SABTEC 評価 17－05R4

建築構造技術評価報告書

DB ヘッド定着工法
RCS 混合構造設計指針(2026 年)

申込者：株式会社ディビーエス

2026 年 3 月 11 日

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

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

SABTEC 評価 17-05R4
受付日：2025 年 12 月 15 日
発効日：2026 年 3 月 11 日

複製

技術評価報告書

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

技術名称： DB ヘッド定着工法　RCS 混合構造設計指針(2026 年)

当法人「建築構造技術審議委員会」において慎重審議の結果、2026 年 3 月 11 日付けの技術評価書(SABTEC 評価 17-05R4)の通り、一般社団法人建築構造技術支援機構「建築構造技術検証要綱」で定めた技術基準と照らし合わせ、本技術は妥当なものであると判断されたことを報告する。

2026 年 3 月 11 日

一般社団法人
建築構造技術支援機構
代表理事　益尾　潔

建築構造技術審議委員会

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

RCS 混合構造設計指針
専門部会

主　査	田中　剛	神戸大学大学院工学研究科	教授
委　員	都祭弘幸	福山大学工学部建築学科	教授

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

SABTEC 評価 17-05R4
受付日：2025 年 12 月 15 日
発効日：2026 年 3 月 11 日

複製

技術評価書

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

技術名称：　DB ヘッド定着工法　RCS 混合構造設計指針(2026 年)

技術概要：　2017 年版の SABTEC 評価 17-05(2017 年 7 月 21 日)は、鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部編について行われ、2018 年版の SABTEC 評価 17-05R1(2018 年 5 月 15 日)は、鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部編を改定し、鉄骨根巻き柱脚・基礎梁主筋定着部編を追加し、2022 年版の SABTEC 評価 17-05R2(2022 年 9 月 12 日) は、柱主筋の適用鋼種に SD490 を追加した柱 RC 梁 S 接合部・柱 SRC 梁 S 接合部編を改定し、2025 年版の SABTEC 評価 17-05R3(2025 年 12 月 24 日)は、新規の既製品露出柱脚を含めた鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部編を改定している。

また、2026 年版の SABTEC 評価 17-05R4(2026 年 3 月 11 日) は、鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部編 3 章(2)柱型部配筋詳細の構造規定(a)アンカーボルトを改定し、併せて基礎梁主筋定着部は第三者機関の技術評価を取得した杭頭工法を適用した場合、基礎梁下端筋を機械式直線定着としてもよいとしている。

RCS 混合構造設計指針は、SRC 柱梁接合部編、柱 RC 梁 S 接合部・柱 SRC 梁 S 接合部編、鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部編および鉄骨根巻き柱脚・基礎梁主筋定着部編からなる。

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

2026 年 3 月 11 日

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

記

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

評価内容：　申込者提案の DB ヘッドを用いた異形鉄筋定着部は、設計で保証すべき長期荷重時、短期荷重時および終局耐力時の要求性能を満足すると判断される。

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

SABTEC 評価 17-05R4
受付日：2025 年 12 月 15 日
発効日：2025 年 3 月 11 日

技術評価内容

申込者

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

技術名称

DB ヘッド定着工法 RCS 混合構造設計指針(2026 年)

適用範囲

(1) 建築物の構造　鉄骨鉄筋コンクリート造およびそのプレキャストコンクリート造
ならびに柱 RC 梁 S 混合構造、柱 SRC 梁 S 混合構造、
鉄骨柱脚と接続する鉄筋コンクリート造

(2)「コンクリートの設計基準強度」：21 N/mm^2 以上かつ 60 N/mm^2 以下
「鉄　筋」　(種類)　SD295、SD345、SD390、SD490　(呼び名)　D16～D41
ただし、柱 RC 梁 S 接合部･柱 SRC 梁 S 接合部編において、柱主筋鋼種を SD490 とする場合、コンクリートの設計基準強度は、24 N/mm^2 以上かつ 60 N/mm^2 以下とする。
「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、
鉄骨柱脚と接続する柱型部への基礎梁主筋およびアンカーボルトの定着

技術評価の主な審議事項

今回の技術評価では、DB ヘッド定着工法 RCS 混合構造設計指針(2026 年)で改定した鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部編の妥当性について、審議が行われた。

技術評価の経過

2025 年 12 月 15 日開催の第 69 回建築構造技術審議委員会(以下、本委員会と略記する)において、申込者提出の技術資料について検討し、詳細検討は、専門部会を設けて行うこととした。専門部会では、本委員会での指摘事項を踏まえて修正された技術資料について、慎重に審議を行い、結果を 2026 年 3 月 11 日開催の第 70 回建築構造技術審議委員会に報告した。

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

以上

DB ヘッド定着工法
RCS 混合構造設計指針(2026 年)

□　SRC 柱梁接合部編

□　柱 RC 梁 S 接合部・柱 SRC 梁 S 接合部編

□　鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部編

□　鉄骨根巻き柱脚・基礎梁主筋定着部編

□　 RCS 混合構造・標準配筋詳細仕様書

【SRC 柱梁接合部編】

設計指針(2026 年)

目　次

1 章　適用範囲……………………………………………… 設計 1-1

2 章　材料…………………………………………………… 設計 1-2

3 章　SRC 柱梁接合部の基本事項 ……………………… 設計 1-5

4 章　SRC 柱梁接合部の設計方針 ……………………… 設計 1-6

5 章　SRC 造ト形接合部の設計 ………………………… 設計 1-10
　5.1　終局強度設計用せん断力の算定
　5.2　接合部せん断終局耐力の算定
　5.3　構造規定

6 章　SRC 造 T 形、L 形接合部の設計…………………… 設計 1-13
　6.1　終局強度設計用せん断力の算定
　6.2　接合部せん断終局耐力の算定
　6.3　構造規定

7 章　SRC 柱梁接合部の標準配筋詳細 ………………… 設計 1-17

SRC 柱梁接合部関連の参考文献………………………… 設計 1-19

1章　適用範囲

本編は、DB ヘッド定着工法による鉄骨鉄筋コンクリート(SRC)造およびそ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。

本編に記載のない事項は、DB ヘッド定着工法 RC 構造設計指針(2026 年)・基本設計編および応用設計編(以下、RC 構造設計指針と略記する)の関連する章、ならびに関連する法令および基・規準類による。

(関連する法令および基・規準類)

[日本建築学会]

- 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(2024 年)
- 鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(2014 年)
- 鉄骨鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説(2005 年)
- 各種合成構造設計指針･同解説(2023 年)

[国土交通省国土技術政策総合研究所 国立研究開発法人建築研究所 監修]

- 2025 年版 建築物の構造関係技術基準解説書

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（Fc）： 21N/mm^{2}以上、かつ、60N/mm^{2}以下

【解説】

コンクリートの設計基準強度は、柱梁接合部せん断耐力および梁、柱主筋定着耐力の妥当性が実験で確認された範囲で設定されている。

(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： SD295, SD345, SD390, SD490

3) 主筋の呼び名：D16～D41

接合部横補強筋の呼び名：D10,D13,D16

鉄筋の許容応力度は、表2.1による。

表2.1　鉄筋の許容応力度

（単位：N/mm^2）

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

（注）呼び名がD29以上の鉄筋に対しては、( )内の※を付した数値とする。

(3) DBヘッド

DBリングの材質は表2.2、DBヘッド各部の標準寸法は表2.3による。

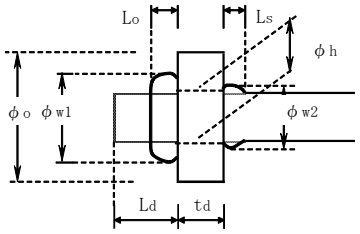
表2.2 DBリングに用いる球状黒鉛鋳鉄品(FCD700-2)の機械的性質と適用鉄筋の鋼種

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

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) 基本事項

SABTEC 評価 11-03R1(2012 年 9 月 20 日)の技術評価では、鉄筋の適用範囲に SD490 が追加されている。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、表 2.1 の平成 12 年建設省告示 2464 号および平成 13 年国土交通省告示 1024 号による値とした。

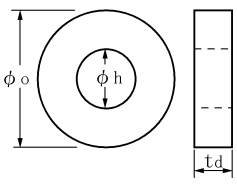
(2) DB ヘッドの各部寸法

DB リングの外径 ϕ_o は、鉄筋直径の 2.5 倍程度を目安にし、解表 2.1 に示すように、DB ヘッドの支圧面積比 α_p が 5.0 程度となるように定められている。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。

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

解表 2.1　DB リングの標準寸法

鉄筋呼び名	外径 ϕ_o (mm)	孔径 ϕ_h (mm)	板厚 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
		32.5		
D32	80	34.0	20	5.3
		35.5		
D35	85	37.5	21	4.9
		39.5		
D38	95	41.5	23	5.2
		42.5		
D41	100	44.5	25	4.9



(4) 鋼材

鋼材は、表 2.4 とする。

ただし、同表の鋼材と同等の機械的性質を有する鋼材は使用してもよい。

表 2.4　鋼材の材質規格

記号	規格
SN400A,B,C, SN490B,C	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）
SM400A,B,C, SM490A,B,C, SM490YA,YB, SM520B,C	JIS G 3106（溶接構造用圧延鋼材）
SMA400A,B,C, SMA490A,B,C	JIS G 3114（溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材）
STKN400W,B, STKN490B	JIS G 3475（建築構造用炭素鋼鋼管）
STK400, STK490	JIS G 3444（一般構造用炭素鋼鋼管）
STKR400, STKR490	JIS G 3466（一般構造用角形鋼管）
BCR295	建築構造用冷間ロール成形角形鋼管
BCP235, BCP325	建築構造用冷間プレス成形角形鋼管
BCP325T	建築構造用高性能冷間プレス成形角形鋼管

3 章　SRC 柱梁接合部の基本事項

本編を適用できる SRC 柱梁接合部は、図 3.1 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 3.2 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、RC 構造設計指針 4 章～10 章を準用して設計する。

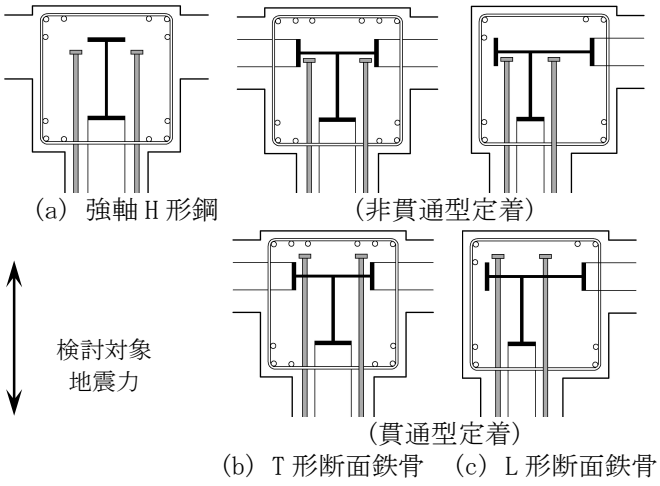
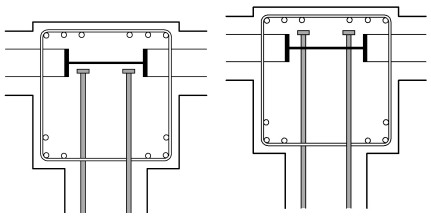


図 3.1 本編を適用できる SRC 柱梁接合部



(a) 非貫通型定着　(b) 貫通型定着

図 3.2 RC 柱梁接合部とみなす場合
(弱軸 H 形鋼)

【解説】

(1) 本編の特長

SRC 計算規準[1)]および SRC 造配筋指針[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ている。この点が本編の特長である。なお、図 3.2 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 RC 構造設計指針 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 造ト形、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が、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。

これらによると、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と柱、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。

4章　SRC柱梁接合部の設計方針

1) SRC造ト形接合部の設計はRC構造設計指針・式(4.1)、SRC造T形、L形接合部の設計はRC構造設計指針・式(4.2)による。

SRC造ト形、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、RC構造設計指針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造ト形、L形接合部では梁曲げ降伏型、SRC造T形接合部では柱曲げ降伏型とする。

2) SRC造ト形接合部は本編5章、SRC造T形、L形接合部は本編6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造ト形、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、RC構造設計指針・式(7.1)による。

5) 梁鉄骨ウェブのせん断補強筋貫通孔は、式(4.1)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。

$$Z_{pn}/Z_{po} \geqq Y \cdot \nu \qquad (4.1)$$

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、RC構造設計指針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造ト形、L形接合部の破壊形式は梁曲げ降伏型、SRC造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造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${}_cQ_{cu}/{}_cQ_{gu} \geqq 1.6$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造ト形接合部については、実験[4)~6)]によると、本編による梁主筋定着部の規定を満足すれば、${}_gQ_{puh}/{}_gQ_{muh} \geqq 1.2$の場合、$R_{80} \geqq 1/25$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RC構造設計指針4.2節の接合部耐

力余裕度λp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、λp≧1.0とすれば、RC構造設計指針4.1節で定義した目標性能①、λp≧1.2とすれば、目標性能②を満足する。

SRC造T形、L形接合部についても、実験[7]によると、内蔵鉄骨の効果によりcQpu/Qcu≧1.2の場合、目標性能②を満足する。cQpuは接合部せん断終局耐力時、Qcuは柱または梁の曲げ終局耐力時の柱せん断力であり、cQpu/QcuはRC構造設計指針4.2節の接合部耐力余裕度λp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4.1)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。

$$0.4 \leqq {}_{sC}M_A / {}_{sB}M_A \leqq 2.5 \qquad \text{(解 4.1)}$$

ここに、${}_{sC}M_A$：柱鉄骨部の許容曲げモーメント、${}_{sB}M_A$：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6)の実験では、接合部鉄骨パネルのせん断終局耐力sVpuhをSRC柱梁接合部のせん断終局耐力Vpuhの0.17倍および0.12倍とした梁主筋非貫通型定着のSRC造・ト形接合部(4体)について、接合部耐力余裕度λp≧1.2の場合、目標性能②を満足することを確認している。

sVpuh/Vpuh=0.3,0.17,0.12の場合、柱梁鉄骨部の曲げ耐力比Mcy/Mgy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sMcA/sMBAが式(解4.1)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造ト形、T形、L形接合部ともに、実験[4)~6)]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pjwh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pjwhは0.1%以上とした。これは、図3.1(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) 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、3章の解説(2)で前述のように、本編の接合部横補強筋比と柱、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。また、RC構造設計指針10章と同様、機械式定着によるSRC柱梁接合部は、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4章4)の接合部横補強筋比および5.3節、6.3節の柱、梁主筋定着部の構造規定を満足すればよい。

(6) 梁鉄骨ウェブの接合部横補強筋貫通孔

4 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(4.1)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 15㎜ 程度離すとしているので、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 4.1 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 4.1 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 0.96 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(4.1)の制限を満足する。

解表 4.1　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					
B_c (mm)	j_{tgo} (mm)	呼び名	a_w (mm^2)	組数	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	SN490	0.66	1.1	1490000	9

B_c：柱幅、j_{tgo}：梁上下最外縁主筋中心間距離、a_w：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：鉄骨ウェブ厚さ、Z_{po}：鉄骨全断面の全塑性断面係数
Y：鋼材の降伏比、ν：割増し係数

(b) 検定結果

ウェブ断面欠損							検定		
ϕ_o (mm)	D_o (mm)	ΔZ_{o1} (mm^3)	ΔZ_{o2} (mm^3)	Δz_o (mm^3)	ΔZ_o (mm^3)	Z_{pn} (mm^3)	Z_{pn}/Z_{po}	$Y\cdot\nu$	判定
24	300	236196	171396	1296	66096	1423904	0.96	0.73	OK

ϕ_o：貫通孔直径、D_o：両側鉄筋貫通孔の中心間距離
$\Delta Z_{o1}=(D_o+\phi_o)^2\cdot t_w/4$,　$\Delta Z_{o2}=(D_o-\phi_o)^2\cdot t_w/4$,　$\Delta z_o=\phi_o^2\cdot t_w/4$
$\Delta Z_o=\Delta Z_{o1}-\Delta Z_{o2}+\Delta z_o$
$Z_{pn}=Z_{po}-\Delta Z_o$：断面欠損を考慮した鉄骨断面の全塑性モーメント
(検定式) $Z_{pn}/Z_{po}\geqq Y\cdot\nu$

(7) 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(RC 構造設計指針 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。

(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している。

本編 3 章の解説(2)で前述のように、本編の接合部横補強筋比と柱、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、被覆型、充填被覆型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の場合、梁、柱主筋を機械式定着と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、被覆型鋼管コンクリート構造柱梁接合部の場合、鋼管内にコンクリートが充填されていないため、定着金物から伝達される負担力が鋼管壁に作用すると、鋼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。そのため、被覆型鋼管コンクリート構造柱梁接合部内で機械式定着による梁主筋定着とする場合、梁主筋を内蔵鋼管に貫通させず、特別に検討した接合部配筋詳細とする必要がある。

一方、SRC 計算規準 7 条「構造細則」2.(3)[1)]によると、被覆型、充填被覆型鋼管コンクリート柱の場合、帯筋比 $p_w=a_w/(b'\cdot x)$ とし、b'は柱幅 b から鋼管幅を除いた幅としてもよいとしている。これらより、本編では、被覆型、充填被覆型鋼管コンクリートの接合部横補強筋比 p_w は、RC 構造設計指針 7.1 節の式(7.2)中の柱幅 B_c を、柱幅 B_c から鋼管幅を除いた幅 B_c' として算出してもよいとする。ただし、この定義の場合も、接合部横補強筋比の最小規定は本編 4 章 4)による。

(9) 柱、梁主筋を機械式定着とした十字形接合部

SRC 造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 造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、5.3 節「構造規定」に準じて定める。

2) 柱主筋定着部詳細は、6.3 節「構造規定」に準じて定める。

5章　SRC造ト形接合部の設計

5.1 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 Vmuh は、RC 構造設計指針・式(5.1)による。

RC 構造設計指針・式(5.2)中の梁の基準曲げ終局耐力 Mguo は、式(5.1)または式(5.2)、RC 構造設計指針・式(5.1)中の架構形状に関する係数 ξh は、式(5.3)による。

梁上端筋が引張側の場合、　$Mguo = rMguo+Mgpu = (Tgy+Tsy)\cdot rjtg+Zp\cdot \sigma sy$　(5.1)

梁下端筋が引張側の場合、　$Mguo = rMguo+Mgpu = Tgy\cdot rjtg +Zp\cdot \sigma sy$　(5.2)

$$\xi h = (h/\ell)\cdot(\ell o/jtge)-1 \quad (5.3)$$

$$jtge = (ratg\cdot rjtg+Afg\cdot sdg)/(ratg+Afg) \quad (5.4)$$

ここに、rMguo：梁 RC 部の基準曲げ終局耐力、Mgpu：梁鉄骨部の全塑性モーメント

Tgy：梁引張側主筋の上限引張力、rjtg: 梁上下主筋の重心間距離

Tsy：有効幅内に定着されたスラブ筋の上限引張力の総和

Zp：梁鉄骨の塑性断面係数、　σsy：梁鉄骨の材料強度

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

ratg：梁引張側主筋の断面積、jtge：SRC 造梁の等価応力中心距離

Afg：梁鉄骨フランジの断面積、sdg：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 Tgy およびスラブ筋の上限引張力 Tsy は、それぞれ上限強度算定用材料強度を用いて算定する。

5.2　接合部せん断終局耐力の算定

SRC 造ト形接合部のせん断終局耐力 Vpuh は、式(5.5)による。

$$Vpuh = cVpuh + sVpuh \quad (5.5)$$

$$cVpuh = Fj\cdot\{\phi\cdot\kappa c\cdot(bj-Bs)\cdot Dcjh+\kappa s\cdot Bs\cdot Dsjh\} \quad (5.6)$$

$$sVpuh = 1.2tp\cdot(Dsh-tcf)\cdot s\sigma wy/\sqrt{3} \quad (5.7)$$

ここに、cVpuh：RC 部のせん断終局耐力、　sVpuh：鉄骨部のせん断終局耐力

κc：鉄骨で囲まれない RC 部の接合部形状係数（κc=0.7 とする。）

κs：鉄骨で囲まれた RC 部の接合部形状係数（κs=1.4 とする。）

Dcjh：鉄骨で囲まれない RC 部の有効せい、ト形接合部では、Dcjh=ℓag とする。

Dsjh=(Dc+Dsh)/2：鉄骨で囲まれた RC 部の有効せい、Dc：柱せい、Dsh：柱鉄骨せい

Bs：柱鉄骨フランジ幅、tcf：柱鉄骨フランジの厚さ、tp：接合部鉄骨パネルの厚さ

sσwy:接合部鉄骨パネルの規格降伏点、その他の記号の定義は RC 構造設計指針 6 章による。

5.3 構造規定

1)　梁主筋定着長さℓag は、直交鉄骨ウェブへの梁主筋非貫通型定着の場合、RC 構造設計指針・式(8.1)の必要定着長さℓao 以上 12db 以上かつ Dc/2 以上とし、貫通型定着の場合、12db 以上かつ Dc/2 以上とする。

2)　梁主筋中心からの側面かぶり厚さ Cs は、RC 構造設計指針 8.1 節による。

【解説】

(1) SRC 造ト形接合部の終局強度設計用せん断力

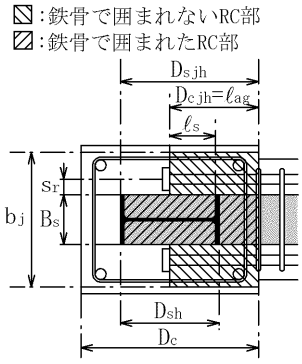
SRC 造ト形接合部の終局強度設計用せん断力 Vmuh は RC 構造設計指針・式(5.1)で算定し、RC 構造設計指針・式(5.2)中の梁基準曲げ終局耐力 Mguo は、RC 部と鉄骨部の曲げ終局耐力を単純累加した式(5.1)または式(5.2)で算定する。式(3.1)では、RC 柱梁接合部と同様、梁上端筋が引張側の場合、スラブ有効幅内のスラブ筋の耐力を累加している。

一方、SRC 造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(本設計指針・表 2.3 参照)。

(2) SRC 造ト形接合部のせん断終局耐力

SRC 造ト形接合部のせん断終局耐力は、実験[4)~6)]を基に、RC 部のせん断終局耐力 cVpuh と鉄骨部のせん断終局耐力 sVpuh を累加し、式(5.5)で算定する。式(3.6)による RC 部のせん断終局耐力 cVpuh は、解図 5.1 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、靭性保証型指針[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(5.7)による鉄骨部のせん断終局耐力 sVpuh は、SRC 計算規準と同じである。



解図 5.1 SRC 造ト形接合部における RC 部のモデル化

(3) SRC 造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)~6)]によると、SRC 造ト形接合部内の梁主筋は、$\ell_{ag} \geqq D_c/2$ 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 造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(RC 構造設計指針 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 ℓ_{ag} は、RC 構造設計指針・式(8.1)の必要定着長さ ℓ_{ao} 以上、12db 以上かつ Dc/2 以上とすればよい。

同実験では、解図 5.1 中の定着板内面と鉄骨フランジ内面との距離 ℓ_s を 5.1～9.1db、梁主筋中心と鉄骨フランジ側面との距離 sr を 1.6～1.8db とし、ℓ_s/sr 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/sr 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する。一方、SRC 柱梁接合部では、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/sr 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、ℓs/sr が 3 未満の場合、梁主筋定着部は、RC 構造設計指針・式(解 4.2)と同様、下式を満足しなければならない。

$$\min(V_{puh},\ {}_{SRC造}V_{cu}) > \lambda_p \cdot V_{muh} \qquad (解\ 5.1)$$

$${}_{SRC造}V_{cu} = V_{cu} + {}_sV_{puh} \qquad (解\ 5.2)$$

ここに、$_{SRC造}V_{cu}$：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

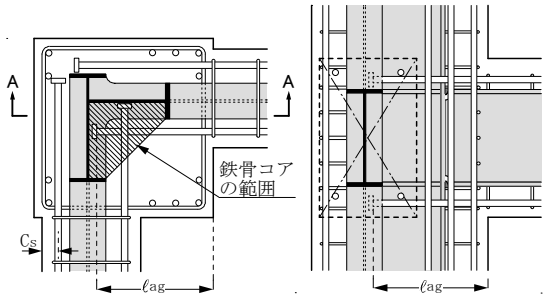
また、図 3.1(b),(c)の直交鉄骨ウェブへの梁主筋貫通型定着の場合、梁主筋定着耐力は、その抵抗機構より、非貫通型定着よりも明らかに増大するので、RC 構造設計指針・式(8.1)の必要定着長さℓao に係わらず、ℓag≧12db かつℓag≧Dc/2 とした。

(b) 梁主筋の必要定着長さ比

SRC 造ト形接合部内の梁主筋必要定着長さ比ℓao/db は、RC ト形接合部と同様、RC 構造設計指針・解表 8.1 によることができる。ただし、同表のℓao/db の値は、pjwh=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 pjwh=0.1%とする時には、その点を考慮し、ℓao/db の値を決定する必要がある(4 章 4) 参照)。pjwh 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 5.2 のように、RC 造ト形接合部と同様、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に定着金物を配置し、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 Dcjh は、左右梁主筋の直径、本数、定着長さを考慮した重み付き平均値としてもよい。



(a) 水平断面　　(b) A-A 断面

解図 5.2 SRC 造ト形接合部の配筋詳細例

(d) 側面かぶり厚さ Cs

梁主筋中心からの側面かぶり厚さ Cs は、実験[4)~6)]を基に、RC 構造設計指針・8.1 節によるとした。ただし、SRC 造ト形接合部では、内蔵鉄骨の存在によって、RC 造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、5.3 節では、梁主筋の背面かぶり厚さを規定していない。

6章　SRC造T形、L形接合部の設計

6.1　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 Vmuh および Vmuv は、RC 構造設計指針・式(5.3)による。

RC 構造設計指針・式(5.5)中の梁の基準曲げ終局耐力 Mguo は式(5.1)または式(5.2)、柱の基準曲げ終局耐力 Mcuo は式(6.1)で算定し、Mguo'は式(5.1)または式(5.2)に準じて算定する。また、RC 構造設計指針・式(5.3)中の架構形状に関する係数 ξ_h は式(5.3)、ξ_v は式(6.2)で算定する。

$$Mcuo = (Tcye+NcL/2)\cdot rjtc + Zp\cdot \sigma sy \quad (6.1)$$

$$\xi_v = (ho/jtce)-h/\ell \quad (6.2)$$

$$jtce = (ratc\cdot rjtc+Afc\cdot sdc)/(ratc+Afc) \quad (6.3)$$

ここに、Tcye：柱主筋の等価上限引張力、 rjtc: 柱両側主筋の重心間距離

Zp：柱鉄骨の塑性断面係数、 σsy：柱鉄骨の材料強度、NcL：長期柱軸力

ratc：柱引張側主筋の断面積、jtce：SRC 造柱の等価応力中心距離

Afc：柱鉄骨フランジの断面積、sdc：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)、ho=h-Dg：柱の内法高さ、Dg：梁せい

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

SRC 造 L 形接合部の場合、梁曲げ終局耐力時柱せん断力 cQgu および柱曲げ終局耐力時柱せん断力 cQcu は式(6.4)で算定し、式(5.11)中の η_c と η_g は式(6.5)で算定する。

$$cQcu=2\{(Tcye/\eta_c+NcL/2)\cdot rjtc+Mcpu\}/ho,\quad cQgu=2\{(rMguo/\eta_g+Mgpu)/\ell o\}\cdot(\ell/h) \quad (6.4)$$

$$\eta_c = 1\mp(jtce/ho)\cdot(h/\ell),\quad \eta_g = 1\mp(jtge/\ell o)\cdot(\ell/h) \quad (6.5)$$

ここに、Mcpu：柱鉄骨の全塑性モーメント、Mgpu：梁鉄骨の全塑性モーメント

ただし、式(6.5)の右辺の符号∓は正加力時にー、負加力時に＋とする。

6.2　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 Vpuh は式(5.5)、鉛直方向の接合部せん断終局耐力 Vpuv は式(6.6)による。ただし、式(5.6)中の鉄骨で囲まれない RC 部の有効せい Dcjh は、T 形接合部では Dcjh=Dc、L 形接合部では、正加力時 Dcjh=ℓdh、負加力時 Dcjh=ℓag とし、T 形、L 形接合部ともに、式(6.7)中の Dcjv はℓac とする。ℓdh は梁上端筋の投影定着長さ、ℓag は梁下端筋の定着長さ、ℓac は柱主筋定着長さを示す。

$$Vpuv = cVpuv + sVpuv \quad (6.6)$$

$$cVpuv = Fj\cdot\{\phi\cdot\kappa_c\cdot(bj-Bs)\cdot Dcjv+\kappa_s\cdot Bs\cdot Dsjv\} \quad (6.7)$$

$$sVpuv = 1.2tw\cdot(Dsv-tgf)\cdot s\sigma wy/\sqrt{3} \quad (6.8)$$

ここに、cVpuv：RC 部のせん断終局耐力、 sVpuv：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 κ_c=0.7、κ_s=1.4 とし、L形接合部では、正加力時 κ_c=0.6、κ_s=1.2、負加力時 κ_c=0.4、 κ_s=0.8 とする。

Dcjv：鉄骨で囲まれない RC 部の鉛直方向の有効せい、tgf：梁鉄骨フランジの厚さ

Dsjv=(Dg+Dsv)/2：鉄骨で囲まれた RC 部の鉛直方向の有効せい、Dg：梁せい、

Dsv:梁鉄骨せい、その他の記号の定義は RC 構造設計指針 6 章および本編 5.2 節による。

6.3　構造規定

(1) SRC 造 T 形、L 形接合部の柱主筋定着部

1) SRC 造 T 形、L 形接合部の柱主筋定着長さℓ_{ac}は、RC 構造設計指針 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 Cs は 2.0db 以上とする。db は柱主筋直径を示す。

(2) SRC 造 L 形接合部の梁主筋定着部

1) SRC 造 L 形接合部の梁上端筋の定着部は、RC 構造設計指針 8.3 節による。

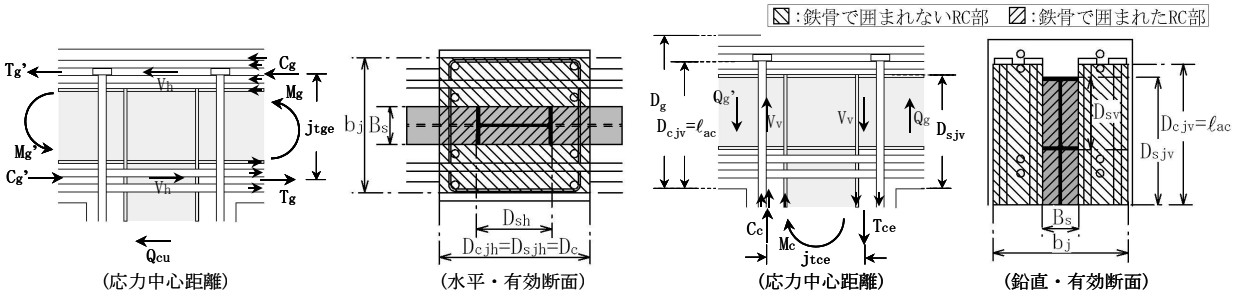
2) 梁下端筋の定着長さℓ_{ag}は、非貫通型定着の場合、RC 構造設計指針・式(8.1)の必要定着長さℓ_{ao}以上 14db 以上かつ Dc/2 以上とし、貫通型定着の場合、14db 以上かつ Dc/2 以上とする。db は梁主筋直径を示す。

3) 梁主筋中心からの側面かぶり厚さ Cs は、RC 構造設計指針 8.3 節による。

(3) 接合部横補強筋およびかんざし筋

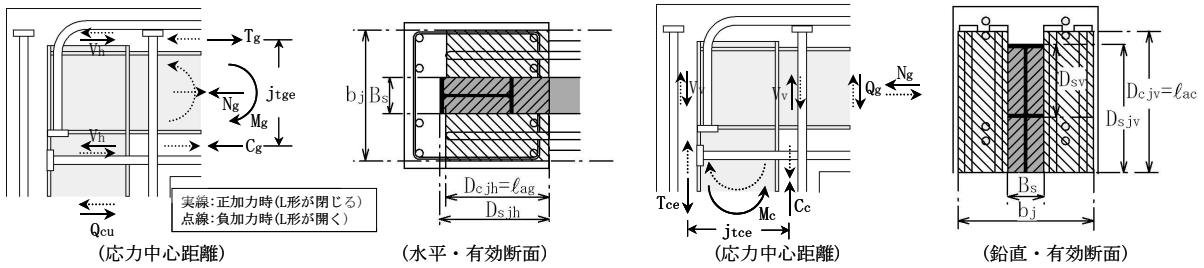
1) 柱主筋の定着金物と梁鉄骨フランジ上面の間に、1 組以上の接合部横補強筋を配置する。

2) RC 構造設計指針・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、かんざし筋比 pjwv が 0.15%以上のかんざし筋を配置する。pjwv は RC 構造設計指針・式(7.4)による。



(a) 水平方向　　(b) 鉛直方向

図 6.1　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 6.2　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 造 T 形および L 形接合部の終局強度設計用せん断力

SRC 造 T 形、L 形接合部[7]の終局強度設計用せん断力 Vmuh および Vmuv は、RC 造 T 形、L 形接合部と同様、RC 構造設計指針・式(5.3)で算定する。RC 構造設計指針・式(5.5)中の梁基準曲げ終局耐力 Mguo は、SRC 造ト形接合部と同様、式(5.1)、式(5.2)で算定し、柱基準曲げ終局耐力 Mcuo は式(6.1)で算定する。RC 構造設計指針・式(5.3)中の架構形状に関する係数 ξ_h は、式(5.4)の SRC 造梁の等価応力中心距離 jtge を用い、式(5.3)で算定し、ξ_v は、式(6.3)の SRC 造柱の等価応力中心距離 jtce を用い、式(6.2)で算定する。

また、L 形接合部の場合、RC 接合部と同様、式(6.4)および式(6.5)は、RC 構造設計指針 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 造 T 形、L 形接合部のせん断終局耐力 Vpuh および Vpuv は、実験[7]を基に、SRC 造ト形接合部と同様、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 造 L 形接合部の場合、RC 構造設計指針 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 $D_{cjh}=\ell_{dh}$、負加力時 $D_{cjh}=\ell_{ag}$ とした。

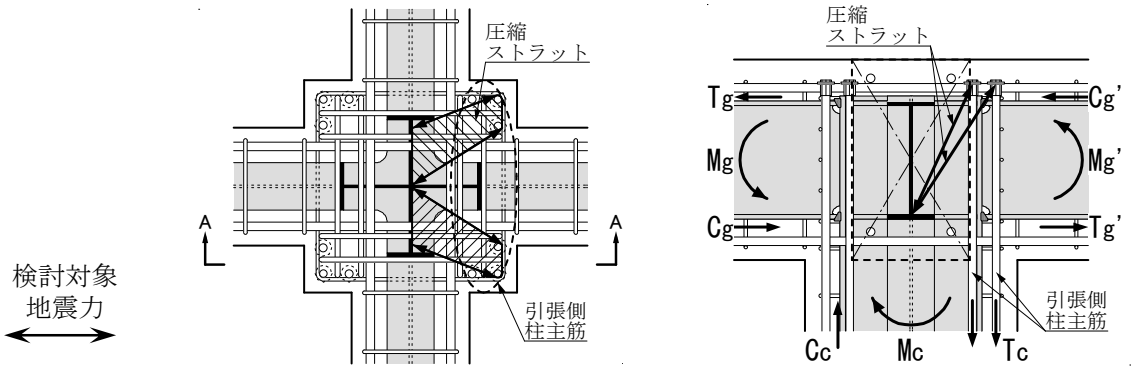
(3) 構造規定

(a) SRC 造 T 形、L 形接合部の柱主筋定着部

解図 6.1 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 造 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、外側への押出し力が作用する。この押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。

RC 構造設計指針 8.2 節と同様、柱主筋中心からの側面かぶり厚さ Cs は 2.0db 以上とし、SRC 造ト形接合部と同様、SRC 造 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。



(a) 水平断面　　(A-A 断面)
(b) 引張側柱主筋定着部

解図 6.1 SRC 造 T 形接合部の配筋詳細例

(b) SRC 造 L 形接合部の梁主筋定着部

SRC 造 L 形接合部の梁上端筋の投影定着長さℓ_{dh}は、実験[7)]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 造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 造ト形接合部と同様、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 5.2 参照)。

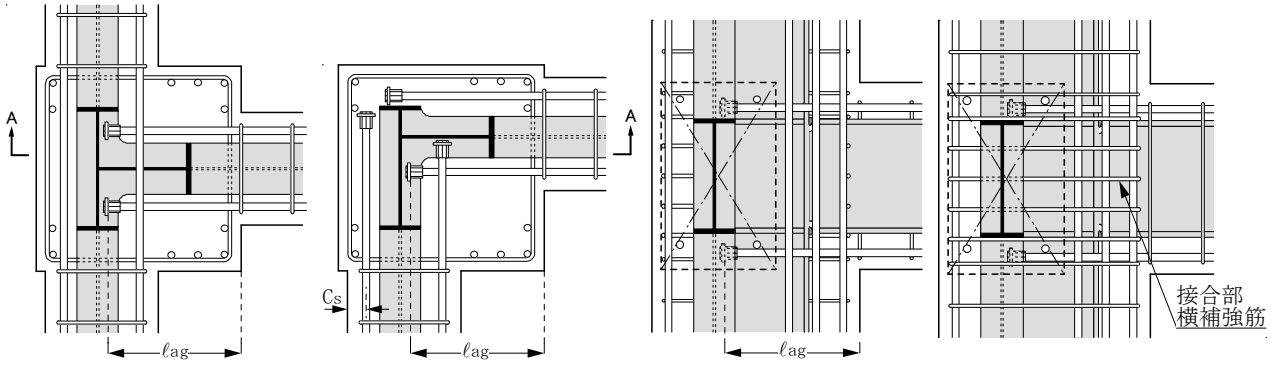
梁上端筋、下端筋ともに、梁主筋中心からの側面かぶり厚さ Cs は、RC 構造設計指針 8.3 節によるとし、SRC 造ト形接合部と同様、梁主筋の背面かぶり厚さを規定していない。

(c) SRC 造 T 形、L 形接合部のかんざし筋

かんざし筋のかんざし筋比 pjwv は、【柱 RC 梁 S 接合部・柱 SRC 造梁 S 接合部編】5.3 節と同様に規定した。

7章　SRC 柱梁接合部の標準配筋詳細

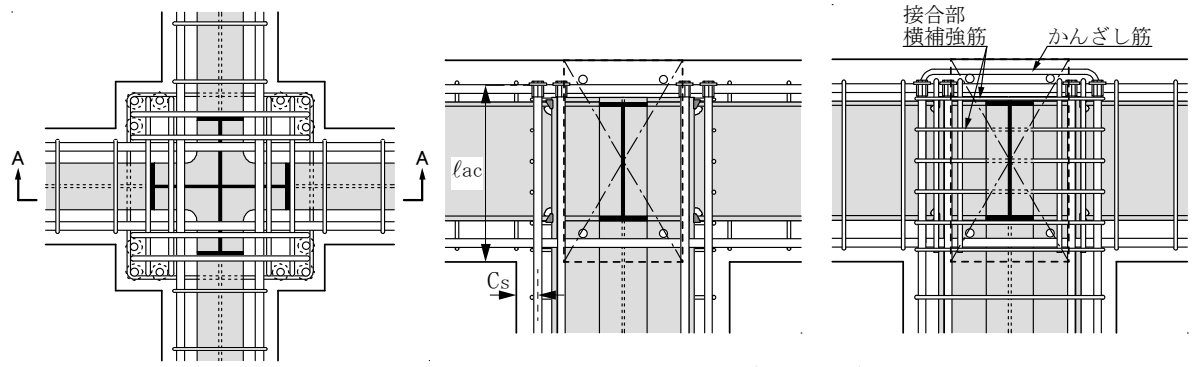
【ト形接合部】
・梁主筋非貫通型定着の場合、p_{jwh}≧0.2%、ℓ_{ag}≧max{ℓ_{ao},12db,Dc/2}
　ただし、出隅柱梁接合部では、ℓ_{ag}≧(2/3)Dc かつ鉄骨フランジとウェブで囲まれた鉄骨コアの範囲に定着金物を配置し、出隅側では、梁上下主筋定着長さはできるだけ長くする。
・梁主筋貫通型定着の場合、p_{jwh}≧0.1%、ℓ_{ag}≧max{12db, Dc/2 かつ梁主筋貫通}
　p_{jwh}：接合部横補強筋比、ℓ_{ag}：梁主筋定着長さ、ℓ_{ao}:必要定着長さ、Dc:柱せい、db:梁主筋直径
・梁主筋中心からの側面かぶり厚さ Cs は、3db 以上とする。



(側柱)　(隅柱)　(A-A 断面)
(a) 水平断面　(b) 梁主筋定着詳細　(c) 接合部配筋詳細

詳細図 1　SRC 造ト形接合部

【T 形接合部】
・梁主筋非貫通型定着の場合、p_{jwh}≧0.2%
・梁主筋貫通型定着の場合、p_{jwh}≧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}≧max{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}
・柱主筋中心からの側面かぶり厚さ Cs≧2db
　ℓ_{ao}:必要定着長さ、db:柱主筋直径
・ XY 方向ともに、かんざし筋比 p_{jwv}≧0.15%のかんざし筋を配置する。



(A-A 断面)
(a) 水平断面　(b) 柱主筋定着詳細　(c) 接合部配筋詳細

詳細図 2　SRC 造 T 形接合部

【L 形接合部】

・梁上端筋の投影定着長さ$\ell_{dh} \geqq \max\{\ell_{ao}, 16d_b, (3/4)D_c\}$

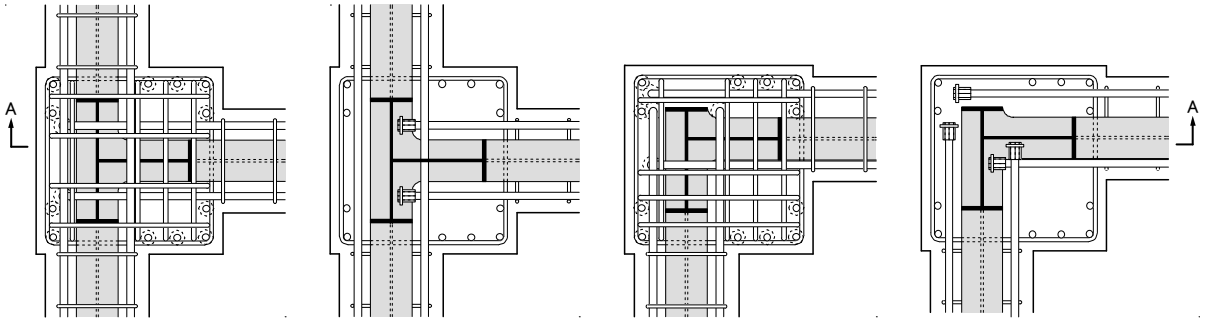
折曲げ後の余長は、RC 構造設計指針 8.3 節による。

・梁下端筋の定着長さ$\ell_{ag} \geqq \max\{\ell_{ao}, 14d_b, D_c/2\}$

ただし、出隅柱梁接合部では、$\ell_{ag} \geqq (2/3)D_c$ 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。

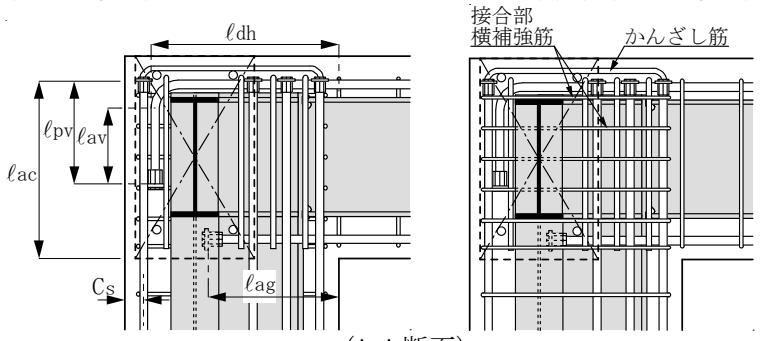
ℓ_{ao}:必要定着長さ、d_b:梁主筋直径、D_c:柱せい

・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。



（上端筋側）　（下端筋側）　（上端筋側）　（下端筋側）

(a) 側柱：水平断面　　(b) 隅柱：水平断面



(A-A 断面)

(c) 柱、梁主筋定着詳細　　(d) 接合部配筋詳細

詳細図 3　SRC 造 L 形接合部

【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靭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) 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
7) 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
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

【柱 RC 梁 S 接合部・柱 SRC 梁 S 接合部編】

設計指針(2026 年)

目　次

1 章　適用範囲 ·· 設計 2-1

2 章　材料 ·· 設計 2-1

3 章　本編の基本事項 ·· 設計 2-2

4 章　柱主筋定着設計 ·· 設計 2-5
　4.1　機械式定着工法柱主筋定着部
　4.2　柱主筋必要定着長さ
　4.3　□形プレートの設計

5 章　各部構造規定 ·· 設計 2-14
　5.1　梁鉄骨およびふさぎ板
　5.2　SRC 柱内蔵鉄骨および接合部せん断補強筋
　5.3　かんざし筋および定着部拘束筋

柱 RC 梁 S 接合部・柱 SRC 梁 S 接合部関連の参考文献　···················· 設計 2-22

1章　適用範囲

本編は、DBヘッド定着工法による柱RC梁S接合部および柱SRC梁S接合部における柱主筋定着設計に適用する。

本編に記載のない事項は、DBヘッド定着工法 RC構造設計指針(2026年)・基本設計編および応用設計編(以下、RC構造設計指針と略記する)の関連する章、ならびに関連する法令および基・規準によるほか、第三者機関の技術評価を取得した柱RC梁S接合部および柱SRC梁S接合部に関する設計指針によるとする。

(関連法令および基・規準類)

[日本建築学会]

- 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(2024年)
- 鉄筋コンクリート柱・鉄骨梁混合構造設計指針(2021年)
- 鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(2014年)
- 鉄骨鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説(2005年)
- 各種合成構造設計指針･同解説(2023年)

[国土交通省国土技術政策総合研究所 国立研究開発法人建築研究所 監修]

- 2025年版 建築物の構造関係技術基準解説書

2章　材料

(1) コンクリート

SRC柱梁接合部編2章(1)による。ただし、柱主筋鋼種SD490の場合、コンクリート設計基準強度Fcは24N/mm^{2}以上とする。

(2) 鉄筋

本編で用いる柱主筋鋼種は、SRC柱梁接合部編・表2.1による。

(3) 定着金物

SRC柱梁接合部編2章(3)による。

(4) 鋼材

本編で用いる鋼材は、SS400,SN400A,B,C,SN490B,C,SM400A,B,C,SM490A,B,C,SM490YA,YB,SM520B,Cとする。ただし、上記の鋼材と同等の機械的性質を有する鋼材は使用してもよい。

【解説】

本編では、本編設計指針の妥当性を検証した文献6)の実験ならびに(日本建築学会)鉄筋コンクリート柱・鉄骨梁混合構造設計指針(2021年)6.3節「最上階柱梁接合部」に基づき、柱主筋の適用鋼種はSD295～SD490としている。ただし、本編2章(1)コンクリートでは、柱主筋鋼種SD295～SD390の場合、コンクリート設計基準強度Fcは21N/mm^{2}以上とし、柱主筋鋼種SD490の場合、Fcは24N/mm^{2}以上としている。

3 章　本編の基本事項

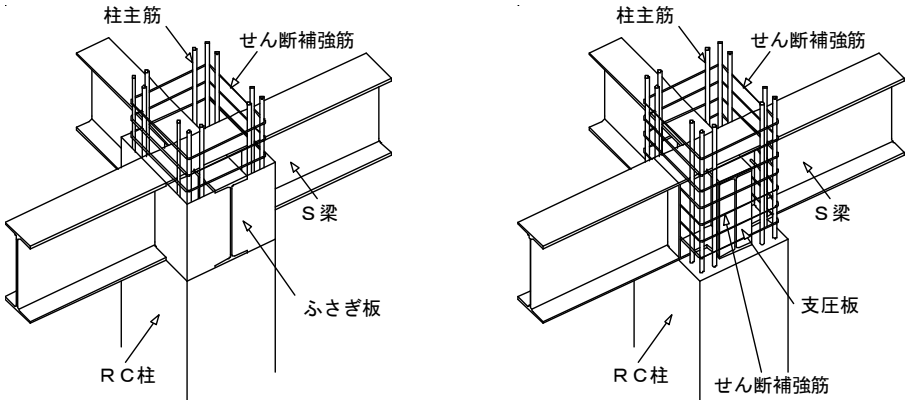
本編は、SABTEC 技術評価を取得した機械式定着工法柱主筋定着部を適用対象とし、本編による T 形、L 形の柱 RC 梁 S 接合部および柱 SRC 梁 S 接合部の設計で想定する破壊形式は、柱梁接合部せん断破壊および柱主筋定着破壊を起こさない柱曲げ降伏型とする。

【解説】

(1) 柱 RC 梁 S 接合部・柱 SRC 梁 S 接合部の特長

柱 RC 梁 S 接合部は、大型店舗や物流倉庫などに適した純ラーメン混合構造であり、同構造は、RC 柱コンクリート打設後、鉄骨梁、接合部コンクリートと合成スラブが施工される。また、柱 SRC 梁 S 接合部の場合、小鉄骨柱建方後の SRC 骨組を用いることで、狭隘敷地での現場施工が可能となる。近年、第三者機関の技術評価工法による柱 RC 梁 S 接合部が普及している。これに対して、本編は、既往工法では適用対象としていない各種定着金物を用いた機械式定着工法柱主筋定着部を適用対象としている。

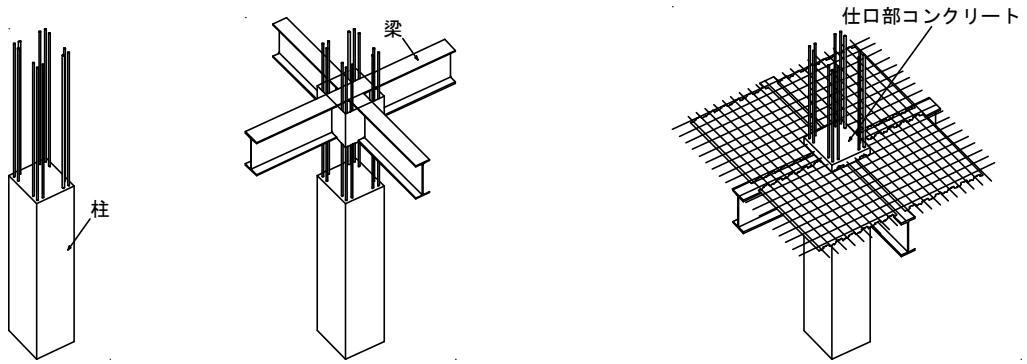
柱 RC 梁 S 接合部には、解図 3.1 のふさぎ板形式とせん断補強筋形式があり、ふさぎ板形式の柱 RC 梁 S 混合構造骨組の現場施工フローを解図 3.2 に示す。



(a) ふさぎ板形式　　(b) せん断補強筋形式

解図 3.1 柱 RC 梁 S 接合部の補強形式

【注記】①柱 CON 打設後、②鉄骨建方およびデッキプレート敷込みを行い、③仕口 CON とスラブ CON の打設が行われる。



①　柱 CON 打設　　②鉄骨建方　　③仕口 CON 打設

解図 3.2 ふさぎ板形式の柱 RC 梁 S 混合構造骨組の現場施工フロー

(2) 柱 RC 梁 S 接合部開発研究の経緯

1) 柱 RC 梁 S 接合部の開発実験は、1990 年前後より、ゼネコンの技研を中心に行われ、日本建築学会より、柱 RC 梁 S 接合部に関する研究の現状報告が 2001 年に発刊されている※1。

2) 柱 RC 梁 S 接合部の技術評価として、GBRC の性能証明が 2000 年から開始し、性能証明案件数は 2000 年～2007 年(6 件)、2008 年～2016 年(5 件)、2017 年～2021 年(13 件)あり、2017 年頃より、物流関連建物の施工実績と相まって急増している。

3) 上記の開発研究の経緯を踏まえ、日本建築学会・鋼コンクリート合成構造運営委員会では、2015 年より柱 RC 梁 S 混合構造設計小委員会で RCS 構造の設計施工指針の作成に着手し、鉄筋コンクリート柱・鉄骨梁混合構造設計指針が 2021 年に発刊されている※2。

4) RCS 混合構造設計指針(2018 年)の柱 RC 梁 S 接合部・柱 SRC 梁 S 接合部編は、当初、DS ネジプレート定着工法(JFE 条鋼(株)：SABTEC 評価 12-01(2012 年 5 月 22 日))として技術評価が行われ、柱 RC 梁 S 接合部・柱 SRC 梁 S 接合部編の根拠論文が日本建築学会 構造系論文集 2013 年 7 月号に掲載されるとともに、SABTEC 指針(2014 年)に組み込まれている。

   なお、DS ネジプレート定着工法 技術評価報告書に示されている柱 RC 梁 S 接合部・柱 SRC 梁 S 接合部の実験は、当初、現 JFE 条鋼(株)(旧ダイワスチール(株))が DS ネジプレート定着工法として GBRC 性能証明 第 07-18 号 改 2(2011 年 6 月 11 日)取得の際に行われている。

※1 日本建築学会：鉄筋コンクリート柱・鉄骨梁混合構造の設計と施工、2001

※2 日本建築学会：鉄筋コンクリート柱・鉄骨梁混合構造設計施工指針、2021

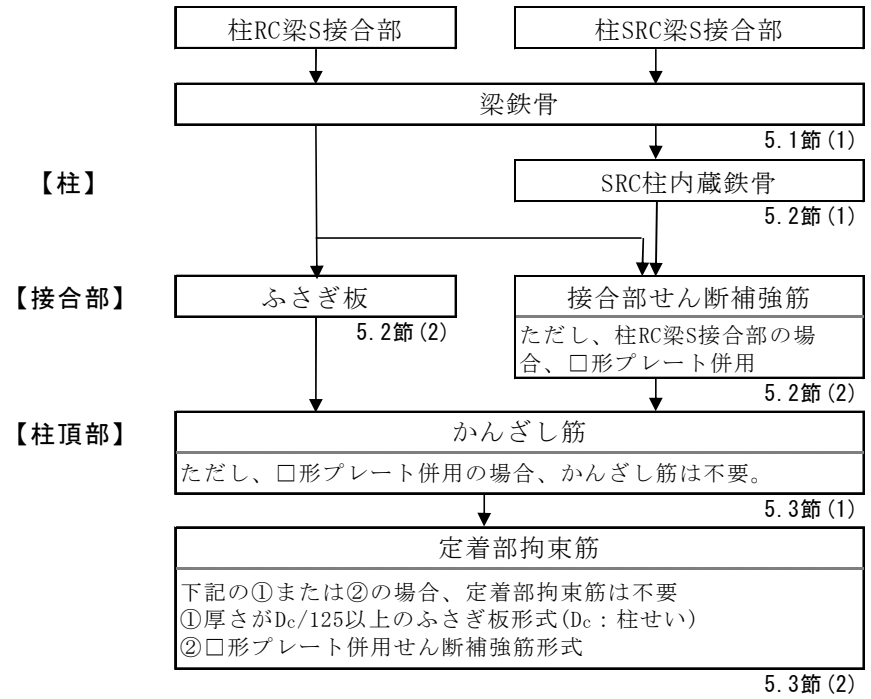
(3) 本編設計規定の基本事項

本編では、実験[6)]を基に、T 形、L 形の柱 RC 梁 S 接合部および柱 SRC 梁 S 接合部ともに、設計で想定する破壊形式は、保証メカニズム時層間変形角 R_{uD} (3/100)に達するまで、接合部せん断破壊および柱主筋定着破壊を起こさない柱曲げ降伏型としている。

本編 2 章～4 章の構成を解図 3.3、5 章「各部構造規定」の構成を解図 3.4 に示す。

材料（2章）	柱主筋鋼種とコンクリート設計基準強度Fcの組合せ	
	SD295～SD390柱主筋	Fc21N/mm^{2}以上
	SD490柱主筋	Fc24N/mm^{2}以上
	定着金物：SABTEC技術評価取得機械式定着工法	
	鋼材：SS400,SN400A,B,C,SN490B,C,SM400A,B,C SM490A,B,C,SM490YA,YB,SM520B,C	
本編の基本事項（3章）	最終破壊形式：柱曲げ降伏先行後の柱主筋定着破壊型	
	目標性能： 柱降伏後、保証メカニズム時層間変形角(3/100)以上	
柱主筋定着設計（4章）	4.1節　柱主筋定着形式	
	ふさぎ板形式	柱RC梁S接合部、柱SRC梁S接合部とも
	せん断補強筋形式	柱RC梁S接合部は□形プレート併用
		柱SRC梁S接合部
	4.2節　柱主筋必要定着長さ	
	ふさぎ板形式	指針式(4.1)
	せん断補強筋形式	指針式(4.2) 柱RC梁S接合部は□形プレート併用
	4.3節　□形プレートの設計	

解図 3.3　本編 2 章～4 章の構成

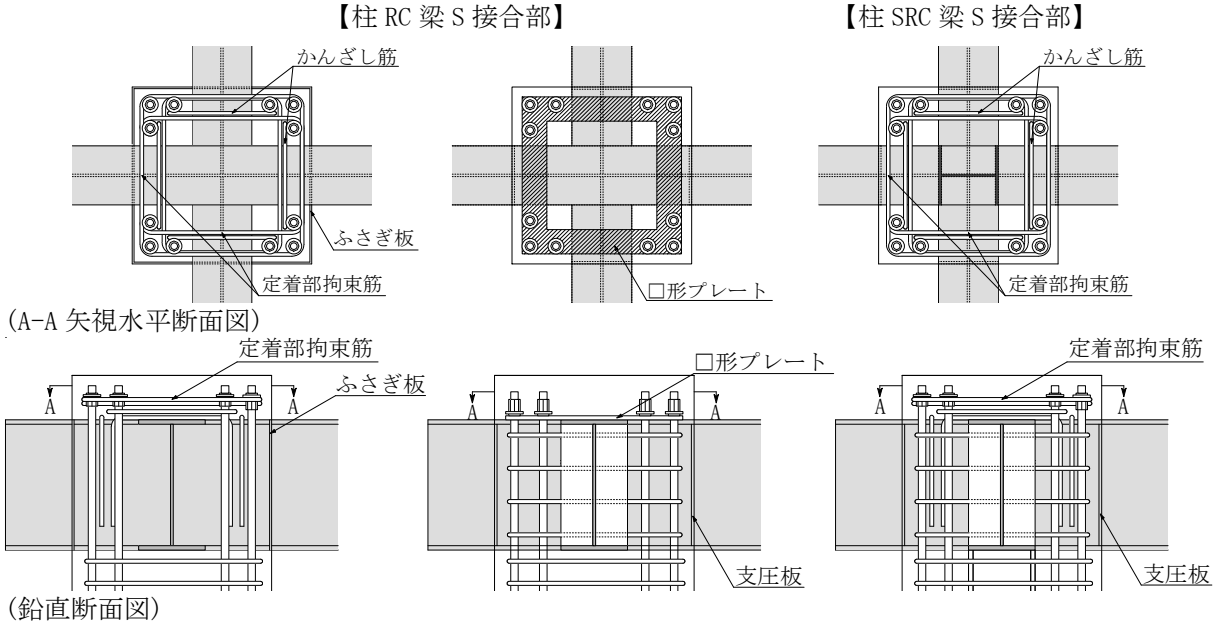


解図 3.4　本編 5 章「各部構造規定」の構成

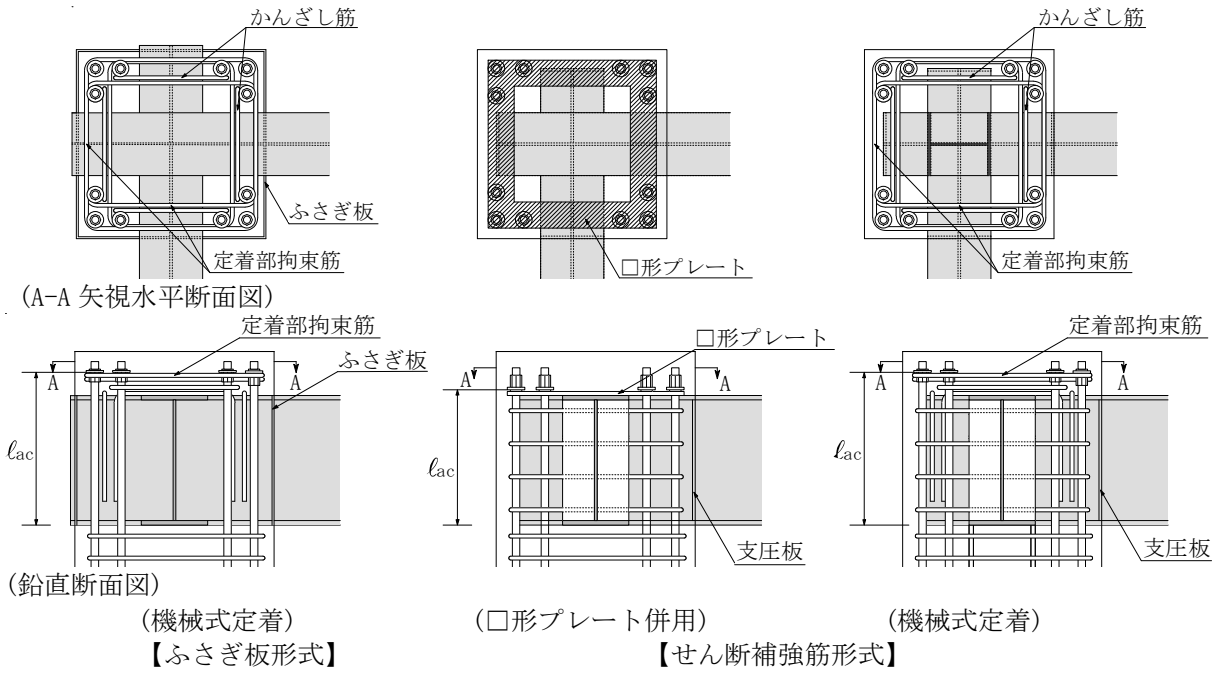
4 章　柱主筋定着設計

4.1　機械式定着工法柱主筋定着部

図 4.1 に示すように、柱 RC 梁 S 接合部ではふさぎ板形式と□形プレート併用せん断補強筋形式の場合、柱 SRC 梁 S 接合部ではふさぎ板形式とせん断補強筋形式の場合、それぞれ機械式定着工法柱主筋定着部としてもよい。ただし、柱主筋鋼種 SD490 の場合、□形プレート併用を適用できない。



(a) T 形接合部



(b) L 形接合部

図 4.1　機械式定着工法柱主筋定着部とした柱 RC 梁 S 接合部・柱 SRC 梁 S 接合部

4.2　柱主筋必要定着長さ

柱主筋定着長さ ℓ_{ac} は、梁鉄骨下フランジ下面から定着板内面までとし、ふさぎ板形式では式(4.1)、せん断補強筋形式では式(4.2)の必要定着長さ ℓ_{ab} 以上とする。

(ふさぎ板形式)　　$\ell_{ab}=\max\{S\cdot\sigma t\cdot db/(10fb),18db\}$　　(4.1)

(せん断補強筋形式)　$\ell_{ab}=\max\{1.25S\cdot\sigma t\cdot db/(10fb),21db\}$　　(4.2)

ただし、柱 RC 梁 S 接合部の場合、□形プレート併用せん断補強筋形式とする。

ここに、$fb=(Fc/40)+0.9$：付着割裂基準強度(N/mm^2)

Fc：コンクリートの設計基準強度(N/mm^2)、db：柱主筋呼び名の値

σt：短期引張許容応力度(N/mm^2)、S：必要定着長さ係数で、S=0.7 とする。

4.3　□形プレートの設計

1)　梁鉄骨上フランジで支持された□形プレートの設計は、式(4.3)による(図 4.2)。

$$Qmu\geqq Tpy,\quad Qmu=(Mp+Mt)/Le,\quad Tpy=\gamma p\cdot Tryo/2 \qquad (4.3)$$

$$Le=\alpha p\cdot Lr \qquad (4.4)$$

ここに、Qmu：柱断面隅角部 1 箇所あたりの□形プレートの終局時せん断力

Tpy：柱断面隅角部 1 箇所あたりの全柱隅筋の終局時引張力

γp：引張力有効係数で、柱主筋の鋼種に応じて決定する。

SD295：$\gamma p=0.3$、　SD345、SD390：$\gamma p=0.25$

Mp：□形プレートの全塑性モーメント($Mp=\sigma sy\cdot Bp\cdot tp^2/4$)

Mt：□形プレートの降伏ねじりモーメント($Mt=\tau sy\cdot Bp\cdot tp^2/3$)

σsy, τsy：□形プレートの引張強度およびせん断強度($\tau sy=\sigma sy/\sqrt{3}$)

SS400,SN490,SM490 の場合、$\sigma sy=1.1\sigma syo$ としてもよい。

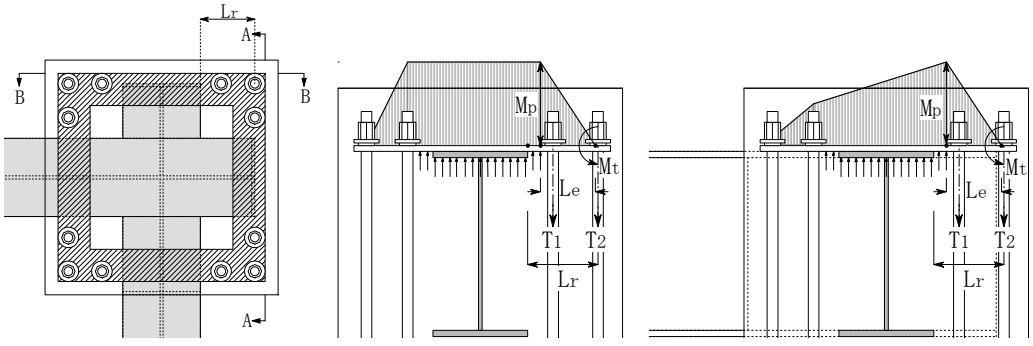
σsyo：規格降伏点　　Bp, tp：□形プレートの幅および厚さ

$Tryo$：柱断面隅角部 1 箇所あたりの全柱隅筋の規格降伏引張力

Le：□形プレート隅角部の有効長さ、αp：有効長さ係数($\alpha p=0.2$ とする。)

Lr：梁鉄骨フランジ先端から柱隅筋中心までの距離

2) □形プレートの厚さ tp は 12mm 以上、幅 Bp は 3db 以上とし、□形プレートの外面は、JASS5 の設計かぶり厚さを確保する(図 4.3)。



(平面図)　　(A-A 矢視)　　(B-B 矢視)

図 4.2　□形プレートの抵抗機構および有効スパン長

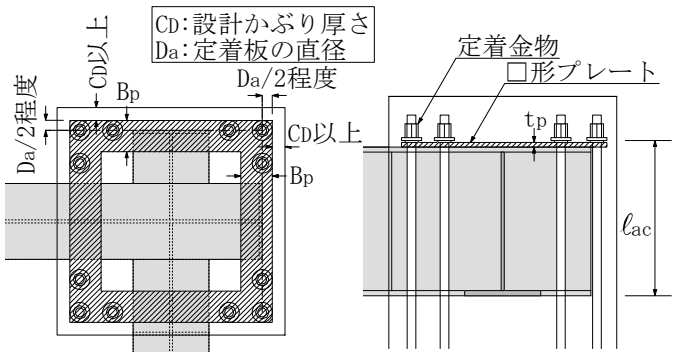


図 4.3　□形プレートと柱主筋定着部の納まり

【解説】

(1) 機械式定着工法柱主筋定着部に関する検討結果

(a) 柱 RC 梁 S 接合部における柱主筋定着部

L 形接合部実験[6)]によると、解図 4.1 に示すように、機械式定着工法柱主筋定着部としたふさぎ板形式・柱 RC 梁 S 接合部の場合、設計目標の変形性能(R80≧3/100)が確保される。一方、機械式定着工法柱主筋定着部としたせん断補強筋形式・柱 RC 梁 S 接合部の場合、柱曲げ降伏後、早期に定着破壊を起こす恐れがある。

同図中、Qc は柱せん断力、Qcu は柱曲げ終局耐力時せん断力、R は層間変形角、R80 は最大耐力の 80%耐力低下時の限界層間変形角実験値である。

また、文献 2)～5)の柱 RC 梁 S 接合部および RC 柱梁接合部の実験では、□形プレート併用せん断補強筋形式の場合、□形プレートの曲げ抵抗が柱主筋定着耐力に付加されるので、柱曲げ降伏後、設計目標の変形性能が確保される。

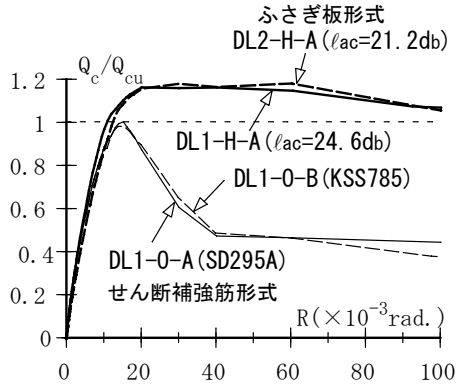
これらより、4.1 節では、柱 RC 梁 S 接合部では、ふさぎ板形式および□形プレート併用せん断補強筋形式の場合、機械式定着工法柱主筋定着部を適用できるとした。

(b) 柱 SRC 梁 S 接合部における柱主筋定着部

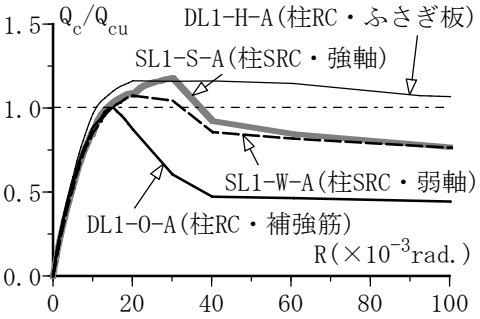
柱 SRC 梁 S 接合部の実験[6)]では、解図 4.2 に示すように、せん断補強筋形式の場合、柱内蔵鉄骨による柱主筋定着破壊遅延効果で、最大耐力が柱 RC 梁 S 接合部よりも向上し、設計目標の変形性能(R80≧3/100)が確保される。

同図中、SL1-S-A,SL1-W-A はせん断補強筋形式・柱 SRC 梁 S 接合部試験体であり、DL1-H-A はふさぎ板形式、DL1-O-A はせん断補強筋形式・柱 RC 梁 S 接合部試験体である。

これらより、4.1 節では、柱 SRC 梁 S 接合部の場合、ふさぎ板形式、せん断補強筋形式ともに、機械式定着工法柱主筋定着部を適用できるとした。



解図 4.1　せん断補強筋形式とふさぎ板形式
柱 RC 梁 S 接合部の Qc－R 関係の比較



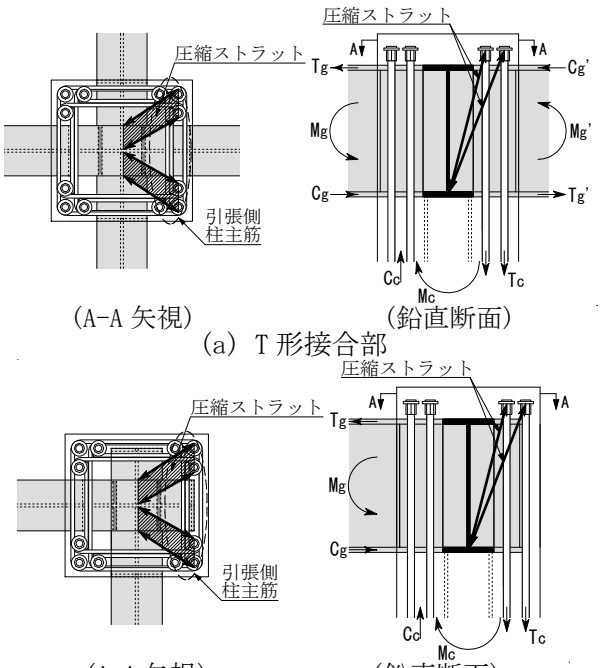
解図 4.2　柱 SRC 梁 S 接合部と
柱 RC 梁 S 接合部の Qc/Qcu－R 関係の比較

(c) 柱 RC 梁 S 接合部・柱 SRC 梁 S 接合部における柱主筋定着部の抵抗機構と必要定着長さ

柱RC梁S接合部での柱主筋定着部の抵抗機構では、文献6)の実験を基に、SABTEC 設計指針・解図8.2のRC造L形接合部での抵抗機構と同様、解図 4.3 に示すように、引張側柱主筋定着部と隣接する直交梁鉄骨下フランジ間に圧縮ストラットが形成されるとしている。

これらより、本編では、柱主筋定着長さ ℓac は、RC 計算規準 17 条の算定式に準じ、AIJ 鉄筋コンクリート柱鉄骨梁混合構造設計指針(2021年)6.3 節[1)]の最上階柱梁接合部での柱主筋定着部と同様、式(4.1)または式(4.2)の必要定着長さ ℓab 以上としている。

一方、柱 RC 梁 S 接合部・SRC 梁 S 接合部の場合、柱主筋定着耐力に伴う圧縮ストラットに対する水平成分の影響を考慮し、5.3 節で規定する定着部拘束筋を配置するとしている。また、4.2 節では、文献 6)のせん断補強筋形式の柱 SRC 梁 S 接合部の実験より、柱主筋定着ℓac を 21db 以上としている((2)項 参照)。



解図 4.3　柱 RC 梁 S 接合部での
柱主筋定着部の抵抗機構

なお、柱梁接合部内で柱主筋定着長さを確保できない場合でも、柱主筋定着部の上部を突出させ、SABTEC 指針 12.1 節で規定する鉛直スタブ付きとすれば、設計で保証すべき柱主筋定着耐力を確保できると考えられる。

(d) コンクリート設計基準強度と柱主筋鋼種の組合せ

2018 年版柱 RC 梁 S 接合部･柱 SRC 梁 S 接合部編では、文献 6)の実験に供した柱主筋鋼種を SD390 としていたので、柱主筋鋼種 SD295～SD390、コンクリートの設計基準強度 21N/mm^2 以上かつ 60N/mm^2 以下とした。一方、2022 年版では、AIJ 鉄筋コンクリート柱鉄骨梁混合構造設計指針(2021 年)[1)]と同様、柱主筋鋼種を SD295～SD490 している(SRC 柱梁接合部編・表 2.1 参照)。

AIJ 鉄筋コンクリート柱鉄骨梁混合構造設計指針(2021 年)[1)]の 2.3 節では、鉄筋鋼種 SD295～SD490 について、2.4 節では、コンクリートの設計基準強度 24N/mm^2 以上かつ 60N/mm^2 以下とし、本編 4.2 節の柱主筋必要定着長さと同様、文献 6)の実験を引用した上で、6.3 節で最上階柱梁接合部における柱主筋必要定着を規定している。

これらより、AIJ 鉄筋コンクリート柱鉄骨梁混合構造設計指針(2021 年)6.3 節と同様、2022 年版では、2 章「材料」(1)でコンクリート設計基準強度と柱主筋鋼種の組合せを規定した上で、4.2 節で柱主筋必要定着長さを規定している。

(2) 柱 RC 梁 S 接合部および柱 SRC 梁 S 接合部の目標性能の検証

(a) T 形・柱 RC 梁 S 接合部試験体の検証

検討対象の T 形接合部試験体の柱主筋定着方法と破壊形式を解表 4.1、R80－ℓac/ℓab 関係を解図 4.4 に示す。R80 は最大耐力の 80%耐力低下時の限界層間変形角実験値である。

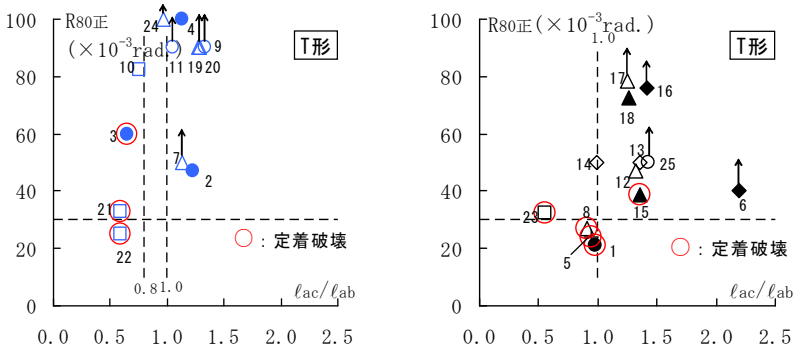
解図 4.4 によると、ℓac/ℓab≧1 の時、R80≧3/100 の試験体は、ふさぎ板形式の場合、定着金物(通し No.2,No.4)、ナット定着(通し No.7,No.19,No.20,No.24)、せん断補強筋形式の場合、□形プレート(P1)形式および 2 分割プレート(P2)形式の(通し No.6, No.13, No.14,No.16)である。せん断補強筋形式の場合、ℓac/ℓab≒1 の定着金物(通し No.1)、ナット定着(通し No.8)の R80 は 3/100 を下回った。

解表 4.1　検討対象 T 形接合部試験体の
柱主筋定着形式と破壊形式

補強形式	柱主筋定着方法	破壊形式 柱	梁	接	定	計	凡例	文献
補強筋	直線定着(S)	0	0	0	1	1	□	T(11)
	全フック(H1)	1	0	0	0	1	○	T(13)
	隅筋フック(H2)	1	0	0	1	2	▲	T(8),T(9)
	ナット定着(N)	2	0	0	1	3	△	T(5),T(7),T(9)
	機械式定着(M)	0	0	0	1	1	●	T(1)
	□形プレート(P1)	2	0	0	0	2	◆	T(4),T(8)
	2分割プレート(P2)	2	0	0	0	2	◇	T(7)
	4分割プレート(P3)	0	0	0	1	1	＋	T(3)
	合計	8	0	0	5	13		
ふさぎ板	直線定着(S)	1	0	0	2	3	□	T(6),T(11)
	全フック(H1)	2	0	0	0	2	○	T(6)
	ナット定着(N)	4	0	0	0	4	△	T(5),T(10),T(12)
	機械式定着(M)	2	0	0	1	3	●	T(1),T(2)
	合計	9	0	0	3	12		

【破壊形式】柱：柱曲げ破壊型、梁：梁曲げ破壊型、
接：接合部せん断破壊型、定：柱主筋定着破壊型

(注)図中の数値は、試験体の通し No. を示す。



(a) ふさぎ板形式　　(b) せん断補強筋形式

解図 4.4　T 形・柱 RC 梁 S 接合部試験体の R80－ℓac/ℓab 関係

(b) L 形・柱 RC 梁 S 接合部および柱 SRC 梁 S 接合部試験体の検証結果

文献6)と文献L(1),L(2)の実験によるL形接合部試験体の柱主筋定着方法と破壊形式を解表 4.2、R80－ℓac/ℓab 関係を解図 4.5 に示す。

同図によると、ℓac/ℓab≧1 の時、柱 RC 梁 S 接合部の場合、ふさぎ板形式では、定着金物試験体(DL1-H-A, DL2-H-A)[6]でも、R80≧3/100 を満足する。

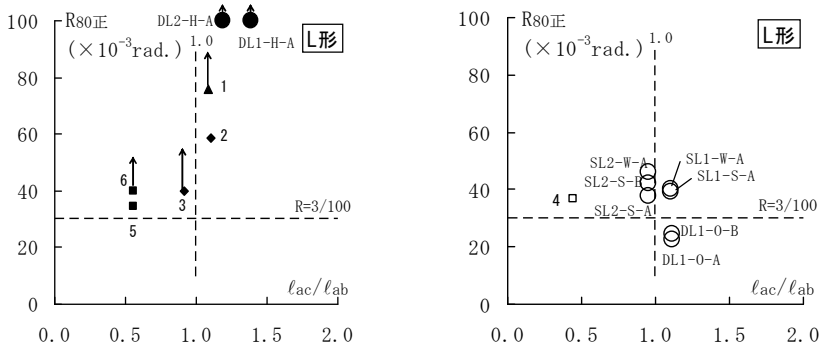
せん断補強筋形式試験体では、ℓac/ℓab≒1 の定着金物試験体(DL1-O-A,B) [6]の R80 は、3/100 を下回った。ただし、柱 SRC 梁 S 接合部の場合、せん断補強筋形式でも、ℓac/ℓab≧1 の定着金物試験体(SL1-S-A, SL1-W-A) [6]の R80 は 3/100 以上となる。

