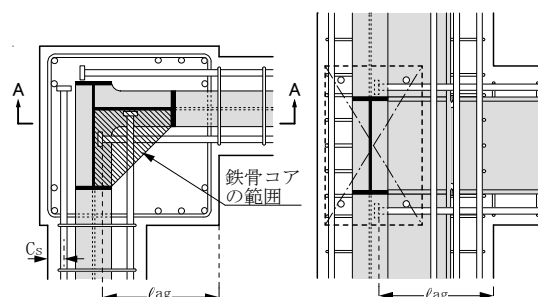
また、図 1. 1 (b), (c) の直交鉄骨ウェブへの梁主筋貫通型定着の場合、梁主筋定着耐力は、その抵抗機構より、非貫通型定着よりも明らかに増大するので、本設計指針・式(8. 1)の必要定着長さ l_{ao} に係わらず、 $l_{ag} \geq 12db$ かつ $l_{ag} \geq D_c/2$ とした。

(b) 梁主筋の必要定着長さ比

SRC・ト形接合部内の梁主筋必要定着長さ比 l_{ao}/db は、RC・ト形接合部と同様、本設計指針・解表 8. 1 によることができる。ただし、同表の l_{ao}/db の値は、 $p_{jwh}=0. 2\%$ として算出されているので、梁主筋貫通型定着の場合に $p_{jwh}=0. 1\%$ とする時には、その点を考慮し、 l_{ao}/db の値を決定する必要がある(2 章 4) 参照)。 p_{jwh} は接合部横補強筋比を示す。

(c) 梁主筋定着長さの推奨事項

隅柱梁接合部では、梁主筋定着耐力および接合部せん断終局耐力確保のために、解図 3. 2 のように、RC・ト形接合部と同様、梁主筋定着長さは、柱せいの(2/3)倍以上、かつ、鉄骨フランジとウェブで囲まれた鉄骨コアの範囲^{*2}に定着金物を配置することを基本とし、出隅側の梁主筋定着長さはできるだけ長くする。同図(a)のように、左右梁主筋の定着長さが異なる場合、ト形接合部のせん断終局耐力算定用の RC 部の有効せい D_{cjh} は、左右梁主筋の直径、本数、定着長さを考慮した積み付き平均値としてもよい。



(a) 水平断面 (b) A-A 断面
解図 3. 2 SRC・ト形接合部の配筋詳細例

(d) 側面かぶり厚さ C_s

梁主筋中心からの側面かぶり厚さ C_s は、実験^{*4, *5, *7}を基に、本設計指針・8. 1 節によるとした。ただし、SRC・ト形接合部では、内蔵鉄骨の存在によって、RC・ト形接合部で懸念される梁主筋の定着金物背面側への押し抜き破壊は発生し難いので、3. 3 節では、梁主筋の背面かぶり厚さを規定していない。

4章 SRC・T形、L形接合部の設計

4.1 終局強度設計用せん断力の算定

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。

本設計指針・式(5.5)中の梁の基準曲げ終局耐力 M_{guo} は式(3.1)または式(3.2)、柱の基準曲げ終局耐力 M_{cuo} は式(4.1)で算定し、 M_{guo}' は式(3.1)または式(3.2)に準じて算定する。また、本設計指針・式(5.3)中の架構形状に関する係数 ξ_h は式(3.3)、 ξ_v は式(4.2)で算定する。

$$M_{cuo} = (T_{cye} + N_c L / 2) \cdot r_{jtc} + Z_p \cdot \sigma_{sy} \quad (4.1)$$

$$\xi_v = (h_o / j_{tce}) - h / \ell \quad (4.2)$$

$$j_{tce} = (r_{atc} \cdot r_{jtc} + A_{fc} \cdot s_{dc}) / (r_{atc} + A_{fc}) \quad (4.3)$$

ここに、 T_{cye} ：柱主筋の等価上限引張力、 r_{jtc} ：柱両側主筋の重心間距離

Z_p ：柱鉄骨の塑性断面係数、 σ_{sy} ：柱鉄骨の材料強度、 $N_c L$ ：長期柱軸力

r_{atc} ：柱引張側主筋の断面積、 j_{tce} ：SRC柱の等価応力中心距離

A_{fc} ：柱鉄骨フランジの断面積、 s_{dc} ：柱鉄骨両側フランジの中心間距離

h ：階高、 ℓ ：スパン長(柱心間距離)、 $h_o = h - D_g$ ：柱の内法高さ、 D_g ：梁せい

ただし、柱主筋の等価上限引張力 T_{cye} は、上限強度算定用材料強度を用いて算定する。

SRC・L形接合部の場合、梁曲げ終局耐力時柱せん断力 cQ_{gu} および柱曲げ終局耐力時柱せん断力 cQ_{cu} は式(4.4)で算定し、式(3.11)中の η_c と η_g は式(4.5)で算定する。

$$cQ_{cu} = 2 \{ (T_{cye} / \eta_c + N_c L / 2) \cdot r_{jtc} + M_{cpu} \} / h_o, \quad cQ_{gu} = 2 \{ (r M_{guo} / \eta_g + M_{gpu}) / \ell_o \} \cdot (\ell / h) \quad (4.4)$$

$$\eta_c = 1 \mp (j_{tce} / h_o) \cdot (h / \ell), \quad \eta_g = 1 \mp (j_{tge} / \ell_o) \cdot (\ell / h) \quad (4.5)$$

ここに、 M_{cpu} ：柱鉄骨の全塑性モーメント、 M_{gpu} ：梁鉄骨の全塑性モーメント

ただし、式(4.5)の右辺の符号 \mp は正加力時に－、負加力時に＋とする。

4.2 接合部せん断終局耐力の算定

水平方向の接合部せん断終局耐力 V_{puh} は式(3.5)、鉛直方向の接合部せん断終局耐力 V_{puv} は式(4.6)による。ただし、式(3.6)中の鉄骨で囲まれないRC部の有効せい D_{cjh} は、T形接合部では $D_{cjh} = D_c$ 、L形接合部では、正加力時 $D_{cjh} = \ell_{dh}$ 、負加力時 $D_{cjh} = \ell_{ag}$ とし、T形、L形接合部ともに、式(4.7)中の D_{cjh} は ℓ_{ac} とする。 ℓ_{dh} は梁上端筋の投影定着長さ、 ℓ_{ag} は梁下端筋の定着長さ、 ℓ_{ac} は柱主筋定着長さを示す。

$$V_{puv} = cV_{puv} + sV_{puv} \quad (4.6)$$

$$cV_{puv} = F_j \cdot \{ \phi \cdot \kappa_c \cdot (b_j - B_s) \cdot D_{cjh} + \kappa_s \cdot B_s \cdot D_{sjv} \} \quad (4.7)$$

$$sV_{puv} = 1.2 t_w \cdot (D_{sv} - t_{gf}) \cdot s \sigma_{wy} / \sqrt{3} \quad (4.8)$$

ここに、 cV_{puv} ：RC部のせん断終局耐力、 sV_{puv} ：鉄骨部のせん断終局耐力

κ_c 、 κ_s ：鉄骨で囲まれないRC部および鉄骨で囲まれたRC部の接合部形状係数

T形接合部では $\kappa_c = 0.7$ 、 $\kappa_s = 1.4$ とし、L形接合部では、正加力時 $\kappa_c = 0.6$ 、 $\kappa_s = 1.2$ 、負加力時 $\kappa_c = 0.4$ 、 $\kappa_s = 0.8$ とする。

D_{cjh} ：鉄骨で囲まれないRC部の鉛直方向の有効せい、 t_{gf} ：梁鉄骨フランジの厚さ

$D_{sjv} = (D_g + D_{sv}) / 2$ ：鉄骨で囲まれたRC部の鉛直方向の有効せい、 D_g ：梁せい、

D_{sv} ：梁鉄骨せい、その他の記号の定義は、本設計指針6章および本編3.2節による。

4.3 構造規定

(1) SRC・T形、L形接合部の柱主筋定着部

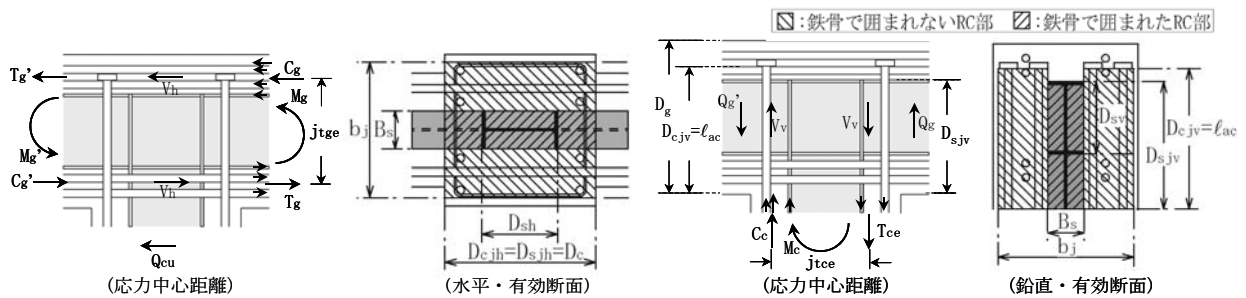
- 1) SRC・T形、L形接合部の柱主筋定着長さ ℓ_{ac} は、本設計指針 8.2 節の必要定着長さ ℓ_{ao} 以上、 $16db$ 以上、かつ、定着金物底面が梁鉄骨フランジ上面を超える長さ以上とする。
- 2) 柱主筋中心からの側面かぶり厚さ C_s は $2.0db$ 以上とする。 db は柱主筋直径を示す。

(2) SRC・L形接合部の梁主筋定着部

- 1) SRC・L形接合部の梁上端筋の定着部は、本設計指針 8.3 節による。
- 2) 梁下端筋の定着長さ ℓ_{ag} は、非貫通型定着の場合、本設計指針・式(8.1)の必要定着長さ ℓ_{ao} 以上 $14db$ 以上かつ $(1/2)D_c$ 以上とし、貫通型定着の場合、 $14db$ 以上かつ $(1/2)D_c$ 以上とする。 db は梁主筋直径を示す。
- 3) 梁主筋中心からの側面かぶり厚さ C_s は、本設計指針 8.3 節による。

(3) 接合部横補強筋および柱頭補強筋(かんざし筋)

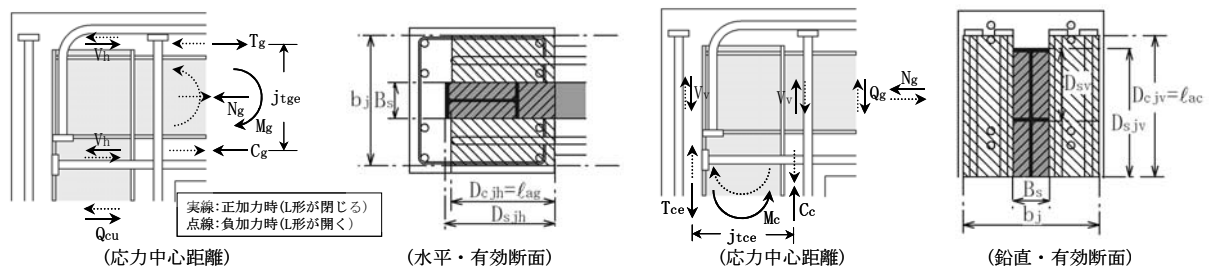
- 1) 柱主筋の定着金物と梁鉄骨フランジ上面の間に、1組以上の接合部横補強筋を配置する。
- 2) 本設計指針・図 7.2 に示すように、地震力方向に係わらず、XY 方向ともに、かんざし筋を配置し、柱頭補強筋比 p_{jwv} は 0.15% 以上とする。 p_{jwv} は本設計指針・式(7.3)による。



(a) 水平方向

(b) 鉛直方向

図 4.1 SRC 造 T 形柱梁接合部における応力中心距離および有効断面



(a) 水平方向

(b) 鉛直方向

図 4.2 SRC 造 L 形柱梁接合部における応力中心距離および有効断面

【解説】

(1) SRC・T形およびL形接合部の終局強度設計用せん断力

SRC・T形、L形接合部^{*6}の終局強度設計用せん断力 V_{muh} および V_{muv} は、RC・T形、L形接合部と同様、本設計指針・式(5.3)で算定する。本設計指針・式(5.5)中の梁基準曲げ終局耐力 M_{guo} は、SRC・ト形接合部と同様、式(3.1)、式(3.2)で算定し、柱基準曲げ終局耐力 M_{cuo} は式(4.1)で算定する。本設計指針・式(5.3)中の架構形状に関する係数 ξ_h は、式(3.4)のSRC梁の等価応力中心距離 j_{tge} を用い、式(3.3)で算定し、 ξ_v は、式(4.3)のSRC柱の等価応力中心距離 j_{tce} を用い、式(4.2)で算定する。

また、L形接合部の場合、RC接合部と同様、式(4.4)および式(4.5)は、本設計指針 5.1.1 項の解説(5)と同様の手順で導出される。

(2) 接合部せん断終局耐力

SRC・T形、L形接合部のせん断終局耐力 V_{puh} および V_{puv} は、実験^{*6}を基に、SRC・ト形接合部と同様、RC部と鉄骨部のせん断終局耐力を累加して算定するとした。また、SRC・L形接合部の場合、本設計指針 6章のRC接合部と同様、RC部の水平方向の有効せいは、正加力時 $D_{cjh} = l_{dh}$ 、負加力時 $D_{cjh} = l_{ag}$ とした。

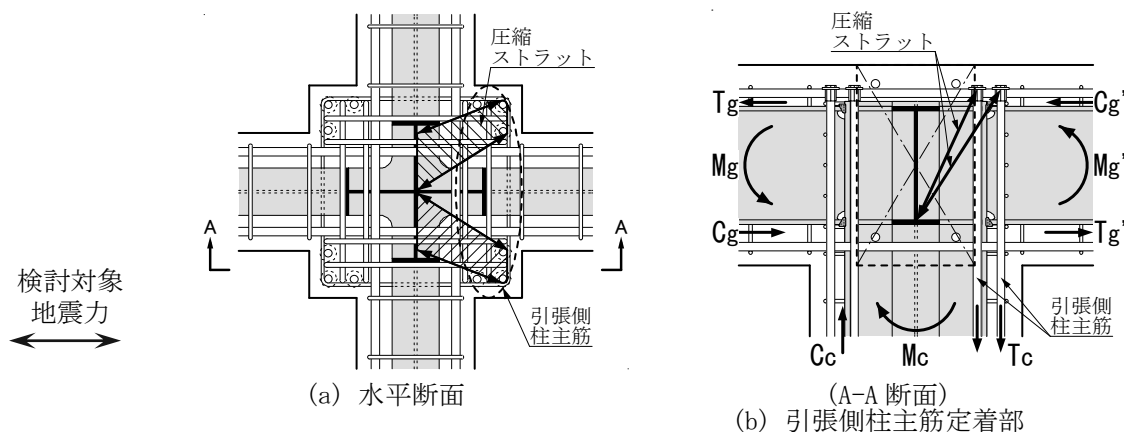
(3) 構造規定

(a) SRC・T形、L形接合部の柱主筋定着部

解図 4.1 に示すように、柱主筋定着部に引張力が作用すると、隣接する梁鉄骨フランジが押し下げられ、その結果、柱RC部の抵抗モーメントがSRC柱梁接合部に伝達されると考えられる。これらより、SRC・T形、L形接合部の柱主筋定着長さ l_{ac} は、定着金物底面が梁鉄骨フランジ上面を超える長さ以上とした。

また、引張側柱主筋の定着部には、隣接する梁鉄骨フランジとウェブの交点から派生する圧縮ストラットによって、外側への押し出し力が作用する。この押し出し力に抵抗するように、柱主筋の定着金物と梁鉄骨フランジ上面の間に、1組以上の接合部横補強筋を配置するとした。

本設計指針 8.2 節と同様、柱主筋中心からの側面かぶり厚さ C_s は $2.0d_b$ 以上とし、SRC・ト形接合部と同様、SRC・T形、L形接合部における柱主筋の背面かぶり厚さは規定していない。



解図 4.1 SRC 造 T 形接合部の配筋詳細例

(b) SRC・L形接合部の梁主筋定着部

SRC・L形接合部の梁上端筋の投影定着長さ l_{dh} は、実験^{*6}の配筋詳細を基に規定し、下端筋定着長さ l_{ag} は、非貫通型定着の場合、SRC・ト形接合部内の梁主筋に準じて規定した。ただし、下端筋定着長さは、SRC・ト形接合部と同様、鉄骨フランジとウェブで囲まれた鉄骨コアの範囲^{*2}に定着金物を配置し、隅柱出隅側では、できるだけ長くする(解図 3.2 参照)。

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 C_s は、本設計指針 8.3 節によるとし、SRC・ト形接合部と同様、梁主筋の背面かぶり厚さを規定していない。

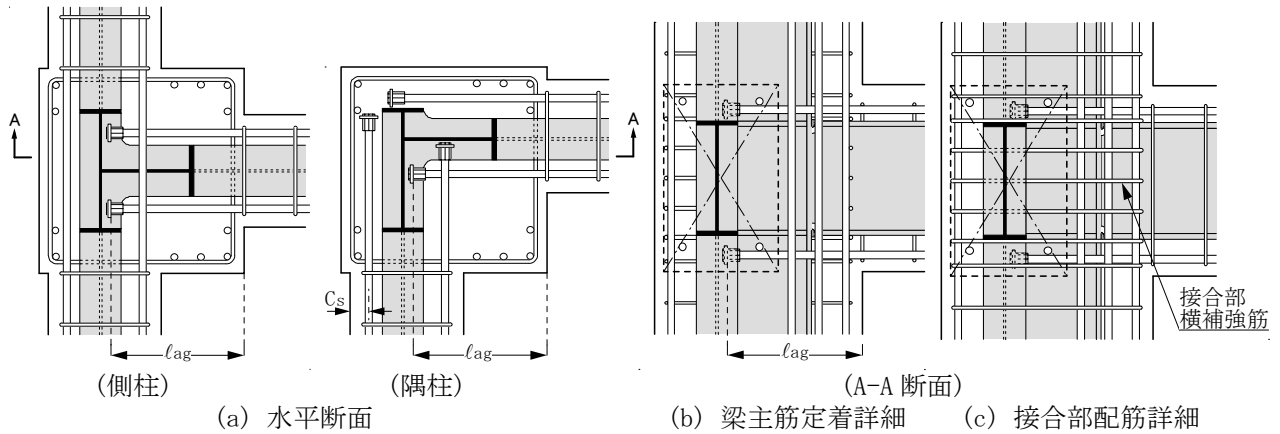
(c) SRC・T形、L形接合部のかんざし筋

かんざし筋の柱頭補強筋比 p_{jwv} は、【柱 RC 梁 S 接合部・柱 SRC 梁 S 接合部編】 3.3 節と同様に規定した。

5章 SRC 柱梁接合部の標準配筋詳細

【ト形接合部】

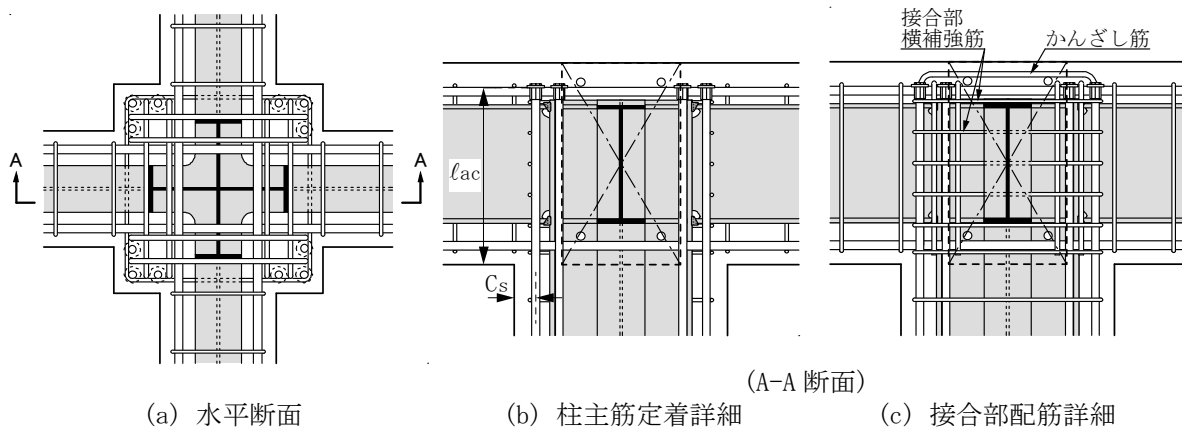
- 直交鉄骨ウェブへの梁主筋非貫通型定着の場合、 $p_{jwh} \geq 0.2\%$ 、 $l_{ag} \geq l_{ao}, 12db, (1/2)D_c$
 ただし、出隅柱梁接合部では、 $l_{ag} \geq (2/3)D_c$ かつ鉄骨フランジとウェブで囲まれた鉄骨コアの範囲に定着金物を配置することを基本とし、出隅側では、梁上下主筋定着長さはできるだけ長くする。
- 直交鉄骨ウェブへの梁主筋貫通型定着の場合、 $p_{jwh} \geq 0.1\%$ 、 $l_{ag} \geq 12db, (1/2)D_c$
 p_{jwh} ：接合部横補強筋比、 l_{ag} ：梁主筋定着長さ、 l_{ao} ：必要定着長さ、 D_c ：柱せい、 db ：梁主筋直径
- 梁主筋中心からの側面かぶり厚さ C_s は、 $3db$ 以上とする。



詳細図 1 SRC・ト形接合部

【T形接合部】

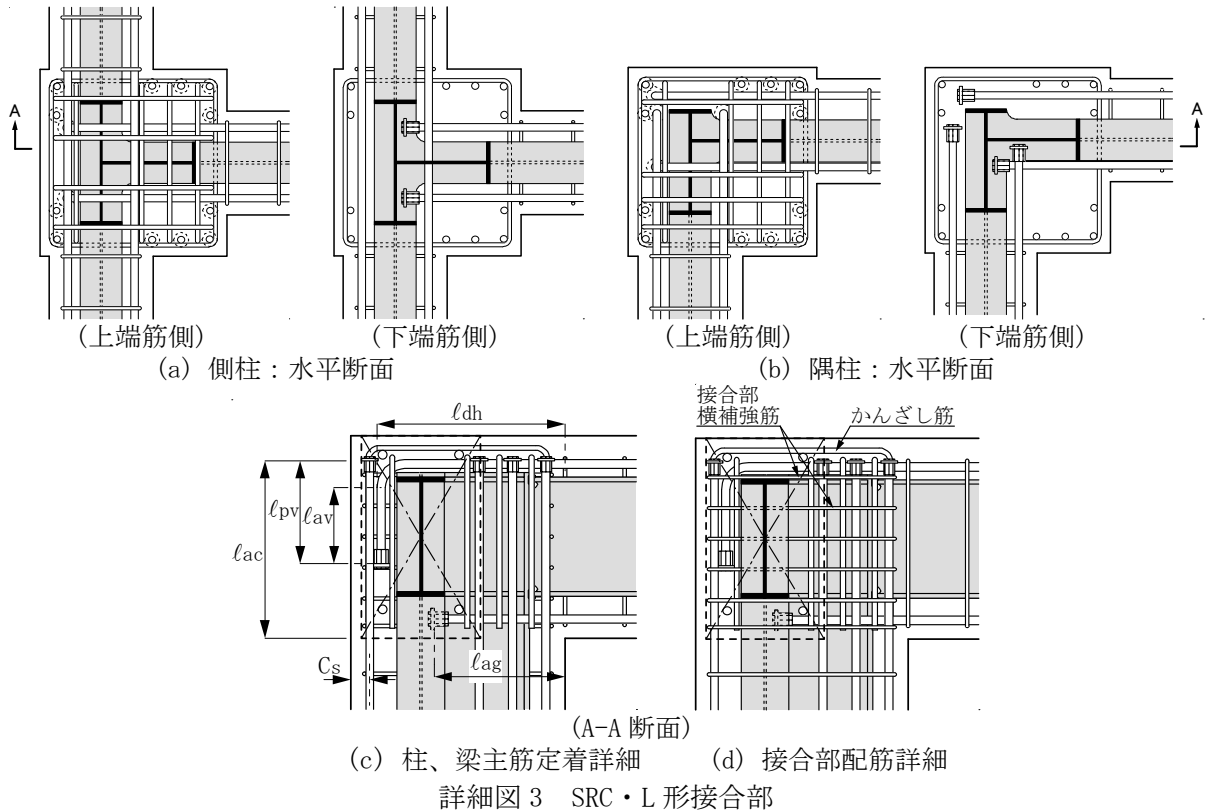
- 直交鉄骨ウェブへの梁主筋非貫通型定着の場合、 $p_{jwh} \geq 0.2\%$
- 直交鉄骨ウェブへの梁主筋貫通型定着の場合、 $p_{jwh} \geq 0.1\%$
 ただし、柱主筋の定着金物と梁鉄骨フランジ上面の間に、1組以上の接合部横補強筋を配置する。
- 柱主筋の定着長さ $l_{ac} \geq l_{ao}, 16db$ かつ定着金物底面が梁鉄骨フランジ上面を超える長さ以上とする。
- 柱主筋中心からの側面かぶり厚さ $C_s \geq 2db$
 l_{ao} ：必要定着長さ、 db ：柱主筋直径
- XY 方向ともに、柱頭補強筋比 $p_{jvw} \geq 0.15\%$ のかんざし筋を配置する。



詳細図 2 SRC・T形接合部

【L形接合部】

- ・ 梁上端筋の投影定着長さ $l_{dh} \geq l_{ao}$ 、 $16db$ 、かつ、 $(3/4)D_c$ 以上
折曲げ後の余長は、本設計指針 8.3 節による。
- ・ 梁下端筋の定着長さ $l_{ag} \geq l_{ao}$ 、 $14db$ 、かつ、 $(1/2)D_c$ 以上
ただし、出隅柱梁接合部では、 $l_{ag} \geq (2/3)D_c$ かつ鉄骨フランジとウェブで囲まれた鉄骨コアの範囲に定着金物を配置することを基本とし、出隅側の梁上下主筋定着長さはできるだけ長くする。
 l_{ao} : 必要定着長さ、 db : 梁主筋直径、 D_c : 柱せい
- ・ 接合部横補強筋比、柱主筋定着長さ、側面かぶり厚さ、かんざし筋の規定は、T形接合部と同じ。



【SRC 柱梁接合部関連の参考文献】

- ※1 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
- ※2 日本建築学会：鉄骨鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説、2010
- ※3 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建築物の靱性保証型耐震設計指針・同解説、1999
- ※4 向出静司、益尾潔：機械式定着工法による SRC 造ト形接合部の終局耐力に関する実験的研究、日本建築学会構造系論文集、第 600 号、pp. 195-2001, 2006. 2
- ※5 足立将人、田川浩之、益尾潔：機械式定着工法による SRC 造ト形柱梁接合部の構造性能に関する実験的研究、JCI 年次論文報告集、Vol. 30, No. 3, pp. 1381-1386, 2008. 7
- ※6 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
- ※7 足立将人、益尾潔：機械式定着工法による SRC 造ト形柱梁接合部の構造性能に関する実験的研究、日本建築学会大会梗概集、構造Ⅲ、pp. 1139-1140, 2009. 8
- ※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、日本建築学会構造系論文集、第 627 号、pp. 819-826, 2008. 5
- ※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

(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) 本設計指針で用いた RC 関連の記号一覧…………… 設計 5-10
- (付録 6) 設計指針(普通強度材料)概要…………… 設計 5-12
- (付録 7) 設計指針修正一覧…………… 設計 5-13

(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 V_{cu} は、式(1)による。

$$V_{cu} = \zeta h \cdot T_{cu} \quad (1)$$

$$\zeta h = 1 - (l/h) \cdot (j_{tg}/l_o) \quad (2)$$

$$T_{cu} = \beta_c \cdot k_n \cdot (T_c + T_w) \quad (3)$$

$$T_c = 2l_{ag} \cdot b_e \cdot 0.313 \sqrt{F_c} \cdot \sqrt{(l_{ag}^2 + j_{tg}^2)} / j_{tg} \quad (4)$$

$$b_e = b_s + C_{e1} + C_{e2} \quad (5)$$

$$T_w = 0.7 A_w \cdot \sigma_{wy} \quad (6)$$

$$k_n = 1 + \sqrt{\sigma_o / F_c} \leq \min(1 + 0.016 F_c, 1.45) \quad (7)$$

$$\sigma_o = N_c / (B_c \cdot D_c) \quad (8)$$

ここに、 T_{cu} ：梁主筋掻き出し定着耐力

β_c ：低減係数 ($\beta_c = 0.7$ とする。)

l_{ag} ：梁主筋定着長さ

F_c ：コンクリートの設計基準強度 (単位： N/mm^2)

j_{tg} ：梁上下主筋の重心間距離、 b_e ：柱有効幅

C_{e1} 、 C_{e2} ：最外縁の定着筋中心からの柱側面かぶり厚さ ($\leq 0.8 l_{ag}$)

b_s ：最外縁に配置された定着筋の中心間距離

A_w ：梁定着筋列より柱上下方向にそれぞれ l_{ag} の範囲および柱有効幅 b_e の範囲内に配置された横補強筋の全断面積

σ_{wy} ：接合部および柱の横補強筋の降伏強度、 k_n ：柱軸圧縮応力度 σ_o の効果を表す係数

N_c ：地震時柱軸力、 B_c 、 D_c ：柱断面の幅およびせい、ただし、 $N_c \leq 0$ の時は、 $N_c = 0$ とする。

接合部および柱の横補強筋の降伏強度 σ_{wy} は、式(9)による。

$$\sigma_{wy} = \min(\sigma_{wyo}, 55\sqrt{F_c}) \quad (9)$$

ただし、高強度 RC 柱梁接合部編以外の場合、 $F_c \geq 60 N/mm^2$ の時は、 $F_c = 60 N/mm^2$ とする。

ここに、 σ_{wyo} ：接合部および柱の横補強筋の規格降伏点

ただし、 $785 N/mm^2$ 級を超える横補強筋の場合、 σ_{wyo} は $785 N/mm^2$ とする。

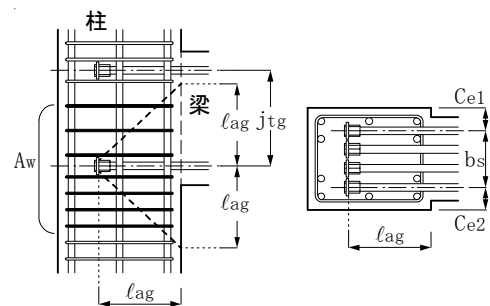


図 1 掻き出し破壊定着耐力に関する記号の定義

【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 V_{cu} は、式(1)に示すように、掻き出し定着耐力 T_{cu} に換算係数 ζh を乗じて求められ、掻き出し定着耐力 T_{cu} は、城らの提案式を幾分簡略化した AIJ 靱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 β_c 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、 $F_c \geq 60\text{N/mm}^2$ の時は、 $F_c=60\text{N/mm}^2$ 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 590N/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、 $gQ_{max}/gQ_{mu} - gQ_{ju}/gQ_{mu}$ 関係を図 1 に示す。 gQ_{ju} は接合部終局耐力時、 gQ_{cu} は掻き出し定着耐力時、 gQ_{mu} は梁曲げ終局耐力時の梁せん断力であり、 gQ_{max} は最大耐力実験値、 $R80$ は限界層間変形角実験値である。 gQ_{ju} 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)。

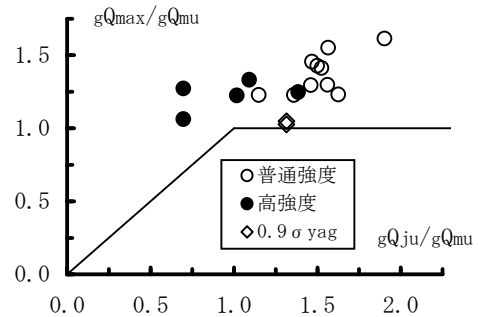


図 1 引張柱軸力下の
 $gQ_{max}/gQ_{mu} - gQ_{ju}/gQ_{mu}$ 関係

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 $0.7D_c \sim 0.8D_c$ かつ $12db \sim 20db$ であり、引張柱軸力比 $|N|/ag \cdot \sigma_y$ は $0.14 \sim 0.90$ である。 D_c は柱せい、 db は梁主筋直径であり、 σ_y 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 $|N|/ag \cdot \sigma_y$ 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 $gQ_{ju}/gQ_{mu} \geq 1$ の試験体は、引張柱軸力比 $|N|/ag \cdot \sigma_y$ 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 $gQ_{max}/gQ_{mu} \geq 1$ の耐力を有し、かつ、 $R80 \geq 1/25$ 以上の変形性能を有する。

柱主筋を USD685 とした $gQ_{ju}/gQ_{mu} \geq 1$ の試験体は、引張柱軸力比 $|N|/ag \cdot \sigma_y$ が 0.7 程度で、掻き出し定着耐力余裕度 gQ_{cu}/gQ_{mu} 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、 $gQ_{max}/gQ_{mu} \geq 1$ の耐力を有し、かつ、 $R80 \geq 3/100$ 以上の変形性能を有する。 $gQ_{ju}/gQ_{mu} < 1$ 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 $gQ_{max}/gQ_{ju} \geq 1$ 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 $0.75 ag \cdot \sigma_y$ を超えないことを基本とし、梁主筋定着長さ l_{ag} が D_c 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/mm ²	梁主筋						柱主筋			柱梁接合部 横補強筋		柱軸力比 η_c ※	接合部耐力 余裕度		実験結果				備考	
			配筋	引張鉄筋比 p_t (%)	降伏強度 N/mm ²	定着長		側面かぶり Co /db	配筋	全主筋比 pg (%)	降伏強度 N/mm ²	pjw (%)	降伏強度 N/mm ²		gQju /gQmu	gQcu /gQmu	破壊モード	gQmax /gQju	gQmax /gQmu	R80 /100 rad.		
						ℓ_{ag} /db	ℓ_{ag} /Dc															
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 -0.41	1.90	3.10	B	0.97	1.85	8.7	変動軸力	
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 -0.31	1.36	2.89	B	1.10	1.49	4.8		
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 -0.24	1.15	1.95	BP	1.16	1.34	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 -0.24	1.46	2.39	BP	0.95	1.39	7.8		
	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 -0.24	1.81	2.72	B	0.75	1.35	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 -0.68	1.82	3.44	B	0.74	1.35	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 -0.75	1.28	2.71	B BA	1.04 1.04	1.33 1.33	7.0 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 -0.79	1.47	4.92	B	1.04	1.53	10.0		
	OPUD	65.0												0.70 -0.79	1.50	4.94	B	1.04	1.55	10.0		
	OPSD	66.6												0.69 -0.79	1.52	4.96	B	0.98	1.49	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 0.63 -0.74	0.70	1.35	P	1.53	1.06	10.0		一定引張軸力
	TV-1													176	6-D19	3.15	539	0.63 -0.74 0.63 -0.74	1.02	1.96		
	TV-2	0.63 -0.74	1.38	2.51	BP	0.90	1.25	4.0														
	TV-3																					
	7)	EJN	71	6-D22	1.10	546	16.6	0.77	4.8	12-D22	2.06	546 742	0.30	1009	0.65 -0.90 0.65 -0.90	1.32	2.92	BP BP BP BP	0.80 0.80 0.78 0.78	1.05 1.05 1.03 1.03		
EJH																						
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： $\eta_c=N/\sigma_{bc}bD$ 、引張軸力の場合： $\eta_c=N/\sigma_y a_g$ 、N：載荷柱軸力
 σ_{bc} ：コンクリートの圧縮強度、b,D：柱の幅およびせい、 σ_y 、 a_g ：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 V_{puh} は、下記の接合部有効せい D_{jh} を用い、本設計指針式 (6.1) で算定する。

(外壁柱の場合) $D_{jh} = l_{ag}$

(中壁柱の場合) 上端筋・下端筋とも機械式定着の場合: $D_{jh} = l_{ag} \times 2$

上端筋が通し配筋、下端筋が機械式定着の場合: $D_{jh} = \text{壁柱せい}/2 + l_{ag}$

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 D_{jh} を用いる。

(外壁柱の場合) $D_{jh} = l_{ag} - \phi_o$

(中壁柱の場合) 上端筋・下端筋とも機械式定着の場合: $D_{jh} = l_{ag} \times 2 - \sum \phi_o$

上端筋が通し配筋、下端筋が機械式定着の場合: $D_{jh} = \text{壁柱せい}/2 + l_{ag} - \sum \phi_o$

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 $1/3 \sim 1/2$ 倍とする。 (水平方向) 壁柱面と開口外周面との距離は、400mm 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 150mm 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。	

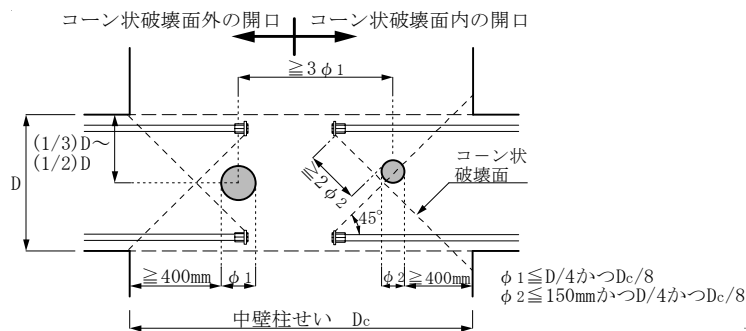


図 1 中壁柱・梁接合部内の設備用小開口部に関する構造規定

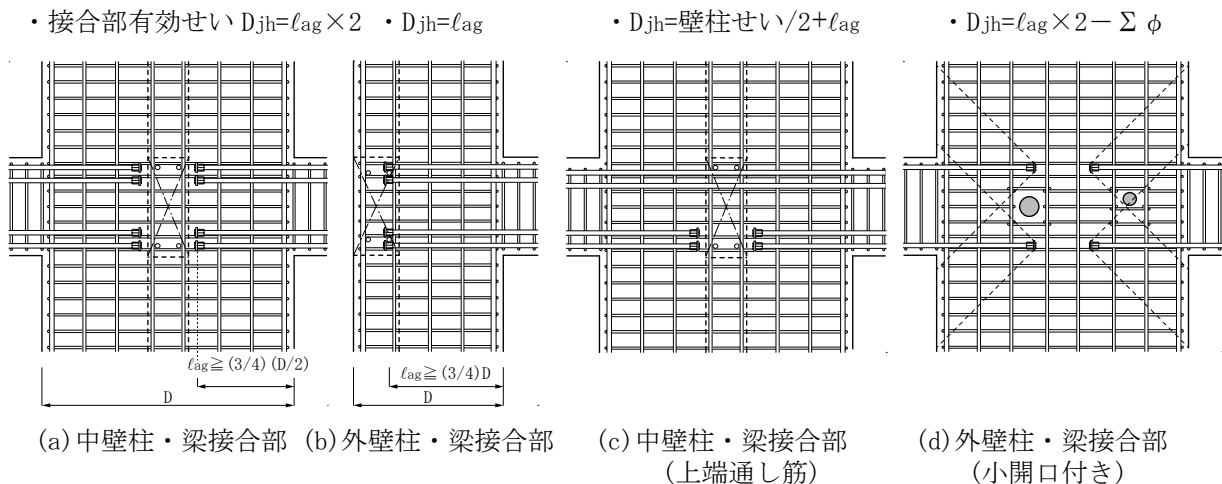
【解説】

(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 D_{jh} 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



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

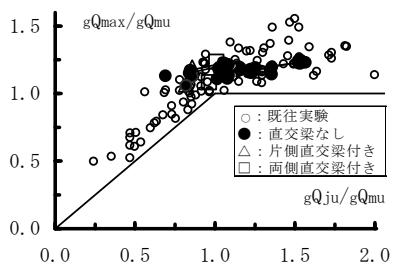
2.1 終局耐力

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、それぞれ靱性保証型指針式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⁾、折曲げ定着では靱性保証型指針式で求める。

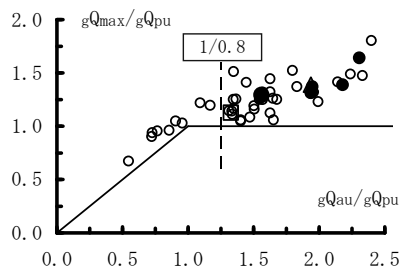
$$\left. \begin{aligned} l_{ag} \geq (2/3)D_c \text{ の時、} & \quad gQ_{ju} = \min(gQ_{pu}, gQ_{au}) \\ l_{ag} < (2/3)D_c \text{ の時、} & \quad gQ_{ju} = \min(gQ_{pu}, gQ_{au}, gQ_{cu}) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

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。

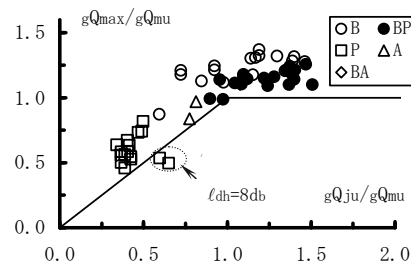


(a) $gQ_{max}/gQ_{mu} - gQ_{ju}/gQ_{mu}$ 関係

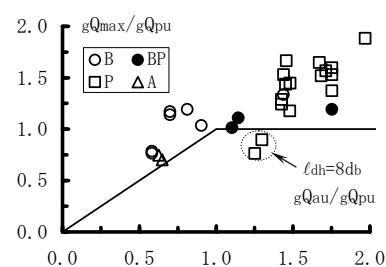


(b) $gQ_{max}/gQ_{pu} - gQ_{au}/gQ_{pu}$ 関係

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、 gQ_{max} は、梁曲げ破壊型試験体($gQ_{ju}/gQ_{mu} \geq 1$)では、すべて gQ_{mu} を上回り、接合部破壊型試験体($gQ_{ju}/gQ_{mu} < 1$)では、折曲げ定着の $ldh=8db$ の2体を除き、すべて gQ_{pu} 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 gQ_{ju} 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 $R80 - gQ_{ju}/gQ_{mu}$ 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、 $gQ_{ju}/gQ_{mu} \geq 1$ 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、 $gQ_{ju}/gQ_{mu} \geq 1$ 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。

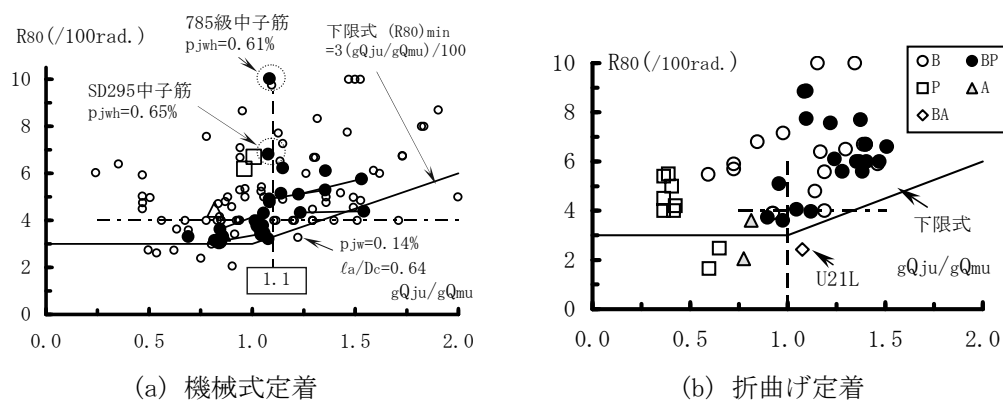


図3 $R80 - gQ_{ju}/gQ_{mu}$ 関係

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。

$$lab = \alpha \cdot S \cdot \sigma_t \cdot db / (10f_b) \quad (2)$$

f_b : 付着割裂の基準となる短期強度で、 $F_c/40 + 0.9$ (N/mm^2) とする。

F_c : コンクリートの圧縮強度

σ_t : 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、 $\alpha=1$ 、 $S=0.7$ 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 ($g_{Qpu}/g_{Qmu}=1.05$) を除き、 $l_{ag}/l_{ab} \geq 1$ の場合、 $R_{80} \geq 1/25$ となり、折曲げ定着では、 $l_{dh}/l_{ab} \geq 1$ の場合、いずれの試験体も $R_{80} \geq 1/25$ となる。また、 l_{dh}/l_{ab} と l_{ag}/l_{ab} が同じ時には、機械式定着の R_{80} は、折曲げ定着の R_{80} 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 p_{jw} を規定した。

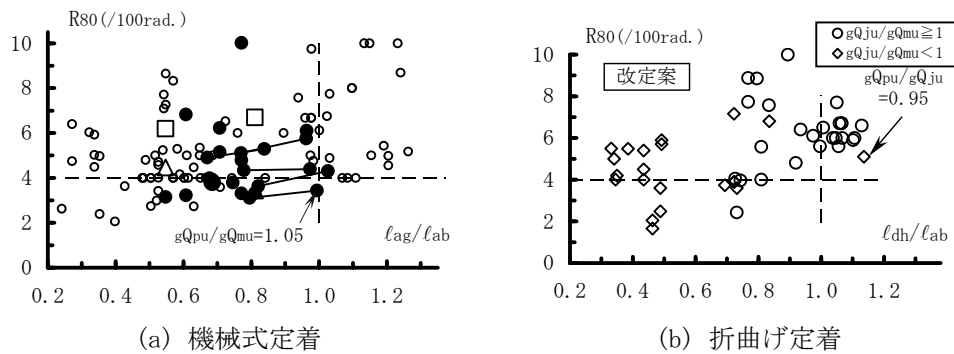


図 4 R80— l_{ag}/l_{ab} (l_{dh}/l_{ab}) 関係

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靱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) 本設計指針で用いた RC 関連の記号一覧

(コンクリート)

F_c : 設計基準強度

(架構に関する記号)

h : 階高

$h_o (=h-D_g)$: 柱内法高さ

l : スパン長

$l_o (=l-D_c)$: 内法スパン長

(梁断面に関する記号)

B_g : 梁幅

D_g : 梁せい

d_g : 梁有効せい

jt_{go} : 梁上下最外縁主筋間距離

jt_g : 梁上下主筋の重心間距離

(柱断面に関する記号)

B_c : 柱幅

D_c : 柱せい

jt_{co} : 柱両側最外縁主筋の中心間距離

(主筋に関する記号)

d_b : 鉄筋直径

Σa_t : 引張鉄筋断面積

a_g : (柱) 全主筋断面積

$\Sigma a_n (=a_g - 2 \Sigma a_t)$: (柱) 中段筋断面積

$p_t (= \Sigma a_t / (B_g \cdot d_g))$: (梁) 引張鉄筋比

$p_g (=a_g / (B_c \cdot D_c))$: (柱) 全主筋比

σ_{yo} : 規格降伏点

σ_y : 上限強度算定用材料強度

(主筋定着に関する記号)

l_{ag} : 梁主筋定着長さ

l_{ac} : 柱主筋定着長さ

l_{ao} : 梁、柱主筋の必要定着長さ

l_{dh} : 梁上端筋の投影定着長さ

l_{av} : 梁上端筋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の重ね長さ

C_s : 定着筋中心からの側面かぶり厚さ

C_b : 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)

τ : 梁主筋の側面剥離定着耐力

σ_{auo} : 基本支圧強度

β_{ao} : 側面剥離定着耐力に対する低減係数

k_5 : 接合部横補強筋比(p_{jwh})による補正係数

k_6 : 定着筋直径(d_b)による補正係数

$\alpha_p (=A_p / a_t)$: 支圧面積比

A_p : 定着金物の支圧面積

a_t : 定着筋の断面積

(接合部横補強筋に関する記号)

$p_{jwh} (=n_h \cdot a_{wh} / (B_c \cdot jt_{go}))$: 接合部横補強筋比

n_h : jt_{go} 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

(かんざし筋に関する記号)

$p_{jwv} (=n_v \cdot a_{wv} / (B_c \cdot D_c))$: 柱頭補強筋比

n_v : B_c 区間または D_c 区間内のかんざし筋の組数

a_{wv} : 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)

T_{gy} : 梁引張鉄筋の上限引張力 T_{cy} : 柱引張鉄筋の上限引張力
 T_{cny} : 柱中段主筋の上限引張力 T_{cye} : 柱主筋の等価上限引張力
 N_{cL} : 長期柱軸力
 M_{guo} : 梁基準曲げ終局耐力 M_{cuo} : 柱基準曲げ終局耐力
 cQ_{gu} : 梁曲げ終局耐力時柱せん断力 cQ_{cu} : 柱曲げ終局耐力時柱せん断力
 Q_{cu} (= $\min(cQ_{cu}, cQ_{gu})$) : 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、 $Q_{cu}=cQ_{gu}$ とする。
 Q_{pu} : 接合部せん断終局耐力時柱せん断力
 V_{muh} , V_{muv} : 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)

V_{puh} , V_{puv} : 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
 λ_p : 接合部耐力余裕度 κ_u : 柱梁接合部の形状係数
 ϕ : 直交梁の有無による補正係数 b_j : 柱梁接合部の有効幅
 D_{jh} , D_{jv} : 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)

p_{jwho} : 接合部必要横補強筋比
 R_{uD} : 設計限界層間変形角 R_{80min} : 保証限界層間変形角
 ϕ_s : 安全率
 R_{80a} : 接合部耐力余裕度 λ_p で決まる限界層間変形角
 α_w : 接合部横補強筋量 $p_{jwh} \cdot \sigma_{wy}/F_c$ による補正係数
 α_{wo} , β_w : α_w 算定用の補正係数

(付録6) 設計指針概要

項目	内容		
鉄筋	(鋼種) SD295A, B~SD490、(呼び名) D16~D41		
コンクリート	(普通コンクリート) 設計基準強度 F_c : $21\text{N/mm}^2 \sim 60\text{N/mm}^2$		
定着金物	強度: 定着筋の規格引張強度以上、 支圧面積比: 4.5~5.3		
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 R_{uD} 4.1節	(設計区分Ⅰの R_{uD}) 設計区分Ⅱの値の2/3倍以上 (設計区分Ⅱの R_{uD}) 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	$V_{puh} > \lambda_p \cdot V_{muh}$ 、 $\lambda_p \geq 1$ とする。 λ_p : 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 $0.75ag \cdot \sigma_{yo}$ を超えないことを基本とし、 l_{ag} は $(3/4)D_c$ かつ15db以上とする。 接合部横補強筋比 p_{jwh} : (ト形接合部) 0.2%以上 (十字形接合部) 両側直交梁付きの場合0.2%以上、それ以外の場合0.3%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	$V_{puh} > \lambda_p \cdot V_{muh}$ かつ $V_{puv} > \lambda_p \cdot V_{muv}$ 、 $\lambda_p \geq 1$ とする。 接合部横補強筋比 p_{jwh} : 両側直交梁付きの場合0.2%以上、それ以外の場合0.3%以上 柱頭補強筋比 p_{jwv} : (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 p_{jwh} 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
	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 l_{ac} : 必要定着長さ l_{ao} 以上、16db以上かつ $(3/4)D_g$ 以上を基本とする。 ただし、特別に検討した接合部配筋詳細の場合、 $l_{ac} \geq 12db$ としてもよい。
			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 l_{dh} : 必要定着長さ l_{ao} 以上、16db以上かつ $(3/4)D_c$ 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 l_{ag} : 必要定着長さ l_{ao} 以上、14db以上かつ $(2/3)D_c$ 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 l_{ao} は、材料強度 σ_{sy} を、SD390以下の場合 $1.1 \times \sigma_{yo}$ 、SD490の場合 $1.0 \times \sigma_{yo}$ 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、技術基準解説書に従って設計してもよい。 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、折曲げ定着を機械式定着に置き換えてもよい。 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	l_{ag} : 梁主筋定着長さ、 l_{ac} : 柱主筋定着長さ、 l_{ao} : 式(8.1)による必要定着長さ D_c : 柱せい、 ag 、 σ_{yo} : 柱主筋の全断面積および規格降伏点、 db : 梁、柱主筋の直径		