また、ℓac/ℓab＜1 の SL2-S-A,B, SL2-W-A の R80 は 3/100 以上となった。これは、柱 SRC 梁 S 接合部では、柱主筋定着長さよりも、内蔵柱鉄骨の効果が卓越するためであると考えられる。

解表 4.2　検討対象 L 形接合部試験体の柱主筋定着形式と破壊形式

補強形式	柱主筋定着方法	破壊形式 柱	梁	接	定	計	文献	凡例 L(1,2)	本実験
補強筋	直線(S)	0	0	0	1	1	L(2)	□	
	機械式定着(M)	0	0	0	7	7	RCS, SRCS		○
	合計	0	0	0	1	8			
ふさぎ板	直線(S)	0	1	0	1	2	L(2)	■	
	全フック(H1)	1	0	1	0	2	L(1)	◆	
	隅筋フック(H2)	0	1	0	0	1	L(1)	▲	
	機械式定着(M)	2	0	0	0	2	RCS		●
	合計	1	2	1	1	7			

【破壊形式】柱：柱曲げ破壊型、梁：梁曲げ破壊型、
接：接合部せん断破壊型、定：柱主筋定着破壊型
(注)文献 RCS. SRCS は、文献 6)を指す。



(a) ふさぎ板形式　　(b) せん断補強筋形式

(注)図中の数値は、文献L(1),L(2)の試験体の通し No. を示す。

解図 4.5　L 形・柱 RC 梁 S 接合部および柱 SRC 梁 S 接合部試験体の R80－ℓac/ℓab 関係(正加力)

(3) 柱 RC 梁 S 接合部の□形プレート併用せん断補強筋形式

(a) □形プレートの設計条件

梁鉄骨上フランジ上面を跨ぐ□形プレートの場合、図 4.2 に示すように、引張側柱主筋の引張力によって、梁鉄骨上フランジで支持された□形プレート付け根に曲げモーメントが生じ、□形プレート隅角部(交差部)にねじりモーメントが生じる。柱断面隅角部 1 箇所に配置される柱主筋に引張力 T1,T2 が生じるとし、以下の仮定を設けると、□形プレートの柱断面隅角部 1 箇所あたりの終局時せん断力 Qmu は、式(4.3)の第 2 式で求められる。

① 柱隅筋中心から有効長さ Le だけ柱中央側に入った箇所では、□形プレート下面のコンクリートからの支圧反力は発生し、それより外側では、支圧反力は発生しない。

② T1 側と T2 側の柱主筋はともに引張降伏する。

③ H 形鋼フランジ先端から Lr-Le の位置で、□形プレートの曲げモーメントは全塑性モーメント Mp に達し、Lr(柱隅筋中心)の位置で、直交方向の□形プレートから伝達されるねじりモーメントが降伏ねじりモーメント Mt に達する。

せん断補強筋形式で、機械式定着工法による実験 [6]の場合、柱主筋定着長さℓ_{ac} を必要定着長さℓ_{ab} と同程度とすることで、解図 4.1 に示すように、柱曲げ終局耐力時柱主筋引張力と同程度の定着耐力が確保されるが、設計で保証すべき柱曲げ降伏後の変形性能は確保されない。変形性能確保のためには、せん断補強筋形式の実験で確認できた定着耐力の「$\gamma_p=(\sigma_y/\sigma_{yo})-1$」倍以上の付加耐力を□形プレートの曲げ抵抗で確保する必要がある。γ_p は引張力有効係数、σ_y、σ_{yo} は柱主筋の上限強度算定用材料強度および規格降伏点である(SABTEC 設計指針・解表 5.1 参照)。

これらより、□形プレートの柱断面隅角部 1 箇所あたりの終局時せん断力 Qmu は、式(4.3)に示すように、全柱隅筋の終局時引張力 Tpy 以上としなければならない。式(4.3)の第 2 式と第 3 式を等値すると、基準有効長さ Leo および基準有効長さ係数α_{po} が下式で求まる。

$$L_{eo}=2(M_p+M_t)/(\gamma_p \cdot T_{ryo}) \qquad \text{(解 4.1)}$$

$$\alpha_{po}=L_{eo}/L_r \qquad \text{(解 4.2)}$$

文献 2),3)の実験について算出した基準有効長さ係数α_{po} を解表 4.3 に示す。最小のα_{po} は 0.16 であるので、安全側の値として、式(4.4)中の有効長さ係数α_p を「0.2」とした。

解表 4.3　既往実験より算出した基準有効長さ係数α_{po}

	試験体	柱主筋					□形プレート						
		配筋	σ_{ryo} (N/mm^2)	γ_p	Tryo (kN)	Lr (mm)	Bp (mm)	tp (mm)	σ_{sy} (N/mm^2)	Mp (kN･mm)	Mt (kN･mm)	Leo (mm)	α_{po}
文献2)	No.12	3-D16	390	0.25	233	96	50	16	264	844.8	650	51	0.54
文献3)	NU2	3-D16	390	0.25	233	100	50	9	264	267.3	206	16	0.16

(注)　$L_{eo}=2(M_p+M_t)/(\gamma_p \cdot T_{ryo})$、 $\alpha_{po}=L_{eo}/L_r$

【□形プレートの計算例】

下記の仕様について、式(4.3)による□形プレートの検討結果を解表 4.4 に示す。

(柱主筋)　柱断面隅角部 1 箇所当たりの全柱隅筋本数： 3 本、　鋼種： SD390

呼び名： D25, D29, D32, D35, D38, D41、柱隅筋位置： Lr=5.5db

(□形プレート)　鋼種： SS400, SN490、　Bp=4db、　db：柱主筋直径(呼び名の値)

解表 4.4　□形プレートの計算例

	柱主筋					□形プレート						
	配筋	σ ryo (N/mm²)	Lr (mm)	Tryo (kN)	Tpy (kN)	Bp (mm)	tp (mm)	σ sy (N/mm²)	Mp (kN･mm)	Mt (kN･mm)	Qmu (kN)	Qmu /Tpy
SS 400	3-D25	390	138	593	74	100	16	264	1690	1301	109	1.47
	3-D29	390	160	751	94	116	16	264	1960	1509	109	1.16
	3-D32	390	176	929	116	128	19	264	3050	2348	153	1.32
	3-D35	390	193	1120	140	140	19	264	3336	2568	153	1.10
	3-D38	390	209	1334	167	152	22	264	4855	3738	206	1.23
	3-D41	390	226	1568	196	164	22	264	5239	4033	206	1.05
SN 490	3-D25	390	138	593	74	100	12	357.5	1287	991	83	1.12
	3-D29	390	160	751	94	116	16	357.5	2654	2043	147	1.57
	3-D32	390	176	929	116	128	16	357.5	2929	2254	147	1.27
	3-D35	390	193	1120	140	140	19	357.5	4517	3477	208	1.48
	3-D38	390	209	1334	167	152	19	357.5	4904	3775	208	1.25
	3-D41	390	226	1568	196	164	22	357.5	7094	5461	278	1.42

1) $L_e=\alpha_p \cdot L_r$、 $\alpha_p=0.2$、$B_p=4d_b$、$L_r=5.5d_b$、d_b：柱主筋直径(呼び名の値)

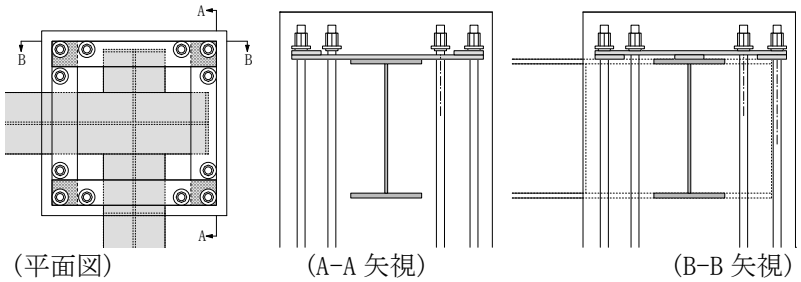
2) □形プレート鋼種：SS400, SN490、柱主筋鋼種：SD390 ($\gamma_p=0.25$)

(b) □形プレートと柱主筋定着部との納まり

文献 2)～5)の実験では、柱断面が 450mm×450mm または 400mm×400mm に対して、□形プレートの厚さ tp は 6mm、9mm、16mm、幅 Bp は柱主筋直径の 3 倍程度としている。これらより、□形プレートの厚さ tp は 12mm 以上、幅 Bp は 3db 以上とした。db は柱主筋呼び名の値を示す。

柱主筋中心から□形プレートの外面までの距離を 1.25db とすれば、□形プレートと定着板の外面がほぼ一致する。解図 4.6 に示すように、柱主筋定着長さ ℓ_{ac} が梁鉄骨せいを超える場合、梁鉄骨上フランジ上部にライナープレートを挿入するなどの措置を講じればよい。

一方、□形プレートを 1 枚の鋼板より切り出すと、加工費用が嵩む場合、解図 4.6 に示すように、□形プレートを 4 枚の帯鋼板を組み合せて製作すればよい。ただし、この場合、帯鋼板同士の交差部では、ねじり抵抗を期待できないので、式(4.3)中の降伏ねじりモーメント Mt を「0」とし、□形プレートを設計しなければならない。



(平面図)　(A-A 矢視)　(B-B 矢視)

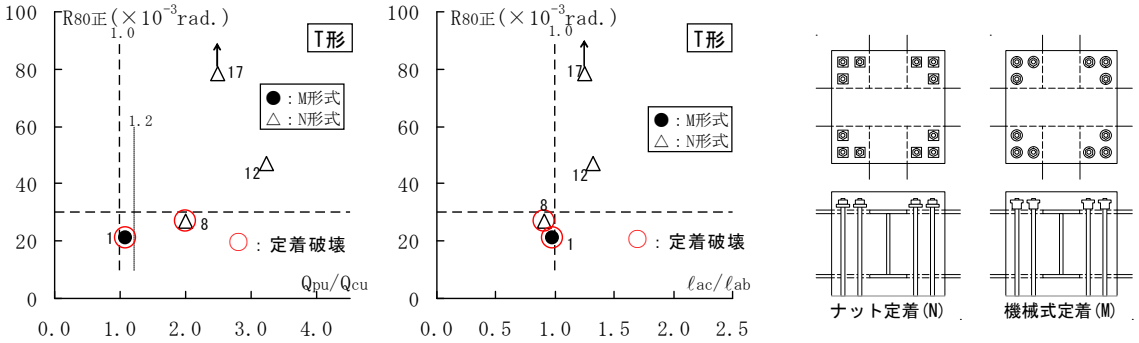
解図 4.6　4 枚の帯鋼板を組み合せた□形プレート

(c) せん断補強筋形式・柱 RC 梁 S 接合部の特例

文献 T(1)～T(13)の実験によると、せん断補強筋形式で定着金物(M 形式)と類似したナット(N 形式)でも、解図 4.7 に示すように、$\ell ac/\ell ab \geqq 1.3$ 程度、$\ell ac \geqq 25db$ かつ $Qpu/Qcu \geqq 2$ 程度の場合、柱主筋は定着破壊を起こさず、$R80 \geqq 3/100$ の変形性能が確保される(解表 4.1 参照)。この場合、せん断補強筋形式の柱 RC 梁 S 接合部でも、定着金物を用いた機械式定着としてもよい。

Qcu：柱曲げ終局耐力時柱せん断力、Qpu：接合部せん断終局耐力時柱せん断力

(注)図中の数値は、試験体の通し No. を示す。

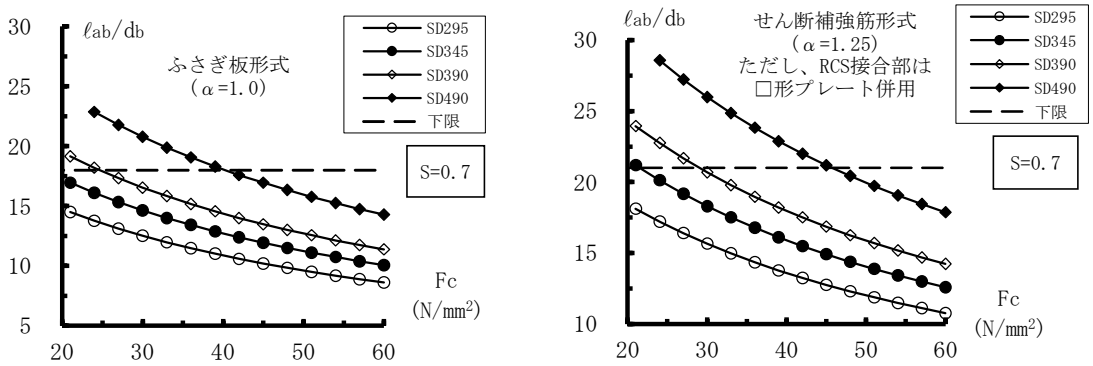


(a) R80－Qpu/Qcu 関係　　(b) R80－ℓac/ℓab 関係

解図 4.7　せん断補強筋形式の柱 RC 梁 S 接合部による
機械式定着(M)およびナット定着(N)

(4) 柱主筋必要定着長さ比の算定例

柱 RC 梁 S 接合部・柱 SRC 梁 S 接合部の式(4.1)と式(4.2)の柱主筋必要定着長さ比(ℓab/db)－コンクリート設計基準強度 Fc 関係を解図 4.8 に示す。同図の(ℓab/db)は、柱主筋鋼種 SD295～SD390、$Fc \geqq 21N/mm^2$ の場合、式(4.1)のふさぎ板形式では 18 以上、式(4.2)のせん断補強筋形式では 21 以上とし、柱主筋鋼種 SD490 の場合、ふさぎ板形式では、$Fc=24N/mm^2$ の時には(ℓab/db)=23、せん断補強筋形式では、$Fc=24N/mm^2$ の時には(ℓab/db)=29 になる。



(a) ふさぎ板形式の場合　　(b) せん断補強筋形式の場合

解図 4.8　柱主筋必要定着長さ比(ℓab/db)－コンクリート設計基準強度 Fc 関係

5 章　各部構造規定

5.1 梁鉄骨およびふさぎ板

(1) 梁鉄骨

1) 梁鉄骨は、XY 方向ともに、原則として、柱梁接合部内を貫通させ、ふさぎ板形式では、梁鉄骨先端部とふさぎ板を溶接し、せん断補強筋形式では、L 形接合部内の梁鉄骨先端部は、せん断補強筋の内側に配置する。

2) T 形接合部内および L 形接合部内の梁鉄骨柱面には、原則として、梁鉄骨ウェブの厚さ以上の支圧板を溶接する。

(2) ふさぎ板

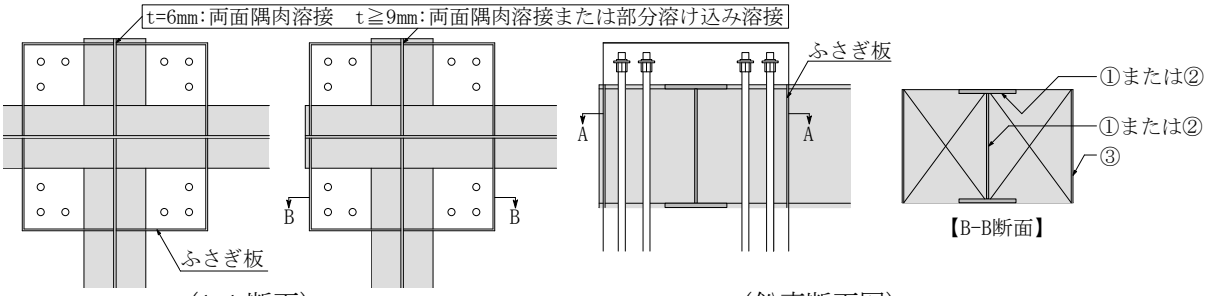
1) ふさぎ板の厚さは 6mm 以上、かつ、柱せい Dc の 1/125 以上とする。

2) ふさぎ板と梁鉄骨との接合は、ふさぎ板の厚さが 6mm の場合、両面隅肉溶接とし、9mm 以上の場合、両面隅肉溶接または部分溶け込み溶接とする。

【解説】

(1) 鉄骨梁とふさぎ板との標準接合詳細

解図 5.1 の鉄骨梁とふさぎ板との標準接合詳細では、③コーナー部の溶接は突き合せ溶接としている。ただし、JASS 6(鉄骨工事技術指針･工場製作編、4.12 曲げ加工)による場合、ふさぎ板を折曲げ加工としてもよい。



①隅肉溶接	②部分溶け込み溶接	
(t≦16)	(12≦t≦19)	(16≦t≦19)
両面溶接	片面溶接	両面溶接
サイズ		
t 6 9 12 16 s 5 7 9 12	t 12 16 19 D 10 11 12 t/4≦s≦10	D1=(t-2)/2 D2=(t-2)/2 t/4≦s≦10

③コーナー部(突き合せ溶接)			
(t=6)		(6<t≦19)	
G=t		t/4≦s≦10	
裏板あり	裏板なし	裏板あり	裏板なし

(単位:mm)

解図 5.1　梁鉄骨とふさぎ板との標準接合詳細

(2) ふさぎ板の厚さ

ふさぎ板形式の T 形接合部実験（柱断面 400mm×400mm、ふさぎ板厚さ t=3.2mm の T 形接合部・通し No.2 試験体[T(1)]）を基に、ふさぎ板厚さ比(t/Dc)は(1/125)以上とした。

5.2 SRC 柱内蔵鉄骨および接合部せん断補強筋

(1) SRC 柱内蔵鉄骨

SRC 柱内蔵鉄骨は、式(5.1)の強軸方向・短期許容曲げ耐力比 sCMA/sBMA を満足する広幅型 H 形鋼を基本とする。

$$_{s}C_{MA}/_{s}B_{MA} \geqq 0.2 \qquad (5.1)$$

ここに、sCMA：SRC 柱内蔵鉄骨の強軸方向・短期許容曲げモーメント

sBMA：梁鉄骨の短期許容曲げモーメント

(2) 接合部せん断補強筋

1) 接合部せん断補強筋は、原則として、フレア溶接・閉鎖型とする。ただし、フレア溶接・閉鎖型と同等の接合部せん断耐力を有するせん断補強筋であれば用いてもよい。

2) 接合部せん断補強筋の鋼種は SD295～SD490、呼び名は D10～D16 とし、式(5.2)のせん断補強筋比 pjwh は 0.2%以上とする。

$$p_{jwh} = n_w \cdot a_w / (B_c \cdot D_{sg}) \qquad (5.2)$$

nw：Dsg 区間内の組数、aw：せん断補強筋 1 組の断面積、Bc：柱幅、Dsg：梁鉄骨せい

3) 梁鉄骨ウェブのせん断補強筋貫通孔の断面欠損(孔径および個数)は、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」7 条 6.柱梁接合部の解説に示された条件を満足しなければならない(【SRC 柱梁接合部編】4 章 参照)。

【解説】

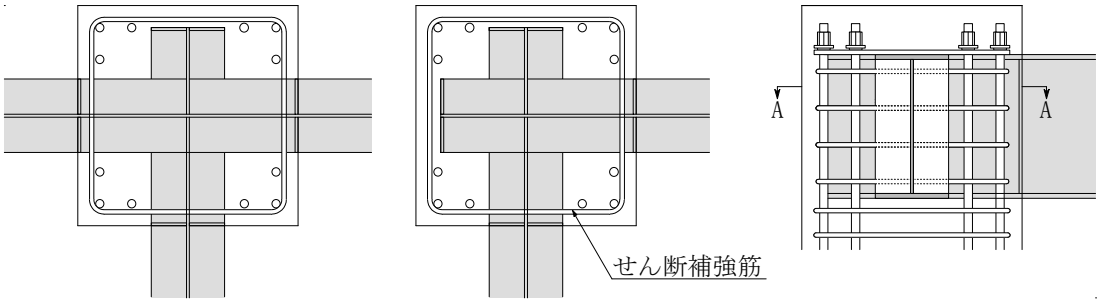
(1) SRC 柱内蔵鉄骨の強軸方向・鉄骨柱梁曲げ耐力比 sCMA/sBMA

柱 SRC 梁 S 接合部実験[6)]では、解図 4.2 に示すように、SRC 柱内蔵鉄骨による柱主筋定着破壊遅延効果によって、強軸、弱軸方向ともに、最大耐力実験値は柱 RC 梁 S 接合部試験体よりも向上し、変形性能が R80≧3/100 となり、式(5.1)の鉄骨柱梁曲げ耐力比 sCMA/sBMA を規定した。

同実験では、広幅型 H 形鋼を SRC 柱内蔵鉄骨とし、強軸および弱軸方向の鉄骨柱梁曲げ耐力比 sCMA/sBMA は、0.17～0.18 および 0.08 としている。

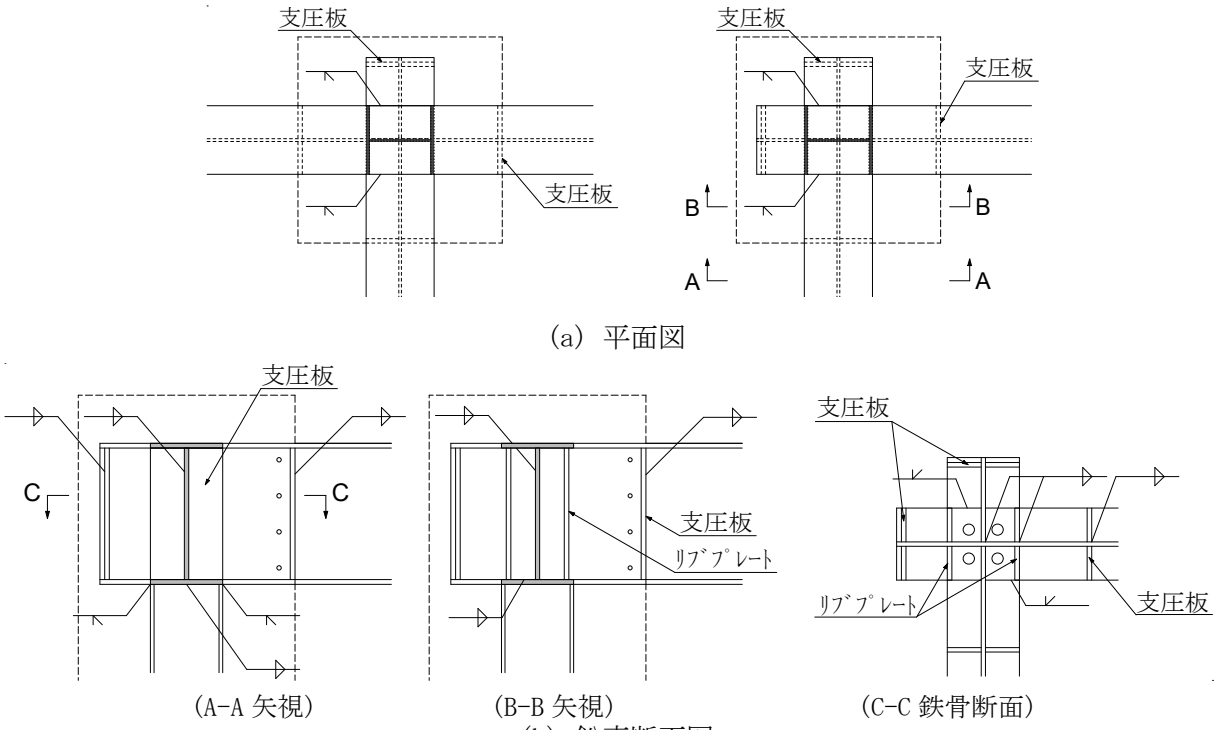
(2) 接合部せん断補強筋の標準配筋詳細および柱 SRC 梁 S 接合部の標準鉄骨詳細

接合部せん断補強筋の標準配筋詳細を解図 5.2、柱 SRC 梁 S 接合部の標準鉄骨詳細を解図 5.3 に示す。接合部せん断補強筋比の最小値は、文献 6)の実験を基に定めた。



(a) A-A 断面　　(b) 鉛直断面図

解図 5.2　接合部せん断補強筋の標準配筋詳細



解図 5.3　柱 SRC 梁 S 接合部の標準鉄骨詳細

(3) 梁鉄骨ウェブのせん断補強筋貫通孔

日本建築学会「鉄骨鉄筋コンクリート造配筋指針」2.7 節の解説(7)によると、梁鉄骨ウェブのせん断補強筋貫通孔は、式(解 5.1)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 Zpn/Zpo は、概ね 80%以上とすることが望ましい(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」7 条 6.柱梁接合部の解説 参照)。

$$Zpn/Zpo \geqq Y \cdot \nu \qquad \text{(解 5.1)}$$

ここに、Zpn：貫通孔による断面欠損を考慮した塑性断面係数

Zpo：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。

(4) 被覆型角形鋼管を内蔵鉄骨とした柱 SRC 梁 S 接合部

解図 5.4 に示した被覆型角形鋼管を内蔵鉄骨とした柱 SRC 梁 S 接合部は、構造規定 1),2)を満足する場合、ふさぎ板形式、せん断補強筋形式ともに、鉄骨根巻き柱脚編の根巻き柱主筋定着部に準拠し、機械式定着工法柱主筋定着部としてもよい。また、上階柱が角形鋼管柱で、下階柱を被覆型角形鋼管の内蔵鉄骨とする場合も機械式定着工法柱主筋定着部としてもよい。

(構造規定)

1) 角形鋼管柱の強軸方向・短期許容曲げ耐力比 $_{sC}M_A/_{sB}M_A$ が 5.2 節(1)の式(5.1)を満足するとともに、鋼管柱の幅厚比を幅厚比種別 FA ランクとする。

2) 接合部せん断補強筋は 5.2 節を満足し、かんざし筋および定着部拘束筋は 5.3 節を満足することとする。ただし、接合部せん断補強筋比 p_{jwh} は、SRC 計算規準 7 条「構造の細則」2.の式(7.1)に準じ、式(解 5.2)で算定する。

$$p_{jwh} = n_w \cdot a_w / (B_c' \cdot D_{sg}) \qquad \text{(解 5.2)}$$

ここに、$B_c'=B_c-B_s$：被覆型鋼管コンクリートの有効幅、B_c：SRC 柱幅、B_s：角形鋼管柱幅

n_w：D_{sg} 区間内の組数、a_w：せん断補強筋 1 組の断面積、D_{sg}：梁鉄骨せい

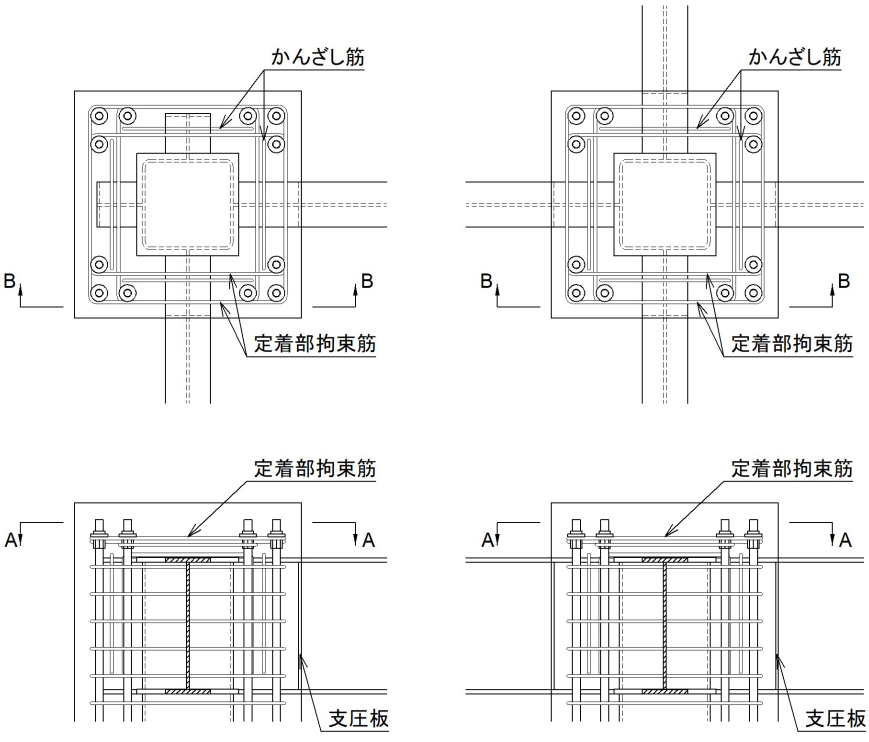
「解図 5.4 の被覆型角形鋼管 SRC 柱諸元」

SRC 柱断面：1000×1000mm、　角形鋼管：400×400×19mm（幅厚比種別 FA）

梁 H-600×200×12×20mm（幅厚比種別 FA)、「柱梁接合部」通しダイヤフラム t=22mm

接合部せん断補強筋　2-D13-5 組

$p_{jwh}=n_h \cdot a_w/(B_c' \cdot D_{sg})=3\times2\times127/\{(1000-400)\times600\}=0.21\% \geqq 0.2\%$



(a) L 形接合部　　(b) T 形接合部

解図 5.4　被覆型角形鋼管柱 SRC 梁 S 接合部の配筋詳細

5.3 かんざし筋および定着部拘束筋

(1) かんざし筋

1) 梁鉄骨上フランジを跨ぐかんざし筋を 1 組以上配置する。

ただし、□形プレート併用の場合、かんざし筋を配置しなくてもよい。

2) 式(5.3)のかんざし筋比 pjwv を 0.15%以上とし、足部全長を 30d 以上とする。

$$pjwv = \Sigma ajv/(Bc \cdot Dc) \qquad (5.3)$$

ここに、Σajv：かんざし筋足部の全断面積、Bc,Dc：柱幅および柱せい

d：かんざし筋呼び名の値

(2) 定着部拘束筋

せん断補強筋形式の柱 RC 梁 S 接合部・柱 SRC 梁 S 接合部の場合、式(5.4)を満足する 1 組以上の中子形式の定着部拘束筋を柱主筋定着金物周囲に配置する。ただし、□形プレート併用せん断補強筋形式の場合、定着部拘束筋は配置しなくてもよい。

$$THy \geqq \gamma H \cdot Tcy,\ THy=AH \cdot \sigma Hy,\ Tcy= act \cdot \sigma cy/(cQcu/cQgu) \qquad (5.4)$$

ここに、THy, AH：定着部拘束筋の全降伏引張力および全断面積

σHy：定着部拘束筋の降伏強度

ただし、定着部拘束筋の鋼種に係わらず、$\sigma Hy=295N/mm^2$ とする。

Tcy ：柱梁耐力比 cQcu/cQgu を考慮した引張側柱主筋の降伏引張力

act：引張側柱主筋の全断面積、σcy：柱主筋の降伏強度（規格降伏点とする。）

cQcu/cQgu：柱梁耐力比

ただし、柱曲げ降伏先行型の T 形、L 形接合部の場合、cQcu/cQgu=1.0 とする。

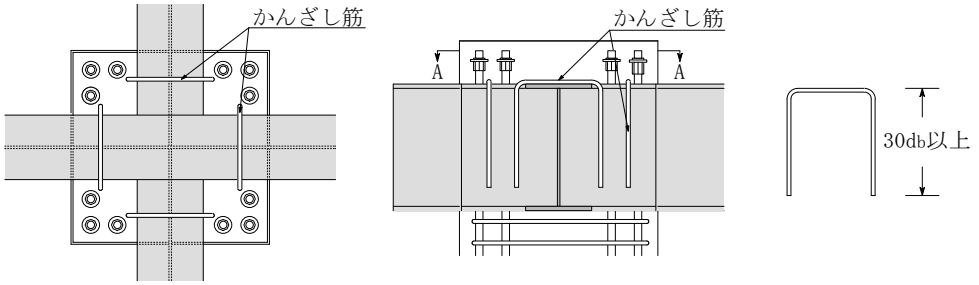
cQcu：柱曲げ終局耐力時柱せん断力、cQgu：梁曲げ終局耐力時柱せん断力

γH：定着部拘束筋の引張力伝達係数（$\gamma H=0.15$ とする。）

【解説】

(1) かんざし筋の配筋詳細

かんざし筋は、文献 6)の実験を基に規定した。かんざし筋の標準配筋詳細を解図 5.5 に示す。□形プレート併用の場合、図 4.1 に示すように、□形プレートで接合部コンクリートストラットの有効性を高めているので、かんざし筋を配置しなくてもよいとした。

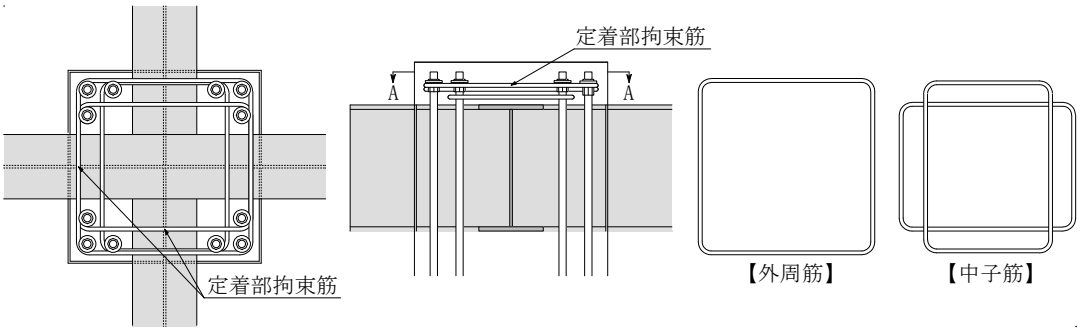


(a) A-A 矢視　　(b) 鉛直断面図　(c) かんざし筋

解図 5.5　かんざし筋の標準配筋詳細

(2) 定着部拘束筋の配筋詳細

定着部拘束筋の標準配筋詳細を解図 5.6 に示す。ふさぎ板形式の場合、定着部拘束筋のひずみ実測値[6)]は、ふさぎ板の横拘束効果に起因してほとんど発現していない。これらより、(5)項で後述のように、ふさぎ板形式の場合、ふさぎ板厚さが柱せい Dc/125 以上とすれば、定着部拘束筋は配置しなくてもよいとした。



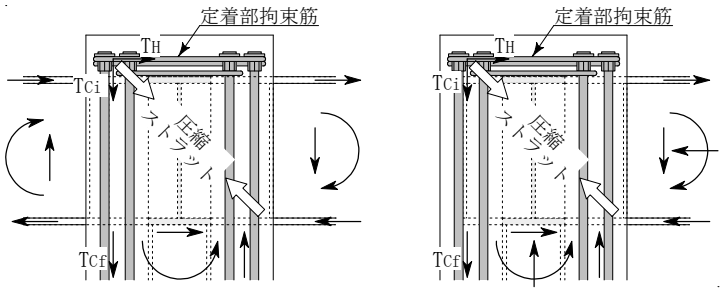
(a) A-A 矢視　　(b) 鉛直断面図　　(c) 定着部拘束筋

解図 5.6　定着部拘束筋の標準配筋詳細

(3) 定着部拘束筋の抵抗機構および引張力伝達率

T 形、L 形柱 RC 梁 S 接合部と SRC 梁 S 接合部について、解図 5.7 の抵抗機構を基に、式(5.4)による接合部実験[6)]の定着部拘束筋の引張力基準伝達係数 γ_{Ho} (=T_{Hy}/T_{cy})を解表 5.1 に示す。

T_{Hy} は定着部拘束筋の全降伏引張力、T_{cy} は引張側柱主筋の降伏引張力を示す。同表によると、定着部拘束筋が SD295 の場合、γ_{Ho}=0.13、785N/mm^2 級の場合、γ_{Ho}=0.27 となる。



(a) T 形接合部　　(b) L 形接合部

解図 5.7　柱 RC 梁 S 接合部および柱 SRC 梁 S 接合部の抵抗機構

解表 5.1　定着部拘束筋の引張力基準伝達係数 γ_{Ho}

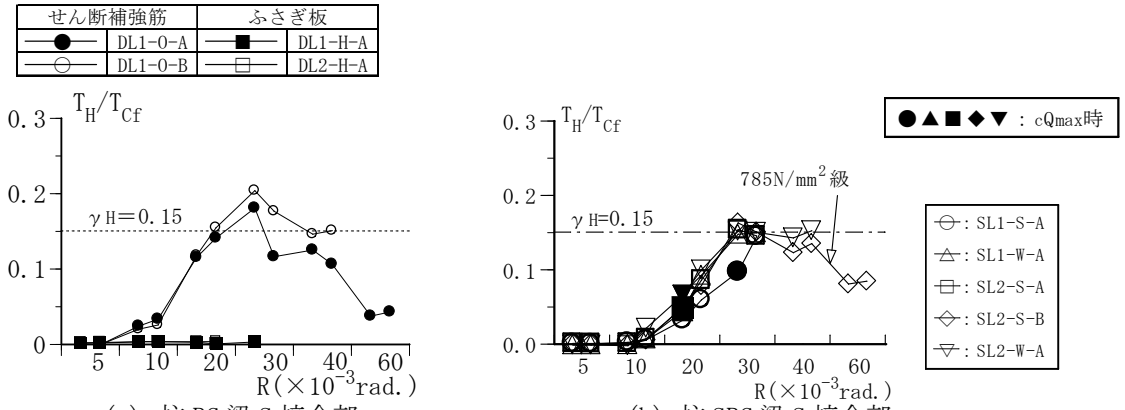
定着部拘束筋鋼種	引張側柱主筋				定着部拘束筋				γ_{Ho}
	配筋	a_{ct} (mm^2)	σ_{cy} (N/mm^2)	T_{cy} (kN)	配筋	A_H (mm^2)	σ_{Hy} (N/mm^2)	T_{Hy} (kN)	
SD295	6-D19	1722	449	773	4-D10	284	367	104	0.13
785級					4-S8	200	1040	208	0.27

(注)　$\gamma_{Ho}=T_{Hy}/T_{cy}$

(4) L 形柱 RC 梁 S 接合部および柱 SRC 梁 S 接合部試験体の TH/TCf の推移

L 形柱 RC 梁 S 接合部および柱 SRC 梁 S 接合部試験体の TH/TCf の推移を解図 5.8 に示す[6]。TCf は柱頭部仕口面の引張側柱主筋の応力測定値 σc に全断面積 act を乗じ、TH は定着部拘束筋の応力測定値 σH に全断面積 AH を乗じて算出した全引張力である。引張側柱主筋全断面積 act は、引張側の柱断面隅角部 2 箇所の全柱主筋の断面積で、この検討では、引張側全柱主筋の本数は 3 本×2=6 本であり、定着部拘束筋の全断面積 AH は組数×1 組の断面積として算出される。

同図によると、せん断補強筋形式の柱 RC 梁 S 接合部および柱 SRC 梁 S 接合部試験体では、いずれも柱頭部仕口面の柱主筋が降伏ひずみに達した後、TH/TCf はほぼ 0.15 に達した。

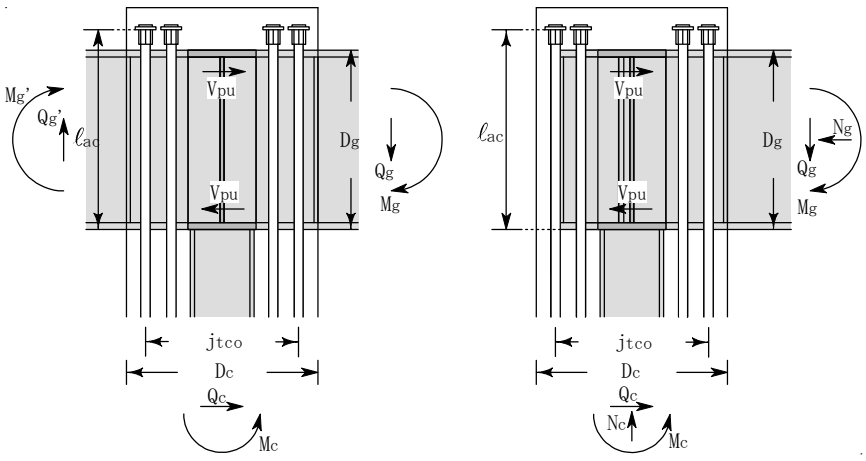


(a) 柱 RC 梁 S 接合部　　(b) 柱 SRC 梁 S 接合部

解図 5.8　L 形柱 RC 梁 S 接合部および柱 SRC 梁 S 接合部試験体の TH/TCf の推移

一方、接合部コンクリートストラットの水平成分は、ストラット角度によって変化する可能性がある(解図 5.9 参照)。文献 6)の実験では、解図 5.8(b)に示すように、柱主筋定着長さ ℓac を 24.6db (SL1-S-A, SL1-W-A)および 21.2db(SL2-S-A,B, SL2-W-A)としても、最大耐力時の TH/TCf は大差なかった。また、4.2 節では、柱主筋定着長さ ℓac は 21db 以上としている。

これらより、5.3 節(2)では、ストラット角度に係わらず、式(5.4)中の定着部拘束筋の引張力伝達係数 γH=0.15 とした。



(a) T 形接合部　　(b) L 形接合部

解図 5.9　柱 RC 梁 S 接合部・柱 SRC 梁 S 接合部の各部諸元

(5) 定着部拘束筋に係わる構造規定

文献 6)の実験では、柱 RC 梁 S 接合部、柱 SRC 梁 S 接合部ともに、定着部拘束筋が 785N/mm^2 級の場合、最大耐力および変形性能は SD295 の試験体と同程度であり、定着部拘束筋のひずみ実測値は、鋼種に係わらず、SD295 の降伏ひずみ ε_y 以下であった。これらより、定着部拘束筋の降伏強度 σ_{Hy} は、鋼種に係わらず、295N/mm^2 とした。

一方、ふさぎ板形式の場合、解図 5.8(a)に示すように、柱 RC 梁 S 接合部試験体の T_H/T_{Cf} はほぼ「0」であり、定着部拘束筋のひずみ実測値はほとんど発現しなかったので、解図 3.4 では、ふさぎ板厚さを柱せい $D_c/125$ 以上とすれば、定着部拘束筋を配置しなくてもよいとした。

また、4.3 節で規定する□形プレート併用せん断補強筋形式の場合、定着部拘束筋を配置しなくてもよいとした。ただし、□形プレートの断面積は、柱主筋の貫通孔を考慮した値としなければならない。

【定着部拘束筋の計算例】

「計算条件」　柱主筋の鋼種：SD390、定着部拘束筋の鋼種：SD295

解表 5.2　定着部拘束筋の計算例

引張側柱主筋				定着部拘束筋				$T_{Hy}/\gamma_H \cdot T_{cy}$
配筋	a_{ct} (mm^2)	σ_{cy} (N/mm^2)	T_{cy} (kN)	配筋	A_H (mm^2)	σ_{Hy} (N/mm^2)	T_{Hy} (kN)	
6-D25	3042	390	1186	4-D16	796	295	235	1.32
6-D29	3852		1502	4-D16	796		235	1.04
6-D32	4764		1858	6-D16	1194		352	1.26
6-D35	5742		2239	6-D16	1194		352	1.05
6-D38	6840		2668	8-D16	1592		470	1.17
6-D41	8040		3136	8-D19	2296		677	1.44

【柱 RC 梁 S 接合部・柱 SRC 梁 S 接合部関連の参考文献】

1) 日本建築学会：鉄筋コンクリート柱・鉄骨梁混合構造設計指針、2021 年
2) 楊柳、村田義行、藤本純一：柱 RC 梁 S からなる混合構造物の架構実験(その 3 T 字型架構実験)、日本建築学会大会梗概集、構造Ⅲ、pp.1673-1674, 1994.9（文献 T(8)）
3) 渡辺一弘：高強度材料を用いた柱 RC 梁 S 接合部に関する実験的研究、日本建築学会大会梗概集、構造Ⅲ、pp.1197-1198, 2008.9
4) 戸田建設(株)：戸田式柱 RC 梁 S 接合構法(TO-RCS) 構法－梁貫通型柱 RC 梁 S 接合構法－、建築技術性能証明評価概要報告書(GBRC 性能証明第 08-08 号)、2008 年 7 月 1 日
5) 太田行孝、清水隆、和泉信之、菊田繁美ほか 4 名：プレキャスト鉄筋コンクリート造の T 形部分架構に関する実験研究、日本建築学会大会梗概集、構造Ⅳ、pp.167-168, 2008.9
6) 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 78 巻、第 689 号、pp.1281-1288, 2013 年 7 月

【T 形接合部実験の参考文献】

T(1) 樋渡健、竹内健一、井上重信、小田初次、飯塚信一、中岡章郎、堂下航：高強度材料を用いた柱ＲＣ梁Ｓハイブリッド構法に関する実験的研究、日本建築学会大会梗概集、構造 C-1、pp.1301-1304、2010.9
T(2) 塩﨑裕也、堀信輔、荒金直樹、足立将人：柱 RC 梁 S 混合構造架構の構造性能(その 2：T 字形接合部実験の概要)、日本建築学会大会梗概集、構造 C-1、pp.1111-1112、2009.8
T(3) 鴨下直樹、石橋一彦、渡辺一弘、黒沢明、菊川和俊、中嶋 和子：柱鉄筋コンクリート造、梁鉄骨造の接合部に関する研究(その 24 T 字型架構の実験)、日本建築学会大会梗概集、構造 C-1、pp.1039-1040、1997.9
T(4) 渡邊一弘:高強度材料を用いた柱 RC 梁 S 接合部に関する実験的研究、日本建築学会大会梗概集、構造 C-1、pp.1197-1198、2008.9
T(5) 富永博夫、村井義則、高瀬雄一、坂口昇、小川雄一郎、友永久雄：鉄筋コンクリート柱と鉄骨梁で構成される(RCSS 構法)の耐力および変形性能(その 1～3)、日本建築学会大会梗概集、構造 C、pp.1427-1432、1986.8
T(6) 中江晃彦、安倍勇、早川邦夫、細矢博、平野晋、舟山勇司：柱 RC、梁 S から成る構造物の部分架構実験(その 3)、日本建築学会大会梗概集、構造 C、pp.1879-1880、1992.8
T(7) 勝倉靖、成原弘之、飯島昭治、佐藤竜生：簡易な仕口による柱 RC 梁 S 複合構造の実験(その 3)、日本建築学会大会梗概集、構造 C、pp.1847-1848、1993.9
T(8) 楊柳、村田義行、藤本純一：柱 RC 梁 S から成る混合構造物の架構実験(その 3)、日本建築学会大会梗概集、構造 C、pp.1673-1674、1994.9
T(9) 藤本利昭、宮野洋一、八ツ繁公一：柱 RC・梁 S で構成される架構の実験的研究(その 4)、日本建築学会大会梗概集、構造 C、pp.1687-1688、1994.9
T(10) 早川邦夫、細矢博、中江晃彦、河野政典、野口聡：柱 RC、梁 S から成る構造物の部分架構実験(その 6)、日本建築学会大会梗概集、構造 C、pp.903-904、1995.8
T(11) 磯雅人、小澤潤治、山本俊彦、豊嶋学：RC 柱・S 造はりで構成される合成架構に関する研究(その 4)、日本建築学会大会梗概集、構造 C、pp.945-946、1995.8
T(12) 小澤潤治、青木雅秀、公塚正行、岩倉知行、吉田徳雄：RC 柱・S 造はりで構成される合成架構に関する研究(その 6)、日本建築学会大会梗概集、構造 C-1、pp.1081-1082、1996.9
T(13) 岩渕一徳、吉松賢二、坂尾恵司、浜田真：柱 RC・梁 S 混合構造の柱梁接合部に関する実験的研究(その 1)、日本建築学会大会梗概集、構造 C-1、pp.1015-1016、1997.9

【L 形接合部実験の参考文献】

L(1) 中江晃彦、安倍勇、早川邦夫、細矢博、平野晋、舟山勇司：柱 RC、梁 S から成る構造物の部分架構実験(その 4)、日本建築学会大会梗概集、構造 C、pp.1881-1882、1992.8
L(2) 磯雅人、小澤潤治、山本俊彦、豊嶋学：RC 柱・S 造はりで構成される合成架構に関する研究(その 4)、日本建築学会大会梗概集、構造 C、pp.945-946、1995.8

【鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部編】

設計指針(2026 年)

目　次

1 章　適用範囲･･･ 設計 3-1

2 章　材料･･･ 設計 3-4

3 章　本編の基本事項･･･ 設計 3-6

4 章　鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部の設計･･････････････････････････ 設計 3-12
　4.1　アンカーボルト定着部
　4.2　基礎梁主筋定着部

5 章　柱型部せん断設計･･･ 設計 3-17
　5.1　終局強度設計用せん断力の算定
　5.2　柱型部せん断終局耐力の算定
　5.3　柱型横補強筋と定着部拘束筋の全補強筋量
　5.4　定着部拘束筋
　5.5　かんざし筋

6 章　既製品露出柱脚の設計例･･･････････････････････････････････････ 設計 3-29
　6.1　検定計算フロー
　6.2　検定計算の注意事項
　6.3　既製品露出柱脚の適用柱サイズおよび製品記号
　6.4　検討建物の検定計算例
　6.5　検討建物の柱型部配筋詳細図

鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部関連の参考文献 ･････････････････････ 設計 3-60

（付録 1）開発実験概要･･･ 設計 3-61

（付録 2）中段筋を有する基礎梁の曲げ終局耐力･････････････････････････ 設計 3-64

（付録 3）単純累加強度式による柱脚部全塑性モーメントの検討結果･････････ 設計 3-69

（付録 4）本編で用いた記号一覧･････････････････････････････････････ 設計 3-70

（付録 5）既製品露出柱脚の柱型サイズと柱型側面かぶり厚さ Csao･･･････････ 設計 3-71

（付録 6）鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部編(2026 年)改定箇所一覧 ････････ 設計 3-75

1章　適用範囲

1) 本編は、SRC 柱梁接合部編 1 章「適用範囲」に記載の SABTEC 評価取得工法による鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部の設計に適用する。
2) 鉄骨露出柱脚部は、本編の規定ならびに下記の①または②の規定を満足することを基本とする。
   ① 技術基準解説書[1)]および鋼構造接合部設計指針[2)]
   ② 第三者機関の技術評価を取得した既製品露出柱脚の標準仕様
3) 本編に記載のない事項は、SABTEC 機械式定着工法 RC 構造設計指針(2026 年)(以下、RC 構造設計指針)に関連する章、ならびに関連法令および基・規準類による。

【解説】

(1) 鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部の開発経緯

鉄骨露出柱脚部は、通常、技術基準解説書[1)]と鋼構造接合部設計指針[2)]に従い設計するか、第三者機関の技術評価を取得した既製品露出柱脚が選定される。露出柱脚部に接続する基礎梁主筋定着部は、鉄骨柱の大型化、基礎梁主筋の太径化に伴い、露出柱脚が埋め込まれる柱型部では、アンカーボルト、基礎梁主筋、柱型主筋、柱型横補強筋が輻輳し、施工が難しい。

これらより、(一社)建築構造技術支援機構では、機械式定着工法による露出柱脚・基礎梁主筋定着部の設計法の構築を目的とし、鉄骨柱脚部・基礎梁主筋定着研究会（委員長 三谷勲　神戸大学 名誉教授）として 2014 年 12 月より開発研究に着手し、2015 年度実験と 2016 年度実験を行っている。

本実験は、技術基準解説書[1)]と鋼構造接合部指針[2)]に従い設計した露出柱脚部、ならびに既製品露出柱脚と組合せて用いられる機械式基礎梁主筋定着部に関する実験であり、同実験を基に 2017 年版の発刊後、2018 年版では柱型部配筋詳細設計例を盛り込んでいる。

一方、2025 年版では、既製品露出柱脚の増加に伴い、新たな既製品露出柱脚を追加するとともに、既製品露出柱脚の検定方法を整理し、既製品露出柱脚の設計例を示している。また、2026 年版では、既製品露出柱脚の場合、アンカーボルト軸部直径 da が大きいと、アンカーボルト中心から柱型側面かぶり厚さが 4 da 未満になることが多いため、鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部編 3 章(2)柱型部配筋詳細の構造規定(a)アンカーボルトを改定し、併せて第三者機関の技術評価を取得した杭頭工法を適用した基礎梁主筋定着部は、機械式直線定着としてもよいとしている。

(2) 本編の作成方針

本編は、1 章「適用範囲」、2 章「材料」、3 章「本編の基本事項」、4 章「鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部の設計」、5 章「柱型部せん断設計」、6 章「既製品露出柱脚の設計例」からなる。

3 章では、開発実験を基に本編の基本事項として、(1)本編の適用可能な露出柱脚部、(2)柱型部配筋詳細の構造規定、(3)柱型部せん断設計条件を示し、(2)項では、アンカーボルト、柱型主筋、柱型横補強筋、定着部拘束筋、基礎梁主筋定着部を規定している。また、4 章では、4.1 節 アンカーボルト定着部、4.2 節 基礎梁主筋定着部とし、5 章では 5.1 節～5.5 節で柱型部せん断設計を規定している。

2017 年版発刊後、実物件での露出柱脚の検討結果を踏まえて改定し、2026 年版では、SABTEC 機械式定着工法 RC 構設計指針(2026 年)および SRC 柱梁接合部編(2026 年)との整合性を図り、本編 3 章～5 章の検討項目一覧を表 1 に示す。

表 1 本編 3 章～5 章の検討項目一覧

検討項目	検討内容	式番号
3章 本編の基本事項		
(1)鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部の原則		
・既製品露出柱脚部の規定を満足し、かつ、本編3章(2),(3)の規定を満足すること		
(2)柱型部配筋詳細の構造規定		
(a)アンカーボルト	①定着長さL_{ab}：(JIS B 1220アンカーボルト)$L_{ab} \geqq 20d_a$ (既製品露出柱脚)既製品メーカー仕様による。	
	②アンカーボルト中心の側面かぶり厚さ (JIS B 1220アンカーボルト) $C_{sa} \geqq 4d_a$ (既製品露出柱脚) 既製品メーカー仕様による柱型側面かぶり厚さ$C_{sa} \geqq C_{sao}$（付録5 参照）	
(b)柱型主筋	①柱型主筋本数： 各辺3本以上、計8本以上	
	②柱型主筋比p_g： 0.6%以上	
	③柱型主筋全長 （柱型主筋上端：定着金物付き） 30d以上 （柱型主筋上下端：直線定着） 40d以上	
	④基礎梁下端筋(1段筋)中心からの柱型主筋突出長さC_{Bot}： （柱型主筋下端：定着金物付きまたは90° フック定着） 3d以上 （柱型主筋下端：直線定着） 5d以上	
	⑤柱型主筋中心のかぶり厚さ：3d以上	
	⑥定着金物のかぶり厚さ：JASS 5 の設計かぶり厚さ以上	
(c)柱型横補強筋	・柱型横補強筋比p_{jwh}： 0.3%以上	
(d)定着部拘束筋	・基礎梁下端筋(1段筋)中心から3d以内に、2組以上の外周筋または1組以上の中子筋併用の定着部拘束筋を配置する。	
(3)柱型部せん断設計条件	$\lambda_p = \min(V_{puh}/V_{muh}, V_{puv}/V_{muv}) \geqq 1.0$ または $\lambda_p = V_{puh}/V_{muh} \geqq 1.0$	式(3.2, 3)
4章 鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部の設計		
4.1 アンカーボルト定着部 1)引張側アンカーボルト 定着耐力Tau	$T_{au} = \beta_c \cdot \{0.31\sqrt{F_c} \cdot b_e \cdot (L_{abo}+C_{sa}) + \gamma_c \cdot T_{cy}\}$, $T_{cy} = n_{ct} \cdot a_{ct} \cdot \sigma_{cy}$ $L_{abo} = \min(L_{ab}, D_c - C_{sa})$, $\beta_c = 0.6$, $\gamma_c = 0.7$	式(4.1)
	$T_{au} \geqq \alpha_a \cdot \Sigma T_{ay}$, $\Sigma T_{ay} = (n_{at}+n_{an}/2) \cdot T_{ay}$, $\alpha_a = 1.2$	式(4.2)
2)圧縮応力の中立軸比X_n/D_p	$X_n/D_p = \Sigma T_{ay} / (0.85F_c \cdot B_p \cdot D_p) \leqq 0.25$	式(4.3)
3)柱型主筋の全降伏引張耐力N_{cy}	$N_{cy} = \Sigma a_c \cdot \sigma_{cy} \geqq N_{ay}$, $N_{ay} = \Sigma n_a \cdot T_{ay}$	式(4.4)
4.2 基礎梁主筋定着部	【基礎梁上端筋】機械式直線定着としてもよい。	
	【基礎梁下端筋】【基礎梁中段筋】	
	①定着長さ$\ell_{ag} \geqq \max(\ell_{ao}, 16d_b, (D_c+j_{tg})/2)$かつ$\ell_{ao} \leqq 25d_b$	
	②jta区間外の基礎梁主筋定着部：RC構造設計指針14.2節(2),(3)	
	③基礎梁主筋中心からの側面かぶり厚さC_s： 3db以上	
	④基礎梁主筋先端の定着金物各部のかぶり厚さ：JASS5の規定	
5章 柱型部のせん断設計		
5.1 終局強度設計用せん断力の算定(L形柱型部の場合)	$V_{muh} = \xi_h \cdot Q_{cu}/2$, $V_{muv} = \xi_v \cdot Q_{cu}/2$	式(5.1.1)
	$Q_{cu} = \min({}_cQ_{cu}, {}_cQ_{gu})$	式(5.1.2)
	${}_cQ_{cu} = 2 \cdot \min(M_{spo}, M_{ap})/h_{o1}$	式(5.1.3)
	$M_{spo} = M_{sp}/(1-2L_{to}/h_{o1})$, $M_{ap} = \Sigma T_{ay} \cdot d_{ta}$	式(5.1.4,5)
	${}_cQ_{gu} = \{2M_{gu}/(\eta_g \cdot \ell_o)\} \cdot (\ell/h_1)$, $\eta_g = 1(-+)(j_{tg}/\ell_o) \cdot (\ell/h_1)$	式(5.1.6)
	$\xi_h = (h/\ell) \cdot (\ell_o/j_{tg}) - 1$, $\xi_v = (h_{o1}/j_{tae}) - h_1/\ell$	式(5.1.8)
	$M_{gu} = (a_{gt}+a_{gn}/2) \cdot \sigma_{gy} \cdot j_{tg}$, $M_{gu'} = (a_{gt'}+a_{gn'}/2) \cdot \sigma_{gy} \cdot j_{tg}$	式(5.1.12)
5.2 柱型部せん断終局耐力の算定	$V_{puh} = \kappa_u \cdot \phi \cdot F_j \cdot b_{jh} \cdot D_{jh}$, $V_{puv} = \kappa_u \cdot \phi \cdot F_j \cdot b_{jv} \cdot D_{jv}$	式(5.2.1)
	$F^j = 0.8F_c^{0.7}$, $b_{jh} = B_g + b_{a1} + b_{a2}$, $b_{jv} = B_p + b_{a1} + b_{a2}$ 【水平方向】(L形、ト形) $D_{jh} = \ell_{ag}$、(T形、十字形) $D_{jh} = D_c$ 【鉛直方向】(L形、T形) $D_{jv} = L_{ab}$	式(5.2.2～5)
5.3 柱型横補強筋量および定着部拘束筋量	$\Sigma(p_{jwh} \cdot \sigma_{wy}) \geqq \{(\phi_s \cdot R_{uD}/R_{80a}) - \alpha_{wo}\} \cdot F_c/\beta_w$	式(5.3.1)
	$\Sigma p_{jwh} = p_{jwh} + (p_{jwh})_H \cdot \sigma_{wyH}/\sigma_{wy}$	式(5.3.2)
5.4 定着部拘束筋	$T_{Hy} \geqq \gamma_{Hg} \cdot T_{gy}$, $T_{Hy} = A_H \cdot \sigma_{wyH}$, $T_{gy} = a_{gt} \cdot \sigma_{gy}$	式(5.4.1～3)
5.5 かんざし筋	$p_{jwv} = \Sigma a_{jv}/(B_c \cdot D_c)$	式(5.5.1)

(注)上表中の記号の定義は、(付録4)本編で用いた記号一覧による。

(3) 関連法令および基・規準類

［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)

・鉄骨鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説(2005 年)

・各種合成構造設計指針･同解説(2023 年)

・鋼構造接合部設計指針 (2021 年)

・鋼構造許容応力度設計規準(2019 年)

・鋼構造塑性設計指針(2017 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］

・2025 年版 建築物の構造関係技術基準解説書

2章　材料

(1) コンクリート

SRC 柱梁接合部編 2 章(1)による。

(2) 鉄筋

本編に使用できる鉄筋は、表 2.1 による。

表 2.1　本編に使用できる鉄筋

使用箇所	鋼種
主筋	SD295，SD345，SD390，SD490
柱型部横補強筋	SD295，SD345，SD390，SD490 685N/mm^{2}級，785N/mm^{2}級 高強度せん断補強筋
定着部拘束筋	SD295，SD345，SD390，SD490
かんざし筋	SD295，SD345，SD390

(3) 定着金物

SRC 柱梁接合部編 2 章(3)による。

(4) 鋼材

SRC 柱梁接合部編 2 章(4)による。

(5) アンカーボルト

アンカーボルトは、JIS B 1220(構造用両ねじアンカーボルトセット)に適合するアンカーボルト、および第三者機関の技術評価を取得した既製品露出柱脚アンカーボルトとする。

【解説】

(1) コンクリートおよび鉄筋の適用範囲

本編では、鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部の開発実験ならびに SRC 造および RC 造柱梁接合部実験を基に、コンクリートは SRC 柱梁接合部編 2 章(1)と同様、設計基準強度 Fc が 21N/mm^2 以上かつ 60N/mm^2 以下の普通コンクリートとしている。また、(付録 1)の鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部の開発実験を基に、本編に使用できる鉄筋は、表 2.1 によるとした。

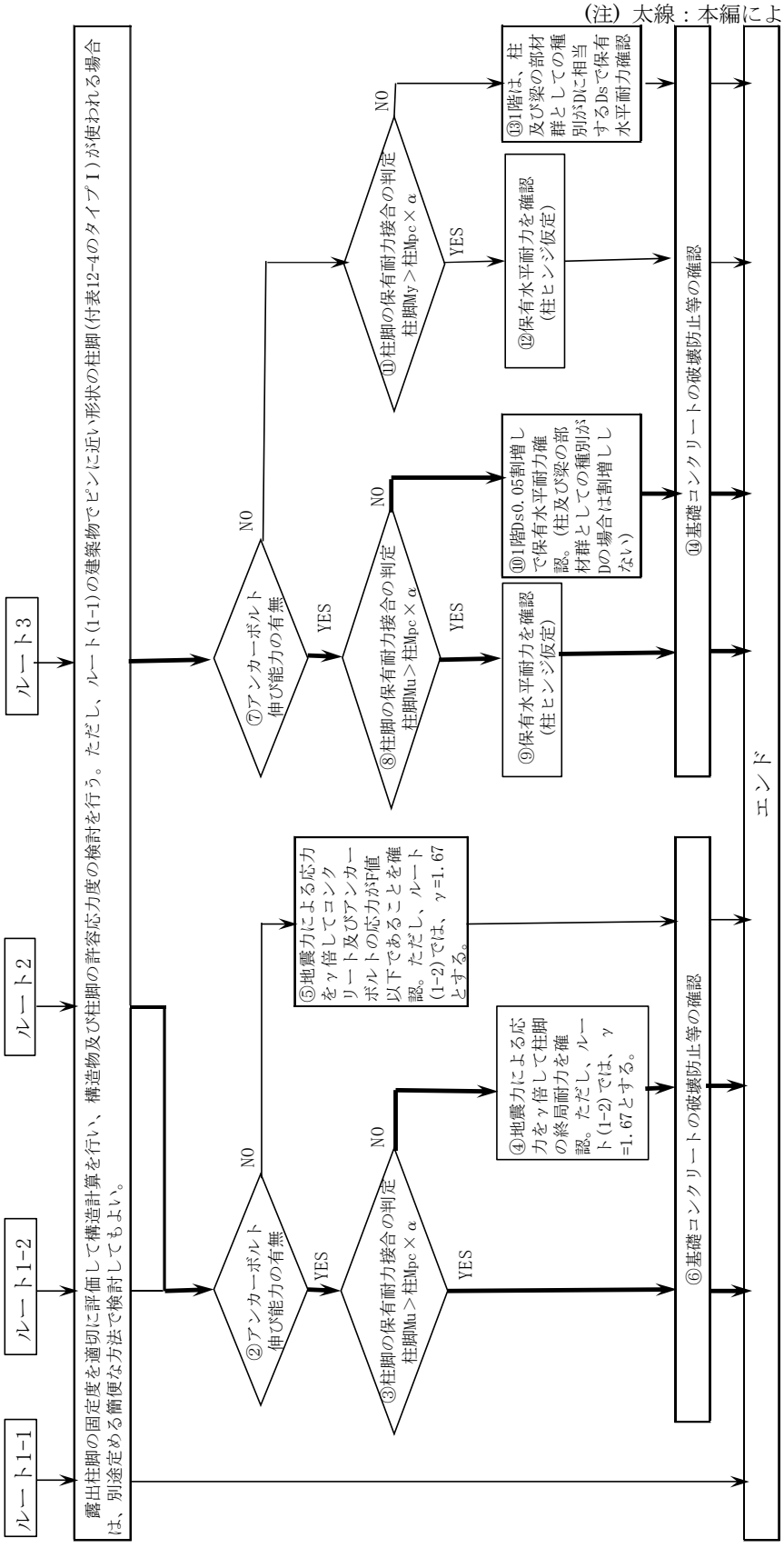
(2) アンカーボルトの適用範囲

本編では、伸び能力を有するアンカーボルトを用いることを基本としている。JIS B 1220 に適合するアンカーボルト(以下、JIS B 1220 アンカーボルト)は、両端転造ねじと両端切削ねじで構成される。

技術基準解説書[1)]によると、解図 2.1 に示すように、露出柱脚を用いた鉄骨建物では、設計ルートごとに、アンカーボルトの伸び能力と露出柱脚の保有耐力接合に応じた判定条件が定められている。

本編による設計では、解図 2.1 中、フロー③とフロー⑧による露出柱脚の保有耐力接合の判定が"YES"の場合は 3 章、4 章、5.3 節～5.5 節の各部構造規定を満足すればよい。また、保有耐力接合の判定が"NO"の場合は前記の規定のほかに、5.1 節と 5.2 節の柱型部のせん断検定を満足する必要がある。

(注) 太線：本編による露出柱脚の場合



解図 2.1 露出柱脚を用いた鉄骨建物の設計ルート別の設計フロー[1)]

(1) 本編の適用可能な露出柱脚

本編の適用可能な露出柱脚は、設計ルート2または設計ルート3の骨組に用いる柱型からの立上りを設けない露出柱脚とし、設計ルート3の骨組では、保有水平耐力の設計条件 Qu/Qun≧1 を満足しなければならない。Quは保有水平耐力、Qunは必要保有水平耐力を示す。ただし、既製品露出柱脚の場合、既製品メーカー仕様を満足する柱型からの立上りは設けてもよい。

(2) 柱型部配筋詳細の構造規定

(a) アンカーボルト

1) アンカーボルト定着長さ Lab

(JIS B 1220 アンカーボルト)　Lab≧20da、 da：アンカーボルト軸部直径

(既製品露出柱脚) 既製品メーカー仕様によるアンカーボルト定着長さ

2) アンカーボルト中心からの柱型側面かぶり厚さ

(JIS B 1220 アンカーボルト) Csa≧4da

(既製品露出柱脚)　既製品メーカー仕様による柱型側面かぶり厚さ Csa≧Csao((付録5) 参照)

(b) 柱型主筋

1) 柱型主筋本数：各辺3本以上、計8本以上

2) 柱型主筋比 pg：0.6%以上

pg=Σac/(Bc･Dc)、 Σac：柱型主筋全断面積、Bc,Dc：柱型幅とせい

3) 柱型主筋全長：

(柱型主筋上端・定着金物付き) 30d 以上

(柱型主筋上下端・直線定着) 40d 以上、　d：柱型主筋呼び名の値

4) 直接基礎と接続する基礎梁下端1段筋中心からの柱型主筋突出長さ CBot：

(柱型主筋下端・定着金物付きまたは90°フック定着) 3d 以上、フックの余長：8d 以上

(柱型主筋下端・直線定着)　5d 以上

5) 既製品露出柱脚の場合、柱主筋量は既製品メーカー仕様による。

6) 柱型主筋のかぶり厚さ

(柱型主筋中心からの側面かぶり厚さ) 3d 以上

(柱型上下面からの柱型主筋上下かぶり厚さ) JASS 5 の設計かぶり厚さ以上

7) 定着金物のかぶり厚さ：JASS 5 の設計かぶり厚さ以上

(c) 柱型横補強筋および定着部拘束筋

式(3.1)の柱型横補強筋比 pjwh は、0.3%以上とし、柱型部には、図3.1のように、基礎梁上下最外縁主筋間に柱型横補強筋を配置し、5.4節で規定する定着部拘束筋を基礎梁下端筋下部または下部と上部に配置する。

$$p_{jwh}=n_w \cdot a_{wh}/(B_c \cdot j_{tgo}) \qquad (3.1)$$

nw：jtgo 区間内の柱型横補強筋の組数、awh：柱型横補強筋1組の断面積

Bc：柱型幅、jtgo：基礎梁最外縁の上下主筋中心間距離

(d) 基礎梁主筋定着部

【基礎梁上端筋定着部】 基礎形式に係わらず、機械式直線定着としてもよい。

【基礎梁下端筋定着部】

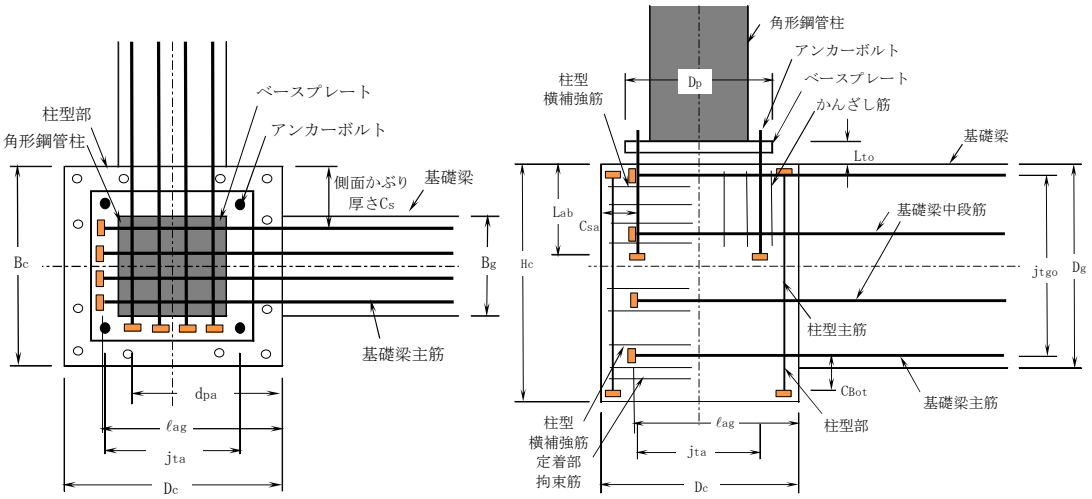
(直接基礎) 基礎梁中段筋を配置するか、基礎梁下端筋位置までアンカーボルトを延長する場合、基礎梁下端筋は機械式直線定着としてもよい。

(杭基礎) 杭頭補強筋の定着長さを柱型部下面から L2 または L2h 以上とするか、第三者機関の技術評価を取得した杭頭補強工法や杭頭半剛接合既製杭工法とする場合、基礎梁下端筋は機械式直線定着としてもよい。L2, L2h：JASS 5[5] の直線定着長さおよびフック付き定着長さ

【基礎梁中段筋定着部】

基礎梁中段筋は、基礎梁上下端面から基礎梁せい Dg/3 の位置に配置し、基礎梁中段筋の定着部は、基礎梁上下主筋の定着長さ ℓ_{ag} と同じ機械式直線定着する。

上記の機械式直線定着による基礎梁主筋定着部は、RC 構造設計指針 8.1 節に従い設計する。



(水平断面詳細) (鉛直断面詳細)

図 3.1 柱型部配筋詳細の各部名称

(3) 柱型部せん断設計条件

非保有耐力接合の場合、RC 構造設計指針 4.3 節と同様、直接基礎では式(3.2)、杭基礎では式(3.3)による柱型部せん断設計条件を満足しなければならない。

$$\lambda_p = \min(V_{puh}/V_{muh}, V_{puv}/V_{muv}) \geqq 1.0 \qquad (3.2)$$

$$\lambda_p = V_{puh}/V_{muh} \geqq 1.0 \qquad (3.3)$$

ここに、λ_p：柱型部せん断余裕度

V_{muh}, V_{muv}：式(5.1.1)、式(5.1.9)の水平、鉛直方向の柱型部終局強度設計用せん断力

V_{puh}, V_{puv}：式(5.2.1)の水平、鉛直方向の柱型部せん断耐力

【解説】

(1) 基本事項

鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部の開発実験(付録 1)では、柱型からの立上りを設けていない幅広梁付き RC 造 L 形接合部実験[14),15)]に基づく鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部の抵抗機構ならびに本編の計算耐力の妥当性が確認されている。

解表 3.1 は本編適用対象の既製品露出柱脚であり、既製品露出柱脚は、コンクリート充填鋼管柱(CFT 柱)※にも適用可能である。

解表 3.1　本編適用対象の既製品露出柱脚

商品名	開発会社
ベースパック	岡部(株)、旭化成建材(株)
セレクトベース	
ハイベース	センクシア(株)
PINベース工法	
NCベース	日本鋳造(株)
ISベース	アイエスケー(株)
ジャストベース(JEⅡ型)	コトブキ技研工業(株)
フリーベース工法	フルサト工業(株)
スマートベース工法	東京鉄鋼(株)

※　松井千秋：コンクリート充填鋼管構造(CFT 構造の性能と設計)4.4 柱脚の設計、オーム社、pp.80-92,2009 年

(2) 柱型部配筋詳細の構造規定

(a) アンカーボルト

1) JIS B 1220 アンカーボルトの場合、開発実験の柱型部配筋詳細を基に、アンカーボルト中心の柱型側面かぶり厚さは、$C_{sa} \geqq 4d_a$ としている。

2) 第三者機関の技術評価を取得した既製品露出柱脚のアンカーボルトでは、アンカーボルト軸部直径 d_a が大きい場合、アンカーボルト中心からの柱型側面かぶり厚さ C_{sa} は $4d_a$ 未満になることが多いため、既製品メーカー仕様の柱型側面かぶり厚さ $C_{sa} \geqq C_{sao}$ としている((付録 5) 参照)。

3) 鋼構造接合部設計指針[2)]7.2 節(3)を満足する JIS B 1220 アンカーボルトの場合、引張とせん断の組合せ応力を受けるアンカーボルト 1 本当たりの降伏引張耐力と降伏せん断耐力の設計条件を満足する必要がある。この点を一貫構造計算プログラムで確認し、保有耐力接合の場合、本指針 3 章(2)柱型部配筋詳細の構造規定と 4.2 基礎梁主筋定着部の規定を満足することを確認すれば、JIS B 1220 アンカーボルトを適用することができる。また、非保有耐力接合の場合、本指針 3 章(3)柱型部せん断設計条件を満足することを確認しなければならない。

(b) 柱型主筋

開発実験の柱型主筋ひずみ測定値では、柱型主筋上部ひずみは最も小さく、正加力の場合、屋外側柱型主筋中間と下部の引張応力の最大値は 160～200N/mm^2 程度、負加力の場合、基礎梁端側柱型主筋中間と下部の引張応力の最大値は 260～320N/mm^2 程度であり、いずれの柱型主筋の引張応力は弾性域に留まる。

柱型主筋上部の引張応力を 0、下部の引張応力を 320N/mm^2 とすると、柱型主筋に沿う平均付着応力 τ は 2.7N/mm^2 であり、コンクリート実圧縮強度 σ_B=26.6 N/mm^2 として求めた短期許容付着応力度(3.6N/mm^2：その他の鉄筋)以下となる。これらより、柱型主筋の構造規定 3)では、柱型主筋上端・定着金物付きの場合、開発実験と同様、柱型主筋全長を 30d 以上とし、柱型主筋上端・直線定着の場合、30d に JASS 5[5)]のフック付き定着長さ L_{2h} と直線定着 L_2 との差 10d を加えて 40d 以上としている。

一方、既製品露出柱脚の場合、柱型主筋量は既製品メーカー仕様によるとしている(4.1 節の解説(5) 参照)。また、柱型主筋の構造規定 4)では、RC 構造設計指針 柱主筋外定着方式編 5 章(2)と同様、直接基礎と接続する基礎梁下端 1 段筋中心からの柱主筋突出長さ C_{Bot} は、柱主筋下端・定着金物付きまたは 90°フック定着の場合 3d 以上とし、柱主筋下端・直線定着の場合 5d 以上としている(RC 構造設計指針 14.2 節の解説(1) 参照)。

(c) 柱型横補強筋および定着部拘束筋

本編では、露出柱脚部の曲げ降伏後、柱型部せん断破壊防止のために、靭性保証型指針[7]と同様、柱型横補強筋比を 0.3%以上とし、柱型横補強筋と定着部拘束筋の全補強筋量を 5.3 節で定め、基礎梁下端筋の降伏引張耐力に応じて、5.4 節の定着部拘束筋を配置するとしている。

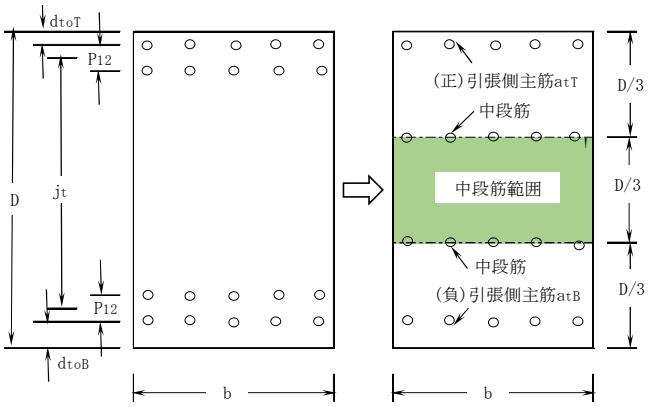
(d) 基礎梁主筋定着部

開発実験では、(付録 1)に示すように、柱型下面を拘束しない最上階の RC 造 L 形接合部と同様、直接基礎を想定した加力方法[10]とし、L 形が閉じる正加力時でも、アンカーボルト引張降伏後、基礎梁上端筋定着部近傍での柱型部せん断ひび割れが進展しても、損傷は顕在化しない。また、基礎梁主筋 U 型定着の場合、L 形が閉じる正加力時には、アンカーボルト引張降伏後、柱型部せん断ひび割れが進展しても、折曲げ後の余長の効果を期待できない。

これらより、基礎梁上端筋は、基礎形式に係わらず、機械式直線定着としてもよいとし、直接基礎の場合、基礎梁中段筋を配置するか、基礎梁下端筋位置までアンカーボルトを延長する場合、基礎梁下端筋は機械式直線定着としてもよいとした。

一方、杭基礎では、杭頭補強筋の定着長さが柱型部下面から L2 または L2h 以上とするか、第三者機関の技術評価を取得した杭頭補強工法や杭頭半剛接合既製杭工法を適用した場合、基礎梁下端筋は機械式直線定着としてもよいとした。

本編では、基礎梁曲げ終局耐力に及ぼす基礎梁中段筋の影響を調べた付録 2 に示した式(5.1.12)(略算式)と精算式との比較検討結果より、解図 3.1 に示すように、基礎梁上下端面から基礎梁せい Dg/3 の中央部に基礎梁中段筋を配置するとした。(付録 2)によると、精算式による曲げ終局耐力時には、上側と下側の中段筋は、いずれも降伏引張耐力に達し、基礎梁圧縮縁から中立軸位置までの距離は、基礎梁せい Dg の 0.1～0.2 倍程度となる。



(多段筋基礎梁)　　(中段筋基礎梁)

解図 3.1 多段筋基礎梁と中段筋基礎梁

これらによると、基礎梁主筋の合計本数を変えず、上下 2 段目主筋の代わりに、中央部に中段筋を配置した中段筋基礎梁の略算式による曲げ終局耐力は、多段筋基礎梁の精算式による曲げ終局耐力と比較し、実用上十分な精度で評価される。

中段筋基礎梁の詳細については、SABTEC 高強度せん断補強筋設計施工指針(2023 年)[16]、7 章「中段筋梁の設計」に、本編(2018 年)以降の知見が盛り込まれているので、同指針をご覧頂きたい。

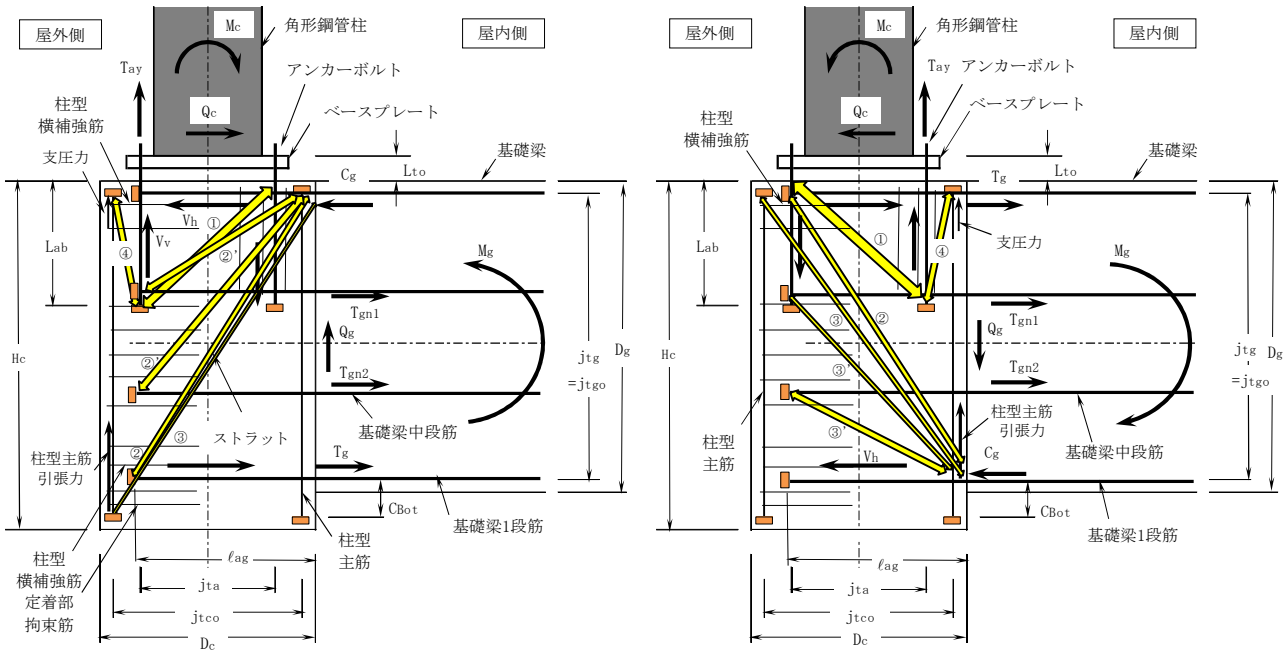
(3) 中段筋を有する基礎梁付きＬ形柱型部の抵抗機構

直接基礎の場合、解図 3.2 の抵抗機構より、正加力時には屋外側アンカーボルトと基礎梁下端筋が引張側、負加力時には屋内側アンカーボルトと基礎梁上端筋が引張側となり、正負加力時ともに、主ストラット①～③と補助ストラット④が存在し、このほかに、正加力時には上側と下側の②'が存在し、負加力時には上側と下側の③'が存在する。

正加力時の①～③は各定着部から圧縮側基礎梁上端部と屋内側ベースプレート縁端部に向かい、④の鉛直成分は屋外側柱型主筋の引張力と釣り合い、水平成分は柱型上部の柱型横補強筋による横拘束力と釣り合う。負加力時の①～③は圧縮側基礎梁下端部から屋外側ベースプレート縁端部、基礎梁上端筋定着部および柱型主筋頭部に向かい、②の水平成分は柱型上部の柱型横補強筋による横拘束力と釣り合い、④は屋内側アンカーボルト定着部から屋内側柱型主筋頭部に向かう。

中段筋有の場合、正加力では、上側の中段筋定着部は、引張側アンカーボルト定着部から派生するストラット①で拘束されるので、(付録 1)の開発実験の試験体 No. 16 と同様、Ｌ形柱型部せん断終局耐力を高める効果を有する。また、基礎梁下端 1 段目主筋定着部と下側中段筋定着部は、柱型主筋下端・定着金物または 90° フック定着部から派生するストラット③で拘束される。

以上より、直接基礎と接続する場合、解図 3.2 に示すように、上側中段筋はアンカーボルト定着部よりも上部に配置し、柱型主筋下端は定着金物付きまたは 90° フック定着とするとした。



(a) Ｌ形が閉じる正加力時　　(b) Ｌ形が開く負加力時

解図 3.2　中段筋を有する基礎梁付きＬ形柱型部の抵抗機構

(4) 第三者機関の技術評価を取得した杭頭補強工法および杭頭半剛接合既製杭工法

北越メタル(株)(MSRB-0129：令和 4 年 5 月 16 日)と JFE 条鋼(株) (MSRB-0108：平成 29 年 3 月 3 日)の大臣認定を取得している開先付き異形棒鋼を用いた New J-Bar 溶接接合工法は杭頭補強工法であり、開先付き異形棒鋼が SC 杭、鋼管杭、外殻鋼管場所打ちコンクリート杭の杭頭鋼管と溶接接合される。

また、日本建築センター評定を取得している F.T.Pile 構法は杭頭半剛接合既製杭工法であり、同構法では、定着鉄筋を用いずに、FT キャップを用いて杭頭と基礎フーチングを接合することで、杭頭部の曲げモーメントを低減している。

杭頭補強工法および杭頭半剛接合既製杭工法の場合、杭頭部より伝達される曲げモーメントとせん断力に応じて基礎梁を設計する場合、基礎梁主筋定着部は、RC 構造設計指針 8.1 節に従い設計すればよい。

(5) 柱型部と接続する杭基礎の場合

柱型部と接続する杭基礎の場合、柱型部、基礎梁、杭基礎、基礎フーチングには、RC 構造設計指針 14.2 節(4)に従い、コア部を形成するように、14.2 節の解説(5)「パイルキャップはかま筋量の試算」で定まる“はかま筋”を配置する。また、杭基礎が偏心する場合にも、コア部を形成するように、14.2 節の解説(5)「パイルキャップはかま筋量の試算」で定まる“はかま筋”を配置する。

場所打ち杭基礎の場合、RC 構造設計指針 14 章の基礎配筋詳細例(ⅰ)に示すように、杭主筋と隣接する柱主筋の間で、あき重ね継手の効果を期待できるように、杭直径と柱断面寸法の関係($D_p \leqq D_c+2\ell_d$)を規定することが望ましい。ℓ_d：杭主筋定着長さ

4章　鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部の設計

4.1　アンカーボルト定着部

1)　引張側アンカーボルト定着耐力 Tau は(4.1)で算定し、式(4.2)を満足しなければならない。
また、ベースプレート下コンクリートの中立軸比 Xn/Dp は式(4.3)を満足し、柱型主筋は式(4.4)を満足しなければならない。

2)　設計ルート 3 の場合、露出柱脚の保有耐力接合の条件は、式(4.5)および式(4.6)による。

3)　保有耐力接合を満足する露出柱脚の場合、1)項のアンカーボルト定着耐力の検定は省略してもよい。

$$Tau = \beta c\cdot\{0.31\sqrt{Fc}\cdot be\cdot(Labo+Csa)+\gamma c\cdot Tcy\},\ Tcy=nct\cdot act\cdot\sigma cy \qquad (4.1)$$

ただし、Labo=min(Lab,Dc-Csa)とする。

$$Tau \geqq \alpha a\cdot\Sigma Tay,\ \Sigma Tay=(nat+nan/2)\cdot Tay \qquad (4.2)$$

$$Xn/Dp=\Sigma Tay/(0.85Fc\cdot Bp\cdot Dp)\leqq 0.25 \qquad (4.3)$$

$$Ncy=\Sigma ac\cdot\sigma cy\geqq Nay,\ Nay=\Sigma na\cdot Tay \qquad (4.4)$$

$$Mu>\alpha\times Mpc,\ Mu=\Sigma Tam\cdot dta,\ \Sigma Tam=(nat+nan/2)\cdot Tam \qquad (4.5)$$

$$Qu>\text{一次設計の地震力で柱脚に発生するせん断力の}\gamma\text{倍} \qquad (4.6)$$

ただし、αおよびγの値は、保有耐力接合の安全率で、既製品露出柱脚の場合、技術評価の値とし、それ以外の場合、技術基準解説書[1)]による。

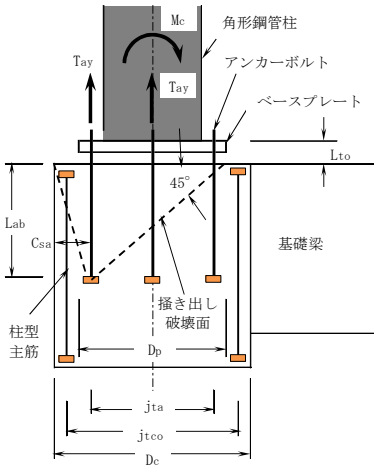
ここに、Tau：引張側アンカーボルト定着耐力、Fc：コンクリートの設計基準強度
Lab：アンカーボルト定着長さ、Csa：アンカーボルト中心からの柱型側面かぶり厚さ
be=jta+Ce1+Ce2：柱型有効幅、jta：最外縁アンカーボルト中心間距離
Ce1,Ce2：最外縁アンカーボルト中心からの柱型側面かぶり厚さ(≦0.8Lab)
βc：Tau の低減係数、γc：Tcy の低減係数で、βc=0.6,γc=0.7 とする。
ΣTay：引張側と中段アンカーボルトで決定する全降伏引張耐力
Tay：アンカーボルト軸部の 1 本当たりの降伏引張耐力
nat：引張側アンカーボルト本数、nan=Σna-2nat：中段アンカーボルト本数
Σna：全アンカーボルト本数、Nay：アンカーボルトの全降伏引張耐力
Tcy：引張側柱型主筋の降伏引張耐力、Ncy：柱型主筋の全降伏引張耐力
nct：引張側柱型主筋本数、act,σcy：柱型主筋の断面積および降伏強度
Σac：全柱型主筋断面積、αa：ΣTay の割増し係数で、αa=1.2 とする。
Dc：柱型せい、Bp,Dp：ベースプレート幅およびせい
Mu：柱脚部の最大曲げ耐力、Mpc：鉄骨柱の全塑性曲げモーメント
Qu：柱脚部のせん断耐力
ΣTam：引張側と中段アンカーボルトで決定する全最大引張耐力
Tam：アンカーボルト軸部の 1 本当たりの最大引張耐力
dta=(Dp+jtae)/2：柱脚部有効せい、jtae：両側アンカーボルト重心間距離

【解説】

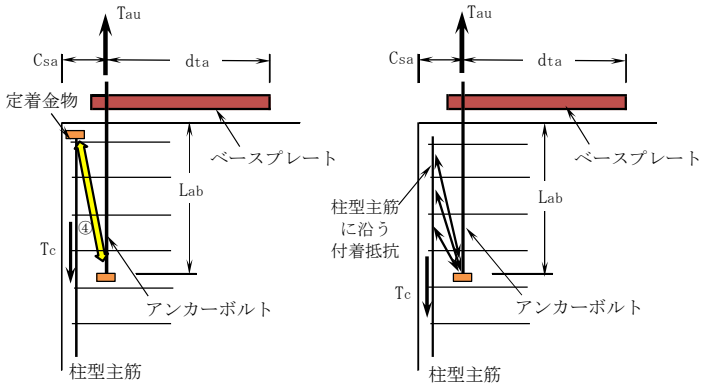
(1) 引張側アンカーボルトの定着機構

開発実験による主要な柱型部せん断ひび割れは、解図 4.1 の掻き出し破壊面に沿って発生したことより、解図 4.2 に示すように、補助ストラット④の鉛直力は、機械式定着金物付きの場合、柱型主筋頭部定着金物直下に支圧力として伝達され、直線定着の場合、あき重ね継手[6]と同様、柱型主筋頭部からの付着抵抗によって伝達される。これらより、引張側アンカーボルト引張耐力 Tau は式(4.1)で算定するとした。

式(4.1)では、本実験の知見を基に、RC 造ト形接合部内梁主筋定着部の掻き出し定着耐力式[11]と同様、コンクリート寄与分 Tco に柱型主筋降伏引張耐力の寄与分 γc･Tcy を加えている。コンクリート寄与分 Tco は、コンクリートの掻き出しせん断強度 $0.31\sqrt{Fc}$ に掻き出しせん断面積 be･(Labo+Csa)を乗じて求める。be は柱型有効幅、Labo+Csa は掻き出し破壊面の水平投影長さを示す(解図 4.1 参照)。



解図 4.1 アンカーボルト掻き出し破壊面

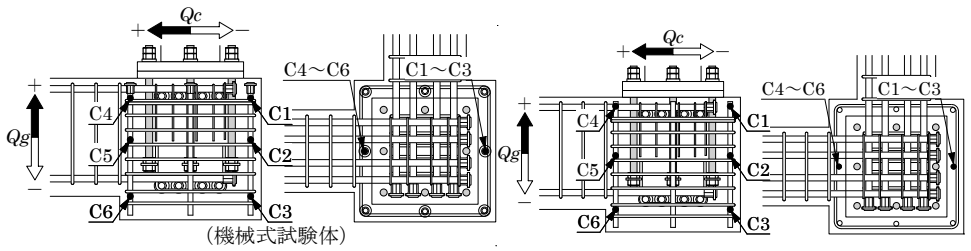


(a)機械式定着金物付き　　(b)直線定着

解図 4.2 引張側アンカーボルト定着耐力の伝達機構

解図 4.3 の柱型主筋ひずみ測定値では、柱型主筋頭部が定着金物付きの系列 1,2 と直線定着の系列 3～5 試験体に係わらず、正加力の屋外側柱型主筋ひずみ εC1～εC3 の場合、上部の εC1 が最も小さく、中間の εC2 および下部の εC3 の最大値は 0.8～1.0×10^{-3} 程度である。また、負加力の基礎梁端側柱型主筋ひずみ εC4～εC6 の場合、上部の εC4 が最も小さく、中間の εC5 および下部の εC6 の最大値は 1.3～1.6×10^{-3} 程度である。上記の測定値の最大引張応力は、正加力の屋外側柱型主筋では 200N/mm^2 程度、負加力の基礎梁端側柱型主筋では 300N/mm^2 程度であり、SD345 の規格降伏点 345N/mm^2 に対する柱型主筋の最大引張応力の比は、屋外側では 0.6 程度、基礎梁端側では 0.9 程度である。

これらより、アンカーボルト定着耐力 Tau の算定時には、靭性保証型設計指針式[7]と同様、Tcy の低減係数 γc を 0.7 とした。



解図 4.3 柱型主筋ひずみの測定位置

(2) 柱軸力が作用しないとした柱脚部の全塑性曲げモーメント Map

解表 4.1 に、機械式定着試験体の正加力時アンカーボルト定着耐力余裕度 Tau/ΣTay、柱型部せん断終局耐力安全率 Qmax/cQpu および終局耐力安全率 Qmax/Qcu を示す。Qmax は最大耐力実験値(柱せん断力)、Qcu は式(5.1.2)による柱型部終局強度設計用柱せん断力(柱脚部曲げ終局耐力時柱せん断力)、cQpu は式(解 5.2.1)による柱型部せん断終局耐力時柱せん断力である。同表中には、柱型部せん断余裕度 cQpu/Qcu を併記した。計算耐力は、材料試験結果の実強度を用いて算定した。

解表 4.1 に示すように、アンカーボルト引張降伏後、概ね、柱型部せん断余裕度 cQpu/Qcu≧0.9 の試験体の終局耐力安全率 Qmax/Qcu は 1.0 を上回った。

これらにより、式(5.1.3)中の柱脚部全塑性曲げモーメント Map は、露出柱脚部を引張側アンカーボルトと柱型部コンクリートからなる RC 柱と仮定し、柱軸力が作用しないとした式(5.1.5)で算定した。

解表 4.1　機械式定着試験体のアンカーボルト定着耐力余裕度および耐力安全率

	系列1、系列2試験体						系列3～系列5試験体							
	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10	No. 11	No. 12	No. 13	No. 14	No. 15	No. 16
Tcy (kN)	452	456	452	456	323		324							
Tco (kN)	1477		1801		1477	1801	1396							1799
γc･Tcy/Tco	0.21	0.22	0.18	0.18	0.15	0.13	0.16							0.13
Tau (kN)	1076	1078	1271	1272	1029	1223	973							1215
ΣTay (kN)	817				613		831			624			831	
Tau/ΣTay	1.32	1.32	1.55	1.56	1.68	2.00	1.17			1.56			1.17	1.46
cQpu/Qcu	0.68		0.90		0.91	1.20	0.62							0.86
cQgu/cQcu	1.56	1.01	1.56	1.53	1.33		1.43	1.48	1.36	1.35		1.38	1.43	
Qmax/Qcu	0.86	0.58	1.08	0.99	1.13	1.33	0.80	0.83	0.83	0.91	0.89	0.96	0.94	1.24
Qmax/cQpu	1.27	1.29	1.20	1.10	1.25	1.11	1.30	1.34	1.34	1.10	1.08	1.17	1.52	1.44
Xn/Dp	0.16		0.11		0.12	0.08	0.18			0.14			0.18	

(注)cQpu/Qcu, cQgu/cQcu, Qmax/Qcu, Qmax/cQpuは、それぞれ正加力時の値を示す。

(3) アンカーボルト定着耐力余裕度および柱型部せん断終局耐力安全率

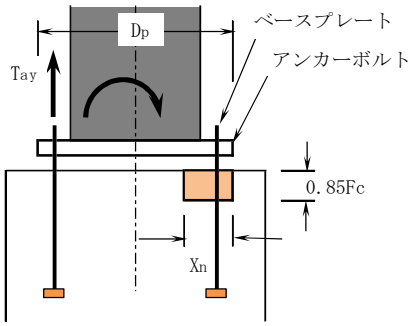
解表 4.1 によると、機械式定着試験体 No.2～No.16 の場合、アンカーボルト定着耐力余裕度 Tau/ΣTay は 1.2～2.0 程度であり、柱型部せん断破壊型(cQpu/Qcu＜1.0)の場合、柱型部せん断耐力安全率 Qmax/cQpu =1.1～1.5 程度、柱脚部曲げ破壊型(cQpu/Qcu≧1.0)の場合、終局耐力安全率 Qmax/Qcu=1.3 程度である。

すなわち、RC 造ト形接合部試験体[11]と同様、Tau の低減係数βc=0.6 とし、式(4.2)によるアンカーボルト定着耐力余裕度 Tau/ΣTay を 1.2 以上とすれば、柱型部せん断破壊型(cQpu/Qcu＜1.0)の場合、Qmax/cQpu ≧1.0 となり、柱脚部曲げ破壊型(cQpu/Qcu≧1.0)の場合、Qmax/Qcu≧1.0 となる(5.2 節の解説(2) 参照)。なお、解表 4.1 に示すように、式(4.1)中のコンクリートの掻き出し耐力分 Tco に対する柱型主筋の引張力分γc･Tcy の比は 0.13～0.22 である。

(4) ベースプレート下コンクリートの中立軸比 Xn/Dp

伸び能力を有するアンカーボルトを用いた場合、ベースプレート下コンクリート圧縮応力分布[1)]を解図 4.4 で仮定すると、ベースプレート下コンクリートの中立軸比 Xn/Dp は式(4.3)で算定できる。解表 4.1 の開発実験の中立軸比 Xn/Dp は 0.08～0.18 である。

一方、6 章「柱型部配筋詳細設計例」の既製品露出柱脚の場合、同一サイズ角形鋼管でも、引張側アンカーボルト軸径の増加に伴い、式(4.3)の Xn/Dp の値は増加し、Xn/Dp の最大値は 0.24 となる。これらより、式(4.3)では、Xn/Dp の上限値を 0.25 とした。



解図 4.4 ベースプレート下コンクリートの圧縮応力分布

(5) 柱型主筋量

(1)項で前述のように、柱型主筋ひずみ測定値によると、SD345 の規格降伏点 345N/mm^2 に対する柱型主筋の最大引張応力の比は、屋外側では 0.6 程度、基礎梁端側では 0.9 程度であり、いずれも弾性域に留まった。これらによると、柱型主筋量は、3 章(2) (b)2)で定めた柱型主筋比 pg の最小値(0.6%)以上とすればよく、式(4.4)の Ncy/Nay は 0.52～0.74 である。

しかし、本開発実験だけでは必ずしも十分でないので、既製品メーカー仕様による柱型主筋量を踏まえ、4.1 節 2)では、式(4.4)を満足しなければならないとした(6 章(4) 参照)。

一方、既製品露出柱脚の場合、柱型主筋量は既製品メーカー仕様によるとした。ただし、既製品露出柱脚によっては、柱型主筋比 pg を既製品メーカー仕様以上とすることで、柱型部配筋詳細の納まりを考慮し、柱型主筋の 1 列の本数を減らすことができる(6 章(3) 参照)。

Lab はアンカーボルト定着長さ、da はアンカーボルト軸部直径を示す。

4.2　基礎梁主筋定着部

1) 機械式直線定着の基礎梁主筋定着長さℓ_{ag}は、上端筋、下端筋、中段筋ともに、RC 構造設計指針 8.1 節(1)1)に準じ、同指針・式(8.1)の必要定着長さℓ_{ao}以上、16db 以上、かつ、(Dc+jta)/2 以上とする。ただし、必要定着長さℓ_{ao}の適否判定上限値は 25db とし、Dc は柱型せい、jta は最外縁アンカーボルト中心間距離(図 3.1)、db は基礎梁主筋呼び名の値を示す。

2) 最外縁アンカーボルト中心間距離 jta 区間外の基礎梁上端筋定着部は RC 構造設計指針 14.2 節(2)、基礎梁下端筋定着部は同指針 14.2 節(3)による。

3) 基礎梁主筋中心から柱型部側面までの側面かぶり厚さ Cs は 3db 以上とし、基礎梁主筋先端の定着金物各部のかぶり厚さは、JASS 5 の設計かぶり厚さ以上とする。

【解説】

(付録 1)の基礎梁主筋定着部に関する開発実験を基に、4.2 節 1)の基礎梁主筋定着長さは、RC 構造設計指針 8.1 節(1)1)によることを基本とし、$\ell_{ag} \geqq \max(\ell_{ao}, 16db, Lag)$、Lag=(Dc+jta)/2 とした(図 3.1 参照)。

4.2 節 2)では、jta 区間外の基礎梁上端筋定着部は RC 構造設計指針 14.2 節(2)、基礎梁下端筋定着部は同指針 14.2 節(3)によるとした。すなわち、本編で規定する jta 区間内の基礎梁上下主筋定着部は機械式直線定着としてもよく、jta 区間外の基礎梁上端筋定着部は、RC 構造設計指針 14.2 節(2)を満足する場合、機械式直線定着としてもよいとした。

ただし、jta 区間外の基礎梁下端筋定着部は、RC 構造設計指針 14.2 節(3)の諸条件に応じて、機械式直線定着、曲上げ定着 A タイプ、曲上げ定着 B タイプのいずれかの定着タイプを選定する。

次に、RC 構造設計指針 8.1 節(2)と同様、基礎梁主筋中心から柱型部側面までの側面かぶり厚さ Cs および定着金物各部のかぶり厚さを規定した。

基礎梁主筋の必要定着長さ比ℓ_{ao}/db を解表 4.2 に示す。同表の計算値は、RC 構造設計指針・解表 8.1 と同様、jtg/db=20、pjwh=0.45%とし、上限強度算定用材料強度σ_{sy}を用いて求めた。

解表 4.2　梁主筋の必要定着長さ比ℓ_{ao}/db(pjwh=0.45%)

(a) 両側直交梁付き以外の場合

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

5章　柱型部せん断設計

5.1　終局強度設計用せん断力の算定

(1) 直接基礎の場合(L形、T形柱型部)

終局強度設計用せん断力 Vmuh,Vmuv は、式(5.1.1)による。ここで、終局強度設計用せん断力 Vmuh,Vmuv は、1階鉄骨柱の反曲点位置 ho1/2 および基礎梁の反曲点位置ℓo/2 として算定し、メカニズム時設計せん断力以上となることを確認する。

$$Vmuh = \xi h \cdot Qcu/2, \quad Vmuv = \xi v \cdot Qcu/2 \tag{5.1.1}$$

$$Qcu = \min(cQcu, cQgu) \tag{5.1.2}$$

$$cQcu = 2 \cdot \min(Mspo, Map)/ho1 \tag{5.1.3}$$

$$Mspo = Msp/(1-2Lto/ho1) \tag{5.1.4}$$

$$Map = \Sigma Tay \cdot dta \tag{5.1.5}$$

(L形柱型部) $$cQgu = \{2Mgu/(\eta g \cdot \ell o)\} \cdot (\ell/h1), \quad \eta g = 1 \mp (jtg/\ell o) \cdot (\ell/h1) \tag{5.1.6}$$

(T形柱型部) $$cQgu = 2\{(Mgu+Mgu')/\ell o\} \cdot (\ell/h1) \tag{5.1.7}$$

$$\xi h = (h/\ell) \cdot (\ell o/jtg) - 1, \quad \xi v = (ho1/jtae) - h1/\ell \tag{5.1.8}$$

(2) 杭基礎の場合(ト形、十字形柱型部)

終局強度設計用せん断力 Vmuh は、式(5.1.9)による。また、同式中の終局強度設計用柱せん断力 Qcu は式(5.1.3)による。ただし、安全側に Qcu=cQgu としてもよい。

$$Vmuh = \xi h \cdot Qcu \tag{5.1.9}$$

(ト形柱型部) $$cQgu = (Mgu/\ell o) \cdot (\ell/h) \tag{5.1.10}$$

(十字形柱型部) $$cQgu = \{(Mgu+Mgu')/\ell o\} \cdot (\ell/h) \tag{5.1.11}$$

(3) 基礎梁曲げ終局耐力

基礎梁曲げ終局耐力 Mgu,Mgu'は、式(5.1.12)による。

$$Mgu = (agt+agn/2) \cdot \sigma gy \cdot jtg, \quad Mgu' = (agt'+agn'/2) \cdot \sigma gy \cdot jtg \tag{5.1.12}$$

ここに、Qcu：終局強度設計用柱せん断力、Msp：鉄骨柱全塑性モーメント

Map：柱脚部全塑性モーメント、Lto：基礎梁上面からベースプレート上までの寸法

ΣTay：引張側と中段アンカーボルトで決定する全降伏引張耐力(式(4.2))

Tay：引張側アンカーボルトの降伏引張耐力、dta：柱脚部有効せい

agt,agt'：引張側基礎梁主筋の断面積、agn,agn'：基礎梁中段筋の断面積

jtg=(7/8)dg； 基礎梁上下主筋重心間距離。dg：基礎梁有効せい

σgy：基礎梁主筋降伏強度、(L形、T形柱型部)h=h1、(ト形、十字形柱型部)h=(h1+h2)/2

h1：1階構造階高、ho1：1階鉄骨柱内法高さ、h2：杭のせん断長さの2倍

ℓ：スパン長(柱心間距離)、ℓo=ℓ-Dc：基礎梁内法スパン長、Dc：柱型せい

基礎梁主筋降伏強度σgy は、RC 構造設計指針 8.1 節(1)と同様、SD390 以下の場合 1.1×σyo、SD490 の場合 1.0×σyo としてもよい。σyo は規格降伏点を示す。

【解説】

(1) 終局強度設計用せん断力 Vmuh,Vmuv の算定式

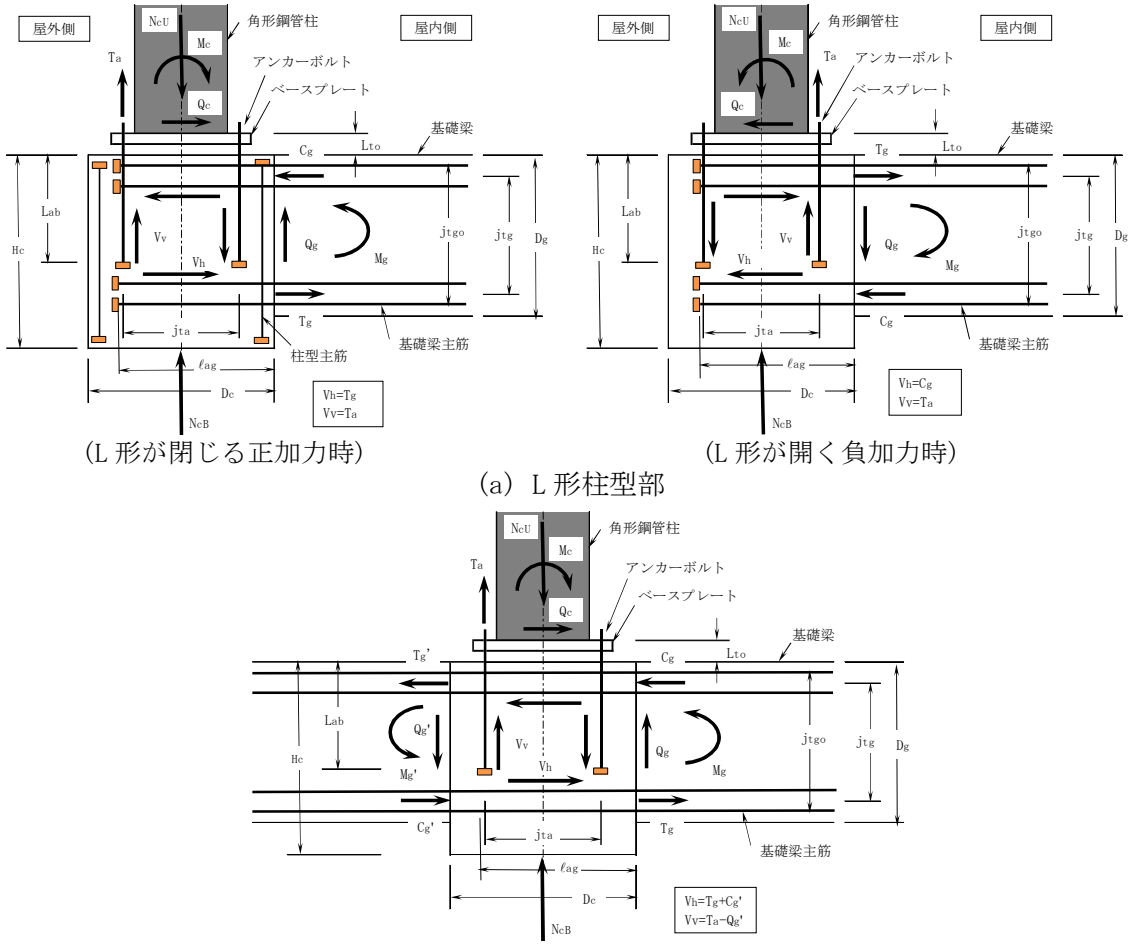
直接基礎の場合、最下階L形、T形柱型部終局強度設計用せん断力 Vmuh,Vmuv は、RC 構造設計指針 5.1.1 項のL形、T形接合部と同様、解図 5.1.1 の応力状態を考慮し、式(5.1.1)で算定する(解図 5.1.2 参照)。

杭基礎の場合、鉄骨柱、基礎梁、柱型部および杭は、外端柱側ではト形柱型部、中柱側では十字形柱型部を形成するので、RC 構造設計指針 5.1.1 項と同様、解図 5.1.3 の応力状態を考慮し、ト形、十字形柱型部の終局強度設計用せん断力 Vmuh は式(5.1.9)で算定し、終局強度設計用柱せん断力 Qcu は式(5.1.3)で算定する。式(5.1.1)の終局強度設計用せん断力 Vmuh,Vmuv は、1 階鉄骨柱の反曲点位置 ho1/2 および基礎梁の反曲点位置ℓo/2 として算定し、メカニズム時設計せん断力以上となることを確認する。解図 5.1.3 中の杭のせん断長さを 2 倍した h2 は、根巻き柱脚編 4.1 節の解説(1)によると、杭頭に作用する水平力に対する杭の水平抵抗力と水平変位の算定式で求められる杭の最大モーメント発生位置で決まる。

一方、杭基礎の場合、根巻き柱脚編(付録 2)に示すように、通常、ho2≧4Dp となるので、根巻き柱脚編 4.1 節と同様、同編 3 章の解説(3)に示したト形架構実験を基に、ho2=4Dp(Dp：杭直径)とした。

また､式(5.1.3)中の柱脚部全塑性モーメント Map および式(5.1.4)中の鋼管柱全塑性モーメント Msp は、(2)項と(3)項に示すように、柱軸力 Nc を考慮して求められる。ただし、柱型部のせん断検定時には、開発実験の応力状態を基に、Map および Msp は、Nc=0 として算定する。

次に、3 章(2)(d)で定義する基礎梁中段筋を考慮した基礎梁曲げ終局耐力は、(付録 2)の検討結果に基づき、式(5.1.12) で算定するとした。

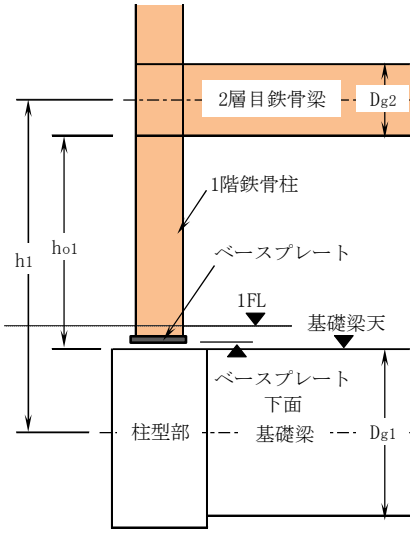


(L 形が閉じる正加力時)　　(L 形が開く負加力時)

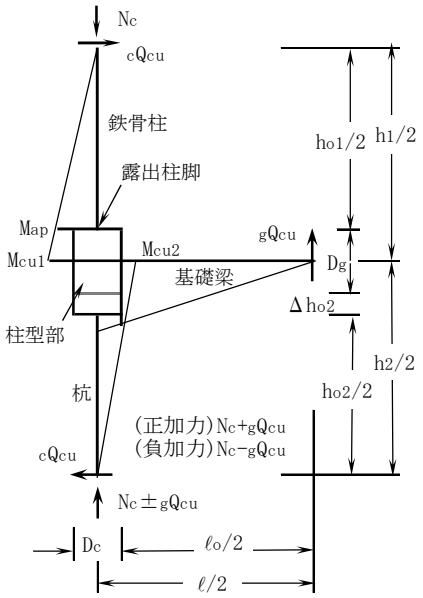
(a) L 形柱型部

(b) T 形柱型部

解図 5.1.1 最下階 L 形、T 形柱型部の応力状態



解図 5.1.2 1 階構造階高と内法高さ



解図 5.1.3 1 階ト形架構の応力状態

(2) 柱脚部全塑性モーメント Map の算定式

(a) 略算式

開発実験では、3 章の解説(3)で前述のように、柱軸力を加力せずに水平加力を行っているので、柱型部の設計時には、式(5.1.5)の柱軸力を考慮しない柱脚部全塑性曲げモーメント Map を用いて検定する。

(b) 単純累加強度式

ここでは、鋼構造接合部設計指針[2)]と同様、柱脚部はベースプレートの大きさと等断面のコンクリートと引張側アンカーボルトからなる RC 断面柱とし、中間アンカーボルトを考慮した単純累加強度式(式(解 5.1.1))で柱脚部全塑性モーメント Map を算定してもよいとした。式(解 5.1.1)中の dt は、解図 5.1.4 のアンカーボルト配置の場合、各アンカーボルト配置位置より算定できる。

同図の角配置の場合、XY 方向ともに、角配置のアンカーボルト 4 本は、それらの重心位置に配置されているとし、式(解 5.1.1)を適用すればよい。また、12 本タイプや 16 本タイプの場合、最外縁以外の中間アンカーボルトは、ベースプレート中心軸位置に集中して配置されるとし、式(解 5.1.1)を適用すればよい。なお、同図の均等配置の場合、jtae=jta(両側最外縁アンカーボルト中心間距離)となる。

式(解 5.1.1)による柱脚部全塑性モーメント Map と柱軸力 Nc との相関関係を解図 5.1.5 に示す。この場合、中間アンカーボルトを考慮し、柱脚部全引張耐力-(Tay+Tany)から軸圧縮耐力 Nu の間の 5 区間について Map を算定している。露出柱脚の場合、通常、圧縮側アンカーボルトは圧縮力を負担しないので、式(解 5.1.1)では、柱型部の軸圧縮耐力 Nu に圧縮側アンカーボルトの耐力を算入していない。

(ⅰ) $Nu \geqq Nc > Nu-Tay$: $Map=(Nu-Nc)\cdot dt$

(ⅱ) $Nu-Tay \geqq Nc > (Nu/2)-Tay$: $Map=Tay\cdot dt+(Nc+Tay)\cdot Dp\cdot\{1-(Nc+Tay)/Nu\}/2$

(ⅲ) $(Nu/2)-Tay \geqq Nc > (Nu/2)-(Tay+Tany)$: $Map=Tay\cdot dt+Nu\cdot Dp/8$ (解 5.1.1)

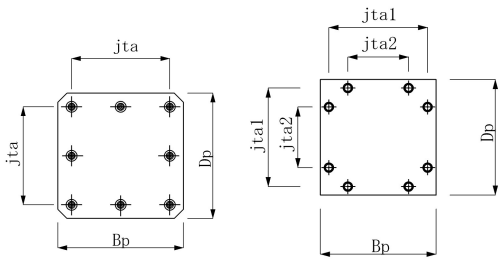
(ⅳ) $(Nu/2)-(Tay+Tany) \geqq Nc > -(Tay+Tany)$: $Map=Tay\cdot dt+(Nc+Tay+Tany)\cdot Dp\cdot\{1-(Nc+Tay+Tany)/Nu\}/2$

(ⅴ) $-(Tay+Tany) \geqq Nc > -(2Tay+Tany)$: $Map=(Nc+2Tay+Tany)\cdot dt$

ここに、Nc：柱軸力、Nu=0.85Fc･Bp･Dp：柱型部軸圧縮耐力

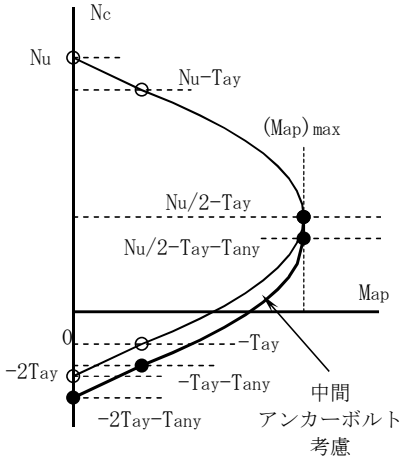
Fc：コンクリート設計基準強度、Bp(Dp)：ベースプレート幅(せい)

dt=jtae/2：柱断面中心と引張側アンカーボルト重心間距離



(均等配置)　　(角配置)

解図 5.1.4 アンカーボルト配置例
【8 本タイプ】



解図 5.1.5 鉄骨露出柱脚部の M－N 相関関係

(3) 鉄骨柱全塑性モーメント Msp の算定式

軸力 Nc と曲げモーメント M が作用する角形鋼管柱断面、円形鋼管柱断面および H 形鋼柱断面の全塑性モーメント Msp は、式(解 5.1.2)～式(解 5.1.5)で算定してもよい(解図 5.1.6 参照)。

(角形鋼管柱断面)

① 冷間成形角形鋼管マニュアルによる場合※※

$N_c/N_Y \leqq 0.5$ の時、 $M_{sp} = \{1-4(N_c/N_Y)^2/3\}\cdot M_p$ (解 5.1.2)

$N_c/N_Y > 0.5$ の時、 $M_{sp} = 4\{(1-N_c/N_Y)/3\}\cdot M_p$

② 塑性設計指針による場合 [4)]

$N_c/N_Y \leqq A_w/(2A)$ の時、 $M_{sp} = M_p$ (解 5.1.3)

$N_c/N_Y > A_w/(2A)$ の時、 $M_{sp} = 1.14(1-N_c/N_Y)\cdot M_p$

(円形鋼管柱断面) [4)]

$N_c/N_Y \leqq 0.2$ の時、 $M_{sp} = M_p$ (解 5.1.4)

$N_c/N_Y > 0.2$ の時、 $M_{sp} = 1.25(1-N_c/N_Y)\cdot M_p$

(H 形鋼柱断面) [4)]

H 形鋼断面の強軸回り曲げの全塑性モーメントは、式(解 5.1.3)による。

H 形鋼断面の弱軸回り曲げの全塑性モーメントは、下式による。

$N_c/N_Y \leqq A_w/A$ の時、 $M_{sp} = M_p$ (解 5.1.5)

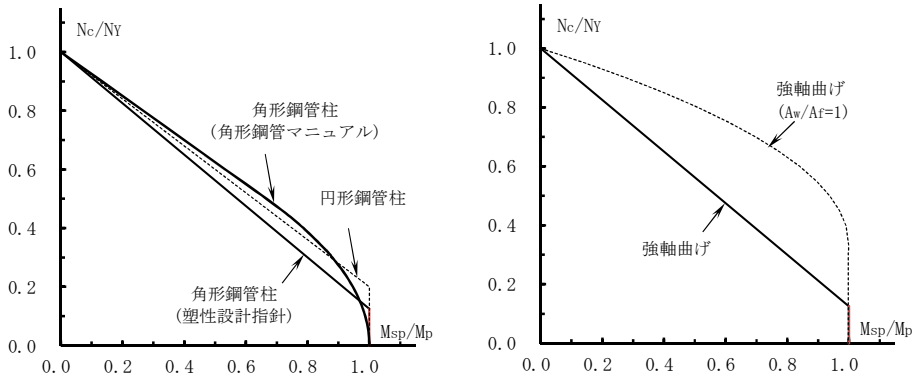
$N_c/N_Y > A_w/A$ の時、 $M_{sp} = \{1-[(N_c-N_{wY})/N_Y-N_{wY})]^2\}\cdot M_p$

ただし、$N_{wY}=A_w\cdot\sigma_Y$

ここに、N_Y：降伏軸力、 A_w：角形鋼管ウェブおよび H 形鋼ウェブの断面積

$A=A_w+2A_f$：全断面積、A_w：ウェブの断面積、A_f：フランジの断面積

σ_Y：降伏強度、M_p：$N_c=0$ 時の全塑性モーメント



(角形鋼管、円形鋼管柱)　　(H 形鋼柱)

解図 5.1.6　角形鋼管、円形鋼管柱、H 形鋼柱断面の M－N 相関関係

※※ 日本建築センター 企画、建築研究所 監修：2008 年版冷間成形角形鋼管設計・施工マニュアル、第 2 章 骨組の耐震設計、2.2.2 ルート 2(許容応力度等計算)による計算、pp. 38-48, 2008.12

5.2　柱型部せん断終局耐力の算定

水平および鉛直方向の柱型部せん断終局耐力 Vpuh, Vpuv は、式(5.2.1)による。

$$V_{puh} = \kappa_u \cdot \phi \cdot F_j \cdot b_{jh} \cdot D_{jh}, \quad V_{puv} = \kappa_u \cdot \phi \cdot F_j \cdot b_{jv} \cdot D_{jv} \qquad (5.2.1)$$

ここに、κ_u：柱型部の形状係数

【直接基礎の場合(L 形、T 形柱型部)】

(L 形柱型部) κ_u=0.4、(T 形柱型部) κ_u=0.7

【杭基礎の場合(ト形、十字形柱型部)】

(ト形柱型部) κ_u=0.7、(十字形柱型部) κ_u=1.0

ϕ ： 直交梁の有無による補正係数

両側直交梁付き接合部の場合： ϕ=1.0

それ以外の場合： ϕ=0.85

$$F_j = 0.8F_c^{0.7} \qquad (5.2.2)$$

Fc：コンクリートの設計基準強度(N/mm²)

$$b_{jh}=B_g+b_{a1}+b_{a2},\quad b_{jv}=B_p+b_{a1}+b_{a2} \qquad (5.2.3)$$

：柱型部水平および鉛直有効幅

Bg：梁幅、Bp：ベースプレート幅

bai：bi/2 または Dc/4 の小さい方

bi：梁側面またはベースプレート側面から平行する柱側面までの長さ

Bc：柱型幅、Dc：柱型せい、Djh, Djv：水平および鉛直柱型部有効せい

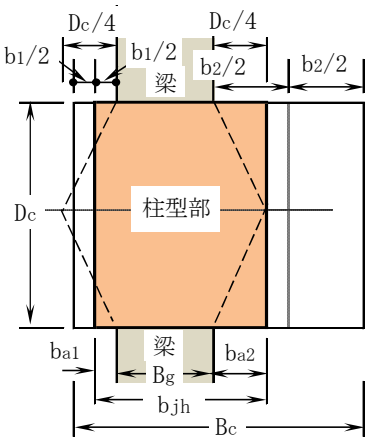


図 5.2.1 柱型部水平有効幅

【水平方向】(L 形、ト形柱型部)　$D_{jh}=\ell_{ag}$

(T 形、十字形柱型部) $D_{jh}=D_c$ (5.2.4)

【鉛直方向】(L 形、T 形柱型部) $D_{jv}=L_{ab}$ (5.2.5)

ただし、Lab≧Dg の場合、Djv=Dg とする。

ℓ_{ag}：基礎梁主筋定着長さ、Lab：アンカーボルト定着長さ、Dg：基礎梁せい

【解説】

(1) 柱型部せん断終局耐力 Vpuh, Vpuv の算定式

水平および鉛直方向の柱型部せん断終局耐力 Vpuh, Vpuv は、RC 構造設計指針 6 章の柱梁接合部と同様、靭性保証型設計指針[7]に準じ、式(5.2.1)で算定する。ここで、直接基礎に接続する L 形柱型部の場合、実験値を基に、正負加力ともに、柱型部の形状係数 κ_u=0.4 とした。

また、直接基礎に接続する L 形、T 形柱型部の水平有効幅 bjh は梁幅 Bg、鉛直有効幅 bjv はベースプレート幅 Bp を考慮した式(5.2.3)で算定し、水平方向の有効せいは、(L 形)$D_{jh}=\ell_{ag}$、(T 形)$D_{jh}=D_c$、鉛直方向の有効せいは、L 形、T 形接合部ともに、$D_{jv}=L_{ab}$ とした。

(2) 柱型部せん断終局耐力時柱せん断力の検討結果

略算式(式(5.1.5))の柱脚部全塑性モーメント Map を用いて算定した柱型部せん断終局耐力時柱せん断力の検討結果として、各試験体の終局耐力計算値と実験値一覧を解表 5.2.1、耐力安全率 Qmax/Qcu－柱型部せん断余裕度 cQpu/Qcu 関係を解図 5.2.1 に示す。

Qmax は最大耐力実験値(柱せん断力)、Qcu は式(5.1.2)の柱型部の終局強度設計用せん断力(柱脚部曲げ終局耐力時柱せん断力)、cQpu は式(解 5.2.1)の柱型部せん断終局耐力時柱せん断力である。

$$_cQ_{pu} = \min(_cQ_{puh},\ _cQ_{puv}) \quad (解5.2.1)$$

$$_cQ_{puh} = 2V_{puh}/\xi h,\ _cQ_{puv} = 2V_{puv}/\xi v \quad (解5.2.2)$$

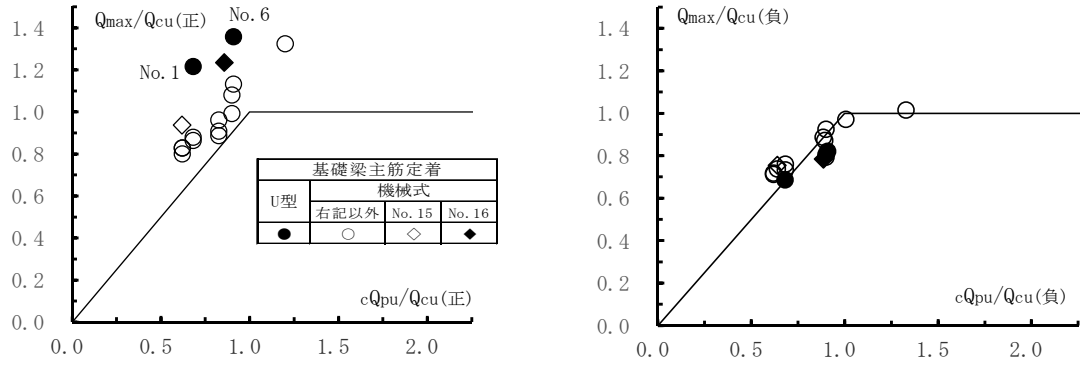
解図 5.2.1 中、$\lambda p<1$ の斜め線は $_cQ_{pu}$ 到達時の計算耐力、$\lambda p \geqq 1$ の水平線は Q_{cu} 到達時の計算耐力を示す。$\lambda p=_cQ_{pu}/Q_{cu}$ は柱型部せん断余裕度である。

同図によると、正加力の Q_{max} は、柱型部せん断破壊型($\lambda p<1$)では $_cQ_{pu}$ を上回り、柱脚部曲げ破壊型($\lambda p \geqq 1$)では Q_{cu} を上回り、負加力時には、機械式定着試験体の場合、$\lambda p<1$ の Q_{max} は $_cQ_{pu}$ を上回り、$\lambda p \geqq 1$ の Q_{max} は Q_{cu} を概ね上回る。これらより、直接基礎を想定したL形、T形柱型部の場合、非保有耐力接合でも3章(3)の式(3.2)を満足すれば、せん断破壊を防止できる。

解表 5.2.1　各試験体の終局耐力計算値と実験値一覧

	試験体	Q_{max} (kN)		Q_{max} /Q_{cu}		Q_{max} /$_cQ_{gu}$		Q_{max} /$_cQ_{cu}$(鉄骨柱)		Q_{max} /$_cQ_{pu}$		R_{max} ($\times10^{-3}$)		R_{80} ($\times10^{-3}$)	
		正	負	正	負	正	負	正	負	正	負	正	負	正	負
系列1	No.1	418	236	1.22	0.69	0.79	0.66	0.80	0.45	1.79	1.01	40.1	20.1	55.4	40↑
	No.2	297	252	0.86	0.73	0.56	0.70	0.57	0.48	1.27	1.08	13.0	30.2	45.4	40↑
	No.3	303	261	0.88	0.76	0.58	0.73	0.58	0.50	1.29	1.12	13.7	30.1	43.6	40↑
	No.4	372	273	1.08	0.79	0.69	0.75	0.71	0.52	1.20	0.88	19.0	39.1	50.9	40↑
	No.5	342	277	0.99	0.81	0.65	0.78	0.65	0.53	1.10	0.90	16.1	40.1	43.0	40↑
系列2	No.6	350	212	1.36	0.82	0.91	0.81	0.67	0.41	1.49	0.90	30.1	40.2	40.8	40↑
	No.7	292	226	1.13	0.97	0.85	0.97	0.56	0.43	1.25	0.97	16.0	40.2	43.6	40↑
	No.8	342	237	1.33	1.02	1.00	1.02	0.65	0.45	1.11	0.76	28.1	40.2	35.1	40↑
系列3	No.9	280	250	0.80	0.74	0.56	0.74	0.54	0.48	1.30	1.15	20.1	20.1	43.7	40↑
	No.10	290	252	0.83	0.72	0.56	0.72	0.55	0.48	1.34	1.16	20.1	20.1	36.7	40↑
	No.11	290	250	0.83	0.71	0.56	0.71	0.56	0.48	1.34	1.15	13.7	20.1	32.3	40↑
系列4	No.12	239	212	0.91	0.87	0.67	0.87	0.46	0.41	1.10	0.98	12.0	20.0	34.2	40↑
	No.13	233	223	0.89	0.93	0.66	0.93	0.45	0.43	1.08	1.03	13.9	40.1	31.5	40↑
	No.14	253	217	0.96	0.89	0.70	0.89	0.48	0.42	1.17	1.00	12.9	40.2	32.1	40↑
系列5	No.15	328	256	0.94	0.75	0.66	0.75	0.63	0.49	1.52	1.18	18.9	30.1	40.9	40↑
	No.16	432	265	1.24	0.78	0.86	0.78	0.83	0.51	1.44	0.88	64.8	30.1	100↑	40↑

Q_{max}：最大耐力、R_{max}：最大耐力時層間変形角、R_{80}：限界層間変形角(↑は同値以上であることを表す)



(a) 正加力　　(b) 負加力

解図 5.2.1　耐力安全率 Q_{max}/Q_{cu}－柱型部せん断余裕度 $_cQ_{pu}/Q_{cu}$ 関係

5.3 柱型横補強筋と定着部拘束筋の全補強筋量

XY 各方向の柱型横補強筋と定着部拘束筋の全補強筋量Σ(pjwh・σwy)は、下式による。

$$\Sigma(p_{jwh}\cdot\sigma_{wy}) \geqq \{(\phi_s\cdot R_{uD}/R_{80a})-\alpha_{wo}\}\cdot F_c/\beta_w \qquad (5.3.1)$$

$$\Sigma p_{jwh}=p_{jwh}+(p_{jwh})_H\cdot\sigma_{wyH}/\sigma_{wy} \qquad (5.3.2)$$

ここに、RuD：表 5.3.1 の設計限界層間変形角

R80a：柱型部せん断余裕度λp で決定する限界層間変形角(表 5.3.2)

αwo, βw：表 5.3.2 による補正係数、Fc：コンクリートの設計基準強度

pjwh：柱型横補強筋比(式(3.1))

(pjwh)H=nH・awH/(Bc・jtgo)：定着部拘束筋による等価横補強筋比

nH, awH：定着部拘束筋の組数および 1 組の断面積

Bc：柱型幅、 jtgo：基礎梁上下最外縁主筋の中心間距離

σwy, σwyH：柱型横補強筋と定着部拘束筋の降伏強度

柱型横補強筋の降伏強度σwy 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 倍とする(RC 構造設計指針 7.1 節 参照)。また、定着部拘束筋の降伏強度σwyH は、SD490 以下の場合、規格降伏点とし、SD490 を超える場合、490N/mm² とする。

表 5.3.1 設計限界
層間変形角 RuD の下限値

設計区分	
①	②
30	40

(単位：×10⁻³)

表 5.3.2 R80a の算定式および補正係数αwo, βw

	R80aの算定式	αwo			βw
		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	R80a=0.03λp	0.4	0.6	1.0	19
T形接合部	R80a=0.024λp	0.6	0.7	1.2	4.8
L形接合部	R80a=0.03λp	0.6	0.8	1.2	8.9

【解説】

(1) 基本事項

式(5.3.2)は、RC 構造設計指針・柱主筋外定着方式編の式(2)と同様、柱型横補強筋と定着部拘束筋を加えた全補強筋比Σpjwh の算定式であり、同式中の定着部拘束筋の降伏強度σwyH は、SD490 以下では規格降伏点とし、SD490 超では 490N/mm² とした(柱主筋外定着方式編 2 章(2) 参照)。

(2) 開発実験の限界層間変形角 R80

開発実験の限界層間変形角 R80－柱型部せん断余裕度 cQpu/Qcu 関係を解図 5.3.1 に示す。R80 は最大耐力 Qmax の 80%耐力低下時限界層間変形角実験値であり、同図中には、柱型部せん断余裕度 cQpu/ Qcu で決定する限界層間変形角 R80a を併記した(表 5.3.2 参照)。

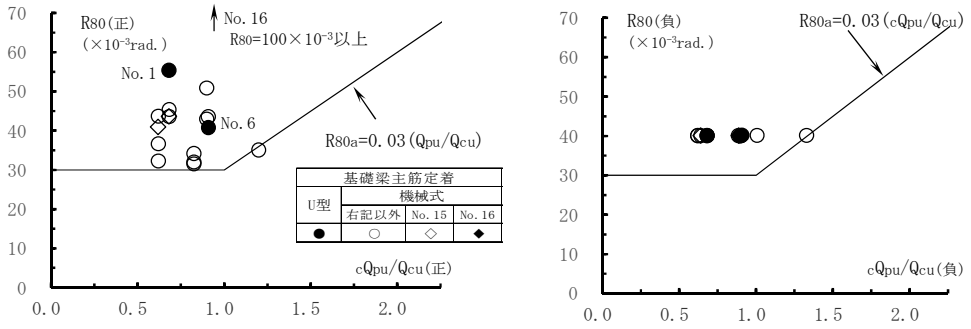
これらによると、U 型定着、機械式定着試験体ともに、正負加力時の R80 は R80a を概ね上回り、U 型定着試験体の場合、柱型部せん断ひび割れ発生後、基礎梁主筋折曲げ余長部の効果によって、正加力時の限界部材角 R80 は機械式定着試験体よりも増加した。

解図 5.3.2 に、正加力時 R80/R80a－Σpjwh・σwy/σB 関係を示す。Σpjwh は式(5.3.2)の柱型横補強筋と定着部拘束筋の全補強筋比、σwy は柱型横補強筋の降伏強度である。同図によると、R80(正)/R80a の実験値は、式(解 5.3.2)の補正係数αw(破線)を概ね上回る。

同図中の α_w は式(解 5.3.1)中の係数であり、表 5.3.2 に示した式(解 5.3.1)中の R80a の算定式と式(解 5.3.2)中の補正係数 α_{wo}, β_w は、RC 構造設計指針 7.1 節の表 7.1 と同じとした。

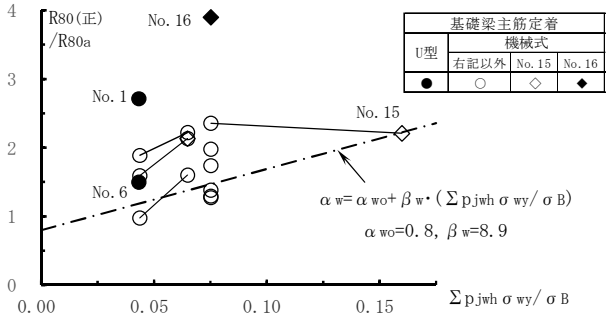
$$R80_{min} = R80_a \cdot \alpha_w \qquad (解\ 5.3.1)$$

$$\alpha_w = \alpha_{wo} + \beta_w \cdot (\Sigma p_{jwh} \cdot \sigma_{wy} / \sigma_B) \qquad (解\ 5.3.2)$$



(a) 正加力時　　(b) 負加力時

解図 5.3.1　限界層間変形角 R80－柱型部せん断余裕度 cQpu/Qcu 関係



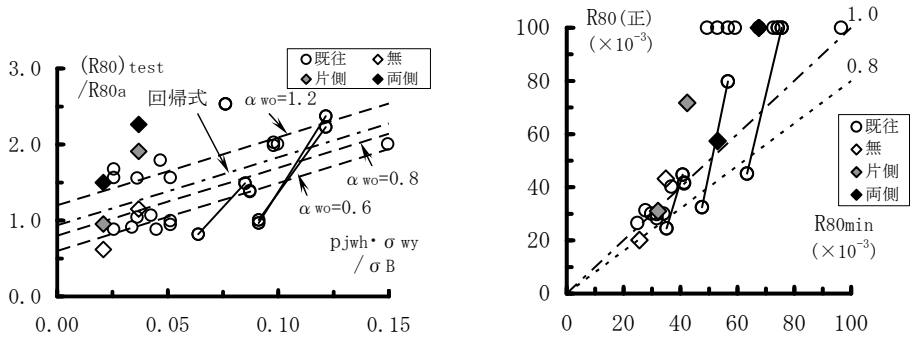
解図 5.3.2　正加力時 R80/R80a－$\Sigma p_{jwh} \cdot \sigma_{wy} / \sigma_B$ 関係

(3) RC ト形、T 形、L 形接合部実験の限界層間変形角 R80

RC 構造設計指針 7.1 節の式(解 7.2)の実験的根拠とした RC 造 L 形接合部実験の限界層間変形角 R80 の検証結果を解図 5.3.3 に示す。同図の R80/R80a－$p_{jwh} \cdot \sigma_{wy} / \sigma_B$ 関係では、それぞれ直交梁なし実験値の回帰式を一点鎖線で示し、直交梁の影響を調べた実験値を併示している。

解図 5.3.2 の露出柱脚・基礎梁主筋定着部実験の R80/R80a－$\Sigma p_{jwh} \cdot \sigma_{wy} / \sigma_B$ 関係は、解図 5.3.3 の RC 造 L 形接合部の R80/R80a－$p_{jwh} \cdot \sigma_{wy} / \sigma_B$ 関係と同範囲に入る。また、RC 構造設計指針・柱主筋外定着方式編 2 章の解説(2)に示すように、RC 造 L 形接合部の保証限界層間変形角 $R80_{min}$ は、式(解 5.3.1)と同様、柱型横補強筋と定着部拘束筋の全補強筋量 $\Sigma p_{jwh} \cdot \sigma_{wy} / \sigma_B$ の関数として評価できる。

これらより、本編では、式(解 5.3.1)の保証限界層間変形角 $R80_{min}$ に基づき、式(5.3.1)の柱型横補強筋と定着部拘束筋の全補強筋量 $\Sigma(p_{jwh} \cdot \sigma_{wy})$ を規定し、RC 構造設計指針 7.1 節の解表 7.1 と同様、式(5.3.1)中の設計限界層間変形角 R_{uD} は表 5.3.1 とした。

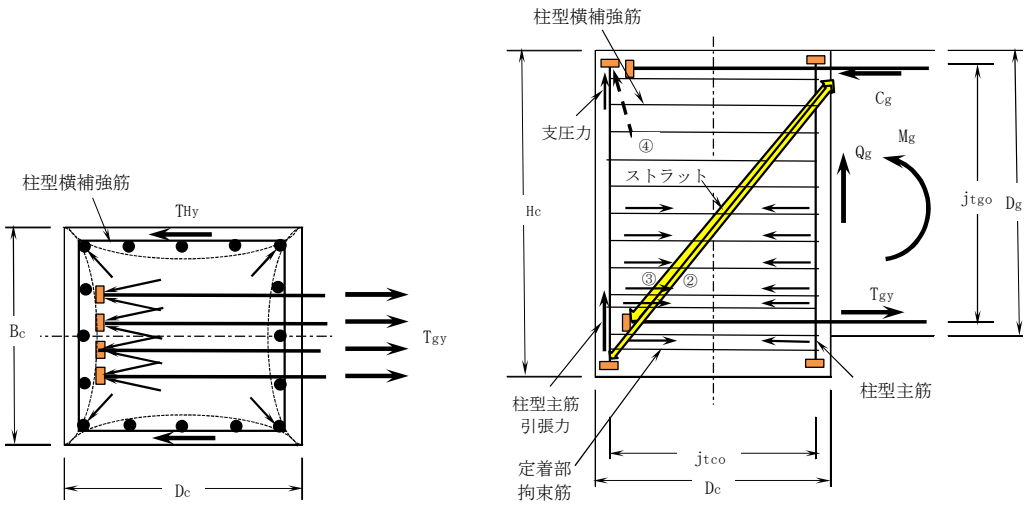


(R80/R80a－pjwh・σwy/σB 関係)　　(R80－R80min 関係)

解図 5.3.3　RC 造 L 形接合部実験の限界層間変形角 R80 の検証結果

(4) 基礎梁下端筋引張力によって生じる柱型ストラット機構

RC 構造設計指針・柱主筋外定着方針編と同様、基礎梁下端筋の降伏引張耐力 Tgy が作用すると、柱型部内には、解図 5.3.4 の水平構面と鉛直構面ストラット機構を形成する。すなわち、Richart ら※の横拘束式と同様、解図 5.3.2 中の保証限界層間変形角 R80min の式(解 5.3.2)のαw は、柱型横補強筋と定着部拘束筋の全横補強筋量Σpjwh・σwy/σB の関数で表され、柱型部に対する横拘束力は、柱型横補強筋と定着部拘束筋の全降伏引張耐力ΣTHy に支配される。



(a) 水平構面ストラット機構　　(b) 鉛直構面ストラット機構

解図 5.3.4 基礎梁下端筋引張力によって生じる柱型部ストラット機構

※ F. E. Richart et al. ： A Study of the Failure of Concrete Under Combined Compressive Stresses, University of Illinois Engineering Experimental Station, Bulletin No.185, 104pp, 1928

5.4　定着部拘束筋

定着部拘束筋は、XY 方向ともに、基礎梁下端筋下部または下部と上部に外周筋 2 組以上または中子筋(副帯筋 2 本)併用筋 1 組以上を配置し、式(5.4.1)を満足しなければならない。

$$T_{Hy} \geqq \gamma_{Hg} \cdot T_{gy} \qquad (5.4.1)$$

$$T_{Hy} = A_H \cdot \sigma_{wyH} \qquad (5.4.2)$$

$$T_{gy} = a_{gt} \cdot \sigma_{gy} \qquad (5.4.3)$$

ここに、T_{Hy}：定着部拘束筋足部の全降伏引張耐力、T_{gy}：基礎梁下端筋の降伏引張耐力

A_H：定着部拘束筋足部の全断面積、σ_{wyH}：定着部拘束筋の降伏強度(式(5.3.2) 参照)

a_{gt}：基礎梁下端筋の全断面積、σ_{gy}：基礎梁下端筋の降伏強度（規格降伏点とする）

γ_{Hg}：基礎梁下端筋から定着部拘束筋への引張力伝達係数（γ_{Hg}=0.1 とする）

【解説】

(1) 基本事項

開発実験によると、降伏ひずみ ε_y 到達時の R=20×10^{-3}rad. 以降、機械式定着試験体の柱型横補強筋と定着部拘束筋の平均ひずみが急増するので、柱型横補強筋と定着部拘束筋は、柱型部せん断ひび割れ進展防止と基礎梁下端筋定着耐力の向上に寄与したと言える。これらより、RC 構造設計指針の柱主筋外定着方針編 5 章(2)と同様、基礎梁下端筋下部または下部と上部に定着部拘束筋を配置するとした。

解表 5.4.1 では、本実験および文献 14),15)の幅広梁付き RC 造 L 形試験体 WL4-6-400-P1,P2 および GL-4-500,600-B の定着部拘束筋の引張力伝達係数 γ_{Hg} を示している。

同表によると、本実験の横補強筋鋼種 SD295 を用いた試験体の γ_{Hg} は、アンカーボルト 8 本タイプで基礎梁主筋鋼種 SD490 の場合 0.09～0.10 であり、アンカーボルト 6 本タイプで基礎梁主筋鋼種 SD345 の場合 0.13～0.14 である(解表 3.2 参照)。

上記の各試験体ともに、解図 5.2.1 に示すように、最大耐力実験値は終局耐力計算値を上回るので、式(5.4.1)中の γ_{Hg} は、γ_{Hg}=0.1 としてもよいとした。なお、柱主筋外定着方式編では、解表 5.4.1 中の幅広梁付き RC 造 L 形試験体では、γ_{Hg}=0.04～0.05 であるので、安全側に γ_{Hg}=0.1 としている。

解表 5.4.1　定着部拘束筋の引張力伝達係数 γ_{Hg} 一覧

試験体	定着部拘束筋				基礎梁下端筋(梁上端筋)				γ_{Hg}	文献
	配筋	A_H (mm^2)	σ_{Hy} (N/mm^2)	T_{Hy} (kN)	配筋	a_t (mm^2)	σ_{gy} (N/mm^2)	T_{gy} (kN)		
No.2, No.4	2-D10 2組	284	345	98.0	4-D25	2028	555	1126	0.09	本実験
No.3, No.5						2028	546	1107	0.09	
No.7, No.8						2028	356	722	0.14	
No.9			357	101		2028	518	1051	0.10	
No.10						2028	538	1091	0.09	
No.11						2028	541	1097	0.09	
No.12						2028	371	752	0.13	
No.13						2028	368	746	0.14	
No.14						2028	374	758	0.13	
No.15			873	248		2028	518	1051	0.24	
No.16			357	101		2028	518	1051	0.10	
WL4-6-400-P1	4-D10 1組	284	312	88.6	6-D19	1722	534	920	0.10	14)
WL4-6-400-P2										
GWL4-550-B	2-D10 1組	142	363	51.5	6-D19	1722	558	961	0.05	15)
GWL4-680-B					8-D19	2296		1281	0.04	

$\gamma_{Hg}=T_{Hy}/T_{gy}$ ：定着部拘束筋の引張力伝達係数

(2) 基礎梁下端筋を曲げ上げ定着とする場合

本編の鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部は、(付録 1)に示すように、上端筋、下端筋ともに、機械式定着とした L 形接合部実験を基に規定されている。一方、基礎梁下端筋を曲げ上げ定着とする場合、3 章(2)(b)4)の直接基礎と接続する基礎梁下端 1 段筋中心からの柱型主筋突出長さ CBot での定着部拘束筋を省略することができる。この場合、柱型主筋定着長さは、SABTEC 機械式定着工法 RC 構造設計指針 14.2 節(1)1)の規定を満足する柱主筋の定着長さℓ_{ac}を確保し、柱型横補強筋比は 0.3%以上とすればよい。

ここで、基礎梁下端筋の 2 段目以降の定着長さは、RC 構造設計指針 8.3 節の解説(3)の L 形接合部内の上端筋と同様、$\ell_{ag} \geqq \ell_{ao}$、$\ell_{ag} \geqq 16d_b$ かつ$\ell_{ag} \geqq (3/4)D_c$ の場合、機械式直線定着としてもよいとした。

5.5 かんざし筋

柱型部仕口面から埋め込まれた基礎梁上端筋定着部の上部には、式(5.5.1)のかんざし筋比 $p_{jwv} \geqq 0.10\%$ のかんざし筋を配置する。ただし、かんざし筋の配置は、基礎梁上端筋定着部の上部側(2 次筋側)だけとしてもよい。また、かんざし筋は、SD295～SD390 の D10～D16 とし、足部の全長は 40d 以上とする。d はかんざし筋呼び名の値を示す。

$$p_{jwv} = \Sigma a_{jv}/(B_c \cdot D_c) \qquad (5.5.1)$$

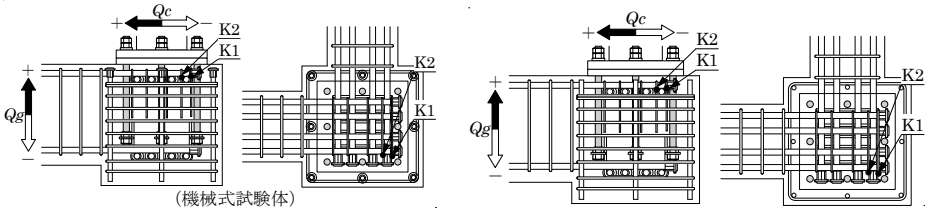
ここに、Σa_{jv}：かんざし筋足部の全断面積、B_c：柱型部幅、D_c：柱型部せい

【解説】

柱主筋外定着方針編の妥当性を確認した実験[14),15)]と同様、露出柱脚・基礎梁主筋定着実験に供した L 形柱型部では、上部側(2 次筋側)の基礎梁上端筋定着部の上部から p_{jwv}= 0.09%、足部全長 40d(SD295)のかんざし筋を配置した(付録 1 参照)。これらより、$p_{jwv} \geqq 0.10\%$のかんざし筋を配置し、かんざし筋足部の全長は 40d 以上とした。開発実験による解図 5.5.1 のひずみ測定位置 K1,K2 での測定値では、

1) 各試験体ともに、L 形が閉じる正加力の場合、上部かんざし筋ひずみ ε_{K1}, ε_{K2} はあまり進展せず、L 形が開く負加力の場合、概ね、柱型部せん断ひび割れが発生した $R=-10\sim-20\times10^{-3}$rad.程度より急増し、系列 2 の No.7 の場合、 ε_{K1} が $R=-30\times10^{-3}$rad.で降伏ひずみ ε_y に達した。
2) すなわち、負加力の場合、基礎梁端側アンカーボルトの引張降伏に伴い、アンカーボルト近傍のベースプレート下面と基礎梁上面の間に隙間が生じたことで、上部かんざし筋が基礎梁上端筋定着部の上面方向への移動を拘束した結果、 ε_{K1}, ε_{K2} が発現したと考えられる。

一方、4.2 節 2)の最外縁アンカーボルト中心間距離 j_{ta} 区間外の場合、上部側(2 次筋)側の基礎梁上端筋定着部は、露出柱脚ベースプレートによる拘束が大きくないので、RC 造配筋指針 9.4 節[6)]に準じ、柱型部に接続する基礎梁肋筋と同径、同間隔の肋筋または L 形かんざし筋を配置することが望ましい（RC 構造設計指針(2017 年)13.2 節の解説(1)(a) 参照。



解図 5.5.1 ひずみ測定位置

6 章　既製品露出柱脚の設計例

6.1　検定計算フロー

柱型部配筋詳細の構造規定の適否は、図 6.1.1 に示すように、非保有耐力接合、保有耐力接合に係わらず、本編 4.2 節の基礎梁主筋定着部、5.3 節と 5.4 節の柱型横補強筋と定着部拘束筋について確認する。ただし、非保有耐力接合の場合、本編 3 章(3)に従い、杭基礎ではト形、十字形柱型部せん断検定、直接基礎ではＬ形、T 形柱型部せん断検定を行う。

既製品露出柱脚の場合、本編 3 章(2)(a)に示すように、アンカーボルトの定着長さは既製品メーカー仕様とし、柱脚部の設計応力に応じて、保有耐力接合と非保有耐力接合が選定され、6.2 節に記載のように、適用柱サイズ、アンカーボルトサイズと本数等に応じて、製品記号を定めている。

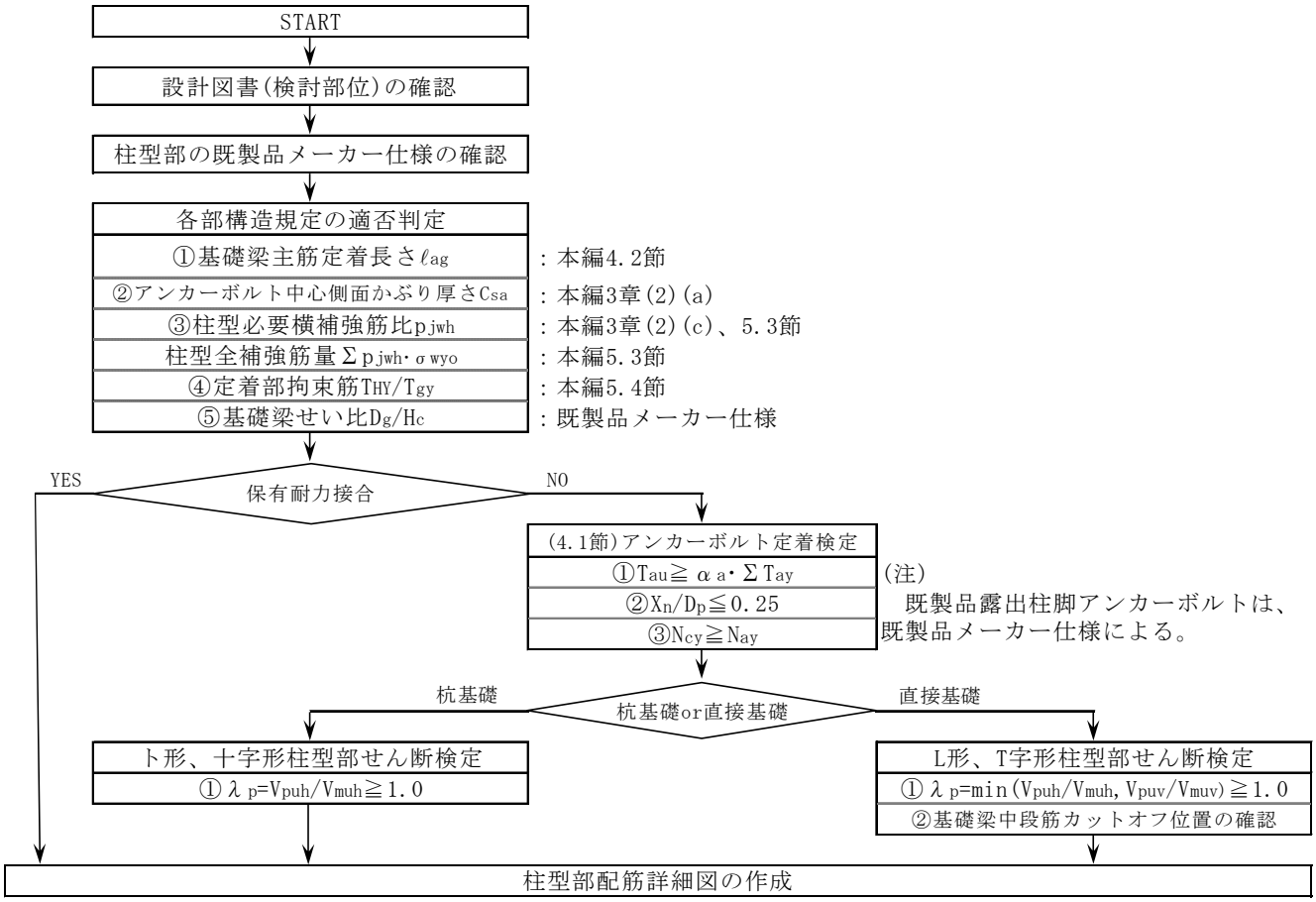


図 6.1.1 検定計算フロー

6.2 検定計算の注意事項

(1) 一般事項

1) 基礎梁主筋定着は、隅柱と側柱型部内、ならびに左右材端部で基礎梁主筋本数が異なる中柱型部内で行われる。

2) 露出柱脚の検定に係わる 1 階鉄骨柱内法高さ ho1 は、解図 5.1.2 に示すように、1 階構造階高 h1、基礎梁せい Dg1、2 層目鉄骨梁せい Dg2 より、ho1=h1-(Dg1+Dg2)/2 となるので、設計図から Dg1,Dg2 と ho1 の値を読み取り、1 階構造階高 h1 を定める(本編 5.1 節 参照)。

3) 本検定計算では、5.1 節(2)より、安全側の措置として、終局強度設計用柱せん断力 Qcu=cQgu とし、式(5.1.9)の Vmuh は、解図 5.1.3 より、1 階鉄骨柱の反曲点位置 ho1/2 を 1 階鉄骨柱内法高さ中央、基礎梁の反曲点位置ℓo/2 を基礎梁内法スパン長中央として計算する。

(2) 各部構造規定の確認

1) 図 6.1.1 の「各部構造規定検定」①基礎梁主筋定着長さℓag については、本編 4.2 節「基礎梁主筋定着部」の規定 ℓag≧max(ℓao,16db,Lag)かつℓao≦25db を満足することを確認する。ℓao は RC 構造設計指針・式(8.1)の必要定着長さ、db は基礎梁主筋呼び名の値、Lag=(Dc+jta)/2 を示す。

Dc は柱型せい、jta は最外縁アンカーボルト中心間隔であり、その他の注意点を以下に示す。

① □-350×350mm サイズ以上の既製品露出柱脚の場合、ℓag≧Lag の条件より、基礎梁主筋定着長さ ℓag は 0.8Dc 前後の値になるので、基礎梁主筋定着部の柱型部内の納まりに注意が必要である。特に、本編 4.2 節 2)の規定より、柱型部と基礎梁側面の外面合せなどで jta 区間外となる基礎梁上端筋と下端筋定着部は、柱型部内の納まりが難しい。

② SD490 の基礎梁主筋を用い、コンクリート設計基準強度 Fc が 30N/mm^2 未満の場合、ℓao の上限が 25db を超えることがあるので注意が必要である。

③ 基礎梁主筋と関連し、終局強度設計用せん断力 Vmuh は、基礎梁主筋の降伏引張耐力 Tgy の最大値で決まるため、本編 5.1 節(3)基礎梁曲げ終局耐力 Mgu,Mgu'の算定時には、基礎梁上端筋断面積と下端筋断面積のどちらか大きい方を用いる。また、本編 5.4 節「定着部拘束筋」の検定時には、基礎梁下端筋の断面積と降伏強度を用いる。

2) 柱型必要横補強筋比は、柱型最小横補強筋比=0.3%としているので、pjwh=max(0.3%,pw)とする(本編 3 章(2)(c))。pw は既製品メーカ仕様による柱型帯筋比を示す。

3) 本編 5.3 節に従い、柱型横補強筋の降伏強度 σwy と定着部拘束筋の規格最小降伏点 σwyo を用い、式(5.3.1)で規定する柱型全横補強筋量 Σpjwh・σwy を確認する。

4) 本編 5.4 節の式(5.4.1)で規定する定着部拘束筋の引張力伝達係数 γHg=THY/Tgy は、0.1 以上となることを確認する。

5) 既製品露出柱脚の場合、基礎梁せい Dg は柱型せいの最小高さ Hc 以上となることを確認する。

(3) 下層階 RC 骨組・上層階 S 露出柱脚の場合

下層階 RC 骨組・地上階 S 露出柱脚の場合、図 6.2.1 に示すように、下層階 RC 骨組の上層階で S 柱脚が露出柱脚の場合と同様、解図 5.1.3 に準じ、地下 1 階の構造階高を h2 とすれば、1 階露出柱脚部の検定を行うことができる。