(付録7) 設計指針修正一覧

		No.	修正頁	修正箇所	修正内容	関連箇所
総則編	A	①	設計1-1	1.1節 解説(2)	「設計指針(2015年)」の追記	—
	A	②	設計1-2	1.1節 解説(4)	「2015年版技術基準解説書」の引用	—
基本設計編	A	①	設計2-2	3章 解説	「解図3.1中のルート2-3」を削除	—
		②	設計2-31	7.2節 本文(1)	かんざし筋量について「原則として」を追記	7.2節 解説(3)
		③	設計2-32	7.2節 解説(3)	扁平断面柱におけるかんざし筋量の定義の修正	13.2節の解説(1)(a)
		④	設計2-39	8.2節 本文	柱主筋背面かぶり厚さについて「原則として」を追記	13.2節の解説(1)(a)
		⑤	設計2-45	9.1節 解説	「設計ルート2-3の場合」を削除	—
		⑥	設計2-51	10章 解説(3)(a)	解表10.1, 解表10.2梁、柱主筋の必要定着長さ比 l_{ao} の追加	8.1節の解説(4) 8.2節の解説(3)
		⑦	設計2-52	10章 解説(3)(b)	文章一部削除および文章修正	10章(1) 本文
	B	①	設計2-1	3章 本文	文章表現の修正	—
		②	設計2-1	3章 解説(1), (3)	不要文章の削除	—
		③	設計2-3	4.1節(1) 本文	文章表現の修正	—
		④	設計2-3	4.1節(2) 本文	式(4.1)の表現変更	—
		⑤	設計2-3	4.1節 解説(1)	「設計区分ⅠとⅡの使い分け」の追記	—
		⑥	設計2-5	4.1節 解説(3)	「保証限界層間変形角 R_{80min} 」の解説文章の修正	4.2節の本文
応用設計編	A	⑦	設計2-5	4.1節 解説(4)	「接合部必要横補強筋比 p_{jwh} 」の解説文章の修正	7.1節の本文
		⑧	設計2-10	4.3節(1) 本文	「引張軸力Nを受ける場合」の文章修正	8.1節の本文
		⑨	設計2-26	7.1節 本文(1), (2)	文章表現の修正	—
		⑩	設計2-34	8.1節(1)2) 本文	「引張軸力Nを受ける場合」の文章修正	4.3節(1) 本文
		⑪	設計2-36	8.1節 解説(4)	「必要定着長さ比の算定結果」の解説文章の修正	—
		⑫	設計2-49	10章 本文(1), (2)	文章表現の修正	—
		⑬	設計2-51	10章 解説(1)	柱梁耐力比について追記	—
	B	①	設計3-1	11.1節(1)(c) 本文	「左右梁重なり長さ」について「原則として」を追記	—
		②	設計3-6	11.1節 解説(7)(d)	「左右梁重なり長さ」が規定値より小さい場合を追記	—
		③	設計3-7	11.2節 解説(2)	「梁幅の重なり」について「原則として」を追記	—
		④	設計3-13	13.2節(2) 本文、解説	「式(7.1)の必要横補強筋比 p_{jwh} 」を追記	7.1節の解説(5)
		⑤	設計3-14	13.2節 解説(1)(a)	「柱主筋背面かぶり厚さ」の緩和文章の追記	8.2節の本文
		⑥	設計3-41	15.2節 解説	「先端部に集中荷重を受ける片持梁」の解説文章の修正	15.1.1項(1)の本文
⑦		設計3-44	15.4節 解説	「壁筋定着長さ」の緩和文章の追記	—	
①		設計3-1	11.1節(1)(c) 本文	「鉛直段差梁付き柱梁接合部」有効せいの文章修正	—	
②		設計3-4	11.1節 解説(4)	「準貫通定着」の解説文章の修正	—	
③		設計3-6	11.1節 解説(8)	「段差梁付き十字形接合部」横補強筋の解説文章の移動	4.1節の解説(3)	
④	設計3-10	12.1節 解説(2)	「逆梁が接続する場合」の解説文章の追記	—		
⑤	設計3-17	13.2節 解説(4)	「ピロティ柱梁接合部」の文章修正	—		
⑥	設計3-19	13.3節 本文、解説	「円形断面柱梁接合部」の文章修正	—		
⑦	設計3-23	14.2節(3) 本文	「偏芯基礎」の文章修正	—		
⑧	設計3-26	14.2節 解説(2)	解表14.1(b)の追加	8.1節の解説(4)		
⑨	設計3-34	15.1.1項(1)(a) 本文	「小梁主筋定着長さ」の文章修正	—		
⑩	設計3-42, 43	15.3節 本文と解説	「梁・梁接合部」の文章修正	—		
SRC編	B	①	設計6-5	2章 解説(9)	「柱、梁主筋を機械式定着とした十字形接合部」の文章追記	4.1節(1)の本文
付録	A	①	設計8-1	(付録1) 本文	「高強度コンクリート」適用条件の追記	4.3節の解説(1)
	B	①	設計8-2	(付録1) 解説(4)	「横補強筋降伏強度の扱い」の追記	—
		②	設計8-13	(付録7) 追加	設計指針修正一覧	—

(注) 1) A: 設計内容に係わる修正、B: 設計内容に係わらない修正
 2) 本表では、文章の言い回しや誤記の修正箇所は示していない。

【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
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 基礎梁主筋定着部
 - 5.3 場所打ち杭基礎
 - 5.4 既製杭基礎
 - 5.5 直接基礎
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、機械式定着工法による下記の鉄筋コンクリート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する。

- 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

本仕様書を適用できる定着金物は、SABTEC評価を取得したものとし、同評価の適用範囲内のものに限定する。

コンクリートおよび鉄筋は、表1による。

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)普通コンクリート (設計基準強度)21N/mm ² 以上60N/mm ² 以下	
	鉄筋	JIS G 3112 SD295A, 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

最小かぶり厚さ、設計かぶり厚さは、JASS 5の値とする(表2)。

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

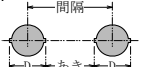
[注] (1) 計画供用期間の級が超長期で計画供用期間中に維持保全を行う部材では、維持保全の周期に応じて定める。

(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

鉄筋のあきおよび間隔は、JASS 5の規定による(表3)。

表3 JASS 5の異形鉄筋のあきと間隔の最小値

定義	あき	間隔
	<ul style="list-style-type: none"> ・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 	<ul style="list-style-type: none"> ・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

鉄筋の最外径は、通常、RC配筋指針の値を用いる(表4)。

表4 RC配筋指針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	14	18	21	25	28	33	36	40	43	46	58

標準配筋詳細仕様書(2)

2.4 鉄筋の加工形状

鉄筋の折曲げ形状・寸法は、JASS 5の規定による(表5)。

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°	SD295A, B SD345	D16以下	3d以上
			D19~D41	4d以上
	90°	SD390	D41以下	5d以上
			SD490	D25以下 D29~D41

- d: 異形鉄筋の呼び名の数値(直径)
- 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。
- 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。
- 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。
- 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

- 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L_{2h}以上とする。
- 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によることができる。図中の投影定着長さL_aは、表6(c)による。
- 最上階・梁上端筋は、投影定着長さをL_a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。

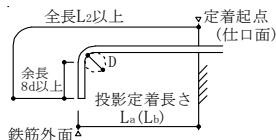
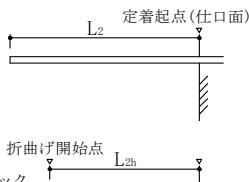


図1 仕口内に90°折曲げ定着する鉄筋の投影定着長さL_a(L_b)

表6 JASS 5の異形鉄筋の定着長さ

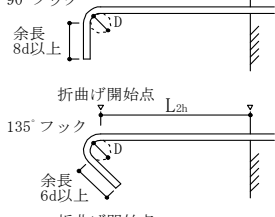
(a) 直線定着の長さL₂

Fc (N/mm ²)	SD295A SD295B	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



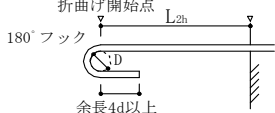
(b) フック付き定着の長さL_{2h}

Fc (N/mm ²)	SD295A SD295B	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L_a

Fc (N/mm ²)	SD295A SD295B	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)
L_aは、原則として、柱せいの3/4倍以上とする。

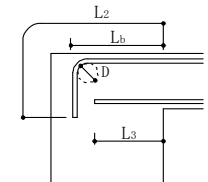
(2) 小梁主筋およびスラブ筋の定着長さ

- 小梁、スラブの上端筋の定着長さは、図1による。図中、投影定着長さL_bは、表7(a)による。
- 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L_{3h}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

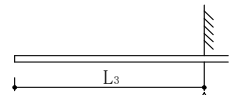
(a) 小梁、スラブ上端筋の梁内折曲げ定着による投影定着長さL_b(片持ちの小梁・スラブを除く)

Fc (N/mm ²)	SD295A SD295B	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	—



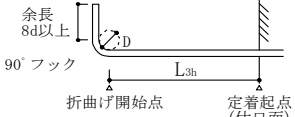
(b) 小梁、スラブ下端筋の定着長さ(直線定着の長さL₃)

Fc (N/mm ²)	鉄筋鋼種	下端筋	
		小梁	スラブ
18~60	SD295A, B SD345 SD390	20d	10dかつ 150mm以上



(フック付き定着の長さL_{3h})

Fc (N/mm ²)	鉄筋鋼種	下端筋	
		小梁	スラブ
18~60	SD295A, B 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

- 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) $l_{ag} = \max\{l_{ao}, X \cdot D_c, n \cdot db\}$

(柱主筋定着長さ) $l_{ac} = \max\{l_{ao}, X \cdot D_g, n \cdot db\}$

l_{ao} : 設計指針・式(8.1)による必要定着長さ($l_{ao} \leq 25db$)

X: 柱せいD_cまたは梁せいD_gに対する倍数(表8)

n: 梁、柱主筋の呼び名の値(直径)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		
		圧縮軸力	引張軸力	上端筋	下端筋	
X	(性能検定) (技術基準)	2/3	3/4	3/4	2/3	3/4
n	(共通)	12	15	16	14	16(12)

- 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。
 - 柱主筋定着長さl_{ac}のnの値(12)は、耐震壁架構の付帯柱梁接合部内の柱主筋定着部に適用する。
 - ト形、十字形接合部内の柱主筋定着の場合、T形、L形接合部内の柱主筋に準じ、X=3/4、n=16とする。
 - 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、X=2/3、n=12とする。
 - 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X=3/4、n=16、下端筋X=3/4、n=14とする。
 - 鉛直段差梁付き十字形接合部内の梁主筋定着の場合、X=3/4、n=12とする。
 - 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X=3/4、n=16、下端筋X=3/4、n=14とする。
 - 鉛直段差梁付きT形、十字形接合部の柱主筋のXとnは、L形、T形接合部の場合と同じとする。
 - 許容応力度設計による柱、梁主筋のXとnは、技術基準方式と同じ値とする。
- (注) 性能検定: 設計指針4章~8章の終局強度設計(性能検定方式)
技術基準: 設計指針10章の「技術基準解説書」に準拠した終局強度設計(技術基準方式、置換え方式)

標準配筋詳細仕様書 (3)

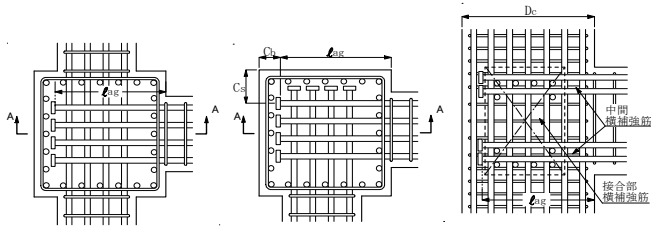
2) L形接合部・梁上端筋の折曲げ後の余長部タイプBは、下表による(設計指針8.3節)。

ℓ_{av}/db	ℓ_{pv}/db
10以上	12以上

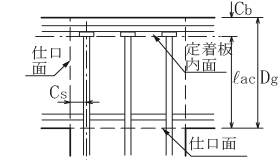
ℓ_{av} : 折曲げ終点からの余長
 ℓ_{pv} : 梁上端筋余長部と柱主筋定着部との重ね長さ

3) 梁、柱主筋の側面かぶり厚さ C_s および背面かぶり厚さ C_b は、下表による(設計指針8.1節~8.3節)。

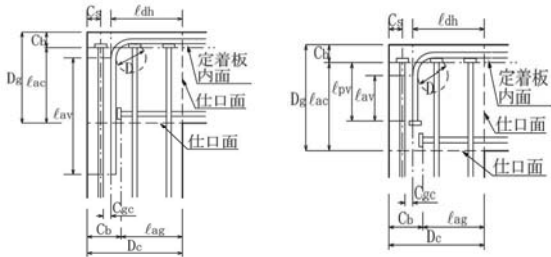
部位	C_s/db	C_b/db	備考
梁主筋	3以上	4以上	1) ト形接合部・梁主筋: $\ell_{ag} \geq 15db$ の場合、 $C_b \geq 3db$ としてもよい。
柱主筋	2以上	3以上	2) L形接合部・梁上端筋: C_b の規定なし。



(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 L_2 以上とする。

【記号】

- D_c : 柱せい、 D_g : 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
- C_s : 側面かぶり厚さ、 C_b : 背面かぶり厚さ
- C_{gc} : 梁上端筋余長部と柱主筋との側面投影あき寸法
- F_c : コンクリートの設計基準強度
- db : 主筋の直径(呼び名の数値)

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

"-"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

鋼種	呼び名	F_c (N/mm ²)											
		21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54
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							
SD490	D41	19	17	16	15	12							
	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						
SD490	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	F_c (N/mm ²)											
		21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54
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								
SD390	D41	18	16	15	14	12							
	D25以下	15	13	12									
	D29	16	15	13	12								
	D32	18	16	15	13	12							
	D35	19	17	16	15	12							
SD490	D38	20	19	17	16	14	12						
	D41	22	20	19	18	15	13	12					
	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					
SD490	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、 $\ell_{ao}/db > 25$ に該当する。

(b) 両側直交梁付きの場合

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

【注記】

- 1) 接合部被覆率が50%以上の直交梁は、直交梁の効果を見込むことができる(設計指針4.2節)。
- 2) 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直交梁断面積の比率と定義される。

標準配筋詳細仕様書(4)

5) 柱主筋の必要定着長さ l_{ao}/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、 $l_{ac} \geq 12db$ としてもよい。 l_{ac} は柱主筋定着長さ、 db は柱主筋の呼び名の値(直径)を示す。

表11 柱主筋の必要定着長さ l_{ao}/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/mm ²)											
		21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54
SD295	D35以下	16											
	D38	18	16										
	D41	19	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、 $l_{ao}/db > 25$ 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
SD295	D41以下	16											
SD345	D32以下	16											
SD390	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 l_{ao}/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/mm ²)											
		21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54
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	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。

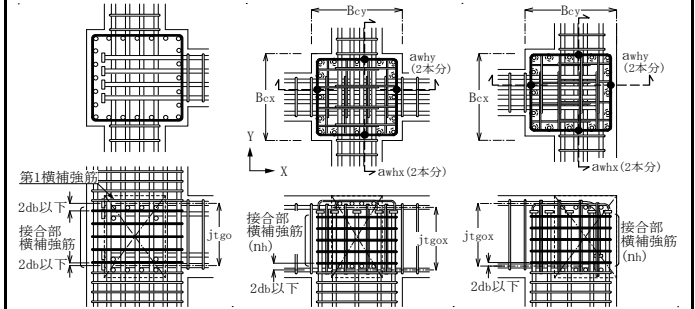
(b) 両側直交梁付きの場合

鋼種	呼び名	Fc (N/mm ²)											
		21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54
SD295	D41以下	12											
SD345	D32以下	12											
SD390	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						

(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、地震力方向ごとの接合部横補強筋比 p_{jwh} は、設計区分ⅠまたはⅡに対し、設計指針・式(7.1)の必要横補強筋比 p_{jwh0} 以上とする。

2) ト形接合部では $p_{jwh} \geq 0.2\%$ 、T形、L形接合部では、両側直交梁付きの場合 $p_{jwh} \geq 0.2\%$ 、それ以外の場合 $p_{jwh} \geq 0.3\%$ とする(設計指針7.1節)。



(ト形接合部) (T形接合部) (L形接合部)

3) 設計指針10章の技術基準解説書による設計の場合、2)項の最小規定を満足すればよい。

4) 梁主筋中心と直近の接合部横補強筋中心との距離は、原則として $2db$ 以下とし、接合部横補強筋は、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(設計指針7.1節・解説(5))。dbは梁主筋直径を示す。

5) 前後、左右でせいの異なる梁が接続する柱梁接合部では、柱横補強筋比が接合部横補強筋比よりも大きい場合、図2のように、原則として、小さい方の梁せい(ハッチ)部に接合部横補強筋を配置し、それ以外の範囲には柱横補強筋を配置する。

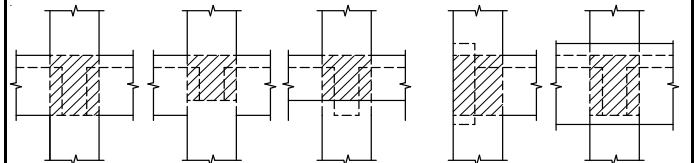
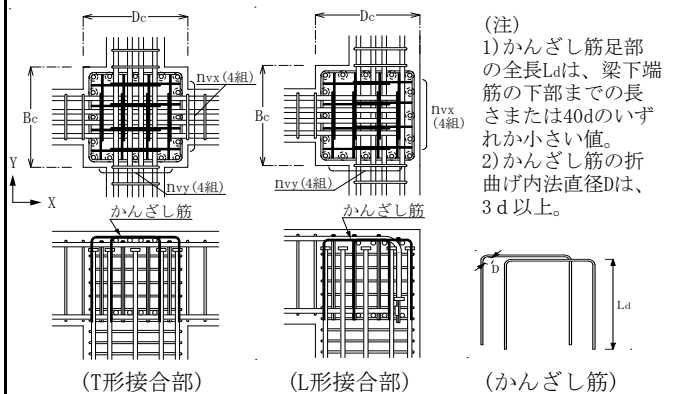


図2 接合部横補強筋の配置範囲(ハッチ部)

(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、設計区分Ⅰ、Ⅱともに、地震力方向に係わらず、XY方向ともに、それぞれ $p_{jvw} \geq 0.25\%$ のかんざし筋を配置する。 p_{jvw} は柱頭補強筋比を示す(設計指針7.2節)。



(注)
1) かんざし筋足部の全長 L_d 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。
2) かんざし筋の折曲げ内法直径 D は、 $3d$ 以上。

【記号】

Bc : 柱幅、Dc : 柱せい、db : 主筋の直径(呼び名の数値)

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

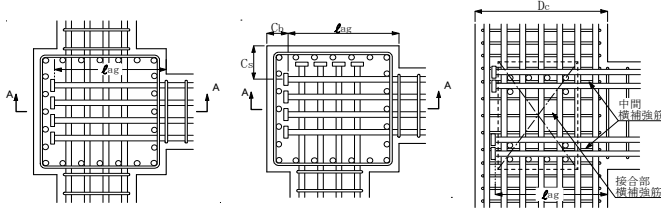
awv : かんざし筋1組の断面積(足部本数分の全断面積)

標準配筋詳細仕様書(5)

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)



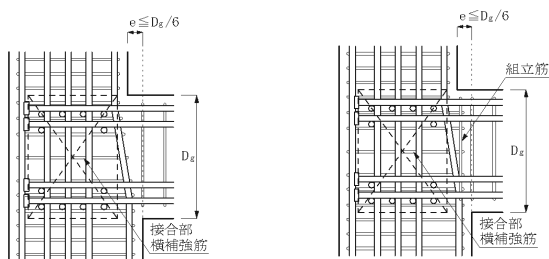
(両側直交梁付き側柱) (片側直交梁付き隅柱) (A-A断面)

【注記】

- 1) 梁主筋定着長さ l_{ag} 決定時には、直交梁主筋位置に注意する。
- 2) 梁1段筋と2段筋間隔決定時には、接合部横補強筋位置に注意し、梁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、梁主筋に近接した位置に接合部横補強筋2組を配置する(設計指針7.1節の解説(7)参照)

3.2 上階柱絞りタイプ

(1) 絞り部柱主筋を曲げ通し筋とする場合($e \leq D_g/6$)



(接合部横補強筋配置①)

(接合部横補強筋配置②)

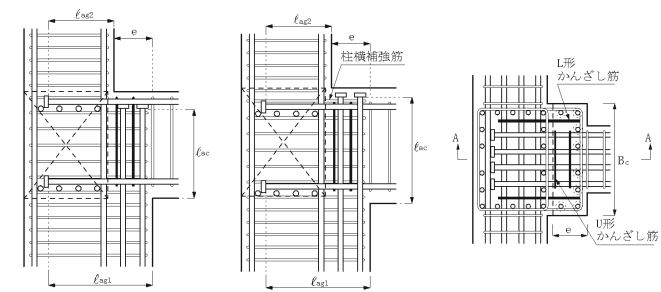
【注記】 設計指針13.2節(1),(2)

- 1) 上下階柱外面が一致する場合、梁下端筋の定着長さ l_{ag1} および梁上端筋の定着長さ l_{ag2} は、それぞれ設計指針8.1節(1)の規定を満足するものとする。
- 2) $e \leq D_g/6$ の場合、原則として、絞り部以外の柱主筋は直線通し筋とし、絞り部柱主筋は曲げ通し筋としてもよい。
- 3) 上端筋側の柱主筋折曲げ部には、柱主筋の折曲げ勾配に伴う水平方向分力に抵抗する横補強筋を追加する。
- 4) せん断終局耐力算定用の有効せい D_{jh} は、原則として、正負加力時ともに、梁上下主筋の定着長さの平均値とする。

(2) 絞り部柱主筋を柱梁接合部に定着する場合

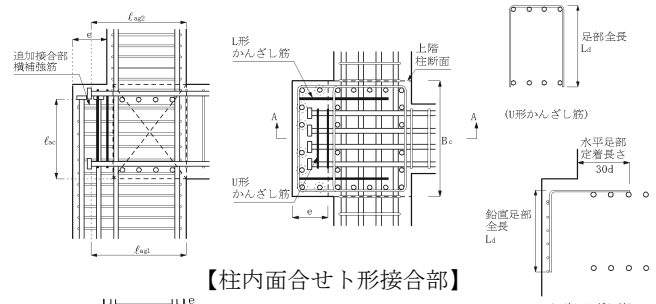
【共通事項】 設計指針13.2節(1),(3)

- 1) 柱主筋定着金物は、梁上端筋の直下または直上に配置する。
- 2) 柱梁接合部全体に横補強筋をできるだけ均等に配置する。
- 3) 柱絞り部には、原則として、梁上端筋を拘束するために、梁肋筋と同じ幅で、同径、同間隔のU形かんざし筋および上階柱絞り部の頭部にL形かんざし筋を配置する。

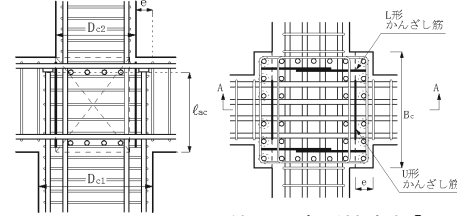


(梁上端筋の直下および直上に柱主筋定着金物を配置する場合)

【柱外面合せト形接合部】



【柱内面合せト形接合部】

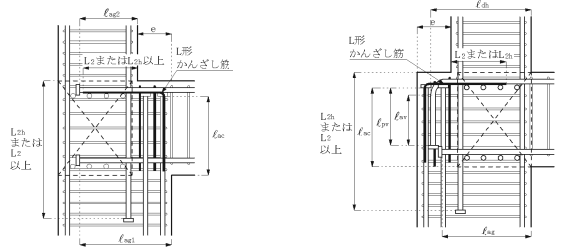


【上階柱絞り十字形接合部】

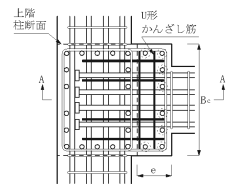
【注記】

- 1) 柱内面合せト形接合部の場合、 $D_{c2} \geq L_a$ とすれば、梁上端筋も機械式直線定着としてもよい。 L_a 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を示す。
- 2) 定着金物近傍に追加接合部横補強筋、梁横補強筋と同じ幅のU形かんざし筋、上階柱絞り部頭部にL形かんざし筋を配置する。

(3) ピロティ柱梁接合部



(A-A断面)



(水平断面)

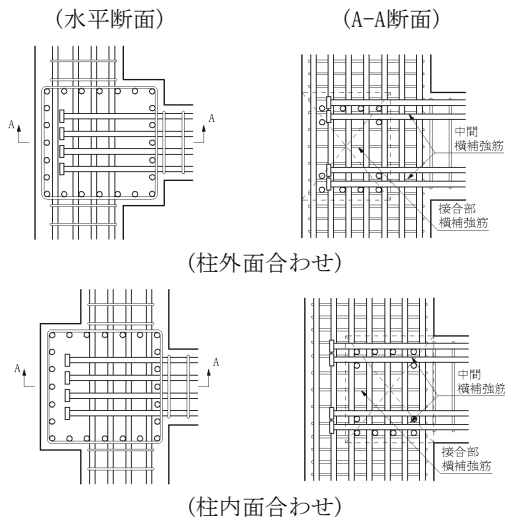
(上下階柱と梁の外面が一致) (上下階柱と梁の内面が一致)

【注記】 設計指針13.2節(4)

- 1) 上下階柱外面が一致する場合、梁上端筋の定着部は、上階柱内面を定着起点とし、機械式直線定着としてもよい。ただし、直線部で必要定着長さが確保できない場合、L形接合部・梁上端筋と同様、折曲げ後の余長を確保する。
- 2) 上下階柱内面が一致する場合、上階柱内面を定着起点とし、L形接合部・梁上端筋と同様、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} を確保する。
- 3) 接合部横補強筋比 p_{jwh} は、 p_{jwh} 以上かつ両側直交梁付きの場合0.2%以上、それ以外の場合0.3%以上とする。 p_{jwh0} は、設計指針・式(7.1)による接合部必要横補強筋比を示す。
- 4) 上下階柱段差部の頭部には、L形接合部に準じ、U形、L形かんざし筋を配置する。かんざし筋の柱頭補強筋比 p_{jwv} は、下式で算定し、XY方向ともに、 $p_{jwv} \geq 0.25\%$ とする。
 $p_{jwv} = n_v \cdot a_{wv} / (e \cdot B_c)$ 、 B_c ：下階の柱幅、 e ：絞り部寸法
 n_v ： B_c 区間または e 区間のかんざし筋の組数、 a_{wv} ：かんざし筋1組の足部本数分の全断面積
- 5) L_2, L_{2h} ：JASS 5の直線定着長さおよびフック付き定着長さ
 上階柱主筋定着長さが L_2 以上の場合、直線定着としてもよい。

標準配筋詳細仕様書(6)

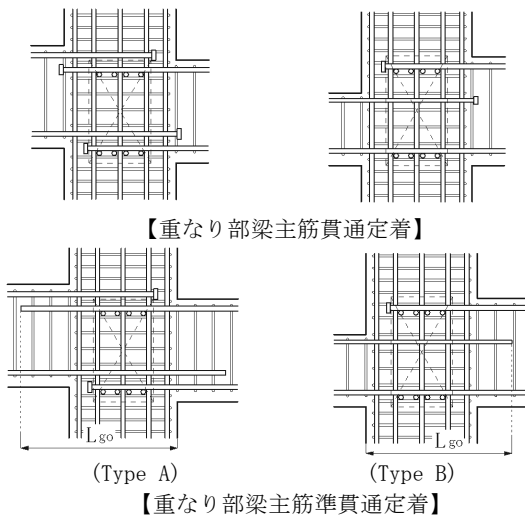
3.3 柱梁芯ずれタイプ



【注記】

- 1) 柱面と梁面が一致する側の梁隅筋位置は、柱主筋の存在により、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、ひび割れ防止用補強筋を配置することが望ましい(RC配筋指針3.4節 参照)。

3.4 鉛直段差梁タイプ



【注記】 設計指針11.1節

- 1) 左右梁重なり部の梁主筋定着部を、反対側の最外縁柱主筋の外側までの貫通定着または準貫通定着とした場合、接合部有効せい D_{jh} は、 $D_{jh}=D_c$ としてもよい。 D_c は柱せいを示す。
- 2) 左右梁重なり長さは、Type Aでは大きい方の梁せいの(3/4)倍以上、Type Bでは大きい方の梁せいの(2/3)倍以上とする。
- 3) 貫通定着の場合、柱せい D_c は下式を満足しなければならない。