この場合、3 章(2)(b)①4)と同様、基礎梁下端筋(1 段筋)中心から 5d 以内の範囲を CBot とし、同範囲内の地下 1 階柱横補強筋を定着部拘束筋とみなし、5.4 節と同様、1F 梁下端筋の降伏引張耐力 Tgy に対して、定着部拘束筋の全降伏降伏引張耐力 THy が γHg(=0.1)倍以上となることを確認する。d は地下 1 階柱主筋の呼び名の値を示す。

ただし、地下 1 階柱の横補強筋量は、CBot の範囲内で定着部拘束筋とみなした地下 1 階柱横補強筋量のほかに、せん断設計で必要な横補筋量を加えた値としてもよい。

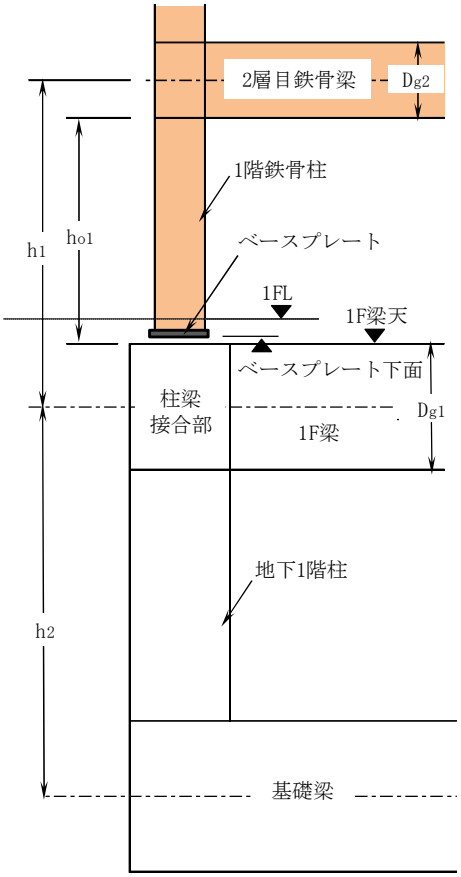


図 6.2.1 地上階 S 地下階 RC 骨組モデル

6.3 既製品露出柱脚の適用柱サイズおよび製品記号

(1) ベースパック

ベースパックの場合、角形鋼管用の適用柱サイズ一覧を表 6.3.1(1)、製品記号一覧を表 6.3.1(2)に示す。表 6.3.1(2)中には、鉄骨柱サイズ、アンカーボルト本数と呼び名を併記している。

(2) セレクトベース

セレクトベースの場合、適用柱サイズ一覧を表 6.3.2(1)、製品記号一覧を表 6.3.2(2)に示し、適用範囲の柱、アンカーボルト、ベースプレートの仕様がセレクトベース設計ハンドブックに記載されている。また、セレクトベース設計ハンドブックには、表 6.3.2(2)の製品以外に□-900×900、□-950×950、□-1000×1000 サイズの製品が示されている。

(3) ハイベース NEO 工法

ハイベースの場合、角形鋼管用の適用柱サイズ一覧を表 6.3.3(1)、製品記号一覧を表 6.3.3(2)に示す。表 6.3.3(2)中には、柱サイズ、アンカーボルト本数と軸径を併記している。また、ハイベース NEO 工法設計ハンドブックには、G タイプの場合、表 6.3.3(2)の製品以外に□-1200×1200 サイズまでの製品が示されている。

(4) PIN ベース工法

PIN ベース工法の場合、適用柱サイズ一覧を表 6.3.4(1)、製品記号一覧を表 6.3.4(2)に示し、適用範囲の柱、アンカーボルト、ベースプレートの仕様が PIN ベース工法設計ハンドブックに記載されている。また、特長としては、柱脚の回転剛性を在来ピン柱脚に比べて小さくしている点が挙げられる。

(5) NC ベース

角形鋼管用 NC ベースの適用柱サイズ一覧を表 6.3.5(1)、製品記号一覧を表 6.3.5(2)に示す。表 6.3.5(2)中には、柱サイズ、アンカーボルト本数と軸径を併記している。また、NC ベース設計ハンドブックには、8 本タイプの場合、表 6.3.5(2)の製品以外に□-900×900 サイズまで、12 本タイプの場合、表 6.3.5(2)の製品以外に□-1000×1000 サイズまでの製品が示されている。

(6) IS ベース

IS ベースの場合、角形鋼管用保有耐力接合タイプ SP シリーズの適用柱サイズ一覧を表 6.3.6(1)、製品記号一覧を表 6.3.6(2)に示す。IS ベース設計ハンドブックには、角形鋼管用保有耐力接合タイプ SPT シリーズおよび角形鋼管用非保有耐力接合タイプ SH シリーズと SHU シリーズの製品が示されている。

(7) ジャストベース(JEⅡ型)

ジャストベース(JEⅡ型)の場合、すべて保有耐力接合とし、角形鋼管用の適用柱サイズ一覧を表 6.3.7(1)、製品記号一覧を表 6.3.7(2)に示し、適用範囲の柱、アンカーボルト、ベースプレートの仕様がジャストベース設計ハンドブックに記載されている。

(8) フリーベース工法

フリーベース工法の場合、フリーベース用両ねじアンカーボルト)を用い、表 6.3.8(1)の適用柱サイズに対して、表 6.3.8(2)の製品記号に応じたアンカーボルトの呼び径と本数を用いて算定した柱脚の曲げ耐力を基に、アンカーボルト先行型として設計するとしている。ただし、鉄筋の材質については、D16 以下は SD295、D19 以上は SD345 としている。

(9)スマートベース工法

スマートベース工法の場合、適用対象の構成部品を表 6.3.9(1)、アンカーボルトの標準仕様寸法を表 6.3.9(2)に示す。本工法では、SD490 ねじ節鉄筋をアンカーボルトとして用い、柱型部主筋を省略することで、柱型部配筋を簡素化している。

(注)既製品露出柱脚の適用柱サイズ、製品記号は、既製品露出柱脚メーカーHP 掲載の公開資料による。

表 6.3.1(1) ベースパックの角形鋼管適用柱サイズ一覧

シリーズ	柱材	適用柱サイズ														
	F値	□150	□175	□200	□250	□300	□350	□400	□450	□500	□550	□600	□650	□700	□750	□800
F2	295N/mm^{2}以下							—	—	—	—	—	—	—	—	—
F3	325N/mm^{2}以下	—	—	—	—	—										
F4	385N/mm^{2}以下	—	—	—	—	—										

表 6.3.1(2) ベースパック製品記号一覧

適用柱材		F2、F3シリーズ F値295N/mm^{2}以下 F値325N/mm^{2}以下	
サイズ	板厚t mm	ベースパック 記号	アンカーボルト 本数 - 呼び
□-150×150	t≦12	15-12F2	4-MD27
□-175×175	t≦12	17-12F2	4-MD30
□-200×200	t≦9	20-09F2	4-MD30
	t≦12	20-12F2	4-MD33
□-250×250	t≦9	25-09F2	4-MD36
	t≦12	25-12F2	4-MD39
	t≦16	25-16F2	8-MD33
□-300×300	t≦9	30-09F2	4-MD39
	t≦12	30-12F2	8-MD30
	t≦16	30-16F2	8-MD36
	t≦19	30-19F2	8-MD36
□-350×350	t≦12	35-12F2	8-D35H
	t≦16	35-16F2	8-D35H
	t≦19	35-19F2	8-D39H
	t≦22	35-22F3	8-D41H
	t≦25	35-25F3	12-D38H
□-400×400	t≦16	40-16F3	8-D38H
	t≦19	40-19F3	8-D41H
	t≦22	40-22F3	12-D29H
	t≦25	40-25F3	12-D41H
□-450×450	t≦16	45-16F3	8-D41H
	t≦19	45-19F3	12-D38H
	t≦22	45-22F3	12-D41H
	t≦25	45-25F3	12-D41H
	t≦28	45-28F3	12-D51L
□-500×500	t≦19	50-19F3	12-D41H
	t≦22	50-22F3	12-D41H
	t≦25	50-25F3	12-D51L
	t≦28	50-28F3	12-D51H
	t≦32	50-32F3	12-D51H
	t≦36	50-36F3	12-D51H
□-550×550	t≦19	55-19F3	12-D41H
	t≦22	55-22F3	12-D51L
	t≦25	55-25F3	12-D51H
	t≦28	55-28F3	12-D51H
	t≦32	55-32F3	12-M56
	t≦36	55-36F3	12-M60
	t≦40	55-40F3	12-M60

（注） F2のF値：295N/mm^{2}以下
F3のF値：325N/mm^{2}以下

適用柱材		F3シリーズ F値325N/mm^{2}以下		F4シリーズ F値385N/mm^{2}以下	
サイズ	板厚t mm	ベースパック 記号	アンカーボルト 本数 - 呼び	ベースパック 記号	アンカーボルト 本数 - 呼び
□-350×350	t≦12	35-22F3	8-D35H	35-16F4	8-D41H
	t≦16	35-22F3	8-D35H	35-16F4	8-D41H
	t≦19	35-22F3	8-D39H	35-19F4	12-D38H
	t≦22	35-22F3	8-D41H	35-22F4	12-D38H
	t≦25	35-25F3	12-D38H	—	—
□-400×400	t≦16	40-16F3	8-D38H	40-16F4	12-D38H
	t≦19	40-19F3	8-D41H	40-19F4	12-D41H
	t≦22	40-22F3	12-D29H	40-22F4	12-D41H
	t≦25	40-25F3	12-D41H	—	—
□-450×450	t≦16	45-16F3	8-D41H	45-16F4	12-D38H
	t≦19	45-19F3	12-D38H	45-19F4	12-D41H
	t≦22	45-22F3	12-D41H	45-22F4	12-D51L
	t≦25	45-25F3	12-D41H	45-25F4	12-D51H
	t≦28	45-28F3	12-D51L	—	—
□-500×500	t≦19	50-19F3	12-D41H	50-19F4	12-D51L
	t≦22	50-22F3	12-D41H	50-22F4	12-D51H
	t≦25	50-25F3	12-D51L	50-25F4	12-D51H
	t≦28	50-28F3	12-D51H	50-28F4	12-D51H
	t≦32	50-32F3	12-D51H	—	—
	t≦36	50-36F3	12-D51H	—	—
□-550×550	t≦19	55-19F3	12-D41H	55-19F4	12-D51H
	t≦22	55-22F3	12-D51L	55-22F4	12-D51H
	t≦25	55-25F3	12-D51H	55-25F4	12-M56
	t≦28	55-28F3	12-D51H	55-28F4	12-M60
	t≦32	55-32F3	12-M56	55-32F4	12-M60
	t≦36	55-36F3	12-M60	—	—
	t≦40	55-40F3	12-M60	—	—
□-600×600	t≦19	60-19F3	12-M48	60-19F4	12-M52
	t≦22	60-22F3	12-M52	60-22F4	12-M56
	t≦25	60-25F3	12-M52	60-25F4	12-M60
	t≦28	60-28F3	12-M56	60-28F4	12-M64
	t≦32	60-32F3	12-M60	60-32F4	12-M64
	t≦36	60-36F3	12-M64	—	—
	t≦40	60-40F3	12-M64	—	—
□-650×650	t≦22	65-22F3	12-M52	65-22F4	12-M60
	t≦25	65-25F3	12-M56	65-25F4	12-M60
	t≦28	65-28F3	12-M60	65-28F4	12-M64
	t≦32	65-32F3	12-M64	65-32F4	16-M60
	t≦36	65-36F3	12-M64	—	—
	t≦40	65-40F3	16-M60	—	—
□-700×700	t≦22	70-22F3	12-M56	70-22F4	12-M60
	t≦25	70-25F3	12-M60	70-25F4	12-M64
	t≦28	70-28F3	12-M60	70-28F4	16-M60
	t≦32	70-32F3	12-M64	70-32F4	16-M64
	t≦36	70-36F3	16-M60	—	—
	t≦40	70-40F3	16-M64	—	—
□-750×750	t≦22	75-22F3	12-M60	75-22F4	12-M64
	t≦25	75-25F3	12-M60	75-25F4	16-M60
	t≦28	75-28F3	12-M64	75-28F4	16-M64
	t≦32	75-32F3	16-M60	75-32F4	16-M64
	t≦36	75-36F3	16-M64	—	—
	t≦40	75-40F3	16-M64	—	—
□-800×800	t≦25	80-25F3	16-M56	80-25F4	16-M64
	t≦28	80-28F3	16-M60	80-28F4	16-M64
	t≦32	80-32F3	16-M64	—	—
	t≦36	80-36F3	16-M64	—	—

表 6.3.2(1) セレクトベース適用柱サイズ一覧

アンカーボルト	適用柱サイズ										
	□350	□400	□450	□500	□550	□600	□650	□700	□750	□800	□850
	9～25	12～40	12～40	12～40	14～40	16～40	16～40	19～40	19～40	22～40	22～40
SB異形アンカー						―	―	―	―	―	―
SB丸鋼アンカー	―	―									

表 6.3.2(2) セレクトベース製品記号一覧

適用柱		セレクトベース記号		
サイズ	板厚範囲	SB異形アンカーボルト SB丸鋼アンカーボルト		
		4本	8本	12本
□-350×350	9～25	35-4H35W	35-8H35W	―
		35-4H41W	35-8H38W	
		―	35-8H41W	
□-400×400	12～40	40-4H38W	40-8H35W	―
		40-4L51W	40-8H38W	
		―	40-8H41W	
□-450×450	12～40	45-4H41W	45-8H35W	―
		45-4M45W	45-8H38W	
		―	45-8H41W	
□-500×500	12～40	50-4H41W	50-8H38W	―
		―	50-8H41W	
		―	50-8L51W	
		―	50-8H51W	
□-550×550	14～40	55-4L51W	55-8H41W	―
		―	55-8L51W	
□-600×600	16～40	60-4M52W	60-8M45W	―
		―	60-8M52W	
		―	60-8M60W	
		―	60-8M64W	
□-650×650	16～40	60-4M56W	65-8M48W	―
		―	65-8M56W	
		―	65-8M60W	
		―	65-8M64W	
□-700×700	19～40	70-4M56W	70-8M52W	70-12M56W
		―	70-8M60W	70-12M60W
□-750×750	19～40	75-4M60W	75-8M56W	75-12M52W
		―	―	75-12M60W
		―	―	75-12M64W
□-800×800	22～40	―	80-8M52W	80-12M60W
			80-8M64W	80-12M64W
□-850×850	22～40	―	85-8M56W	85-12M56W
			―	85-12M64W

表 6.3.3(1) ハイベース NEO 工法の角形鋼管適用柱サイズ一覧

適用柱サイズ												
□150	□175	□200	□250	□300	□350	□400	□450	□500	□550	□600	□650	□700	□750
エコタイプ(EB型式)										―	―	―	―
―	―	―	―	Gタイプ(GB型式)									
―	―	―	―	―	―	―	高強度柱適用タイプ(KB型式)				―	―	

表 6.3.3(2) ハイベース NEO 工法製品記号一覧

エコタイプ製品記号	鉄骨柱 サイズ	アンカーボルト 本数	アンカーボルト 軸径 da(mm)
EB150-4-24	□-150×150	4	24
EB175-4-24	□-175×175	4	24
EB200-4-24	□-200×200	4	24
EB200-4-30		4	30
EB200-4-36		4	36
EB250-4-24	□-250×250	4	24
EB250-4-30		4	30
EB250-4-36		4	36
EB250-8-30		8	30
EB300-4-30	□-300×300	4	30
EB300-4-36		4	36
EB300-8-30		8	30
EB300-8-36		8	36
EB350-4-30	□-350×350	4	30
EB350-8-30		8	30
EB350-8-36		8	36
EB350-8-42		8	42
EB400-8-30	□-400×400	8	30
EB400-8-36		8	36
EB400-8-42		8	42
EB450-8-36	□-450×450	8	36
EB450-8-42		8	42
EB500-8-36	□-500×500	8	36
EB500-8-42		8	42
EB500-12-42		12	42
EB550-8-42	□-550×550	8	42
EB550-12-42		12	42

高強度柱適用タイプ製品記号	鉄骨柱 サイズ	アンカーボルト 本数	アンカーボルト 軸径 da(mm)
KB450-8-42	□-450×450	8	42
KB500-12-42	□-500×500	12	42
KB550-12-42	□-550×550	12	42

Gタイプ製品記号	鉄骨柱 サイズ	アンカーボルト 本数	アンカーボルト 軸径 da(mm)
GB350-4-42	□-350×350	4	42
GB350-4-48		4	48
GB350-8-30		8	30
GB350-8-36		8	36
GB350-8-42		8	42
GB400-4-42	□-400×400	4	42
GB400-4-48		4	48
GB400-8-36		8	36
GB400-8-42		8	42
GB400-8-48		8	48
GB450-4-42	□-450×450	4	42
GB450-4-48		4	48
GB450-8-36		8	36
GB450-8-42		8	42
GB450-8-48		8	48
GB500-4-42	□-500×500	4	42
GB500-4-48		4	48
GB500-8-36		8	36
GB500-8-42		8	42
GB500-8-48		8	48
GB500-8-64		8	64
GB500-12-48		12	48
GB500-12-56		12	56
GB550-4-48	□-550×550	4	48
GB550-4-56		4	56
GB550-8-36		8	36
GB550-8-42		8	42
GB550-8-48		8	48
GB550-8-64		8	64
GB550-12-48		12	48
GB550-12-56		12	56
GB600-8-42	□-600×600	8	42
GB600-8-48		8	48
GB600-8-64		8	64
GB600-12-48		12	48
GB600-12-56		12	56
GB600-12-64		12	64
GB650-8-42	□-650×650	8	42
GB650-8-48		8	48
GB650-8-56		8	56
GB650-8-64		8	64
GB650-8-72		8	72
GB650-12-56		12	56
GB650-12-64		12	64
GB700-8-42	□-700×700	8	42
GB700-8-48		8	48
GB700-8-56		8	56
GB700-8-64		8	64
GB700-8-72		8	72
GB700-12-56		12	56
GB700-12-64		12	64
GB750-8-48	□-750×750	8	48
GB750-12-48		12	48
GB750-12-56		12	56
GB750-12-64		12	64
GB750-12-72		12	72

表 6.3.4(1) PIN ベース工法適用柱サイズ一覧

適用柱サイズ								
□150	□175	□200	□250	□300	□350	□400	□450	□500

表 6.3.4(2) PIN ベース工法製品記号一覧

柱サイズ	製品記号	アンカーボルト 呼び径
□-150×150	PB150-S-20	M20
□-175×175	PB175-S-20	M20
□-200×200	PB200-S-20	M20
□-250×250	PB250-M-20	M20
□-300×300	PB300-M-20	M20
	PB300-L-24	M24
□-350×350	PB350-M-20	M20
	PB350-L-24	M24
□-400×400	PB400-M-24	M24
	PB400-L-30	M30
□-450×450	PB450-L-30	M30
□-500×500	PB500-L-36	M36

表 6.3.5(1) NC ベースの角形鋼管適用柱サイズ一覧

適用柱サイズ													
□150	□175	□200	□250	□300	□350	□400	□450	□500	□550	□600	□650	□700	□750
4本タイプ							―	―	―	―	―	―	―
―	―	―	―	―	8本タイプ								
―	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―	12本タイプ	

表 6.3.5(2) NC ベース製品記号一覧

4本タイプ 製品記号	鉄骨柱 サイズ	アンカーボルト 本数	アンカーボルト 軸径 da(mm)
PS-150-4C-24	□-150 ×150	4	24
PS-175-4C-24	□-175 ×175	4	24
PS-200-4C-24	□-200 ×200	4	24
PS-200-4S-27		4	27
PS-200-4M-30		4	30
PS-250-4C-24	□-250 ×250	4	24
PS-250-4S-27		4	27
PS-250-4M-30		4	30
PS-250-4L-36		4	36
PS-300-4S-27	□-300 ×300	4	27
PS-300-4M-30		4	30
PS-300-4L-36		4	36
PS-300-4L-42		4	42
PS-350-4C-30	□-350 ×350	4	30
PS-350-4S-36		4	36
PS-350-4M-42		4	42
PS-350-4L-48		4	48
PS-400-4C-30	□-400 ×400	4	30
PS-400-4S-36		4	36
PS-400-4M-42		4	42
PS-400-4L-48		4	48
PS-400-4X-56		4	56

8本タイプ 製品記号	鉄骨柱 サイズ	アンカーボルト 本数	アンカーボルト 軸径 da(mm)
PK-350-8S-30	□-350 ×350	8	30
PK-350-8M-36		8	36
PK-350-8M-42		8	42
PK-400-8S-30	□-400 ×400	8	30
PK-400-8M-36		8	36
PK-400-8L-42		8	42
PK-450-8C-30	□-450 ×450	8	30
PK-450-8S-36		8	36
PK-450-8M-42		8	42
PK-450-8L-48		8	48
PK-500-8C-30	□-500 ×500	8	30
PK-500-8C-36		8	36
PK-500-8S-42		8	42
PK-500-8M-48		8	48
PK-500-8X-56		8	56
PK-550-8C-36	□-550 ×550	8	36
PK-550-8S-42		8	42
PK-550-8M-48		8	48
PK-550-8X-56		8	56
PK-550-8WX-64		8	64
PK-600-8S-42	□-600 ×600	8	42
PK-600-8M-48		8	48
PK-600-8L-56		8	56
PK-600-8X-64		8	64
PK-650-8S-42	□-650 ×650	8	42
PK-650-8S-48		8	48
PK-650-8L-56		8	56
PK-650-8X-64		8	64
PK-650-8WX-72		8	72
PK-700-8S-42	□-700 ×700	8	42
PK-700-8S-48		8	48
PK-700-8L-56		8	56
PK-700-8X-64		8	64
PK-700-8WX-72		8	72
PK-750-8S-48	□-750 ×750	8	48
PK-750-8S-56		8	56
PK-750-8M-64		8	64
PK-750-8L-72		8	72

12本タイプ 製品記号	鉄骨柱 サイズ	アンカーボルト 本数	アンカーボルト 軸径 da(mm)
PK-700-12S-42	□-700 ×700	12	42
PK-700-12S-48		12	48
PK-700-12L-56		12	56
PK-700-12X-64		12	64
PK-750-12S-48	□-750 ×750	12	48
PK-750-12S-56		12	56
PK-750-12M-64		12	64
PK-750-12L-72		12	72

表 6.3.6(1) IS ベース角形鋼管・保有耐力接合タイプ適用柱サイズ一覧

適用柱サイズ														
□150	□175	□200	□250	□300	□350	□400	□450	□500	□550	□600	□650	□700	□750	□800
F=235N/mm^2、F=275N/mm^2、F=295N/mm^2、F=325N/mm^2														

表 6.3.6(2) IS ベース角形鋼管・保有耐力接合タイプ製品記号一覧

製品記号	鉄骨柱サイズ			アンカーボルト
	F=235N/mm^2	F=295N/mm^2 F=275N/mm^2	F=325N/mm^2	本数 - 呼び径
	□-150×150			
SP151H	t≦6	t≦9	―	4-M24
SP152H	t≦12	t≦12	―	4-M30
	□-175×175			
SP171H	t≦12	t≦6	―	4-M30
SP172H	t≦12	t≦12	―	4-M36
	□-200×200			
SP201H	t≦9	t≦9	―	4-M36
SP202H	t≦12	t≦12	―	4-M36
	□-250×250			
SP251H	t≦6	t≦6	―	4-M36
SP252H	t≦9	t≦9	―	4-M36
SP253H	t≦12	t≦12	―	4-M42
SP254H	t≦16	t≦16	―	8-M36
	□-300×300			
SP301H	t≦9	t≦9	―	4-M42
SP302H	t≦12	t≦12	t≦9	8-M36
SP303H	t≦16	t≦16	t≦12	8-M42
SP304H	t≦19	t≦19	t≦16	8-M42
SP305H	t≦19	t≦22	t≦19	8-M42
	□-350×350			
SP351H	t≦12	t≦12	t≦9	8-M42
SP352H	t≦16	t≦16	t≦12	8-M42
SP353H	t≦19	t≦19	t≦16	8-M48
SP354H	t≦22	t≦22	t≦19	8-M48
SP355H	t≦22	t≦25	t≦22	8-M48
	□-400×400			
SP401H	t≦12	t≦12	t≦9	8-M42
SP402H	t≦16	t≦16	t≦12	8-M48
SP403H	t≦19	t≦19	t≦16	8-M48
SP404H	t≦22	t≦22	t≦19	8-M48
SP405H	t≦25	t≦25	t≦22	12-M48
SP406H	t≦25	t≦25	t≦22	8-M56
	□-450×450			
SP451H	t≦12	t≦12	t≦9	8-M42
SP452H	t≦16	t≦16	t≦12	8-M48
SP453H	t≦19	t≦19	t≦16	8-M48
SP454H	t≦22	t≦22	t≦19	12-M48
SP455H	t≦25	t≦25	t≦22	12-M48
SP456H	t≦25	t≦25	t≦22	8-M56
SP457H	t≦28	t≦28	t≦25	8-M60
	□-500×500			
SP501H	t≦12	t≦12	t≦9	8-M48
SP502H	t≦16	t≦16	t≦12	12-M48
SP503H	t≦16	t≦16	t≦12	8-M52
SP504H	t≦19	t≦19	t≦16	12-M48
SP505H	t≦19	t≦19	t≦16	8-M52
SP506H	t≦22	t≦22	t≦19	8-M60
SP507H	t≦25	t≦25	t≦22	8-M60
SP508H	t≦28	t≦28	t≦25	8-M68

製品記号	鉄骨柱サイズ			アンカーボルト
	F=235N/mm^2	F=295N/mm^2 F=275N/mm^2	F=325N/mm^2	本数 - 呼び径
	□-550×550			
SP551H	t≦12	t≦12	t≦9	8-M48
SP552H	t≦16	t≦16	t≦12	12-M48
SP553H	t≦16	t≦16	t≦12	8-M52
SP554H	t≦19	t≦19	t≦16	8-M60
SP555H	t≦22	t≦22	t≦19	8-M60
SP556H	t≦25	t≦25	t≦22	8-M64
SP557H	t≦28	t≦28	t≦25	8-M72
	□-600×600			
SP601H	t≦9	―	―	8-M42
SP602H	t≦16	―	t≦12	8-M52
SP603H	t≦22	t≦16	t≦16	8-M60
SP604H	t≦28	t≦22	t≦22	8-M68
SP605H	t≦32	t≦25	t≦25	8-M68
SP606H	t≦38	t≦28	t≦28	8-M72
	□-650×650			
SP651H	t≦12	―	―	8-M48
SP652H	t≦16	―	t≦12	8-M56
SP653H	t≦22	t≦16	t≦16	8-M64
SP654H	t≦25	t≦19	t≦19	8-M68
SP655H	t≦28	t≦25	t≦22	8-M68
SP656H	t≦32	t≦25	t≦25	8-M72
	□-700×700			
SP701H	t≦12	―	―	8-M52
SP702H	t≦16	―	t≦12	8-M60
SP703H	t≦22	t≦19	t≦19	8-M68
SP704H	t≦25	t≦19	t≦19	8-M68
	□-750×750			
SP751H	t≦19	―	―	8-M64
SP752H	t≦25	t≦19	t≦19	8-M72
SP753H	t≦25	t≦19	t≦19	8-M68
SP754H	t≦28	t≦25	t≦25	8-M76
	□-800×800			
SP801H	t≦19	t≦16	t≦16	8-M68
SP802H	t≦25	t≦19	t≦19	8-M76
SP803H	t≦25	t≦19	t≦19	8-M72
SP804H	t≦28	t≦22	t≦22	8-M76

□600以上は、F値=275N/mm^{2}のみとなる。

表 6.3.7(1) ジャストベース(JEⅡ型)保有耐力接合の角形鋼管適用柱サイズ一覧

適用柱サイズ									
□150	□175	□200	□250	□300	□350	□400	□450	□500	□550
F=235N/mm^2、F=295N/mm^2、F=325N/mm^2									

表 6.3.7(2) ジャストベース(JEⅡ型)保有耐力接合の製品記号一覧

製品記号	鉄骨柱サイズ			アンカーボルト	
	F=235N/mm^2	F=295N/mm^2	F=325N/mm^2	本数 - 呼び-L	鋼種
	□-150×150				
J150-12N	t≦12	t≦12	t≦9	4-D29-430	SD490
	□-175×175				
J175-12N	t≦12	t≦12	t≦9	4-D29-430	SD490
	□-200×200				
J200-09N	t≦9	t≦9	t≦8	4-D29-430	SD490
J200-12N	t≦12	t≦12	t≦9	4-D35-460	SD390
	□-250×250				
J250-09N	t≦9	t≦9	t≦8	4-D35-460	SD390
J250-12N	t≦12	t≦12	t≦9	4-D35-460	SD490
J250-16N	t≦19	t≦16	t≦12	8-D35-460	SD390
	□-300×300				
J300-09N	t≦12	t≦9	t≦8		
J300-12N	t≦16	t≦12	t≦12	8-D29-430	SD490
J300-16N	t≦19	t≦16	t≦16	8-D35-460	SD390
J300-19N	t≦19	t≦19	t≦19	8-D35-460	SD490
	□-350×350				
J350-12N	t≦16	t≦12	t≦12	8-D35-460	SD390
J350-16N	t≦22	t≦16	t≦16	8-D35-460	SD490
J350-19N	t≦22	t≦19	t≦19	8-D38-510	SD490
J350-22N	t≦22	t≦22	t≦22	8-D41-580	SD490
	□-400×400				
J400-12N	t≦12	t≦12	t≦12	8-D35-460	SD490
J400-16N	t≦22	t≦16	t≦16	8-D38-510	SD490
J400-19N	t≦25	t≦19	t≦19	8-D41-580	SD490
J400-22N	t≦25	t≦22	t≦22	12-D38-510	SD490
J400-25N	t≦25	t≦25	t≦25	12-D38-510	SD490
	□-450×450				
J450-16N	t≦19	t≦16	t≦16	12-D38-510	SD490
J450-19N	t≦25	t≦19	t≦19	12-D38-510	SD490
J450-22N	t≦25	t≦22	t≦22	12-D41-580	SD490
J450-25N	t≦25	t≦25	t≦25	12-D41-580	SD490
	□-500×500				
J500-19N	t≦25	t≦19	t≦19	12-D41-580	SD490
J500-22N	t≦28	t≦22	t≦22	12-D41-580	SD490
J500-25N	t≦32	t≦25	t≦25	12-D51-670	SD390
	□-550×550				
J550-19N	t≦25	t≦19	t≦19	12-D41-580	SD490
J550-22N	t≦28	t≦22	t≦22	12-D41-580	SD490
J550-25N	t≦32	t≦25	t≦25	12-D51-670	SD390

表 6.3.8(1) フリーベース工法角形鋼管サイズ一覧

適用柱サイズ					
□150	□175	□200	□250	□300	□350

表 6.3.8(2) フリーベース工法製品記号一覧

柱サイズ	製品記号	アンカーボルト 本数 - 呼び径
□-150×150	150-4-M16F	4-M16
	150-4-M20F	4-M20
	150-4-M22F	4-M22
	150-4-M24F	4-M24
	150-4-M27F	4-M27
	150-4-M30F	4-M30
	150-4-M33F	4-M33
	150-4-M36F	4-M36
□-175×175	175-4-M16F	4-M16
	175-4-M20F	4-M20
	175-4-M22F	4-M22
	175-4-M24F	4-M24
	175-4-M27F	4-M27
	175-4-M30F	4-M30
	175-4-M33F	4-M33
	175-4-M36F	4-M36
□-200×200	200-4-M16F	4-M16
	200-4-M20F	4-M20
	200-4-M22F	4-M22
	200-4-M24F	4-M24
	200-4-M27F	4-M27
	200-4-M30F	4-M30
	200-4-M33F	4-M33
	200-4-M36F	4-M36
□-250×250	250-4-M16F	4-M16
	250-4-M20F	4-M20
	250-4-M22F	4-M22
	250-4-M24F	4-M24
	250-4-M27F	4-M27
	250-4-M30F	4-M30
	250-4-M33F	4-M33
	250-4-M36F	4-M36
□-300×300	300-4-M24F	4-M24
	300-4-M27F	4-M27
	300-4-M30F	4-M30
	300-4-M33F	4-M33
	300-4-M36F	4-M36
	300-4-M36F	4-M39
	300-4-M42F	4-M42
	300-4-M45F	4-M45
	300-4-M48F	4-M48
□-350×350	350-4-M24F	4-M24
	350-4-M27F	4-M27
	350-4-M30F	4-M30
	350-4-M33F	4-M33
	350-4-M36F	4-M36
	350-4-M39F	4-M39
	350-4-M42F	4-M42
	350-4-M45F	4-M45
	350-4-M48F	4-M48

柱サイズ	製品記号	アンカーボルト 本数 - 呼び径
□-200×200	200-8-M16F	8-M16
	200-8-M20F	8-M20
	200-8-M22F	8-M22
	200-8-M24F	8-M24
	200-8-M27F	8-M27
	200-8-M30F	8-M30
	200-8-M33F	8-M33
	200-8-M36F	8-M36
□-250×250	250-8-M16F	8-M16
	250-8-M20F	8-M20
	250-8-M22F	8-M22
	250-8-M24F	8-M24
	250-8-M27F	8-M27
	250-8-M30F	8-M30
	250-8-M33F	8-M33
	250-8-M36F	8-M36
□-300×300	300-8-M24F	8-M24
	300-8-M27F	8-M27
	300-8-M30F	8-M30
	300-8-M33F	8-M33
	300-8-M36F	8-M36
	300-8-M36F	8-M39
	300-8-M42F	8-M42
	300-8-M45F	8-M45
	300-8-M48F	8-M48
□-350×350	350-8-M24F	8-M24
	350-8-M27F	8-M27
	350-8-M30F	8-M30
	350-8-M33F	8-M33
	350-8-M36F	8-M36
	350-8-M36F	8-M39
	350-8-M42F	8-M42
	350-8-M45F	8-M45
	350-8-M48F	8-M48

表 6.3.9(1) スマートベース工法構成部品仕様

角形鋼管	F値	365N/mm^{2}以下
	柱サイズ	□150～□700
アンカーボルト	SD490	D22～D41
	本数	4本、8本、12本、16本
ベースプレート	SM490A,SN490B,C, TMCP325, TMCP355	

表 6.3.9(2) スマートベース工法アンカーボルト標準仕様寸法

アンカーボルト		呼び名						
種別		D22	D25	D29	D32	D35	D38	D41
A	標準	200	210	220	230	250	260	270
B	標準	440	500	580	640	700	760	820
C	杭なし 標準	180	180	200	200	200	250	250
	杭あり 標準	350	350	360	360	360	400	400

A：柱型天端からアンカーボルト天端までの寸法

B：柱型天端からアンカーボルト定着板内面までの寸法

C：アンカーボルト定着板内面から基礎下端までの寸法

6.4　検討建物の検定計算例

6.4.1　検討建物の概要

検討建物は、図 6.4.1(1)～(3)の A 建物、B 建物、C 建物の 3 棟であり、同図中には検討部位を示し、表 6.4.1 の検討建物の概要には、検定計算の確認事項として、既製品露出柱脚種別と柱脚の保有耐力接合の適否を記載している(図 6.1.1 参照)。

表 6.4.1 中の 1 階構造階高 h1 は、基礎梁せいと 2 層目鉄骨梁せいの中心間距離であり、下式で算出される(解図 5.1.2 参照)。同式中の各値は設計図より読み取る。なお、保有耐力接合の場合、柱型部せん断検定計算を省略する時には必要ない。

1 階構造階高 h1 ＝ 1FL からの基礎梁天までの寸法＋1FL からの 2 層目鉄骨梁天までの寸法
－(基礎梁せい＋2 層目鉄骨梁せい)/2　　(検定 1)

表 6.4.1　検討建物の概要

		A建物	B建物	C建物
用途		倉庫	工場	事務所
規模	桁行(X)	3スパン	13スパン	3スパン
	張間(Y)	1スパン	24スパン	2スパン
階数		3階	2階(中2階)	14階
塔屋		1階	―	―
最高高さ		15.9m	19.05m	57.95m
1階構造階高h1		6.64m	12.8m	7.085m
基礎種別		杭基礎(SC杭)	杭基礎(PHC杭)	杭基礎(場所打ち杭)
杭直径 φF		600mm	700mm	1800mm
基礎コンクリートFc		24N/mm^2	24N/mm^2	36N/mm^2
鉄筋	D10～D16	SD295	SD295	SD295
	D19～D25	SD345	SD345	SD345
	D29以上	SD390	SD390	SD390,SD490
既製品露出柱脚		ベースパックⅡ型	ハイベースNEO(Gタイプ)	NCベースP(8本タイプ)
1階鉄骨柱		□-400×400×22	□-750×750×28	□-700×700×32
		□-500×500×22	□-600×600×28	□-700×700×28
角形鋼管材質		BCR295	BCP325	BCP325
2層目鉄骨梁せい		(X,Y)800mm	(X)1200mm, (Y)700mm	(X,Y)800mm
柱脚製品記号		40-22R 50-22R	GB750-12-48 GB600-12-48	PK-700-8X-64 PK-700-8L-56
保有耐力接合の適否		保有耐力接合	保有耐力接合	非保有耐力接合
備考		―	X方向中間柱基礎：2本打ち杭	鉄骨柱：CFT柱

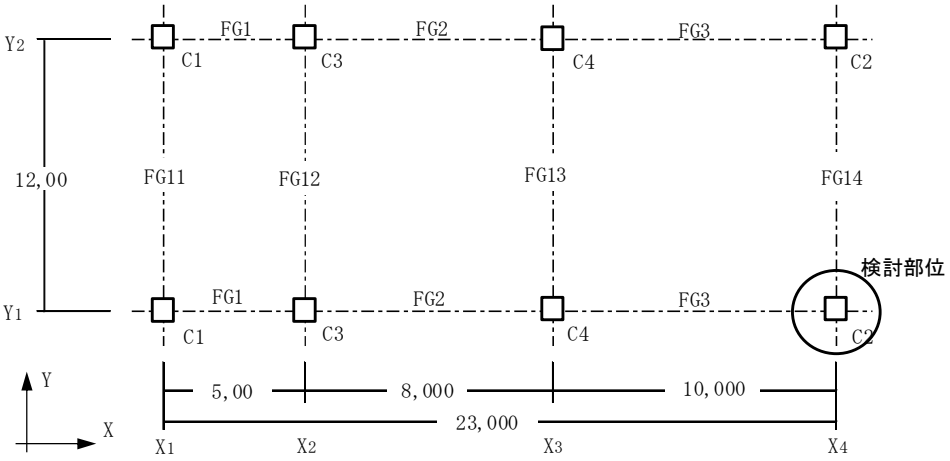


図 6.4.1(1)　A 建物の柱型部・基礎梁伏図

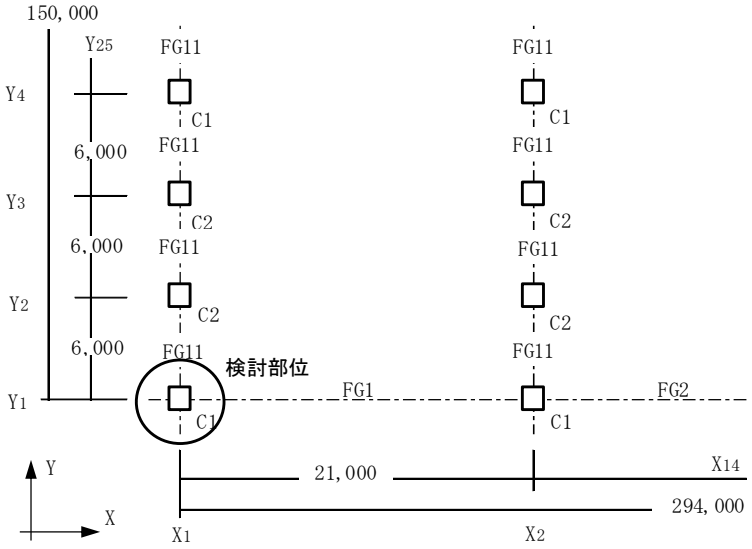


図 6.4.1(2)　B 建物の柱型部・基礎梁伏図

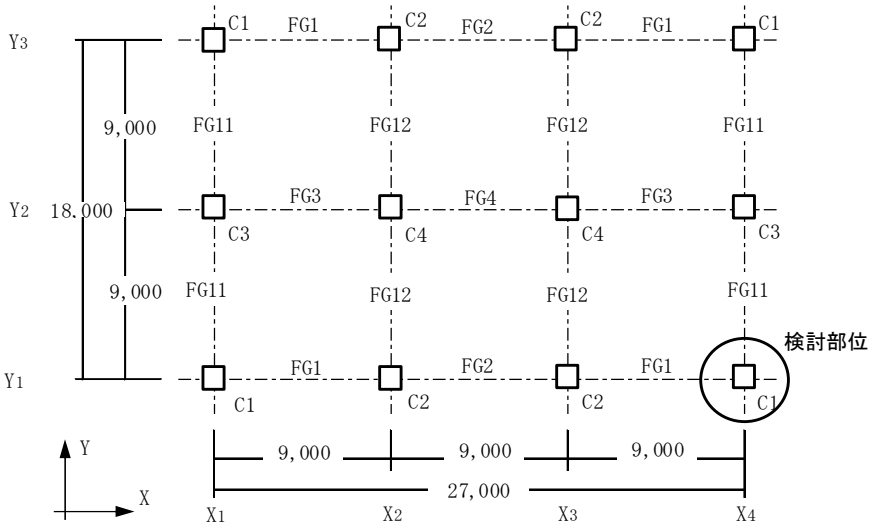


図 6.4.1(3)　C 建物の柱型部・基礎梁伏図

6.4.2　検討建物の柱型諸元

検討建物の柱型諸元の設計値を表 6.4.2(1)～(3)に示す。A 建物ではベースパックⅡ型、B 建物ではハイベース NEO(G タイプ)、C 建物では NC ベース(8 本タイプ)を採用している。

A 建物の柱型諸元の設計値はベースパックⅡ型の標準仕様と同じであり、B 建物と C 建物の場合、柱型諸元の設計値は、ハイベース NEO(G タイプ)および NC ベースの標準仕様の値を一部変更している。B 建物の場合、Csa≧4.0da を満足するように柱型部の幅(せい)Bc(Dc)を一部大きくしている。また、C 建物の場合、Csa≧4.0da を満足するように Bc(Dc)を一部大きくするとともに、柱型主筋比 pg および柱型横補強筋比(柱型帯筋比)pw の(設計値)≧(標準仕様)とすることを条件に、柱型主筋量および柱型横補強筋量を一部変更している。

これらより、C 建物については、表 6.4.2(3)に示すように、柱型部幅(せい)、柱型主筋量、柱型横補強筋量の設計値と標準仕様との検定結果を併せて示している。同表の脚注に記載のように、Bco＜Bc の場合、同表(b)には、下式による標準仕様の柱型横補強筋比(柱型帯筋比)pwo を示している。同式の pwo は、標準仕様の柱型部せん断耐力を簡略的に把握するための簡略式による柱型横補強筋である。

$$pwo=\{awo/(Bco\cdot Xo)\}\cdot(Bco/Bc) \qquad \text{(検定 2)}$$

ここに、pwo：柱型横補強筋比(柱型帯筋比)、Bco,Bc：標準仕様および設計による柱型幅

Xo：標準仕様による柱型横補強筋(柱型帯筋)

表 6.4.2(1)　A 建物(ベースパックⅡ型)の柱型諸元(標準仕様)

柱記号	設計																		
	ベースパックⅡ型製品記号	柱位置	角形鋼管	Bc(Dc)(mm)	柱型主筋							柱型横補強筋						
					本数	呼び名	鋼種	σry(N/mm²)	a(mm²)	pg(%)	判定	呼び名	鋼種	nw(本)	aw(mm²)	X(mm)	pw(%)	判定
C1	40-22R	隅	□-400×400×22	900	16	D25	SD345	345	507	1.00	OK	D13	SD295	2	127	100	0.28	OK
C2	50-22R	隅	□-500×500×22	1050	24	D25	SD345	345	507	1.10	OK	D16	SD295	2	199	100	0.38	OK
C3,C4	50-22R	側	□-500×500×22	1050	24	D25	SD345	345	507	1.10	OK	D16	SD295	2	199	100	0.38	OK

【柱型主筋および柱型横補強筋の判定】pgとpwの設計値≧標準仕様の値の場合"OK"、設計値＜標準仕様の値の場合"NG"、pg=$\{n\cdot a/(Bc\cdot Dc)$, pw=$aw/(Bc\cdot X)$
(設計) pg：柱型主筋比、Bc,Dc：柱型幅とせい、σry：降伏強度、pw：柱型帯筋比、nw,aw,X：1組の柱型横補強筋本数、断面積と間隔

表 6.4.2(2)　B 建物(ハイベース NEO 工法 G タイプ)の柱型諸元(標準仕様)

柱記号	設計																	
	ハイベースNEO Gタイプ製品記号	柱位置	角形鋼管	Bc(Dc)(mm)	柱型主筋							柱型横補強筋						
					本数	呼び名	鋼種	σry(N/mm²)	a(mm²)	pg(%)	判定	呼び名	鋼種	nw(本)	aw(mm²)	X(mm)	pw(%)	判定
C1	GB750-12-48	隅・側	□-750×750×28	1300	40	D29	SD390	390	642	1.52	OK	D16	SD295	4	199	100	0.61	OK
C2	GB600-12-48	側	□-600×600×28	1100	40	D29	SD390	390	642	2.12	OK	D16	SD295	4	199	100	0.72	OK

【柱型主筋および柱型横補強筋の判定】pgとpwの設計値≧標準仕様の値の場合"OK"、設計値＜標準仕様の値の場合"NG"、pg=$\{n\cdot a/(Bc\cdot Dc)$, pw=$aw/(Bc\cdot X)$
(設計) pg：柱型主筋比、Bc,Dc：柱型幅とせい、σry：降伏強度、pw：柱型帯筋比、nw,aw,X：1組の柱型横補強筋本数、断面積と間隔

表 6.4.2(3)　C 建物(NC ベース 8 本タイプ)の柱型諸元

(a) 設計

柱記号	設計																	
	NCベース製品記号	柱位置	角形鋼管	B_c (D_c) (mm)	柱型主筋							柱型横補強筋						
					本数	呼び名	鋼種	σ_{ry} (N/mm^2)	a (mm^2)	pg (%)	判定	呼び名	鋼種	nw (本)	aw (mm^2)	X (mm)	pw (%)	判定
C1	PK-700-8X-64	隅	□-700×700×32	1400	40	D32	SD390	390	794	1.62	OK	D16	SD295	4	199	150	0.38	OK
C4	PK-700-8X-64	中	□-700×700×32	1400	20	D29	SD390	390	642	0.66	OK	D16	SD295	4	199	110	0.52	OK
C2,C3	PK-700-8L-56	側	□-700×700×28	1350	36	D29	SD390	390	642	1.27	OK	D16	SD295	4	199	150	0.39	OK

【柱型主筋および柱型横補強筋の判定】pgとpwの設計値≧標準仕様の値の場合"OK"、設計値＜標準仕様の値の場合"NG"、$p_g=\{n\cdot a/(B_c\cdot D_c)$, $p_w=a_w/(B_c\cdot X)$

(設計) p_g：柱型主筋比、B_c, D_c：柱型幅とせい、σ_{ry}：降伏強度、p_w：柱型帯筋比、n_w, a_w, X：1組の柱型横補強筋本数、断面積と間隔

(b) 標準仕様

柱記号	標準仕様												
	B_{co} (D_{co}) (mm)	柱型主筋						柱型横補強筋					
		本数	呼び名	鋼種	σ_{ryo} (N/mm^2)	a_o (mm^2)	p_{go} (%)	呼び名	鋼種	nw (本)	a_{wo} (mm^2)	X_o (mm)	p_{wo} (%)
C1	1300	48	D29	SD390	390	642	1.57	D16	SD295	2	199	75	0.38
C4	1300	20	D29	SD390	390	642	0.66	D16	SD295	3	199	85	0.50
C2,C3	1200	48	D25	SD345	345	507	1.18	D16	SD295	2	199	90	0.33

$p_{go}=\{n\cdot a_o/(B_{co}\cdot D_{co})\}\cdot\{(B_{co}\cdot D_{co})/(B_c\cdot D_c)\}\cdot(\sigma_{ry}/\sigma_{ryo})$、$p_{wo}=a_{wo}/(B_{co}\cdot X_o)$

ただし、$B_{co}<B_c$の場合、$p_{wo}=\{a_{wo}/(B_{co}\cdot X_o)\}\cdot(B_{co}/B_c)$

(標準仕様) p_{go}：柱型主筋比、B_{co}, D_{co}：柱型幅とせい、p_{wo}：柱型帯筋比、n_w, a_{wo}, X_o：1組の帯筋の本数、断面積と間隔

(注) 標準仕様の柱型主筋および柱型帯筋は、隅柱、側柱では引張領域の値、中柱では圧縮領域の値とした。

6.4.3　検討建物の検定結果

(1)　A 建物

A 建物で採用したベースパックⅡ型は保有耐力接合であるので、「各部構造規定検定」を行う。A 建物の柱脚・柱型諸元を表 6.4.3(1.1)、基礎梁断面リストを表 6.4.3(1.2)、各部構造規定検定結果を表 6.4.3(1.3)に示す。表 6.4.3(1.1)では、「各部構造規定検定」で用いる柱型諸元を表 6.4.2(1)より転記している。

表 6.4.3(1.3)では、図 6.4.1(1)の検討部位 C2 のほかに C1 の「各部構造規定検定結果」①～⑤(図 6.1.1 の検定計算フロー 参照)を示すとともに、下式の柱型横補強筋・必要組数を示している。

柱型横補強筋・必要組数 = Roundup(Bc・pjwh・jtgo/aw,0)+1　　(検定 3)

ここに、pjwh：柱型必要横補強筋比、aw：柱型横補強筋 1 組の断面積

Bc：柱型幅、jtgo：基礎梁上下最外縁主筋の中心間距離(RC 構造設計指針・式(7.2) 参照)

式(検定 3)では、ベースパック設計ハンドブック 5 章「標準柱脚仕様」5.1.3 による柱型頂部フープ筋ダブル巻きの規定を考慮して 1 組加算している。

ここで、保有耐力接合の場合、判定③の条件式右辺の柱型必要補強筋量の計算に用いる柱型部せん断余裕度 λp で決定する限界層間変形角 Rua は、λp=1 を仮定し、Rua=0.03 としている。

表 6.4.3(1.1)　A 建物の柱脚・柱型諸元

柱記号	製品記号	アンカーボルト				ベースプレート			柱型諸元													柱型最小 Hc (mm)
											柱型主筋					柱型横補強筋					
		本数	軸径 da (mm)	Lab (mm)	Lab /da	t (mm)	Bp (Dp) (mm)	jta1 (mm)	Fc (N/mm²)	Bc (Dc) (mm)	本数	呼び名	d (mm)	a (mm²)	pg (%)	呼び名	nw (本)	aw (mm²)	X (mm)	pw (%)	
C1	40-22R	12	38	850	22.4	48	700	570	24	900	16	D25	25	507	1.00	D13	2	127	100	0.28	800
C2～C4	50-22R	12	41	995	24.3	60	820	690	24	1050	24	D25	25	507	1.10	D16	2	199	100	0.38	850

Lab：アンカーボルト定着長さ、t：最大厚さ、Bp,Dp：ベースプレート幅(せい)、jta1：最外縁アンカーボルト中心間距離、Bc,Dc：柱型幅(せい)
a：柱型主筋断面積、pg：柱型主筋比、nw,aw,X：1組の柱型横補強筋の本数、断面積と間隔、pw=aw/(Bc・X)：帯筋比
(柱型主筋鋼種) D16の場合：SD295、D19～D25の場合：SD345、D29以上：SD390、(柱型横補強筋鋼種)すべてSD295
(柱型諸元) 設計ハンドブックによる標準仕様
(注) Lab=L-140mm (Mアンカーボルト) 、Lab=L-180mm(Dアンカーボルト)、L：アンカーボルト全長
設計ハンドブック6.1アンカーボルト・ナットに記載の形状寸法の値による。

表 6.4.3(1.2)　A 建物の基礎梁断面リスト

位置	FG1	FG2			FG3			FG11		FG12,FG14		FG13	
	全断面	X2端	中央	X3端	X3端	中央	X4端	外端	中央	外端	中央	外端	中央
Dg×Dg(mm)	600×1500	600×1500			600×1500			600×1500		650×2800		650×2800	
上端筋	5+3-D29	5+3-D29	5-D29	5+5-D29	5+5-D29	5-D29	5+3-D29	5+4-D29	5-D29	6+3-D29	6+3-D29	6+5-D29	6+4-D29
下端筋	5+3-D29	5+3-D29	5+3-D29	5+5-D29	5+5-D29	5+3-D29	5+3-D29	5+4-D29	5+4-D29	6+3-D29	6+6-D29	6+5-D29	6+6-D29
スタラップ	4-D13@100	3-D13@150			3-D13@150			2-D13@200		2-D13@150		2-D13@150	

表 6.4.3(1.3)　A 建物の各部構造規定検定結果

柱記号		C1	C2	C2
基礎梁記号		FG11	FG3	FG14
アンカーボルトの種類(既製品、非既製品)		既製品	既製品	既製品
設計区分 (Ⅱ, Ⅰ)		Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ
直交梁の種別(両側, 片側, 無)		片側	片側	片側
コンクリート設計基準強度	F_c(N/mm^2)	24	24	24
基礎梁せい	D_g(mm)	1500	1500	2800
梁上1段筋中心のかぶり厚さ	d_{tT}(mm)	140	140	140
梁下1段筋中心のかぶり厚さ	d_{tB}(mm)	90	90	90
1段筋と2段筋の中心間距離	P12 (mm)	105	105	105
(基礎梁主筋)	鋼種	SD390	SD390	SD390
	呼び名 (db)	D29	D29	D29
上端1段筋本数	n1上	5	6	6
上端2段筋本数	n2上	4	3	3
下端1段筋本数	n1下	4	6	5
下端2段筋本数	n2下	4	3	3
基礎梁主筋定着長さ(入力値)	l_{ag}(mm)	735	870	870
柱型幅	B_c(mm)	900	1050	1050
柱型せい	D_c(mm)	900	1050	1050
柱型最小高さ	H_c(mm)	800	850	850
柱型横補強筋	鋼種	SD295	SD295	SD295
	呼び名	D13	D16	D16
	1組の本数	2	2	2
	間隔X(mm)	90	100	100
定着部拘束筋	1組の本数	2	2	2
	組数nH	4	3	3
(アンカーボルト)	軸径d_a (mm)	38	41	41
最外縁アンカーボルト中心間距離	j_{ta1} (mm)	570	690	690
基礎梁主筋定着長さ比	l_{ag}/d_b	25.3	30.0	30.0
	l_{ag}/D_c	0.82	0.83	0.83
基礎梁主筋必要定着長さ	l_{ao}/d_b	18.8	18.6	23.2
	max{l_{ao}/d_b, 16}	18.8	18.6	23.2
	$L_{ag}=(D_c+j_{ta1})/2$ (mm)	735	870	870
判定①($l_{ag}\geqq$max(l_{ao}, 16db, Lag)かつ$l_{ao}/d_b\leqq$25)		OK	OK	OK
アンカボルト中心かぶり厚さ	C_{sa} (mm)	165	180	180
	C_{sa}/d_a	4.3	4.4	4.4
判定②($C_{sa}/d_a\geqq$4)		OK	OK	OK
柱型帯筋比　$p_w=a_w/(B_c\cdot X)$ (%)		0.31%	0.38%	0.38%
柱型必要横補強筋比p_{jwh}=max(0.3%, p_w) (%)		0.31%	0.38%	0.38%
柱型横補強筋・必要組数		16	14	27
柱型全補強筋量(設計値)　$\Sigma p_{jwh}\cdot\sigma_{wy}$(N/mm^2)		1.28	1.49	1.36
$\Sigma p_j\cdot\sigma_y=\{(\phi_s\cdot R_{uD}/R_{ua})-\alpha_{wo}\}F_c/\beta_w$ (N/mm^2)		0.93	0.93	0.93
判定③($p_w\geqq p_{jwh}$かつ$\Sigma p_{jwh}\cdot\sigma_{wy}\geqq\Sigma p_j\cdot\sigma_y$)		OK	OK	OK
定着部拘束筋引張耐力　$T_{Hy}=A_H\cdot\sigma_{wyH}$ (kN)		300	352	352
引張力伝達係数	T_{HY}/T_{gy}	0.14	0.14	0.16
判定④($T_{HY}/T_{gy}\geqq$0.1)		OK	OK	OK
基礎梁せい比	D_g/H_c	1.88	1.76	3.29
判定⑤($D_g/H_c\geqq$1.0)		OK	OK	OK

(2) B 建物

B 建物で採用したハイベース NEO(G タイプ)は、非保有耐力接合として、「各部構造規定検定」と「柱型部せん断検定」を行う。B 建物の柱脚・柱型諸元を表 6.4.3(2.1)、基礎梁断面リストを表 6.4.3(2.2)、各部構造規定検定結果および柱型部せん断検定結果を表 6.4.3(2.3)に示す。表 6.4.3(2.1)では、「各部構造規定検定」で用いる柱型諸元を表 6.4.2(2)より転記している。

表 6.4.3(2.3)では、図 6.4.1(2)に示した検討部位 C1 の「各部構造規定検定結果」①～⑤および「柱型部せん断検定結果」⑥(図 6.1.1 の検定計算フロー 参照)を示すとともに、式(検定 4)の柱型横補強筋・必要組数を示している。

柱型横補強筋・必要組数 = Roundup(Bc･pjwh･jtgo/aw,0)　　(検定 4)

式(検定 4)中の記号の定義：式(検定 3)と同じ。

一方、ト形柱型部設計せん断力 Vmuh の算定に用いる杭のせん断長さ h2 は、ho2=4Dp(Dp：杭径) として算出している(5.1 節の解説(1) 参照)。

表 6.4.3(2.1)　B 建物の柱脚・柱型諸元

柱記号	製品記号	アンカーボルト				ベースプレート			柱型諸元												柱型最小 h (mm)
											柱型主筋					柱型横補強筋					
		本数	軸径 da (mm)	Lab (mm)	Lab /da	t (mm)	Bp (Dp) (mm)	jta1 (mm)	Fc (N/mm^2)	Bc (Dc) (mm)	本数	呼び名	d (mm)	a (mm^2)	pg (%)	呼び名	nw (本)	aw (mm^2)	X (mm)	pw (%)	
C1	GB750-12-48	12	48	910	19	47	1030	900	24	1300	40	D29	29	642	1.52	D16	4	199	100	0.61	1300
C2	GB600-12-48	12	48	910	19	52	880	750	24	1100	40	D29	29	642	2.12	D16	4	199	100	0.72	1300

Lab：アンカーボルト定着長さ、 t ：最大厚さ、Bp,Dp：ベースプレート幅(せい)、jta1：最外縁アンカーボルト中心間距離、Bc,Dc：柱型幅(せい)
a：柱型主筋断面積、pg：柱型主筋比、nw,aw,X：1組の柱型横補強筋の本数、断面積と間隔、pw=aw/(Bc･X)：帯筋比
(柱型主筋鋼種) D16の場合：SD295、D19～D25の場合：SD345、D29以上：SD390、(柱型横補強筋鋼種)すべてSD295
(柱型諸元) 設計ハンドブックによる標準仕様

表 6.4.3(2.2)　B 建物の基礎梁断面リスト

位置	FG1			FG2		FG11
	外端	中央	内端	端部	中央	全断面
Dg×Dg(mm)	900×2000			900×2000		900×1500
上端筋	7-D35	7-D35	7+7-D35	7+7-D35	7-D35	7+2-D32
下端筋	7-D35	7+3-D35	7+2-D35	7+2-D35	7+5-D35	7+2-D32
スタラップ	2-D16@150			2-D16@100		2-D16@150

表 6.4.3(2.3)　B 建物の各部構造規定検定結果および柱型部せん断検定結果

柱記号		C1	C1
基礎梁記号		FG1	FG11
アンカーボルトの種類(既製品、非既製品)		既製品	既製品
設計区分 (Ⅱ, Ⅰ)		Ⅱ	Ⅱ
直交梁の種別(両側, 片側, 無)		片側	片側
コンクリート設計基準強度	F_c(N/mm^2)	24	24
1階構造階高	h_1(mm)	12800	12800
スパン長	l(mm)	21000	21000
2層目鉄骨梁せい	D_{sg}(mm)	1200	800
基礎梁幅	B_g(mm)	900	900
基礎梁せい	D_g(mm)	2000	1500
梁上1段筋中心のかぶり厚さ	dtT(mm)	140	140
梁下1段筋中心のかぶり厚さ	dtB(mm)	100	100
1段筋と2段筋の中心間距離	P12 (mm)	115	115
(基礎梁主筋)	鋼種	SD390	SD390
	呼び名	D35	D35
上端1段筋本数	n1上	7	7
上端2段筋本数	n2上	0	2
上端3段筋本数	n3上	0	0
下端1段筋本数	n1下	7	7
下端2段筋本数	n2下	0	2
下端3段筋本数	n3下	0	0
基礎梁主筋定着長さ(入力値)	l_{ag}(mm)	1100	1100
柱型幅	B_c(mm)	1300	1300
柱型せい	D_c(mm)	1300	1300
柱型最小高さ	H_c(mm)	1300	1300
(柱型主筋)	鋼種	SD390	SD390
	呼び名	D29	D29
柱型主筋全本数	nc (本)	40	40
柱型部横補強筋	鋼種	SD295	SD295
	呼び名	D16	D16
	1組の本数	4	4
	間隔X(mm)	100	100
定着部拘束筋	1組の本数	2	2
	組数nH	3	4
(アンカーボルト)	軸径d_a (mm)	48	48
最外縁アンカーボルト中心間距離	j_{ta1} (mm)	900	900
杭直径	D_p(mm)	700	700
フーチング出寸法	Δh_2(mm)	450	950
基礎梁主筋定着長さ比	l_{ag}/d_b	31.4	31.4
	l_{ag}/D_c	0.85	0.85
必要定着長さ比	l_{ao}/d_b	22.3	19.4
	max{l_{ao}/d_b, 16}	22.3	19.4
	$L_{ag}=(D_c+j_{ta1})/2$ (mm)	1100	1100
判定①(l_{ag}≧max(l_{ao}, 16db, Lag)かつl_{ao}/d_b≦25)		OK	OK
アンカボルト中心かぶり厚さ	C_{sa} (mm)	200	200
	C_{sa}/d_a	4.2	4.2
判定②(C_{sa}/d_a≧4)		OK	OK
柱型帯筋比	$p_w=a_w/(B_c \cdot X)$ (%)	0.61%	0.61%
柱型必要横補強筋比	p_{jwh}=max(0.3%, p_w) (%)	0.61%	0.61%
柱型横補強筋・必要組数		18	13
柱型全補強筋量(設計値)	$\Sigma p_{jwh} \cdot \sigma_{wy}$(N/mm^2)	2.14	2.27
$\Sigma p_j \cdot \sigma_y$	$=\{(\phi_s \cdot R_{uD}/R_{ua})-\alpha_{wo}\}F_c/\beta_w$ (N/mm^2)	0.00	0.25
判定③(p_w≧p_{jwh}かつ$\Sigma p_{jwh} \cdot \sigma_{wy}$≧$\Sigma p_j \cdot \sigma_y$)		OK	OK
定着部拘束筋引張耐力	$T_{Hy}=A_H \cdot \sigma_{wyH}$ (kN)	352	470
引張力伝達係数	T_{HY}/T_{gy}	0.12	0.13
判定④(T_{HY}/T_{gy}≧0.1)		OK	OK
柱型最小寸法比	D_g/H_c	1.54	1.15
判定⑤(D_g/H_c≧1.0)		OK	OK
柱型部設計せん断力	$V_{muh}=\xi_h \cdot Q_{cu}$(kN)	2291	3194
柱型部せん断終局耐力	$V_{puh}=\kappa_u \cdot \phi \cdot F_j \cdot b_j \cdot D_{jh}$(kN)	5328	5328
柱型部せん断余裕度	$\lambda_p=V_{puh}/V_{muh}$	2.33	1.67
判定⑥(λ_p≧1.0)		OK	OK

(3) C 建物

C 建物で採用した NC ベース(8 本タイプ)は非保有耐力接合として、「各部構造規定検定」と「柱型部せん断検定」を行う。C 建物の柱脚・柱型諸元を表 6.4.3(3.1)、基礎梁断面リストを表 6.4.3(3.2)、各部構造規定検定結果および柱型部せん断検定結果を表 6.4.3(3.3)に示す。表 6.4.3(3.1)では、「各部構造規定検定」で用いる柱型諸元を表 6.4.2(3.1)より転記している。

表 6.4.3(3.3)では、図 6.4.1(3)の検討部位 C1 の「各部構造規定検定結果」①～⑤および「柱型部せん断検定結果」⑥(図 6.1.1 の検定計算フロー 参照)を示すとともに、式(検定 3)の柱型横補強筋・必要組数を示している。式(検定 3)では、NC ベース工法(P シリーズ)設計ハンドブック 3.4 節「RC 基礎柱型部の設計 3.4.4 による柱型頂部フープ筋ダブル巻きの規定を考慮して 1 組加算している。

また、表 6.4.3(3.3)の算定時には、後述の詳細図 3 の柱型配筋詳細を考慮し、基礎梁上下 1 段筋中心かぶり厚さ dt_T, dt_B および 1 段筋と 2 段筋の中心間距離 P_{12} を標準値よりも大きくしている。

一方、B 建物と同様、ト形柱型部設計せん断力 V_{muh} の算定に用いる杭のせん断長さ h_2 は、$h_{o2}=4D_p$ (D_p：杭径) として算出している(5.1 節の解説(1) 参照)。

表 6.4.3(3.1)　C 建物の柱脚・柱型諸元

柱記号	製品記号	アンカーボルト				ベースプレート			柱型諸元													柱型最小 h (mm)
											柱型主筋					柱型横補強筋					
		本数	軸径 da (mm)	Lab (mm)	Lab /da	t (mm)	Bp (Dp) (mm)	jta1 (mm)	Fc (N/mm^2)	Bc (Dc) (mm)	本数	呼び名	d (mm)	a (mm^2)	pg (%)	呼び名	nw (本)	aw (mm^2)	X (mm)	pw (%)	
C1	PK-700-8X-64	8	64	1280	20	75	1030	875	30	1400	40	D32	32	794	1.62	D16	4	199	150	0.38	1487
C4	PK-700-8X-64	8	64	1280	20	75	1030	875	30	1400	20	D29	29	642	0.66	D16	4	199	110	0.52	1487
C2,C3	PK-700-8L-56	8	56	1120	20	70	1000	865	30	1350	36	D29	29	642	1.27	D16	4	199	150	0.39	1323

Lab：アンカーボルト定着長さ、 t ：最大厚さ、Bp,Dp：ベースプレート幅(せい)、jta1：最外縁アンカーボルト中心間距離、Bc,Dc：柱型幅(せい)
a：柱型主筋断面積、pg：柱型主筋比、nw,aw,X：1組の柱型横補強筋の本数、断面積と間隔、pw=aw/(Bc･X)：帯筋比
(柱型主筋鋼種) D16の場合：SD295、D19～D25の場合：SD345、D29以上：SD390、(柱型横補強筋鋼種)すべてSD295
(柱型諸元) 設計ハンドブックによる標準仕様

表 6.4.3(3.2)　C 建物の基礎梁断面リスト

位置	FG1			FG2		FG3			FG4		FG11			FG12		
	外端	中央	内端	端部	中央	外端	中央	内端	端部	中央	外端	中央	内端	外端	中央	内端
Dg×Dg(mm)	1000×2500			1000×2500		1000×2500			1000×2500		1000×2500			1000×2500		
上端筋	8+6-D38	8-D38	8+2-D38	8+2-D38	8-D38	8+8-D38	8+4-D38	8+4-D38	8+4-D38	8+2-D38	8+4-D38	8-D38	8+2-D38	8+8-D38	8+4-D38	8+6-D38
下端筋	6+4-D38	6+2-D38	6+2-D38	6+2-D38	6+2-D38	6+6-D38	6+4-D38	6+4-D38	6+4-D38	6+4-D38	6+4-D38	6+2-D38	6+2-D38	6+6-D38	6+4-D38	6+4-D38
スタラップ	4-D13@200			4-D13@200		4-D13@200			4-D13@200		4-D13@200			4-D13@200		

表 6.4.3(3.3)　C 建物の各部構造規定検定結果および柱型部せん断検定結果

柱記号		C1	C1
基礎梁記号		FG1	FG11
アンカーボルトの種類(既製品、非既製品)		既製品	既製品
設計区分 (Ⅱ, Ⅰ)		Ⅱ	Ⅱ
直交梁の種別 (両側, 片側, 無)		片側	片側
コンクリート設計基準強度	F_c(N/mm^2)	36	36
1階・構造階高	h_1(mm)	7085	7085
スパン長	l(mm)	9000	9000
2層目鉄骨梁せい	D_{sg}(mm)	800	800
基礎梁幅	B_g(mm)	1000	1000
基礎梁せい	D_g(mm)	2500	2500
梁上1段筋中心のかぶり厚さ	dtT(mm)	165	165
梁下1段筋中心のかぶり厚さ	dtB(mm)	125	125
1段筋と2段筋の中心間距離	P_{12} (mm)	135	135
(基礎梁主筋)	鋼種	SD490	SD490
	呼び名	D38	D38
上端1段筋本数	n1上	8	8
上端2段筋本数	n2上	6	4
上端3段筋本数	n3上	0	0
下端1段筋本数	n1下	6	6
下端2段筋本数	n2下	4	4
下端3段筋本数	n3下	0	0
基礎梁主筋定着長さ(入力値)	l_{ag}(mm)	1140	1140
柱型幅	B_c(mm)	1400	1400
柱型せい	D_c(mm)	1400	1400
柱型最小高さ	H_c(mm)	1487	1487
(柱型主筋)	鋼種	SD390	SD390
	呼び名	D32	D32
柱型主筋全本数	nc (本)	40	40
柱型部横補強筋	鋼種	SD295	SD295
	呼び名	D16	D16
	1組の本数	4	4
	間隔X(mm)	150	150
定着部拘束筋	1組の本数	4	4
	組数nH	4	4
(アンカーボルト)	軸径d_a (mm)	64	64
最外縁アンカーボルト中心間距離	j_{ta1} (mm)	875	875
杭直径	D_p(mm)	1800	1800
フーチング出寸法	Δh_2(mm)	400	400
基礎梁主筋定着長さ比	l_{ag}/d_b	30.0	30.0
	l_{ag}/D_c	0.81	0.81
必要定着長さ比	l_{ao}/d_b	21.2	21.3
	max{l_{ao}/d_b, 16}	21.2	21.3
	$L_{ag}=(D_c+j_{ta1})/2$ (mm)	1138	1138
判定①($\ell_{ag}\geqq$max(l_{ao}, 16d_b, L_{ag})かつ$l_{ao}/d_b\leqq$25)		OK	OK
アンカボルト中心かぶり厚さ	C_{sa} (mm)	262.5	262.5
	C_{sa}/d_a	4.1	4.1
判定②($C_{sa}/d_a\geqq$4)		OK	OK
柱型帯筋比	$p_w=a_w/(B_c\cdot X)$ (%)	0.38%	0.38%
柱型必要横補強筋比p_{jwh}=max(0.3%, p_w) (%)		0.38%	0.38%
柱型横補強筋・必要組数		16	16
柱型全補強筋量(設計値)	$\Sigma p_{jwh}\cdot\sigma_{wy}$(N/mm^2)	1.53	1.53
$\Sigma p_j\cdot\sigma_y=\{(\phi_s\cdot R_{uD}/R_{ua})-\alpha_{wo}\}F_c/\beta_w$ (N/mm^2)		0.64	0.38
判定③($p_w\geqq p_{jwh}$かつ$\Sigma p_{jwh}\cdot\sigma_{wy}\geqq\Sigma p_j\cdot\sigma_y$)		OK	OK
定着部拘束筋引張耐力	$T_{Hy}=A_H\cdot\sigma_{wyH}$ (kN)	939	939
引張力伝達係数	T_{HY}/T_{gy}	0.17	0.17
判定④($T_{HY}/T_{gy}\geqq$0.1)		OK	OK
柱型最小寸法比	D_g/H_c	1.68	1.68
判定⑤($D_g/H_c\geqq$1.0)		OK	OK
柱型部設計せん断力	$V_{muh}=\xi_h\cdot Q_{cu}$(kN)	5615	4789
柱型部せん断終局耐力	$V_{puh}=\kappa_u\cdot\phi\cdot F_j\cdot b_j\cdot D_{jh}$(kN)	8000	8000
柱型部せん断余裕度	$\lambda_p=V_{puh}/V_{muh}$	1.42	1.67
判定⑥($\lambda_p\geqq$1.0)		OK	OK

6.5　検討建物の柱型部配筋詳細図

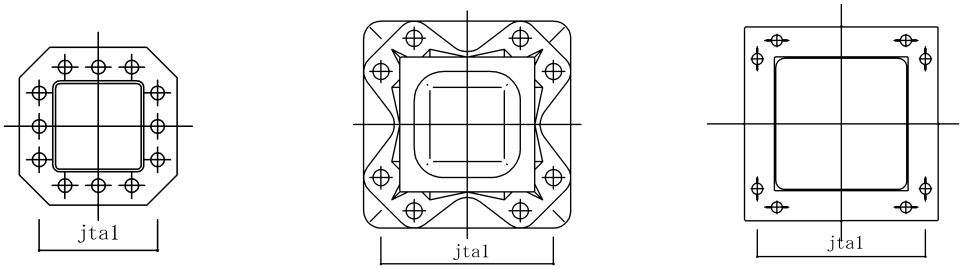
6.5.1　基本事項

(1) 基礎梁主筋の配置

本編 4.2 節 1)では、最外縁アンカーボルト中心間距離 jta 区間内の基礎梁主筋定着長さℓag≧min(ℓao, 16db, Lag)を規定し、本編 4.2 節 2)では、jta 区間外の基礎梁上端筋定着部は RC 構造設計指針 14.2 節(2)、基礎梁下端筋定着部は同指針 14.2 節(3)によるとした。ℓao は必要定着長さ、db は基礎梁主筋呼び名の値、Lag=(Dc+jta)/2 であり、Dc は柱型部せいを示す。本編では、基礎梁主筋の間隔が JASS5 の鉄筋間隔以上となるように、jta 区間内と jta 区間外の基礎梁主筋本数を定めることにしている。

既製品露出柱脚の場合、図 6.5.1 の最外縁アンカーボルト中心間距離 jta1 区間で、下式の基礎梁主筋平均間隔 Xg が JASS5 の鉄筋間隔以上とし、柱型部内でアンカーボルトと基礎梁主筋が干渉しないように、基礎梁主筋 1 列の本数 nag を決定する。

$$Xg=jta1/(nag-1) \qquad \text{(検定 5)}$$



(a) ベースパック (形状ニ)　(b) ハイベース NEO【G タイプ】　(c) NC ベース P (8 本タイプ)

図 6.5.1　既製品露出柱脚の jta1 区間(例)

(2) 柱型主筋の配置

既製品露出柱脚の場合、アンカーボルト位置は各製品で定まるので、JASS5 の鉄筋間隔を確保しつつ、柱型部内のアンカーボルト、柱型主筋、基礎梁主筋が干渉しないように、柱型主筋位置を決定する。

その際、柱型主筋(隅筋)中心かぶり厚さ dt は柱型主筋(隅筋)中心の寄り寸法Δco を考慮して定め、下式による柱型主筋中心の平均間隔 Xc が JASS5 の鉄筋間隔を上回ることを確認する。

$$Xc=(Bc-2dt)/nco,\ nco=(nc/4)+1 \qquad \text{(検定 6)}$$

ここに、Bc：柱型幅、dt：柱型主筋(隅筋)中心かぶり厚さ

nc：柱型主筋全本数、nco：柱型主筋 1 列の本数

(3) 各検討建物の共通事項

各検討建物ともに、柱型主筋(隅筋)中心かぶり厚さ dt(表 6.5.1(1)、表 6.5.2(1)、表 6.5.3(1)および基礎梁主筋(隅筋)中心かぶり厚さ dtxo(表 6.5.1(2)、表 6.5.2(2)、表 6.5.3(2)は、それぞれ直接土に接する柱・梁・壁・床および布基礎の立上り部分の設計かぶり厚さ(50mm)を考慮した AIJ「RC 造配筋指針」記載の値とした。

表 6.5.1(2)、表 6.5.2(2)、表 6.5.3(2)中の dtxo は基礎梁主筋(隅筋)中心側面かぶり厚さの最小値であり、同表中の基礎梁定着長さℓag は詳細図 1～詳細図 3 による値である。

一方、詳細図 1～詳細図 3 では、パイルキャップと杭は姿図のみを示し、アンカーフレームとの干渉は考慮していない。また、杭頭補強筋の定着長さは、本編 3 章(2)(d)に従い柱型部下面から L2 または L2h

以上とし、柱型主筋と杭頭補強筋との間は、AIJ「RC 造配筋指針」によるあき重ね継手とする。L2,L2h は JASS 5 の直線定着長さおよびフック付き定着長さを示す。

6.5.2 各建物の柱型部配筋詳細図

(1) A 建物

A 建物の柱型部配筋詳細(ベースパックⅡ型 50-22R)を詳細図 1、柱型主筋 1 列の本数 nco と平均間隔 Xc を表 6.5.1(1)、jta1 区間の基礎梁主筋平均間隔 Xg と基礎梁主筋定着長さℓag を表 6.5.1(2)に示す。

詳細図 1 では、柱型主筋下端を定着金物付きとし、FG14 下端筋の直下に、γHg=THy/Tgy=0.1 以上の定着部拘束筋 2-D16-3 組を配置している。THy は定着部拘束筋足部の全降伏引張耐力、Tgy は基礎梁下端筋の降伏引張耐力である(本編 5.4 節 参照)。

また、FG14 主筋を下側、FG3 主筋を上側に配置し、FG3 主筋の上部より、かんざし筋(必要組数)を、順次、定着金物近傍より配置している。

かんざし筋の必要組数=Roundup(awv/awvo), awv=pjwv･Bc･Dc

pjwv：かんざし筋比(0.1%)、awvo：かんざし筋 1 組の断面積、Bc,Dc：柱型部の幅とせい

表 6.5.1(1)　A 建物の柱型主筋 1 列の本数 nco と平均間隔 Xc

柱 記号	Bc (mm)	nc (本)	db (mm)	dt (mm)	Rx (mm)	nco (本)	Xc (mm)	Xc /db	dto (mm)	dto /db	判 定
C1	900	16	25	85	730	5	183	7.3	66	2.6	OK
C2～C4	1050	24	25	85	880	7	147	5.9	66	2.6	OK

Bc：柱型幅、nc：柱型主筋全本数、nco：柱型主筋1列の本数、db：主筋呼び名の値
dt：柱型主筋(隅筋)中心かぶり厚さ、Rx=Bc-2dt、Xc：柱型主筋平均間隔
dto：JASS5の鉄筋間隔、判定：Xc≧dtoの時"OK"

表 6.5.1(2)　A 建物の jta1 区間の基礎梁主筋平均間隔 Xg および基礎梁主筋定着長さℓag

基礎梁 記号	nag (本)	db (mm)	jta1 (mm)	Xg (mm)	Xg /db	dto (mm)	dto /db	判 定	dtxo (mm)	ℓag (mm)	ℓag /Dc	ℓag /db
FG1～FG3,FG11	5	29	690	173	5.9	77	2.6	OK	90	930	0.89	32.1
FG12～FG14	6	29	690	138	4.8	77	2.6	OK	90	930	0.89	32.1

nag：jta1区間の基礎梁主筋本数、db：主筋呼び名の値、dto：JASS5の鉄筋間隔
jta1：最外縁アンカーボルト中心間距離、Xg：jta1区間の平均間隔、判定：Xg≧dtoの時"OK"
dtxo：基礎梁主筋(隅筋)中心側面かぶり厚さの最小値、Dc：柱型部せい

柱記号	鉄骨柱サイズ	露出柱脚製品番号	アンカーボルト		ベースプレート			(柱型諸元)			定着部拘束筋	かんざし筋
			本数-呼び	Lab(mm)	t(mm)	Bp(Dp)	jta1(mm)	Bc(Dc)(mm)	主筋	横補強筋		
C1	□-750×750×28	G750-12-48	12-M48	910	47	1030	900	1300	40-D29	4-D16-18(13)組	2-D16-3組	U-D13-7組

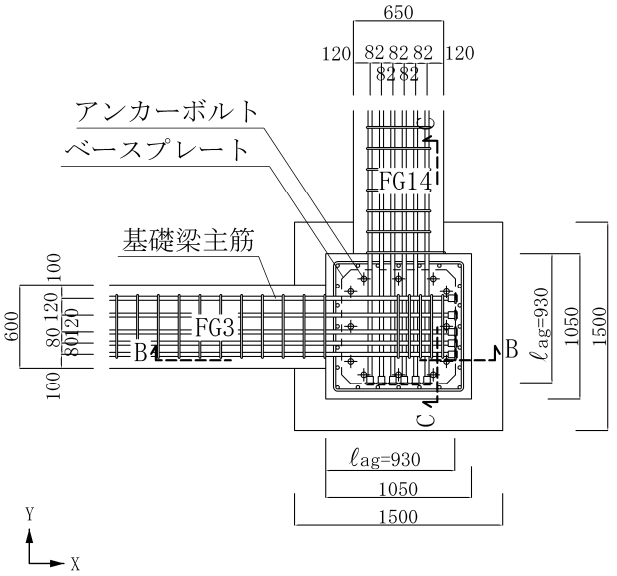
Lab：アンカーボルト定着長さ、 t ：最大厚さ、Bc,Dc：柱型部幅(せい)、Bp(Dp)：ベースプレート幅(せい)、 jta1：最外縁アンカーボルト中心間距離
(鋼種)柱型主筋：SD345、柱型横補強筋、定着部拘束筋、かんざし筋：SD295

基礎梁記号	Bg×Dg (mm)	上端筋	下端筋	横補強筋
FG1	900×2000	7-D35	7-D35	2-D16@150
FG11	900×1500	7+2-D32	7+2-D32	2-D16@150

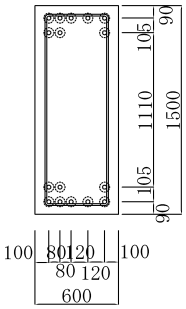
Bg,Dg：基礎梁断面幅(せい)、(鋼種)主筋：SD390、横補強筋：SD295

基礎記号	基礎形状寸法(mm)			杭別	杭寸法 (mm)	
	幅(せい)	高さ	出寸法		直径	杭頭根入
F2	1500	2250	650	SC杭	600	250

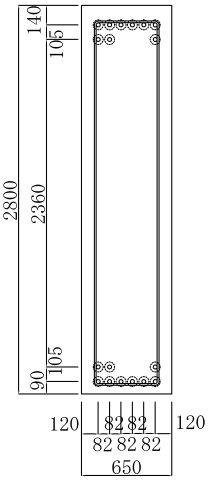
出寸法：基礎梁底から基礎底までの寸法
杭頭根入：基礎底から杭天端までの寸法



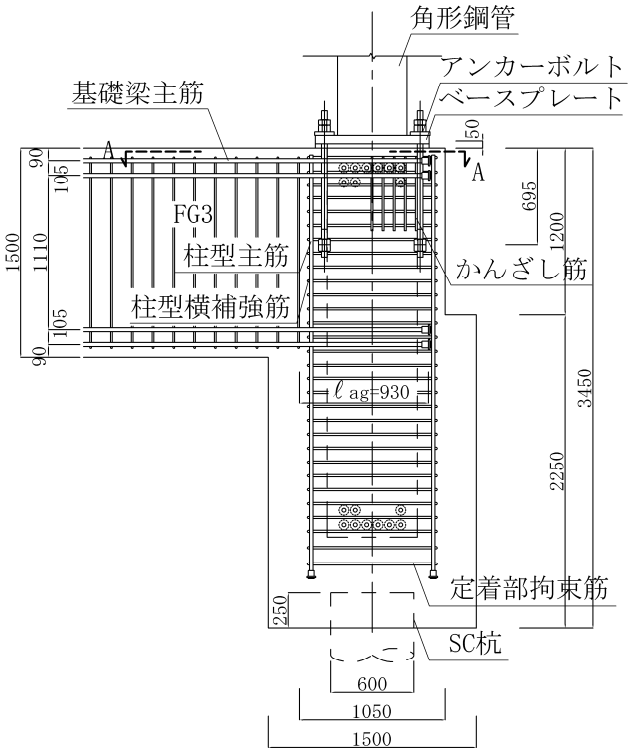
(A-A 断面図)



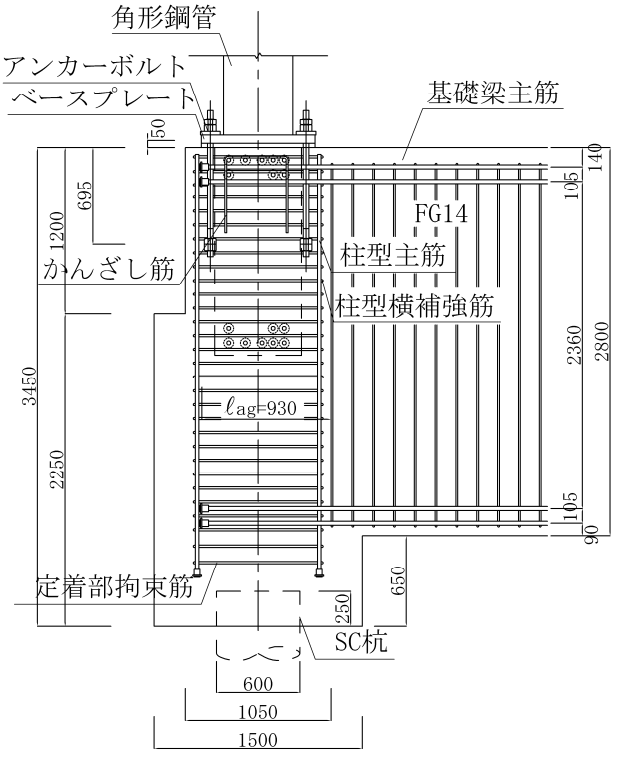
(FG14 断面図)



(FG3 断面図)



(B-B 断面図)



(C-C 断面図)

(寸法単位：mm)

詳細図 1　A 建物の柱型部配筋詳細(ベースパックⅡ型 50-22R)

(2) B 建物

B 建物の柱型部配筋詳細(ハイベース NEO(G タイプ))を詳細図 2、柱型主筋 1 列の本数 nco と平均間隔 Xc を表 6.5.2(1)、jta1 区間の基礎梁主筋平均間隔 Xag と基礎梁主筋定着長さℓag を表 6.5.2(2)に示す。

詳細図 2 では、柱型主筋下端を定着金物付きとし、FG1 下端筋の直下に、γ Hg=THy/Tgy=0.1 以上の定着部拘束筋 2-D16-3 組を配置している。THy は定着部拘束筋足部の全降伏引張耐力、Tgy は基礎梁下端筋の降伏引張耐力である(本編 5.4 節 参照)。一方、FG11 下端筋定着部は、RC 構造設計指針 12.1 節(1)の鉛直スタブ付き L 形接合部における梁上端筋と同様に扱うことができる。

また、FG1 主筋を下側、FG11 主筋を上側に配置し、FG11 主筋の上部より、かんざし筋(必要組数)を、順次、定着金物近傍より配置している。

かんざし筋の必要組数=Roundup(awv/awvo), awv=pjwv・Bc・Dc

pjwv：かんざし筋比(0.1%)、awvo：かんざし筋 1 組の断面積、Bc,Dc：柱型部の幅とせい

表 6.5.2(1)　B 建物の柱型主筋 1 列の本数 nco と平均間隔 Xc

柱 記号	Bc (mm)	nc (本)	db (mm)	dt (mm)	Rx (mm)	nco (本)	Xc (mm)	Xc /db	dto (mm)	dto /db	判 定
C1	1300	40	29	90	1120	11	112	3.9	77	2.6	OK
C2	1100	40	29	90	920	11	92	3.2	77	2.6	OK

Bc：柱型幅、nc：柱型主筋全本数、nco：柱型主筋1列の本数、db：主筋呼び名の値
dt：柱型主筋(隅筋)中心かぶり厚さ、Rx=Bc-2dt、Xc：柱型主筋平均間隔
dto：JASS5の鉄筋間隔、判定：Xc≧dtoの時"OK"

表 6.5.2(2)　B 建物の jta1 区間の基礎梁主筋平均間隔 Xg および基礎梁主筋定着長さℓag

基礎梁 記号	nag (本)	db (mm)	jta1 (mm)	Xg (mm)	Xg /db	dto (mm)	dto /db	判 定	dtxo (mm)	ℓag (mm)	ℓag /Dc	ℓag /db
FG1,FG2	7	35	900	150	4.3	93	2.6	OK	100	1160	0.89	33.1
FG11	7	32	900	150	4.7	84	2.6	OK	100	1160	0.89	36.3

nag：jta1区間の基礎梁主筋本数、db：主筋呼び名の値、dto：JASS5の鉄筋間隔
jta1：最外縁アンカーボルト中心間距離、Xg：jta1区間の平均間隔、判定：Xg≧dtoの時"OK"
dtxo：基礎梁主筋(隅筋)中心側面かぶり厚さの最小値、Dc：柱型部せい

柱記号	鉄骨柱サイズ	露出柱脚製品番号	アンカーボルト		ベースプレート			(柱型諸元)			定着部拘束筋	かんざし筋
			本数-呼び	Lab(mm)	t(mm)	Bp(Dp)	jta1(mm)	Bc(Dc)(mm)	主筋	横補強筋		
C1	□-700×700×32	PK700-8X-64	8-M64	1280	75	1030	875	1400	40-D32	4-D16-17組	4-D16-4組	U-D13-8組

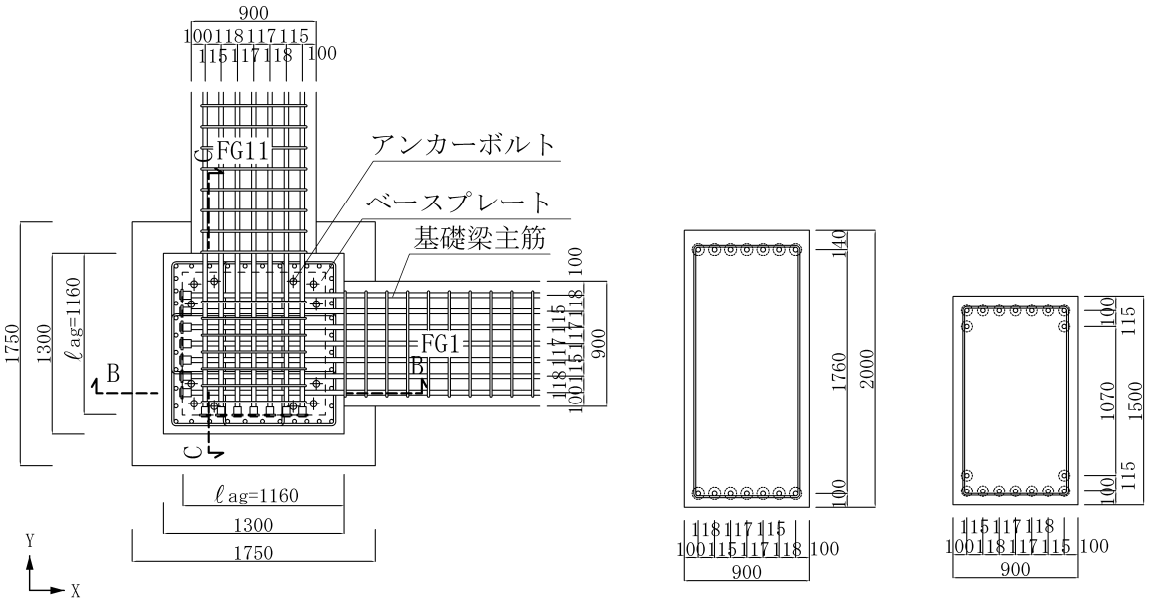
Lab：アンカーボルト定着長さ、 t ：最大厚さ、Bc,Dc：柱型部幅(せい)、Bp(Dp)：ベースプレート幅(せい)、 jta1：最外縁アンカーボルト中心間距離
(鋼種)柱型主筋：SD345、柱型横補強筋、定着部拘束筋、かんざし筋：SD295

基礎梁記号	Bg×Dg (mm)	上端筋	下端筋	横補強筋
FG1	1000×2500	8+6-D38	6+4-D38	4-D13@200
FG11	1000×2500	8+4-D38	6+4-D38	4-D13@200

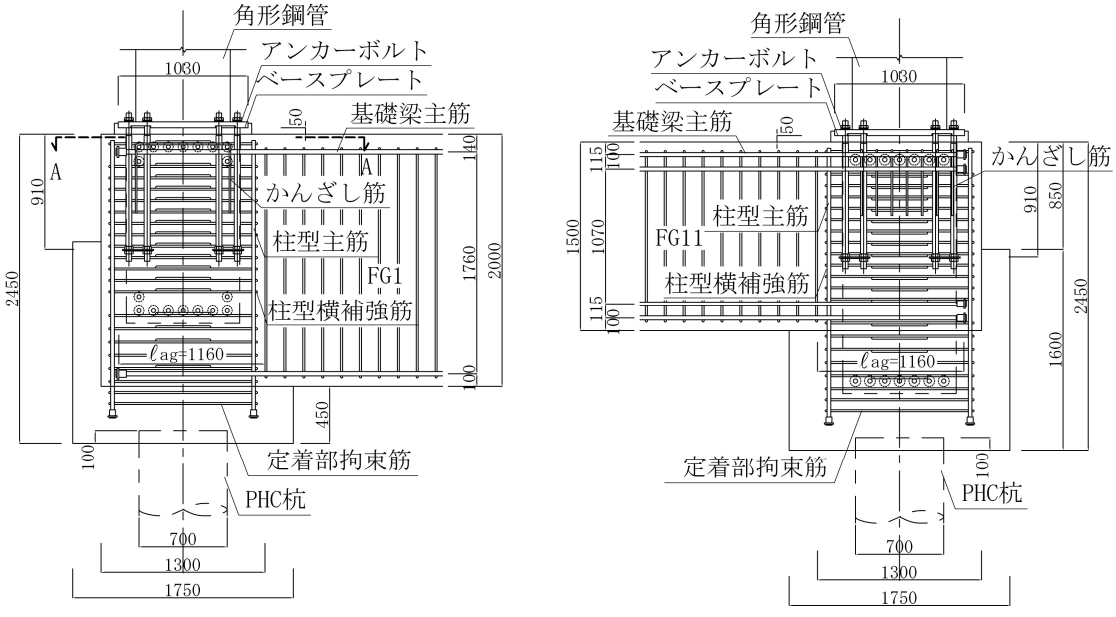
Bg,Dg：基礎梁断面幅(せい)、(鋼種)主筋：SD490、横補強筋：SD295

基礎記号	基礎形状寸法(mm)			杭別	杭寸法 (mm)	
	幅(せい)	高さ	出寸法		直径	杭頭根入
F1	1750	1600	450	PHC杭	700	100

出寸法：基礎梁底から基礎底までの寸法
杭頭根入：基礎底から杭天端までの寸法



(A-A 断面図)　(FG1 断面図)　(FG11 断面図)



(B-B 断面図)　(C-C 断面図)

(寸法単位：mm)

詳細図 2　B 建物の柱型部配筋詳細(ハイベース NEO(G タイプ))

(3) C 建物

C 建物の柱型部配筋詳細(NC ベース(8 本タイプ))を詳細図 3、柱型主筋 1 列の本数 nco と平均間隔 Xc を表 6.5.3(1)、jta1 区間の基礎梁主筋平均間隔 Xag と基礎梁主筋定着長さℓag を表 6.5.3(2)に示す。

C 建物の場合、基礎梁上下主筋 FG1,FG11 はいずれも 2 段筋であり、柱型横補強筋は XY 両方向ともに中子筋併用の 4-D16-16 組としているので、基礎梁上下 1 段筋中心かぶり厚さ dtT,dtB および 1 段筋と 2 段筋の中心間距離 P12 を標準値よりも大きくしている(6.4.3 項(3) 参照)。

詳細図 3 では、柱型主筋下端を定着金物付きとし、FG1 下端筋の直下に、γHg=THy/Tgy=0.1 以上の定着部拘束筋 2-D16-8 組を配置している。THy は定着部拘束筋足部の全降伏引張耐力、Tgy は基礎梁下端筋の降伏引張耐力である(本編 5.4 節 参照)。

また、FG1 主筋を下側、FG11 主筋を上側に配置し、FG11 主筋の上部より、かんざし筋(必要組数)を、順次、定着金物近傍より配置している。

かんざし筋の必要組数=Roundup(awv/awvo), awv=pjwv・Bc・Dc

pjwv：かんざし筋比(0.1%)、awvo：かんざし筋 1 組の断面積、Bc,Dc：柱型部の幅とせい

表 6.5.3(1)　C 建物の柱型主筋 1 列の本数 nco と平均間隔 Xc

柱 記号	Bc (mm)	nc (本)	db (mm)	dt (mm)	Rx (mm)	nco (本)	Xc (mm)	Xc /db	dto (mm)	dto /db	判 定
C1	1400	40	32	90	1220	11	122	3.8	84	2.6	OK
C2	1350	36	29	90	1170	10	130	4.5	80	2.7	OK

Bc：柱型幅、nc：柱型主筋全本数、nco：柱型主筋1列の本数、db：主筋呼び名の値
dt：柱型主筋(隅筋)中心かぶり厚さ、Rx=Bc-2dt、Xc：柱型主筋平均間隔
dto：JASS5の鉄筋間隔、判定：Xc≧dtoの時"OK"

表 6.5.3(2)　C 建物の jta1 区間の基礎梁主筋平均間隔 Xg および基礎梁主筋定着長さℓag

基礎梁 記号	nag (本)	db (mm)	jta1 (mm)	Xg (mm)	Xg /db	dto (mm)	dto /db	判 定	dtxo (mm)	ℓag (mm)	ℓag /Dc	ℓag /db
FG1～FG3,FG11,FG12	8	38	875	125	3.3	100	2.6	OK	105	1250	0.89	32.9

nag：jta1区間の基礎梁主筋本数、db：主筋呼び名の値、dto：JASS5の鉄筋間隔
jta1：最外縁アンカーボルト中心間距離、Xg：jta1区間の平均間隔、判定：Xg≧dtoの時"OK"
dtxo：基礎梁主筋(隅筋)中心側面かぶり厚さの最小値、Dc：柱型部せい

柱記号	鉄骨柱サイズ	露出柱脚製品番号	アンカーボルト		ベースプレート			(柱型諸元)			定着部拘束筋	かんざし筋
			本数-呼び	Lab(mm)	t(mm)	Bp(Dp)	jta1(mm)	Bc(Dc)(mm)	主筋	横補強筋		
C1	□-700×700×32	PK700-8X-64	8-M64	1280	75	1030	875	1400	40-D32	4-D16-17組	4-D16-4組	U-D13-8組

Lab：アンカーボルト定着長さ、 t ：最大厚さ、Bc,Dc：柱型部幅(せい)、Bp(Dp)：ベースプレート幅(せい)、 jta1：最外縁アンカーボルト中心間距離
(鋼種)柱型主筋：SD345、柱型横補強筋、定着部拘束筋、かんざし筋：SD295

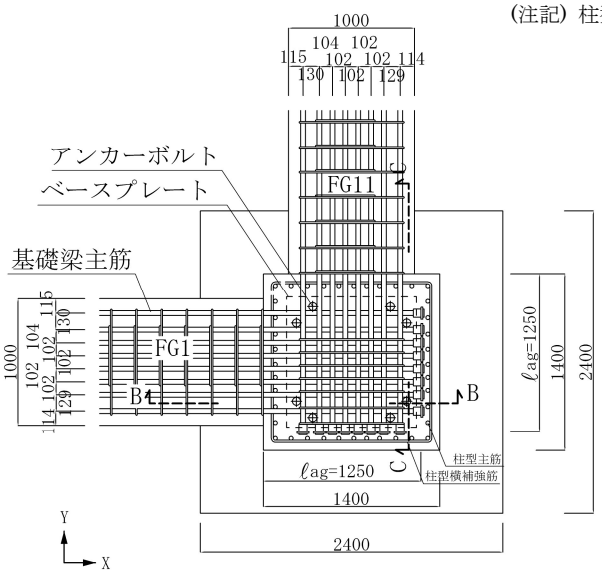
基礎梁記号	Bg×Dg (mm)	上端筋	下端筋	横補強筋
FG1	1000×2500	8+6-D38	6+4-D38	4-D13@200
FG11	1000×2500	8+4-D38	6+4-D38	4-D13@200

Bg,Dg：基礎梁断面幅(せい)、(鋼種)主筋：SD490、横補強筋：SD295

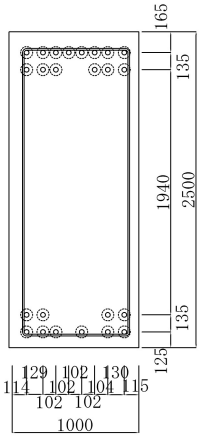
基礎記号	基礎形状寸法(mm)			杭種別	杭直径 (mm)
	幅(せい)	高さ	出寸法		
F1	2400	2000	400	場所打ち杭	1800

出寸法：基礎梁底から基礎底までの寸法
杭頭根入(300mm)：基礎底から杭天端までの寸法

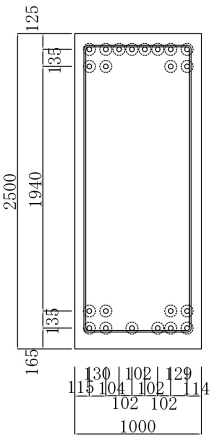
(注記) 柱型横補強筋および定着部拘束筋は、すべて囲形中子筋併用とする。



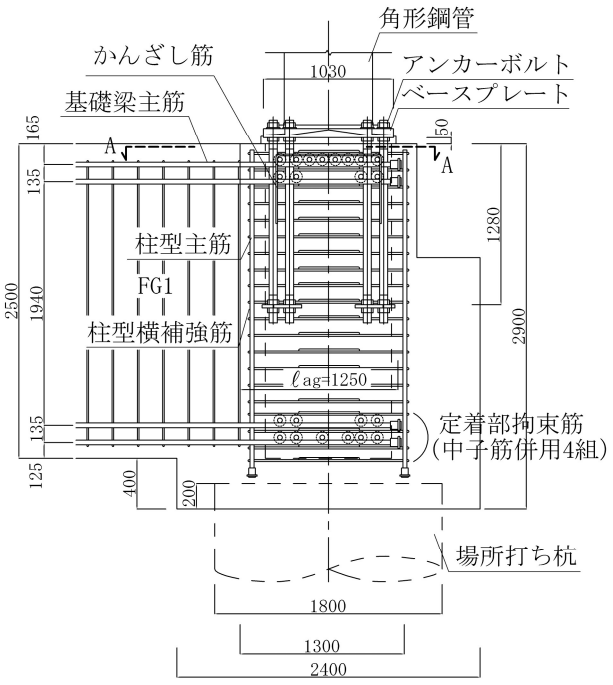
(A-A 断面図)



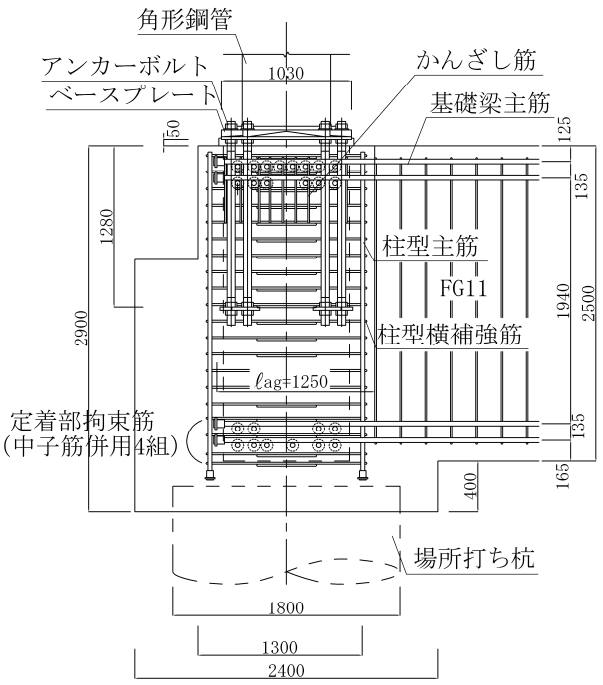
(FG1 断面図)



(FG11 断面図)



(B-B 断面図)



(C-C 断面図)

(寸法単位：mm)

詳細図 3　C 建物の柱型部配筋詳細(NC ベース(8 本タイプ))

【鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部関連の参考文献】

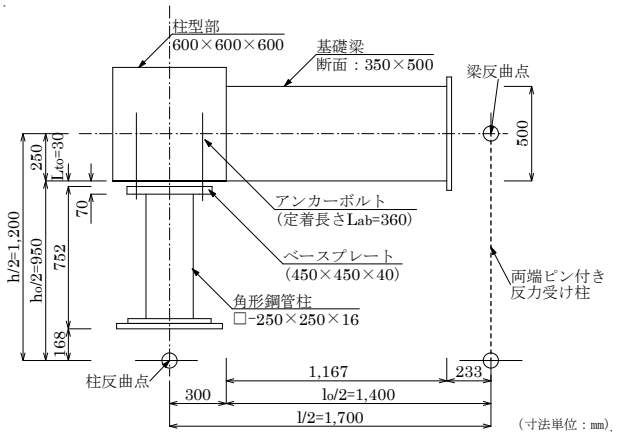
1) 国土交通省住宅局監修：2025 年版 建築物の構造関係技術基準解説書、付 1-2.6 柱脚の設計の考え方、pp.667-688, 2025
2) 日本建築学会：鋼構造接合部設計指針 7.2 露出柱脚の設計、pp.298-336, 2021
3) 日本建築学会：鋼構造許容応力度設計規準(2019 年)
4) 日本建築学会：鋼構造塑性設計指針(2017 年)
5) 日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5 鉄筋コンクリート工事、10 節 鉄筋工事、2022
6) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説、2021
7) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建築物の靭性保証型耐震設計指針・同解説、1999
8) 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
9) 日本建築学会：各種合成構造設計指針・同解説、第 4 編 各種アンカーボルト設計指針 5.1 節 頭付きアンカー・A 種の設計、pp.306-317, 2023
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、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
12) 益尾潔、井上寿也、足立将人：機械式定着工法によるト形、T 形、L 形接合部のひび割れ損傷の評価(その１～その 3)、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造Ⅳ、pp.271-276, 2005.8
13) 益尾潔、堂下航、足立将人、田川浩之：機械式柱主筋外定着方式による最上階 RC 造 L 形柱梁接合部の構造性能、日本建築学会構造系論文集、第 697 号、pp.411-418, 2014.3
14) 益尾潔、堂下航、足立将人：機械式定着による幅広梁付き RC 造 L 形接合部の構造性能、日本建築学会技術報告集、第 20 巻、第 46 号、pp.951-956, 2014.10
15) 益尾潔、申範昊: 円形定着板で梁主筋を定着した幅広梁付き RC 造 L 形接合部の構造性能、日本建築学会技術報告集、第 22 巻、第 51 号、pp.517-521, 2016.6
16) (一社)建築構造技術支援機構：SABTEC 高強度せん断補強筋設計施工指針(2023 年)、7 章「中段筋梁の設計」、pp.34-43, 2023.8

（付録 1）開発実験概要

(1) 実験計画の基本事項

本実験では、基礎梁下面に地反力が生じない直接基礎を想定した L 形架構試験体について、RC 造 L 形接合部実験 [10] と同様、付図 1 の加力方法によって正負繰り返し加力を行った。ただし、試験体製作時には、基礎梁を下側、鋼管柱を上側にして施工し、実験前に試験体を反転させて加力した。

実験計画では、直交基礎梁の最外縁主筋を超えた位置に基礎梁端部の定着金物を配置することを基本とし、基礎梁主筋、柱型主筋とアンカーボルトが干渉しないように、柱型部配筋詳細を決定した。



付図 1 試験体全体寸法および加力方法

(2) 試験体形状寸法および実験因子

実験計画一覧を付表 1、代表的試験体の柱型部配筋詳細を付図 2、アンカーボルト定着部詳細を付図 3 に示す。付図 2 はアンカーボルト 8 本タイプ試験体の柱型部配筋詳細であり、アンカーボルト 6 本タイプ試験体の柱型部配筋詳細は付図 2 中の中段アンカーボルト(2 本)をなくした場合となる。

実験因子は①基礎梁主筋定着種別(U 型定着、機械式定着)、②定着金物種別(ネジ節鉄筋型、円形定着板型)、③アンカーボルト本数(8 本,6 本)、④コンクリートの目標圧縮強度(Fc27,Fc40)、⑤柱型主筋頭部定着金物の有無(有：系列 1,2、無：系列 3～5)、⑥柱型横補強筋鋼種(SD295A、785N/mm^2 級)、⑦アンカーボルト定着長さ Lab(12da、16.7da)とした。da はアンカーボルト軸部の直径を示す。

1) 基礎梁主筋鋼種は、柱型部せん断余裕度に応じて、アンカーボルト 8 本タイプでは SD490、6 本タイプでは SD345 とし、基礎梁曲げ終局耐力は鋼管柱全塑性曲げ耐力 Msp の 0.6～0.9 倍程度とした。
2) 機械式定着ではネジ節 1(ネジプレート(JFE 条鋼))、ネジ節 2(タフナット(共英製鋼))、円形 1(FRIP 定着板(伊藤製鐵所)、円形 2(EG 定着板(合同製鐵))、円形 3(DB ヘッド(ディビーエス))とした。
3) 系列 1,2 の場合、柱型主筋鋼種は、アンカーボルト 8 本タイプが SD490、6 本タイプが SD345 とし、機械式定着試験体の柱型主筋頭部は定着金物付きとした。系列 3～5 の場合、系列 1,2 の実験結果を踏まえ、いずれも柱型主筋鋼種は SD345 とし、柱型主筋頭部は直線定着とした。
4) 系列 1,2 の場合、基礎梁主筋機械式定着試験体のアンカーボルト 8 本タイプおよび 6 本タイプについて、それぞれコンクリートの目標圧縮強度を Fc27 と Fc40 とした。
5) 系列 1,2 の実験結果を踏まえ、系列 5 の試験体 No.15 では柱型横補強筋鋼種の影響、試験体 No.16 ではアンカーボルト定着長さの影響を調べた。

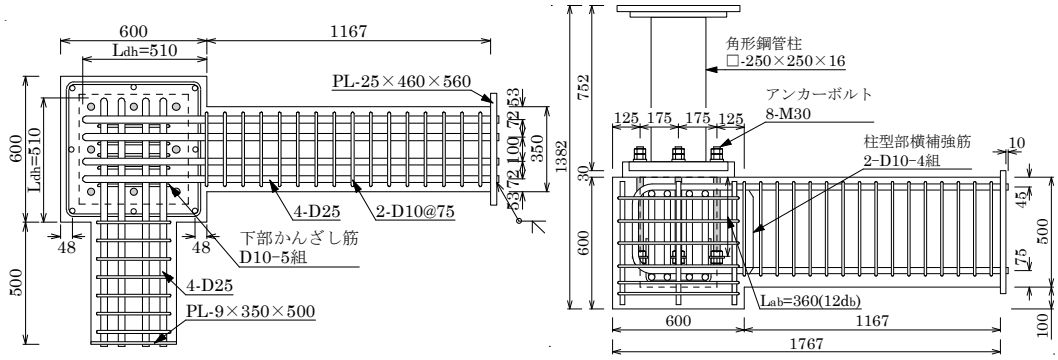
付表 1　実験計画一覧

	試験体	定着種別	定着金物種別	A.Bolt		Fc	基礎梁	柱型部横補強筋		柱型主筋頭部定着金物
				na (本)	Lab (mm)	N/mm²	主筋鋼種	鋼種	組数 (p_{jwh})	
系列1	No. 1	U型	−	8	360 (12d_a)	27	SD490	SD295A	4組 (0.25%)	有
	No. 2	機械式	ネジ節1						7組 (0.44%)	
	No. 3		円形1							
	No. 4		ネジ節1			40				
	No. 5		円形1							
系列2	No. 6	U型	−	6		27	SD345		4組 (0.25%)	
	No. 7	機械式	ネジ節1						7組 (0.44%)	
	No. 8					40				
系列3	No. 9	機械式	ネジ節2	8		27	SD490		7組 (0.44%)	無
	No. 10		円形2							
	No. 11		円形3							
系列4	No. 12		ネジ節2	6			SD345			
	No. 13		円形2							
	No. 14		円形3							
系列5	No. 15		ネジ節2	8	500 (17d_a)		SD490	785		
	No. 16							SD295A		

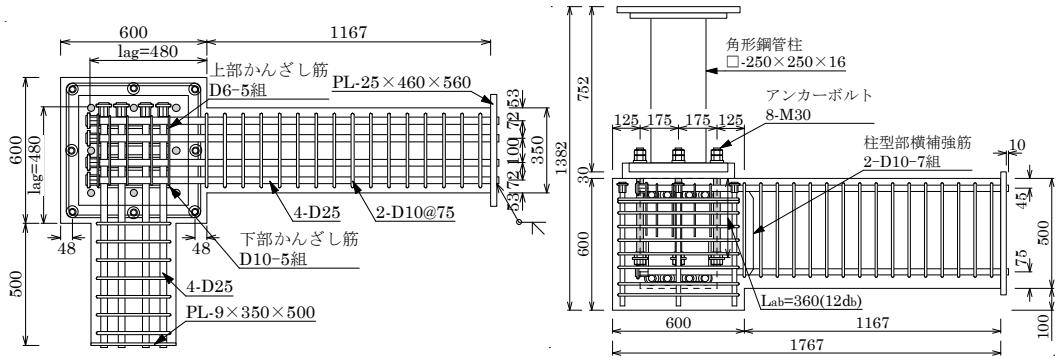
【架構寸法】スパン長L/2=1700mm、階高h/2=1200mm
【鋼管柱】サイズ：□-250×250×16、鋼種：BCR295
【ベースプレート】SN490B、寸法：450×450×40mm　【アンカーボルト】ABR490, M30
【柱型部】断面(B_c×D_c)：600×600mm、主筋：8-D19(p_g=0.64%)
　　柱型部横補強筋：2-D10、定着部拘束筋：2-D10-2組(外周筋)
【基礎梁】断面(B_g×D_g)：350×500mm、上下主筋4-D25(p_t=1.29%)
　　定着長さl_{ag}(l_{dh})=480(490)mm, 19.2(19.6)d_b, 0.8(0.82)D_c
【上部かんざし筋】2-D6-5組(SD295A), かんざし筋比p_{jwv}=0.09%
n_a：アンカーボルト本数、L_{ab}, d_a：アンカーボルト定着長さおよびボルト軸部直径
Fc：コンクリート目標圧縮強度、p_{jwh}：柱型部横補強筋比、p_g：柱型主筋比
p_t：基礎梁引張鉄筋比、d_b：基礎梁主筋呼び名の値、D_c：柱型部せい

(3) 各系列共通事項

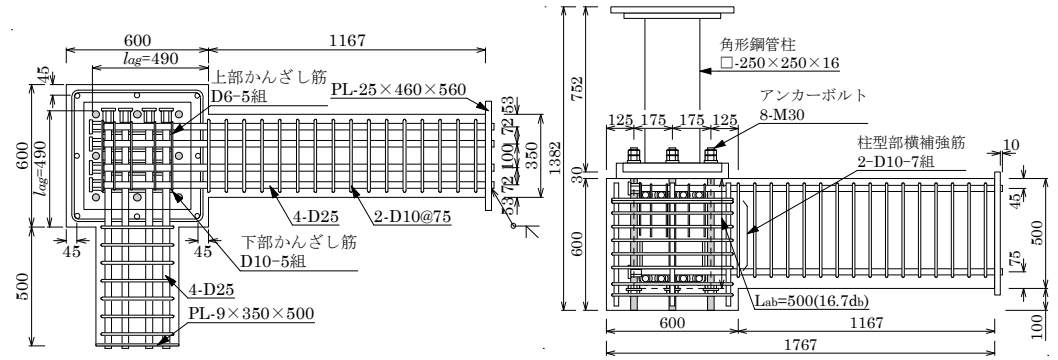
1) 柱型主筋本数は計 8 本、柱型主筋比 pg=0.64%、柱型主筋全長=29d とした。d：柱型主筋呼び名の値
2) 機械式基礎梁主筋定着部には、上部かんざし筋(U 形筋 D6-5 組(p_{jwv}=0.09%)SD295A,足部全長 240mm (40d))および下部かんざし筋(U 形筋 D10-5 組, SD295A, 足部全長 100mm(10d))を配置した。p_{jwv}：かんざし筋比(5.5 節 参照)、d：かんざし筋呼び名の値
3) 鋼材の材質は、角形鋼管 BCR295、アンカーボルト ABR490 (JIS B 1220)両端転造ねじアンカーボルト(特注品)、ベースプレート SN490B とした。系列 1,2 の実験では、角形鋼管柱は一部圧縮降伏ひずみを超えた程度で、ベースプレートは、いずれの測定位置も降伏ひずみに到達せず、局部変形も認められなかったので、系列 3～5 の実験では、系列 1,2 の角形鋼管柱を再使用した。
4) ベースプレートの材質は SN490(JIS G 3136)とし、ベースプレートの大きさと厚さおよびアンカーボルト孔位置は、アンカーボルトの降伏引張耐力以上に相当するベースプレートの耐力が確保されるように定めた。ベースプレートのアンカーボルト貫通孔径は、アンカーボルト軸部直径＋5mm とし、ベースプレート直上に溝付き座金(解図 3.6)を取り付け、グラウト材の充填性を施工試験で確認後、ベースプレート直下にグラウト材(無収縮性グラウトペースト)を充填した。
5) アンカーボルト定着部は、付図 3 に示すように、円形定着板(直径 φ=70mm=2.3da(アンカーボルト軸部直径)、厚さ t=9mm)を両側ナット締めとした。



(a) 系列 1 試験体 No. 1 : U 型定着

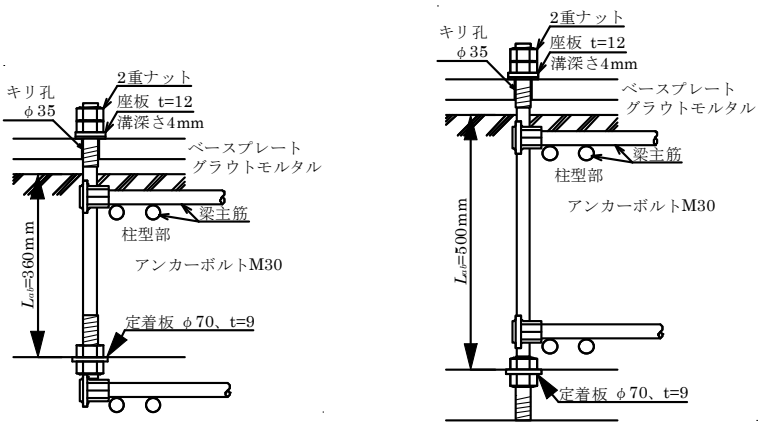


(b) 系列 1 試験体 No. 2, No. 4 (ネジ節型 1)



(c) 系列 5 試験体 No. 16 (ネジ節型 2)

付図 2　代表的試験体の柱型部配筋詳細



(Lab=360mm)　　(Lab=500mm)

付図 3　アンカーボルト定着部詳細

（付録 2）中段筋を有する基礎梁の曲げ終局耐力

2. パラメトリックスタディ

1.1 検討方針

ここでは、基礎梁断面せい Dg と基礎梁中段筋位置をパラメトリックに変化させ、5.1 節の式(5.1.11)（以下、略算式と呼ぶ）と精算式によって求めた基礎梁曲げ終局耐力を比較検討する。

精算式は、付図 1 のように断面内ひずみ分布を平面保持仮定とし、コンクリート断面を微小要素に分割した上で、コンクリートの応力ひずみ関係を e 関数式とした計算方法であり、この場合、各主筋位置と主筋量が考慮できる。本検討では、コンクリートの圧縮限界ひずみ $\varepsilon_{cu}=3.0\times10^{-3}$、付図 1(b)のコンクリート分割要素数 m=20 としている。

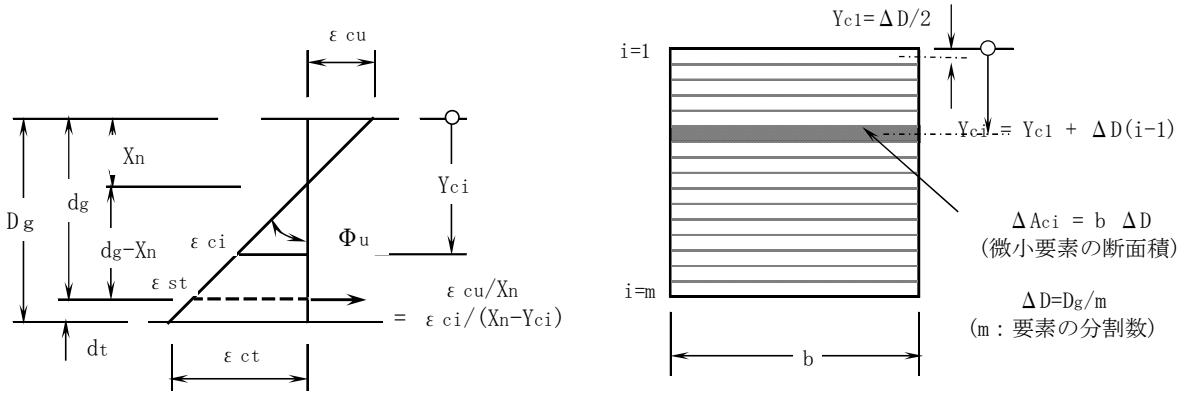
計算対象は、以下の各諸元について、基礎梁上下縁から±Dg/n を除いた中央部に中段筋を配置した場合とし、中段筋位置係数 n は、n=4.0,3.0,2.5, 2.0 とした。（本編 3 章の解図 3.2 参照）。

コンクリート設計基準強度 Fc：27N/mm^2、主筋降伏強度 σ_{gy}：390N/mm^2(SD390)

梁内法スパン長：3000mm、断面寸法：600mm×1000mm,1500mm,2000mm

主筋合計本数：中段筋無(8-D32)、中段筋有(4+8-D32)（中段筋無と中段筋有の合計本数は同じ。）

1 段筋位置 dt： 115mm、1 段筋・2 段筋間隔 P12： 95mm



(a) 断面内ひずみ分布　　(b) コンクリート断面分割要素

付図 1　精算式の計算仮定

1.2 検討結果

略算式と精算式による基礎梁曲げ終局耐力時せん断力を付表 1 に示す。同表中の Xn/Dg と Φu は、精算式による曲げ終局耐力時の中立軸比および終局曲率を示す。

同表によると、基礎梁せい 1000mm,1500mm,2000mm ともに、略算式による中段筋有の基礎梁曲げ終局耐力時せん断力 Qgu1 は、精算式の Qgu2 と同程度かやや小さく、かつ、中段筋無の上下主筋だけとした精算式の Qgu20 の 0.99～1.0 程度になる。すなわち、主筋合計本数が同じ場合、上下 2 段目主筋をなくした中段筋有の略算式による Qgu1 は、精算式による Qgu2 および Qgu20 と比較して安全側に評価される。

精算式による曲げ終局耐力時の基礎梁断面各部ひずみ計算値を付表 2、基礎梁断面各部ひずみ分布を付図 2 に示す。同表中の $\varepsilon_{s\,上,下}$ は基礎梁上下主筋ひずみ、$\varepsilon_{n\,上,下}$ は上側と下側の基礎梁中段筋ひずみ、ε_{c1}～ε_{c3} と $\varepsilon_{c\,下}$ は基礎梁圧縮縁から i=1～3 および基礎梁引張縁側のコンクリート分割要素中心ひずみを示す。

付表 2、付図 2 によると、

1) 引張側の基礎梁下端筋ひずみ $\varepsilon_{s下}$ は、Dg=1000mm, 1500mm, 2000mm の順に大きくなる。

2) それぞれ n=2～3 の場合、中段筋有の各部ひずみは中段筋無の各部ひずみよりも小さい。

3) Dg=1500mm, 2000mm の n=2～4 の場合、基礎梁中段筋はいずれも引張降伏し、$\varepsilon_{s下}/\varepsilon_{sy}$ は同じ値である。

4) これらより、基礎梁中段筋は、基礎梁上下端面から Dg/3 を除いた範囲に配置するとした(本編 3 章(2)(d) 参照)。

付表 1　略算式と精算式による基礎梁曲げ終局耐力時せん断力

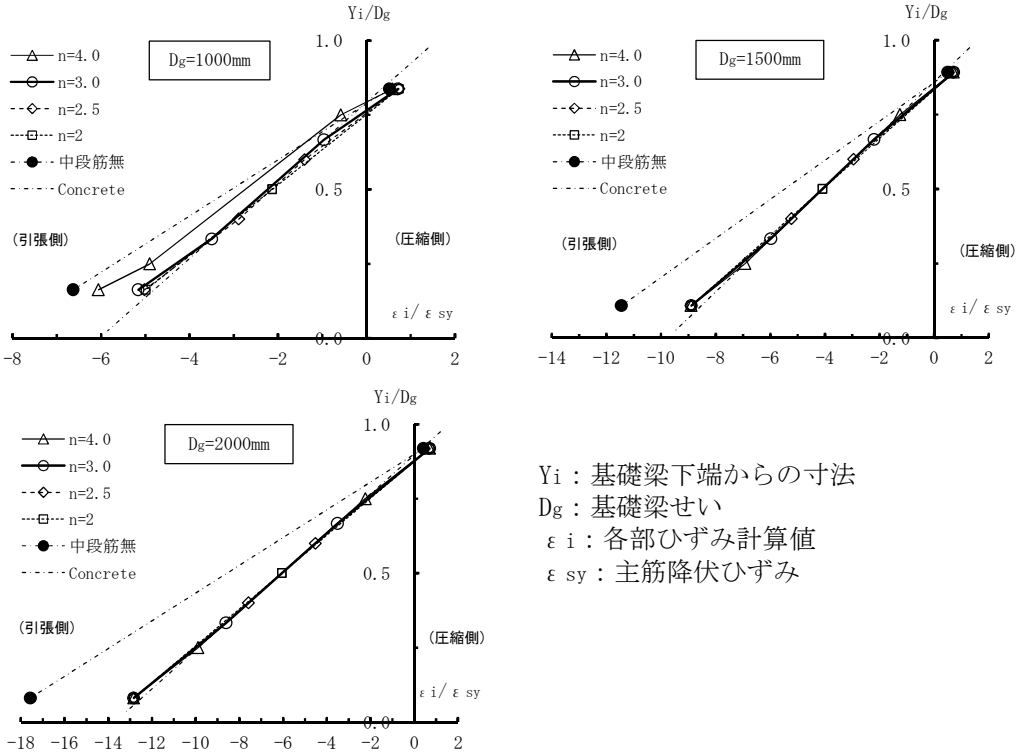
基礎梁せい Dg(mm)	中段筋有無	配筋	中段筋位置係数 n	略算式	精算式			Q_{gu1}/Q_{gu2}	中段筋有/中段筋無		
				Q_{gu1} (kN)	Q_{gu2} (kN)	X_n/D_g	$D_g\Phi_u$ ($\times10^{-3}$)		Q_{gu1}/Q_{gu10}	Q_{gu1}/Q_{gu20}	Q_{gu2}/Q_{gu20}
1000	無	8-D32	—	1115	1280	0.17	17.6	0.87	—	—	—
	有	4+8-D32	4.0	1272	1278	0.19	16.4	1.00	1.14	0.99	1.00
		4+8-D32	3.0	1272	1301	0.21	14.4	0.98	1.14	0.99	1.02
		4+8-D32	2.5	1272	1310	0.21	14.1	0.97	1.14	0.99	1.02
		4+8-D32	2.0	1272	1313	0.22	14.1	0.97	1.14	0.99	1.03
1500	無	8-D32	—	1941	2104	0.12	26.7	0.92	—	—	—
	有	4+8-D32	4.0	2097	2136	0.14	21.5	0.98	1.08	1.00	1.02
		4+8-D32	3.0	2097	2136	0.14	21.5	0.98	1.08	1.00	1.02
		4+8-D32	2.5	2097	2136	0.14	21.5	0.98	1.08	1.00	1.02
		4+8-D32	2.0	2097	2136	0.14	21.5	0.98	1.08	1.00	1.02
2000	無	8-D32	—	2766	2922	0.09	38.5	0.95	—	—	—
	有	4+8-D32	4.0	2923	2959	0.11	29.0	0.99	1.06	1.00	1.01
		4+8-D32	3.0	2923	2959	0.11	29.0	0.99	1.06	1.00	1.01
		4+8-D32	2.5	2923	2959	0.11	29.0	0.99	1.06	1.00	1.01
		4+8-D32	2.0	2923	2959	0.11	29.0	0.99	1.06	1.00	1.01

(記号)Q_{gu1}：略算式の曲げ終局耐力、Q_{gu2}：精算式の曲げ終局耐力、X_n：終局時中立軸位置、Φ_u：終局時曲率
Q_{gu10}, Q_{gu20}：中段筋無の略算式および精算式の曲げ終局耐力時せん断力、内法スパン長=3000mm
(材料強度)主筋降伏強度 σ_{gy}=390N/mm^2、コンクリート設計基準強度Fc=27N/mm^2

付表 2　精算式による曲げ終局耐力時の基礎梁断面各部ひずみ計算値

基礎梁せい Dg(mm)	中段筋有無	配筋	中段筋位置係数 n	鉄筋位置ひずみ				コンクリート要素位置ひずみ			
				$\varepsilon_{s上}/\varepsilon_{sy}$	$\varepsilon_{n上}/\varepsilon_{sy}$	$\varepsilon_{n下}/\varepsilon_{sy}$	$\varepsilon_{s下}/\varepsilon_{sy}$	$\varepsilon_{c1}/\varepsilon_{sy}$	$\varepsilon_{c2}/\varepsilon_{sy}$	$\varepsilon_{c3}/\varepsilon_{sy}$	$\varepsilon_{c下}/\varepsilon_{sy}$
1000	無	8-D32	—	0.52	—	—	-6.63	1.35	0.89	0.42	-7.46
	有	4+8-D32	4.0	0.59	-0.58	-4.90	-6.06	1.37	0.94	0.50	-6.84
		4+8-D32	3.0	0.71	-0.96	-3.50	-5.16	1.39	1.01	0.63	-5.85
		4+8-D32	2.5	0.73	-1.40	-2.89	-5.02	1.40	1.02	0.65	-5.69
		4+8-D32	2.0	0.73	-2.13	-2.13	-4.99	1.40	1.03	0.66	-5.65
1500	無	8-D32	—	0.50	—	—	-11.45	1.23	0.53	-0.18	-12.18
	有	4+8-D32	4.0	0.71	-1.25	-6.92	-8.89	1.30	0.73	0.17	-9.47
		4+8-D32	3.0	0.71	-2.20	-5.98	-8.89	1.30	0.73	0.17	-9.47
		4+8-D32	2.5	0.71	-2.95	-5.22	-8.89	1.30	0.73	0.17	-9.47
		4+8-D32	2.0	0.71	-4.09	-4.09	-8.89	1.30	0.73	0.17	-9.47
2000	無	8-D32	—	0.42	—	—	-17.56	1.08	0.06	-0.96	-18.22
	有	4+8-D32	4.0	0.70	-2.24	-9.89	-12.83	1.20	0.44	-0.33	-13.33
		4+8-D32	3.0	0.70	-3.51	-8.61	-12.83	1.20	0.44	-0.33	-13.33
		4+8-D32	2.5	0.70	-4.53	-7.59	-12.83	1.20	0.44	-0.33	-13.33
		4+8-D32	2.0	0.70	-6.06	-6.06	-12.83	1.20	0.44	-0.33	-13.33

【記号】基礎梁上下縁からの中段筋位置：　$\pm D_g/n$、$\varepsilon_{sy}=\sigma_{sy}/E_s=1.89\times10^{-3}$、$\varepsilon_{cu}=3\times10^{-3}$
(計算諸元)主筋降伏強度 σ_{gy}=390N/mm^2、コンクリート設計基準強度Fc=27N/mm^2、内法スパン長=3000mm



付図 2　精算式による曲げ終局耐力時の基礎梁断面各部ひずみ分布

3.　精算式と慣用式による基礎梁曲げ終局耐力の比較検討

付図 3 に、1.項の検討対象のうち、基礎梁断面 600mm×1500mm、中段筋有(4+8-D32)について、コンクリート設計基準強度 Fc=27N/mm^2、基礎梁主筋降伏強度 σ_{gy}=390N/mm^2(SD390)とし、精算式と慣用式で求めた基礎梁の N-M 相関関係を示す。同図中には、比較のために、中段筋無(4-D32)とし、精算式で求めた基礎梁の N-M 相関関係を併せて示した。

慣用式による N-M 相関関係は、式(付 1)に示すように、技術基準解説書に示された慣用式※1 による RC 柱の曲げ終局耐力に、中段筋の効果として軸力ベクトル±agn・σ_{gy} を累加した曲げ終局耐力※2 である。軸力 N=0 の場合、式(付 1)より、式(付 2)が得られる。

Nmin≦N＜0：　$Mu=0.8(a_{gt}+a_{gn}/2)\cdot\sigma_{gy}\cdot Dg+0.4N\cdot Dg$

$0\leqq N<0.4(Fc\cdot Bg\cdot Dg-a_{gn}\cdot\sigma_{gy})$ ：　$Mu=0.8(a_{gt}+a_{gn}/2)\cdot\sigma_{gy}\cdot Dg+0.5N\cdot Dg\{1-N/(Fc\cdot Bg\cdot Dg)\}$　　(付 1)

$0.4(Fc\cdot Bg\cdot Dg-a_{gn}\cdot\sigma_{gy})\leqq N<0.4(Fc\cdot Bg\cdot Dg+a_{gn}\cdot\sigma_{gy})$ ：$Mu=0.8(a_{gt}+a_{gn}/2)\cdot\sigma_{gy}\cdot Dg+0.12\ Fc\cdot Bg\cdot Dg^2$

$0.4(Fc\cdot Bg\cdot Dg+a_{gn}\cdot\sigma_{gy})\leqq N\leqq N_{max}$ ：

$Mu=0.8(a_{gt}+a_{gn}/2)\cdot\sigma_{gy}\cdot Dg+0.12\ Fc\cdot Bg\cdot Dg^2\{(N_{max}-N)/[N_{max}-0.4(Fc\cdot Bg\cdot Dg+a_{gn}\cdot\sigma_{gy})]\}$

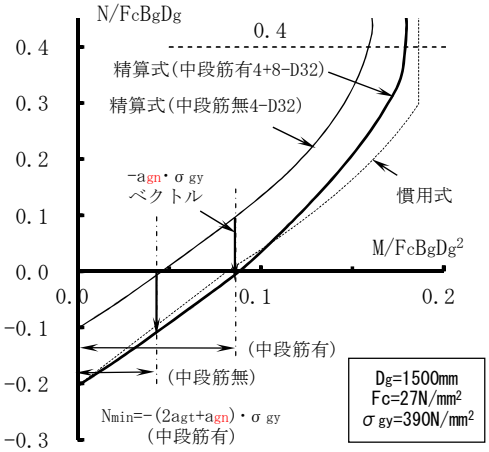
$N_{min}=-(2a_{gt}+a_{gn})\cdot\sigma_{gy}$,　$N_{max}=Fc\cdot Bg\cdot Dg+(2a_{gt}+a_{gn})\cdot\sigma_{gy}$

N=0 の時、　$Mu=0.8(a_{gt}+a_{gn}/2)\cdot\sigma_{gy}\cdot Dg$　　(付 2)

ここに、N：軸力、Fc：コンクリートの設計基準強度、Bg,Dg：基礎梁幅およびせい

a_{gt}：引張鉄筋断面積、a_{gn}：中段筋断面積、σ_{gy}：基礎梁主筋の降伏強度

軸力 N=0 の場合、式(付 1)、式(付 2)中の 0.8Dg を式(5.1.11)中の j_{tg} と読み替えると、慣用式の曲げ終局耐力は、1.項で示した略算式の曲げ終局耐力と一致し、付図 3 に示すように、中段筋有の場合、軸力レベル N/(Fc・Bg・Dg)が 0.1 程度以下では、精算式と慣用式による曲げ終局耐力はよく一致する。



付図 3　精算式と慣用式による基礎梁の N-M 相関関係

※1 国土交通省住宅局監修：2015 年版 建築物の構造関係技術基準解説書、付 1-3.1 鉄筋コンクリート部材の力学モデルに関する技術資料、(2)柱⑥終局強度、pp.655-656, 2015

※2 日本建築防災協会：既存鉄骨鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・同解説(2009 年)、【付則】1.1 長方形断面柱 1.1.1 曲げ終局強度、pp.205-2011, 2009 年 12 月

4.　軸力 N=0 の中段筋を有する RC 柱部材の実験結果

ここでは、既往実験※による軸力 N=0 の中段筋を有する RC 柱部材の実験結果と略算式による曲げ終局耐力せん断力について比較検討する。本実験は、主として、685N/mm² 級高強度せん断補強筋の損傷短期許容耐力の妥当性を確認するために、逆対称加力で行われている。実験計画を付表 3、試験体の形状寸法および配筋を付図 4 に示す。コンクリートの実圧縮強度 σB は、試験体 C1-1,2 では 35.3N/mm²、試験体 C2-1,2 では 73.0N/mm² である。各試験体の柱せん断力 Qc－部材角 R 関係を付図 5 に示す。

付表 4 に示すように、各試験体のせん断余裕度 Qsu/Qfuo は 0.6～1.0 であり、Qsu/Qfuo=0.9～1.0 の場合、耐力安全率 Qmax/Qfuo は 1.0 以上となる。Qfuo は略算式による曲げ終局耐力時せん断力、Qsu は荒川 mean 式によるせん断終局耐力、Qmax は最大耐力実験値である。

これらによると、Qsu/Qfuo≧1.1(曲げ破壊型)の場合、N=0 の中段筋を有する RC 部材の曲げ終局耐力時せん断力は略算式で安全側に評価されると言える。

付表 3 実験計画

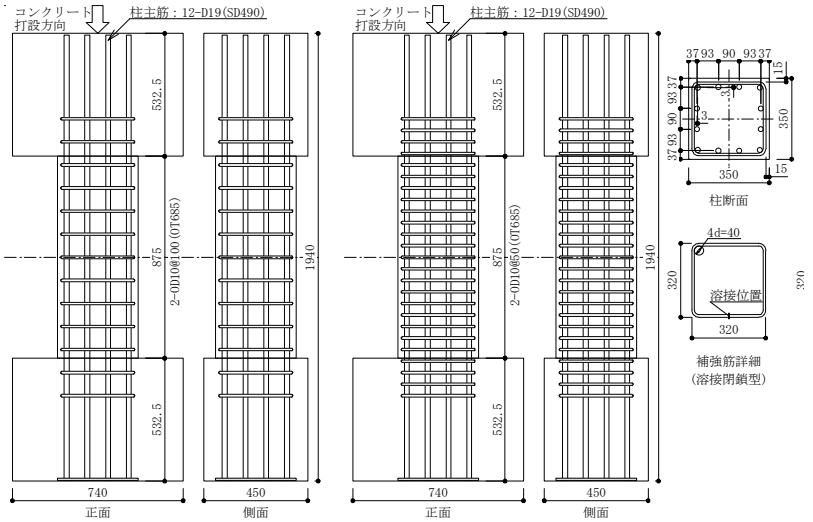
試験体	Fc (N/mm²)	主筋 (pg)	横補強筋	
			配筋	pw
C1-1	30	12-D19 (2.81%)	2-OD10@100	0.41%
C1-2			2-OD10@50	0.81%
C2-1	60		2-OD10@100	0.41%
C2-2			2-OD10@50	0.81%

内法高さH=875mm(H/D=2.5)、断面B×D=350mm×350mm

主筋：SD490 (538N/mm²)、横補強筋：OT685 (739N/mm²)

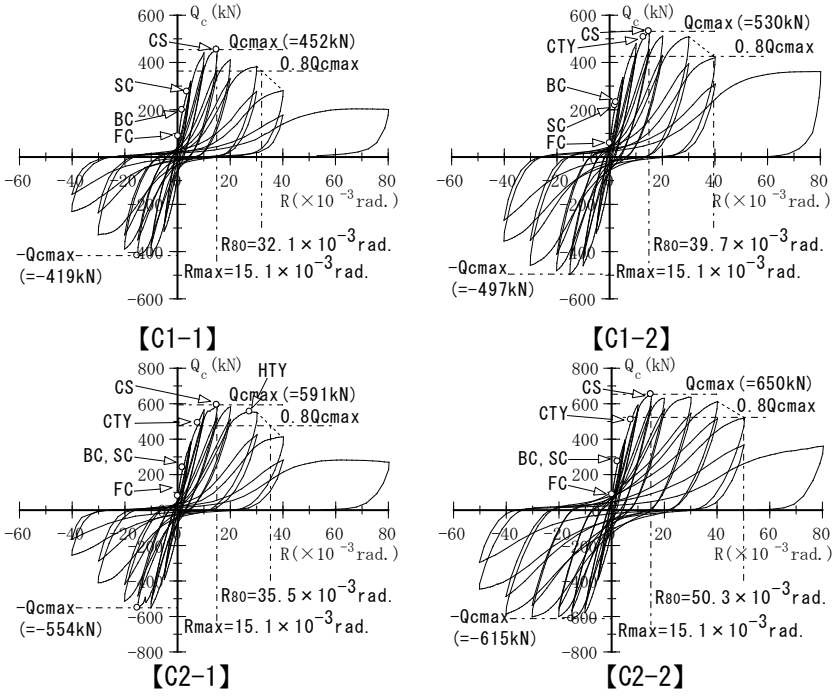
( )内の値：実降伏強度

pg：全鉄筋比、pw：横補強筋比、Fc：コンクリート目標圧縮強度



（横補強筋間隔 100mm）　　（横補強筋間隔 50mm）

付図 4　試験体の形状寸法および配筋



Qcmax：最大耐力
FC：曲げひび割れ
SC：せん断ひび割れ
BC：付着割裂ひび割れ
CS 端部コンクリートの圧壊
CTY：柱主筋の引張降伏
HTY：横補強筋の引張降伏

付図 5　各試験体の柱せん断力 Qc－部材角 R 関係

付表 4　軸力 N=0 の RC 柱部材の実験値および略算式による曲げ終局耐力時せん断力

試験体	曲げ			荒川mean式			実験値					
	Qfu (kN)	Qfuo (kN)	Qfuo /Qfu	Qsu (kN)	Qsu /Qfu	Qsu /Qfuo	Qmax (kN)	Rmax (×10⁻³)	R80 (×10⁻³)	Qmax /Qfu	Qmax /Qfuo	Qcmax /Qsu
C1-1	586	584	1.00	375	0.64	0.64	452	15.1	32.1	0.77	0.77	1.21
C1-2				433	0.74	0.74	530	15.1	39.7	0.90	0.91	1.22
C2-1	637		0.92	539	0.85	0.92	591	15.1	35.5	0.93	1.01	1.10
C2-2				597	0.94	1.02	650	15.1	50.3	1.02	1.11	1.09

【記号】Qfu:平面保持仮定による曲げ耐力時せん断力、 Qfuo:略算式による曲げ終局耐力時せん断力
Qsu:荒川mean式によるせん断終局耐力、Qmax：最大耐力実験値
Rmax：Qmax時部材角実験値、R80：Qmaxの80%耐力低下時部材角実験値

※　益尾潔、堂下航、森裕重：685N/mm² 級横補強筋を用いた RC 柱の短期許容せん断力およびせん断終局耐力、日本建築学会技術報告集、第 19 巻、第 42 号、pp.555-560, 2013.6

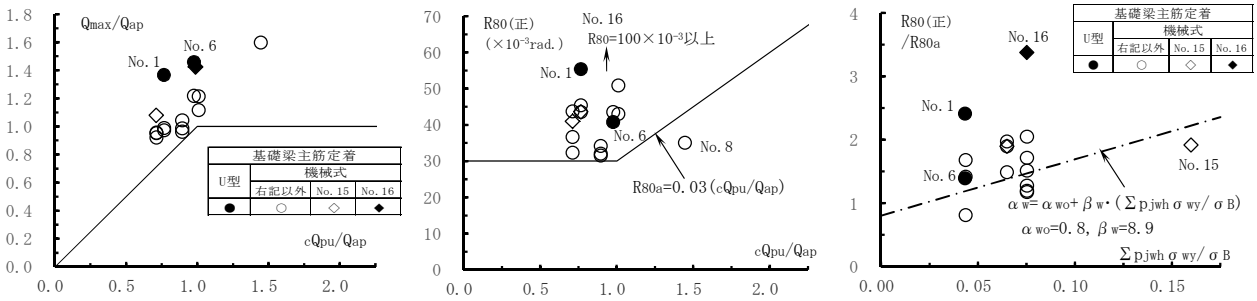
（付録 3）単純累加強度式による柱脚部全塑性モーメントの検討結果

試験体 No.1～No.16 の単純累加式による終局耐力および変形性能の検討結果を付図 1、略算式(式(解 4.1))と単純累加式(式(解 5.1.1))による柱脚部全塑性モーメント Map 時柱せん断力 Qap と最大耐力実験値 Qmax を付表 1 に示す。図(a)は耐力安全率 Qmax/Qap－柱型部せん断余裕度 cQpu/Qap 関係、図(b)は限界層間変形角 R80－cQpu/Qap 関係、図(c)は R80/R80a－Σpjwh･σwy/σB 関係を示す(解図 5.2.1、解図 5.3.1、解図 5.3.2 参照)。

R80 は Qmax の 80%耐力低下時の限界層間変形角実験値であり、Qmax, R80 ともに、正加力時実験値である。また、Qap(=2Map/ho)は単純累加式による柱脚部全塑性モーメント時柱せん断力であり、ho は内法柱高さ、Σpjwh･σwy/σB は柱型全横補強筋量を示し、R80a は表 5.3.2 の柱型部せん断余裕度で決定する限界層間変形角を示す。

各試験体ともに、解図 5.2.1(a)と同様、柱型部せん断破壊型(λp＜1)の Qmax は柱型部せん断終局耐力時柱せん断力 cQpu を上回り、アンカーボルト降伏型(λp≧1)の Qmax は柱脚部全塑性モーメント時柱せん断力 Qap を上回る。λp は柱型部せん断余裕度 cQpu/Qap を示す。また、図(c)に示すように、解図 5.4.2 と同様、図中のαw は R80/R80a に概ね対応する。

これらより、式(5.1.3)の柱終局耐力時せん断力 cQcu と式(5.4.1)の全補強筋量Σ(pjwh･σwy)は、略算式と同様、単純累加式による柱脚部全塑性モーメント Map を用いて算定してもよいと判断できる。



(a)Qmax/Qap－cQpu/Qap 関係　　(b) R80－cQpu/Qap 関係　　(c) R80/R80a－Σpjwh･σwy/σB 関係

付図 1　単純累加式による終局耐力および変形性能の検討結果

付表 1　柱脚部全塑性モーメント Map 時柱せん断力 Qap と最大耐力実験値 Qmax

	Fc	アンカーボルト	Map (kN･m)		Qap (kN)		Qmax (kN)		Qmax/Qap (略算式)		Qmax/Qap (累加式)	
			略算式	累加式	略算式	累加式	max	min	max	min	max	min
2015年度実験	Fc27	8本	327	291	344	306	303	297	0.88	0.86	0.99	0.97
		6本	245	228	258	240	372	342	1.44	1.33	1.55	1.43
	Fc40	6本	245	203	258	214	342	－	1.33	－	1.60	－
2016年度実験	Fc27	8本	333	289	351	304	290	280	0.83	0.80	0.95	0.92
		6本	249	230	262	242	252	239	0.96	0.91	1.04	0.99

Qap=2Map/ho：柱脚部曲げ耐力時せん断力、Map：柱脚部曲げ耐力、ho=950×2（mm）：内法高さ

Qmax：正加力時最大耐力実験値

（付録 4）本編で用いた記号一覧

(アンカーボルト定着部に関する記号)

Lab：アンカーボルト定着長さ、da：アンカーボルト軸部直径
Csa：最外縁アンカーボルト中心からの柱型側面かぶり厚さ
nat：引張側アンカーボルト本数、nan=Σna-2nat：中段アンカーボルト本数
Σna：全アンカーボルト本数、Tau：引張側アンカーボルト定着耐力
ΣTay：引張側と中段アンカーボルトで決定する全降伏引張耐力
Tay：アンカーボルト軸部の 1 本当たりの降伏引張耐力
βc：Tau の低減係数、αa：ΣTay の割増し係数
Nay：アンカーボルトの全降伏引張耐力、Xn/Dp：ベースプレート下コンクリートの中立軸比
be：柱型有効幅、jta：最外縁アンカーボルト中心間距離
Bp,Dp：ベースプレート幅とせい、　Fc：コンクリートの設計基準強度

(柱型主筋に関する記号)

d：柱型主筋呼び名の値、pg=Σac/(Bc･Dc)：柱型主筋比、Bc,Dc：柱型幅とせい
nct：引張側柱型主筋本数、act，σcy：柱型主筋の断面積および降伏強度
CBot：基礎梁下端筋(1 段筋)中心からの柱型主筋突出長さ
Tcy：引張側柱型主筋の降伏引張耐力、γc：Tcy の低減係数
Ncy：柱型主筋の全降伏引張耐力、Σac：全柱型主筋断面積

(柱型横補強筋および定着部拘束筋に関する記号)

pjwh=nw･awh/(Bc･jtgo)：柱型横補強筋比、jtgo：基礎梁上下最外縁主筋の中心間距離
nw：jtgo 区間内の柱型横補強筋の組数、　awh：1 組の柱型横補強筋断面積
Σ(pjwh･σwy)：柱型横補強筋と定着部拘束筋の全補強筋量
Σpjwh：柱型横補強筋と定着部拘束筋との全補強筋比
(pjwh)H：定着部拘束筋による等価横補強筋比、σwy：柱型横補強筋の降伏強度
σwyH：定着部拘束筋の降伏強度、nH：定着部拘束筋の組数、awH：1 組の定着部拘束筋の断面積
RuD：設計限界層間変形角、φs：安全率、R80a：柱型部せん断余裕度λp で決定する限界層間変形角
αwo,βw：補正係数、αw：保証限界層間変形角 R80min に対する全補強筋量Σpjwh･σwy/Fc に係わる係数
THy：定着部拘束筋足部の全降伏引張耐力、Tgy：基礎梁下端筋の降伏引張耐力
AH：定着部拘束筋足部の全断面積、agt：基礎梁下端筋の全断面積
γHg：基礎梁下端筋から定着部拘束筋への引張力伝達係数

(基礎梁主筋定着部に関する記号)

ℓag：基礎梁主筋定着長さ、　dpa：柱型部仕口面から直交基礎梁最外縁主筋位置までの距離
ℓao：RC 構造設計指針・式(8.1)の必要定着長さ、db：基礎梁主筋呼び名の値、Dg：基礎梁せい

(柱型部せん断設計に関する記号)

Vmuh，Vmuv：式(5.1.1)、式(5.1.8)の水平、鉛直方向の終局強度設計用せん断力
Vpuh，Vpuv：式(5.2.1)の水平、鉛直方向の柱型部せん断終局耐力、λp：柱型部せん断余裕度
Qcu：終局強度設計用柱せん断力、cQcu，cQgu：柱および梁曲げ終局耐力時柱せん断力
Msp：鉄骨柱全塑性モーメント、Map：柱脚部全塑性モーメント、Nc：柱軸力
Lto：基礎梁上面からベースプレート上面までの寸法、Mgu,Mgu'：基礎梁曲げ終局耐力
agt,agt'：引張側基礎梁主筋の断面積、agn,agn'：基礎梁中段筋の断面積、σgy：基礎梁主筋の降伏強度
jtae：両側アンカーボルト重心間距離、dt：柱断面中心と引張側アンカーボルト重心間距離
jtg：基礎梁上下主筋重心間距離、h1：1 階構造階高、ho1=h1-(Dg1+Dg2)/2：1 階鉄骨柱内法高さ
(L 形、T 形柱型部)h=h1、(ト形、十字形柱型部)h=h1+h2、h2：杭のせん断長さの 2 倍
Dg1：基礎梁せい、Dg2：2 層目梁せい、ℓ：スパン長(柱心間距離)ℓo=ℓ-Dc：基礎梁内法スパン長
Dc：柱型せい、κu：柱型部の形状係数、φ：直交梁の有無による補正係数
bjh：柱型部水平および鉛直有効幅、Djh,Djv：水平および鉛直柱型部有効せい

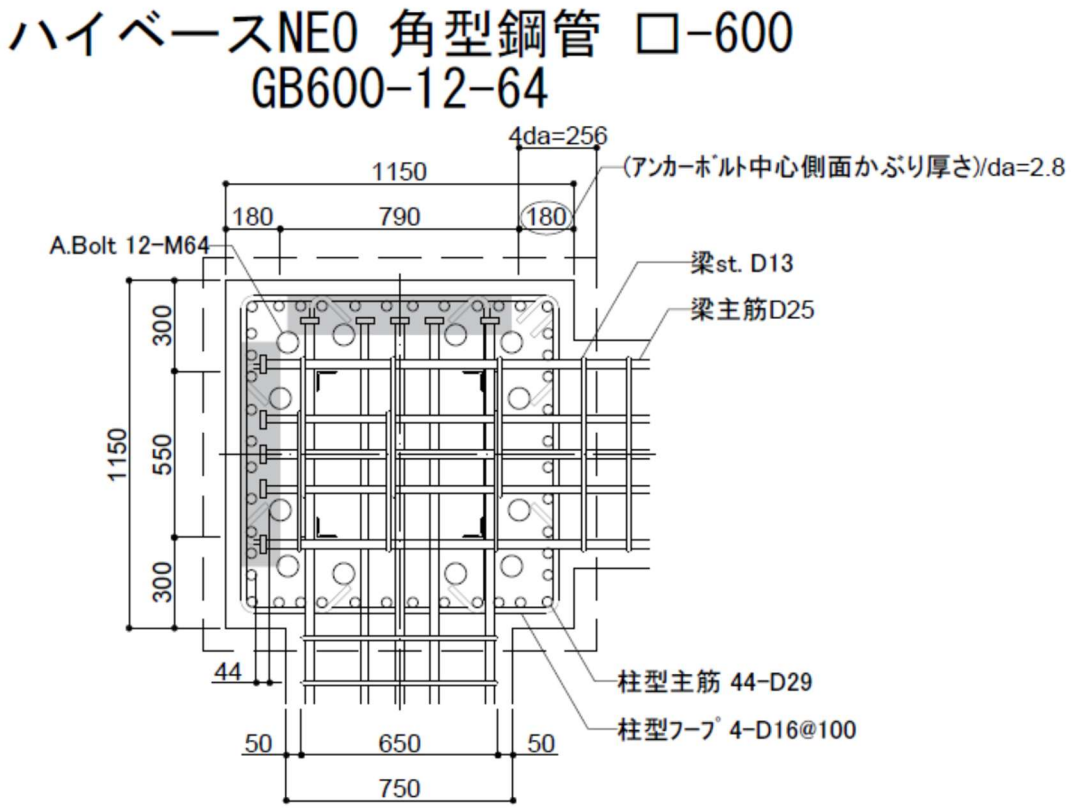
(かんざし筋に関する記号)

pjwv=Σajv/(Bc･Dc)：かんざし筋比、Σajv：かんざし筋足部の全断面積
d：かんざし筋呼び名の値、Bc,Dc：柱型幅とせい

（付録 5）

既製品露出柱脚の柱型サイズと柱型側面かぶり厚さ Csao

付表 1 がベースパック、付表 2 がハイベース NEO、付表 3 が NC ベースの柱型サイズと柱型側面かぶり厚さ Csao を示す。ここで、柱型側面かぶり厚さ Csao は、下図に示すように、既製品メーカー仕様によるアンカーボルト中心からの柱型側面かぶり厚さとしている。