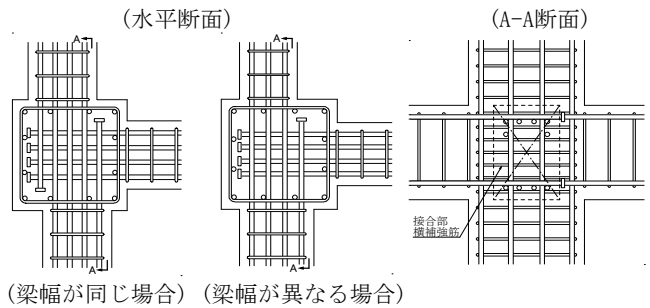
$$D_c/db \geq ft/\{3.6(1.5+0.1Fc)\}$$
- 4) 準貫通定着の場合、左右梁重なり部の梁主筋定着長さ L_{go} は下式を満足しなければならない。

$$L_{go} \geq \max(D_c+l_o, L_2)$$

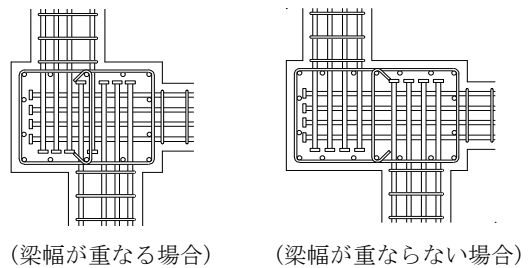
上式中の柱せい D_c は3)項の条件式を満足しなければならない。
 ft : 梁主筋の短期許容引張応力度 (N/mm^2)
 F_c : コンクリートの設計基準強度 (N/mm^2)
 L_{go} : 左右梁重なり部の梁主筋定着長さ
 $l_o=10db$: 左右梁重なり部の梁主筋末端部の余長
 db : 梁主筋直径、 L_2 : JASS 5 の直線定着長さ

3.5 水平段差梁タイプ

(1) 一部定着の場合



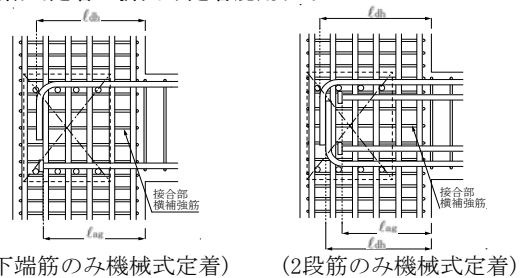
(2) 全部定着の場合



【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 b_i は、左右梁に対する接合部有効幅の平均値として求める。
- 2) 左右梁幅が重ならない場合、接合部有効幅 b_i は、柱全幅 B_c の半分に對して求める。

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

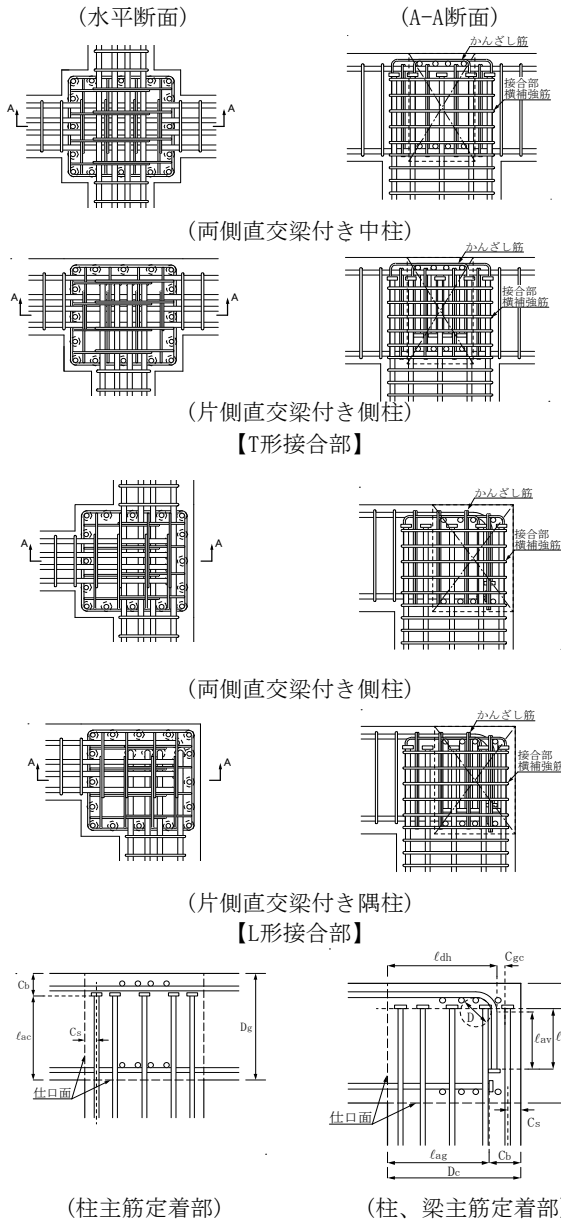
- 1) 下端筋のみ機械式定着の場合、接合部有効せい D_{jh} は、上端筋の投影定着長さ l_{dh} と下端筋の定着長さ l_{ag} の小さい方とする。
- 2) 2段筋のみ機械式定着の場合、接合部有効せい D_{jh} は、 l_{dh} と l_{ag} を考慮した重み付き平均値として求めてもよい。

標準配筋詳細仕様書(7)

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】



(柱主筋定着部)

(柱、梁主筋定着部)

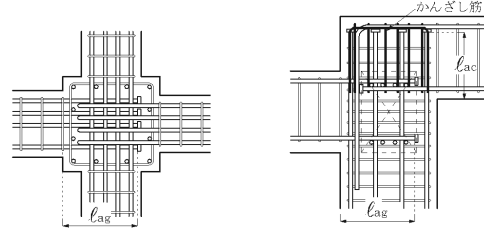
(かんざし筋)

【柱、梁主筋定着部およびかんざし筋の詳細】

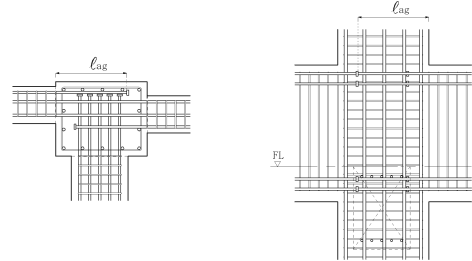
【注記】 設計指針7.1, 7.2節、8.2, 8.3節

- 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 p_{jwh} は設計指針7.1節、かんざし筋の柱頭補強筋比 p_{jvw} 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 D_c が1000mmを超えるような場合、梁上端筋余長部と柱主筋との側面投影あき寸法 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} を大きくすることが望ましい。

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)



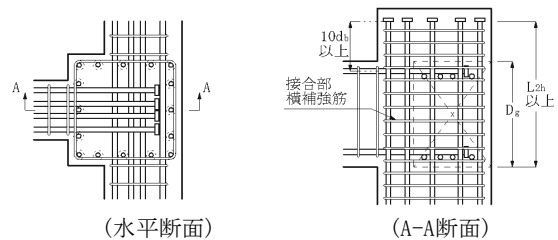
(b) 水平段差梁の場合 (左右梁重なり部梁主筋の通し配筋)

【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 L_2 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

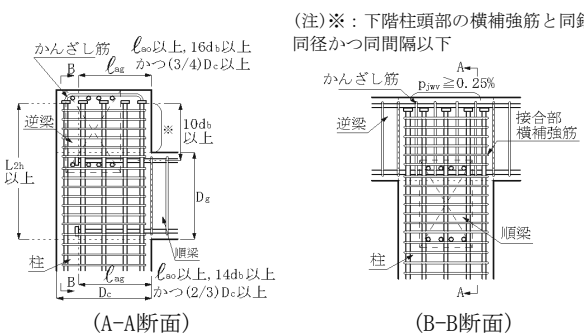
(1) 直交梁が順梁の場合



(水平断面)

(A-A断面)

(2) 直交梁が逆梁の場合



(A-A断面)

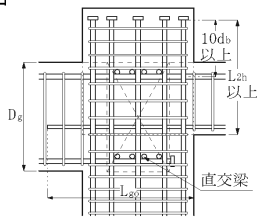
(B-B断面)

(注)※：下階柱頭部の横補強筋と同鋼種、同径かつ同間隔以下

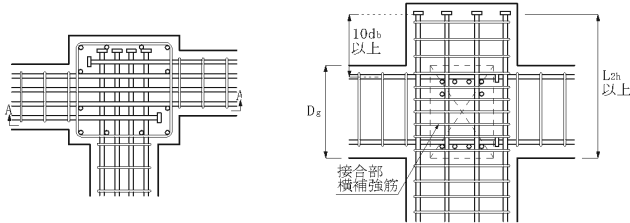
【注記】 設計指針12.1節・解説(2)

- 1) 直交梁が順梁の場合、接合部横補強筋比 p_{jwh} は、T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、かんざし筋は配置しなくてもよい。
- 3) 鉛直スタブの頂部には、ひび割れ防止用補強筋を配置することが望ましい。
- 4) 直交梁が逆梁の場合、接合部横補強筋は、T形またはL形接合部として扱ひ、頂部には、かんざし筋を配置する。
- 5) 逆梁下面より下部には、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

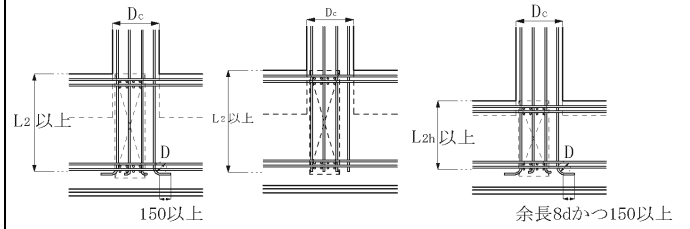
【注記】 設計指針12.1節

- 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、水平段差梁付きの場合であるが、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、中間階のト形接合部と同様、梁主筋定着部を機械式直線定着としている。

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



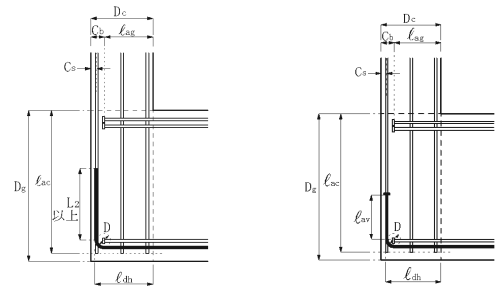
【折曲げ定着】 【直線定着】 【フック付き定着】
(基礎梁せいが大きい場合) (基礎梁せいが小さい場合)

【注記】 設計指針14.2節(1)、同解説(1)

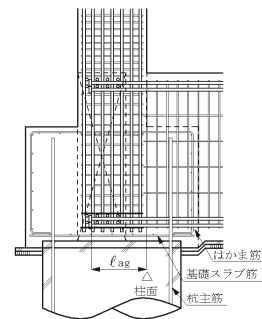
- 1) 基礎梁せいが大きく、 $l_{ac} \geq L2$ の場合、折曲げ後の余長を150mm以上とするか、直線定着としてもよい。
- 2) 基礎梁せいが小さく、 $l_{ac} \geq L2h$ の場合、柱主筋末端部に、標準フックを設けるか、機械式定着金物を設ける。
 l_{ac} ：柱主筋定着長さ、 $L2, L2h$ ：JASS 5の直線定着長さおよびフック付き定着長さ

5.2 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)

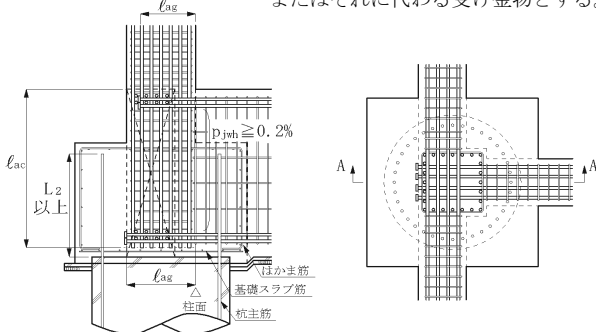
- 1) 機械式直線定着の場合、基礎梁上端筋の定着長さ l_{ag} は、必要定着長さ l_{ao} 以上14db以上かつ $(3/4)Dc$ 以上とし、基礎梁下端筋の定着長さ l_{ag} は、必要定着長さ l_{ao} 以上16db以上かつ $(3/4)Dc$ 以上とする。db：基礎梁主筋直径、 Dc ：柱せい
- 機械式直線定着の適用可能箇所は、5.3節～5.6節による。
- 2) 曲上げ定着Aタイプの場合、折曲げ後の余長は $L2$ 以上とする。
- 3) 曲上げ定着Bタイプの場合、折曲げ後の余長 l_{av} は $L2h$ 以上とし、基礎梁下端筋定着部の先端に定着金物を取り付ける。
 $L2, L2h$ ：JASS 5の直線定着長さおよびフック付き定着長さ

標準配筋詳細仕様書(9)

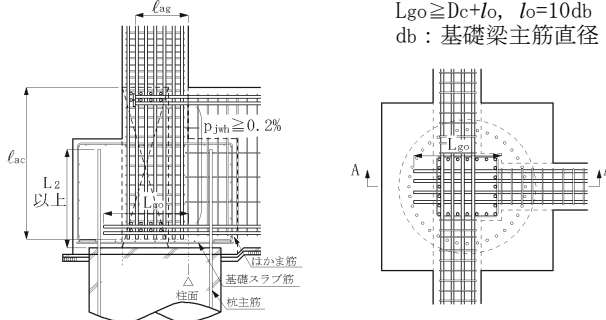
5.3 場所打ち杭基礎

(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、バーサポーター
またはそれに代わる受け金物とする。

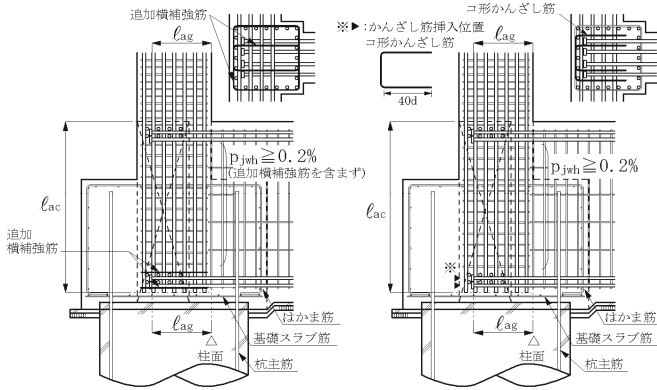


(定着金物を屋外側柱主筋の外側に配置する場合)



$L_{go} \geq D_c + l_o$, $l_o = 10db$
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)



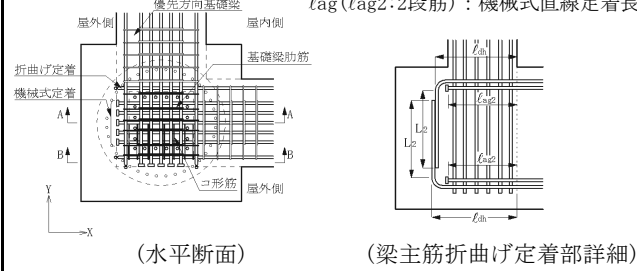
(追加横補強筋を配置する場合) (かんざし筋を挿入する場合)

【注記】 設計指針14.2節・基礎配筋詳細例(i)

- 1) はかま筋は、原則として、基礎フーチングまたはパイルキャップ全体がコア部となるように、設計指針14.2節の解説(5)に準じて定める。
- 2) 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、基礎梁端面からの基礎梁下端筋定着長さ L_{go} は、 $L_{go} \geq D_c + l_o$, $l_o = 10db$ を満足することを基本とする(設計指針11.1節(2)(c)3)参照)。Dc: 柱せいまたは幅、db: 柱主筋直径
- 3) 杭主筋定着長さ l_d は L_2 以上とする。ただし、場所打ち杭基礎の場合、 $D_p \leq D_c + 2l_d$ 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

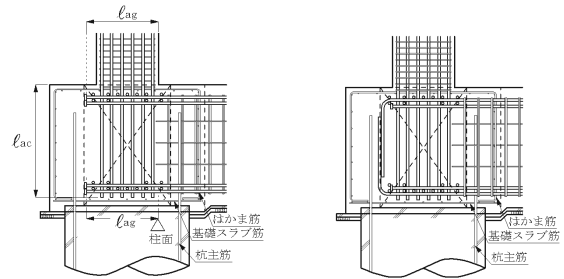
(2) 基礎梁幅広タイプ(柱幅<基礎梁幅)

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): 機械式直線定着長さ



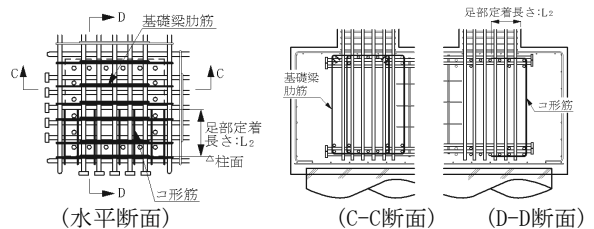
(水平断面)

(梁主筋折り曲げ定着部詳細)



(A-A断面)

(B-B断面)



(水平断面)

(C-C断面)

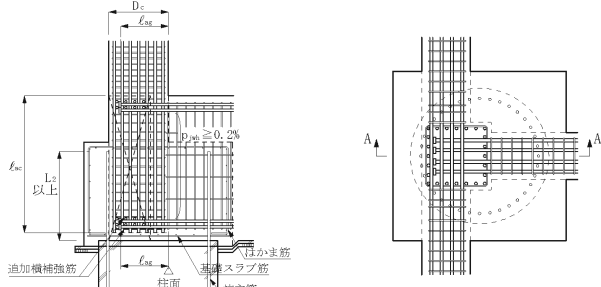
(D-D断面)

【注記】 設計指針14.2節・基礎配筋詳細例(ii)

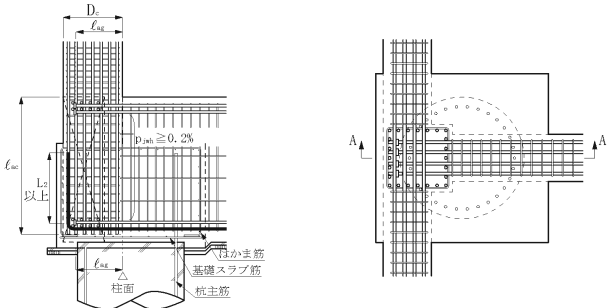
- 1) 基礎梁断面同士の交差部全体がコア部となるように、X方向またはY方向の優先方向基礎梁の肋筋と同鋼種、同径、同間隔の肋筋を配置する。優先方向基礎梁は、最上面(2次筋)側の基礎梁上端筋を拘束する肋筋が配置された基礎梁とする。
- 2) 基礎梁同士の交差部を最下階外柱・基礎梁接合部とし、その内部には、柱横補強筋を配置せず、優先方向基礎梁の横補強筋比を接合部横補強筋比 p_{jwh} とみなしてもよい。
- 3) 柱断面外基礎梁主筋のうち1段目主筋は折り曲げ定着とし、上端筋、下端筋ともに、折り曲げ後の余長はJASS 5の直線定着長さ L_2 以上とし、2段目主筋は、機械式直線定着としてもよい。
- 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)

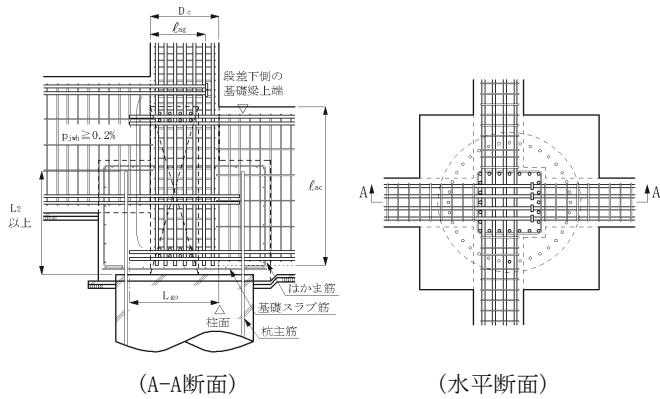


(杭偏芯が大きい場合：柱主筋が杭主筋で囲まれたコア外の場合)

【注記】 設計指針14.2節・基礎配筋詳細例(iii)

- 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。
- 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



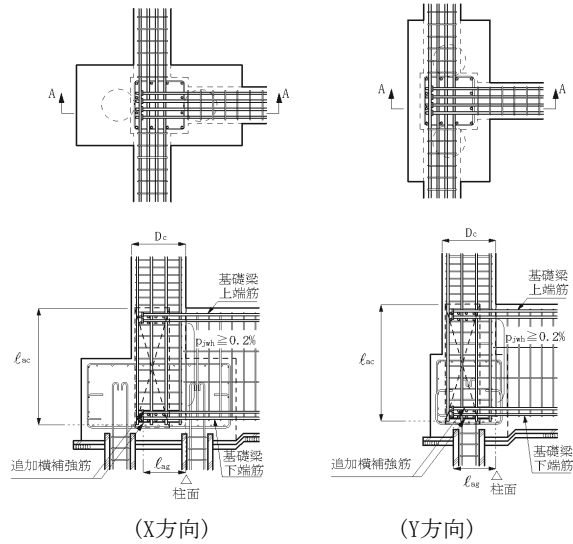
【注記】

- 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。
- 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4)による(5.3場所打ち杭基礎(1)の注記2)参照)。
- 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。

5.4 既製杭基礎

(1) 標準タイプ

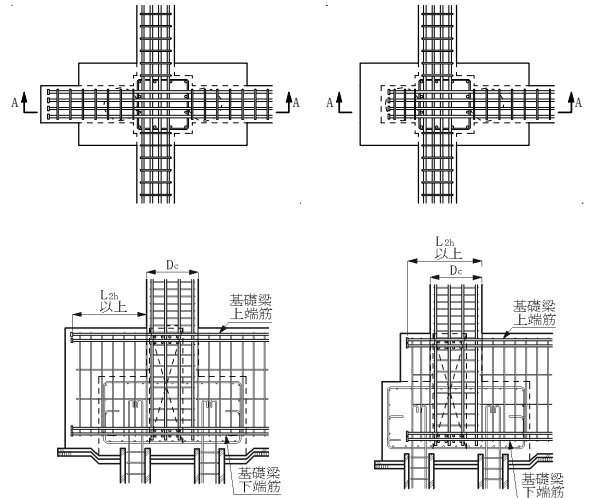
(注) 柱主筋定着部の直下は、バーサポートまたはそれに代わる受け金物とする。



【注記】 設計指針14.2節・基礎配筋詳細例(iv)

- 本図は、 $lac \geq L2$ 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。 lac ：柱主筋定着長さ、 $L2$ ：JASS 5の直線定着長さ
- 有効なはかま筋は、基礎フーチング全体がコア部となるように、設計指針14.2節の解説(5)に準じて定める。

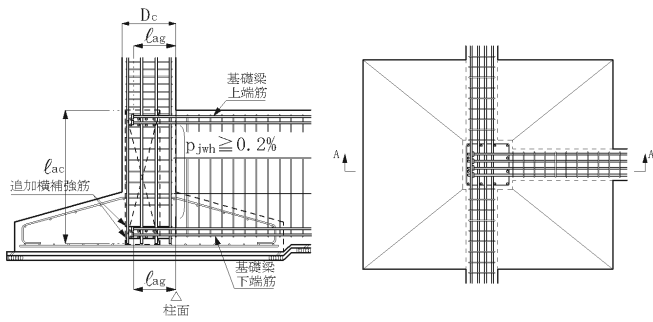
(2) 定着スタブ併用タイプ



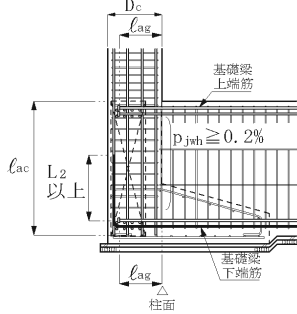
【注記】 設計指針12.2節の水平スタブ付きL形接合部の準用

- 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。

5.5 直接基礎



(a) 外部突出の場合



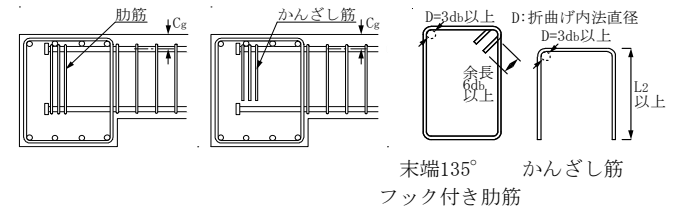
(b) 外部突出なしの場合

【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。ベタ基礎の場合にも、この配筋詳細が適用される。

6. その他の主筋定着

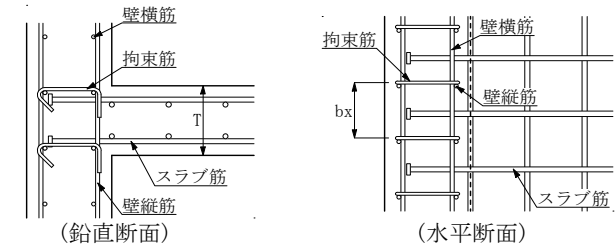
6.1 小梁、スラブの主筋定着



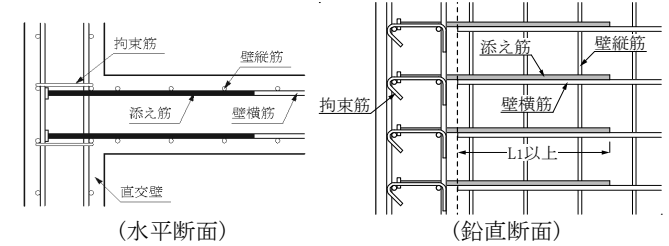
【注記】 設計指針15.1節

- 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は小梁主筋直径、Bは定着側の梁幅を示す。
- 2) 小梁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は小梁主筋直径を示す。
- 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。

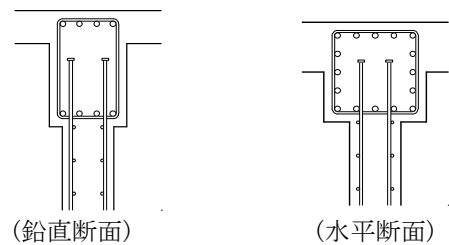
6.2 壁接合部における鉄筋定着



【壁・床接合部】



【壁・壁接合部】



【壁・梁(柱)接合部】

【注記】 設計指針15.4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、原則として、壁厚さ、柱、梁断面の幅またはせい(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 $p_{wa} \geq 0.2\%$ を目安に、上下スラブ筋近傍に拘束筋を配置する。 p_{wa} は下式による。

$$p_{wa} = n_z \cdot a_w / (b_x \cdot T)$$
 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
- 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。

DBヘッド標準製造要領書

目 次

1章 総則	製造-1
1.1 適用範囲	
1.2 DB リング製造業者およびDB ヘッド製造業者	
1.3 DB ヘッド製造装置に適用できる鉄筋鋼種	
2章 DB リング製造業者およびDB ヘッド製造業者の認定	製造-4
2.1 DB リング製造業者	
2.2 DB ヘッド製造業者	
2.3 DB ヘッドの品質保証	
3章 DB ヘッド製造管理者および製造担当者の資格	製造-6
4章 DB ヘッドの製造	製造-7
5章 DB ヘッドの製造要領	製造-9
5.1 DB リングの材料および各部寸法	
5.2 DB ヘッドの製造条件	
5.3 DB ヘッドの各部寸法	
5.4 材料受入れ検査	
5.5 製品検査	
6章 DB ヘッド強度試験	製造-16
7章 報告	製造-17
8章 苦情処理	製造-17
9章 記録の保管	製造-17
(様式1) DB ヘッド製品検査成績表	製造-18
(様式2) DB ヘッド強度試験成績表	製造-19
(様式3) 苦情記録簿	製造-20
(様式4) DB ヘッド製造総括報告書	製造-21
(参考資料1) DB ヘッド研究会委員名簿およびDB ヘッド技術講習会開催一覧	製造-22
(参考資料2) DB リング製造業者およびDB ヘッド製造業者一覧	製造-24
(参考資料3) DB ヘッドの製造手順	製造-26
(参考資料4) DB ヘッドの強度試験結果	製造-30