【アンカーボルト中心からの柱型側面かぶり厚さ Csao 例】

【付表 1 ベースパックの柱型サイズと柱型側面かぶり厚さ Csao】

p.設計 3-32 の表 6.3.1(2)に、ベースパックの製品記号一覧(アンカーボルトの呼び名と本数)を示す。

種別	鉄骨柱	製品記号	柱型ｻｲｽﾞ(mm)	da(mm)	Csao(mm)	Csao/da
Ⅰ型（保有）	□150	15-12V	500	27	150	5.6
	□175	17-12V	530	30	150	5.0
	□200	20-09V	560	30	150	5.0
		20-12V	560	33	150	4.5
	□250	25-09V	610	36	150	4.2
		25-12V	630	39	160	4.1
		25-16V	620	33	135	4.1
	□300	30-09V	680	39	160	4.1
		30-12V	700	30	140	4.7
		30-16V	710	36	145	4.0
		30-19V	740	36	145	4.0
Ⅱ型（保有）	□350	35-16R	800	38	150	3.9
		35-19R	800	38	150	3.9
		35-22R	800	41	150	3.7
		35-25R	850	38	175	4.6
	□400	40-16R	870	41	150	3.7
		40-19R	870	41	150	3.7
		40-22R	900	38	165	4.3
		40-25R	900	41	165	4.0
	□450	45-19R	950	38	165	4.3
		45-22R	1000	41	190	4.6
		45-25R	1000	41	190	4.6
		45-28R	1000	51	190	3.7
	□500	50-19R	1000	41	155	3.8
		50-22R	1050	41	180	4.4
		50-25R	1050	51	190	3.7
		50-28R	1140	51	235	4.6
	□550	55-19R	1100	41	195	4.8
		55-22R	1100	41	165	4.0
		55-25R	1100	51	175	3.4
		55-28R	1150	51	200	3.9

da：アンカーボルト軸部直径
Csao：柱型側面かぶり厚さ

種別	鉄骨柱	製品記号	柱型ｻｲｽﾞ(mm)	da(mm)	Csao(mm)	Csao/da
NT-FX3（保有）	□300	30-19FX3	850	36	200	5.6
	□350	35-16FX3	900	36	180	5.0
		35-19FX3	900	39	180	4.6
		35-22FX3	900	42	180	4.3
		35-25FX3	900	42	180	4.3
	□400	40-16FX3	950	42	185	4.4
		40-19FX3	950	45	185	4.1
		40-22FX3	950	48	185	3.9
		40-25FX3	950	48	185	3.9
	□450	45-16FX3	1000	45	180	4.0
		45-19FX3	1000	48	180	3.8
		45-22FX3	1000	52	180	3.5
		45-25FX3	1000	52	180	3.5
		45-28FX3	1050	56	205	3.7
	□500	50-19FX3	1100	56	210	3.8
		50-22FX3	1100	56	200	3.6
		50-25FX3	1150	60	225	3.8
		50-28FX3	1150	64	225	3.5
		50-32FX3	1150	64	225	3.5
	□550	55-19FX3	1150	56	200	3.6
		55-22FX3	1150	60	200	3.3
		55-22FX3	1150	60	200	3.3
		55-28FX3	1200	56	225	4.0
		55-32FX3	1200	64	225	3.5
	□600	60-19FX3	1200	48	200	4.2
		60-22FX3	1200	52	200	3.8
		60-25FX3	1200	56	200	3.6
		60-28FX3	1250	56	225	4.0
		60-32FX3	1250	60	225	3.8
	□650	65-22FX3	1300	56	225	4.0
		65-25FX3	1300	60	225	3.8
		65-28FX3	1350	60	250	4.2
		65-32FX3	1350	64	250	3.9
	□700	70-22FX3	1400	52	250	4.8
		70-25FX3	1400	56	250	4.5
		70-28FX3	1450	56	275	4.9
		70-32FX3	1450	60	275	4.6
	□750	75-22FX3	1500	52	255	4.9
		75-25FX3	1500	56	255	4.6
		75-28FX3	1550	60	280	4.7
		75-32FX3	1550	64	280	4.4

da：アンカーボルト軸部直径
Csao：柱型側面かぶり厚さ

種別	鉄骨柱	製品記号	柱型ｻｲｽﾞ(mm)	da(mm)	Csao(mm)	Csao/da
NT-S3（非保有）	□300	30-19S3	800	39	175	4.5
	□350	35-16S3	800	45	175	3.9
		35-19S3	850	36	185	5.1
		35-22S3	850	36	185	5.1
		35-25S3	850	39	185	4.7
	□400	40-16S3	900	36	180	5.0
		40-19S3	900	39	180	4.6
		40-22S3	900	39	180	4.6
		40-25S3	950	42	205	4.9
	□450	45-16S3	950	39	170	4.4
		45-19S3	1000	42	195	4.6
		45-22S3	1000	42	195	4.6
		45-25S3	1050	45	220	4.9
		45-28S3	1100	48	245	5.1
	□500	50-19S3	1100	45	220	4.9
		50-22S3	1150	48	245	5.1
		50-25S3	1150	52	245	4.7
		50-28S3	1150	52	245	4.7
		50-32S3	1150	52	245	4.7
	□550	55-19S3	1100	45	185	4.1
		55-22S3	1150	48	210	4.4
		55-25S3	1150	52	210	4.0
		55-28S3	1150	52	210	4.0
		55-32S3	1200	56	235	4.2
	□600	60-19S3	1200	48	210	4.4
		60-22S3	1250	52	235	4.5
		60-25S3	1250	56	235	4.2
		60-28S3	1250	56	235	4.2
		60-32S3	1300	60	260	4.3
	□650	65-22S3	1250	45	200	4.4
		65-25S3	1350	48	250	5.2
		65-28S3	1350	52	250	4.8
		65-32S3	1350	52	250	4.8
	□700	70-22S3	1350	48	225	4.7
		70-25S3	1350	52	225	4.3
		70-28S3	1350	52	225	4.3
		70-32S3	1450	56	275	4.9
	□750	75-22S3	1400	52	225	4.3
		75-25S3	1400	52	225	4.3
		75-28S3	1450	56	225	4.0
		75-32S3	1450	56	225	4.0

da：アンカーボルト軸部直径
Csao：柱型側面かぶり厚さ

【付表 2 ハイベース NEO の柱型サイズと柱型側面かぶり厚さ Csao】

p.設計 3-34 の表 6.3.4(2)に、ハイベース NEO の製品記号一覧(アンカーボルトの軸径と本数)を示す。

鉄骨柱	製品記号	柱型ｻｲｽﾞ(mm)	da(mm)	Csao(mm)	Csao/da
□150	EB150-4-24	500	24	145	6.0
□175	EB175-4-24	520	24	145	6.0
□200	EB200-4-24	550	24	145	6.0
	EB200-4-30	570	30	150	5.0
	EB200-4-36	580	36	155	4.3
□250	EB250-4-24	600	24	145	6.0
	EB250-4-30	610	30	145	4.8
	EB250-4-36	610	36	145	4.0
	EB250-8-30	640	30	140	4.7
□300	EB300-4-30	660	30	145	4.8
	EB300-4-36	660	36	145	4.0
	EB300-8-30	700	30	145	4.8
	EB300-8-36	720	36	150	4.2
□350	EB350-4-30	710	30	145	4.8
	EB350-8-30	750	30	145	4.8
	EB350-8-36	770	36	150	4.2
	EB350-8-42	790	42	155	3.7
	GB350-4-42	750	42	155	3.7
	GB350-4-48	790	48	165	3.4
	GB350-8-30	740	30	145	4.8
	GB350-8-36	770	36	150	4.2
	GB350-8-42	790	42	155	3.7
□400	EB400-8-30	800	30	145	4.8
	EB400-8-36	820	36	150	4.2
	EB400-8-42	840	42	155	3.7
	GB400-4-42	810	42	160	3.8
	GB400-4-48	840	48	165	3.4
	GB400-8-36	820	36	150	4.2
	GB400-8-42	840	42	155	3.7
	GB400-8-48	880	48	165	3.4
□450	EB450-8-36	870	36	150	4.2
	EB450-8-42	890	42	155	3.7
	GB450-4-42	860	42	160	3.8
	GB450-4-48	890	48	165	3.4
	GB450-8-36	870	36	150	4.2
	GB450-8-42	890	42	155	3.7
	GB450-8-48	930	48	165	3.4

da：アンカーボルト軸部直径
Csao：柱型側面かぶり厚さ

鉄骨柱	製品記号	柱型ｻｲｽﾞ(mm)	da(mm)	Csao(mm)	Csao/da
□500	EB500-8-36	950	36	165	4.6
	EB500-8-42	950	42	160	3.8
	EB500-12-42	950	42	160	3.8
	GB500-4-42	910	42	160	3.8
	GB500-4-48	950	48	170	3.5
	GB500-8-36	950	36	165	4.6
	GB500-8-42	950	42	160	3.8
	GB500-8-48	1000	48	175	3.6
	GB500-8-64	1100	64	205	3.2
	GB500-12-48	1000	48	175	3.6
	GB500-12-56	1050	56	190	3.4
□550	EB550-8-42	1000	42	155	3.7
	EB550-12-42	1000	42	160	3.8
	GB550-4-48	1000	48	170	3.5
	GB550-4-56	1050	56	185	3.3
	GB550-8-36	1000	36	165	4.6
	GB550-8-42	1000	42	160	3.8
	GB550-8-48	1050	48	175	3.6
	GB550-8-64	1150	64	205	3.2
	GB550-12-48	1050	48	175	3.6
	GB550-12-56	1100	56	190	3.4
□600	GB600-8-42	1050	42	160	3.8
	GB600-8-48	1100	48	175	3.6
	GB600-8-64	1200	64	200	3.1
	GB600-12-48	1100	48	175	3.6
	GB600-12-56	1150	56	190	3.4
	GB600-12-64	1150	64	180	2.8
□650	GB650-8-42	1100	42	160	3.8
	GB650-8-48	1150	48	175	3.6
	GB650-8-56	1200	56	190	3.4
	GB650-8-64	1200	64	185	2.9
	GB650-8-72	1300	72	225	3.1
	GB650-12-56	1200	56	190	3.4
	GB650-12-64	1200	64	180	2.8
□700	GB700-8-42	1150	42	160	3.8
	GB700-8-48	1200	48	175	3.6
	GB700-8-56	1250	56	190	3.4
	GB700-8-64	1300	64	205	3.2
	GB700-8-72	1350	72	225	3.1
	GB700-12-56	1250	56	190	3.4
	GB700-12-64	1300	64	205	3.2
□750	GB750-8-48	1250	48	175	3.6
	GB750-12-48	1250	48	175	3.6
	GB750-12-56	1300	56	190	3.4
	GB750-12-64	1400	64	230	3.6
	GB750-12-72	1500	72	275	3.8

da：アンカーボルト軸部直径
Csao：柱型側面かぶり厚さ

【付表 3 NC ベースの柱型サイズと柱型側面かぶり厚さ Csao】

p. 設計 3-36 の表 6.3.5(2)に、ハイベース NEO の製品記号一覧(アンカーボルトの軸径と本数)を示す。

種別	鉄骨柱	製品記号	柱型ｻｲｽﾞ(mm)	da(mm)	Csao(mm)	Csao/da
4本タイプ	□150	PS-150-4C-24	480	24	132.5	5.5
	□175	PS-175-4C24	500	24	130	5.4
	□200	PS-200-4C-24	530	24	132	5.5
		PS-200-4S-27	550	27	140	5.2
		PS-200-4M-30	550	30	138	4.6
	□250	PS-250-4C-24	580	24	132	5.5
		PS-250-4S-27	600	27	140	5.2
		PS-250-4M-30	600	30	138	4.6
		PS-250-4L-36	650	36	160	4.4
	□300	PS-300-4S-27	650	27	140	5.2
		PS-300-4M-30	650	30	138	4.6
		PS-300-4L-36	700	36	155	4.3
		PS-300-4L-42	700	42	155	3.7
	□350	PS-350-4C-30	700	30	138	4.6
		PS-350-4S-36	750	36	160	4.4
		PS-350-4M-42	750	42	155	3.7
		PS-350-4L-48	750	48	150	3.1
	□400	PS-400-4C-30	800	30	162	5.4
		PS-400-4S-36	800	36	159	4.4
		PS-400-4M-42	800	42	154	3.7
		PS-400-4L-48	800	48	149	3.1
		PS-400-4X-56	850	56	168	3.0

da：アンカーボルト軸部直径
Csao：柱型側面かぶり厚さ

種別	鉄骨柱	製品記号	柱型ｻｲｽﾞ(mm)	da(mm)	Csao(mm)	Csao/da
8本タイプ	□350	PK-350-8S-30	750	30	149	5.0
		PK-350-8M-36	800	36	163	4.5
		PK-350-8M-42	800	42	163	3.9
	□400	PK-400-8S-30	800	30	148	4.9
		PK-400-8M-36	800	36	143	4.0
		PK-400-8L-42	850	42	162	3.9
	□450	PK-450-8C-30	850	30	148	4.9
		PK-450-8S-36	850	36	143	4.0
		PK-450-8M-42	900	42	162	3.9
		PK-450-8L-48	950	48	175	3.6
	□500	PK-500-8C-30	900	30	143	4.8
		PK-500-8C-36	900	36	143	4.0
		PK-500-8S-42	950	42	162	3.9
		PK-500-8M-48	1000	48	175	3.6
		PK-500-8X-56	1050	56	193.5	3.5
	□550	PK-550-8C-36	950	36	143	4.0
		PK-550-8S-42	1000	42	162	3.9
		PK-550-8M-48	1050	48	175	3.6
		PK-550-8X-56	1100	56	193.5	3.5
		PK-550-8WX-64	1200	64	238.5	3.7
	□600	PK-600-8S-42	1050	42	161	3.8
		PK-600-8M-48	1100	48	174	3.6
		PK-600-8L-56	1100	56	167.5	3.0
		PK-600-8X-64	1200	64	212.5	3.3
	□650	PK-650-8S-42	1150	42	174	4.1
		PK-650-8S-48	1150	48	174	3.6
		PK-650-8L-56	1200	56	192.5	3.4
		PK-650-8X-64	1250	64	212.5	3.3
		PK-650-8WX-72	1400	72	282.5	3.9
	□700	PK-700-8S-42	1200	42	174	4.1
		PK-700-8S-48	1200	48	174	3.6
		PK-700-8L-56	1200	56	167.5	3.0
		PK-700-8X-64	1300	64	212.5	3.3
		PK-700-8WX-72	1400	72	257.5	3.6
	□750	PK-750-8S-48	1250	48	167.5	3.5
		PK-750-8S-56	1250	56	167.5	3.0
		PK-750-8M-64	1350	64	212.5	3.3
		PK-750-8L-72	1450	72	257.5	3.6
12本タイプ	□700	PK-700-12S-42	1200	42	174	4.1
		PK-700-12S-48	1250	48	199	4.1
		PK-700-12L-56	1300	56	217.5	3.9
		PK-700-12X-64	1550	64	337.5	5.3
	□750	PK-750-12S-48	1250	48	167.5	3.5
		PK-750-12S-56	1300	56	192.5	3.4
		PK-750-12M-64	1500	64	287.5	4.5
		PK-750-12L-72	1800	72	432.5	6.0

da：アンカーボルト軸部直径
Csao：柱型側面かぶり厚さ

（付録 6）鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部編(2026 年)改定箇所一覧

	No.	改定頁	改定箇所	改定内容
1章	①	設計3-1	解説(1)	開発経緯の追記
3章	②	設計3-6,7	(2)(b)(d)	柱型部配筋詳細(アンカーボルト、柱型主筋、柱型横補強筋、定着部拘束筋、基礎梁主筋定着部)構造規定の追加
	③	設計3-8	解説(2)(a)(d)	アンカーボルトと基礎梁主筋定着部の解説文章(改定)
	④	設計3-11	解説(4)	第三者機関の技術評価の杭頭補強工法等の追加
	⑤	設計3-11	解説(5)	柱型部と接続する杭基礎の偏心に対する基礎フーチング配筋の注意点の追記
4章	⑥	設計3-12	4.1節3)	保有耐力接合を満足する露出柱脚の文章(改定)
	⑦	設計3-16	4.2節1)、解説	機械式直線定着の基礎梁主筋定着長さの文章(改定)
5章	⑧	設計3-17,18	5.1節 解説(1)	終局強度設計用せん断力の解説文章(修正)
	⑨	設計3-22	5.2節 解説(1)	柱型せん断終局耐力の解説文章(修正)
	⑩	設計3-24	5.3節、解説(2)	表5.3.1の設計限界層間変形角R_{uD}の下限値(改定)
	⑪	設計3-27	5.4節 解説	定着部拘束筋規定(改定)
6章	⑫	設計3-29	6.1節	検定計算フローの解説文章(改定)
	⑬	設計3-34,35	6.3節	既製品露出柱脚の製品記号(改定)

【鉄骨根巻き柱脚・基礎梁主筋定着部編】

設計指針

目　次

1章　適用範囲 ····· 設計 4-1

2章　材料 ····· 設計 4-4

3章　根巻き柱・基礎梁主筋定着部の基本事項 ····· 設計 4-5

3.1　根巻き柱脚を有する鉄骨柱の弾性剛性

3.2　根巻き柱の基本事項

3.3　根巻き柱主筋の柱梁接合部内定着部

3.4　接合部横補強筋および定着部拘束筋

3.5　基礎梁主筋定着部

4章　根巻き柱せん断設計 ····· 設計 4-13

4.1　根巻き柱設計せん断力

4.2　根巻き柱せん断耐力

4.3　根巻き拘束筋の必要断面積

5章　柱梁接合部せん断設計 ····· 設計 4-17

5.1　接合部せん断条件

5.2　終局強度設計用せん断力の算定

5.3　接合部せん断終局耐力の算定

6章　配筋詳細設計例 ····· 設計 4-23

6.1　本編による検定計算の概要

6.2　検討建物の構造概要

6.3　検討建物の検討結果

6.4　検討建物の配筋詳細図

根巻き柱・基礎梁主筋定着部関連の参考文献 ····· 設計 4-52

（付録 1）開発実験概要 ····· 設計 4-53

（付録 2）杭の最大曲げモーメント発生深さ ····· 設計 4-58

（付録 3）本編で用いた記号一覧 ····· 設計 4-60

1章　適用範囲

本編は、SRC 柱梁接合部編 1 章「適用範囲」に記載の SABTEC 技術評価取得工法による鉄骨根巻き柱脚・基礎梁主筋定着部の設計に適用する。

本編に記載のない事項は、SABTEC 機械式定着工法 RC 構造設計指針(2026 年)基本設計編、応用設計編(以下、RC 構造設計指針)に関連する章、ならびに関連法令および基・規準類による。

【解説】

(1) 根巻き柱脚・基礎梁主筋定着部の開発経緯

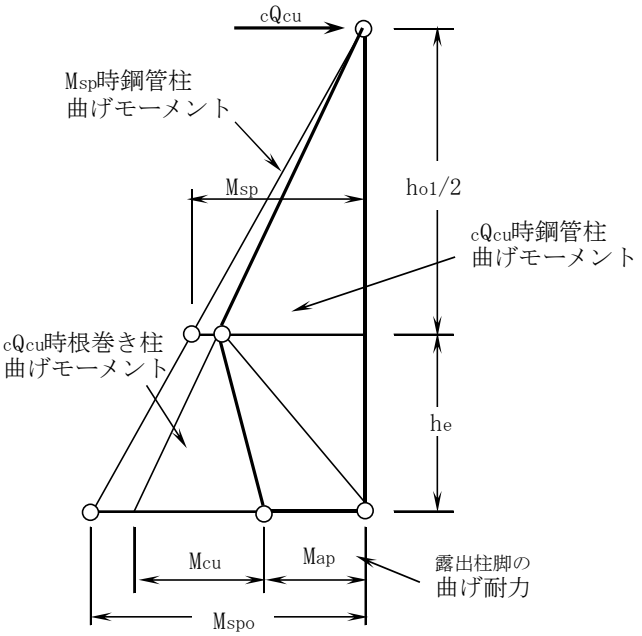
従来、根巻き柱脚は、鉄骨柱の周囲に根巻き柱主筋を配置し、根巻き柱主筋フックと根巻き柱帯筋ならびに鉄骨柱下部のベースプレートとアンカーボルトによって、鉄骨柱が負担する力を基礎に伝達しているが、鉄骨柱と根巻き柱外面間寸法は、根巻き柱主筋フック寸法の制約を受ける[1),2)]。JASS 5[3)] のフック内法直径は、SD390 の D41 以下では 5d 以上としている。d は呼び名の値を示す。

これらより、(一社)建築構造技術支援機構では、鉄骨柱脚部・基礎梁主筋定着研究会(委員長 三谷勲 神戸大学 名誉教授)として、参加会社開発の機械式定着工法による根巻き柱脚・基礎梁主筋定着部について、2016 年度実験と 2017 年度実験を行い、本編が作成されている。

(2) 既往の根巻き柱脚工法

鋼構造接合部設計指針 7.3 節[2)]では、解図 1.1 の応力状態を想定し、根巻き柱頭部帯筋位置に作用するせん断力による根巻き柱のせん断破壊防止のための設計式が示されている。同指針では、アンカーボルトを配置した場合、ベースプレート下面位置の根巻き柱脚全塑性曲げ耐力 Mcu に露出柱脚部全塑性曲げモーメント Map を加算できるとしている。

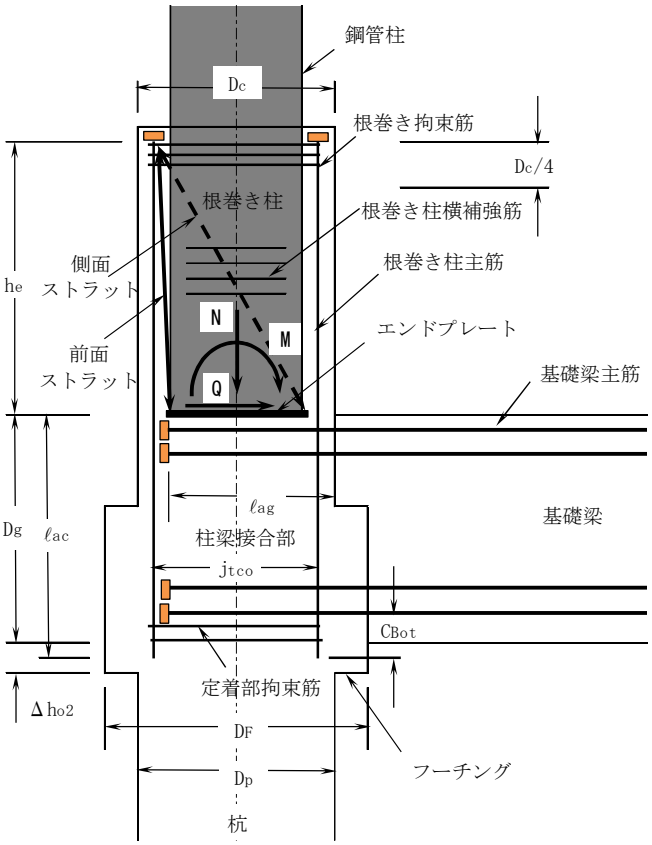
一方、鋼コンクリート構造接合部の応力伝達と抵抗機構[5)] 4 章 鉄骨部材と鉄筋コンクリート部材を直列的に結合する接合部では、既往研究[6),7)]による抵抗機構を踏まえた根巻き柱の応力伝達に関する設計式が示されている。これらの設計式の妥当性は、スパン中央部が S 造、材端部が RC 造または SRC 造に関する既往研究[6),7)]で確認されているが、根巻き柱脚部については確認されていない。



解図 1.1 鋼構造接合部設計指針による
根巻き柱の応力状態[2)]

(3) 本編による根巻き柱脚・基礎梁主筋定着工法の概要

本工法は、解図 1.2 に示すように、基礎梁上面に鋼管柱脚部エンドプレート下面を設置し、その上部に根巻き柱を構築する工法である。また、本編 3 章では、解図 3.2 に示すように、引張側根巻き柱主筋定着部から派生する前面ストラットと側面ストラットによる角形鋼管柱下端エンドプレートの押え効果によって、構造用アンカーボルトを用いず、基礎梁上下主筋定着部を機械式直線定着としてもよいとしている。本編では、根巻き柱脚・基礎梁主筋定着工法の妥当性確認のために、(付録 1)に示すように、角形鋼管柱、根巻き柱、基礎梁、杭およびフーチングからなる T 形接合部試験体を用いた実験を行い、根巻き柱端主筋の引張降伏後の根巻き柱および基礎梁主筋定着部、ならびに柱梁接合部の脆性破壊防止の設計条件を定めている。



(注)

1) 根巻き拘束筋は、Dc/4 の範囲内で、根巻き柱主筋定着金物直下側に寄せて配置する。
2) 根巻き柱横補強筋は、根巻き拘束筋最下段の下側から基礎梁上端 1 段筋の上側の間に、等間隔で配置する。

解図 1.2 本編による根巻き柱各部配筋

(4) 本編の作成方針

本編は、1 章「適用範囲」2 章「材料」3 章「根巻き柱・基礎梁主筋定着部の基本事項」4 章「根巻き柱せん断設計」5 章「柱梁接合部せん断設計」6 章「配筋詳細設計例」からなる。

3 章では、3.1 根巻き柱脚を有する鉄骨柱の弾性剛性、3.2 根巻き柱の基本事項、3.3 根巻き柱主筋の柱梁接合部内定着部、3.4 接合部横補強筋および定着部拘束筋、3.5 基礎梁主筋定着部を規定している。

4 章では、4.1 根巻き柱設計せん断力、4.2 根巻き柱せん断耐力、4.3 根巻き拘束筋の必要断面積を規定し、5 章では、5.1 接合部せん断条件、5.2 終局強度設計用せん断力の算定、5.3 接合部せん断終局耐力の算定を規定している。本編 2 章～5 章の検討項目を解表 1 に示す。

(5) 関連法令および基・規準類

［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)

・鉄骨鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説(2005 年)

・鋼構造接合部設計指針 (2021 年)

・鋼構造許容応力度設計規準(2019 年)

・鋼構造塑性設計指針(2017 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］

・2025 年版 建築物の構造関係技術基準解説書

解表 1　本編 2 章～5 章の検討項目

検討項目	検討内容	式番号
2章 材料		
(4) 鋼材	本編で用いる角形鋼管の幅厚比： 幅厚比種別FAランク	
3章 根巻き柱・基礎梁主筋定着部の基本事項		
3.2 根巻き柱の基本事項	①根巻き柱の有効高さh_e： 2.2D_s以上、25d_b以上	
	②根巻き柱横補強筋比p_{wr}： 0.3%以上、$p_{wr}=n_{wr}\cdot a_{wr}/(B_c\cdot h_e)$	式(3.1)
	③根巻き柱拘束筋： 副帯筋2本以上の中子筋併用1組以上	
	④エンドプレート突出部直下の局部支圧力σ_{co}	
	$\sigma_{co}=T_{cy}/(B_{ep}\cdot L_E)\leqq \alpha_{co}\cdot F_c$, $T_{cy}=\sigma_{cy}\cdot a_{ct}$, $\alpha_{co}=1.8$	式(3.2,3)
	⑤エンドプレート突出部面外曲げモーメントM_{EL}：	
	$M_{EL}=T_{ry}\cdot L_E/2$, $M_{pE}\geqq 1.1M_{EL}$, $M_{pE}=\sigma_{Ey}\cdot Z_{pE}$, $Z_{pE}=B_{ep}\cdot T_E^2/4$, $B_{ep}=B_s+2L_E$	式(3.4,5)
	$T_{eu}=8m_p\cdot(1+B_s/2L_E)$, $m_p=\sigma_{Ey}\cdot z_{ep}$, $z_{ep}=T_E^2/4$	式(3.6)
	$T_{eu}/T_{cta}\geqq 1.0$かつ$\sigma_{Ey}\geqq\sigma_{sy}$, $T_E\geqq 1.3t_s$, $\Sigma T_{ry}=\sigma_{cy}\cdot\Sigma a_c$	
	$\lvert N_{ct}\rvert\leqq 0.3\Sigma T_{ry}$：$T_{cta}=0.3\Sigma T_{ry}$、$\lvert N_{ct}\rvert>0.3\Sigma T_{ry}$：$T_{cta}=N_{ct}$	
3.3 根巻き柱主筋の柱梁接合部内定着部	$T_{Hy}\geqq\gamma_{Hc}\cdot T_{cy}$, $T_{Hy}=AH\cdot\sigma_{Hy}$, $T_{cy}=a_{ct}\cdot\sigma_{cy}$, ($\gamma_{Hc}=0.1$)	式(3.7～9)
	①定着長さℓ_{ac}：L_2以上かつ基礎梁下端筋の下部まで延長する	
	②主筋中心側面かぶり厚さC_s：2d_b以上	
	③定着金物のかぶり厚さは：JASS 5の設計かぶり厚さ以上	
3.4 柱梁接合部横補強筋および定着部拘束筋	柱梁接合部横補強筋比p_{jwh}： 0.2%以上	
	$\Sigma(p_{jwh}\cdot\sigma_{wy})\geqq\{(\phi_s\cdot R_{uD}/R_{80a})-\alpha_{wo}\}\cdot F_c/\beta_w$	式(3.10)
	$\Sigma p_{jwh}=p_{jwh}+(p_{jwh})_H\cdot\sigma_{wyH}/\sigma_{wy}$, $p_{jwh}=n_h\cdot a_{wh}/(B_c\cdot j_{tgo})$	式(3.11,12)
3.5 基礎梁主筋定着部	①定着長さ$\ell_{ag}\geqq\max(\ell_{ao}, 16d_b, d_p+d_b/2)$かつ$\ell_{ao}\leqq 25d_b$	
	②直交基礎梁最外縁主筋d_{pa}区間外の基礎梁主筋定着部：	
	RC構造設計指針14.2節(2),(3)	
	③基礎梁主筋中心側面かぶり厚さC_s： 3d_b以上	
	④基礎梁主筋定着金物かぶり厚さ：JASS 5の設計かぶり厚さ	
4章 根巻き柱せん断設計		
4.1 根巻き柱設計せん断力	$Q_{cuo}=\min({}_cQ_{cuo}, {}_cQ_{gu})$, ${}_cQ_{cuo}=M_{cuo}/h_e$, $M_{cuo}=(T_{cy}+T_{cny}/2)\cdot j_{tco}$	式(4.1,2)
4.2 根巻き柱せん断耐力	$V_{suo}=\min(V_{su}, V_{bu})$, $V_{su}=\min(V_{u1}, V_{u2}, V_{u3})$, $V_{u1}=V_{ut1}+V_{ua1}$, $V_{suo}\geqq 1.3Q_{cu}$	式(4.3,4)
	$V_{u2}=(\lambda\cdot\nu\cdot F_c+p_{we}\cdot\sigma_{wy})\cdot B_e'\cdot j_e/3$, $V_{u3}=\lambda\cdot\nu\cdot F_c\cdot B_e'\cdot j_e/2$	式(4.8,9)
	$\cot\phi=\min(2, h_e/j_e)$, $p_{we}=a_{wr}/(B_e'\cdot s)$	式(4.10,11)
	$\mu=\cot\phi\cdot\mu_o$, $\mu_o=0.8$, $\nu=\cot\phi\cdot\nu_R\cdot\nu_o$, $\nu_R=0.6$, $\nu_o=0.7-F_c/200$	式(4.12,13)
4.3 根巻き拘束筋の必要断面積	$Q_{ju}=Q_{cuo}+V_{ua1}$, $a_{wo}=Q_{ju}/\sigma_{wyo}$	式(4.15,16)
5章 柱梁接合部せん断設計		
5.1 柱梁接合部せん断設計	$V_{puh}>\lambda_p\cdot V_{muh}$, $\lambda_p\geqq 1.1$	式(5.1)
5.2 終局強度設計用せん断力の算定	$V_{muh}=\xi_h\cdot Q_{cu}$, $Q_{cu}=\min({}_cQ_{cu}, {}_cQ_{gu})$, ${}_cQ_{cu}=2M_{cu}/(h_{o1}+2h_e)$	式(5.2.1,2)
	(ト形接合部) ${}_cQ_{gu}=(M_{gu}/\ell_o)\cdot(\ell/h)$	式(5.2.3)
	(十字形接合部) ${}_cQ_{gu}=\{(M_{gu}+M_{gu}')/\ell_o\}\cdot(\ell/h)$	式(5.2.4)
	$\xi_h=(h/\ell)\cdot(\ell_o/j_{tg})-1$	式(5.2.5)
	$M_{gu}=T_{gy}\cdot j_{tg}$, $M_{gu}'=T_{gy}'\cdot j_{tg}$	式(5.2.6)
	$h_{o2}=h_2-D_g-2\Delta h_{o2}$, $h_{o2}=4D_p$、D_p：杭直径	
	Δh_{o2}：基礎梁下面からのフーチング底面の出寸法	
5.3 接合部せん断終局耐力の算定	$V_{puh}=\kappa_u\cdot\phi\cdot F_j\cdot b_{jh}\cdot D_{jh}$, $F_j=0.8F_c^{0.7}$, $b_{jh}=B_g+ba_1+ba_2$	式(5.3.1～3)
	(ト形) $\kappa_u=0.7$, $D_{jh}=\ell_{ag}$, (十字形) $\kappa_u=1.0$, $D_{jh}=D_c$	式(5.3.4)

(注) 上表中の記号の定義は、(付録3)本編に用いた記号一覧および該当箇所の記載による。

2章　材料

(1) コンクリート

SRC 柱梁接合部編 2 章(1)による。

(2) 鉄筋

本編に使用できる鉄筋は、表 2.1 による。

表 2.1　本編に使用できる鉄筋

使用箇所	鋼種
主筋	SD295，SD345，SD390，SD490
接合部横補強筋 根巻き柱横補強筋 根巻き拘束筋	SD295，SD345，SD390，SD490 685N/mm^{2}級，785N/mm^{2}級 高強度せん断補強筋
定着部拘束筋	SD295，SD345，SD390，SD490

(3) 定着金物

SRC 柱梁接合部編 2 章(3)による。

(4) 鋼材

SRC 柱梁接合部編 2 章(4)による。

ただし、本編で用いる角形鋼管の幅厚比は、幅厚比種別 FA ランクとする。

【解説】

本編の材料は、根巻き柱・基礎梁主筋定着部実験で確認された範囲で設定されている。

開発実験では、(付録 1)に示すように、785N/mm^{2}級高強度せん断補強筋を用いて、根巻き柱せん断耐力および根巻き拘束筋の必要断面積の妥当性を確認している。これらより、4.2 節の根巻き柱横補強筋および 4.3 節の根巻き拘束筋は、大臣認定を取得した高強度せん断補強筋を用いてもよいとした。

また、開発実験では、角形鋼管□-250×250 サイズで幅厚比種別 FA ランクの最小幅厚比の□-250×250×9mm および最大幅厚比の□-250×250×16mm を用いた試験体について、本編の妥当性を確認しているので、本編で用いる角形鋼管の幅厚比は幅厚比種別 FA ランクとした((付録 1) 参照)。一方、本編では、建方用アンカーボルトのみ用い、構造用アンカーボルトを用いないので、アンカーボルトを規定していない。

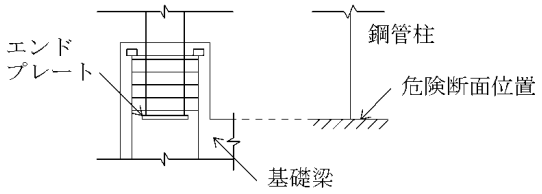
3章　根巻き柱・基礎梁主筋定着部の基本事項

3.1 根巻き柱脚を有する鉄骨柱の弾性剛性

根巻き柱脚を有する鉄骨柱の弾性剛性は、鋼構造接合部設計指針[2)]と同様、基礎梁上面(エンドプレート下面位置)を固定として算定する。

【解説】

本編による根巻き柱・基礎梁主筋定着部の妥当性は、(付録1)の角形鋼管柱、根巻き柱、基礎梁、杭およびフーチングからなるト形接合部試験体を用いた実験で確認している。これらより、根巻き柱脚を有する鉄骨柱の弾性剛性は、解図3.1に示すように、鋼構造接合部設計指針[2)]と同様、基礎梁上面(エンドプレート下面位置)を固定として算定するとした。



解図 3.1　弾性剛性の計算仮定[2)]

3.2 根巻き柱の基本事項

(1) 根巻き柱脚設計の原則

根巻き柱脚の設計では、鋼構造接合部設計指針7.3節(1)[2)]に準じ、柱脚部エンドプレートを介して、根巻き柱脚のメカニズム時設計軸力を柱梁接合部に伝達し、根巻き柱を介して、メカニズム時設計曲げモーメントおよびせん断力を柱梁接合部に伝達する。

(2) 根巻き柱の有効高さ he

根巻き柱の有効高さ he は、基礎梁上面(エンドプレート下面)から根巻き柱主筋定着金物の定着板内面までの距離とし、2.2Ds 以上かつ 25db 以上とする。また、根巻き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。Ds：角形鋼管柱せい、db：根巻き柱主筋呼び名の値

(3) 根巻き拘束筋および根巻き柱横補強筋

XY 方向ともに、根巻き柱主筋定着金物の直下から根巻き柱せい Dc/4 以内に根巻き拘束筋を 1 組以上配置し、根巻き拘束筋の下方に根巻き柱横補強筋を配置する。ただし、根巻き拘束筋は、式(4.16)の必要断面積 awo を有する副帯筋(サブタイ)2 本以上の中子筋併用とし、式(3.1)の根巻き柱横補強筋比 pwr≧0.3%とする。

$$pwr=nwr\cdot awr/(Bc\cdot he) \qquad (3.1)$$

nwr，awr：he 区間内の根巻き柱横補強筋の組数および 1 組の断面積、Bc：根巻き柱幅

(4) エンドプレート突出部直上の局部支圧応力 σco

局部支圧応力 σco は式(3.2)で算定し、式(3.3)の条件を満足しなければならない。

$$\sigma co=Tcy/(Bep\cdot LE),\ Tcy=\sigma cy\cdot act \qquad (3.2)$$

$$\alpha co\cdot Fc\geqq \sigma co \qquad (3.3)$$

Tcy，act：根巻き柱主筋 1 列の降伏引張力および断面積、σcy：根巻き柱主筋の降伏強度

Bep=Bs+2LE：エンドプレートの有効幅、Bs：鋼管柱幅

LE：角形鋼管柱外面からのエンドプレートの出寸法、Fc：コンクリートの設計基準強度

αco：コンクリートの局部支圧強度割増し係数(αco=1.8 とする。)

(5) エンドプレート突出部の面外曲げモーメント MEL

面外曲げモーメント MEL は、式(3.4)で算定し、式(3.5)の条件を満足しなければならない。

$$MEL=Try\cdot LE/2,\ Try=\sigma cy\cdot(act+acn/2) \quad (3.4)$$

$$MpE \geqq 1.1MEL \quad (3.5)$$

MpE(=σEy・ZpE)：エンドプレートの全塑性モーメント

σEy：エンドプレートの降伏強度、ZpE=Bep・TE²/4：エンドプレートの全塑性断面係数

TE：エンドプレートの厚さ、Bep=Bs+2LE：エンドプレート有効幅

acn=Σac-2act：根巻き柱中段筋の断面積、Σac：根巻き柱全主筋の断面積

(6) エンドプレートの引張終局耐力 Teu

エンドプレートの引張終局耐力 Teu は、式(3.6)で算定し、Teu/Tcta≧1.0、かつ、σEy≧σsy、TE≧1.3ts とする。σsy は角形鋼管の降伏強度、ts は角形鋼管の厚さを示す。

$$Teu=8mp\cdot(1+Bs/2LE) \quad (3.6)$$

mp=σEy・zpe：単位長さあたりのエンドプレートの全塑性モーメント

zpe=TE²/4：単位長さあたりのエンドプレートの塑性断面係数

Tcta はメカニズム時保証引張軸力であり、Tcta は下記の条件を満足することとする。

|Nct|≦0.3ΣTry の時：Tcta=0.3ΣTry、|Nct|>0.3ΣTry の時：Tcta=Nct

Nct：鋼管柱から伝達されるメカニズム時設計引張軸力

【解説】

(1) 根巻き柱脚設計の原則

鋼構造接合部設計指針 7.3 節(1)[2]より、1 階鉄骨柱の圧縮軸力は柱端部エンドプレートを介して柱梁接合部に伝達されることを踏まえ、3.2 節(1)では、同指針 7.3 節(1)に準じ、根巻き柱脚設計の原則を定めた。ここで、一貫構造計算プログラム※1による場合、鋼構造接合部設計指針 7.3 節(1)1)に準じ、許容応力度設計によって根巻き柱の断面算定を行った後、増分解析によるメカニズム時設計軸力を、柱脚部エンドプレートを介して柱梁接合部に伝達し、メカニズム時設計曲げモーメントおよびせん断力を、根巻き柱を介して柱梁接合部に伝達するとしている。

これらより、本編の設計条件を満足する場合、本編 3.2 節(2)～(5)で定める根巻き柱の構造諸元を採用することで、根巻き柱主筋頭部および基礎梁主筋端部を機械式定着としてもよいとしている。

一方、(付録 1)の開発実験を基に、本編 5.3 節の解説(2)に示すように、5.1 節による接合部せん断余裕度 λp≧1.0 の場合、柱梁接合部仕口面で基礎梁主筋が短期許容応力度に達しても、柱梁接合部と同様、根巻き柱に修復性を損なうひび割れは発生しないので、短期許容応力度設計を省略するとしている。

(2) 根巻き柱の有効高さ

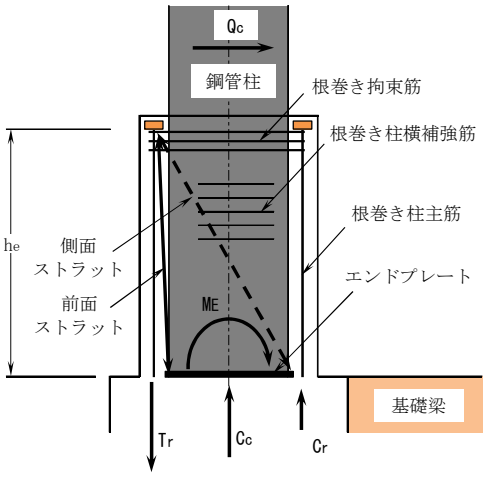
根巻き柱の有効高さ he は、開発実験を基に規定した。

(3) 根巻き拘束筋および根巻き柱横補強筋

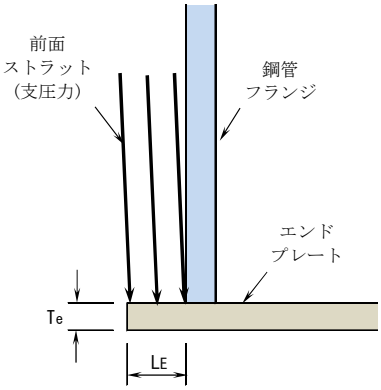
根巻き柱横補強筋比 pwr は、靭性保証型設計指針[8]と同様、0.3%以上とし、根巻き柱拘束筋の必要断面積 awo は、開発実験を基に、式(4.16)によるとした。

(4) エンドプレート突出部直上の局部支圧応力

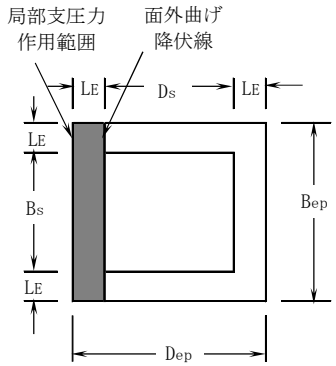
3.2 節(5)では、解図 3.2、解図 3.3 に示すように、根巻き柱脚に時計回りの曲げモーメント ME が作用した時、前面ストラットを介して伝達される引張側根巻き柱主筋の降伏引張力 Tcy によって、式(3.2)のエンドプレート突出部直上の局部支圧応力 σco が生じるとしている。解表 3.1 に示すように、局部支圧応力検定比 σco/(αco・σB)は 0.6～1.0 であるので、σco を式(3.3)で規定した。σB はコンクリートの実圧縮強度を示す。



解図 3.2 根巻き柱の抵抗機構



(a) 前面ストラット



(b) 局部支圧力範囲と降伏線

解図 3.3 エンドプレート突出部の面外曲げと支圧力

解表 3.1　エンドプレート直上の局部支圧応力および突出部面外曲げの検定結果

試験体	支圧応力検定				エンドプレート曲げ検定		
	σB (N/mm²)	σcy (N/mm²)	σco (N/mm²)	σco / αco・σB	MEL (kN・mm)	MpE (kN・mm)	MpE /MEL
No.1, No.2	28.1	539	46.4	0.92	12516	14291	1.14
No.3, No.4	45.7	539	46.4	0.56	12516	14291	1.14
No.5	25.3	548	47.1	1.03	12725	14291	1.12
No.6	25.3	545	46.9	1.03	12655	14291	1.13
No.7	25.3	519	44.6	0.98	12051	14291	1.19
No.8	28.0	540	46.4	0.92	12539	14291	1.14
No.9	28.0	548	47.1	0.94	12725	9764	0.77
No.10	42.8	547	47.0	0.61	12701	9764	0.77

(エンドプレート塑性断面係数) ZpE=Bep・TE²/4、Bep=Bs+2LE、Bs：鋼管柱幅
LE：エンドプレート出寸法、TE：エンドプレートの厚さ

(5) エンドプレート突出部の面外曲げモーメント

解図 3.3(a)に示すように、根巻き柱脚に時計回りの曲げモーメント ME の作用時には、エンドプレート突出部に式(3.4)の面外曲げモーメント MEL が発生する。そこで、解図 3.3(b)に示すように、面外曲げの降伏線長さをエンドプレート全幅 Bep として求めたエンドプレートの全塑性モーメント MpE を、解表 3.1 中の面外曲げ応力検定比 MpE/MEL(0.8～1.2)を基に、式(3.5)で規定した。

(6) エンドプレートの引張終局耐力 Teu

3.2 節(6)では、解図 3.4 に示すように、根巻き柱主筋定着部からのストラット効果によって、鋼管柱から伝達されるメカニズム時設計引張軸力 Nct を受けるとし、降伏線理論によるエンドプレートの引張終局耐力 Teu を式(3.6)で算定するとしている。同式は、解図 3.5 に示すように、①と②の稜線および③-③断面の直交軸に発生する降伏線を仮定して導出される※2。

ここで、降伏線に沿う内力仕事 Iw は式(解 3.1)で求まるので、内力仕事 Iw=外力仕事 Ew より、エンドプレートの引張終局耐力 Teu は式(解 3.2)で算定できる。また、Ew=Teu･Δであり、式(解 3.1)では a=c, b'=d', φ1=φ2 とし、式(解 3.2)において、d'=Bs/2, c=LE とすると、式(3.6)の Teu が得られる。

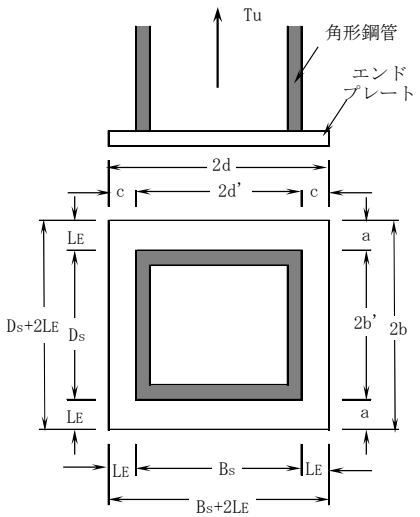
$$Iw=8mp\cdot(1+d'/c)\cdot\Delta \qquad (解\ 3.1)$$

$$Teu=8mp\cdot(1+d'/c) \qquad (解\ 3.2)$$

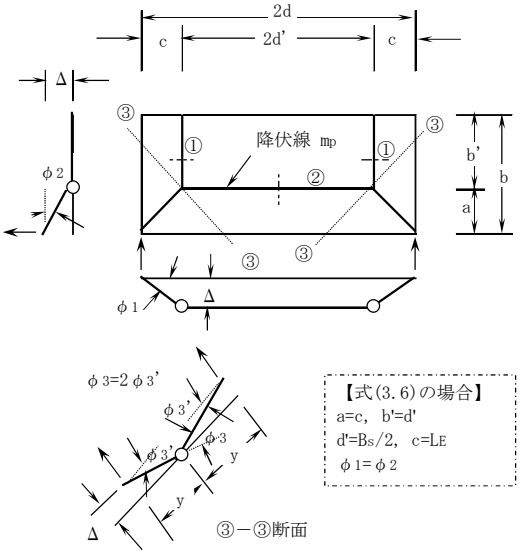
解表 3.2 によると、開発実験に供したエンドプレートの Teu/ΣTry は 0.77～1.14 となる。

一方、文献※3 の研究結果および文献※4 の SRC 耐震診断基準を踏まえ、3.2 節(6)では、降伏線理論によるエンドプレートの引張終局耐力 Teu はメカニズム時保証引張軸力 Tcta 以上とするとともに、角形鋼管壁とエンドプレートとの突合せ溶接を考慮し、σEy≧σsy、TE≧1.3ts としている。

文献※3 では、兵庫県南部地震での SRC 造建物の柱脚部被害の場合、引張軸力比の増加に伴い、限界変形が低下するとしている。これらの点を踏まえ、文献※4 では、SRC 柱脚部を含む柱の靭性能は、引張軸力比が 0.3 より大きくなると低下し、引張軸力比 0.7 を限界引張軸力比としている。これらより、地震時に高引張力を受ける外柱のメカニズム時設計引張軸力 Nct 下で根巻き柱脚の変形性能を保証することを意図し、3.2 節(6)では、メカニズム時保証引張軸力 Tcta を定めた。



解図 3.4　角形鋼管柱とエンドプレート



解図 3.5 引張力下のエンドプレートの降伏線

解表 3.2　開発実験に供したエンドプレートの引張終局耐力の検討結果

試験体	根巻き柱主筋			エンドプレート							
	σcy (N/mm²)	Σac (mm²)	ΣTry (kN)	σEy (N/mm²)	TE (mm)	Bs (mm)	LE (mm)	zep (mm³/mm)	mp (kN･mm/mm)	Teu (kN)	Teu /ΣTry
No.1～No.4	539	3096	1669	381	22	250	30	121	46.1	1906	1.14
No.9, No.10	548	3096	1697	349	19	250	30	90	31.5	1302	0.77

σcy：根巻き柱主筋の降伏強度、Σac, ΣTry：根巻き柱全主筋の断面積および降伏引張力
σEy, TE, LE：エンドプレートの降伏強度、厚さ、出寸法
zep, mp：単位長さ当たりのエンドプレートの塑性断面係数、全塑性モーメント
Teu：エンドプレートの引張終局耐力

※1 たとえば、ユニオンシステム(株)：Supper Build/SS7 解説書(計算編)6.8 S 造(柱脚)断面算定、9.6 S 造(柱脚)部材復元力特性、2017 年 8 月 8 日版

※2 益尾潔、山田長美：スプリットティー引張接合による角形鋼管柱・H 形鋼はり接合部終局耐力に関する実験的研究、日本建築学会構造系論文報告集、No.424, pp.91-103, 1991.6

※3 称原良一、南宏一：兵庫県南部地震における SRC 造建物の柱脚部の被害分析、日本建築学会構造系論文報告集、No.537, pp.135-140, 2000.11

※4 日本建築防災協会:2009 年改訂版 既存鉄骨鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準 同解説 3.2.3 靭性指標 F の算定 (3)第 3 次診断法による場合(c)非埋込柱脚を有ずる柱、pp.137-166、2009.12

3.3 根巻き柱主筋の柱梁接合部内定着部

1) 根巻き柱主筋の柱梁接合部内定着長さℓ_{ac}は、基礎梁上面を定着起点として JASS 5 の直線定着長さ L_2 以上とし、かつ、基礎梁下端筋の下部まで延長する(RC 構造設計指針 14.2 節(1) 参照)。ただし、引抜き力が生じる 1 本杭基礎の場合、根巻き柱主筋と杭頭補強筋の間はあき重ね継手[4]とする。

2) 基礎梁下端筋(1 段筋)中心から根巻き柱主筋下端までの寸法 C_{Bot} は 5db 以上とし、3db 以内に定着部拘束筋を配置する。db は根巻き柱主筋呼び名の値を示す。

3) 定着部拘束筋は式(3.7)を満足し、接合部横補強筋と定着部拘束筋の全補強筋量Σ(p_{jwh}・σ_{wy})は、3.4 節の規定を満足しなければならない。

$$T_{Hy} \geqq \gamma_{Hc} \cdot T_{cy} \quad (3.7)$$

$$T_{Hy} = A_H \cdot \sigma_{Hy} \quad (3.8)$$

$$T_{cy} = a_{ct} \cdot \sigma_{cy} \quad (3.9)$$

ここに、T_{Hy}：定着部拘束筋足部の全降伏引張力

T_{cy}：根巻き柱引張側主筋 1 列の降伏引張力、A_H：定着部拘束筋足部の全断面積

σ_{Hy}：定着部拘束筋の降伏強度（規格降伏点とする。）

ただし、定着部拘束筋鋼種が SD490 を超える場合、$\sigma_{Hy}=490N/mm^2$ とする。

a_{ct}：根巻き柱主筋 1 列の全断面積、σ_{cy}：柱主筋の降伏強度（規格降伏点とする。）

γ_{Hc}：根巻き柱主筋から定着部拘束筋への引張力伝達係数（$\gamma_{Hc}=0.1$ としてもよい。）

4) 根巻き柱主筋中心の側面かぶり厚さは 2db 以上とし、根巻き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。

【解説】

(1) 根巻き柱主筋の柱梁接合部内定着長さ

根巻き柱主筋の柱梁接合部内定着長さℓ_{ac}は、(付録 1)の開発実験を基に、RC 構造設計指針 14.2 節(1)「最下階柱主筋定着部」と同様、基礎梁上面を定着起点として、JASS 5 の直線定着長さ L_2 以上とし、かつ、基礎梁下端筋の下部まで延長するとした。ただし、引抜き力が生じる 1 本杭基礎の場合、根巻き柱主筋と杭頭補強筋の間はあき重ね継手[4]とした。

また、根巻き柱主筋の柱梁接合部内定着部は、通常、直線定着とするので、基礎梁下端筋(1 段筋)中心から根巻き柱主筋定着金物(定着板)内面までの寸法 C_{Bot} は 5db 以上とし、3db 以内に定着部拘束筋を配置するとした。

(2) 定着部拘束筋

本編では、角形鋼管柱、根巻き柱、基礎梁、杭、フーチングからなる T 形、十字形架構を検討対象にしている。この場合、RC 構造設計指針・柱主筋外定着方式編 5 章(3)と同様、定着部拘束筋は式(3.7)を満足し、根巻き柱主筋から定着部拘束筋への引張力伝達係数$\gamma_{Hc}=0.1$ としてもよいとし、接合部横補強筋と定着部拘束筋の全補強筋量Σ(p_{jwh}・σ_{wy})は 3.4 節の規定を満足しなければならないとした。

3.4　接合部横補強筋および定着部拘束筋

ト形、十字形接合部ともに、地震力方向ごとに、接合部横補強筋比 pjwh は 0.2%以上とし、かつ、接合部横補強筋と定着部拘束筋の全補強筋量Σ(pjwh・σwy)は、式(3.10)を満足しなければならない。

$$\Sigma(p_{jwh}\cdot\sigma_{wy}) \geqq \{(\phi_s\cdot R_{uD}/R_{80a})-\alpha_{wo}\}\cdot F_c/\beta_w \quad (3.10)$$

$$\Sigma p_{jwh}=p_{jwh}+(p_{jwh})_H\cdot\sigma_{wyH}/\sigma_{wy} \quad (3.11)$$

$$p_{jwh} = n_h\cdot a_{wh}/(B_c\cdot j_{tgo}) \quad (3.12)$$

ここに、Fc：コンクリートの設計基準強度、σwy：接合部横補強筋の降伏強度

RuD：表 3.1 による設計限界層間変形角、φs=2.0：安全率

R80a：接合部せん断余裕度λp で決定する限界層間変形角(表 3.2)

αwo, βw：表 3.2 による補正係数

(pjwh)H(=nH・awH/(Bc・jtgo))：定着部拘束筋による等価横補強筋比

nH, awH：定着部拘束筋の組数および 1 組の断面積

Bc：柱幅、　jtgo：梁最外縁主筋の上下中心間距離

nh, awh：jtgo 区間内の接合部横補強筋の組数および 1 組の断面積

σwy, σwyH：接合部横補強筋および定着部拘束筋の降伏強度

接合部横補強筋の降伏強度σwy は、SD295～SD390 では規格降伏点の 1.1 倍、SD490、685N/mm^{2}級、785N/mm^{2}級では規格降伏点の 1.0 倍とし、1275N/mm^{2}級では 785N/mm^{2}とする(RC 構造設計指針 7.1 節 参照)。

また、定着部拘束筋の降伏強度σwyH は、SD490 以下の場合、規格降伏点とし、SD490 を超える場合、490N/mm^{2}とする(RC 構造設計指針・柱主筋外定着方式編 2 章(2) 参照)。

表 3.1 RuD の下限値

設計区分	
Ⅰ	Ⅱ
1/75	1/50

表 3.2 R80a の算定式および補正係数αwo, βw

接合部種類	R80aの算定式	αwo			βw
		直交梁なし	片側直交梁付き	両側直交梁付き	
ト形、十字形	R80a=0.03λp	0.4	0.6	1.0	19

【解説】

開発実験による限界層間変形角 R80－接合部せん断余裕度 gQpu/gQgu 関係を解図 3.6 に示す。R80 は、最大耐力 Qmax の 80%耐力低下時限界層間変形角実験値であり、同図によると、正負加力ともに、接合部せん断余裕度 gQpu/gQgu で決定する限界層間変形角 R80a を上回る。

解図 3.7 に、R80/R80a－pjwh・σwy/σB 関係を示す。同図中には、式(解 3.4)による接合部横補強筋量の補正係数αw を破線で示した。

$$R_{80min} = R_{80a}\cdot\alpha_w \quad (解\ 3.3)$$

$$\alpha_w = \alpha_{wo} + \beta_w\cdot(p_{jwh}\cdot\sigma_{wy}/\sigma_B) \quad (解\ 3.4)$$

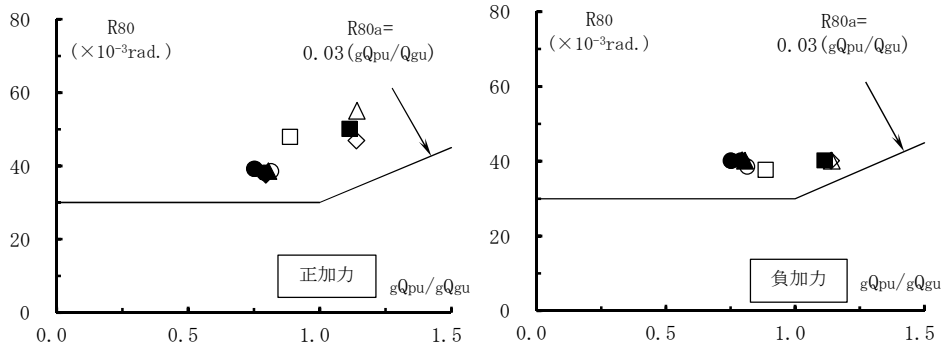
σB：コンクリートの実圧縮強度

解図 3.7 に示すように、785N/mm^{2}級高強度せん断補強筋を用いた No.9 を除き、式(解 3.4)の接合部横補強筋量の補正係数αw は、正負加力ともに、R80/R80a と概ね対応する。No.9 の場合、接合部せん断余裕度λp=gQpu/gQgu=0.81 であり、基礎梁端曲げ降伏後、根巻き柱せん断破壊型となったため、R80 は、SD295 普通強度せん断補強筋を用いた No.2 と同程度に留まったと考えられる。

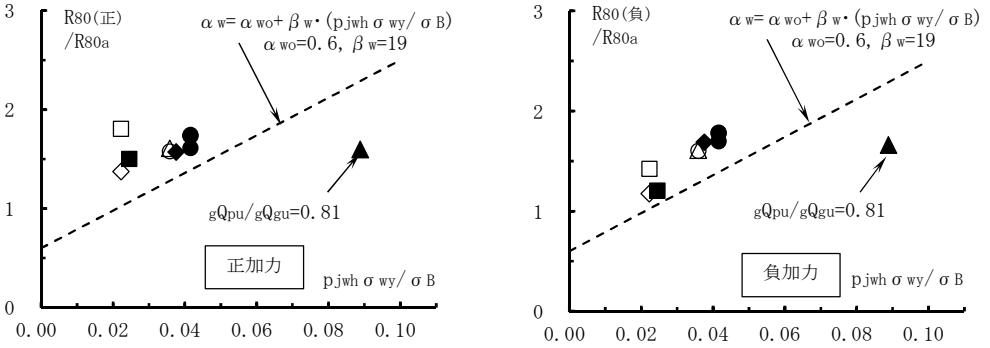
すなわち、λp≧1.0 とすれば、785N/mm² 級高強度せん断補強筋を用いた場合も含め、根巻き柱・基礎梁主筋定着ト形接合部の保証限界層間変形角 R80min は式(解 3.3)で妥当に評価できる。

これらより、RC 構造設計指針・柱主筋外定着方式編 2 章(2)と同様、接合部横補強筋と定着部拘束筋の全補強筋量Σ(pjwh･σwy)は式(3.10)で算定するとした。

Fc27	Fc40			Fc27	Fc27	Fc27	Fc40
□-250×250×16						□-250×250×9	
ネジ節				円形	ネジ節		
No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5～No. 7	No. 8(785級)	No. 9	No. 10
△	○	◇	□	●	▲	◆	■



解図 3.6　限界層間変形角 R80－接合部せん断余裕度 gQpu/gQgu 関係



解図 3.7　R80/R80a－pjwh･σwy/σB 関係

3.5　基礎梁主筋定着部

1) 基礎梁主筋定着長さℓ_{ag}は、RC 構造設計指針 8.1 節(1)1)によることを基本とし、RC 構造設計指針・式(8.1)による必要定着長さℓ_{ao}以上、16db 以上、かつ、(dp+db/2)以上、かつ、0.75Dc 以上とした場合、根巻き柱面から基礎梁主筋定着金物の定着板内面までの機械式直線定着とすることができる。

dp：根巻き柱面から直交基礎梁最外縁主筋位置までの距離

db：基礎梁主筋呼び名の値、Dc：柱せい

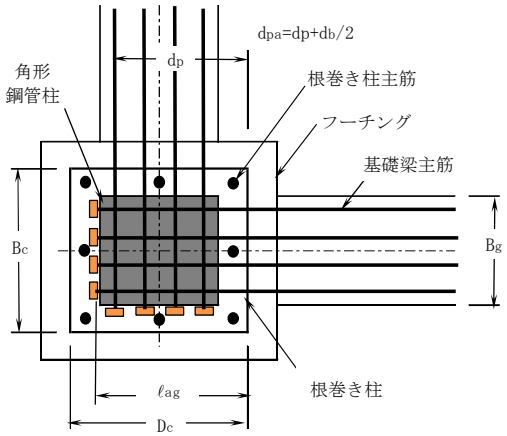
2) 直交基礎梁最外縁主筋 dpa 区間外の基礎梁上端筋定着部は RC 構造設計指針 14.2 節(2)、基礎梁下端筋定着部は同指針 14.2 節(3)の規定を満足しなければならない。

3) 基礎梁主筋中心から根巻き柱面までの側面かぶり厚さ Cs は 3db 以上とし、基礎梁主筋先端の定着金物各部のかぶり厚さは、JASS 5 の設計かぶり厚さ以上とする。

【解説】

開発実験を基に、基礎梁主筋定着長さℓ_{ag}は、RC 構造設計指針 8.1 節(1)1)によることを基本とし、直交基礎梁主筋を超えるように、$\ell_{ag} \geqq \max(\ell_{ao},\ 16db,\ dpa,\ 0.75Dc)$した場合、根巻き柱面から基礎梁主筋定着金物の定着板内面までまでの機械式直線定着とすることができるとした。

ただし、dpa 区間外となる基礎梁上端筋定着部は RC 構造設計指針 14.2 節(2)、基礎梁下端筋定着部は同指針 14.2 節(3)を満足しなければならないとした。dpa=dp+db/2 であり、dpa 区間外となる基礎梁主筋は、柱型部と基礎梁側面の内面合せの長方形断面柱などの場合に発生する。また、同指針 8.1 節(2)と同様、基礎梁主筋中心から根巻き柱面までの側面かぶり厚さ Cs および定着金物各部のかぶり厚さを規定した。



解図 3.8　本編による根巻き柱の水平断面形状

解表 3.3 に、基礎梁主筋の必要定着長さ比ℓ_{ao}/db を示す。同表の計算値は、RC 構造設計指針・解表 8.1 と同様、jtg/db=20、pjwh=0.3%とし、上限強度算定用材料強度 σ sy を用いて求めた。

解表 3.3　基礎梁主筋の必要定着長さ比ℓ_{ao}/db(pjwh=0.3%)

(a) 両側直交梁付き以外の場合

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

〝－〟を付した場合は、ℓ_{ao}/db＞25に該当する。

(b) 両側直交梁付きの場合

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

4 章　根巻き柱せん断設計

4.1 根巻き柱設計せん断力

根巻き柱設計せん断力 Q_{cuo} は式(4.1)で算定し、根巻き柱せん断設計用曲げ耐力 M_{cuo} は式(4.2)で算定する。

$$Q_{cuo}=\min(cQ_{cuo},\ cQ_{gu}),\ cQ_{cuo}=M_{cuo}/h_e \qquad (4.1)$$

$$M_{cuo}=(T_{cy}+T_{cny}/2)\cdot j_{tco} \qquad (4.2)$$

ここに、cQ_{cuo}:根巻き柱曲げ耐力時せん断力

cQ_{gu}：式(5.2.3)または式(5.2.4)による基礎梁曲げ耐力時柱せん断力

T_{cy},T_{cny}：根巻き柱主筋 1 列および中段主筋の降伏引張力

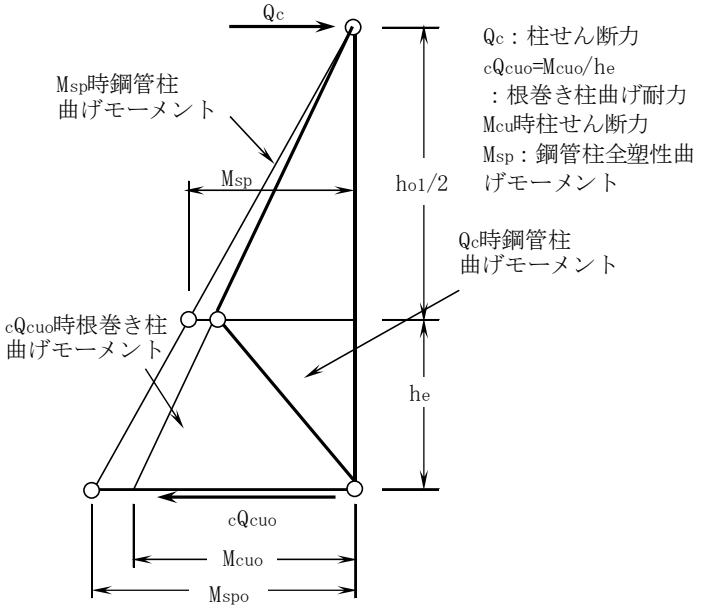
j_{tco}：根巻き柱両側最外縁主筋の中心間距離、h_e：根巻き柱の有効高さ

根巻き柱主筋の降伏引張力 T_{cy}, T_{cny} の算定に用いる主筋の降伏強度は、SD390 以下では $1.1\sigma_{yo}$、SD490 では $1.0\sigma_{yo}$ とする。 σ_{yo} は規格降伏点を示す。

【解説】

4.1 節では、解図 4.1 の根巻き柱の応力状態を基に、根巻き柱設計せん断力 cQ_{cuo} は式(4.1)で算定し、3.2 節の解説(1)で前述したように、1 階鉄骨柱の圧縮軸力は柱端部エンドプレートを介して柱梁接合部に伝達されることを勘案し、根巻き柱せん断設計用曲げ耐力 M_{cuo} は式(4.2)で算定するとした。

一方、1 階鉄骨柱が引張軸力を受ける場合、根巻き柱曲げ耐力は減少するので、式(4.3)の根巻き柱せん断耐力 V_{suo} が安全側の値となるように、式(4.2)では、引張軸力の影響を無視した。



解図 4.1 根巻き柱の応力状態

4.2 根巻き柱せん断耐力

根巻き柱せん断耐力 V_{suo} は式(4.3)で算定し、式(4.1)の根巻き柱設計せん断力 Q_{cuo} の 1.3 倍以上となることを確認する。

$$V_{suo} = \min(V_{su},\ V_{bu}) \qquad (4.3)$$

ここに、V_{su}：塑性式によるせん断耐力、V_{bu}：付着割裂耐力

【塑性式によるせん断耐力】

$$V_{su}=\min(V_{u1},V_{u2},V_{u3}) \qquad (4.4)$$

$$V_{u1}=V_{ut1}+V_{ua1} \qquad (4.5)$$

$$V_{ut1}=\mu\cdot p_{we}\cdot \sigma_{wy}\cdot B_e'\cdot j_e \qquad (4.6)$$

$$V_{ua1}=\{\nu\cdot F_c-(1+\cot^2\phi)\cdot p_{we}\cdot \sigma_{wy}/\lambda\}\cdot B_e'\cdot D_c\cdot\tan\theta/2 \qquad (4.7)$$

$$V_{u2}=(\lambda\cdot\nu\cdot F_c+p_{we}\cdot\sigma_{wy})\cdot B_e'\cdot j_e/3 \qquad (4.8)$$

$$V_{u3}=\lambda\cdot\nu\cdot F_c\cdot B_e'\cdot j_e/2 \qquad (4.9)$$

$$\cot\phi=\min(2,h_e/j_e) \qquad (4.10)$$

$$p_{we}=a_{wr}/(B_e'\cdot s) \qquad (4.11)$$

：根巻き柱の有効横補強筋比

$$\mu=\cot\phi\cdot\mu_R \qquad (4.12)$$

μ_R：トラス機構の角度を表す低減係数

μ_R=0.8 とする。

$$\nu=\cot\phi\cdot\nu_R\cdot\nu_o,\quad \nu_o=0.7-F_c/200 \qquad (4.13)$$

：コンクリート圧縮強度の有効係数

ν_R：コンクリート圧縮強度の有効係数の低減係数で、ν_R=0.6 とする。

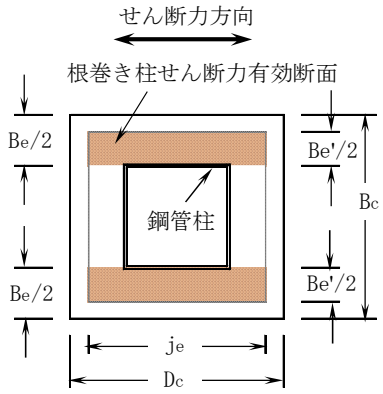


図 4.1 根巻き柱せん断力有効断面

ここに、D_c：根巻き柱せい、h_e：根巻き柱の有効高さ

$B_e=B_c-B_s$, $B_e'=B_e-(2C+d_{wr})$：根巻き柱せん断有効幅(図 4.1)

$j_e=D_c-(2C+d_{wr})$：トラス機構の有効せい

$\lambda=1-s/2j_e-B_e'/4j_e$：トラス機構の有効係数、$\tan\theta=0.9D_c/(2\times 2h_e)$

C：根巻き柱のかぶり厚さ、d_{wr}：根巻き柱横補強筋呼び名の値

a_{wr}：根巻き柱横補強筋 1 組の断面積、$s=h_e/(n_{wr}-1)$：根巻き柱横補強筋の平均間隔

n_{wr}：根巻き柱横補強筋の組数、σ_{wy}：根巻き柱横補強筋の降伏強度(単位：N/mm^2)

F_c：コンクリートの設計基準強度(単位：N/mm^2)

【付着割裂耐力】

$$V_{bu}=\Sigma(\tau_{bu}\cdot\phi)\cdot j_e+\{\nu_b\cdot F_c-2.5\Sigma(\tau_{bu}\cdot\phi)/(\lambda\cdot B_e')\}\cdot B_e'\cdot D_c\cdot\tan\theta/2 \qquad (4.14)$$

根巻き柱主筋の付着強度：$\tau_{bu}=\alpha_t\cdot\{(0.085b_i+0.10)\cdot\sqrt{F_c}+k_{st}\}$

(梁上端筋以外の主筋の付着強度低減係数) α_t = 1

b_i：根巻き柱主筋の割裂線長さ比($b_i=b_{si}$ とする。)

$b_{si}=(B_c-N\cdot d_b)/(N\cdot d_b)$：サイドスプリットの場合

$k_{st}=(54+45N_w/N)\cdot(b_{si}+1)\cdot p_{we}$

ここに、$\Sigma\phi$：根巻き柱主筋 1 列の周長の合計、N：根巻き柱主筋 1 列の本数、d_b：主筋呼び名の値

kst：横補強筋の効果、　Nw：1組の横補強筋足の本数(Nw=2)

Aw：横補強筋1本の断面積、s：横補強筋の間隔、ν_b：付着強度の低減係数(ν_b=0.8とする。)

根巻き柱横補強筋の降伏強度σ_{wy}は、SD390以下では1.1σ_{yo}、SD490、685N/mm^{2}級、785N/mm^{2}級では1.0σ_{yo}、1275N/mm^{2}級では785N/mm^{2}とする(RC構造設計指針7.1節 参照)。σ_{yo}は規格降伏点を示す。

【解説】

文献5)の4章 鉄骨部材と鉄筋コンクリート部材の直列的に結合する接合部で紹介されている文献6)では、靭性保証型指針[8)]に準じた式(4.4)(塑性式)によるせん断耐力Vsuを提案している。これらより、式(4.3)の根巻き柱せん断耐力Vsuoは、SABTEC高強度せん断補強筋 設計施工指針(2021年)[13)]提案の塑性式によるせん断耐力Vsuと付着割裂耐力Vbuのいずれか小さい方として算定するとした。

この場合、cotϕは、根巻き柱の有効高さheを用いて式(4.10)で定義した。また、トラス機構の角度を表す低減係数μ_R、コンクリート圧縮強度の有効係数の低減係数ν_R、付着強度の低減係数ν_bは、靭性保証型指針[8)]に準じ、式(解4.1)で算定するとし、4.2節では、塑性変形能力確保のために、靭性保証型指針[8)]による降伏ヒンジ部材(梁)の終局部材角の目安値と同様、Rp'=1/50とすることで、μ_R=0.8、ν_R=0.6、ν_b=0.8とした。

$$\mu_R=1-10R_p',\quad \nu_R=1-20R_p',\quad \nu_b=1-10R_p' \qquad (解\ 4.1)$$

ここに、Rp'：根巻きRC柱の塑性変形角

開発実験各試験体の式(4.4)の根巻き柱せん断耐力Vsuと設計せん断力Qcuoを解表4.1に示す。同表によると、根巻き柱せん断耐力Vsuは、設計せん断力Qcuoの1.3倍程度以上となる。同表の計算耐力は材料試験による実強度を用いて算定した。この場合、Qcuoは基礎梁曲げ終局耐力時柱せん断力cQguで決定するとしている。ただし、式(4.2)の根巻き柱せん断耐力Vsuoは、式(4.3)の付着割裂耐力Vbuを考慮しているが、式(4.1)の設計せん断力Qcuoの1.3倍以上となることを確認するとした。

一方、鋼構造接合部設計指針[2)]では、根巻き柱降伏せん断耐力Qcyを下式で算定するとしている。

$$Q_{cy}=B_e\cdot j_r\cdot(F_{csy}+0.5F_{wy}\cdot p_{wre}) \qquad (解\ 4.2)$$

ここに、Be=(Bc-Bs)：根巻き柱のせん断有効幅

jr=(7/8)dr：根巻き柱の応力中心距離、dr：根巻き柱の有効せい

Fcsy：コンクリートの降伏せん断強度で、コンクリートの短期許容せん断応力度を用いる。

Fwy：せん断補強筋(帯筋)の降伏強度で、短期許容引張応力度とする。

pwre(=awr/(Be･x))：帯筋比、pwre≧1.2%の場合、pwre=1.2%とする。x：帯筋間隔

解表4.1に示すように、式(解4.2)の根巻き柱降伏せん断耐力Qcyは、式(4.4)の根巻き柱せん断耐力Vsuの0.8～0.9倍程度である。Qcy算定時の785N/mm^{2}級高強度せん断補強筋の短期許容引張応力度(Fwy)は、590N/mm^2(大臣認定の短期許容引張応力度)としている。

解表 4.1 根巻き柱せん断耐力 Vsu と設計せん断力 Qcuo

試験体	根巻き柱せん断耐力											鉄骨柱、根巻き柱、基礎梁曲げ耐力				
	Vut1 (kN)	Vua1 (kN)	Vu1 (kN)	Vu2 (kN)	Vu3 (kN)	Vsu (kN)	Qcuo (kN)	Vsu /Qcuo	Qcy (kN)	Qcy /Vsu	Qcy /Qcuo	cQsp (kN)	cQcu (kN)	cQgu (kN)	cQsp /cQgu	cQcu /cQgu
No. 1	372	0	372	399	412	372	194	1.92	284	0.76	1.46	734	622	194	3.79	3.21
No. 2	372	0	372	399	412	372	245	1.51	284	0.76	1.16	734	622	245	2.99	2.53
No. 3	372	24	396	499	562	396	245	1.61	310	0.78	1.26	734	622	245	2.99	2.53
No. 4	372	24	396	499	562	396	297	1.33	310	0.78	1.04	734	622	297	2.47	2.09
No. 5	364	0	364	373	377	364	234	1.55	276	0.76	1.18	725	632	234	3.10	2.70
No. 6	364	0	364	373	377	364	246	1.48	276	0.76	1.12	725	629	246	2.94	2.55
No. 7	364	0	364	373	377	364	245	1.48	276	0.76	1.12	725	599	245	2.96	2.44
No. 8	817	0	817	544	405	405	246	1.64	364	0.90	1.48	725	623	246	2.94	2.53
No. 9	385	0	385	402	409	385	250	1.54	289	0.75	1.16	449	632	250	1.80	2.53
No. 10	385	14	399	491	543	399	240	1.66	311	0.78	1.30	449	631	240	1.87	2.63

Vut1：トラス機構せん断耐力、Vua1：アーチ機構せん断耐力、Vu1=Vut1+Vua1, Vsu=min(Vu1, Vu2, Vu3)
cQsp, cQcu, cQgu：鉄骨柱全塑性モーメント時および根巻き柱、基礎梁曲げ耐力時柱せん断力、Qcuo=min(cQcu, cQgu)
Qcy：鋼構造接合部設計指針による根巻き柱降伏せん断力

4.3 根巻き拘束筋の必要断面積

根巻き拘束筋算定用せん断力は式(4.15)、根巻き拘束筋の必要断面積 awo は式(4.16)で算定する。

$$Qju=Qcuo+Vua1 \quad (4.15)$$

$$awo=Qju/\sigma wyo \quad (4.16)$$

ここに、Qcuo：式(4.1)の根巻き柱設計せん断力

Vua1：アーチ機構せん断耐力(式(4.6))、 σwyo：根巻き拘束筋の降伏強度

根巻き拘束筋の降伏強度 σwyo は、4.2 節の根巻き柱横補強筋の降伏強度 σwy と同様に定める。

【解説】

根巻き拘束筋の必要断面積 awo は、文献 6)と同様、式(4.16)で算定するとした。開発実験に供した各試験体の根巻き拘束筋の必要断面積と決定組数を解表 4.2 に示す。同表によると、根巻き拘束筋の決定組数は必要組数と同程度である。

この場合、785N/mm^2 級高強度せん断補強筋を用いた試験体 No.8 を含め、5.3 節の解図 5.2 に示すように、最大耐力実験値は計算耐力を上回り、3.4 節の解図 3.6 に示すように、接合部せん断余裕度 gQpu/gQgu ≧1.0 の場合、設計で保証すべき変形性能が確保される。

解表 4.2 根巻き拘束筋の必要断面積と決定組数

試験体	Qju (kN)	awo (mm^2)	必要組数	決定組数
No. 1	194	582	2.3	3
No. 2	245	737	2.9	
No. 3	270	810	3.2	4
No. 4	321	965	3.8	
No. 5	234	664	2.6	3
No. 6	246	698	2.7	
No. 7	245	695	2.7	
No. 8	246	286	1.1	1
No. 9	250	707	2.8	3
No. 10	254	719	2.8	4

Qju：根巻き柱の設計せん断力
awo：根巻き部拘束筋の必要断面積
必要組数=awo/aw、aw：1組の断面積

5章　柱梁接合部せん断設計

5.1 接合部せん断設計条件

ト形、十字形柱梁接合部は、RC 構造設計指針 4.3 節と同様、式(5.1)を満足するように設計し、3.4 節の規定を満足する接合部横補強筋を配置する。

$$V_{puh} > \lambda_p \cdot V_{muh} \qquad (5.1)$$

ここに、λ_p：柱梁接合部せん断余裕度で、$\lambda_p \geqq 1.1$ とする。

V_{muh}：式(5.2.1)の水平方向の接合部終局強度設計用せん断力

V_{puh}：式(5.3.1)の水平方向の接合部せん断終局耐力

【解説】

5.3 節の解説で後述する開発実験の知見を基に、5.1 節では、接合部せん断余裕度 $\lambda_p \geqq 1.1$ とした。

5.2 終局強度設計用せん断力の算定

水平方向の終局強度設計用せん断力 V_{muh} は、式(5.2.1)による。

ここで、終局強度設計用せん断力 V_{muh} は、1 階鉄骨柱の反曲点位置 $h_{o1}/2$ を 1 階鉄骨柱内法高さ中央、基礎梁の反曲点位置 $\ell_o/2$ を基礎梁内法スパン中央として算定した上で、メカニズム時設計せん断力以上となることを確認する。

$$V_{muh} = \xi_h \cdot Q_{cu} \qquad (5.2.1)$$

$$Q_{cu} = \min(cQ_{cu}, cQ_{gu}),\ cQ_{cu} = 2M_{cu}/(h_{o1}+2h_e) \qquad (5.2.2)$$

（ト形接合部）$cQ_{gu} = (M_{gu}/\ell_o)\cdot(\ell/h)$ (5.2.3)

（十字形接合部）$cQ_{gu} = \{(M_{gu}+M_{gu}')/\ell_o\}\cdot(\ell/h)$ (5.2.4)

$$\xi_h = (h/\ell)\cdot(\ell_o/j_{tg}) - 1 \qquad (5.2.5)$$

$$M_{gu} = T_{gy}\cdot j_{tg},\ M_{gu}' = T_{gy}'\cdot j_{tg} \qquad (5.2.6)$$

ここに、cQ_{cu}：柱曲げ耐力時せん断力、M_{cu}：メカニズム圧縮軸力時根巻き柱曲げ終局耐力

cQ_{gu}：基礎梁曲げ終局耐力時柱せん断力、M_{gu}, M_{gu}'：左右基礎梁の曲げ終局耐力

T_{gy}, T_{gy}'：左右基礎梁主筋の降伏引張力、j_{tg}：基礎梁上下主筋の重心間距離

h_e：根巻き柱の有効高さ、$h=(h_1+h_2)/2$、h_1：1 階構造階高、h_2：杭せん断長さの 2 倍

$h_{o2}=h_2-D_g-2\Delta h_{o2}$、ただし、$h_{o2}=4D_p$ とする。D_p：杭直径

Δh_{o2}：基礎梁下面からフーチング底面までの出寸法

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

【解説】

(1) 基本事項

終局強度設計用せん断力 V_{muh} は、RC 構造設計指針 5.1.1 項と同様、解図 5.1 の応力状態を基に、式(5.2.2)の終局強度設計用柱せん断力 Q_{cu} を用い、式(5.2.1)で算定するとした。解図 5.1 では、$h_{o2}=h_2-D_g-2\Delta h_{o2}$ とし、杭せん断長さの 2 倍 h_2 は、杭頭に水平力を受ける杭の水平抵抗力と水平変位の算定式による杭の最大モーメント発生位置[10]で決まるとしている。開発実験では $h_{o2}/2=950$mm, $D_p=500$mm、$h_{o2}/D_p=3.8$ としている。杭基礎の場合、杭せん断長さ h_2 が小さいと、根巻き柱終局耐力時せん断力は大きくなり、通常、(付録 1)に示すように、$h_{o2} \geqq 4D_p$ となるので、5.2 節では、$h_{o2}=4D_p$ とした。

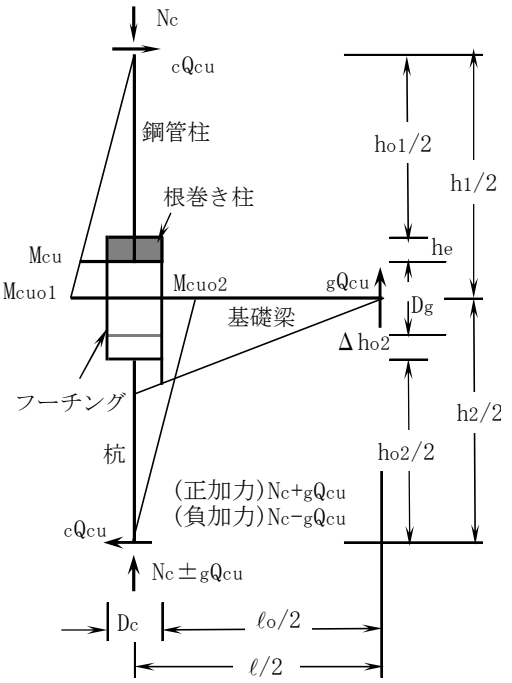
(2) メカニズム圧縮軸力 Nc 時根巻き柱曲げ終局耐力 Mcu

式(5.2.1)の水平方向の終局強度設計用せん断力 Vmuh は 1 階鉄骨柱の反曲点位置 ho1/2 を 1 階鉄骨柱内法高さ中央、基礎梁の反曲点位置ℓo/2 を基礎梁内法スパン中央として算定した上で、メカニズム時設計せん断力以上となることを確認するか、安全側の柱梁接合部せん断設計となるように、釣合い軸力時曲げ終局耐力 Mcu を用いて算定すればよい。ここで、メカニズム圧縮軸力 Nc 時根巻き柱曲げ終局耐力 Mcu は、解図 5.2 のエンドプレート下の根巻き柱断面に対して、単純累加式※で算定することができる。単純累加式は、解表 5.1 に示すように、慣用式(式(解 5.1))による長方形断面柱の曲げ終局耐力に、中段主筋の耐力ベクトル(±an・σry)を加えることで導出される(解図 5.3 参照)。

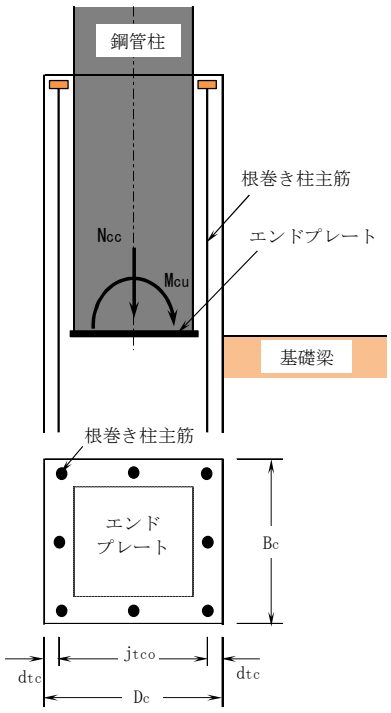
Nmax≧Nc＞0.4Bc・Dc・Fc ：Mcu=(0.8at・σry・Dc+0.12Bc・Dc・2Fc)・{(Nmax-Nc)/(Nmax-0.4Bc・Dc・Fc)}

Bc・Dc・Fc≧Nc＞0 ： Mcu=0.8at・σry・Dc+0.5Nc・Dc{1-Nc/(Bc・Dc・Fc)} (解 5.1)

0 ≧Nc＞ Nmin ： Mcu=0.8at・σry・Dc+0.4Nc・Dc



解図 5.1 実験ト形架構の応力状態



解図 5.2 エンドプレート下の根巻き柱断面

解表 5.1 単純累加式による根巻き柱曲げ終局耐力 Mcu

軸力範囲	曲げ終局耐力
N5≧Nc＞N4：	Mcu=Mmu・(N5-Nc)/(N5-N4)
N4≧Nc＞N3：	Mcu=Mmu
N3≧Nc＞N2：	Mcu=Mru+0.5N'・Dc・{1-N'/(Bc・Dc・Fc)}
N2≧Nc＞N1：	Mcu=Mru・(1-N'/Nmin)
σry ：鉄筋降伏強度、 Fc ：コンクリート設計基準強度	
at,an ：引張側主筋および中段主筋の断面積	

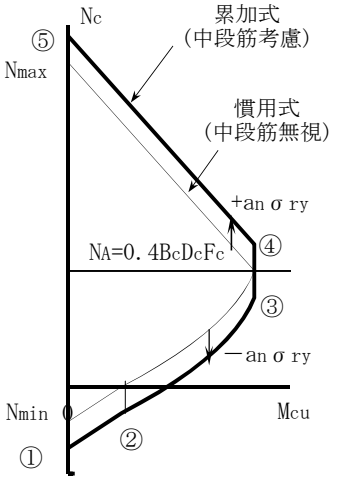
特性値	
N1=Nmin-an・σry	N2=-an・σry
N3=0.4Bc・Dc・Fc-an・σry	N4=0.4Bc・Dc・Fc+an・σry
N5=Nmax+an・σry	N'=Nc-N2
Nmin=-2at・σry	Nmax=Bc・Dc・Fc+2at・σry
Mru=0.8at・σry・Dc	Mcuo=0.12Bc・Dc^2・Fc
Mmu=Mru+Mcuo	

解図 5.4 に、単純累加式と慣用式による根巻き柱曲げ終局耐力 Mcu の計算結果を示す。同図中には、計算対象の根巻き柱の構造諸元を併記し、コンクリートの圧縮応力－ひずみ関係を e 関数式とした平面保持仮定による計算結果を併せて示した。同図に示すように、単純累加式による根巻き柱曲げ終局耐力

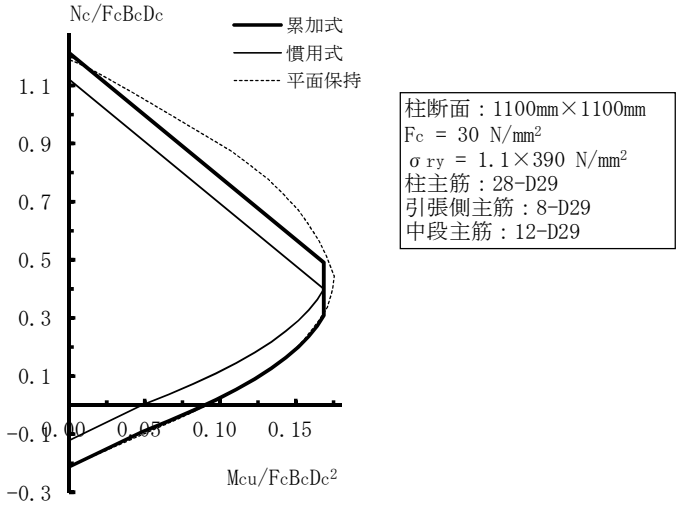
Mcu は、全軸力範囲で平面保持仮定による計算結果とよく一致する。釣合い軸力 NA および NA 時の最大曲げ終局耐力 Mmu は、単純累加式による解表 5.1 より下式で求めることができる。

$N_A = N_3 = 0.4B_c \cdot D_c \cdot F_c - a_n \cdot \sigma_{ry}$, $M_{mu} = 0.8a_t \cdot \sigma_{ry} \cdot D_c + 0.12B_c \cdot D_c^2 \cdot F_c$ (解 5.2)

なお、式(解 5.1)の単純累加式による曲げ終局耐力は、一貫構造計算プログラム(弾塑性増分解析)によるメカニズム圧縮軸力時根巻き柱曲げモーメントよりも一般に大きい。



解図 5.3 単純累加式と慣用式による根巻き柱曲げ終局耐力 Mcu



解図 5.4 根巻き柱曲げ終局耐力 Mcu の計算結果

※ 日本建築防災協会：既存鉄骨鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・同解説(2009 年)、【付則】1.1 長方形断面柱 1.1.1 曲げ終局強度、pp.205-2011, 2009 年 12 月

5.3 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 Vpuh は、式(5.3.1)による。

$V_{puh} = \kappa_u \cdot \phi \cdot F_j \cdot b_{jh} \cdot D_{jh}$ (5.3.1)

ここに、κ_u：柱型部の形状係数

(ト形接合部) κ_u=0.7、(十字形接合部) κ_u=1.0

ϕ ： 直交梁の有無による補正係数

両側直交梁付き接合部の場合： ϕ=1.0

それ以外の場合： ϕ=0.85

$F_j = 0.8F_c^{0.7}$ (5.3.2)

Fc：コンクリートの設計基準強度(N/mm²)

$b_{jh} = B_g + b_{a1} + b_{a2}$ (5.3.3)

：柱梁接合部の有効幅

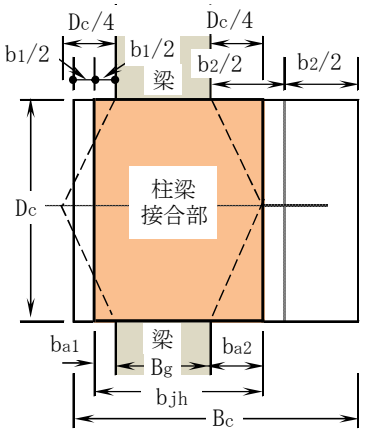


図 5.1 柱梁接合部有効幅

【水平方向の柱梁接合部有効せい】

(ト形接合部) $D_{jh} = \ell_{ag}$、(十字形接合部) $D_{jh} = D_c$ (5.3.4)

Bg：梁幅、bai：bi/2 または Dc/4 の小さい方、bi：梁側面から平行する柱側面までの長さ

Bc, Dc：柱梁接合部の幅とせい、 ℓ_{ag}：基礎梁主筋の定着長さ

【解説】

(1)　接合部せん断終局耐力

水平方向の接合部せん断終局耐力 Vpuh は、RC 構造設計指針 6 章と同様、式(5.3.1)で算定するとした。開発実験各試験体の計算耐力一覧を解表 5.2、耐力安全率一覧を解表 5.3、Qmax/gQgu－gQpu/gQgu 関係を解図 5.5 に示す。Qmax は最大耐力実験値、gQpu/gQgu は接合部せん断余裕度であり、耐力安全率は Qmax/gQgu、Qmax/gQpu、Qmax/gQau を示す。

gQgu は梁曲げ終局耐力時梁せん断力、gQpu は接合部せん断終局耐力時梁せん断力、gQau は梁主筋側面剥離耐力時梁せん断力、式(解 5.3)中の ΣTau は基礎梁全主筋の側面剥離定着耐力[11]であり、それ以外の記号の定義は 5.2 節と同じである。

$$gQgu=2Mgu/\ell o,\quad gQpu=(Vpuh/\xi h)\cdot(h/\ell),\quad gQau=2\Sigma Tau\cdot jtg/\ell o \qquad (解\ 5.3)$$

これらによると、正負加力ともに、

1)　接合部せん断余裕度 gQpu/gQgu＜1.0 の No.2, No.4～No.9 の耐力安全率 Qmax/gQpu は 1.0 を上回り、gQpu/gQgu≧1.0 の No.1, No.3, No.10 の耐力安全率 Qmax/gQgu は 1.0 を上回った。

2)　円形定着板型 No.5～No.7 の Qmax/gQpu は、ネジ節鉄筋型 No.2 と同様、1.0 を上回った。

3)　785N/mm^2 級高強度せん断補強筋を用いた No.8 の Qmax/gQpu は、SD295A 普通強度せん断補強筋を用いた No.2 と同様、1.0 を上回った。

4)　□250×250×9mm を用いた gQpu/gQgu＜1.0 の No.9 の Qmax/gQpu は、□250×250×12mm を用いた No.2 と同様、1.0 を上回り、□250×250×9mm を用いた gQpu/gQgu≧1.0 の No.10 の Qmax/gQgu は、正負加力ともに、1.0 を上回った。

これらより、FA ランクの角形鋼管を用いた根巻き柱の場合、解表 5.3 に示すように、ネジ節鉄筋型、円形定着板型を用いた基礎梁主筋定着部に係わらず、gQpu/gQgu≧1.1 の試験体 No.1, No.3, No.10 の場合、耐力安全率 Qmax/gQgu は 1.1～1.2 程度であり、実験結果の破壊形式は基礎梁曲げ破壊型となった。

以上より、5.1 節では、接合部せん断余裕度 λp(=gQpu/gQgu)≧1.1 とした。

解表 5.2 各試験体の計算耐力一覧

	試験体	終局耐力時基礎梁せん断力									耐力余裕度			破壊形式
		梁 gQgu (kN)	根巻き柱 gQcu (kN)		gQcu /gQgu		鋼管柱 gQsp (kN)	gQcu /gQsp	接合部 gQpu (kN)	梁主筋定着部 gQau (kN)	gQpu /gQgu	gQau /gQgu	gQau /gQpu	
			正	負	正	負								
2016年度	No.1	313	655	788	2.09	2.51	1187	0.55	357	451	1.14	1.44	1.26	曲げ
	No.2	397	663	827	1.67	2.08	1187	0.56	323	574	0.81	1.45	1.78	接合部
	No.3	397	663	827	1.67	2.08	1187	0.56	452	675	1.14	1.70	1.49	曲げ
	No.4	481	663	846	1.38	1.76	1187	0.56	426	819	0.89	1.70	1.93	接合部
2017年度	No.5	379	674	837	1.78	2.21	1173	0.57	299	551	0.79	1.45	1.84	接合部
	No.6	398	670	834	1.68	2.09	1173	0.57	299	551	0.75	1.38	1.84	接合部
	No.7	397	639	802	1.61	2.02	1173	0.54	299	551	0.75	1.39	1.84	接合部
	No.8	398	664	828	1.67	2.08	1173	0.57	321	572	0.81	1.43	1.78	接合部
	No.9	404	674	837	1.67	2.07	726	0.93	321	572	0.79	1.42	1.78	接合部
	No.10	388	672	836	1.73	2.16	726	0.93	432	661	1.11	1.70	1.53	曲げ

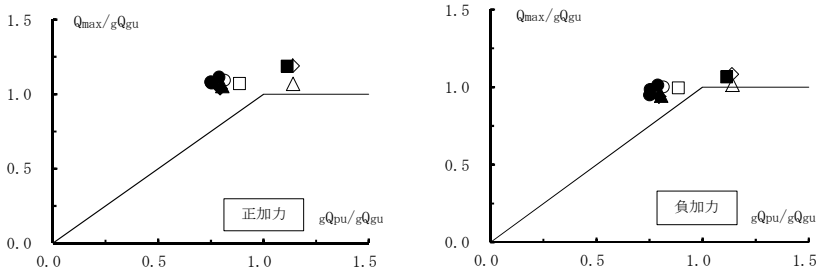
（注）gQgu：基礎梁曲げ終局耐力時せん断力、gQcu：根巻き柱曲げ終局耐力時基礎梁せん断力
gQpu：柱梁接合部せん断耐力時梁せん断力、gQau：梁主筋定着耐力時梁せん断力
gQsp：鋼管柱全塑性曲げ耐力時梁せん断力、「破壊形式」曲げ：梁曲げ破壊型、接合部：接合部せん断破壊型

解表 5.3 各試験体の耐力安全率一覧

試験体	最大耐力 Qmax (kN)		耐力安全率 Qmax/gQgu		Qmax/gQpu		Qmax/gQau		限界層間変形角実験値 R80 (×10⁻³rad.)		正加力時実験結果の破壊形式
	正	負	正	負	正	負	正	負	正	負	
No.1	335	318	1.07	1.01	0.94	0.89	0.74	0.70	55.1	40.1↑	○
No.2	434	397	1.09	1.00	1.34	1.23	0.76	0.69	38.6	39.1	△
No.3	472	430	1.19	1.08	1.04	0.95	0.70	0.64	46.9	40.1↑	○
No.4	515	479	1.07	1.00	1.21	1.12	0.63	0.58	48.0	37.7	△
No.5	423	384	1.11	1.01	1.41	1.29	0.77	0.70	38.2	40.2↑	△
No.6	431	378	1.08	0.95	1.44	1.27	0.78	0.69	39.3	40.2↑	△
No.7	427	391	1.07	0.98	1.43	1.31	0.77	0.71	39.2	40.1↑	△
No.8	420	376	1.05	0.94	1.31	1.17	0.73	0.66	38.6	40.1↑	△
No.9	419	379	1.04	0.94	1.31	1.18	0.73	0.66	37.5	40.2↑	△
No.10	461	414	1.19	1.07	1.07	0.96	0.70	0.63	50.1	40.3↑	○

gQmax：最大耐力実験値、 R80：gQmaxの80%低下時の限界層間変形角実験値（↑は同値以上）
（実験結果の破壊形式）○：基礎梁曲げ破壊型、 △：基礎梁曲げ降伏後の根巻き柱せん断破壊型

Fc27	Fc40	Fc27	Fc27	Fc27	Fc40
□-250×250×16				□-250×250×9	
ネジ節		円形	ネジ節		
No.1	No.2	No.3	No.4	No.5～No.7	No.8(785級)	No.9	No.10
△	○	◇	□	●	▲	◆	■



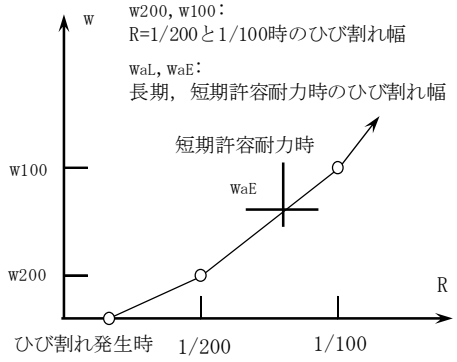
解図 5.5 耐力安全率 Qmax/gQgu－接合部せん断余裕度 gQpu/gQgu 関係

(2) 基礎梁短期許容せん断力時の各部ひび割れ幅

開発実験では、正負繰り返し載荷の第 1 サイクル目所定変形時に、クラックスケールでひび割れ幅 w を測定し、同ひび割れ幅測定値を用い、基礎梁主筋の短期許容応力度で決まる式(解 5.6)の短期許容せん断力 gQa 時ひび割れ幅を解図 5.6 の算定方法で求めた[12)]。

$$gQa = 2\ agt \cdot ftaE \cdot jg/\ell o \qquad (解\ 5.6)$$

ここに、ftaE：引張側基礎梁主筋の短期許容引張応力度、agt：引張側基礎梁主筋の断面積
jg=(7/8)dg：基礎梁の応力中心距離、dg：基礎梁の有効せい、ℓo：基礎梁内法スパン長

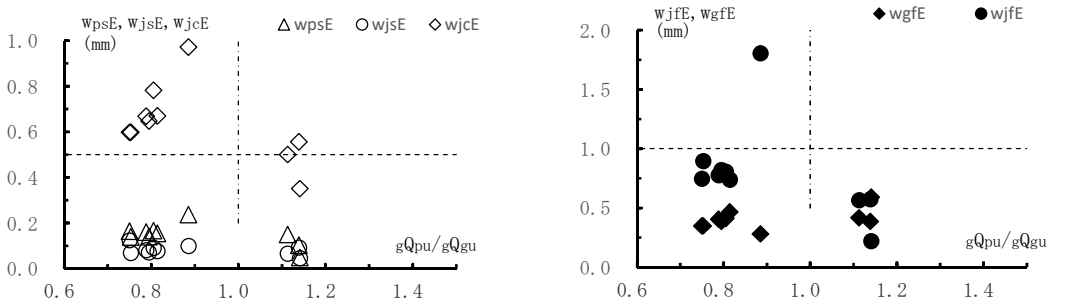


解図 5.6 短期許容せん断力時ひび割れ幅の算定方法

短期許容せん断力時接合部せん断ひび割れ幅 wpsE、根巻き柱せん断ひび割れ幅 wjsE、根巻き柱頭部支圧ひび割れ幅 wjcE、根巻き柱端曲げひび割れ幅 wjfE、基礎梁端曲げひび割れ幅 wgfE を解図 5.7 に示す。同図によると、接合部せん断余裕度 gQpu/Qgu≧1 の(a) wpsE, wjsE, wjcE、(b) wjfE, wgfE の上限は、試験体の縮小率(1/2 程度)を考慮すると、耐震性能評価指針案[9]による修復限界状態Ⅰ(容易に補修しうる状態)の残留ひび割れ幅の最大値(接合部せん断ひび割れ 0.5mm、梁端曲げひび割れ幅 1.0mm)に留まる。

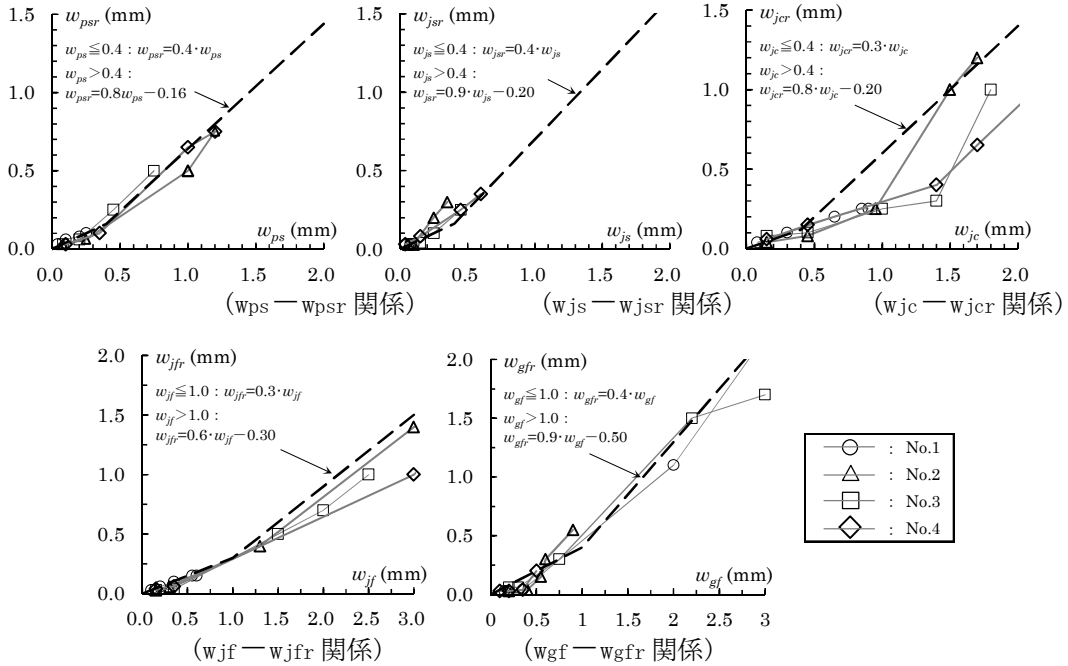
すなわち、縮小率による最大ひび割れ幅の増大率を 2.0、ピーク時ひび割れ幅に対する残留ひび割れ幅の比を 0.5 とすると、(a) wpsE, wjsE, wjcE、(b) wjfE, wgfE の上限は、それぞれ修復限界状態Ⅰの残留ひび割れ幅の最大値に相当する。試験体 No.1～No.4 のピーク時ひび割れ幅－残留ひび割れ幅関係を解図 5.8 に示す。同図によると、ピーク時ひび割れ幅に対する残留ひび割れ幅の比(wpsr/wps, wjsr/wjs, wjcr/wjc と wjfr/wjf, wgfr/wgf)はそれぞれ 0.3～0.4 程度である。

これらより、接合部せん断余裕度 gQpu/gQgu≧1 の場合、柱梁接合部と同様、根巻き柱には短期許容せん断力時に修復性を損なうひび割れは発生しないので、短期許容応力度設計を省略してもよいと判断できる(RC 構造設計指針 3 章の解説(1) 参照)。



(a) wpsE, wjsE, wjcE－gQpu/gQgu 関係　　(b) wjfE, wgfE－gQpu/gQgu 関係

解図 5.7　短期許容せん断力時各部ひび割れ幅



(wps－wpsr 関係)　(wjs－wjsr 関係)　(wjc－wjcr 関係)

(wjf－wjfr 関係)　(wgf－wgfr 関係)

解図 5.8　試験体 No.1～No.4 のピーク時ひび割れ幅－残留ひび割れ幅関係

6 章　配筋詳細設計例

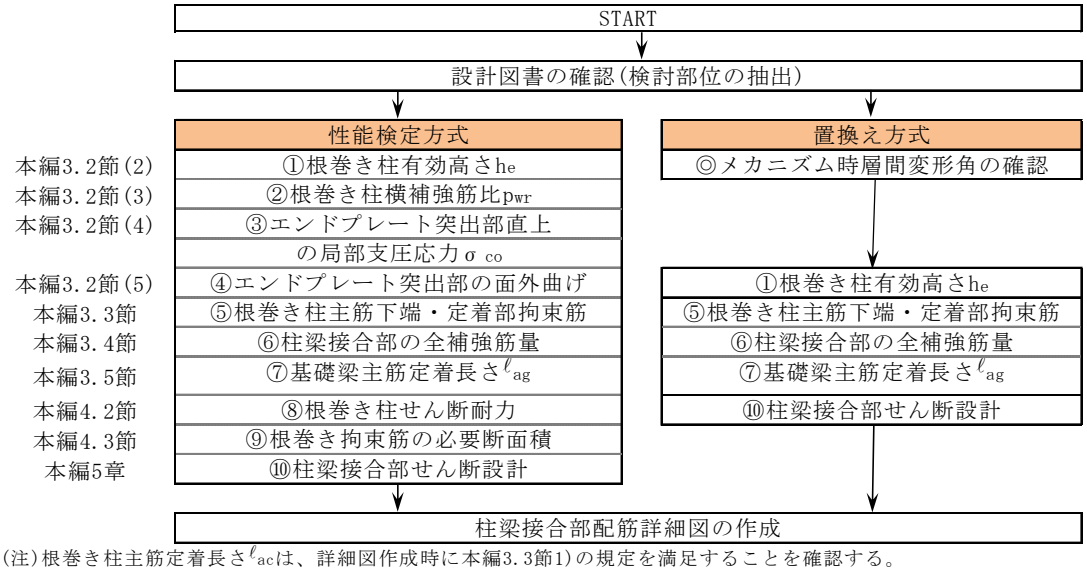
6.1 本編による検定計算の概要

6.1.1 本編による検定計算フローおよび検定計算方式の選定

本編による検定計算は、図 6.1.1 に示した「性能検定方式」または「置換え方式」のいずれかで行う。

性能検定方式は、本編 3 章～5 章の判定①～⑩の検定計算であり、全規定を満足する場合、本編による根巻き柱脚、ならびに基礎梁主筋定着とすることができる。なお、本編 3.2 節の解説(1)に示すように、接合部せん断余裕度 $\lambda_p \geqq 1.0$ の場合、柱梁接合部と同様、根巻き柱に修復性を損なうひび割れは発生しないので、短期許容応力度設計を省略してもよいとしている。

置換え方式では、一貫構造計算プログラム※によるメカニズム到達後、本編 3.2 節(2)の根巻き柱有効高さ he、本編 3.3 節～3.5 節の機械式定着工法による基礎梁主筋定着、ならびに本編 5 章の柱梁接合部せん断設計の検定を行う。性能検定方式の適用は、角形鋼管柱を用いた根巻き柱脚に限定されるが、置換え方式は、機械式定着工法による基礎梁主筋定着の検定計算であるので、角形鋼管柱に限らず、H 形鋼柱や組立鉄骨柱の場合にも適用できる。



(注)根巻き柱主筋定着長さℓ_{ac}は、詳細図作成時に本編3.3節1)の規定を満足することを確認する。

図 6.1.1 本編による検定計算フロー

※ たとえば、ユニオンシステム(株)：Supper Build/SS7 解説書(計算編)6.8 S 造(柱脚)断面算定、9.6 S 造(柱脚)部材復元力特性、2017 年 8 月 8 日版

6.1.2 検定計算の準備計算

(1) 基礎梁主筋最小定着長さ Lag

本編 3.5 節「基礎梁主筋定着部」の$\ell_{ag} \geqq \max(\ell_{ao}, 16db, Lag)$かつ$\ell_{ao} \leqq 25db$ の規定より、基礎梁主筋最小定着長さ Lag を下式で定義する(図 6.1.2 参照)。ℓ_{ag} は基礎梁主筋定着長さを示す。

$Lag=\max(dpa, 0.75Dc)$, $dpa=Bgr+P2A+C+\Delta Bg+db/2$　　(検定 1)

ここに、$dpa=dp+db/2$, dp：根巻き柱面から直交基礎梁最外側位置までの距離

Bgr=JASS5 基礎梁主筋間隔×(ng−1)：基礎梁最外側主筋間距離

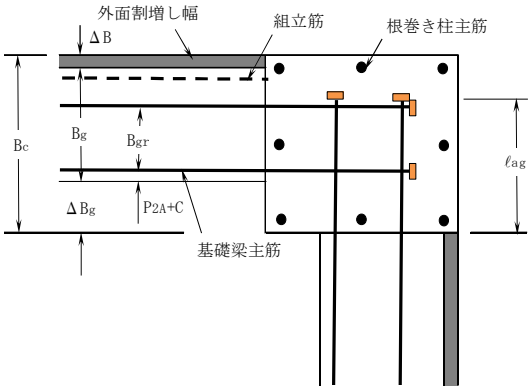
(外面合せ柱梁接合部) $\Delta Bg=Bc-(Bg+\Delta B)$：柱内面から屋内側梁面までの距離

(心合せ柱梁接合部) $\Delta Bg=(Bc-Bg)/2$

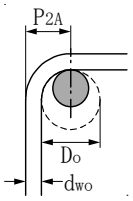
Bg：梁幅、ΔB：外側割増し幅、C：JASS 5 による設計かぶり厚さ

Bc：柱幅、Dc：柱せい、ng：基礎梁主筋 1 列の本数、db：基礎梁主筋呼び名の値

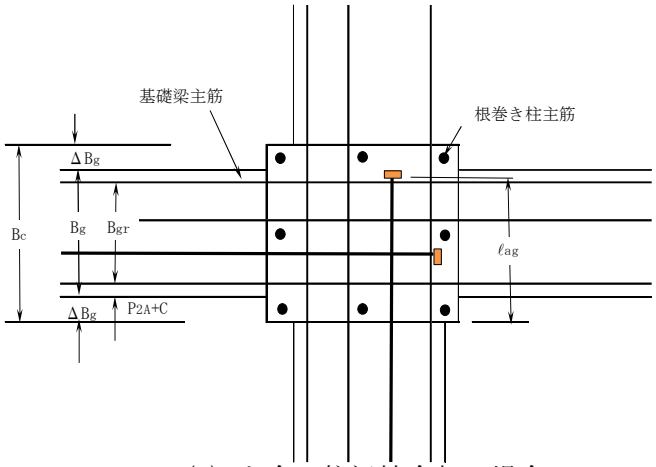
P2A：RC 配筋指針による基礎梁隅筋中心から基礎梁横補強筋外面までの距離



(a) 外面合せ柱梁接合部の場合



(P2A の定義)



(b) 心合せ柱梁接合部の場合

図 6.1.2 基礎梁主筋最小定着長さ Lag

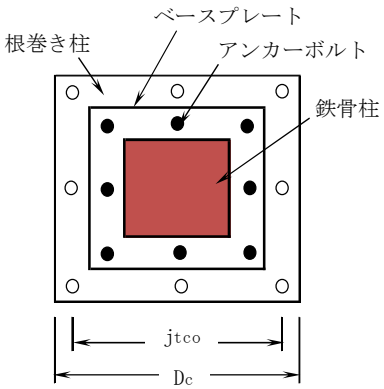


図 6.1.3 根巻き柱脚における
アンカーボルトの構成

(2) アンカーボルト付加曲げ耐力 Map

根巻き柱脚の場合、図 6.1.3 に示すように、通常、根巻き柱主筋のほかにアンカーボルトが配置され、アンカーボルトの付加曲げモーメント Map が柱梁接合部に伝達される。この場合、アンカーボルトの全降伏引張耐力は、柱梁接合部に対して中段アンカーボルトとして抵抗する。

これらより、メカニズム設計軸力 Ncc 時根巻き柱脚部の曲げモーメント Mcu は、本編 5.2 節の解説(2)の単純累加式で算定し、付加曲げモーメント Map は、露出柱脚編 5.1 節(1)の式(5.1.5)に準じた下式で算定する。

$$Map=(\Sigma na\cdot Tay+Ncc)\cdot jtco/2 \qquad \text{(検定 2)}$$

ここに、Σna：アンカーボルト全本数、Tay：アンカーボルト降伏引張耐力

jtco：根巻き柱両側最外縁主筋中心間距離

6.1.3 検定計算における注意事項

(1) 外面割増し幅を考慮した基礎梁配筋詳細

図 6.1.2 に示すように、外面合せ柱梁接合部の場合、外面割増し幅の配置に伴い、屋外側基礎梁主筋位置と屋外側基礎梁側面の間は、屋内側基礎梁主筋位置の場合よりも大きくなる。この場合、屋外側基礎梁主筋位置に沿わせて配置した組立筋に基礎梁横補強筋を掛ける必要がある(SABTEC 機械式定着工法デザインマニュアル 4.7.4 接合部配筋詳細図 参照)。

(2) 根巻き柱各部配筋の注意事項

本編による根巻き柱各部配筋の注意事項を以下に示す(図 6.1.4(本編・解図 1.2) 参照)。

1) 根巻き柱有効せいheは、根巻き柱高さ－(根巻き柱主筋定着板内面から根巻き柱天端までの寸法dao)であるので、根巻き柱主筋が D29～D35 の場合、dao=80～100mm 程度になる(本編 3.2 節(2) 参照)。
2) 根巻き拘束筋は、根巻き柱主筋定着板内面から Dc/4 の範囲内で、根巻き柱主筋定着金物直下側に寄せて配置し、根巻き柱横補強筋は、根巻き拘束筋最下段の下側から基礎梁上端 1 段筋の上側の間に、等間隔で配置する。
3) 基礎梁下端筋(1 段筋)中心から根巻き柱主筋下端までの寸法 CBot は 5db 以上とし、3db 以内に定着部拘束筋を配置する(本編 3.3 節 2) 参照)。
4) 直交基礎梁最外縁主筋 dpa 区間外の基礎梁上端筋定着部は RC 構造設計指針 14.2 節(2)、基礎梁下端筋定着部は同指針 14.2 節(3)による(本編 3.5 節 2) 参照)。

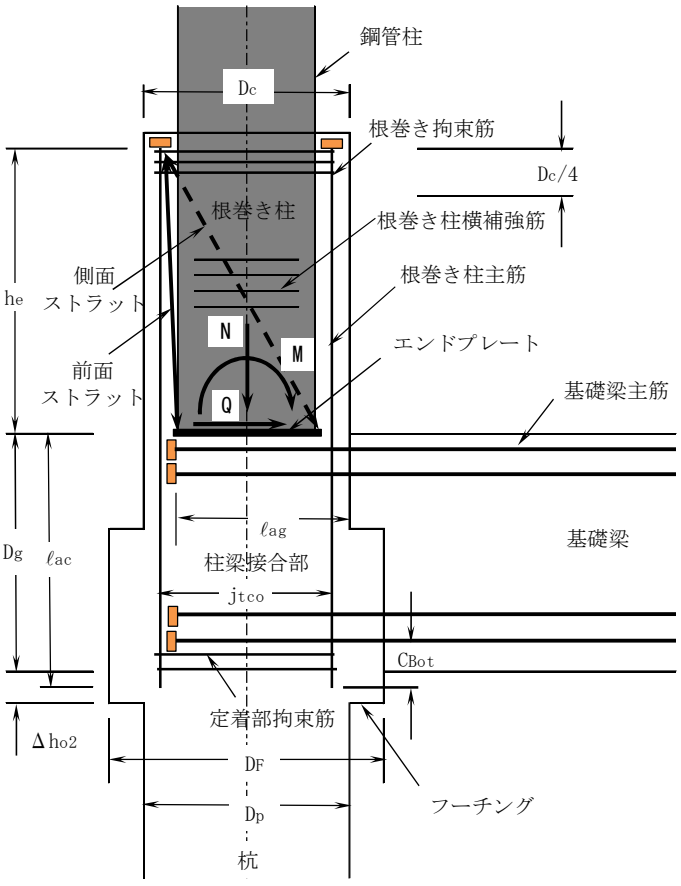


図 6.1.4 本編による根巻き柱各部配筋

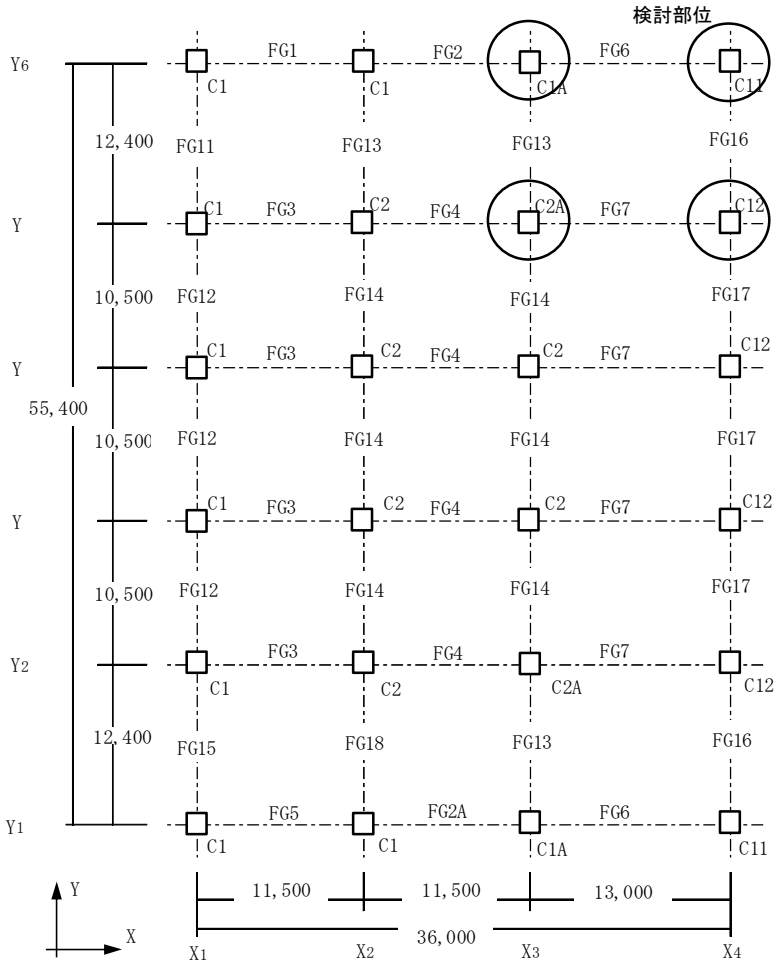
6.2　検討建物の構造概要

6.2.1 物流倉庫 A

根巻き柱・基礎梁伏図を図 6.2.1、検討対象・基礎梁断面リストを表 6.2.1(1)、検討対象・根巻き柱断面リストを表 6.2.1(2)に示す。

表 6.2.1(1)に示すように、X 方向基礎梁の断面寸法は Y 方向基礎梁よりも大きい。表 6.2.1(2)に示すように、本建物の原設計では、根巻き柱脚は、ベースプレートとアンカーボルトで構成された露出柱脚を併用している。

一方、本設計例では、コンクリートの設計基準強度 F_c を 33N/mm^2 とした上で、アンカーボルトを用いず、エンドプレートの出寸法を小さくするとともに、厚さを 32mm または 36mm とし、本編 3.2 節(3)による根巻き柱横補強筋 2-D16@100mm(p_w≧0.3%)および本編 4.3 節による根巻き拘束筋を配置している。



(注)基礎梁屋外面と柱梁接合部面は、すべて外面合せとする。

図 6.2.1 物流倉庫 A の根巻き柱・基礎梁伏図

表 6.2.1(1) 検討対象・基礎梁断面リスト

(a) X 方向基礎梁

位置	FG2		FG4		FG6		FG7	
	端部	中央	端部	中央	端部	中央	端部	中央
$B_g \times D_g$(mm)	950×1800		950×1800		950×1800		950×1800	
上端筋	8+6-D32	8+6-D32	8+8-D32	8+8-D32	8+7-D32	8+7-D32	8+8-D32	8+8-D32
下端筋	8+6-D32	8+2-D32	8+8-D32	8+8-D32	8+6-D32	8+6-D32	8+8-D32	8+8-D32

(b) Y 方向基礎梁

位置	FG13		FG14		FG16		FG17	
	端部	中央	端部	中央	端部	中央	端部	中央
$B_g \times D_g$(mm)	700×1800		700×1800		750×1800		750×1800	
上端筋	6+6-D32	6+6-D32	6+2-D32	6+2-D32	6+2-D32	6+2-D32	6+4-D32	6+4-D32
下端筋	6+6-D32	6+6-D32	6+2-D32	6+2-D32	6+2-D32	6+2-D32	6+4-D32	6+4-D32

B_g, D_g：基礎梁幅およびせい、（基礎梁主筋鋼種）SD390

表 6.2.1(2) 検討対象・根巻き柱断面リスト

(a) 原設計

柱記号	根巻き柱											根巻き拘束筋組数	鉄骨柱	ベースプレート			アンカーボルト		
			根巻き柱主筋					根巻き柱横補強筋											
	F_c (N/mm^2)	B_c (D_c) (mm)	Σn_c (本)	n_{ctx} (本)	n_{cty} (本)	呼び名	p_g (%)	呼び名	n_w (本)	X (mm)	p_w (%)		サイズ	厚さ t (mm)	幅 B_p (せい D_p) (mm)	出寸法 L_E (mm)	本数	呼び名	鋼種
C11	24	1250	26	8	7	D29	1.07	D13	2	100	0.20	2	□-550×550×22	25	900	175	8	M30	ABR400
C1A	24	1250	26	8	7	D29	1.07	D13	2	100	0.20	2	□-550×550×25	25	900	175	8	M30	ABR400
C12	24	1250	24	8	6	D29	0.99	D13	2	100	0.20	2	□-550×550×22	25	900	175	8	M30	ABR400
C2A	24	1250	26	8	7	D29	1.07	D13	2	100	0.20	2	□-550×550×25	25	900	175	8	M30	ABR400

(b) 本編による設計

柱記号	根巻き柱											根巻き拘束筋組数	鉄骨柱	エンドプレート		
			根巻き柱主筋					根巻き柱横補強筋								
	F_c (N/mm^2)	B_c (D_c) (mm)	Σn_c (本)	n_{ctx} (本)	n_{cty} (本)	呼び名	p_g (%)	呼び名	n_w (本)	X (mm)	p_w (%)		サイズ	厚さ t (mm)	幅 B_p (せい D_p) (mm)	出寸法 L_E (mm)
C11	33	1250	26	8	7	D29	1.07	D16	2	100	0.32	6	□-550×550×22	36	750	100
C1A	33	1250	26	8	7	D29	1.07	D16	2	100	0.32	6	□-550×550×25	36	750	100
C12	33	1250	24	8	6	D29	0.99	D16	2	100	0.32	7	□-550×550×22	32	750	100
C2A	33	1250	26	8	7	D29	1.07	D16	2	100	0.32	7	□-550×550×25	36	750	100

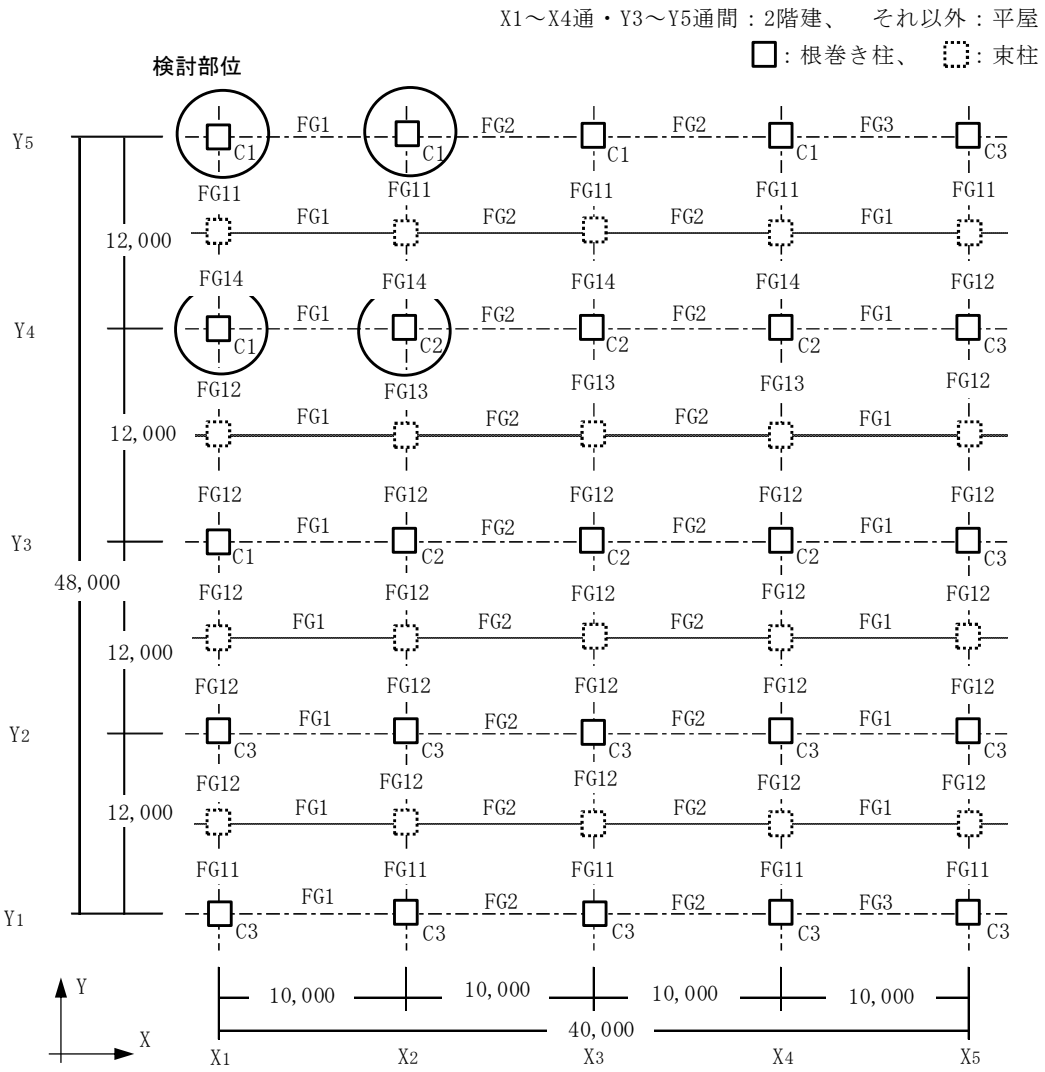
F_c：コンクリート設計基準強度、B_c(D_c)：柱(せい)、Σn_c：根巻き柱主筋全本数、n_{ctx}, n_{cty}：X,Y方向の根巻き柱引張側主筋本数
p_g：柱全主筋比、n_w：根巻き柱横補強筋1組の本数、X：根巻き柱横補強筋の間隔、p_w：帯筋比
（根巻き柱主筋鋼種）SD390、（根巻き柱横補強筋鋼種）「原設計」SD295、「本編設計」685N/mm^2級高強度せん断補強筋

6.2.2 物流倉庫 B

根巻き柱・基礎梁伏図を図 6.2.2、検討対象・基礎梁断面リストを表 6.2.2(1)、検討対象・根巻き柱断面リストを表 6.2.2(2)に示す。

表 6.2.2(1)に示すように、Y 方向基礎梁の断面寸法は X 方向基礎梁よりも大きい。表 6.2.2(2)に示すように、本建物の原設計では、根巻き柱脚は、ベースプレートとアンカーボルトで構成された露出柱脚を併用している。

一方、本設計例では、コンクリートの設計基準強度 Fc を 24N/mm^2 とした上で、アンカーボルトを用いず、エンドプレートの出寸法を大きくするとともに、厚さを 28mm または 32mm とし、本編 3.2 節(3)による根巻き柱横補強筋 2-D13@95mm(pw≧0.3%)および本編 4.3 節による根巻き拘束筋を配置している。また、本建物では、Y1～Y5 通中間の束柱間に X 方向基礎梁を配置している。



(注)基礎梁屋外面と柱梁接合部面は、すべて外面合せとする。

図 6.2.2 物流倉庫 B の根巻き柱・基礎梁伏図

表 6.2.2(1) 検討対象・基礎梁断面リスト

(a) X 方向基礎梁

位置	FG1			FG2		FG3	
	外端部	中央	内端部	端部	中央	端部	中央
$B_g \times D_g$(mm)	550×1300			550×1300		550×1300	
上端筋	4+2-D29	4-D29	4+3-D29	4+3-D29	4-D29	4+2-D29	4-D29
下端筋	4-D29	4-D29	4-D29	4-D29	6-D29	4-D29	4-D29

(b) Y 方向基礎梁

位置	FG11			FG12		FG13			FG14	
	根巻き柱端	中央	束柱端	端部	中央	根巻き柱端	中央	束柱端	端部	中央
$B_g \times D_g$(mm)	600×1300			600×1300		600×1300			600×1300	
上端筋	5+2-D29	4-D29	5-D29	5-D29	4-D29	5+2-D29	4-D29	4-D29	5+2-D29	5-D29
下端筋	5-D29	5-D29	4-D29	4-D29	4-D29	4-D29	4-D29	4-D29	4-D29	4-D29

B_g, D_g：基礎梁幅およびせい、（基礎梁主筋鋼種）SD345

表 6.2.2(2) 検討対象・根巻き柱断面リスト

(a) 原設計

柱記号	根巻き柱											根巻き拘束筋組数	鉄骨柱	ベースプレート			アンカーボルト		
			根巻き柱主筋					根巻き柱横補強筋											
	Fc (N/mm²)	Bc (Dc) (mm)	Σnc (本)	nctx (本)	ncty (本)	呼び名	pg (%)	呼び名	nw (本)	X (mm)	pw (%)		サイズ	厚さ t (mm)	幅Bp (せいDp) (mm)	出寸法 LE (mm)	本数	呼び名	鋼種
C1	24	850	24	7	7	D25	1.68	D13	2	100	0.30	2	□-450×450×16	25	510	30	4	M20	ABR400
C2	24	850	24	7	7	D29	2.13	D13	2	100	0.30	2	□-450×450×22	25	510	30	4	M20	ABR400

(b)本編による設計

柱記号	根巻き柱											根巻き拘束筋組数	鉄骨柱	エンドプレート		
			根巻き柱主筋					根巻き柱横補強筋								
	Fc (N/mm²)	Bc (Dc) (mm)	Σnc (本)	nctx (本)	ncty (本)	呼び名	pg (%)	呼び名	nw (本)	X (mm)	pw (%)		サイズ	厚さ t (mm)	幅Bp (せいDp) (mm)	出寸法 LE (mm)
C1	24	850	24	7	7	D25	1.68	D13	2	95	0.31	2	□-450×450×16	28	600	75
C2	24	850	24	7	7	D29	2.13	D13	2	95	0.31	2	□-450×450×22	32	600	75

Fc：コンクリート設計基準強度、Bc(Dc)：柱(せい)、Σnc：根巻き柱主筋全本数、nctx, ncty：X,Y方向の根巻き柱引張側主筋本数
pg：柱全主筋比、nw：根巻き柱横補強筋1組の本数、X：根巻き柱横補強筋の間隔、pw：帯筋比
（根巻き柱主筋鋼種）SD345、（根巻き柱横補強筋鋼種)SD295

6.3 検討建物の検定計算結果

6.3.1　物流倉庫 A

(1) 準備計算結果

基礎梁主筋最小定着長さ Lag の計算結果を表 6.3.1(A1)、式(検定 2)によるメカニズム圧縮柱軸力 Ncc 時アンカーボルト付加曲げ耐力 Map の計算結果を表 6.3.1(A2)に示す。

表 6.3.1(A1)によると、ト形接合部(外面合せ)の場合、式(検定 1)の基礎梁主筋最小定着長さ比 Lag/db は 29.7～32.2、Lag/Dc は 0.76～0.82 である。これらの値は接合部配筋詳細の納まりを保証していないので、鉄筋工事で採用する基礎梁主筋定着長さは、接合部配筋詳細の納まりを考慮して決定する必要がある。同表中には、JASS5 の基礎梁主筋中心間隔を併記している。

一方、十字形接合部(心合せ)の場合、すべて Lag/db は 29.3、Lag/Dc は 0.75 で決定する。

また、表 6.3.1(A2)には、ΣMcu/Map の比を併記した。ΣMcu は後述の表 6.3.1(A2)に示したメカニズム圧縮柱軸力時全曲げモーメントであり、Map/ΣMcu は 0.1 程度である。

表 6.3.1(A1) 基礎梁主筋最小定着長さ Lag の計算結果

	ト形接合部				十字形接合部			
柱記号	C11	C11	C12	C1A	C1A	C2A	C2A	C12
基礎梁記号	FG6	FG16	FG7	FG13	FG6	FG7	FG13	FG16
根巻き柱幅、せい $B_c=D_c$(mm)	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250
基礎梁幅 B_g(mm)	950	750	950	700	950	950	700	750
基礎梁主筋呼び名	D32	D32	D32	D32	D32	D32	D32	D32
基礎梁主筋1列本数 n_g	8	6	8	6	8	8	6	6
外面合せ割増し幅 ΔB(mm)	50	50	50	50	－	－	－	－
P_{2A}(mm)	40	40	40	40	40	40	40	40
基礎梁スタラップ設計かぶり厚さC(mm)	50	50	50	50	50	50	50	50
基礎梁内面寸法 ΔB_g(mm)	250	450	250	500	150	150	275	250
JASS5の基礎梁主筋中心間隔 (mm)	84	84	84	84	84	84	84	84
基礎梁最外側主筋間隔 B_{gr}(mm)	590	420	590	420	590	590	420	420
直交基礎梁最外縁主筋位置 d_p(mm)	930	960	930	1010	830	830	790	760
基礎梁主筋最小定着長さ L_{ag} (mm)	950	980	950	1030	938	938	938	938
Lag/db	29.7	30.6	29.7	32.2	29.3	29.3	29.3	29.3
Lag/Dc	0.76	0.78	0.76	0.82	0.75	0.75	0.75	0.75

Lag=max(dpa, 0.75Dc), dpa=Roundup(B_{gr}+P_{2A}+C+ΔBg+db/2, -1)， dp=Roundup(B_{gr}+P_{2A}+C+ΔBg, -1)
B_{gr}=JASS5の基礎梁主筋中心間隔×(n_g-1)、(外面合せ)ΔBg=B_c-(B_g+ΔB)、(心合せ)ΔBg=(Bc-Bg)/2

表 6.3.1(A2) メカニズム設計軸力時のアンカーボルト付加曲げ耐力 Map の計算結果

	ト形接合部				十字形接合部			
柱記号	C11	C11	C12	C1A	C1A	C2A	C2A	C12
基礎梁記号	FG6	FG16	FG7	FG13	FG6	FG7	FG13	FG16
メカニズム圧縮柱軸力 N_{cc}(kN)	17871	17320	18422	17871	13464	13464	13464	14015
軸部降伏引張耐力 T_{ay}(kN)	140	140	140	140	140	140	140	140
全本数 Σn_a	8	8	8	8	8	8	8	8
j_{tco}(mm)	1192	1192	1192	1192	1192	1192	1192	1192
付加曲げ耐力 M_{ap}(kN･m)	11319	10990	11647	11319	8692	8692	8692	9020
$M_{ap}/\Sigma M_{cu}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.09

$M_{ap}=(\Sigma n_a \cdot T_{ay}+N_{cc}) \cdot j_{tco}/2$、$j_{tco}$：根巻き柱両側最外縁主筋中心間距離
アンカーボルト鋼種/呼び名：すべてABR400/M30
$\Sigma M_{cu}=M_{cu}+M_{ap}$、$M_{cu}$：根巻き柱脚の設計柱曲げモーメント

(2) 性能検定方式による検定計算結果

(a) ト形接合部の場合

ト形接合部の入力データを表 6.3.2(A1)、検定計算結果を表 6.3.2(A2)に示す。

表 6.3.2(A1)中のメカニズム圧縮柱軸力倍率 ncca は、本編 3.2 節の式(解 5.2)による根巻き柱釣合い軸力 NA に対する倍率であり、メカニズム圧縮柱軸力 Ncc=ncca･NA, ncca=1.0 とし、メカニズム引張柱軸力倍率 ncta は、本編 3.2 節(5)で定義したメカニズム時保証引張軸力 Tcta(=0.3ΣTry)に対する倍率であり、ncta=1.0 としている。

すなわち、Ncc≧NA 時には、柱梁接合部せん断破壊防止の観点より、表 6.3.2(A2)中の Ncc 時根巻き柱曲げ終局耐力 Mcu は、根巻き柱の釣合い軸力 NA 時の最大曲げ終局耐力 Mmu としている(本編 5.2 節の解説(2) 参照)。

表 6.3.2(A2)に示すように、表 6.3.2(A1)中の諸元を設定することで、判定①～⑩の検定条件をすべて満足した。これらの検定計算結果で特筆すべき事項を以下に示す。

1) エンドプレート出寸法 LE を 100mm、板厚 TE を 32mm または 36mm とした結果、判定③のエンドプレート直上の局部支圧応力 σco は 26～29N/mm^2(σco/Fc=0.8～0.9≦1.8)で、判定④のメカニズム時限界引張軸力 Tcta に対するエンドプレート引張終局耐力 Teu の比は 1.3～1.6 程度となる。
2) 接合部横補強筋比 pwjh を 0.32%(≧0.3%)、定着部拘束筋を外周筋 2 組とすることで、判定⑤、⑥を満足した。
3) コンクリートの設計基準強度を 33N/mm^2、根巻き柱横補強筋と根巻き拘束筋を 685N/mm^2 級高強度せん断補強筋とし、判定⑨を満足するように根巻き柱横補強筋および XY 両方向の根巻き拘束筋組数を決定した。その結果、判定⑧の根巻き柱せん断検定比 Vsuo/Qcuo は 2.6～5.2(≧1.8)、判定⑨の根巻き拘束筋必要断面積比 AH/awo は 1.6～2.1(≧1.0)となる。
4) 判定⑩の接合部せん断余裕度 λp は 1.5～2.6 で、いずれも 1.0 以上となった。これは、主として、終局強度設計用柱せん断力 Qcu が基礎梁曲げ終局耐力時せん断力で決定することに起因する。

(b) 十字形接合部の場合

十字形接合部の入力データを表 6.3.2(A3)、検定計算結果を表 6.3.2(A4)に示す。

本検定計算では、終局強度設計用せん断力の算定に用いる柱梁接合部左右材端部の基礎梁曲げ終局耐力は、安全側として、基礎梁主筋本数の多い方の値の 2 倍とし、ト形接合部と同様の点に留意し、表 6.3.2(A3)の各諸元を定めることで、表 6.3.2(A4)に示すように判定①～⑩の検定条件をすべて満足した。

ここで、十字形接合部内で基礎梁主筋を定着する場合、表 6.3.2(A4)に示すように、判定⑦を満足することが基本である。ただし、RC 構造設計指針(2017 年)11.1 節の解説(7)に示すように、十字形接合部内で定着される基礎梁主筋は、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。

表 6.3.2(A1) ト形接合部の入力データ

柱記号		C11	C11	C12	C1A
基礎梁記号		FG6	FG16	FG7	FG13
直交梁の種別(両側, 片側, 無)		片側	片側	両側	両側
メカニズム圧縮柱軸力倍率	n_{cca}=1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
メカニズム引張柱軸力倍率	n_{cta}≧1	1.0	1.0	1.0	1.0
コンクリート設計基準強度	F_c(N/mm^2)	33	33	33	33
1階構造階高	h_1(mm)	8750	8750	8750	8750
スパン長	l(mm)	13000	11500	13000	11500
2層目鉄骨梁せい	D_{sg}(mm)	900	900	900	900
基礎梁幅	B_g(mm)	950	750	950	700
基礎梁せい	D_g(mm)	1800	1800	1800	1800
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_{12H} (mm)	105	105	105	105
(基礎梁主筋)	鋼種	SD390	SD390	SD390	SD390
	呼び名	D32	D32	D32	D32
上端1段筋本数	$n_{1上}$	8	6	8	6
上端2段筋本数	$n_{2上}$	7	2	8	6
上端3段筋本数	$n_{3上}$	0	0	0	0
下端1段筋本数	$n_{1下}$	8	6	8	6
下端2段筋本数	$n_{2下}$	6	2	8	6
下端3段筋本数	$n_{3下}$	0	0	0	0
根巻き柱幅、せい	B_c=D_c(mm)	1250	1250	1250	1250
根巻き柱有効高さ	h_e(mm)	1320	1320	1320	1320
(根巻き柱主筋)	鋼種	SD390	SD390	SD390	SD390
	呼び名	D29	D29	D29	D29
	柱主筋全本数 Σn_c (本)	26	26	24	26
	柱引張側主筋本数 n_{ct} (本)	8	7	8	8
	柱中段主筋本数 n_{cn} (本)	10	12	8	10
根巻き柱横補強筋	鋼種	SD685	SD685	SD685	SD685
	呼び名	D16	D16	D16	D16
	1組の本数	2	2	2	2
	間隔X(mm)	100	100	100	100
根巻き拘束筋	1組の本数	4	4	4	4
	組数nwr	6	6	7	6
柱梁接合部横補強筋	鋼種	SD295	SD295	SD295	SD295
	呼び名	D16	D16	D16	D16
	1組の本数	2	2	2	2
	間隔X(mm)	100	100	100	100
定着部拘束筋	1組の本数	2	2	2	2
	組数nH	2	2	2	2
(角形鋼管)	幅(せい)D_s (mm)	550	550	550	550
	板厚t_s (mm)	22	22	22	25
	降伏強度(N/mm^2)	325	325	325	325
(エンドプレート)	降伏強度σ_{Ey}(N/mm^2)	325	325	325	325
	出寸法 L_E (mm)	100	100	100	100
	板厚T_E (mm)	32	32	32	36
杭直径	D_p(mm)	600	600	600	600
フーチング出寸法	Δh_2(mm)	750	750	450	750
アンカーボルト付加曲げ耐力	M_{ap}(kN･m)	11319	10990	11647	11319

表 6.3.2(A2) ト形接合部の検定計算結果

柱記号		C11	C11	C12	C1A
基礎梁記号		FG6	FG16	FG7	FG13
(根巻き柱有効せい)	h_e/D_s	2.40	2.40	2.40	2.40
	h_e/d_b	45.5	45.5	45.5	45.5
判定①($h_e/D_s \geqq 2.2$かつ$h_e/d_b \geqq 25$)		OK	OK	OK	OK
(根巻き柱横補強筋)	組数n_{wr}=Roundup(h_e/X,0)	14	14	14	14
横補強筋比$p_{wr}=n_{wr}\cdot a_{wr}/(B_c\cdot h_e)$		0.34%	0.34%	0.34%	0.34%
判定②($p_{wr} \geqq 0.3\%$)		OK	OK	OK	OK
(エンドプレート突出部直上支圧応力)	$B_{ep}(D_{ep})=D_s+2L_E$ (mm)	750	750	750	750
	$\sigma_{co}=T_{cy}/(B_{ep}\cdot L_E)$ (N/mm^2)	29.4	25.7	29.4	29.4
判定③($\sigma_{co} \leqq \alpha_{co}\cdot F_c$) ($\alpha_{co}=1.8$)		OK	OK	OK	OK
(エンドプレートの面外曲げ)	$M_{EL}=T_{ry}\cdot L_E/2$ (kN·m)	179	179	165	179
	$M_{pE}=\sigma_{Ey}\cdot Z_{pE}$ (kN·m)	62400	62400	62400	78975
エンドプレート引張終局耐力	$T_{eu}=8m_p\cdot(1+B_s/2L_E)$(kN)	2496	2496	2496	3159
根巻き柱全主筋の降伏引張力	$\Sigma T_{ry}=\sigma_{cy}\cdot\Sigma a_c$(kN)	6510	6510	6009	6510
根巻き柱のメカニズム時保証引張軸力	$T_{cta}=0.3n_{cta}\cdot\Sigma T_{ry}$(kN)	1953	1953	1803	1953
	T_{eu}/T_{cta}	1.28	1.28	1.38	1.62
判定④($M_{PE} \geqq 1.1M_{EL}$, $T_{ep}/T_{cta} \geqq 1$, $\sigma_{Ey} \geqq \sigma_{sy}$, $T_E \geqq 1.3t_s$)		OK	OK	OK	OK
定着部拘束筋引張耐力	$T_{Hy}=A_H\cdot\sigma_{wyH}$ (kN)	235	235	235	235
	引張力伝達係数 T_{HY}/T_{cy}	0.11	0.12	0.11	0.11
判定⑤ ($T_{HY}/T_{cy} \geqq 0.1$)		OK	OK	OK	OK
接合部横補強筋比	$p_{wo}=a_w/(B_c\cdot X)$ (%)	0.32%	0.32%	0.32%	0.32%
接合部必要横補強筋比	$p_{jwh}=\max(0.3\%, p_{wo})$ (%)	0.32%	0.32%	0.32%	0.32%
接合部横補強筋・必要組数	=Roundup($B_c\cdot p_{jwh}\cdot j_{tgo}/a_{wh}$,0)	16	16	16	16
全横補強筋量(設計値)	$\Sigma p_{jwh}\cdot\sigma_{wy}=p_{jwh}\cdot\sigma_{wy}+(p_{jwh})_H\cdot\sigma_{wyo}$($N/mm^2$)	1.15	1.15	1.15	1.15
必要横補強筋量	$\Sigma p_{jwho}\cdot\sigma_{wy}=\{(\phi_s\cdot R_{uD}/R_{ua})-\alpha_{wo}\}F_c/\beta_w$ (N/mm^2)	0.55	0.00	0.00	0.00
判定⑥ ($p_{wo} \geqq p_{jwh}$かつ$\Sigma p_{jwh}\cdot\sigma_{wy} \geqq \Sigma p_{jwho}\cdot\sigma_{wy}$)		OK	OK	OK	OK
基礎梁主筋必要定着長さ比	l_{ao}/d_b	14.3	14.5	5.7	5.7
	$\max\{l_{ao}/d_b, 16\}$	16.0	16.0	16.0	16.0
基礎梁主筋最小定着長さ	$L_{ag}=\max(d_{pa}, 0.75D_c)$ (mm)	950	980	950	1030
	L_{ag}/d_b	29.7	30.6	29.7	32.2
判定⑦ ($L_{ag} \geqq \max(\ell_{ao}, 16d_b)$かつ$\ell_{ao}/d_b \leqq 25$)		OK	OK	OK	OK
根巻き柱曲げ耐力時柱せん断力	$_cQ_{cuo}=M_{cu}/h_e$ (kN)	3233	3233	2985	3233
基礎梁曲げ耐力時柱せん断力	$_cQ_{gu}=(M_{gu}/\ell_o)\cdot(\ell/h)$ (kN)	1160	646	1284	936
根巻き柱設計せん断力	$Q_{cuo}=\min(_cQ_{cuo}, _cQ_{gu})$ (kN)	1160	646	1284	936
(根巻き柱)塑性式・せん断耐力	$V_{su}=\min(V_{u1}, V_{u2}, V_{u3})$ (kN)	3374	3374	3374	3374
	付着割裂耐力 V_{bu} (kN)	4845	4870	4845	4845
	$V_{suo}=\min(V_{su}, V_{bu})$ (kN)	3374	3374	3374	3374
	V_{suo}/Q_{cuo}	2.91	5.22	2.63	3.60
判定⑧ ($V_{suo}/Q_{cuo} \geqq 1.3$)		OK	OK	OK	OK
根巻き柱拘束筋算定用せん断力	$Q_{ju}=Q_{cuo}+V_{ua1}$ (kN)	2063	1549	2187	1839
根巻き拘束筋必要断面積	$a_{wo}=Q_{ju}/\sigma_{wyo}$	3011	2262	3193	2685
根巻き拘束筋全断面積	$A_H=n_{wr}\cdot a_{wr}$(mm^2)	4776	4776	5572	4776
	A_H/a_{wo}	1.59	2.11	1.74	1.78
判定⑨ ($A_H/a_{wo} \geqq 1.0$)		OK	OK	OK	OK
根巻き柱のメカニズム圧縮軸力	$N_{cc}=n_{cca}\cdot N_A$ (kN)	17871	17320	18422	17871
単純累加式によるN_{cc}時根巻き柱曲げ終局耐力	M_{cu}(kN·m)	99377	96623	99377	99377
設計柱全曲げモーメント	$\Sigma M_{cu}=M_{cu}+M_{ap}$ (kN·m)	110696	107613	111024	110696
柱曲げ耐力時せん断力	$_cQ_{cu}=\Sigma M_{cu}/(h_{o1}+2h_e)$ (kN)	25389	24682	25464	25389
終局強度設計用柱せん断力	$Q_{cu}=\min(_cQ_{cu}, _cQ_{gu})$ (kN)	1160	646	1284	936
接合部設計せん断力	$V_{muh}=\xi_h\cdot Q_{cu}$(kN)	3950	2079	4166	3151
接合部せん断終局耐力	$V_{puh}=\kappa_u\cdot\phi\cdot F_j\cdot b_j\cdot D_{jh}$(kN)	5750	5393	6765	6501
接合部せん断余裕度	$\lambda_p=V_{puh}/V_{muh}$	1.46	2.59	1.62	2.06
判定⑩ ($\lambda_p \geqq 1.1$)		OK	OK	OK	OK

表 6.3.2(A3) 十字形接合部の入力データ

柱記号		C1A	C2A	C2A	C12
基礎梁記号		FG6	FG7	FG13	FG16
直交梁の種別(両側, 片側, 無)		片側	両側	両側	片側
メカニズム圧縮柱軸力倍率	n_{cca}=1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
メカニズム引張柱軸力倍率	n_{cta}≧1	1.0	1.0	1.0	1.0
コンクリート設計基準強度	F_c(N/mm^2)	33	33	33	33
1階構造階高	h_1(mm)	8750	8750	8750	8750
スパン長	l(mm)	12250	12250	11000	11000
2層目鉄骨梁せい	D_{sg}(mm)	900	900	900	900
基礎梁幅	B_g(mm)	950	950	700	750
基礎梁せい	D_g(mm)	1800	1800	1800	1800
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_{12H} (mm)	105	105	105	105
(基礎梁主筋)	鋼種	SD390	SD390	SD390	SD390
	呼び名	D32	D32	D32	D32
上端1段筋本数	$n_{1上}$	8	8	6	6
上端2段筋本数	$n_{2上}$	7	8	6	2
上端3段筋本数	$n_{3上}$	0	0	0	0
下端1段筋本数	$n_{1下}$	8	8	6	6
下端2段筋本数	$n_{2下}$	6	8	6	2
下端3段筋本数	$n_{3下}$	0	0	0	0
根巻き柱幅、せい	B_c=D_c(mm)	1250	1250	1250	1250
根巻き柱有効高さ	h_e(mm)	1320	1320	1320	1320
(根巻き柱主筋)	鋼種	SD390	SD390	SD390	SD390
	呼び名	D29	D29	D29	D29
	柱主筋全本数 Σn_c (本)	26	26	26	24
	柱引張側主筋本数 n_{ct} (本)	8	8	7	6
	柱中段主筋本数 n_{cn} (本)	10	10	12	12
根巻き柱横補強筋	鋼種	SD685	SD685	SD490	SD490
	呼び名	D16	D16	D16	D16
	1組の本数	2	2	2	2
	間隔X(mm)	100	100	100	100
根巻き拘束筋	1組の本数	4	4	4	4
	組数nwr	6	7	7	6
柱梁接合部横補強筋	鋼種	SD295	SD295	SD295	SD295
	呼び名	D16	D16	D16	D16
	1組の本数	2	2	2	2
	間隔X(mm)	100	100	100	100
定着部拘束筋	1組の本数	2	2	2	2
	組数nH	2	2	2	2
(角形鋼管)	幅(せい)D_s (mm)	550	550	550	550
	板厚t_s (mm)	25	25	25	22
	降伏強度(N/mm^2)	325	325	325	325
(エンドプレート)	降伏強度 σ_{Ev}(N/mm^2)	325	325	325	325
	出寸法 L_E (mm)	100	100	100	100
	板厚T_E (mm)	36	36	36	32
杭直径	D_p(mm)	600	600	600	600
フーチング出寸法	Δh_2(mm)	750	750	750	450
アンカーボルト付加曲げ耐力	M_{ap}(kN・m)	8692	8692	8692	9020

表 6.3.2(A4) 十字形接合部の検定計算結果

柱記号		C1A	C2A	C2A	C12
基礎梁記号		FG6	FG7	FG13	FG16
(根巻き柱有効せい)	h_e/D_s	2.40	2.40	2.40	2.40
	h_e/d_b	45.5	45.5	45.5	45.5
判定①($h_e/D_s \geqq 2.2$かつ$h_e/d_b \geqq 25$)		OK	OK	OK	OK
(根巻き柱横補強筋)	組数n_{wr}=Roundup(h_e/X,0)	14	14	14	14
	横補強筋比$p_{wr}=n_{wr}\cdot a_{wr}/(B_c\cdot h_e)$	0.34%	0.34%	0.34%	0.34%
判定②($p_{wr} \geqq 0.3\%$)		OK	OK	OK	OK
(エンドプレート突出部直上支圧応力)	$B_{ep}(D_{ep})=D_s+2L_E$ (mm)	750	750	750	750
	$\sigma_{co}=T_{cy}/(B_{ep}\cdot L_E)$ (N/mm^2)	29.4	29.4	25.7	22.0
判定③($\sigma_{co} \leqq \alpha_{co}\cdot F_c$) ($\alpha_{co}$=1.8)		OK	OK	OK	OK
(エンドプレートの面外曲げ)	$M_{EL}=T_{ry}\cdot L_E/2$ (kN·m)	179	179	179	165
	$M_{pE}=\sigma_{Ey}\cdot Z_{pE}$ (kN·m)	78975	78975	78975	62400
エンドプレート引張終局耐力	$T_{eu}=8m_p\cdot(1+B_s/2L_E)$ (kN)	3159	3159	3159	2496
根巻き柱全主筋の降伏引張力	$\Sigma T_{ry}=\sigma_{cy}\cdot\Sigma a_c$ (kN)	6510	6510	6510	6009
根巻き柱のメカニズム時保証引張軸力	$T_{cta}=0.3n_{cta}\cdot\Sigma T_{ry}$ (kN)	1953	1953	1953	1803
	T_{eu}/T_{cta}	1.62	1.62	1.62	1.38
判定④($M_{PE} \geqq 1.1M_{EL}$, $T_{ep}/T_{cta} \geqq 1$, $\sigma_{Ey} \geqq \sigma_{sy}$, $T_E \geqq 1.3t_s$)		OK	OK	OK	OK
定着部拘束筋引張耐力	$T_{Hy}=A_H\cdot\sigma_{wyH}$ (kN)	235	235	235	235
	引張力伝達係数 T_{HY}/T_{cy}	0.11	0.11	0.12	0.14
判定⑤ ($T_{HY}/T_{cy} \geqq 0.1$)		OK	OK	OK	OK
接合部横補強筋比	$p_{wo}=a_w/(B_c\cdot X)$ (%)	0.32%	0.32%	0.32%	0.32%
接合部必要横補強筋比	$p_{jwh}=\max(0.3\%, p_{wo})$ (%)	0.32%	0.32%	0.32%	0.32%
接合部横補強筋・必要組数	=Roundup($B_c\cdot p_{jwh}\cdot j_{tgo}/a_{wh}$,0)	16	16	16	16
全横補強筋量(設計値)	$\Sigma p_{jwh}\cdot\sigma_{wy}=p_{jwh}\cdot\sigma_{wy}+(p_{jwh})_H\cdot\sigma_{wyo}$ (N/mm^2)	1.15	1.15	1.15	1.15
必要横補強筋量	$\Sigma p_{jwho}\cdot\sigma_{wy}=\{(\phi_s\cdot R_{uD}/R_{ua})-\alpha_{wo}\}F_c/\beta_w$ (N/mm^2)	0.65	0.00	0.00	0.00
判定⑥ ($p_{wo} \geqq p_{jwh}$かつ$\Sigma p_{jwh}\cdot\sigma_{wy} \geqq \Sigma p_{jwho}\cdot\sigma_{wy}$)		OK	OK	OK	OK
基礎梁主筋必要定着長さ比	l_{ao}/d_b	14.3	5.7	5.7	14.5
	$\max\{l_{ao}/d_b, 16\}$	16.0	16.0	16.0	16.0
基礎梁主筋最小定着長さ	$L_{ag}=\max(d_{pa}, 0.75D_c)$ (mm)	938	938	938	938
	L_{ag}/d_b	29.3	29.3	29.3	29.3
判定⑦ ($L_{ag} \geqq \max(\ell_{ao}, 16d_b)$かつ$\ell_{ao}/d_b \leqq 25$)		OK	OK	OK	OK
根巻き柱曲げ耐力時柱せん断力	$_cQ_{cuo}=M_{cu}/h_e$ (kN)	3233	3233	3233	2985
基礎梁曲げ耐力時柱せん断力	$_cQ_{gu}=(M_{gu}/\ell_o)\cdot(\ell/h)$ (kN)	2334	2478	1883	1356
根巻き柱設計せん断力	$Q_{cuo}=\min(_cQ_{cuo}, _cQ_{gu})$ (kN)	2334	2478	1883	1356
(根巻き柱)塑性式・せん断耐力	$V_{su}=\min(V_{u1}, V_{u2}, V_{u3})$ (kN)	3374	3374	2983	2983
	付着割裂耐力 V_{bu} (kN)	4845	4845	4870	4905
	$V_{suo}=\min(V_{su}, V_{bu})$ (kN)	3374	3374	2983	2983
	V_{suo}/Q_{cuo}	1.45	1.36	1.58	2.20
判定⑧ ($V_{suo}/Q_{cuo} \geqq 1.3$)		OK	OK	OK	OK
根巻き柱拘束筋算定用せん断力	$Q_{ju}=Q_{cuo}+V_{ua1}$ (kN)	3237	3381	2806	2280
	根巻き拘束筋必要断面積 $a_{wo}=Q_{ju}/\sigma_{wyo}$	4726	4936	5727	4652
	根巻き拘束筋全断面積 $A_H=n_{wr}\cdot a_{wr}$ (mm^2)	4776	5572	5572	4776
	A_H/a_{wo}	1.01	1.13	0.97	1.03
判定⑨ ($A_H/a_{wo} \geqq 1.0$)		OK	OK	NG	OK
根巻き柱のメカニズム圧縮軸力	$N_{cc}=n_{cca}\cdot N_A$ (kN)	13464	13464	13464	14015
単純累加式によるN_{cc}時根巻き柱曲げ終局耐力	M_{cu}(kN·m)	91515	91515	90001	88414
設計柱全曲げモーメント	$\Sigma M_{cu}=M_{cu}+M_{ap}$ (kN·m)	100207	100207	98693	97434
柱曲げ耐力時せん断力	$_cQ_{cu}=\Sigma M_{cu}/(h_{o1}+2h_e)$ (kN)	22983	22983	22636	22347
終局強度設計用柱せん断力	$Q_{cu}=\min(_cQ_{cu}, _cQ_{gu})$ (kN)	2334	2478	1883	1356
接合部設計せん断力	$V_{muh}=\xi_h\cdot Q_{cu}$(kN)	7885	8422	6292	4094
接合部せん断終局耐力	$V_{puh}=\kappa_u\cdot\phi\cdot F_j\cdot b_j\cdot D_{jh}$(kN)	10809	12716	11271	9826
接合部せん断余裕度	$\lambda_p=V_{puh}/V_{muh}$	1.37	1.51	1.79	2.40
判定⑩ ($\lambda_p \geqq 1.1$)		OK	OK	OK	OK

(3) 置換え方式による検定計算結果

ト形接合部の入力データを表 6.3.2(A5)、検定計算結果を表 6.3.2(A6)、十字形接合部の入力データを表 6.3.2(A7)、検定計算結果を表 6.3.2(A8)に示す。

置換え方式の場合､根巻き柱の構造諸元は原設計と同じすることを基本とし､図 6.1.1 に示すように、一貫構造計算プログラムでメカニズム到達を確認した上で、判定①、判定⑤～⑦、判定⑩を満足すればよいとしている。本検討例では、原設計と同様、コンクリートの設計基準強度 Fc を 24N/mm^2 としても上記の判定条件を満足している。