1章 総則

1.1 適用範囲

本要領書は、DBヘッド定着工法によるDBヘッドの製造に適用する。

1.2 DBリング製造業者およびDBヘッド製造業者

DBヘッドに用いるDBリングは、DBリング製造業者が製造し、DBヘッドは、DBヘッド製造業者が指定する工場で、(株)ディビーエス開発のDBヘッド製造装置を用いて製造する。

1.3 DBヘッド製造装置に適用できる鉄筋鋼種

DBヘッド製造装置に適用できる鉄筋鋼種は、以下による。

- 1) 手動および半自動の場合、SD295A, B～SD390
- 2) 自動および高周波誘導加熱方式の場合、SD295A, B～SD490

【解説】

(1) DBヘッドの概要

DBヘッドは、図1に示すように、球状黒鉛铸铁(FCD700-2: JIS G 5502)製のDBリングを異形鉄筋の先端部に挿入した後、DBヘッド製造装置を用い、DBリング両側の鉄筋をそれぞれ加熱しながら、鉄筋端部を加圧し、DBリングの外側と内側に鉄筋こぶを形成させた機械式定着具である。

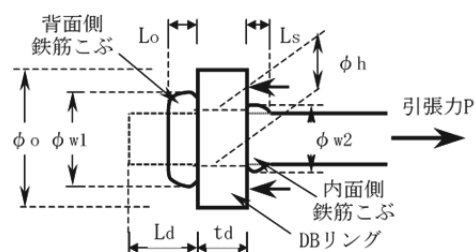


図1 DBヘッドの各部名称

(2) DBヘッド製造装置

(a) 手動装置、自動装置、半自動装置

「手動装置」は、写真1に示すように、鉄筋保持治具(バイス)、鉄筋クランプ、DBリングクランプ、締付けボルト、プレス装置、バーナーで構成され、アセチレンガスを熱源とする装置であり、バックファイヤー防止処置を施すなど、開発当初の装置を改良している(参考資料3参照)。

「手動装置」の開発後、写真2の「自動装置」を開発し、多くの製造実績を得ている。「自動装置」では、安定した熱量を供給できる天然ガスを熱源とし、鉄筋こぶの目標寸法を形成できるように、熱量および加圧量を自動制御している。天然ガスは圧接継手の熱源として用いられている((公社)日本鉄筋継手協会「鉄筋の天然ガス圧接継手工事標準仕様書(案)(2007年)」参照)。

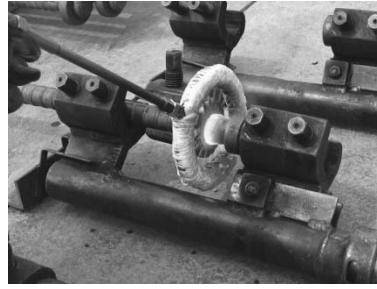
さらに、「手動装置」と「自動装置」の機能を補完した装置のニーズに応えるために、写真3の「半自動装置」が開発されている。本装置は、「手動装置」と同様、アセチレンガスを熱源としているが、「自動装置」と同様、加圧量を自動制御できる装置である。

(b) 高周波誘導加熱方式DBヘッド製造装置

高周波誘導加熱方式DBヘッド製造装置は、経済産業省の平成21年度ものづくり中小企業製品開発等支援補助金(試作開発等支援事業)によって、DBヘッドの製造効率向上と品質安定化のために開発された。本装置の場合、写真4に示すように、①所定位置に設置されたDBリングおよび高周波誘導コイルに鉄筋端部を挿入し、②鉄筋端部を高周波誘導加熱した後、③プレスによってDBリングの背面側と内面側の鉄筋こぶが形成される。



【装置全体】



【DBヘッド手動用バーナーによる加熱】

写真1 「手動」装置

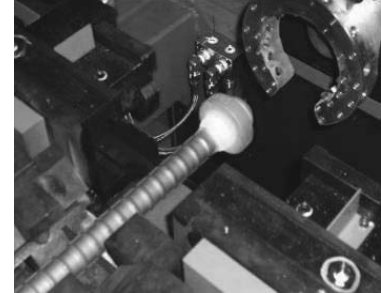


【装置全体】

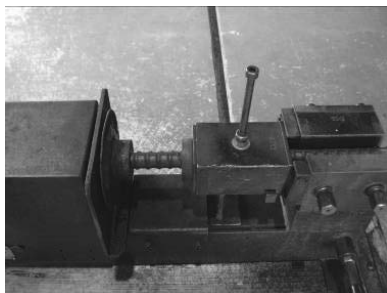


【天然ガスバーナーによる加熱】

写真2 「自動」装置



【DBヘッド完成】



【装置全体】

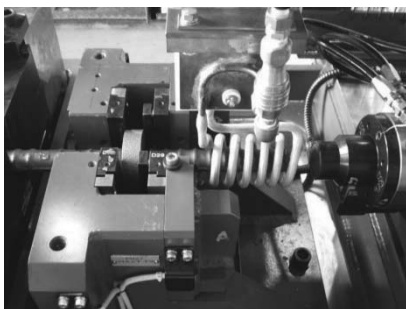


【DBヘッド手動用バーナーによる加熱】

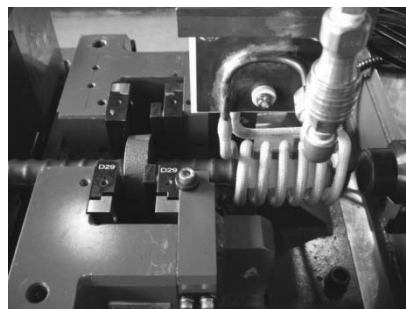
写真3 「半自動」装置



【DBヘッド完成】



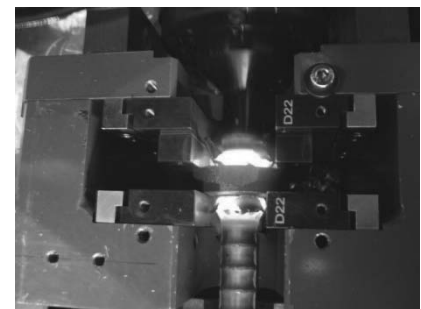
【高周波誘導加熱コイルへの挿入】



【高周波誘導加熱】

【プレスによる背面側と内面側こぶ形成】

写真4 高周波誘導加熱方式によるDBヘッド製造装置



(3) DBヘッド製造装置に適用できる鉄筋鋼種

DBヘッド製造装置は、図2のように分類される。DBヘッド製造装置に適用できる鉄筋鋼種は、手動および半自動の場合、SD295A, B～SD390 であり、自動および高周波誘導加熱方式の場合、SD295A, B～SD490 である。

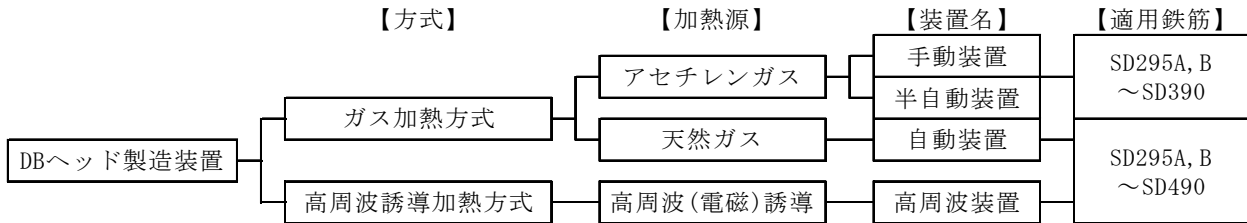


図2 DBヘッド製造装置の分類と適用鉄筋

(4) DBヘッドの概略製造工程

DBヘッドの概略製造工程を図3に示す(4章 参照)。

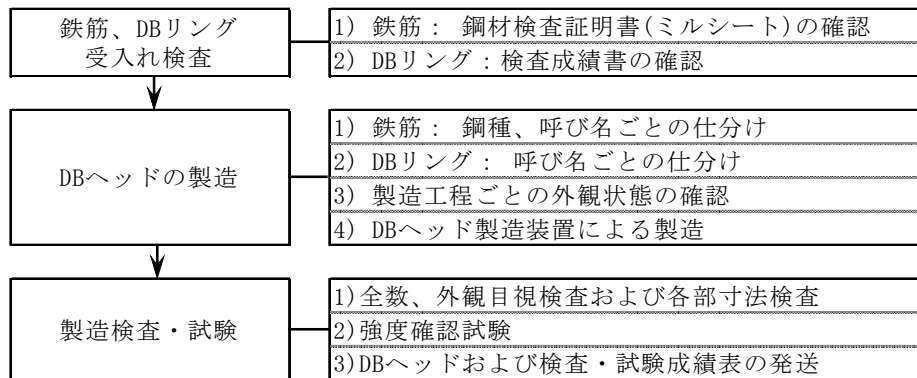
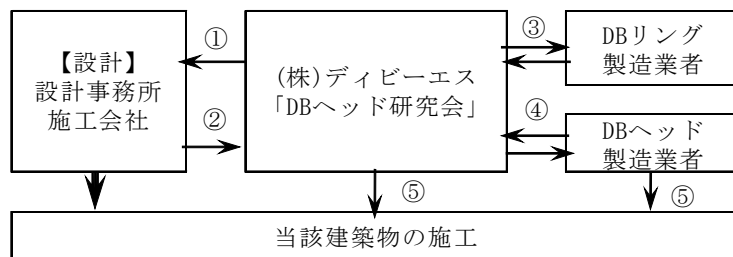


図3 DBヘッドの概略製造工程

(5) DBヘッド定着工法による標準実施フロー

DBヘッド定着工法による設計から施工に至る標準実施フローを図4に示す。同図では、(株)ディビーエスとDBリング製造業者およびDBヘッド製造業者との関係を示している。



- ①：DBヘッド定着工法の設計支援、②：DBヘッド定着工法の発注
- ③：DBリングの発注と納品、④：サンプル鉄筋の送付、DBリングの納品
- ⑤：DBヘッドの納品、施工

図4 DBヘッド定着工法による標準実施フロー

(6) DBヘッド研究会

(株)ディビーエスは、(参考資料1)に示すように、DBヘッド研究会を組織し、DBリング製造業者およびDBヘッド製造業者の品質向上、ならびにDBヘッド定着工法の普及に努めている。

2章 DB リング製造業者およびDB ヘッド製造業者の認定

2.1 DB リング製造業者

(1) DB リング製造業者は、DB リング製造管理規定および製造管理者を定めた球状黒鉛鋳鉄品(JIS G 5502)を製造する業者とし、(株)ディビーエスが認定する。認定業者には認定証を発行する。

DB リング製造管理規定は、下記の各項目によって構成する。

- ①製造装置の維持管理規定、②材料受入れ検査規定、③DB リング製造要領、
- ④製品検査・試験規定

(2) (株)ディビーエスは、DB リング製造業者に対し、1年間に1回の頻度で定期監査を行う。定期監査は、下記の各記録とDB リングの製造管理規定を照合することによって行う。

- ① 製造装置の維持管理記録、②材料受入れ検査記録、③製品検査・試験記録

2.2 DB ヘッド製造業者

(1) DB ヘッド製造業者は、(株)ディビーエス開発のDB ヘッド製造装置(手動、半自動、自動、高周波誘導加熱方式)を保有し、かつ、DB ヘッド製造管理規定および製造管理者を定めた業者とし、(株)ディビーエスが認定する。認定業者には認定証を発行する。

DB ヘッドの製造管理規定は、下記の各項目によって構成する。

- ① DB ヘッド製造装置の維持管理規定、②材料受入れ検査規定、③DB ヘッド製造要領、
- ④製品検査・試験規定

(2) (株)ディビーエスは、DB ヘッド製造業者に対し、1年間に1回の頻度で定期監査を行う。定期監査は、下記の各記録とDB ヘッド製造管理規定を照合することによって行う。

- ① DB ヘッド製造装置の維持管理記録、②材料受入れ検査記録、③製品検査・試験記録、
- ④ DB ヘッド製造担当者の管理記録

(3) DB ヘッドの製造管理者および製造担当者の資格更新

- 1) DB ヘッド製造業者は、同業者に所属するDB ヘッドの製造管理者および製造担当者が2)項で定める資格更新を行っていることを確認しなければならない。
- 2) DB ヘッド製造管理者およびDB ヘッド製造担当者は、5年間に1回、(株)ディビーエスによる資格更新講習を受け、資格更新を行わなければならない。

2.3 DB ヘッドの品質保証

DB リング製造業者の認定およびDB ヘッド製造業者の認定ならびに製造管理者および製造担当者の資格更新に係る責務は、(株)ディビーエスが負うものとし、DB リング製造業者はDB リングの品質を保証し、DB ヘッド製造業者はDB ヘッドの品質を保証する。

【解説】

(1) DB リング製造業者

DB リング製造業者は、DB リング製造管理規定および製造管理者を定めた球状黒鉛鋳鉄品(JIS G 5502)を製造する業者とし、(株)ディビーエスが認定することとした(参考資料2)。

(2) DB ヘッド製造業者

DB ヘッド製造業者は、開発当初、ガス圧接継手に準じ、(公社)日本鉄筋継手協会の「優良ガス圧接会社」に限定していた。しかし、DB ヘッドについては、多くの製造実績を基に、ガス圧接継手と異なる独自開発のDB ヘッド製造装置を用い、独自の製造体制を構築している。

以上より、DB ヘッド製造業者は、(株)ディビーエス開発のDB ヘッド製造装置(手動、半自動、自動、高周波誘導加熱方式)を保有し、かつ、DB ヘッド製造管理規定および製造管理者を定めた業者とし、(株)ディビーエスが認定することとした(参考資料2)。

3章 DBヘッド製造管理者および製造担当者の資格

(1) DBヘッド製造管理者

DBヘッド製造管理者は、DBヘッド製造技術講習および製造管理講習を修了した者とする。ただし、自動装置および半自動装置の場合、上記の要件のほかに、労働安全衛生法に基づく安全衛生教育を受講しなければならない。

(2) DBヘッド製造担当者

DBヘッド製造担当者は、DBヘッド製造技術講習を修了した者とする。ただし、手動装置を用いる製造担当者は、(公社)日本鉄筋継手協会の手動ガス圧接技量資格者または自動ガス圧接技量資格者とし、自動装置または半自動装置を用いる製造担当者は、ガス溶接作業主任者またはガス溶接技能講習の修了者の資格を有するものとする。

(3) DBヘッド製造技術講習の項目

- 1) DBヘッド製造技術講習は、下記①～④の4項目について行う。
- 2) ①～③の技術講習は、本要領書および関連資料を用いて行う。
- 3) ④DBヘッドの技量試験では、手動装置、半自動装置、自動装置または高周波誘導加熱方式DB製造装置によって作製したD19(SD345)およびD32(SD390)試験片(各3本)を用い、本要領書6章のDBヘッド強度試験を行い、同試験結果がすべて本要領書6章の判定基準を満足しなければならない。
- 4) 技術講習修了者には、手動装置、半自動装置、自動装置および高周波誘導加熱方式DB製造装置について、該当する修了書を発行する。

① DBヘッドの構造、②DBヘッドの製造手順、③DBヘッドの検査・試験、④DBヘッドの技量試験

【解説】

DBヘッド製造管理者は、(株)ディビーエスが行うDBヘッド製造技術講習および製造管理講習を修了した者とし、DBヘッド製造担当者は、(株)ディビーエスが行うDBヘッド製造技術講習を修了した者とした。

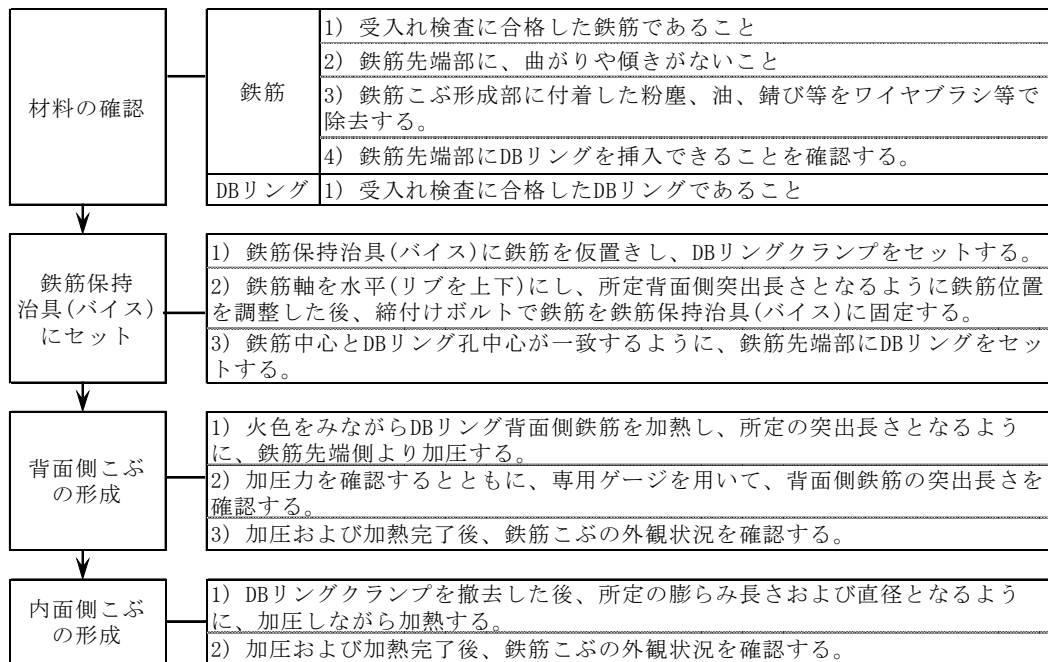
ただし、手動装置を用いる製造担当者は、ガス圧接の知識を必要とするので、(公社)日本鉄筋継手協会の手動ガス圧接技量資格者または自動ガス圧接技量資格者とした。

一方、自動装置または半自動装置を用いる製造担当者は、ガス圧接の知識を必ずしも必要としないので、安全確保に必要なガス溶接作業主任者またはガス溶接技能講習の修了者の資格を有するものとした。

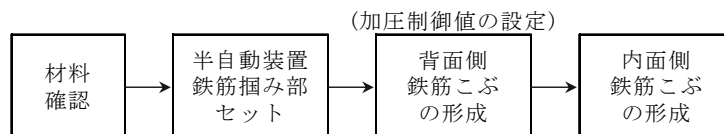
また、高周波誘導加熱方式DB製造装置を用いる製造担当者は、DBヘッド製造技術講習を修了した者とし、それ以外の特別の資格を必要としない。

4章 DBヘッ드의製造

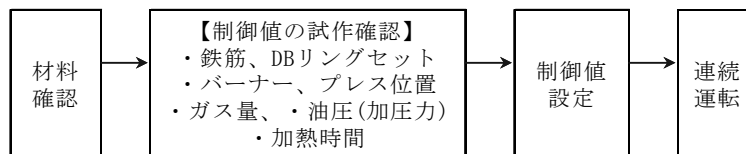
DBヘッ드의製造は、図5による(参考資料3)。



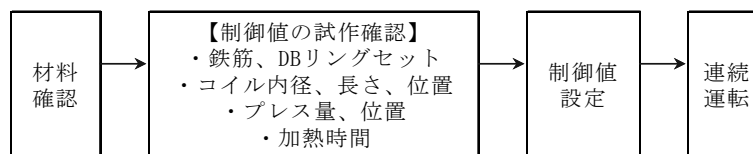
(a) 手動装置の場合



(b) 半自動装置の場合



(c) 自動装置の場合



(d) 高周波誘導加熱方式の場合

図5 DBヘッ드의製造手順

【解説】

(1) 手動装置の場合(参考資料3(1))

- 1) 先端部に曲がりや傾きが生じた鉄筋は使用せず、鉄筋こぶが形成される鉄筋先端部に付着した粉塵、油、錆び等はワイヤブラシ等で除去する。

DBヘッドの場合、鉄筋メーカーから出荷された鉄筋先端が元のままの状態でも、鉄筋こぶ形成前の突出長さ L_d の寸法を適切に設定すれば、5.3節の表3「DBヘッドの各部の標準寸法および許容寸法」を満足するように製造できる。

- 2) 下記の手順により、鉄筋中心と DB リング孔中心が一致するように、鉄筋先端部に DB リングをセットする。
- ① 異形鉄筋先端部に DB リングを挿入できることを確認する。異形鉄筋先端部に DB リングを挿入できない場合、異形鉄筋を取り替えるか、または DB リング孔の周囲を機械加工で拡張し挿入できるようにする。ただし、異形鉄筋を削ってはならない。
 - ② 異形鉄筋を鉄筋保持治具(バイス)に仮置きし、DB リングクランプをセットする。
 - ③ 鉄筋軸を水平(リブを上下)にし、所定の背面側突出長さが確保される(予め鉄筋先端に記したマーキングが DB リングクランプ端面に一致する)ように、異形鉄筋の位置を調整した後、締付けボルトで異形鉄筋を鉄筋保持治具(バイス)に固定する。締付けボルトは、(株)ディビーエスが指定したスパイク型、ボール付き型、三重リング型のいずれかとする。
 - ④ DB リングの挿入後、DB リング孔と異形鉄筋の上下リブとの隙間が同じになるように、DB リングの位置を調整し、DB リングクランプに押し当てながら、鉄筋先端部に DB リングをセットする。
 - ⑤ DB リング内面側の DB リングクランプとの当たり面は、鋳型継目に凸部が生じている場合、平滑に仕上げる。
- 3) 締付けボルトで異形鉄筋を固定する際、過度に締付けると、鉄筋表面にボルト傷が生じ、同位置で鉄筋母材が破断する恐れがあるので、締付けボルトの先端部形状および締付けトルクには十分注意しなければならない。
- 4) 鉄筋こぶの片ぶくらみ、焼き割れやたれが生じないように、鉄筋周囲を均等に(公社)日本鉄筋継手協会「ガス圧接継手工事仕様書」に示された中性炎により、火色を見ながら加熱し、表 3 の所定の突出長さとなるように、鉄筋先端側より加圧する。
- 5) 最終加圧力を加え、鉄筋加熱部の火色消失後、鉄筋保持治具(バイス)から鉄筋を取り外す。鉄筋の取り外し後、DB ヘッド部は自然冷却とし、急冷させてはならない。
- 6) 加熱中の火炎の異常発生に伴い、鉄筋こぶに著しいたれや過熱が認められた時には、当該 DB ヘッドを廃棄し、異常原因を究明するとともに、適切な対策を講じる。ただし、著しいたれや過熱が認められない時には、火炎を再調整して作業を継続してもよい。

(2) 半自動装置の場合(参考資料 3(2))

半自動装置の場合、図 5(b)に示すように、「材料確認」、「背面側こぶの形成」、「内面側こぶの形成」の製造手順は手動装置と同じであり、鉄筋掴み部のセットの方法が手動装置と異なり、背面側こぶおよび内面側こぶの形成のための加圧力を自動制御できる。

(3) 自動装置の場合(参考資料 3(3))

自動装置の場合、図 5(c)に示すように、DB ヘッドを試作し、制御値「バーナーおよびプレスの位置、ガス量、油圧(加圧力)、加熱時間」を確認した後、制御盤に制御値を設定すれば、その後は、DB ヘッドを連続的に製造できる。

(4) 高周波誘導加熱方式の場合(参考資料 3(4))

高周波誘導加熱方式の場合、図 5(d)に示すように、DB ヘッドを試作し、制御値「プレス量、電源出力、コイル内径と長さ、加熱時間」を確認した後、制御盤に制御値を設定すれば、その後は、DB ヘッドを連続的に製造できる。

5章 DBヘッドの製造要領

5.1 DBリングの材料および各部寸法

- DBリングの材料は、球状黒鉛鋳鉄品(FCD700-2：JIS G 5502)とする。
- DBリング各部の標準寸法は表1の値とし、許容寸法は、0~2mmを基本とする。ただし、鉄筋直径の実測値によっては、DBリング孔の周囲を機械加工し、拡張してもよい。

表1 DBリング各部の標準寸法

(寸法単位：mm)

呼び名	外径 φ _o	孔径 φ _h	板厚 t _d
D16	40	18.0	10
D19	45	20.5	12
D22	55	24.0	14
D25	60	27.0	15
D29	70	31.0	18
D32	80	34.0	20
D35	85	37.5	21
		39.5	
D38	95	41.5	23
D41	100	44.5	25

(注) 外径、孔径、板厚ともに、許容公差は、それぞれ0~2mmとする。

5.2 DBヘッドの製造条件

DBヘッドの製造条件は、表2による。

同表(a)の手動、半自動装置の加熱温度および標準加熱時間は目安値であり、鉄筋こぶの圧縮加工が可能な温度となるように定める。

同表(b)の自動装置の加熱時間は、所定の加圧力、酸素流量、ガス流量の下で、目標プレス量に達するまでの標準時間である。

同表(c)の高周波誘導加熱方式の加熱時間は、所定の電源出力、コイル内径、コイル長さの下で、目標プレス量に達するまでの標準時間である。

表2 DBヘッドの標準製造条件

(a) 手動、半自動装置

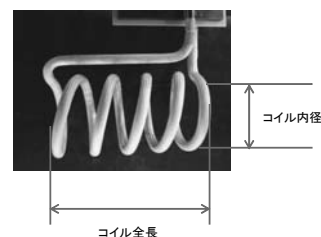
呼び名	加圧力 (MPa)	加熱温度 (℃)	標準加熱時間 (秒)
D16	30~ 50	700~ 1050	50
D19			
D22			
D25			
D29			
D32			
D35			
D38	90~	230	
D41	40~60	1050	250

(b) 自動装置

呼び名	加圧力 (MPa)	プレス量(mm)		酸素流量 (L/min)	ガス流量 (L/min)	標準加熱時間(sec)	
		背面こぶ	内面こぶ			背面こぶ	内面こぶ
D16	30	15	11	45	28	20	12
D19	40	16	9	45	28	26	16
D22	50	11	10	45	28	40	29
D25	30	29	13	67.5	42	52	33
D29	30	26	13	67.5	42	60	44
D32	40	21	12	67.5	42	72	52
D35	45	23	14	79	49	96	66
D38	50	21	15	79	49	107	72
D41	55	25	15	79	49	115	79

(c) 高周波誘導加熱方式

呼び名	プレス量(mm)		電源出力 (kW)	コイル内径 (mm)	コイル長 (mm)	標準加熱時間 (sec)
	背面こぶ	内面こぶ				
D16	15	5.5	30	39	65	16
D19	17.5	7.0			80	25
D22	16.5	12.5			42	33
D25	18	11.5		43	85	42
D29	23	16.5				58
D32	27	10		48	100	70
D35	23	15				70
D38	28	13		55	135	170
D41	28	14				250



5.3 DBヘッドの各部寸法

DBヘッド各部の標準寸法および許容寸法は、表3による。また、背面側こぶ形成前の突出長さLdの標準寸法は表4の値とし、その許容寸法は0~5mmを目安とする。

表3 DBヘッド各部の標準寸法および許容寸法

(寸法単位：mm)

呼び名	背面側こぶ				内面側こぶ				許容偏心率 e	許容傾き量 c
	突出長さ L _o		直径 φ _{w1}		膨らみ長さ L _s		直径 φ _{w2}			
	A	B	A	B	A	B	A	B		
D16	10	0 ~7	24	0 ~10	11	0 ~13	19	0 ~10	2	1.0
D19	11		29		13		23			
D22	13		33		15		26			
D25	15		38		18		30		3	1.5
D29	17		44		35		35			
D32	19		48		38		38			
D35	21		53		20		42		4	2.0
D38	23		57				46			
D41	25		62				49			

(注) A：標準寸法、B：許容寸法

表4 背面側こぶ形成前の突出長さLdの標準寸法

(単位：mm)

D16	D19	D22	D25	D29	D32	D35	D38	D41
21	25	29	33	38	42	46	49	53

【解説】

(1) DBリング各部の標準寸法

(a) 外径φ_oおよび厚さt_d

表1のDBリングの外径φ_oは鉄筋直径dbの2.5倍程度であり、厚さt_dは鉄筋直径dbの0.6倍程度である(図6参照)。

「説明資料」開発当初実験編1章のDBヘッド単体試験に供したDBリングについて、外径φ_oおよび厚さt_dの標準寸法と実測値の差(Δφ_o, Δt_d)を図7に示す。これらの値を基に、開発当初、DBリングの外径φ_oおよび厚さt_dの許容寸法を定めた。実測値を求めた1種類当たりの試験片数は、共英製鋼(株)製鉄筋(D25)用9個、他の鉄筋用3個である。

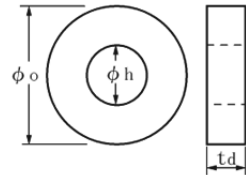
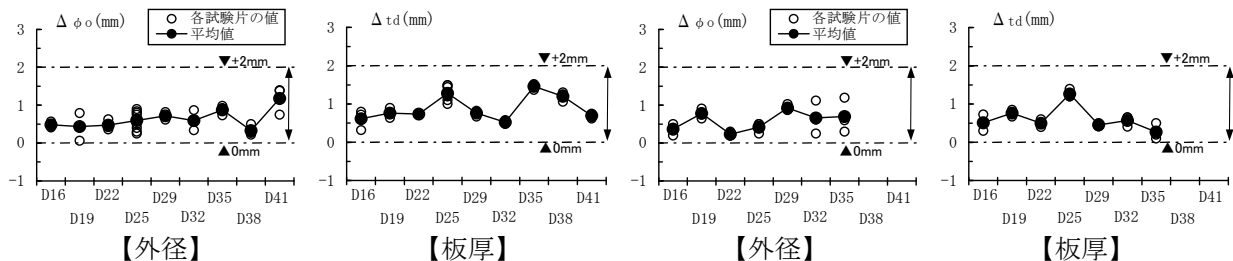


図6 DBリング各部寸法



(a) 共英製鋼(株)製鉄筋の場合(シリーズ1) (b) トピー工業(株)製鉄筋の場合(シリーズ2)

図7 外径φ_oおよび厚さt_dの標準寸法と実測値の差

(b) 孔径 ϕh

孔径の標準寸法 $(\phi h)_s$ および開発当初の許容寸法は、各呼び名ともに、「説明資料」開発当初実験編1章のDBヘッド単体試験に供した共英製鋼(株)製およびトピー工業(株)製鉄筋の最外径の実測値を基に、下記の条件①、②を満足するように設定されている。

- ① 孔径の製造誤差 $\Delta \phi h$ が許容寸法以内であること。
- ② DBリングと鉄筋リブとの隙間 $\Delta D1$ が0以上であること。

孔径の製造誤差 $\Delta \phi h$ および DBリングと鉄筋リブとの隙間 $\Delta D1$ は、下式で定義した(図8参照)。

$$\Delta \phi h = (\phi h)_s - (\phi h)_m$$

$$\Delta D1 = (\phi h)_s - (D1)_m$$

ここに、 $(\phi h)_s$: DBリング孔径の標準寸法

$(\phi h)_m$: DBリング孔径の実測値

$(D1)_m$: 鉄筋のリブ外径 $D1$ の実測値

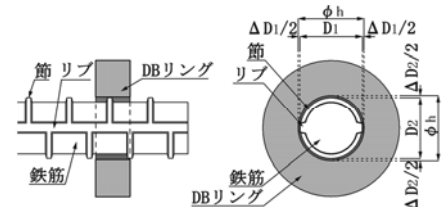
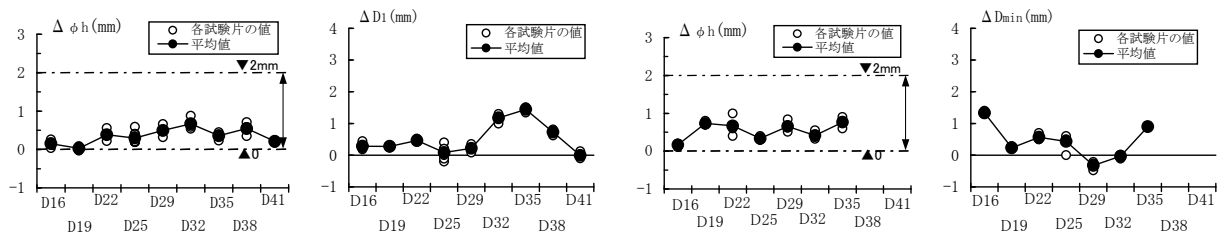


図8 DBリング孔に関する記号

なお、鉄筋の節外径 $D2$ の実測値が得られている場合、下式の最小隙間 $\Delta Dmin$ を求めた。

$$\Delta Dmin = \min(\Delta D1, \Delta D2), \quad \Delta D2 = (\phi h)_s - (D2)_m$$

図9に、共英製鋼(株)製およびトピー工業(株)製鉄筋を用いたDBヘッド単体試験に供した試験片の孔径の製造誤差およびDBリングと鉄筋リブとの隙間の実測値を示す。試験片数は、図7の場合と同じである。同図によると、両社製鉄筋を用いた試験片は、各呼び名とも、概ね、 $0 < \Delta \phi h < 2\text{mm}$ および $\Delta D1 > 0$ または $\Delta Dmin \geq 0$ の条件を満足する。



【孔径の製造誤差】 【DBリングとの隙間】 【孔径の製造誤差】 【DBリングとの隙間】
 (a) 共英製鋼(株)製鉄筋の場合(シリーズ1) (b) トピー工業(株)製鉄筋の場合(シリーズ2)

図9 孔径の製造誤差およびDBリングと鉄筋リブとの隙間の実測値(確認試験)

(c) SABTEC 評価 11-03 (2011年10月12日)以降の変更点

(参考資料4(1))に示すように、共英製鋼(株)製およびトピー工業(株)製以外の鉄筋メーカー8社の異形鉄筋を用い、5.2「DBヘッドの製造条件」によってDBヘッドを製造し、それらの試験片(合計171本)について確認試験を行った。

これらの試験結果を基に、(参考資料4(2))鉄筋メーカー14社の異形鉄筋を用いDBヘッドの製造実績を得た。その結果、同鉄筋メーカー14社の異形鉄筋についても、DBリング各部の標準寸法および許容寸法を表1の値とすれば、表2の標準製造条件によって製造したDBヘッドは、概ね、表3のDBヘッド各部の標準寸法および許容寸法を満足した。

SABTEC 評価 11-03 (2011年10月12日)の取得に際し、表1中、D29の孔径の標準寸法は、D22~D32と同様、呼び名の値+2mmとなるように、開発当初の値(30mm)を31mmに変更した。

また、D35の場合、鉄筋メーカーによっては最外径がやや大きい場合があるので、その場合に対処できるように、孔径 ϕh が39.5mmのDBリングを追加した。

ただし、DB リング孔と異形鉄筋の隙間が小さ目になる場合、異形鉄筋先端部に DB リングを挿入できるように、DB リング孔の周囲を機械加工で拡径して対処することとした。

(2) DB ヘッド製造条件

(a) 手動、半自動装置

「説明資料」開発当初実験編 1 章に示した開発当初の DB ヘッド単体試験に供した手動装置による DB ヘッドの製造条件と実測値の関係を図 10 に示す。

DB ヘッドは、鉄筋同士の接合ではなく、「ガス圧接継手工事仕様書」※に示された還元炎ではなく、バックファイア防止のために、中性炎で行うことを基本とし、加熱および加圧によって 1 本の鉄筋の端部に膨らみ(鉄筋こぶ)を形成させている。この点がガス圧接継手と基本的に異なる。

SABTEC 評価 11-03(2011 年 10 月 12 日)の取得に際し、それまでの製造実績を基に、手動、半自動装置による DB ヘッドの製造条件を従来と同様に表 2(a)のように定めた。

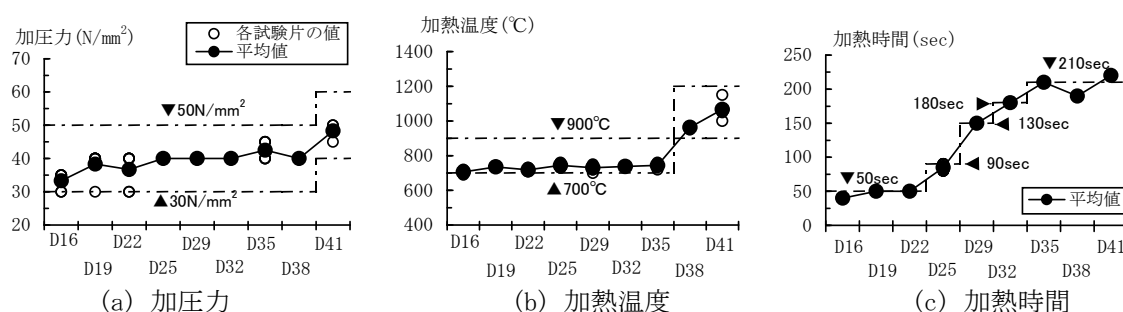


図 10 DB ヘッドの製造条件と実測値の関係

※ 社団法人日本鉄筋継手協会：鉄筋継手工事標準仕様書 ガス圧接継手工事（2009）、
「ガス圧接継手仕様書」と略記する。

(b) 自動装置および高周波誘導加熱方式

SABTEC 評価 11-03R1(2012 年 9 月 20 日)の取得に際し、SD490 の適用範囲追加確認試験を基に、自動装置および高周波誘導加熱方式の製造条件を定めた。自動装置の表 2(b)では、所定の加圧力、酸素流量、ガス流量の下で、目標プレス量に達するまでの標準加熱時間を定め、高周波誘導加熱方式の表 2(c)では、所定の電源出力、コイル内径、コイル長さの下で、目標プレス量に達するまでの標準加熱時間を定めた。

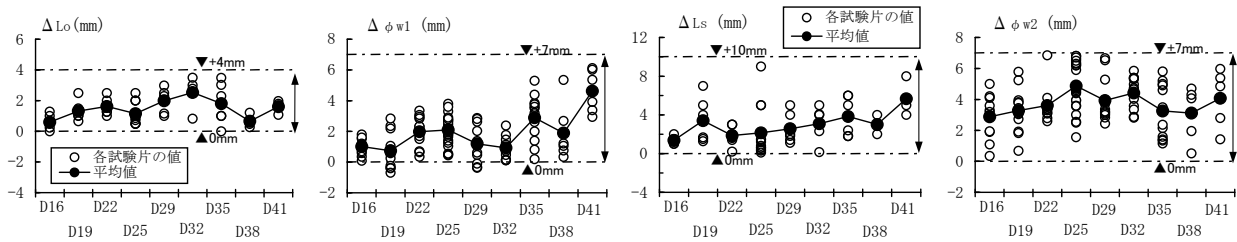
(3) DB ヘッド各部の標準寸法

(a) Ld, Lo, φ w1, Ls, φ w2

表 3 の DB ヘッド各部の標準寸法は、鉄筋母材の規格引張強さ以上の強度を有する DB ヘッドを製造することを基本として定められている。Ld, Lo, φ w1, Ls, φ w2 の定義は、図 1 による。

背面側こぶの直径 φ w1 は鉄筋直径 db の 1.5 倍程度である。これらの値は「ガス圧接継手仕様書」※4.5.2 項による圧接部の膨らみ直径 D の規定を満足する。背面側こぶの突出長さ Lo は鉄筋直径 db の 0.6 倍程度であるので、同仕様書 4.5.2 項による圧接部の膨らみ長さ l の概ね(1/2)倍である。また、鉄筋こぶ形成前の当初の突出長さ Ld の標準寸法は鉄筋直径 db の 1.3 倍程度である。

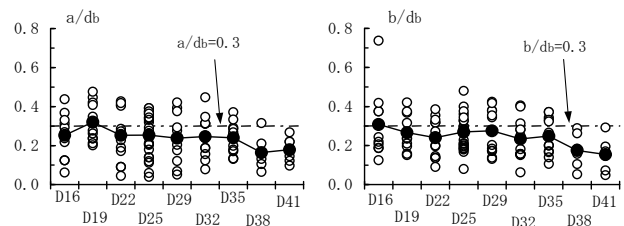
図 11 に、各標準寸法と「説明資料」開発当初実験編 1 章に示した開発当初の DB ヘッド単体試験に供した DB ヘッドの標準地と実測値の差(ΔLo, Δφ w1, ΔLs, Δφ w2)を示す。



【突出長さ ΔL_o 】 【直径 $\Delta \phi w_1$ 】 【膨らみ長 ΔL_s 】 【直径 $\Delta \phi w_2$ 】
 (a) 背面側鉄筋こぶの実測値と標準寸法の差 (b) 内面側鉄筋こぶの実測値と標準寸法の差
 図 11 DBヘッド各部の標準寸法と実測値の差 (ΔL_o , $\Delta \phi w_1$, ΔL_s , $\Delta \phi w_2$)

(b) 鉄筋こぶ頂部の位置 a, b

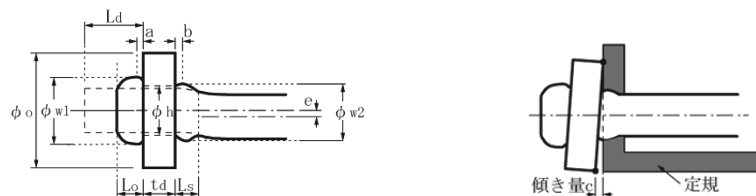
鉄筋こぶ頂部の位置 a/db , b/db の測定値を図 12 に示す。これによると、 a/db および b/db ともに、呼び名が大きくなると小さくなる傾向があるが、 a および b は、概ね、 $0.3 db$ を上限にしてばらついている。



【背面側鉄筋こぶ】 【内面側鉄筋こぶ】
 図 12 鉄筋こぶ頂部位置 a/db , b/db の測定値

(c) 偏心量 e および傾き量 c

「説明資料」開発当初実験編 1 章の DB ヘッド単体試験に供した DB ヘッドにおける DB リングと鉄筋との偏心量 e を図 13 に示す。また、同 2 章のト形接合部実験と 4 章の小梁接合部実験に供した 66 本の梁主筋 (D25) 先端の DB ヘッドについて測定した DB リングの傾き量 c の頻度分布を図 14 に示す。これらの測定値は、DB ヘッド 1 個当たり 2 箇所での平均値である。これらの測定結果を基に、表 3 の許容偏心量 e および許容傾き量 c を定めた。



(偏心量 e) (傾き量 c)
 【DBヘッドの偏心量 e と傾き量 c 】

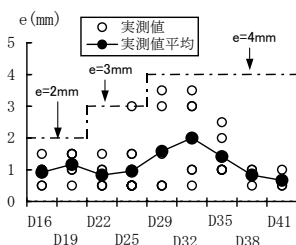


図 13 DB リングと鉄筋との偏心量 e の実測値と許容偏心量の関係

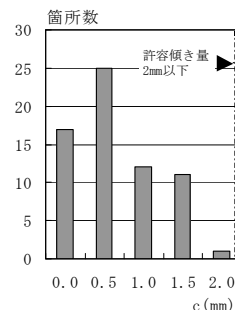


図 14 D25 用 DB リングの傾き量 c の頻度分布

(d) SABTEC 評価 11-03(2011 年 10 月 12 日)の変更点

DB ヘッド製造後の鉄筋こぶの形状寸法については、図 1 の L_0 と ϕw_1 を所定寸法とすることが最も重要である。一方、この点を満足するように、背面側こぶ製造前の突出長さ L_d を一定値にすることは難しい。

これらより、SABTEC 評価 11-03(2011 年 10 月 12 日)の取得に際し、背面側こぶ形成前の突出長さ L_d については、表 4 の標準寸法を示し、製造前の試作によって、その都度、背面側鉄筋こぶ形成前の突出長さ L_d を決定することとした。

また、鉄筋メーカーの違いや同メーカー製鉄筋でも、製造ロットによって変化する節形状寸法の違いに対処できるように、鉄筋こぶの形状寸法の許容寸法は、当初の値よりも 3 mm 大きくした。

5.4 材料受け入れ検査

(1) 異形鉄筋

- 1) 異形鉄筋のメーカー名、鋼種、呼び名、直径、長さ、本数が納品伝票と一致すること。
- 2) 品質に影響を及ぼす、曲がり・折れ・き裂・傷のないこと。
- 3) 鋼材検査証明書(ミルシート)の記載内容が JIS 規格を満足すること。

(2) DB リング

- 1) 適合鉄筋の呼び名、DB リングの材質、各部寸法および個数が納品伝票と一致すること。
- 2) 検査成績書の記載内容が本要領書で定める規定を満足すること。

受け入れ検査で、不合格となった異形鉄筋および DB リングは、それぞれ全数返品し、使用してはならない。

5.5 製品検査

(1) 検査項目

検査項目は、①外観検査および②各部寸法検査とする。

(2) 検査方法、検査数量および合否判定基準

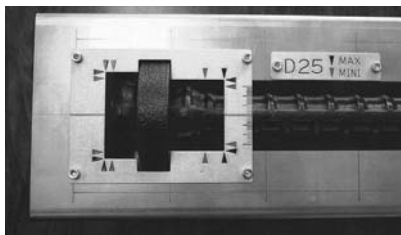
(a) 外観検査

- 1) 外観検査は鉄筋こぶの形状(膨らみ、たれなど)について行い、検査数量は全数とする。
- 2) 有害な欠陥がないものを合格品とし、不合格品は全数廃棄とする。

(b) 各部寸法検査

- 1) 手動、半自動装置による DB ヘッドの各部寸法検査は、写真 5(a)の DB ヘッド検査用テンプレートまたは適切な器具を用い、表 3 の L_0 , ϕw_1 , L_s , ϕw_2 , e , c について行う。
- 2) 自動装置、高周波誘導加熱方式による DB ヘッドの各部寸法検査は、写真 5(b)の DB ヘッドこぶゲージまたは適切な器具を用い、表 3 の L_0 , ϕw_1 , L_s , ϕw_2 について行う。
- 3) 各部寸法検査の試験片数は、鋼種および呼び名ごとに、同一製造担当者または同一作業班が製造する DB ヘッドの最初と最後の各 1 本、計 2 本とする。
- 4) 各部寸法検査の不合格品は全数廃棄とする。

背面こぶ突出長さ L_0 最小寸法の検査



(a) DB ヘッド検査用テンプレート

背面こぶ直径 ϕw_1 の検査



(b) DB ヘッドこぶゲージ

写真 5 DB ヘッド検査器具

【解説】

DB ヘッド各部寸法検査は、手動、半自動装置による DB ヘッドの場合、写真 5(a)の DB ヘッド検査用テンプレートを用いて行うことにした。この場合、偏心量 e と傾き量 c を含む表 3 の DB ヘッド各部寸法をすべて検査することができる。

自動装置、高周波誘導加熱方式の場合、5.2 節に示すように、DB ヘッド各部寸法を自動制御によって精度よく製造できるので、各部寸法検査は、写真 5(b)の DB ヘッドこぶゲージを用い、DB ヘッドの強度に直接関係する表 3 の L_0 , ϕw_1 , L_s , ϕw_2 について行うことにした。

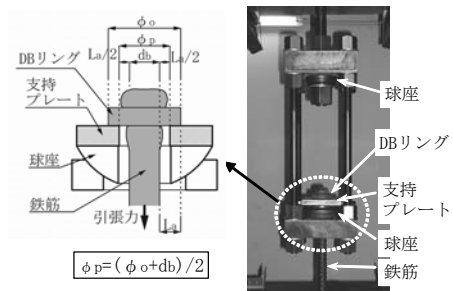
6章 DBヘッド強度試験

(1) 検査ロットの大きさおよび試験片数

検査ロットの大きさは、鋼種および呼び名ごとに、同一製造担当者または同一作業班が製造する DB ヘッドの標準本数とし、工事監理者との協議によって決定する。検査ロットごとの試験片数は3本とする。

DBヘッドの標準本数は、下記による。

- 1) 手動、半自動装置による標準本数は200本とする。
- 2) 自動装置、高周波誘導加熱方式による標準本数は、SD390 以下の場合 1000 本、SD490 の場合 500 本とする。



(単位: mm)

db	16	19	22	25	29	32	35	38	41
ϕ_o	40	45	55	60	70	80	85	95	100
ϕ_p	28	32	38	42	49	56	60	66	70

写真6 試験方法

(2) 試験方法

試験は、写真6の試験方法に準じて行う。

(3) 合否の判定基準

- 1) 母材破断かつ規格引張強度以上の場合合格とし、それ以外は不合格とする。
- 2) 母材破断は、DBリング内面位置から鉄筋直径 db の 1.0 倍以上離れた位置での破断とする。

(4) 不合格品の処置方法

- 1) 不合格品が発生した場合、不合格が生じたロットの製品は全数廃棄とする。
- 2) DBヘッド製造業者は、(株)ディビーエスに速やかに報告し、両者が協議した上、不具合の内容を確認、分析した後、製造条件の見直しなど、再発防止対策を講じる。

【解説】

DBヘッドの強度は、機械式鉄筋定着工法研究委員会「機械式鉄筋定着工法設計指針」の定着金物品質判定基準による試験方法に準じて確認することとした。また、「説明資料」開発当初実験編1.3節のマクロ試験結果より、鉄筋母材破断は、DBリング内面位置から鉄筋直径 db の 1.0 倍以上離れた位置での破断と定義した。さらに、(参考資料 4(2))に示すように、合計 3726 本の強度試験で、すべて鉄筋母材破断となることが確認できた。

SABTEC 評価 11-03R1(2012年9月20日)の取得に際し、SD490の適用範囲追加確認試験を基に、自動装置および高周波誘導加熱方式の製造条件を定めた(5.2節 参照)。自動装置および高周波誘導加熱方式によると、DBヘッドの品質は飛躍的に安定する。

また、平成21年4月から平成24年7月までに、(株)ディビーエス受託のDBヘッド強度試験に供した表5の試験片(計6232本)は、すべて鉄筋母材破断となった。仮に、6233本目がDBヘッド部で破断したとしても、DBヘッド部破断率は、 $1/6233=0.016\%$ であり、ガス圧接継手や溶接継手の破断率^{*1~*3}と比べて極めて小さい。

以上より、検査ロットの標準本数は、手動、半自動装置の場合、従来と同様 200 本とし、自動装置、高周波誘導加熱方式の場合、SD390 以下では 1000 本、SD490 では 500 本とした。試験片のサンプリング率は、手動、半自動装置の場合、 $3/200=1.5\%$ 、自動装置、高周波誘導加熱方式の場合、SD390 以下では $3/1000=0.3\%$ 、SD490 では $3/500=0.6\%$ である。

表5 (株)ディビーエス受託のDBヘッド強度試験片数の推移

鋼種	H21	H22	H23	H24	計
SD345	413	279	415	354	1,461
SD390	895	987	1,616	1,273	4,771
計	1,308	1,266	2,031	1,627	6,232

- ※1 田中礼治、大芳賀義喜：ガス圧接継手の抜取検査試験片の引張試験結果に関する調査研究—全国調査、日本建築学会構造系論文報告集、第393号、pp.46-53, 1988.11
- ※2 田中礼治、高橋利恵、大芳賀義喜、熊谷元行、小澤昌広：既存コンクリート系建築物における鉄筋のガス圧接継手の継手破断強度の分布性状に関する研究、日本建築学会構造系論文報告集、第527号、pp.133-137, 2000.1
- ※3 藤井孝晏、渡辺律夫：鉄筋溶接継手の引張耐力に関する実験、GBRC, No.120, pp.31-39, 2005.4

7章 報告

- 1) DBヘッド製造業者は、(様式1)DBヘッド検査成績表および(様式2)DBヘッド強度試験成績表を発注者に提出する。
- 2) DBヘッド製造業者は、検査および試験の結果を定期的に分析した上で、製造条件の妥当性を検証し、2.2節の定期監査の際、検証結果を(株)ディビーエスに報告する(様式4)。
- 3) (株)ディビーエスは、2.2節の製造管理者および製造担当者の資格更新の結果をDBヘッド製造業者に報告する。

8章 苦情処理

- 1) DBヘッド製造業者は、DBヘッドの製造に係わる苦情処理担当者を定める。
- 2) 苦情処理担当者は、苦情内容に応じ、担当部署と協議して適切に対応するとともに、苦情内容を苦情処理記録簿(様式3)に記録し、DBヘッド製造の改善に努める。
- 3) DBヘッド製造業者は、2.2節の定期監査の際、苦情処理記録簿を(株)ディビーエスに提出する。

9章 記録の保管

DBヘッド製造に係わる記録の保管期間は、表6による。

表6 DBヘッド製造に係わる記録の保管期間

記録保管者	記録内容	保管期間
(株)ディビーエス	DBリング製造業者およびDBヘッド製造業者の認定記録	それぞれ 10年間
	DBリング製造業者の定期監査記録	
	DBヘッド製造業者の定期監査記録	
	DBヘッド製造業者の資格更新記録	
	DBヘッド製造技術講習の記録	
	DBヘッド製造管理講習の記録	
	DBヘッド研究会の開催記録	
DBリング製造業者	材料受入れ検査記録	3年間
	DBリング製造記録	10年間
	検査・試験成績表	10年間
DBヘッド製造業者	材料受入れ検査記録	3年間
	DBヘッドの製造記録	10年間
	検査・試験成績表	10年間
	苦情処理記録簿	10年間

(様式 1)

発行年月日：20〇〇年〇月〇日
〇〇〇〇〇〇株式会社 印
〇〇県〇〇市〇〇
電話：〇〇〇〇
FAX：〇〇〇〇
製造管理者：〇〇〇〇

DBヘッド製品検査成績表(例)

発注者： 殿
工事名：

下表のDBヘッドは、DBヘッド標準製造要領書5.5節「製品検査判定基準」に合格したことを証明します。

DB 製造 装置 機種	鉄筋				DB ヘッド 製造 本数	受入検査		製品検査結果		
	メーカー 名	鋼種	呼び 名	長さ (mm)		鉄筋	DB リング	検査 年月日 (ロットNo.)	外観 検査	寸法 検査
自動	共英製鋼(株)	SD390	D41	3,000	120	合格	合格	140825	合格	合格
自動	共英製鋼(株)	SD390	D38	4,000	80	合格	合格	140825	合格	合格
自動	共英製鋼(株)	SD390	D32	5,000	150	合格	合格	140825	合格	合格

- (注)1) 外観検査の検査数量は全数、寸法検査の試験片数は、同一製造担当者または同一作業班が製造したDBヘッドの最初と最後の各1本、計2本としました。
- 2) 寸法検査は、DBヘッド標準製造要領書・表3のLo, $\phi w1$, Ls, $\phi w2$ について、DBヘッドこぶゲージまたはスケールを用いて行いました。

(様式 2)

発行年月日：20〇〇年〇月〇日
 〇〇〇〇〇〇〇株式会社 印
 〇〇県〇〇市〇〇
 電話：〇〇〇〇
 FAX：〇〇〇〇
 製造管理者：〇〇〇〇

DBヘッド強度試験成績表(例)

発注者： 殿
 工事名：

下表のDBヘッドは、DBヘッド標準製造要領書6章「DBヘッド強度試験判定基準」に合格したことを証明します。

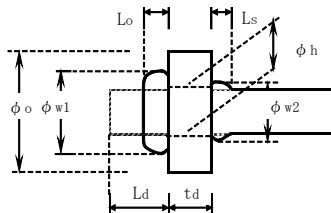
DB 製造 装置 機種	鉄筋				DB ヘッド 製造 本数	強度試験結果			
	メーカー 名	鋼種	呼び 名	長さ (mm)		試験 年月日 (ロットNo.)	引張強度 [N/mm ²]	破断 位置	判定
自動	共英製鋼(株)	SD390	D41	3,000	120	140825	627	母材	合格
自動	共英製鋼(株)	SD390	D38	4,000	80	140825	610	母材	合格
自動	共英製鋼(株)	SD390	D32	5,000	150	140825	597	母材	合格

- (注)1) DBヘッド強度試験判定基準：鉄筋母材破断、かつ、鉄筋母材の規格引張強さ以上の強度を有すること
 2) 鉄筋母材の規格引張強度：
 (SD295A) 440N/mm²以上、600N/mm²以下、(SD345) 490N/mm²以上、(SD390) 560N/mm²以上、(SD490) 620N/mm²以上
 3) 上表中の引張強度は、DBヘッド試験片3本の最小値を示す。

【DBヘッド強度試験に供した試験片鉄筋こぶの寸法測定結果】 (単位：mm)

鋼種	呼び名	L _o	φ w1	L _s	φ w2
SD390	D41	28.5	68.0	25.0	55.0
SD390	D38	26.5	63.8	24.0	52.0
SD390	D32	23.2	52.3	22.4	43.1

上表の鉄筋こぶ寸法測定値は、DBヘッド標準製造要領書・表3の値を満足します。



【DBヘッド各部寸法】

(様式 3)

苦情処理記録簿(例)(2014年度)

発行年月日：20〇〇年〇月〇日

〇〇〇〇〇〇株式会社 印

〇〇県〇〇市〇〇

電話：〇〇〇〇

FAX：〇〇〇〇

製造管理者：〇〇〇〇

苦情受付 年月日	苦情先			苦情 種別	苦情内容	対応			今後の 対策
	会社名	部署	担当者			年月日	担当者	内容	
H26.9.1	(株)〇〇建設	〇〇工事事務所	〇〇	B	SD345, D25鉄筋本数の不足	H26.9.5	〇〇	不足本数の納品	発注書確認の励行

(注) 苦情種別「A」：DBヘッド品質に係わる苦情、「B」：DBヘッド品質に係わらない苦情

(様式 4)

DBヘッド製造総括報告書(例) (2014年度)

株式会社 ディービーエス殿

発行年月日：20〇〇年〇月〇日
 〇〇〇〇〇〇株式会社 印
 〇〇県〇〇市〇〇
 電話：〇〇〇〇
 FAX：〇〇〇〇
 製造管理者：〇〇〇〇

- 2014年度(2014.4.1～2015.3.31)の弊社製造DBヘッドの集計結果は、下表のとおりです。
- 2014年度(2014.4.1～2015.3.31)の弊社製造DBヘッドの製品検査成績表および強度試験成績表を別添資料に示します。
- 2014年度(2014.4.1～2015.3.31)の弊社製造DBヘッドに係わる苦情処理記録簿を別添資料に示します。別添資料に示しますように、弊社製造DBヘッドの品質に係わる苦情はございません。

年月	DB製造 装置機種	SD295A			SD345			SD390			SD490		
		呼び名	本数	ロット 数	呼び名	本数	ロット 数	呼び名	本数	ロット 数	呼び名	本数	ロット 数
2014年4月													
2014年5月													
2014年6月													
2014年7月													
2014年8月	自動	D16	800	2	D22	300	1	D29	800	2	D35	300	2
					D25	700	2	D32	1200	3	D41	500	3
2014年9月	自動	D16	1200	3	D25	600	2	D38	700	2	D38	400	2
								D41	500	2	D41	300	2
2014年10月													
2014年11月													
2014年12月													
2015年1月													
2015年2月													
2015年3月													
集計結果		SD295A			SD345			SD390			SD490		
		D16	2000	5	—	0	0	—	0	0	—	0	0
		D19	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0
		D22	0	0	—	300	1	—	0	0	—	0	0
		D25	0	0	—	1300	4	—	0	0	—	0	0
		D29	0	0	—	0	0	—	800	2	—	0	0
		D32	0	0	—	0	0	—	1200	3	—	0	0
		D35	0	0	—	0	0	—	0	0	—	300	2
		D38	0	0	—	0	0	—	700	2	—	400	2
		D41	0	0	—	0	0	—	500	2	—	800	5

(参考資料1) DB ヘッド研究会委員名簿およびDB ヘッド技術講習会開催一覧

DB ヘッド研究会の委員名簿

委員長	山本 俊輔	株式会社ディビーエス	代表取締役社長
副委員長	山本 吉伸	株式会社ディビーエス	管理部長
構造委員	角 徹三	豊橋技術科学大学	名誉教授
構造委員	中神 崇行	株式会社中神設計事務所	代表取締役
構造委員	佐藤 浩一	株式会社ディビーエス	管理課長
技術委員	青木 尚夫	有限会社アオキテック技術事務所	代表取締役
技術委員	澤井 巖	澤井技術事務所	所長
技術委員	松橋 章弘	株式会社ディビーエス	CP課長
技術委員	神谷 浩二	東京ガスケミカル株式会社	新規事業部 GM
技術委員	嘉藤 裕一	株式会社嘉藤工業所	代表取締役
技術委員	郷間 真良	西部スチール株式会社	DBヘッド事業部長
顧問	山本 俊三	株式会社ディビーエス	相談役
一般会員	(参考資料2) の認定業者一覧による		

(注) 構造委員は建築構造関係の委員、技術委員はDBヘッド製造技術関係の委員を示す。

DB ヘッド技術講習会一覧

	開催日	開催会場	新規	受講者数	講師スタッフ
1	H19. 4. 3, H19. 4. 4	豊橋サイエンスコア 視聴覚教室、(株)ディビーエス	○	11	角 徹三 他8名
2	H19. 6. 22	豊橋サイエンスコア 視聴覚教室、(株)ディビーエス	○	14	角 徹三 他8名
3	H19. 9. 1, H19. 9. 2	(株) 東圧	○	8	澤井 巖 他4名
4	H19. 10. 27, H19. 10. 28	(有) 第一圧接工業	○	8	青木尚夫 他4名
5	H19. 12. 16	(株) ディビーエス	○	9	澤井 巖 他4名
6	H20. 1. 27	(株) ディビーエス	○	10	青木尚夫 他6名
7	H20. 3. 9	西部スチール (株)	○	17	山本吉伸 他3名
8	H20. 4. 13	西部スチール (株)	○	14	山本俊輔 他3名
9	H20. 5. 18	(有) 第一圧接工業	○	18	山本俊輔 他4名
10	H20. 6. 1	(株) 川崎組	○	16	山本俊輔 他4名
11	H20. 6. 8	北陸ガス圧接 (株)	○	13	山本俊輔 他4名
12	H20. 7. 27	北見地区職業訓練センター	○	12	山本俊輔 他5名
13	H20. 8. 2	(株) ディビーエス	○	5	山本俊輔 他4名
14	H20. 8. 30, H20. 8. 31	山田地区センター、(有) 東京ガス圧接秋田店	○	26	山本俊輔 他5名
15	H20. 9. 28	(株) ディビーエス	○	6	山本俊三 他5名
16	H20. 11. 16	(株) スチール・ワン	○	7	山本俊輔 他4名
17	H20. 11. 23	(株) 西圧	○	13	山本俊輔 他5名
18	H20. 12. 14	(株) ディビーエス	○	12	山本俊三 他5名
19	H21. 3. 1	(有) 沖縄ガス圧接	○	8	山本俊輔 他3名
20	H21. 4. 5	(株) ディビーエス	○	9	山本俊輔 他6名
21	H21. 4. 12	(株) 九州高野	○	9	山本俊輔 他4名
22	H21. 4. 18	(株) ディビーエス	○	8	山本俊輔 他5名
23	H21. 5. 2	(株) ディビーエス	○	3	山本俊輔 他6名
24	H21. 6. 1	(株) 又野鋼業	○	11	山本俊輔 他4名
25	H21. 6. 28	(株) ディビーエス	○	14	山本俊輔 他6名
26	H21. 8. 8	(株) ディビーエス	○	2	山本俊輔 他5名
27	H22. 2. 25, H22. 2. 26	(株) 嘉藤工業所	○	3	山本俊輔 他4名
28	H22. 4. 17	(株) ディビーエス	○	7	山本俊輔 他5名
29	H22. 6. 6	(株) サンエーテック	○	13	山本俊輔 他4名
30	H22. 6. 16	(株) ディビーエス	○	2	山本俊輔 他5名

	開催日	開催会場	新規	受 講 者 数	講師スタッフ
31	H22. 7. 5	(株) ディビーエス	○	7	山本俊輔 他5名
32	H22. 10. 1	(株) ディビーエス	○	4	山本俊輔 他5名
33	H22. 11. 7	(株) ディビーエス	○	7	山本俊輔 他5名
34	H23. 1. 8	(株) ディビーエス	○	2	山本俊輔 他5名
35	H23. 1. 23	(株) ディビーエス	○	13	山本俊輔 他5名
36	H23. 3. 6	(株) ディビーエス	○	7	山本俊輔 他5名
37	H23. 4. 24	(株) ディビーエス	○	5	山本俊輔 他5名
38	H23. 5. 27	北豊鋼材(株)	○	5	山本俊輔 他2名
39	H23. 6. 18	(株) ディビーエス	○	4	山本俊輔 他5名
40	H23. 8. 7	北豊鋼材(株)	○	18	山本俊輔 他3名
41	H23. 10. 2	(株) ディビーエス	○	7	山本俊輔 他3名
42	H23. 10. 30	(有) ゴンダ	○	13	山本俊輔 他3名
43	H23. 12. 3	(株) ディビーエス	○	3	山本俊輔 他3名
44	H23. 12. 6, H23. 12. 7	(株) ディビーエス	○	4	山本俊輔 他3名
45	H24. 2. 11	(株) ディビーエス	○	7	山本俊輔 他3名
46	H24. 3. 25	(株) みつひら産業	○	10	山本俊輔 他2名
47	H24. 6. 3	ありがとうお催事館、(株) ディビーエス	○	12	山本俊輔 他3名
48	H24. 6. 25	(株) ディビーエス	○	2	山本俊輔 他2名
49	H24. 7. 7	(株) ディビーエス	○	3	山本俊輔 他2名
50	H24. 8. 23, H24. 9. 4	北越メタル(株)、(株) 北武	○	10	山本俊輔 他3名
51	H24. 9. 16	(株) ディビーエス	○	7	山本俊輔 他4名
52	H24. 12. 9	(株) ディビーエス	○	2	山本俊輔 他3名
53	H25. 1. 31	(株) サンエーテック	○	7	山本俊輔 他1名
54	H25. 2. 1, H25. 2. 2	(株) ディビーエス	○	2	山本俊輔 他3名
55	H25. 2. 15, H25. 2. 16	(株) 永伸	○	7	山本俊輔 他3名
56	H25. 2. 28	大谷製鉄(株)	○	6	山本俊輔 他1名
57	H25. 3. 17, H25. 3. 18	(株) ディビーエス	○	10	山本俊輔 他3名
58	H25. 4. 17	(株) ディビーエス	○	4	山本俊輔 他3名
59	H25. 5. 19	(株) 藤元工業	—	7	山本俊輔 他2名
60	H25. 6. 1, H25. 6. 2	(株) ディビーエス	○	7	山本俊輔 他3名
61	H25. 6. 8	(株) 永伸	○	2	山本俊輔 他1名
62	H25. 9. 1	栄進工業(株)	○	6	山本俊輔 他2名
63	H25. 10. 3	(株) ディビーエス	○	3	山本俊輔 他3名
64	H25. 11. 24	(株) 九栄産業	—	10	山本俊輔 他2名
65	H25. 12. 15	(株) ディビーエス	○	8	山本俊輔 他3名
66	H26. 1. 10	(株) ディビーエス	○	3	山本俊輔 他2名
67	H26. 2. 13, H26. 2. 14	(株) モリタビルド	○	5	山本俊輔 他1名
68	H26. 3. 13	大谷製鉄(株)	○	5	山本俊輔 他1名
69	H26. 3. 20, H26. 3. 21	武田建設(株)	○	3	山本俊輔 他1名
70	H26. 4. 13	(株) ディビーエス	○	7	山本俊輔 他3名
71	H26. 4. 18	(株) 橋本組	○	5	山本俊輔 他1名
72	H26. 5. 25	平子鉄筋(株)	○	12	山本俊輔 他2名
73	H26. 6. 29	(株) 北武	○	26	山本俊輔 他2名
74	H26. 8. 24	(株) 佐々木工務店	—	6	山本俊輔 他2名
75	H26. 8. 31	(株) ディビーエス	○	15	山本俊輔 他3名
76	H27. 4. 5	(株) ディビーエス	○	8	山本俊輔 他4名
77	H27. 5. 8	(株) ディビーエス	○	6	山本俊輔 他2名
78	H27. 6. 2	北越興業(株)	○	3	山本俊輔 他1名
79	H27. 9. 3	飛田鉄筋工業(株)	○	4	山本俊輔 他2名

(参考資料2) DB リング製造業者およびDB ヘッド製造業者一覧

DB リング製造業者一覧

No.	業者名	製造装置の有無	製造管理者の有無	製造要領書の有無	認定日
1	カネサガ鋳造株式会社	○	○	○	H18.6.20
2	株式会社菅沼	○	○	○	H20.4.18
3	浜北工業株式会社	○	○	○	H20.3.22
4	大韓特殊金属株式会社	○	○	○	H25.5.1

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
DBHC07-01	有限会社槽谷工業所	○			愛知県	H19.4.4	H26.10.3
DBHC07-02	松栄工業株式会社	○			東京都	H19.4.4	H23.4.24
DBHC07-03	西部スチール株式会社			○	埼玉県	H19.4.4	H26.6.29
DBHC07-05	株式会社嘉藤工業所	○			愛知県	H19.4.4	H26.8.31
DBHC07-06	株式会社藤元工業	○			徳島県	H19.4.4	H25.5.19
DBHC07-07	株式会社東庄	○			北海道	H19.6.22	H27.9.7
DBHC07-08	有限会社永久圧接工業	○			愛媛県	H19.6.22	H25.5.19
DBHC07-09	北陸ガス圧接株式会社	○			石川県	H19.6.22	H27.9.16
DBHC07-10	株式会社中央ガス圧接	○			北海道	H19.9.2	H27.8.25
DBHC08-01	株式会社長木鉄筋	○			大阪府	H20.1.27	
DBHC08-02	株式会社関西圧接	○			大阪府	H20.1.27	H27.9.12
DBHC08-03	大津鉄工株式会社	○			愛知県	H20.1.27	H27.4.28
DBHC08-04	株式会社阿部鋼業	○		○	神奈川県	H20.3.9	H26.6.29
DBHC08-05	有限会社大東圧接	○			東京都	H20.3.9	H26.6.29
DBHC08-06	有限会社東京ガス圧接秋田店	○			秋田県	H20.3.9	H27.8.24
DBHC08-08	株式会社甲斐ガス圧接	○			東京都	H20.4.13	H26.6.29
DBHC08-14	株式会社又野鋼業	○			大阪府	H20.6.1	H27.9.1
DBHC08-16	株式会社石橋鉄筋	○			大阪府	H20.6.1	
DBHC08-18	近畿圧接株式会社	○			大阪府	H20.6.1	H27.9.12
DBHC08-22	新東圧接株式会社	○			大阪府	H20.6.1	H27.9.11
DBHC08-23	太陽圧接株式会社	○			大阪府	H20.6.2	H27.9.12
DBHC08-24	株式会社ケイ工業(旧(株)九栄産業)			○	鹿児島県	H20.6.1	H25.11.24
DBHC08-26	株式会社サンエーテック			○	宮城県	H20.8.8	H25.1.31
DBHC08-31	株式会社スチール・ワン			○	神奈川県	H20.11.16	H26.6.29
DBHC08-32	株式会社北武			○	埼玉県	H20.11.16	H26.6.29
DBHC08-33	株式会社西庄	○			福岡県	H20.11.23	H25.11.24
DBHC08-36	有限会社田川圧接工業	○			福岡県	H20.5.18	H27.9.2
DBHC08-38	有限会社日本コネクト	○			熊本県	H20.5.18	H26.8.24
DBHC08-39	有限会社別府金物店	○			宮崎県	H20.5.18	H26.8.24
DBHC08-40	株式会社佐々木工務店	○			鹿児島県	H20.5.18	H26.8.24
DBHC08-41	株式会社九州ワーク	○			鹿児島県	H20.6.1	H25.11.24
DBHC08-42	有限会社第一ガス圧接工業	○			新潟県	H20.6.8	H26.1.10
DBHC08-43	有限会社S.Kプラン	○			新潟県	H20.6.8	H27.9.17
DBHC08-48	有限会社オフィスジェイ	○			宮城県	H20.8.31	H27.9.7
DBHC08-49	武光技建	○			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	H27.8.21
DBHC08-52	株式会社吉田継手	○			東京都	H20.12.14	H26.6.29
DBHC09-01	有限会社沖縄ガス圧接	○		○	沖縄県	H21.3.1	H27.9.12
DBHC09-04	中日ガス圧接株式会社	○			愛知県	H21.4.5	H27.8.26
DBHC09-06	三和機工株式会社			○	愛知県	H21.4.5	H27.4.30
DBHC09-07	株式会社九州高野	○			福岡県	H21.4.12	H27.8.24
DBHC09-08	東海ガス圧接株式会社	○			静岡県	H21.4.18	H26.8.31
DBHC09-09	羽柴鋼業株式会社			○	岐阜県	H21.4.18	H24.7.7
DBHC09-10	有限会社鎌田鉄筋工業	○			和歌山県	H21.4.18	H27.7.29
DBHC09-11	有限会社土方商事	○			埼玉県	H21.6.28	H26.6.29

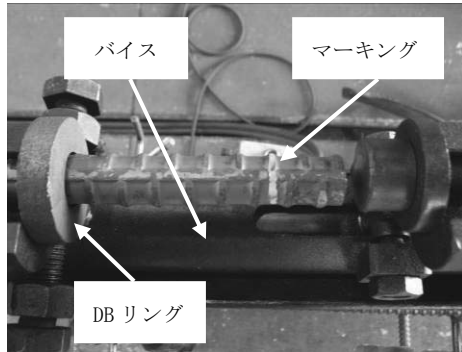
認定番号	認定業者	手動機	半自動機	自動機	地区	認定日	資格更新日
DBHC09-12	有限会社小池工業	○			愛知県	H21.8.8	H27.8.21
DBHC10-02	中野工業株式会社	○			大阪府	H22.4.17	H27.9.14
DBHC10-03	株式会社橋本組			○	大阪府	H22.4.17	H26.4.18
DBHC10-04	有限会社玉巻工業所	○			大阪府	H22.6.16	H27.9.11
DBHC10-05	株式会社浅田鉄筋	○			大阪府	H22.6.16	H27.9.11
DBHC10-06	株式会社扶桑工業	○			静岡県	H22.7.5	H27.9.15
DBHC10-07	株式会社フクアツ	○			福岡県	H22.7.5	H25.6.2
DBHC10-08	大野ガス圧接株式会社	○			福岡県	H22.7.5	H27.8.21
DBHC10-09	株式会社TGP	○			宮城県	H22.6.6	H27.9.16
DBHC10-10	株式会社ウェルテクノ	○			群馬県	H22.10.1	
DBHC11-01	株式会社大隅工業	○			福岡県	H23.1.8	
DBHC11-03	有限会社サンアイ工業	○			神奈川県	H23.1.23	
DBHC11-04	有限会社永進圧接工業	○			神奈川県	H23.1.23	
DBHC11-05	有限会社中国ガス圧接	○			広島県	H23.1.23	
DBHC11-06	有限会社三河工業	○			東京都	H23.3.6	
DBHC11-09	北豊鋼材株式会社			○	北海道	H23.5.27	
DBHC11-10	株式会社林圧接	○			岡山県	H23.6.18	
DBHC11-11	有限会社来伸ガス	○			北海道	H23.8.7	
DBHC11-12	株式会社アツケン工業	○			北海道	H23.8.7	
DBHC11-13	有限会社大島ガス圧接	○			北海道	H23.8.7	
DBHC11-14	有限会社SPH山田	○			北海道	H23.8.7	
DBHC11-15	有限会社ゴンダ			○	広島県	H23.8.28	
DBHC11-16	株式会社テッケン	○			岡山県	H23.10.2	
DBHC11-17	株式会社広島ガス圧接	○			広島県	H23.10.30	
DBHC11-18	株式会社田頭工業	○			大阪府	H23.12.3	
DBHC11-19	大谷製鉄株式会社			○	富山県	H23.12.7	
DBHC12-01	株式会社垂野工業	○			大阪府	H24.2.11	
DBHC12-02	株式会社みつひら産業	○	○		長崎県	H24.2.11	
DBHC12-03	株式会社松福	○			福岡県	H24.3.25	
DBHC12-05	有限会社サトーガス圧接	○			島根県	H24.6.3	
DBHC12-06	有限会社中越ガス圧接工業	○			富山県	H24.6.3	
DBHC12-07	株式会社スギウラ鉄筋	○			愛知県	H24.6.3	
DBHC12-08	株式会社YAMAATU	○			愛知県	H24.6.3	
DBHC12-09	北越メタル株式会社			○	新潟県	H24.7.7	
DBHC12-10	有限会社田塾ガス圧接	○			徳島県	H24.9.16	
DBHC12-11	ガス圧接杉村工業	○			愛知県	H24.12.9	
DBHC13-01	株式会社永伸			○	千葉県	H25.2.16	
DBHC13-02	株式会社旭都鉄筋工業所	○			北海道	H25.3.18	
DBHC13-03	株式会社モリタビルド	○		○	岡山県	H25.5.19	
DBHC13-04	有限会社恵美工業	○			佐賀県	H25.6.2	
DBHC13-05	栄進圧接工業株式会社	○			福岡県	H25.9.1	
DBHC13-06	株式会社日本ガス圧接	○			愛知県	H25.12.15	
DBHC14-01	武田建設株式会社			○	香川県	H26.3.21	
DBHC14-02	有限会社テライ工業	○			高知県	H26.4.13	
DBHC14-04	株式会社和興	○			千葉県	H26.5.25	
DBHC14-05	飛田鉄筋工業株式会社	○			埼玉県	H26.5.25	
DBHC14-06	大成ガス圧接株式会社沼津支店	○			静岡県	H26.8.31	
DBHC15-01	株式会社トーアツ中部	○			静岡県	H27.4.5	

(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。

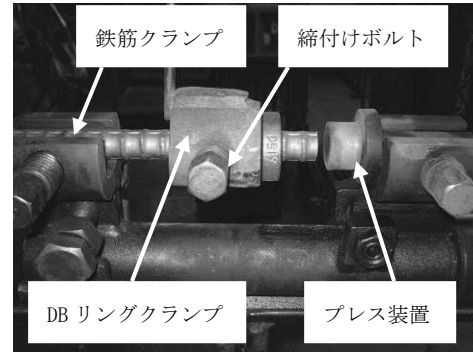
(参考資料 3) DB ヘッドの製造手順

(1) 手動装置の製造手順

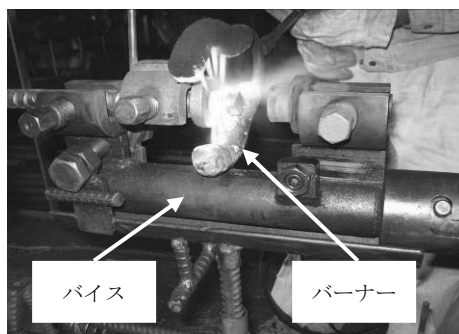
※ バイス：鉄筋保持治具



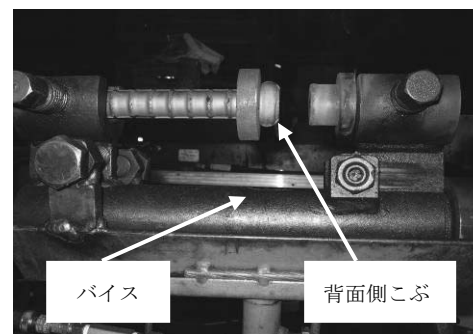
① 突出長さのマーキング、DB リングの挿入
所定バイス（鉄筋保持治具）に鉄筋
をセット



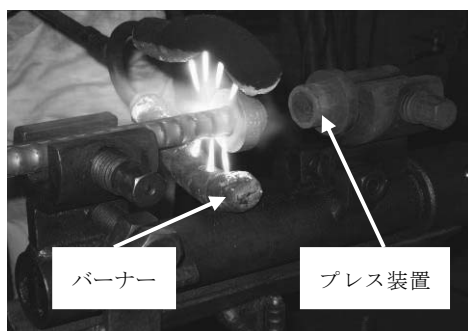
② DB リングクランプを鉄筋にセット
DB リングを装着



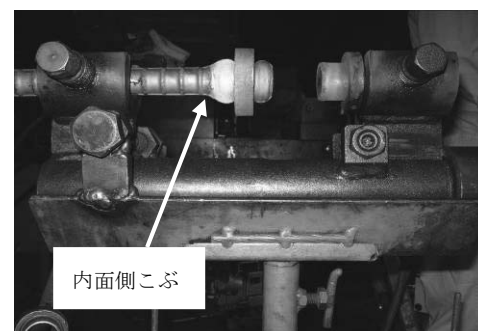
③ 鉄筋突出部をバーナーで所定温度
まで加熱しプレス装置で加圧



④ 背面側こぶ製作完了
DB リングクランプの撤去

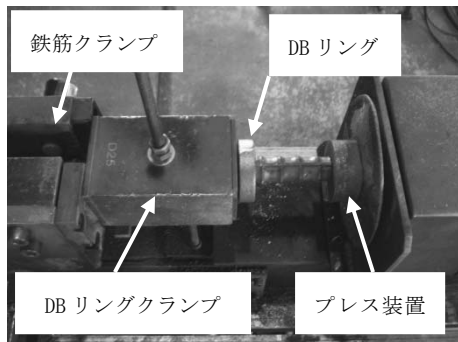


⑤ 内面側鉄筋部をバーナーで所定温度
まで加熱しプレス装置で加圧

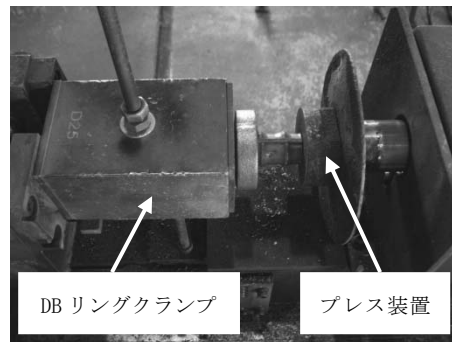


⑥ 内面側こぶ製作完了

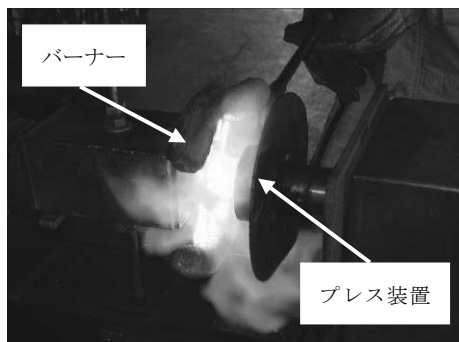
(2) 半自動装置の製造手順



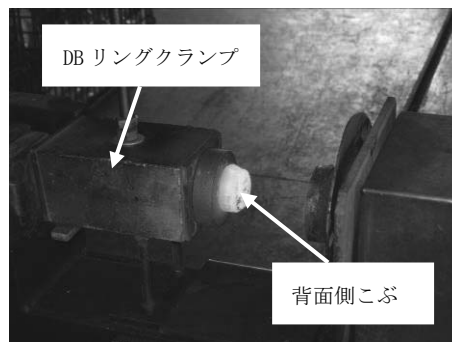
①鉄筋のセット、リングの挿入
DB リングクランプをセット



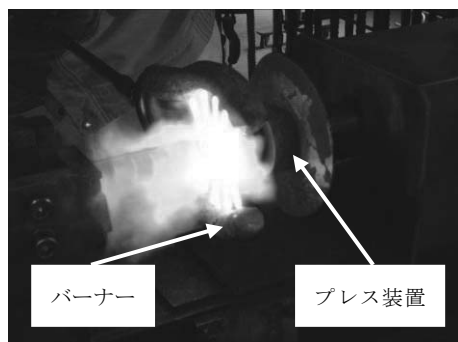
②プレス部前進、突出長さ自動設定
鉄筋の固定・DB リングの装着



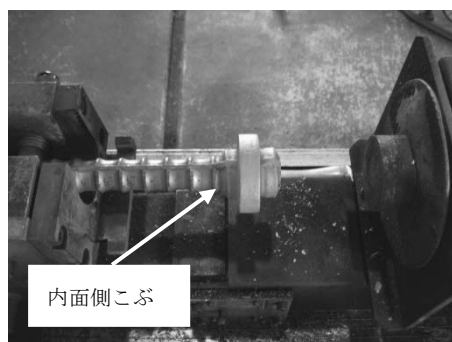
③鉄筋突出部をバーナーで所定温度
まで加熱、プレス部前進・加圧



④背面側こぶ製作完了
DB リングクランプの撤去

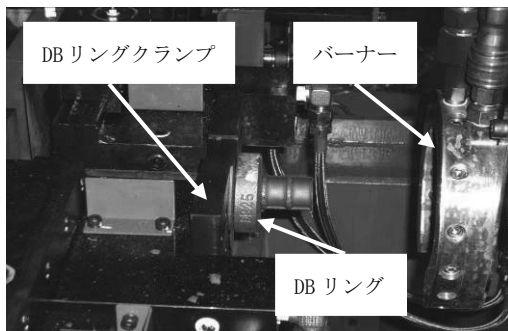


⑤内面側鉄筋部をバーナーで所定温度
まで加熱、プレス部前進・加圧

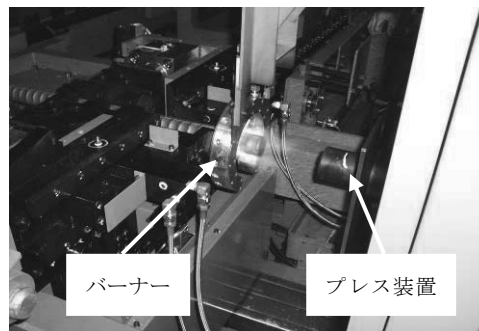


⑥内面側こぶ製作完了

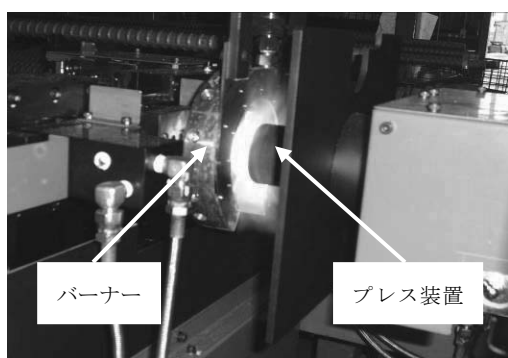
(3) 自動装置の製造手順



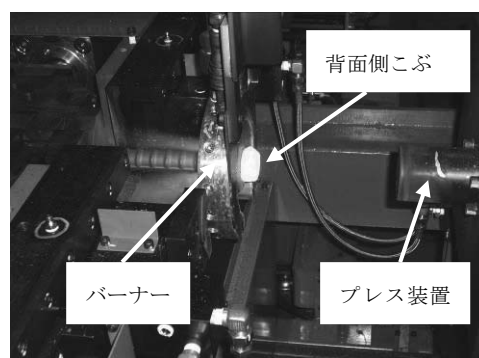
①鉄筋、DBリングのセット



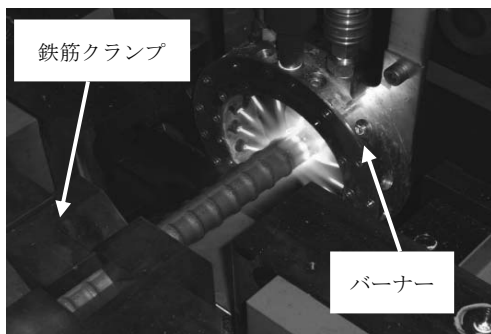
②バーナー部点火・移動鉄筋突出部をバーナーで所定温度まで加熱



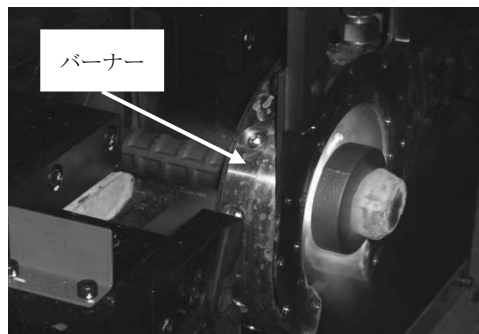
③プレス部前進、突出部をプレス装置で加圧



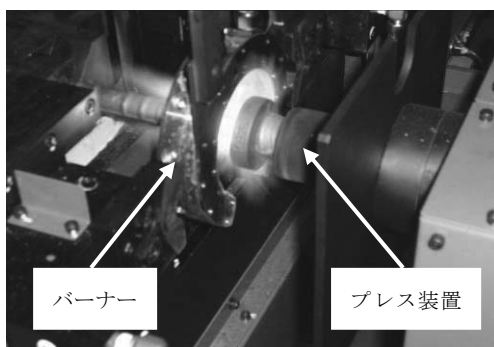
④背面側こぶ製作完了



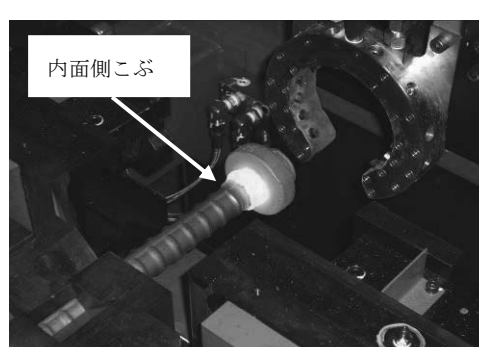
⑤内面側鉄筋部にバーナー移動



⑥内面側鉄筋部をバーナーで所定温度まで加熱

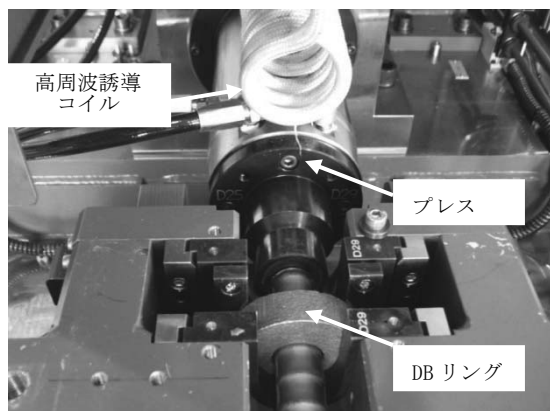


⑦プレス部前進、背面側こぶから加圧

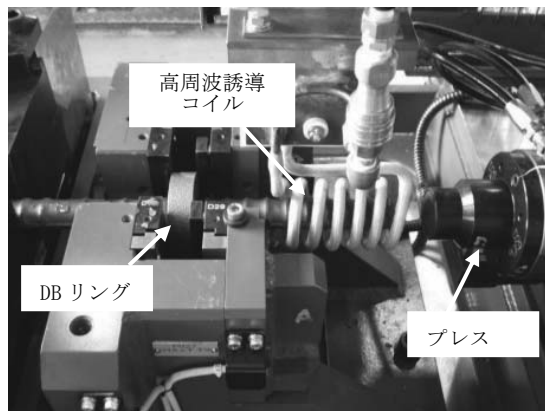


⑧内面側こぶ製作完了

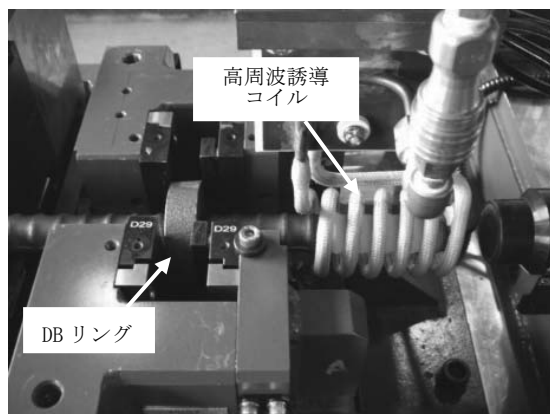
(4) 高周波誘導加熱方式の製造手順



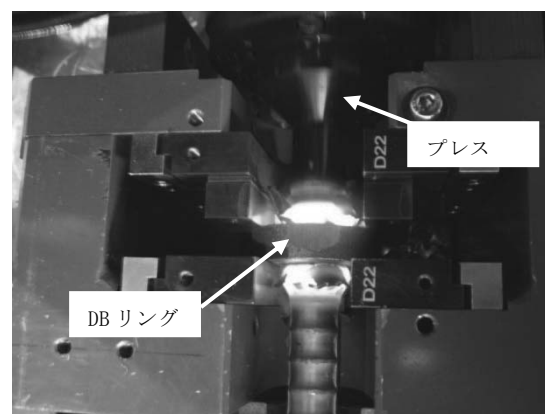
① 所定位置に設置されたDBリングに鉄筋端部を挿入



② 高周波誘導コイル内に鉄筋端部を挿入



③ 鉄筋端部を高周波誘導加熱



④ 高周波誘導コイルを移動させた後、プレスによって背面側と内面側こぶを同時形成

(参考資料 4) DB ヘッドの強度試験結果

(1) 各種鉄筋メーカーの適合性確認試験

ここでは、付表 1.1 の鉄筋メーカー 8 社の異形鉄筋を用い、製造要領書 5.2 節の DB ヘッドの製造管理基準に従い製造した DB ヘッドの試験片(合計 171 本)について確認試験を行った。

付表 1.2 に、下式で定義したリングと鉄筋の隙間 ΔD の一覧を示した。

$$\Delta D = (\phi h)_m - \min(D1, D2)$$

: リングと鉄筋の隙間

($\phi h)_m$: DB リング孔径の実測値(2 箇所
の測定値の大きい方の値)

D1: 鉄筋のリブ外径の実測値

D2: 鉄筋の節外径の実測値

D1, D2 とともに、それぞれ 2 箇所の測定値の大きい方の値とした。

付表 1.2 によると、リングと鉄筋の隙間 ΔD は、いずれも「0」以上であるが、鉄筋メーカーによって異なり、鉄筋メーカーによる差異は最大 2mm 程度である。

付表 1.1 各種鉄筋メーカーの確認試験の試験片一覧

鉄筋メーカー	鋼種	呼び名	試験片数
A	SD345	D16、D19、D22	9
	SD390	D25、D29、D32、D35、D38、D41	18
B	SD345	D16、D19、D22	9
	SD390	D25、D29、D32、D35、D38、D41	18
C	SD345	D16、D19、D22	9
	SD390	D25、D32、D35、D38、D41	15
D	SD345	D19、D22、D25	9
	SD390	D29、D32	6
E	SD295A	D16	3
	SD345	D19、D22、D25	9
	SD390	D29	3
F	SD345	D16、D19、D22	9
	SD390	D25、D29、D32、D35	12
G	SD295A	D16	3
	SD345	D19、D22、D25	9
	SD390	D29、D32、D35	9
H	SD295A	D16	3
	SD345	D19、D22、D25	9
	SD390	D29、D32、D35	9

(合計) 171

付表 1.2 リングと鉄筋の隙間 ΔD の一覧

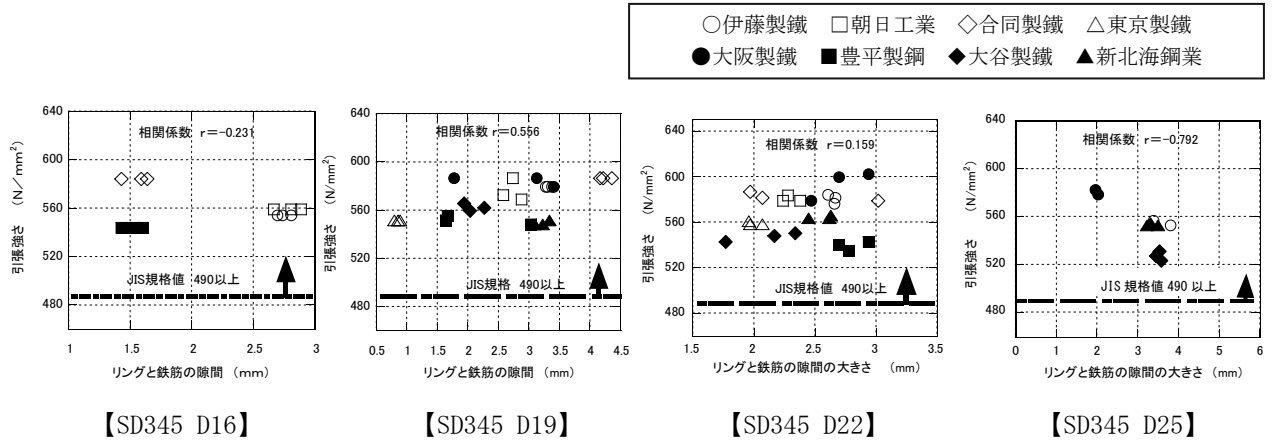
(寸法単位: mm)

鋼種	呼び名	鉄筋メーカー								呼び名別
		A	B	C	D	E	F	G	H	
SD 345	D16	2.8	2.9	1.6	—	—	1.6	—	—	2.9
		2.7	2.7	1.4	—	—	1.4	—	—	1.4
	D19	3.4	2.9	4.4	0.9	3.4	3.0	2.3	3.3	4.4
		3.3	2.6	4.2	0.8	1.8	1.6	1.9	3.1	0.8
	D22	2.7	2.4	3.0	2.1	2.9	2.9	2.3	2.6	3.0
		2.6	2.2	2.0	2.0	2.5	2.7	1.8	2.5	1.8
D25	—	—	—	3.8	2.0	—	3.6	3.5	3.8	
	—	—	—	3.4	2.0	—	3.5	3.2	2.0	
SD 390	D25	3.4	3.5	4.7	—	—	3.6	—	—	4.7
		3.2	3.4	4.5	—	—	3.4	—	—	3.2
	D29	3.3	3.0	—	3.5	3.3	2.9	3.2	1.5	3.5
		2.9	2.8	—	2.8	3.0	2.4	3.0	1.2	1.2
	D32	3.0	3.0	3.2	3.7	—	2.9	1.3	3.0	3.7
		2.7	3.1	2.8	3.3	—	2.6	1.1	2.6	1.1
	D35	3.2	3.7	5.3	—	—	3.2	1.4	3.6	3.7
		2.8	3.5	4.9	—	—	2.9	1.3	3.1	1.3
	D38	3.8	3.9	4.1	—	—	—	—	—	4.1
		3.6	3.6	3.8	—	—	—	—	—	3.6
	D41	3.2	3.4	5.3	—	—	—	—	—	5.3
		2.9	3.3	4.7	—	—	—	—	—	2.9

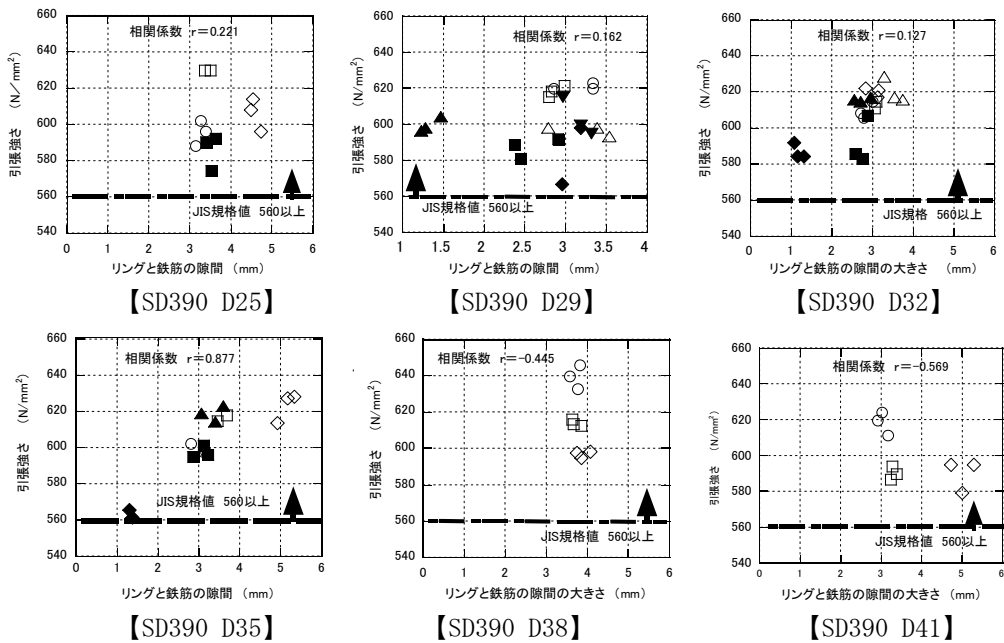
(注) 各呼び名ともに、上段が最大値 (Max)、下段が最小値 (Min) を示す。

付図 1.1、付図 1.2 に、各メーカー鉄筋を用いた DB ヘッドの ΔD と引張強度の関係を示す。

同図によると、SD345, SD390 とともに、リングと鉄筋の隙間 ΔD に係わらず、いずれの試験片も、母材破断となり、規格引張強度以上の引張強度を有した。



付図 1.1 各メーカー鉄筋を用いた DB ヘッドの ΔD と引張強度の関係 (SD345 の場合)



付図 1.2 各メーカー鉄筋を用いた DB ヘッドの ΔD と引張強度の関係 (SD390 の場合)

(2) DB ヘッド品質管理のための強度試験結果

平成19年8月～平成23年5月の3年9ヶ月間に行われたDBヘッド品質管理のための強度試験の鋼種、呼び名ごとのロット数および試験片数を付表2.1に示す。手動装置と自動装置で製造された試験片に分類したものを付表2.2に示す。同表では、鉄筋メーカー(14社)ごとのデータをまとめている。これらの合計3,726本の試験片は、すべて母材破断となり、「合格」と判定された。

DBヘッド試験片の破断位置については、(3)項に調査結果を示す。

付表2.1 鋼種、呼び名ごとのロット数および試験片数

鉄筋 メーカー	SD345										SD390										合計	
	D19		D22		D25		D29		計		D29		D32		D35		D38		計			
	Lot	N(本)	Lot	N(本)	Lot	N(本)	Lot	N(本)	Lot	N(本)	Lot	N(本)	Lot	N(本)	Lot	N(本)	Lot	N(本)	Lot	N(本)	Lot	N(本)
A	8	24	39	117	141	423	15	45	203	609	196	588	169	507	138	414	77	231	580	1740	783	2349
B	6	18	22	66	22	66			50	150	43	129	24	72	14	42	12	36	93	279	143	429
C					16	48			16	48	20	60	28	84	26	78	7	21	81	243	97	291
D			20	60	6	18			26	78	20	60	23	69	13	39	2	6	58	174	84	252
E			14	42	20	60			34	102	2	6	12	36	7	21			21	63	55	165
F					15	45			15	45	4	12	1	3	2	6			7	21	22	66
G					1	3			1	3	11	33	2	6	4	12			17	51	18	54
H									0	0	4	12	8	24					12	36	12	36
I									0	0	10	30							10	30	10	30
J					3	9			3	9	6	18							6	18	9	27
K									0	0	1	3			2	6			3	9	3	9
L									0	0	1	3			1	3			2	6	2	6
M									0	0	2	6							2	6	2	6
N					1	3			1	3			1	3					1	3	2	6
計	14	42	95	285	225	675	15	45	349	1047	320	960	268	804	207	621	98	294	893	2679	1242	3726

(注) Lot : ロット数、N : 試験片数

付表2.2 強度試験結果の総括

鉄筋 メーカー	手動	自動	計	
	N(本)	N(本)	Lot	N(本)
A	9	2,340	783	2,349
B	429	0	143	429
C	0	291	97	291
D	234	18	84	252
E	0	165	55	165
F	0	66	22	66
G	54	0	18	54
H	0	36	12	36
I	30	0	10	30
J	27	0	9	27
K	9	0	3	9
L	0	6	2	6
M	6	0	2	6
N	6	0	2	6
計	804	2,922	1,242	3,726

(注) Lot : ロット数、N : 試験片数

(3) DB ヘッド試験片破断位置の調査結果

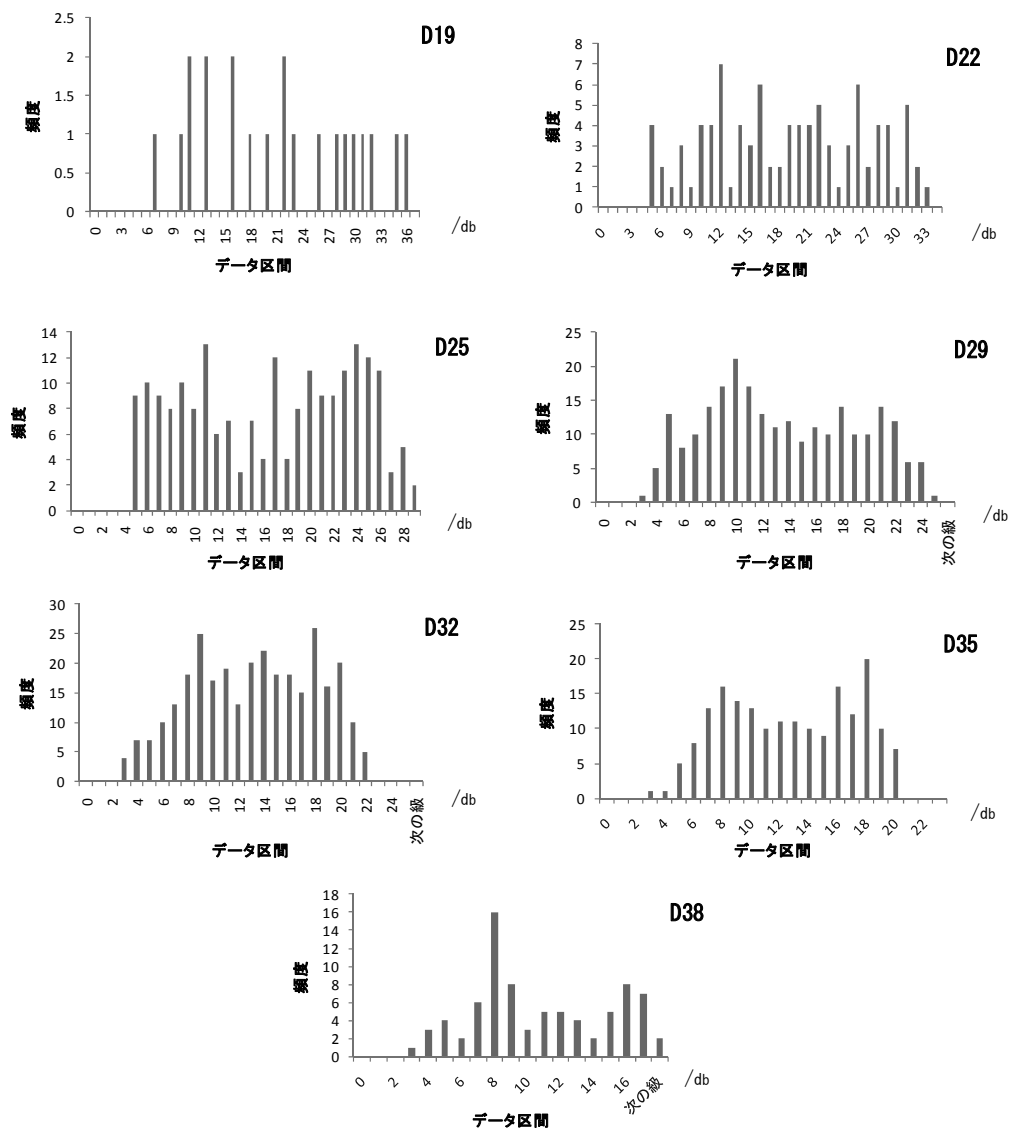
本調査では、品質検査のための強度試験を行ったDBヘッド試験片のうち、写真撮影を行った試験片について、破断状況の写真によって計測した破断位置寸法を調べた。ここでは、DBリング内面から破断位置まで距離を破断位置寸法と定義した。

試験片数は、付表3に示すように、D19～D38の合計1134本である。また、呼び名ごとの破断位置寸法のヒストグラムを付図3に示す。

本調査では、DBヘッド試験片の破断位置寸法は、鉄筋直径dbの2.0倍以上であることが確認できた。

付表3 DBヘッド試験片破断位置の調査結果まとめ

呼び名	試験片数			破断位置寸法/db	
	SD345	SD390	合計	最小値	平均値
D19	21	0	21	6.1	20.9
D22	93	0	93	4.1	18.4
D25	204	0	204	4.1	16.1
D29	6	239	245	2.7	13.1
D32	0	303	303	2.0	12.7
D35	0	187	187	2.1	12.2
D38	0	81	81	2.2	10.3
(合計)	324	810	1134		



付図3 DBヘッド試験片破断位置寸法のヒストグラム