表 6.3.2(A5) ト形接合部の入力データ

柱記号		C11	C11	C12	C1A
基礎梁記号		FG6	FG16	FG7	FG13
直交梁の種別(両側, 片側, 無)		片側	片側	両側	両側
コンクリート設計基準強度	F_c(N/mm^2)	24	24	24	24
1階構造階高	h_1(mm)	8750	8750	8750	8750
スパン長	l(mm)	13000	11500	13000	11500
2層目鉄骨梁せい	D_{sg}(mm)	900	900	900	900
基礎梁幅	B_g(mm)	950	750	950	700
基礎梁せい	D_g(mm)	1800	1800	1800	1800
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_{12H} (mm)	105	105	105	105
(基礎梁主筋)	鋼種	SD390	SD390	SD390	SD390
	呼び名	D32	D32	D32	D32
上端1段筋本数	$n_{1上}$	8	6	8	6
上端2段筋本数	$n_{2上}$	7	2	8	6
上端3段筋本数	$n_{3上}$	0	0	0	0
下端1段筋本数	$n_{1下}$	8	6	8	6
下端2段筋本数	$n_{2下}$	6	2	8	6
下端3段筋本数	$n_{3下}$	0	0	0	0
根巻き柱幅、せい	B_c=D_c(mm)	1250	1250	1250	1250
根巻き柱有効高さ	h_e(mm)	1320	1320	1320	1320
(根巻き柱主筋)	鋼種	SD390	SD390	SD390	SD390
	呼び名	D29	D29	D29	D29
	柱主筋全本数 Σn_c (本)	26	26	24	26
	柱引張側主筋本数 n_{ct} (本)	8	7	8	8
	柱中段主筋本数 n_{cn} (本)	10	12	8	10
柱梁接合部横補強筋	鋼種	SD295	SD295	SD295	SD295
	呼び名	D16	D16	D16	D16
	1組の本数	2	2	2	2
	間隔X(mm)	100	100	100	100
定着部拘束筋	1組の本数	2	2	2	2
	組数nH	2	2	2	2
(角形鋼管)	幅(せい)D_s (mm)	550	550	550	550
杭直径	D_p(mm)	600	600	600	600
フーチング出寸法	Δh_2(mm)	750	750	450	750

表 6.3.2(A6) ト形接合部の検定計算結果

柱記号		C11	C11	C12	C1A
基礎梁記号		FG6	FG16	FG7	FG13
(根巻き柱有効せい)	h_e/D_s	2.40	2.40	2.40	2.40
	h_e/d_b	45.5	45.5	45.5	45.5
判定①(h_e/D_s≧2.2かつh_e/d_b≧25)		OK	OK	OK	OK
定着部拘束筋引張耐力 T_{Hy}=A_H・σ_{wyH} (kN)		235	235	235	235
引張力伝達係数 T_{HY}/T_{cy}		0.11	0.12	0.11	0.11
判定⑤ (T_{HY}/T_{cy}≧0.1)		OK	OK	OK	OK
接合部横補強筋比 p_{wo}=a_w/(B_c・X) (%)		0.32%	0.32%	0.32%	0.32%
接合部必要横補強筋比p_{jwh}=max(0.3%, p_{wo}) (%)		0.32%	0.32%	0.32%	0.32%
接合部横補強筋・必要組数=Roundup(B_c・p_{jwh}・j_{tgo}/a_{wh}, 0)		16	16	16	16
全横補強筋量(設計値)Σp_{jwh}・σ_{wy}=p_{jwh}・σ_{wy}+(p_{jwh})$_H$・σ_{wyo}(N/mm^2)		1.15	1.15	1.15	1.15
必要横補強筋量Σp_{jwho}・σ_{wy}={(ϕ_s・RuD/Rua)−α_{wo}}Fc/β_w (N/mm^2)		0.69	0.05	0.03	0.00
判定⑥ (p_{wo}≧p_{jwh}かつΣp_{jwh}・σ_{wy}≧Σp_{jwho}・σ_{wy})		OK	OK	OK	OK
基礎梁主筋必要定着長さ比	l_{ao}/d_b	21.5	21.7	12.0	12.0
	max{l_{ao}/d_b, 16}	21.5	21.7	16.0	16.0
基礎梁主筋最小定着長さ	L_{ag}=max(d_{pa}, 0.75D_c) (mm)	950	980	950	1030
	L_{ag}/d_b	29.7	30.6	29.7	32.2
判定⑦ (L_{ag}≧max(ℓ_{ao}, 16d_b)かつℓ_{ao}/d_b≦25)		OK	OK	OK	OK
基礎梁曲げ耐力時柱せん断力 $_cQ_{gu}$=(M_{gu}/ℓ_o)・(ℓ/h) (kN)		1160	646	1284	936
終局強度設計用柱せん断力 Q_{cu}=$_cQ_{gu}$ (kN)		1160	646	1284	936
接合部設計せん断力 V_{muh}=ξ_h・Q_{cu}(kN)		3950	2079	4166	3151
接合部せん断終局耐力 V_{puh}=κ_u・ϕ・F_j・b_j・D_{jh}(kN)		4601	4315	5413	5202
接合部せん断余裕度 λ_p=V_{puh}/V_{muh}		1.16	2.08	1.30	1.65
判定⑩ (λ_p≧1.0)		OK	OK	OK	OK

表 6.3.2(A7) 十字形接合部の入力データ

柱記号		C1A	C2A	C2A	C12
基礎梁記号		FG6	FG7	FG13	FG16
直交梁の種別(両側,片側,無)		片側	両側	両側	片側
コンクリート設計基準強度	F_c(N/mm^2)	24	24	24	24
1階構造階高	h_1(mm)	8750	8750	8750	8750
スパン長	l(mm)	12250	12250	11000	11000
2層目鉄骨梁せい	D_{sg}(mm)	900	900	900	900
基礎梁幅	B_g(mm)	950	950	700	750
基礎梁せい	D_g(mm)	1800	1800	1800	1800
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_{12H} (mm)	105	105	105	105
(基礎梁主筋)	鋼種	SD390	SD390	SD390	SD390
	呼び名	D32	D32	D32	D32
上端1段筋本数	$n_{1上}$	8	8	6	6
上端2段筋本数	$n_{2上}$	7	8	6	2
上端3段筋本数	$n_{3上}$	0	0	0	0
下端1段筋本数	$n_{1下}$	8	8	6	6
下端2段筋本数	$n_{2下}$	6	8	6	2
下端3段筋本数	$n_{3下}$	0	0	0	0
根巻き柱幅、せい	$B_c=D_c$(mm)	1250	1250	1250	1250
根巻き柱有効高さ	h_e(mm)	1320	1320	1320	1320
(根巻き柱主筋)	鋼種	SD390	SD390	SD390	SD390
	呼び名	D29	D29	D29	D29
	柱主筋全本数 Σn_c (本)	26	26	26	24
	柱引張側主筋本数 n_{ct} (本)	8	8	7	6
	柱中段主筋本数 n_{cn} (本)	10	10	12	12
柱梁接合部横補強筋	鋼種	SD295	SD295	SD295	SD295
	呼び名	D16	D16	D16	D16
	1組の本数	2	2	2	2
	間隔X(mm)	100	100	100	100
定着部拘束筋	1組の本数	2	2	2	2
	組数nH	2	2	2	2
(角形鋼管)	幅(せい)D_s (mm)	550	550	550	550
杭直径	D_p(mm)	600	600	600	600
フーチング出寸法	Δh_2(mm)	750	750	750	450

表 6.3.2(A8) 十字形接合部の検定計算結果

柱記号		C1A	C2A	C2A	C12
基礎梁記号		FG6	FG7	FG13	FG16
(根巻き柱有効せい)	h_e/D_s	2.40	2.40	2.40	2.40
	h_e/d_b	45.5	45.5	45.5	45.5
判定①($h_e/D_s\geqq 2.2$かつ$h_e/d_b\geqq 25$)		OK	OK	OK	OK
定着部拘束筋引張耐力 $T_{Hy}=A_H\cdot\sigma_{wyH}$ (kN)		235	235	235	235
引張力伝達係数 T_{HY}/T_{cy}		0.11	0.11	0.12	0.14
判定⑤ ($T_{HY}/T_{cy}\geqq 0.1$)		OK	OK	OK	OK
接合部横補強筋比 $p_{wo}=a_w/(B_c\cdot X)$ (%)		0.32%	0.32%	0.32%	0.32%
接合部必要横補強筋比$p_{jwh}=\max(0.3\%, p_{wo})$ (%)		0.32%	0.32%	0.32%	0.32%
接合部横補強筋・必要組数=Roundup($B_c\cdot p_{jwh}\cdot j_{tgo}/a_{wh}$, 0)		16	16	16	16
全横補強筋量(設計値)$\Sigma p_{jwh}\cdot\sigma_{wy}=p_{jwh}\cdot\sigma_{wy}+(p_{jwh})_H\cdot\sigma_{wyo}$(N/mm^2)		1.15	1.15	1.15	1.15
必要横補強筋量$\Sigma p_{jwho}\cdot\sigma_{wy}=\{(\phi_s\cdot RuD/Rua)-\alpha_{wo}\}F_c/\beta_w$ (N/mm^2)		0.78	0.13	0.00	0.12
判定⑥ ($p_{wo}\geqq p_{jwh}$かつ$\Sigma p_{jwh}\cdot\sigma_{wy}\geqq\Sigma p_{jwho}\cdot\sigma_{wy}$)		OK	OK	OK	OK
基礎梁主筋必要定着長さ比	l_{ao}/d_b	21.5	12.0	12.0	21.7
	$\max\{l_{ao}/d_b, 16\}$	21.5	16.0	16.0	21.7
基礎梁主筋最小定着長さ	$L_{ag}=\max(d_{pa}, 0.75D_c)$ (mm)	938	938	938	938
	L_{ag}/d_b	29.3	29.3	29.3	29.3
判定⑦ ($L_{ag}\geqq\max(\ell_{ao}, 16d_b)$かつ$\ell_{ao}/d_b\leqq 25$)		OK	OK	OK	OK
基礎梁曲げ耐力時柱せん断力 ${}_cQ_{gu}=(M_{gu}/\ell_o)\cdot(\ell/h)$ (kN)		2334	2478	1883	1356
終局強度設計用柱せん断力 $Q_{cu}={}_cQ_{gu}$ (kN)		2334	2478	1883	1356
接合部設計せん断力 $V_{muh}=\xi_h\cdot Q_{cu}$(kN)		7885	8422	6292	4094
接合部せん断終局耐力 $V_{puh}=\kappa_u\cdot\phi\cdot F_j\cdot b_j\cdot D_{jh}$(kN)		8649	10175	9019	7863
接合部せん断余裕度 $\lambda_p=V_{puh}/V_{muh}$		1.10	1.21	1.43	1.92
判定⑩ ($\lambda_p\geqq 1.0$)		OK	OK	OK	OK

6.3.2 物流倉庫 B

(1) 準備計算結果

基礎梁主筋最小定着長さ Lag の計算結果を表 6.3.1(B1)、式(検定 2)によるメカニズム圧縮柱軸力 Ncc 時アンカーボルト付加曲げ耐力 Map の計算結果を表 6.3.1(B2)に示す。

表 6.3.1(B1)によると、ト形接合部(外面合せ)の場合、式(検定 1)の基礎梁主筋最小定着長さ比 Lag/db はすべて 22.0、Lag/Dc は 0.75 で決定する。これらの値は接合部配筋詳細の納まりを保証していないので、鉄筋工事で採用する基礎梁主筋定着長さは、接合部配筋詳細の納まりを考慮して決定する必要がある。同表中には、JASS5 の基礎梁主筋中心間隔を併記している。

また、十字形接合部(心合せ)の場合、すべて Lag/db は 22.0、Lag/Dc は 0.75 で決定する。表 6.3.1(B2)には、ΣMcu/Map の比を併記した。ΣMcu は後述の表 6.3.2(B2)に示したメカニズム圧縮柱軸力時全曲げモーメントであり、Map/ΣMcu は 0.02～0.1 程度である。

表 6.3.1(B1) 基礎梁主筋最小定着長さ Lag の計算結果

	ト形接合部				十字形接合部		
柱記号	C1	C1	C1	C1	C1	C2	C2
基礎梁記号	FG11	FG1	FG14	FG3	FG2	FG1	FG13
根巻き柱幅、せい $B_c=D_c$(mm)	850	850	850	850	850	850	850
基礎梁幅 B_g(mm)	600	550	600	550	550	550	600
基礎梁主筋呼び名	D29	D29	D29	D29	D29	D29	D29
基礎梁主筋1列本数 n_g	5	4	5	4	4	4	5
外面合せ割増し幅 ΔB(mm)	50	50	50	50	–	–	–
P_{2A}(mm)	40	40	40	40	40	40	40
基礎梁スタラップ設計かぶり厚さC(mm)	50	50	50	50	50	50	50
基礎梁内面寸法 ΔB_g(mm)	200	250	200	250	150	150	125
JASS5の基礎梁主筋中心間隔 (mm)	77	77	77	77	77	77	77
基礎梁最外側主筋間隔 B_{gr}(mm)	310	230	310	230	230	230	310
直交基礎梁最外縁主筋位置 d_p(mm)	600	570	600	570	470	470	530
基礎梁主筋最小定着長さ L_{ag} (mm)	638	638	638	638	638	638	638
Lag/db	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0
Lag/Dc	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75

$L_{ag}=\max(d_{pa}, 0.75D_c)$, $d_{pa}=\mathrm{Roundup}(B_{gr}+P_{2A}+C+\Delta B_g+d_b/2, -1)$, $d_p=\mathrm{Roundup}(B_{gr}+P_{2A}+C+\Delta B_g, -1)$
B_{gr}=JASS5の基礎梁主筋中心間隔×(ng-1)
(外面合せ) $\Delta B_g=B_c-(B_g+\Delta B)$、(心合せ) $\Delta B_g=(B_c-B_g)/2$

表 6.3.1(B2) メカニズム設計軸力時のアンカーボルト付加曲げ耐力 Map の計算結果

	ト形接合部				十字形接合部		
柱記号	C1	C1	C1	C1	C1	C2	C2
基礎梁記号	FG11	FG1	FG14	FG3	FG2	FG1	FG13
メカニズム圧縮柱軸力 N_{cc}(kN)	5012	5012	5012	5012	2318	2318	1089
軸部降伏引張耐力 T_{ay}(kN)	61.1	61.1	61.1	61.1	61.1	61.1	61.1
全本数 Σn_a	4	4	4	4	4	4	4
j_{tco}(mm)	800	800	800	800	800	800	792
付加曲げ耐力 Map(kN･m)	2103	2103	2103	2103	1025	1025	528
Map/ΣMcu	0.07	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.02

$M_{ap}=(\Sigma n_a \cdot T_{ay}+N_{cc}) \cdot j_{tco}/2$、$j_{tco}$：根巻き柱両側最外縁主筋中心間距離
アンカーボルト鋼種/呼び名：すべてABR400/M20
$\Sigma M_{cu}=M_{cu}+M_{ap}$、$M_{cu}$：根巻き柱脚の設計柱曲げモーメント

(2) 性能検定方式による検定計算結果

(a) ト形接合部の場合

ト形接合部の入力データを表 6.3.2(B1)、検定計算結果を表 6.3.2(B2)に示す。

表 6.3.2(B1)中のメカニズム圧縮柱軸力倍率 ncca は、本編 3.2 節の式(解 5.2)による根巻き柱釣合い軸力 NA に対する倍率であり、メカニズム圧縮柱軸力 Ncc=ncca･NA, ncca=1.0 とし、メカニズム引張柱軸力倍率 ncta は、本編 3.2 節(5)で定義したメカニズム時保証引張軸力 Tcta(=0.3ΣTry)に対する倍率であり、ncta=1.0 としている。

すなわち、Ncc≧NA 時には、柱梁接合部せん断破壊防止の観点より、表 6.3.2(B2)中の Ncc 時根巻き柱曲げ終局耐力 Mcu は、根巻き柱の釣合い軸力 NA 時の最大曲げ終局耐力 Mmu としている。

表 6.3.2(B2)に示すように、表 6.3.2(B1)中の諸元を設定することで、判定①～⑩の検定条件をすべて満足した。これらの検定計算結果で特筆すべき事項を以下に示す。

1) エンドプレート出寸法 LE を 75mm、板厚 TE を 28mm とした結果、判定③のエンドプレート直上の局部支圧応力 σco は 30N/mm^2(σco/Fc=1.3≦1.8)で、判定④のメカニズム時限界引張軸力 Tcta に対するエンドプレート引張終局耐力 Teu の比は 1.6 程度となる。
2) 接合部横補強筋比 pwjh を 0.32%(≧0.3%)、定着部拘束筋を外周筋 2 組とすることで、判定⑤、⑥を満足した。
3) コンクリートの設計基準強度を 24N/mm^2、根巻き柱横補強筋と根巻き拘束筋を SD295A とし、判定⑨を満足するように根巻き柱横補強筋および XY 両方向の根巻き拘束筋組数を決定した。その結果、判定⑧の根巻き柱せん断検定比 Vsuo/Qcuo は 4.2～5.3(≧1.8)、判定⑨の根巻き拘束筋必要断面積比 AH/awo は 1.5～1.7(≧1.0)となる。
4) 判定⑩の接合部せん断余裕度 λp は 1.5～1.7 で、いずれも 1.0 以上となった。これは、主として、終局強度設計用柱せん断力 Qcu が基礎梁曲げ終局耐力時せん断力で決定することに起因する。

(b) 十字形接合部の場合

十字形接合部の入力データを表 6.3.2(B3)、検定計算結果を表 6.3.2(B4)に示す。

本検定計算では、終局強度設計用せん断力の算定に用いる柱梁接合部左右材端部の基礎梁曲げ終局耐力は、安全側として、基礎梁主筋本数の多い方の値の 2 倍とし、ト形接合部と同様の点に留意し、表 6.3.2(B3)の各諸元を定めることで、表 6.3.2(B4)に示すように判定①～⑩の検定条件をすべて満足した。

ここで、十字形接合部内で基礎梁主筋を定着する場合、表 6.3.2(B4)に示すように、判定⑦を満足することが基本である。ただし、RC 構造設計指針(2017 年)11.1 節の解説(7)に示すように、十字形接合部内で定着される基礎梁主筋は、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。

表 6.3.2(B1) ト形接合部の入力データ

柱記号		C1	C1	C1	C1
基礎梁記号		FG11	FG1	FG14	FG3
直交梁の種別(両側, 片側, 無)		片側	片側	両側	両側
メカニズム圧縮柱軸力倍率	n_{cca}=1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
メカニズム引張柱軸力倍率	n_{cta}≧1	1.0	1.0	1.0	1.0
コンクリート設計基準強度	F_c(N/mm^2)	24	24	24	24
1階構造階高	h_1(mm)	7000	7000	7000	7000
スパン長	l(mm)	6000	10000	6000	10000
2層目鉄骨梁せい	D_{sg}(mm)	700	700	700	700
基礎梁幅	B_g(mm)	600	550	600	550
基礎梁せい	D_g(mm)	1300	1300	1300	1300
梁上1段筋中心のかぶり厚さ	d_{tT}(mm)	115	115	115	115
梁下1段筋中心のかぶり厚さ	d_{tB}(mm)	80	80	80	80
1段筋と2段筋の中心間距離	P_{12H} (mm)	105	105	105	105
(基礎梁主筋)	鋼種	SD345	SD345	SD345	SD345
	呼び名	D29	D29	D29	D29
上端1段筋本数	$n_{1上}$	5	4	5	4
上端2段筋本数	$n_{2上}$	2	2	2	2
上端3段筋本数	$n_{3上}$	0	0	0	0
下端1段筋本数	$n_{1下}$	5	4	5	4
下端2段筋本数	$n_{2下}$	0	0	0	0
下端3段筋本数	$n_{3下}$	0	0	0	0
根巻き柱幅、せい	B_c=D_c(mm)	850	850	850	850
根巻き柱有効高さ	h_e(mm)	1570	1570	1570	1570
(根巻き柱主筋)	鋼種	SD345	SD345	SD345	SD345
	呼び名	D25	D25	D25	D25
	柱主筋全本数 Σn_c (本)	24	24	24	24
	柱引張側主筋本数 n_{ct} (本)	7	7	7	7
	柱中段主筋本数 n_{cn} (本)	10	10	10	10
根巻き柱横補強筋	鋼種	SD295	SD295	SD295	SD295
	呼び名	D13	D13	D13	D13
	1組の本数	2	2	2	2
	間隔X(mm)	100	100	100	100
根巻き拘束筋	1組の本数	4	4	4	4
	組数nwr	6	6	6	6
柱梁接合部横補強筋	鋼種	SD295	SD295	SD295	SD295
	呼び名	D13	D13	D13	D13
	1組の本数	2	2	2	2
	間隔X(mm)	95	95	95	95
定着部拘束筋	1組の本数	2	2	2	2
	組数nH	2	2	2	2
(角形鋼管)	幅(せい)D_s (mm)	450	450	450	450
	板厚t_s (mm)	16	16	16	16
	降伏強度(N/mm^2)	295	295	295	295
(エンドプレート)	降伏強度σ_{Ey}(N/mm^2)	325	325	325	325
	出寸法 L_E (mm)	75	75	75	75
	板厚T_E (mm)	28	28	28	28
杭直径	D_p(mm)	800	800	800	800
フーチング出寸法	Δh_2(mm)	1090	1090	1090	1090
アンカーボルト付加曲げ耐力	M_{ap}(kN･m)	2103	2103	2103	2103

表 6.3.2(B2) ト形接合部の検定計算結果

柱記号		C1	C1	C1	C1
基礎梁記号		FG11	FG1	FG14	FG3
(根巻き柱有効せい)	h_e/D_s	3.49	3.49	3.49	3.49
	h_e/d_b	62.8	62.8	62.8	62.8
判定①($h_e/D_s \geqq 2.2$かつ$h_e/d_b \geqq 25$)		OK	OK	OK	OK
(根巻き柱横補強筋)	組数n_{wr}=Roundup(h_e/X,0)	16	16	16	16
横補強筋比$p_{wr}=n_{wr}\cdot a_{wr}/(B_c\cdot h_e)$		0.30%	0.30%	0.30%	0.30%
判定②($p_{wr} \geqq 0.3\%$)		OK	OK	OK	OK
(エンドプレート突出部直上支圧応力)	$B_{ep}(D_{ep})=D_s+2L_E$ (mm)	600	600	600	600
	$\sigma_{co}=T_{cy}/(B_{ep}\cdot L_E)$ (N/mm^2)	29.9	29.9	29.9	29.9
判定③($\sigma_{co} \leqq \alpha_{co}\cdot F_c$) ($\alpha_{co}$=1.8)		OK	OK	OK	OK
(エンドプレートの面外曲げ)	$M_{EL}=T_{ry}\cdot L_E/2$ (kN·m)	87	87	87	87
	$M_{pE}=\sigma_{Ey}\cdot Z_{pE}$ (kN·m)	38220	38220	38220	38220
エンドプレート引張終局耐力	$T_{eu}=8m_p\cdot(1+B_s/2L_E)$ (kN)	2038	2038	2038	2038
根巻き柱全主筋の降伏引張力	$\Sigma T_{ry}=\sigma_{cy}\cdot\Sigma a_c$ (kN)	4198	4198	4198	4198
根巻き柱のメカニズム時保証引張軸力	$T_{cta}=0.3n_{cta}\cdot\Sigma T_{ry}$ (kN)	1259	1259	1259	1259
	T_{eu}/T_{cta}	1.62	1.62	1.62	1.62
判定④($M_{PE} \geqq 1.1M_{EL}$, $T_{ep}/T_{cta} \geqq 1$, $\sigma_{Ey} \geqq \sigma_{sy}$, $T_E \geqq 1.3t_s$)		OK	OK	OK	OK
定着部拘束筋引張耐力	$T_{Hy}=A_H\cdot\sigma_{wyH}$ (kN)	150	150	150	150
引張力伝達係数	T_{HY}/T_{cy}	0.11	0.11	0.11	0.11
判定⑤ ($T_{HY}/T_{cy} \geqq 0.1$)		OK	OK	OK	OK
接合部横補強筋比	$p_{wo}=a_w/(B_c\cdot X)$ (%)	0.31%	0.31%	0.31%	0.31%
接合部必要横補強筋比	$p_{jwh}=\max(0.3\%, p_{wo})$ (%)	0.31%	0.31%	0.31%	0.31%
接合部横補強筋・必要組数	=Roundup($B_c\cdot p_{jwh}\cdot j_{tgo}/a_{wh}$,0)	12	12	12	12
全横補強筋量(設計値)	$\Sigma p_{jwh}\cdot\sigma_{wy}=p_{jwh}\cdot\sigma_{wy}+(p_{jwh})_H\cdot\sigma_{wyo}$ (N/mm^2)	1.18	1.18	1.18	1.18
必要横補強筋量	$\Sigma p_{jwho}\cdot\sigma_{wy}=\{(\phi_s\cdot R_{uD}/R_{ua})-\alpha_{wo}\}F_c/\beta_w$ (N/mm^2)	0.40	0.29	0.00	0.00
判定⑥ ($p_{wo} \geqq p_{jwh}$かつ$\Sigma p_{jwh}\cdot\sigma_{wy} \geqq \Sigma p_{jwho}\cdot\sigma_{wy}$)		OK	OK	OK	OK
基礎梁主筋必要定着長さ比	l_{ao}/d_b	13.2	13.2	5.3	5.3
	max{l_{ao}/d_b, 16}	16.0	16.0	16.0	16.0
基礎梁主筋最小定着長さ	$L_{ag}=\max(d_{pa}, 0.75D_c)$ (mm)	638	638	638	638
	L_{ag}/d_b	22.0	22.0	22.0	22.0
判定⑦ ($L_{ag} \geqq \max(\ell_{ao}, 16d_b)$かつ$\ell_{ao}/d_b \leqq 25$)		OK	OK	OK	OK
根巻き柱曲げ耐力時柱せん断力	$_cQ_{cuo}=M_{cu}/h_e$ (kN)	1176	1176	1176	1176
基礎梁曲げ耐力時柱せん断力	$_cQ_{gu}=(M_{gu}/\ell_o)\cdot(\ell/h)$ (kN)	304	242	304	242
根巻き柱設計せん断力	$Q_{cuo}=\min(_cQ_{cuo}, _cQ_{gu})$ (kN)	304	242	304	242
(根巻き柱)塑性式・せん断耐力	$V_{su}=\min(V_{u1}, V_{u2}, V_{u3})$ (kN)	1285	1285	1285	1285
付着割裂耐力	V_{bu} (kN)	2028	2028	2028	2028
	$V_{suo}=\min(V_{su}, V_{bu})$ (kN)	1285	1285	1285	1285
	V_{suo}/Q_{cuo}	4.23	5.32	4.23	5.32
判定⑧ ($V_{suo}/Q_{cuo} \geqq 1.3$)		OK	OK	OK	OK
根巻き柱拘束筋算定用せん断力	$Q_{ju}=Q_{cuo}+V_{ua1}$ (kN)	649	587	649	587
根巻き拘束筋必要断面積	$a_{wo}=Q_{ju}/\sigma_{wyo}$	2000	1810	2000	1810
根巻き拘束筋全断面積	$A_H=n_{wr}\cdot a_{wr}$ (mm^2)	3048	3048	3048	3048
	A_H/a_{wo}	1.52	1.68	1.52	1.68
判定⑨ ($A_H/a_{wo} \geqq 1.0$)		OK	OK	OK	OK
根巻き柱のメカニズム圧縮軸力	$N_{cc}=n_{cca}\cdot N_A$ (kN)	5012	5012	5012	5012
単純累加式によるN_{cc}時根巻き柱曲げ終局耐力	M_{cu}(kN·m)	26845	26845	26845	26845
設計柱全曲げモーメント	$\Sigma M_{cu}=M_{cu}+M_{ap}$ (kN·m)	28948	28948	28948	28948
柱曲げ耐力時せん断力	$_cQ_{cu}=\Sigma M_{cu}/(h_{o1}+2h_e)$ (kN)	7648	7648	7648	7648
終局強度設計用柱せん断力	$Q_{cu}=\min(_cQ_{cu}, _cQ_{gu})$ (kN)	304	242	304	242
接合部設計せん断力	$V_{muh}=\xi_h\cdot Q_{cu}$(kN)	1402	1220	1402	1220
接合部せん断終局耐力	$V_{puh}=\kappa_u\cdot\phi\cdot F_j\cdot b_j\cdot D_{jh}$(kN)	2035	1965	2394	2312
接合部せん断余裕度	$\lambda_p=V_{puh}/V_{muh}$	1.45	1.61	1.71	1.89
判定⑩ ($\lambda_p \geqq 1.1$)		OK	OK	OK	OK

表 6.3.2(B3) 十字形接合部の入力データ

柱記号		C1	C2	C2
基礎梁記号		FG2	FG1	FG13
直交梁の種別(両側, 片側, 無)		片側	両側	両側
メカニズム圧縮柱軸力倍率 n_{cca}=1.0		1.0	1.0	1.0
メカニズム引張柱軸力倍率 n_{cta}≧1		1.0	1.0	1.0
コンクリート設計基準強度	F_c(N/mm^2)	24	24	24
1階構造階高	h_1(mm)	7000	7000	7000
スパン長	l(mm)	10000	10000	6000
2層目鉄骨梁せい	D_{sg}(mm)	700	700	700
基礎梁幅	B_g(mm)	550	550	600
基礎梁せい	D_g(mm)	1300	1300	1300
梁上1段筋中心のかぶり厚さ	d_{tT}(mm)	130	130	130
梁下1段筋中心のかぶり厚さ	d_{tB}(mm)	90	90	90
1段筋と2段筋の中心間距離	P_{12H} (mm)	105	105	105
(基礎梁主筋)	鋼種	SD345	SD345	SD345
	呼び名	D29	D29	D29
上端1段筋本数	$n_{1上}$	4	4	5
上端2段筋本数	$n_{2上}$	3	3	2
上端3段筋本数	$n_{3上}$	0	0	0
下端1段筋本数	$n_{1下}$	4	4	4
下端2段筋本数	$n_{2下}$	0	0	0
下端3段筋本数	$n_{3下}$	0	0	0
根巻き柱幅、せい	B_c=D_c(mm)	850	850	850
根巻き柱有効高さ	h_e(mm)	1570	1570	1570
(根巻き柱主筋)	鋼種	SD345	SD345	SD345
	呼び名	D25	D25	D29
	柱主筋全本数 Σn_c (本)	24	24	24
	柱引張側主筋本数 n_{ct} (本)	7	7	7
	柱中段主筋本数 n_{cn} (本)	10	10	10
根巻き柱横補強筋	鋼種	SD295	SD295	SD295
	呼び名	D13	D13	D13
	1組の本数	2	2	2
	間隔X(mm)	100	100	100
根巻き拘束筋	1組の本数	4	4	4
	組数nwr	6	7	7
柱梁接合部横補強筋	鋼種	SD295	SD295	SD295
	呼び名	D13	D13	D13
	1組の本数	2	2	2
	間隔X(mm)	95	95	95
定着部拘束筋	1組の本数	2	2	2
	組数nH	2	3	3
(角形鋼管)	幅(せい)D_s (mm)	450	450	450
	板厚t_s (mm)	16	22	22
	降伏強度(N/mm^2)	295	295	295
(エンドプレート)	降伏強度 σ_{Ey}(N/mm^2)	325	325	325
	出寸法 L_E (mm)	75	75	75
	板厚T_E (mm)	28	32	32
杭直径	D_p(mm)	800	600	600
フーチング出寸法	Δh_2(mm)	1090	1090	1090
アンカーボルト付加曲げ耐力 M_{ap}(kN･m)		1025	1025	528

表 6.3.2(B4) 十字形接合部の検定計算結果

柱記号		C1	C2	C2
基礎梁記号		FG2	FG1	FG13
(根巻き柱有効せい)	h_e/D_s	3.49	3.49	3.49
	h_e/d_b	62.8	62.8	54.1
判定①($h_e/D_s \geqq 2.2$かつ$h_e/d_b \geqq 25$)		OK	OK	OK
(根巻き柱横補強筋)	組数n_{wr}=Roundup(h_e/X, 0)	16	16	16
	横補強筋比$p_{wr}=n_{wr}\cdot a_{wr}/(B_c\cdot h_e)$	0.30%	0.30%	0.30%
判定②($p_{wr} \geqq 0.3\%$)		OK	OK	OK
(エンドプレート突出部直上支圧応力)	$B_{ep}(D_{ep})=D_s+2L_E$ (mm)	600	600	600
	$\sigma_{co}=T_{cy}/(B_{ep}\cdot L_E)$ (N/mm^2)	29.9	29.9	37.9
判定③($\sigma_{co} \leqq \alpha_{co}\cdot F_c$) ($\alpha_{co}$=1.8)		OK	OK	OK
(エンドプレートの面外曲げ)	$M_{EL}=T_{ry}\cdot L_E/2$ (kN·m)	87	87	110
	$M_{pE}=\sigma_{Ey}\cdot Z_{pE}$ (kN·m)	38220	49920	49920
エンドプレート引張終局耐力	$T_{eu}=8m_p\cdot(1+B_s/2L_E)$ (kN)	2038	2662	2662
根巻き柱全主筋の降伏引張力	$\Sigma T_{ry}=\sigma_{cy}\cdot\Sigma a_c$ (kN)	4198	4198	5316
根巻き柱のメカニズム時保証引張軸力	$T_{cta}=0.3n_{cta}\cdot\Sigma T_{ry}$ (kN)	1259	1259	1595
	T_{eu}/T_{cta}	1.62	2.11	1.67
判定④($M_{PE} \geqq 1.1M_{EL}$, $T_{ep}/T_{cta} \geqq 1$, $\sigma_{Ey} \geqq \sigma_{sy}$, $T_E \geqq 1.3t_s$)		OK	OK	OK
定着部拘束筋引張耐力	$T_{Hy}=A_H\cdot\sigma_{wyH}$ (kN)	150	225	225
引張力伝達係数	T_{HY}/T_{cy}	0.11	0.17	0.13
判定⑤ ($T_{HY}/T_{cy} \geqq 0.1$)		OK	OK	OK
接合部横補強筋比	$p_{wo}=a_w/(B_c\cdot X)$ (%)	0.31%	0.31%	0.31%
接合部必要横補強筋比	p_{jwh}=max(0.3%, p_{wo}) (%)	0.31%	0.31%	0.31%
接合部横補強筋・必要組数	=Roundup($B_c\cdot p_{jwh}\cdot j_{tgo}/a_{wh}$, 0)	12	12	12
全横補強筋量(設計値)	$\Sigma p_{jwh}\cdot\sigma_{wy}=p_{jwh}\cdot\sigma_{wy}+(p_{jwh})_H\cdot\sigma_{wyo}$ (N/mm^2)	1.18	1.27	1.27
必要横補強筋量	$\Sigma p_{jwho}\cdot\sigma_{wy}=\{(\phi_s\cdot R_uD/R_ua)-\alpha_{wo}\}F_c/\beta_w$ (N/mm^2)	0.53	0.00	0.00
判定⑥ ($p_{wo} \geqq p_{jwh}$かつ$\Sigma p_{jwh}\cdot\sigma_{wy} \geqq \Sigma p_{jwho}\cdot\sigma_{wy}$)		OK	OK	OK
基礎梁主筋必要定着長さ比	l_{ao}/d_b	12.9	5.2	5.3
	max{l_{ao}/d_b, 16}	16.0	16.0	16.0
基礎梁主筋最小定着長さ	L_{ag}=max(d_{pa}, 0.75D_c) (mm)	638	638	638
	L_{ag}/d_b	22.0	22.0	22.0
判定⑦ ($L_{ag} \geqq$ max(ℓ_{ao}, 16db)かつ$\ell_{ao}/d_b \leqq 25$)		OK	OK	OK
根巻き柱曲げ耐力時柱せん断力	$_cQ_{cuo}=M_{cu}/h_e$ (kN)	1176	1176	1475
基礎梁曲げ耐力時柱せん断力	$_cQ_{gu}=(M_{gu}/\ell_o)\cdot(\ell/h)$ (kN)	540	573	629
根巻き柱設計せん断力	Q_{cuo}=min($_cQ_{cuo}$, $_cQ_{gu}$) (kN)	540	573	629
(根巻き柱)塑性式・せん断耐力	V_{su}=min(V_{u1}, V_{u2}, V_{u3}) (kN)	1285	1285	1285
付着割裂耐力	V_{bu} (kN)	2028	2028	1971
	V_{suo}=min(V_{su}, V_{bu}) (kN)	1285	1285	1285
	V_{suo}/Q_{cuo}	2.38	2.24	2.04
判定⑧ ($V_{suo}/Q_{cuo} \geqq 1.3$)		OK	OK	OK
根巻き柱拘束筋算定用せん断力	$Q_{ju}=Q_{cuo}+V_{ua1}$ (kN)	885	919	975
根巻き拘束筋必要断面積	$a_{wo}=Q_{ju}/\sigma_{wyo}$	2727	2831	3004
根巻き拘束筋全断面積	$A_H=n_{wr}\cdot a_{wr}$ (mm^2)	3048	3556	3556
	A_H/a_{wo}	1.12	1.26	1.18
判定⑨ ($A_H/a_{wo} \geqq 1.0$)		OK	OK	OK
根巻き柱のメカニズム圧縮軸力	$N_{cc}=n_{cca}\cdot N_A$ (kN)	2318	2318	1089
単純累加式によるN_{cc}時根巻き柱曲げ終局耐力	M_{cu}(kN·m)	22777	22777	23533
設計柱全曲げモーメント	$\Sigma M_{cu}=M_{cu}+M_{ap}$ (kN·m)	23802	23802	24061
柱曲げ耐力時せん断力	$_cQ_{cu}=\Sigma M_{cu}/(h_{o1}+2h_e)$ (kN)	6289	6289	6357
終局強度設計用柱せん断力	Q_{cu}=min($_cQ_{cu}$, $_cQ_{gu}$) (kN)	540	573	629
接合部設計せん断力	$V_{muh}=\xi_h\cdot Q_{cu}$(kN)	2871	2838	2782
接合部せん断終局耐力	$V_{puh}=\kappa_u\cdot\phi\cdot F_j\cdot b_j\cdot D_{jh}$(kN)	3743	4403	4560
接合部せん断余裕度	$\lambda_p=V_{puh}/V_{muh}$	1.30	1.55	1.64
判定⑩ ($\lambda_p \geqq 1.1$)		OK	OK	OK

(3)　置換え方式による検定計算結果

ト形接合部の入力データを表 6.3.2(B5)、検定計算結果を表 6.3.2(B6)、十字形接合部の入力データを表 6.3.2(B7)、検定計算結果を表 6.3.2(B8)に示す。

置換え方式の場合､根巻き柱の構造諸元は原設計と同じすることを基本とし､図 6.1.1 に示すように、一貫構造計算プログラムでメカニズム到達を確認した上で、判定①、判定⑤～⑦、判定⑩を満足すればよいとしている。

表 6.3.2(B5) ト形接合部の入力データ

柱記号		C1	C1	C1	C1
基礎梁記号		FG11	FG1	FG14	FG3
直交梁の種別(両側, 片側, 無)		片側	片側	両側	両側
コンクリート設計基準強度	F_c(N/mm^2)	24	24	24	24
1階構造階高	h_1(mm)	7000	7000	7000	7000
スパン長	l(mm)	6000	10000	6000	10000
2層目鉄骨梁せい	D_{sg}(mm)	700	700	700	700
基礎梁幅	B_g(mm)	600	550	600	550
基礎梁せい	D_g(mm)	1300	1300	1300	1300
梁上1段筋中心のかぶり厚さ	dt_T(mm)	115	115	115	115
梁下1段筋中心のかぶり厚さ	dt_B(mm)	80	80	80	80
1段筋と2段筋の中心間距離	P_{12H} (mm)	105	105	105	105
(基礎梁主筋)	鋼種	SD345	SD345	SD345	SD345
	呼び名	D29	D29	D29	D29
上端1段筋本数	$n_{1上}$	5	4	5	4
上端2段筋本数	$n_{2上}$	2	2	2	2
上端3段筋本数	$n_{3上}$	0	0	0	0
下端1段筋本数	$n_{1下}$	5	4	5	4
下端2段筋本数	$n_{2下}$	0	0	0	0
下端3段筋本数	$n_{3下}$	0	0	0	0
根巻き柱幅、せい	B_c=D_c(mm)	850	850	850	850
根巻き柱有効高さ	h_e(mm)	1570	1570	1570	1570
(根巻き柱主筋)	鋼種	SD345	SD345	SD345	SD345
	呼び名	D25	D25	D25	D25
	柱主筋全本数 Σn_c (本)	24	24	24	24
	柱引張側主筋本数 n_{ct} (本)	7	7	7	7
	柱中段主筋本数 n_{cn} (本)	10	10	10	10
柱梁接合部横補強筋	鋼種	SD295	SD295	SD295	SD295
	呼び名	D13	D13	D13	D13
	1組の本数	2	2	2	2
	間隔X(mm)	95	95	95	95
定着部拘束筋	1組の本数	2	2	2	2
	組数nH	2	2	2	2
(角形鋼管)	幅(せい)D_s (mm)	450	450	450	450
杭直径	D_p(mm)	800	800	800	800
フーチング出寸法	Δh_2(mm)	1090	1090	1090	1090

表 6.3.2(B6) ト形接合部の検定計算結果

柱記号		C1	C1	C1	C1
基礎梁記号		FG11	FG1	FG14	FG3
(根巻き柱有効せい)	h_e/D_s	3.49	3.49	3.49	3.49
	h_e/d_b	62.8	62.8	62.8	62.8
判定①(h_e/D_s≧2.2かつh_e/d_b≧25)		OK	OK	OK	OK
定着部拘束筋引張耐力 T_{Hy}=A_H・σ_{wyH} (kN)		150	150	150	150
引張力伝達係数 T_{HY}/T_{cy}		0.11	0.11	0.11	0.11
判定⑤ (T_{HY}/T_{cy}≧0.1)		OK	OK	OK	OK
接合部横補強筋比 p_{wo}=a_w/(B_c・X) (%)		0.31%	0.31%	0.31%	0.31%
接合部必要横補強筋比p_{jwh}=max(0.3%, p_{wo}) (%)		0.31%	0.31%	0.31%	0.31%
接合部横補強筋・必要組数=Roundup(B_c・p_{jwh}・j_{tgo}/a_{wh}, 0)		12	12	12	12
全横補強筋量(設計値) Σp_{jwh}・σ_{wy}=p_{jwh}・σ_{wy}+(p_{jwh})$_H$・σ_{wyo}(N/mm^2)		1.18	1.18	1.18	1.18
必要横補強筋量 Σp_{jwho}・σ_{wy}={(ϕ_s・RuD/Rua)−α_{wo}}Fc/β_w (N/mm^2)		0.40	0.29	0.00	0.00
判定⑥ (p_{wo}≧p_{jwh}かつΣp_{jwh}・σ_{wy}≧Σp_{jwho}・σ_{wy})		OK	OK	OK	OK
基礎梁主筋必要定着長さ比	l_{ao}/d_b	13.2	13.2	5.3	5.3
	max{l_{ao}/d_b, 16}	16.0	16.0	16.0	16.0
基礎梁主筋最小定着長さ	L_{ag}=max(d_{pa}, 0.75D_c) (mm)	637.5	637.5	637.5	637.5
	L_{ag}/d_b	22.0	22.0	22.0	22.0
判定⑦ (L_{ag}≧max(ℓ_{ao}, 16db)かつℓ_{ao}/d_b≦25)		OK	OK	OK	OK
基礎梁曲げ耐力時柱せん断力 $_cQ_{gu}$=(M_{gu}/ℓ_o)・(ℓ/h) (kN)		304	242	304	242
終局強度設計用柱せん断力 Q_{cu}=$_cQ_{gu}$ (kN)		304	242	304	242
接合部設計せん断力 V_{muh}=ξ_h・Q_{cu}(kN)		1402	1220	1402	1220
接合部せん断終局耐力 V_{puh}=κ_u・ϕ・F_j・b_j・D_{jh}(kN)		2035	1965	2394	2312
接合部せん断余裕度 λ_p=V_{puh}/V_{muh}		1.45	1.61	1.71	1.89
判定⑩ (λ_p≧1.0)		OK	OK	OK	OK

表 6.3.2(B7) 十字形接合部の入力データ

柱記号		C1	C2	C2
基礎梁記号		FG2	FG1	FG13
直交梁の種別(両側,片側,無)		片側	両側	両側
コンクリート設計基準強度	F_c(N/mm^2)	24	24	24
1階構造階高	h1(mm)	7000	7000	7000
スパン長	l(mm)	10000	10000	6000
2層目鉄骨梁せい	D_{sg}(mm)	700	700	700
基礎梁幅	B_g(mm)	550	550	600
基礎梁せい	D_g(mm)	1300	1300	1300
梁上1段筋中心のかぶり厚さ	d_{tT}(mm)	130	130	130
梁下1段筋中心のかぶり厚さ	d_{tB}(mm)	90	90	90
1段筋と2段筋の中心間距離	P_{12H} (mm)	105	105	105
(基礎梁主筋)	鋼種	SD345	SD345	SD345
	呼び名	D29	D29	D29
上端1段筋本数	n1上	4	4	5
上端2段筋本数	n2上	3	3	2
上端3段筋本数	n3上	0	0	0
下端1段筋本数	n1下	4	4	4
下端2段筋本数	n2下	0	0	0
下端3段筋本数	n3下	0	0	0
根巻き柱幅、せい	B_c=D_c(mm)	850	850	850
根巻き柱有効高さ	h_e(mm)	1570	1570	1570
(根巻き柱主筋)	鋼種	SD345	SD345	SD345
	呼び名	D25	D25	D29
	柱主筋全本数 Σn_c (本)	24	24	24
	柱引張側主筋本数 n_{ct} (本)	7	7	7
	柱中段主筋本数 n_{cn} (本)	10	10	10
柱梁接合部横補強筋	鋼種	SD295	SD295	SD295
	呼び名	D13	D13	D13
	1組の本数	2	2	2
	間隔X(mm)	95	95	95
定着部拘束筋	1組の本数	2	2	2
	組数nH	2	3	3
(角形鋼管)	幅(せい)D_s (mm)	450	450	450
杭直径	D_p(mm)	800	600	600
フーチング出寸法	Δh2(mm)	1090	1090	1090

表 6.3.2(B8) 十字形接合部の検定計算結果

柱記号		C1	C2	C2
基礎梁記号		FG2	FG1	FG13
(根巻き柱有効せい)	h_e/D_s	3.49	3.49	3.49
	h_e/d_b	62.8	62.8	54.1
判定①($h_e/D_s \geqq 2.2$かつ$h_e/d_b \geqq 25$)		OK	OK	OK
定着部拘束筋引張耐力 T_{Hy}=AH・σ_{wyH} (kN)		150	225	225
引張力伝達係数	T_{HY}/T_{cy}	0.11	0.17	0.13
判定⑤ ($T_{HY}/T_{cy} \geqq 0.1$)		OK	OK	OK
接合部横補強筋比 p_{wo}=a_w/(B_c・X) (%)		0.31%	0.31%	0.31%
接合部必要横補強筋比p_{jwh}=max(0.3%, p_{wo}) (%)		0.31%	0.31%	0.31%
接合部横補強筋・必要組数=Roundup(B_c・p_{jwh}・j_{tgo}/a_{wh}, 0)		12	12	12
全横補強筋量(設計値) $\Sigma p_{jwh}\cdot\sigma_{wy}$=$p_{jwh}\cdot\sigma_{wy}$+($p_{jwh}$)H・$\sigma_{wyo}$(N/mm^2)		1.18	1.27	1.27
必要横補強筋量 $\Sigma p_{jwho}\cdot\sigma_{wy}$={($\phi_s$・RuD/Rua)−$\alpha_{wo}$}Fc/$\beta_w$ (N/mm^2)		0.53	0.00	0.00
判定⑥ ($p_{wo} \geqq p_{jwh}$かつ $\Sigma p_{jwh}\cdot\sigma_{wy} \geqq \Sigma p_{jwho}\cdot\sigma_{wy}$)		OK	OK	OK
基礎梁主筋必要定着長さ比	l_{ao}/d_b	12.9	5.2	5.3
	max{l_{ao}/d_b, 16}	16.0	16.0	16.0
基礎梁主筋最小定着長さ	Lag=max(dpa, 0.75D_c) (mm)	638	638	638
	Lag/d_b	22.0	22.0	22.0
判定⑦ (Lag$\geqq$max(ℓ_{ao}, 16db)かつ$\ell_{ao}/d_b \leqq 25$)		OK	OK	OK
基礎梁曲げ耐力時柱せん断力 $_cQ_{gu}$=(M_{gu}/ℓ_o)・(ℓ/h) (kN)		540	573	629
終局強度設計用柱せん断力 Q_{cu}=$_cQ_{gu}$ (kN)		540	573	629
接合部設計せん断力 V_{muh}=ξ_h・Q_{cu}(kN)		2871	2838	2782
接合部せん断終局耐力 V_{puh}=κ_u・ϕ・F_j・b_j・D_{jh}(kN)		3743	4403	4560
接合部せん断余裕度 λ_p=V_{puh}/V_{muh}		1.30	1.55	1.64
判定⑩ ($\lambda_p \geqq 1.0$)		OK	OK	OK

6.4 検討建物の配筋詳細図

(1) 物流倉庫 A

物流倉庫 A の C11 根巻き柱・柱梁接合部配筋詳細を詳細図 1 に示す。

同図に示した基礎梁主筋定着長さℓ_{ag}は、柱梁接合部配筋詳細の納まりを考慮して定めている。

また、表 6.3.2(A2)に示すように、同図中に示した定着部拘束筋(2-D16-2 組)足部の全降伏引張耐力 T_{Hy}は、判定⑤の根巻き柱主筋 1 列降伏引張耐力 T_{cy} の 0.1 倍以上の条件を満足する。

詳細図 1 の作図要領を以下に示す。なお、C11 根巻き柱主筋 1 列の平均間隔 X_c を表 6.4.1 に示す。

1) 基礎梁 FG6 上端筋位置は下側、FG16 上端筋位置は上側とする。
2) 基礎梁 FG6,FG16 ともに、基礎梁主筋 1 列の本数(8-D32 または 6-D32)は、屋内側の隅筋より、順次、原則として、JASS5 の鉄筋中心間隔(84mm)で配置する。その際、基礎梁主筋と根巻き柱主筋が干渉しないことを確認する。
3) 基礎梁主筋定着金物位置は、FG6,FG16 ともに、それぞれ最外側直交筋を超え、かつ、定着金物同士が干渉しない位置とし、基礎梁主筋定着長さℓ_{ag}を決定する。
4) 根巻き柱主筋位置は、根巻き拘束筋(中子筋)位置に応じて決定する。
5) 基礎梁屋外面の割増し部に組立筋(1-D22)を配置し、基礎梁スタラップは、基礎梁主筋と組立筋を合せてかけ渡す。

表 6.4.1 C11 根巻き柱主筋 1 列の平均間隔 X_c

柱記号	B_c (mm)	n_c (本)	n_{co} (本)	d_b (mm)	d_t (mm)	R_x (mm)	X_c (mm)	X_c/d_b	d_{to} (mm)	d_{to}/d_b	判定
C11	1250	26	8	29	90	1070	153	5.3	77	2.6	OK

B_c：柱幅、n_c：柱主筋全本数、n_{co}：柱主筋1列の本数、d_b：主筋呼び名の値
d_t：隅筋中心かぶり厚さ、$R_x=B_c-2d_t$、X_c：柱主筋平均間隔
d_{to}：JASS5の鉄筋間隔、判定：$X_c \geqq d_{to}$の時"OK"

柱記号	鉄骨柱サイズ	根巻き柱					エンドプレート		柱梁接合部	
		$B_c(D_c)$ (mm)	h_e (mm)	主筋	根巻き柱横補強筋	根巻き拘束筋	$B_E(D_E)$ (mm)	T_E (mm)	柱梁接合部横補強筋	定着部拘束筋
C11	□-550×550×22	1250	1310	26-D29	2-D16-15組	4-D16-6組	750	32	2-D16-16組	2-D16-2組

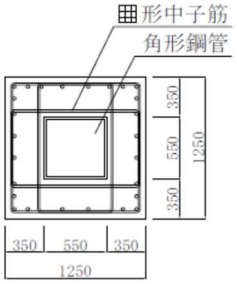
B_c,D_c：根巻き柱幅(せい)、h_e：根巻き柱有効高さ、$B_E(D_E)$,T_E：エンドプレート幅(せい)および厚さ
(鋼種)根巻き柱主筋：SD390、根巻き柱横補強筋、根巻き拘束筋：685N/mm^{2}級、柱梁接合部横補強筋、定着部拘束筋：SD295
(材質)角形鋼管：BCP325、エンドプレート：SN490B、(角形鋼管端部とエンドプレートの溶接)突合せ溶接

基礎梁記号	$B_g \times D_g$ (mm)	上端筋	下端筋	定着長さ ℓ_{ag}(mm)	横補強筋
FG6	950×1800	8+7-D32	8+6-D32	1000	4-D13@150
FG16	750×1800	6+2-D32	6+2-D32	1000	4-D13@200

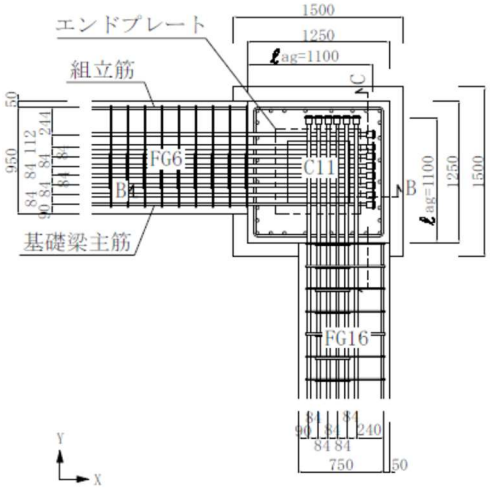
B_g,D_g：基礎梁断面幅(せい)、(鋼種)主筋：SD390、横補強筋：SD295

基礎記号	基礎形状寸法(mm)			杭種別	杭直径 (mm)
	幅(せい)	高さ	出寸法		
F5	1500	1500	750	SC杭	600

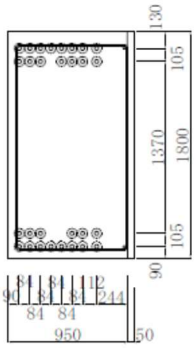
出寸法：基礎梁底から基礎底までの寸法
杭頭根入(100mm)：基礎底から杭天端までの寸法



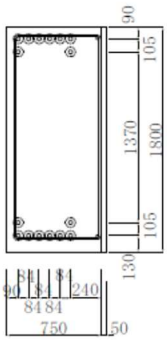
(D-D 断面図)



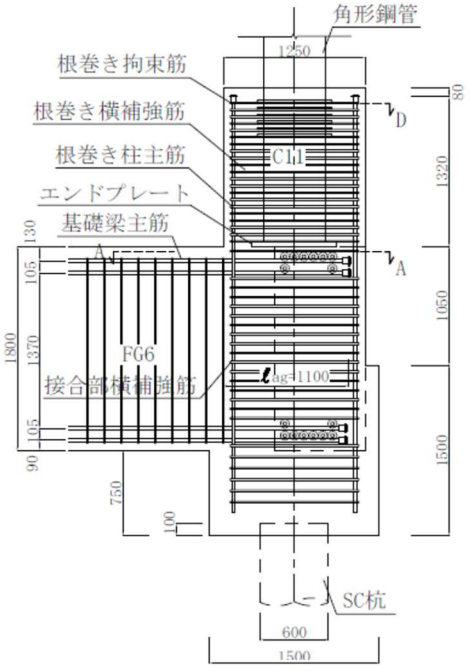
(A-A 断面図)



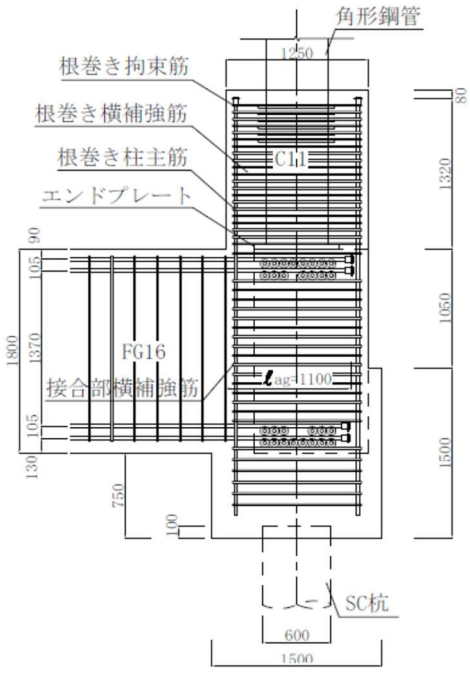
(FG16 断面図)



(FG6 断面図)



(B-B 断面図)



(C-C 断面図)

(寸法単位：mm)

詳細図 1　物流倉庫 A の C11 根巻き柱・柱梁接合部配筋詳細

(2) 物流倉庫 B

物流倉庫 B の C1 根巻き柱・柱梁接合部配筋詳細を詳細図 2 に示す。

同図に示した基礎梁主筋定着長さℓ_{ag}は、柱梁接合部配筋詳細の納まりを考慮して定めている。

また、表 6.3.2(B2)に示すように、同図中に示した定着部拘束筋(2-D13-2 組)足部の全降伏引張耐力 T_{Hy} は、判定⑤の根巻き柱主筋 1 列降伏引張耐力 T_{cy} の 0.1 倍以上の条件を満足する。

詳細図 2 の作図要領を以下に示す。なお、C1 根巻き柱主筋 1 列の平均間隔 X_c を表 6.4.2 に示す。

1) 基礎梁 FG11 上端筋位置は下側、FG1 上端筋位置は上側とする。
2) 基礎梁 FG11,FG1 ともに、基礎梁主筋 1 列の本数(5-D29 または 4-D29)は、屋内側の隅筋より、順次、原則として、JASS5 の鉄筋中心間隔(77mm)で配置する。その際、基礎梁主筋と根巻き柱主筋が干渉しないことを確認する。
3) 基礎梁主筋定着金物位置は、FG11,FG1 ともに、それぞれ最外側直交筋を超え、かつ、定着金物同士が干渉しない位置とし、基礎梁主筋定着長さℓ_{ag}を決定する。
4) 根巻き柱主筋位置は、根巻き拘束筋(中子筋)位置に応じて決定する。
5) 基礎梁屋外面の割増し部に組立筋(1-D19)を配置し、基礎梁スタラップは、基礎梁主筋と組立筋を合せてかけ渡す。

表 6.4.2 C1 根巻き柱主筋 1 列の平均間隔 X_c

柱記号	B_c (mm)	n_c (本)	n_{co} (本)	d_b (mm)	d_t (mm)	R_x (mm)	X_c (mm)	X_c/d_b	d_{to} (mm)	d_{to}/d_b	判定
C1	850	24	7	25	90	670	112	4.5	66	2.6	OK

B_c：柱幅、n_c：柱主筋全本数、n_{co}：柱主筋1列の本数、d_b：主筋呼び名の値
d_t：隅筋中心かぶり厚さ、$R_x=B_c-2d_t$、X_c：柱主筋平均間隔
d_{to}：JASS5の鉄筋間隔、判定：$X_c \geqq d_{to}$の時"OK"

柱記号	鉄骨柱サイズ	根巻き柱					エンドプレート		柱梁接合部	
		$B_c(D_c)$ (mm)	h_e (mm)	主筋	根巻き柱横補強筋	根巻き拘束筋	$B_E(D_E)$ (mm)	T_E (mm)	柱梁接合部横補強筋	定着部拘束筋
C1	□-450×450×16	850	1570	24-D25	2-D13-17組	4-D13-6組	600	28	2-D13-12組	2-D13-2組

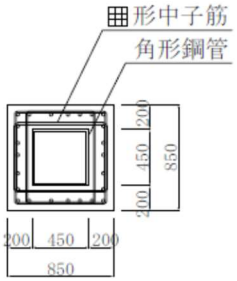
B_c,D_c：根巻き柱幅(せい)、h_e：根巻き柱有効高さ、$B_E(D_E)$,T_E：エンドプレート幅(せい)および厚さ
(鋼種)根巻き柱主筋：SD345、根巻き柱横補強筋、根巻き拘束筋、柱梁接合部横補強筋、定着部拘束筋：SD295
(材質)角形鋼管：BCR295、エンドプレート：SN490B、(角形鋼管端部とエンドプレートの溶接)突合せ溶接

基礎梁記号	$B_g \times D_g$ (mm)	上端筋	下端筋	定着長さ ℓ_{ag}(mm)	横補強筋
FG1	550×1300	4+2-D29	4-D29	640	4-D13@250
FG11	600×1300	5+2-D29	5-D29	640	4-D13@200

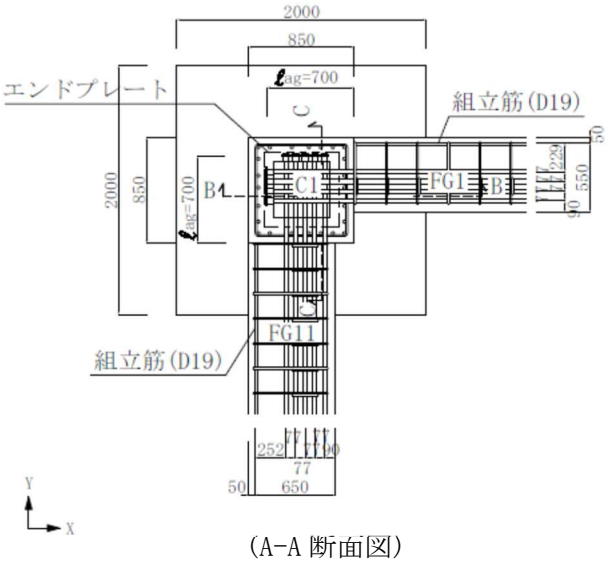
B_g,D_g：基礎梁断面幅(せい)、(鋼種)主筋：SD345、横補強筋：SD295

基礎記号	基礎形状寸法(mm)			杭種別	杭直径 (mm)
	幅(せい)	高さ	出寸法		
F1	2000	1200	1090	PHC杭	800

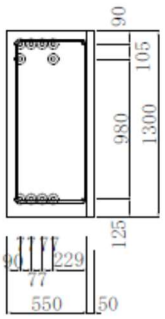
出寸法：基礎梁底から基礎底までの寸法
杭頭根入(100mm)：基礎底から杭天端までの寸法



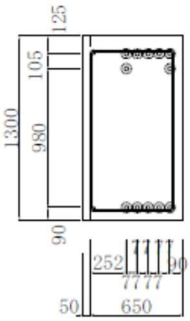
(D-D 断面図)



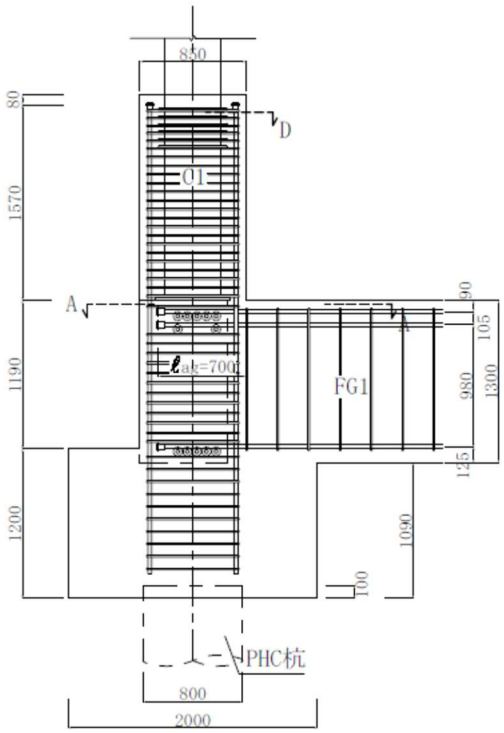
(A-A 断面図)



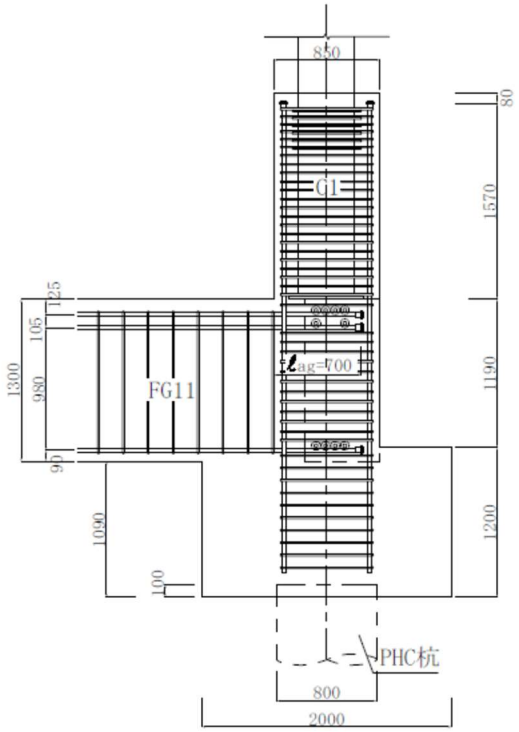
(FG1 断面図)



(FG11 断面図)



(B-B 断面図)



(C-C 断面図)

(寸法単位：mm)

詳細図 2　物流倉庫 B の C1 根巻き柱・柱梁接合部配筋詳細

【根巻き柱・基礎梁主筋定着部関連の参考文献】

1) 国土交通省住宅局監修：2025 年版 建築物の構造関係技術基準解説書、付 1-2.6 柱脚の設計の考え方、pp.667-688, 2025
2) 日本建築学会：鋼構造接合部設計指針 7.3 根巻き柱脚の設計、pp.335-345, 2021
3) 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
4) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説、2021
5) 日本建築学会：鋼コンクリート構造接合部の応力伝達と抵抗機構、4 章 鉄骨部材と鉄筋コンクリート部材の直列的に結合する接合部、pp.102-117, 2011.2
6) 金本清臣、真瀬伸治、山野辺宏治：鉄筋コンクリート柱に接合される鉄骨梁端部を鉄筋コンクリートで巻いた混合構造梁構法の耐力評価、日本建築学会構造系論文集、第 76 巻、第 659 号、pp.205-211, 2011.1
7) 鈴木英之、西原寛：材端部 RC 造中央部鉄骨造で構成される複合構造梁のせん断耐力と変形性能、日本建築学会構造系論文集、第 73 巻、第 631 号、pp.1673-1680, 2008.9
8) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建築物の靭性保証型耐震設計指針・同解説、1999
9) 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
10) 日本建築学会:建築基礎構造設計指針 6 章 杭基礎、6.6 節 水平抵抗力および水平変位、pp.262-296, 2001
11) 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
12) 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
13) (一社)建築構造技術支援機構：SABTEC 高強度せん断補強筋 設計施工指針(2021 年) (付録)修正靭性指針式による終局強度設計、pp.設計-52-58, 2021

（付録 1） 開発実験概要

1. 実験計画

開発実験の試験体は、角形鋼管柱、根巻き柱、基礎梁、杭、フーチングからなるト形接合部試験体とし、杭は正方形断面柱にモデル化した上で、杭主筋と根巻き柱主筋との継手耐力は鉄筋母材耐力と同等以上とし、それらの主筋を連続の主筋とした。また、根巻き柱、基礎梁、杭の間を柱梁接合部とし、柱梁接合部の周囲にフーチングを配置するとともに、フーチング形状寸法を単純化している。

表 1 に示すように、2016 年度実験の試験体は、根巻き柱の破壊形式の解明を意図し、□-250×250×16mm とし、基礎梁主筋本数を変えることで、接合部せん断余裕度 gQpu/gQmu を 1 前後とした 4 体である。基礎梁主筋と根巻き柱主筋の定着金物はネジ節鉄筋型であり、実験因子は、コンクリートの目標圧縮強度(Fc27、Fc40)と基礎梁上下主筋量(4-D25,4+2-D25, 4+4-D25)とした。gQpu は接合部せん断終局耐力時梁せん断力、gQmu は梁曲げ終局耐力時せん断力である。

2017 年度実験の試験体は、下記の 3 項目の影響を調べた 6 体である。

① 定着金物種別の影響： 円形定着板型(FRIP 定着板、EG 定着板、DB ヘッド)

② 高強度せん断横補強筋の影響： 785N/mm^2 級高強度せん断補強筋

③ 角形鋼管サイズの影響： □-250×250×9mm

1) Fc27 の No.5～No.7 は、2016 年度実験のネジ節鉄筋型を用いた No.2 と同様、基礎梁上下主筋量 4+2-D25 とし、円形定着板型(FRIP 定着板、EG 定着板、DB ヘッド)を用いた試験体である。

2) Fc27 の No.8 は、基礎梁上下主筋量 4+2-D25 について、接合部横補強筋、根巻き柱横補強筋、根巻き拘束筋を 785N/mm^2 級高強度せん断補強筋とした試験体である。

3) Fc27 の No.9 と Fc40 の No.10 は、2016 年度実験の Fc27 の No.2 と Fc40 の No.3 の□-250×250×16mm に対して、□-250×250×9mm を用いた試験体である。

□-250×250×16mm は□-250×250 サイズの FA ランクの最大幅厚比、□-250×250×9mm は最小幅厚比の角形鋼管である。

全試験体ともに、基礎梁主筋および柱主筋鋼種は SD490 とし、基礎梁上面から根巻き柱主筋定着板内面までの根巻き柱有効高さ he は 550mm(he/Ds=2.2,he/db=25)としている。また、フーチング外面から基礎梁主筋定着板内面までの基礎梁主筋定着長さℓag は 500mm(ℓag/DF=0.77,ℓag/db=20)としている。Ds は鋼管柱せい、DF はフーチングせい、db は主筋呼び名の値を示す。

2016 年度実験試験体(No.1～No.4)配筋詳細を図 1、根巻き柱部配筋詳細を図 2、水平断面配筋詳細を図 3、材料試験結果を表 2 に示す。

表 1　実験計画

	試験体	Fc N/mm²	鋼管柱サイズ	定着金物種別	RC杭(柱) 断面寸法 Bc (mm)	RC杭(柱) 断面寸法 Dc (mm)	RC杭(柱) 主筋 配筋 (pg)	RC杭(柱) 主筋 鋼種	RC基礎梁 断面寸法 Bg (mm)	RC基礎梁 断面寸法 Dg (mm)	RC基礎梁 上下主筋 配筋 (pt)	RC基礎梁 上下主筋 鋼種	フーチング 断面寸法 Bj (mm)	フーチング 断面寸法 Dj (mm)	柱梁接合部 横補強筋 配筋 (鋼種)	柱梁接合部 横補強筋 組数 (pjwh)
2016年度	No. 1	27	□-250×250×16	ネジ節1	500	500	8-D22 (1.24%)	SD490	350	500	4-D25 (1.29%)	SD490	650	650	2-D10 (SD295A)	4組 (0.28%)
	No. 2										4+2-D25 (1.85%)					
	No. 3	40									4+4-D25 (2.41%)					
	No. 4															
2017年度	No. 5	27		円形1							4+2-D25 (1.85%)					
	No. 6			円形2												
	No. 7			円形3												
	No. 8			ネジ節1											2-D10 (785)	
	No. 9		□-250×250×9	ネジ節2											2-D10 (SD295A)	
	No. 10	40		ネジ節3												

【記号】Fc：コンクリート目標圧縮強度、pt：基礎梁引張鉄筋比、pg：柱全主筋比
【架構寸法】スパン長l/2=1700mm、内法スパン長l_o/2=1375mm、階高h_1/2=1450mm, h_2/2=1300mm
【基礎梁主筋定着長さ】l_{ag}=500mm, 20.0d_b, 1.0D_c
【基礎梁横補強筋】No.1：2-D10@100mm, p_w=0.41%, No.2, No.3：75mm, p_w=0.54%, No.4：50mm, p_w=0.81%(SD295A)
No.5～No.10：75mm, p_w=0.54% (No.5～No.7, No.9, No.10：SD295A, No.8：785N/mm²級)
【柱横補強筋】各試験体ともに、2-D10@60mm (p_w=0.47%, SD295A)
【根巻き柱】有効高さh_e=550mm (h_e/D_s=550/250=2.2, h_e/d_b=550/22=25)
根巻き横補強筋 2-D10@60, 根巻き拘束筋2-D13(SD295A, 785N/mm²級)
根巻き拘束筋組数 No.1, No.2, No.5～No.7, No.9：3組, No.3, No.4, No.10：4組, No.8：1組
【フーチング】高さ=600mm、出寸法Δh_{o2}=100mm
縦筋12-D13(SD295A), p_g=0.36%、外周筋2-D6, 7+2組 (p_w=0.18%, SD295A)
【柱軸力】No.1：N_c=350kN($N_c/F_cB_cD_c$=0.05), No.2, No.3, No.5～No.10：N_c=450kN($N_c/F_cB_cD_c$=0.07, 0.05)
No.4：N_c=500kN($N_c/F_cB_cD_c$=0.05)
【定着金物】ネジ節1：プレートナット(東京鉄鋼)、ネジ節2：ネジプレート(JFE条鋼)
ネジ節3：タフネジナット(共英製鋼)、円形1：FRIP定着板(伊藤製鐵所)、円形2：EG定着板(合同製鐵)
円形3：DBヘッド(ディビーエス)
【角形鋼管材質】BCR295、【エンドプレート】PL-310×310×22,20 (SN490B)

表 2　材料試験結果

(a)　コンクリート

	Fc (N/mm²)	試験体	σB (N/mm²)	εco (×10⁻³)	Ec (kN/mm²)	σt (N/mm²)
2016年度	27	No.1, No.2	28.3	2.13	26.6	2.46
	40	No.3, No.4	45.7	2.36	31.9	3.53
2017年度	27	No.5～No.7	25.3	1.77	24.5	2.30
		No.8, No.9	28.0	2.11	26.5	2.69
	40	No.10	42.8	2.44	30.0	3.54

Fc：目標圧縮強度、σB：実圧縮強度
εco：σB時ひずみ、Ec：ヤング係数、σt：割裂強度

(b) 鋼材

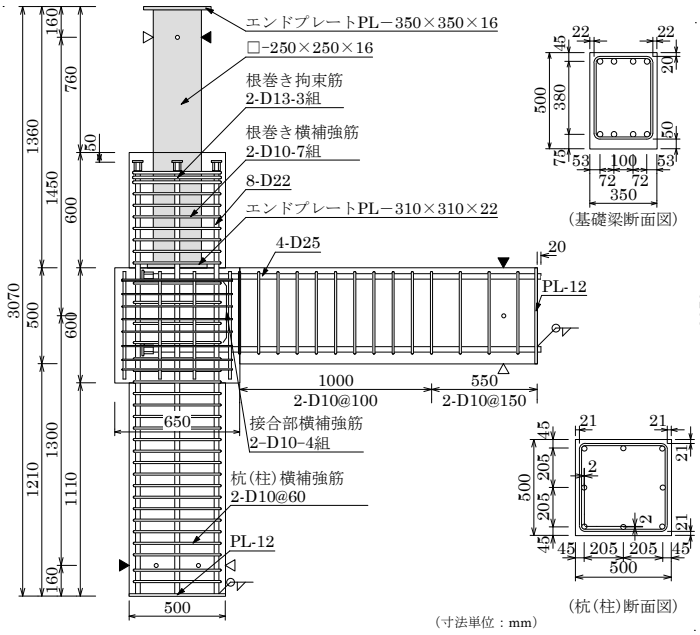
	使用部位	サイズ	鋼種	σy (N/mm²)	σu (N/mm²)	伸び (%)	降伏比 (%)
2016年度	鋼管柱	□-250×250×16	BCR295	355	440	42	81
	ENDプレート	PL-22	SN490B	381	535	27	71
2017年度	鋼管柱	□-250×250×16	BCR295	351	412	46	85
		□-250×250×9		355	441	41	80
	ENDプレート	PL-22	SN490B	381	531	29	72
		PL-19		349	517	27	68

σy：降伏点, σu：引張強度

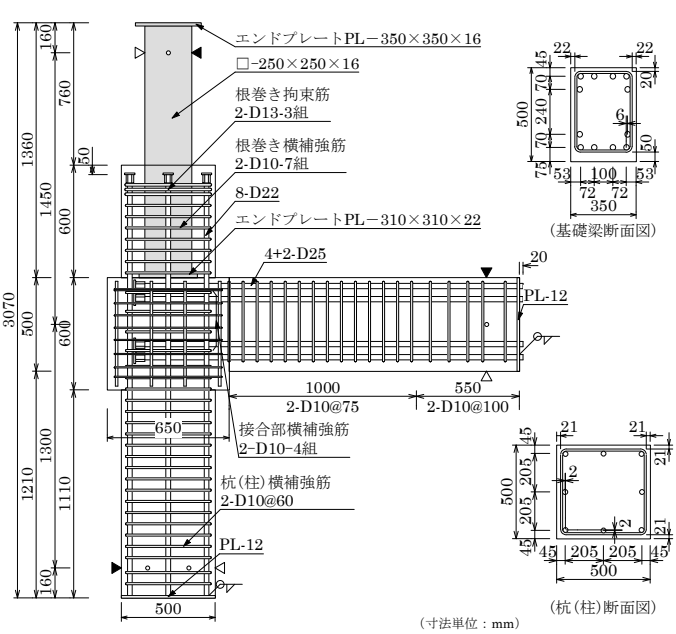
(c) 鉄筋

	使用部位	節形状	鋼種	呼び名	σy (N/mm²)	σu (N/mm²)	伸び (%)
2016年度	基礎梁主筋	ネジ節1	SD490	D25	531	710	23
	柱主筋			D22	539	720	18
	横補強筋	竹節	SD295A	D10	357	498	27
	根巻き拘束筋			D13	333	482	28
2017年度	基礎梁主筋	ネジ節1	SD490	D25	533	712	21
		ネジ節2			540	737	20
		ネジ節3			519	695	22
		竹節1			507	686	24
		竹節2			533	675	22
		竹節3			531	721	21
	柱主筋	ネジ節1		D22	540	722	19
		ネジ節2			548	749	17
		ネジ節3			547	723	18
		竹節1			548	719	19
		竹節2			545	693	19
		竹節3			519	704	17
	横補強筋	竹節	SD295A	D10	370	515	28
		斜め節	785級		876	1058	14
	根巻き拘束筋	竹節	SD295A	D13	353	508	29
		斜め節	785級		861	1050	15

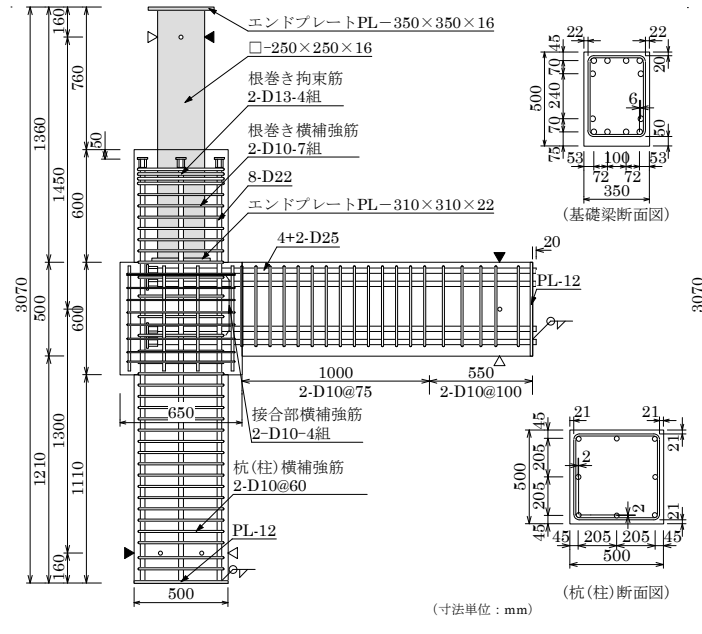
横補強筋：基礎梁、柱梁接合部、根巻き柱、σy：降伏点、σu：引張強さ
ただし、RC柱(杭)横補強筋はすべてSD295A



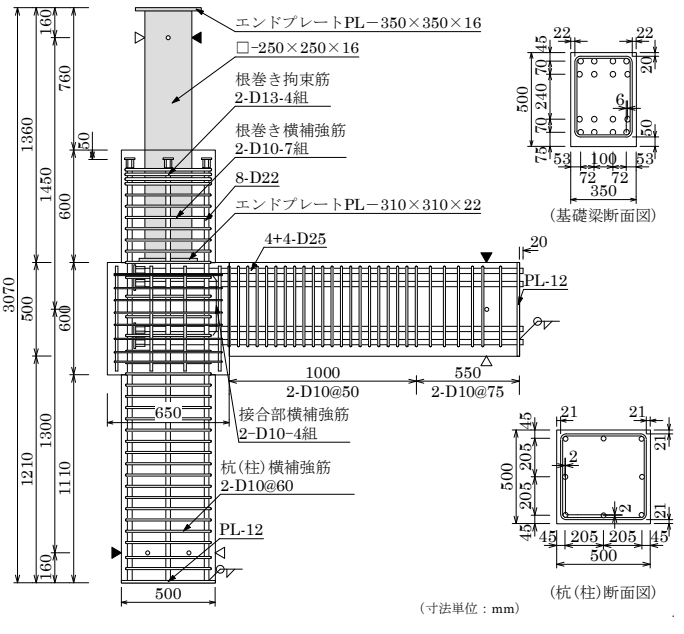
(a) 試験体 No. 1
(Fc27, 基礎梁上下主筋 4-D25)



(b) 試験体 No. 2
(Fc27, 基礎梁上下主筋 4+2-D25)

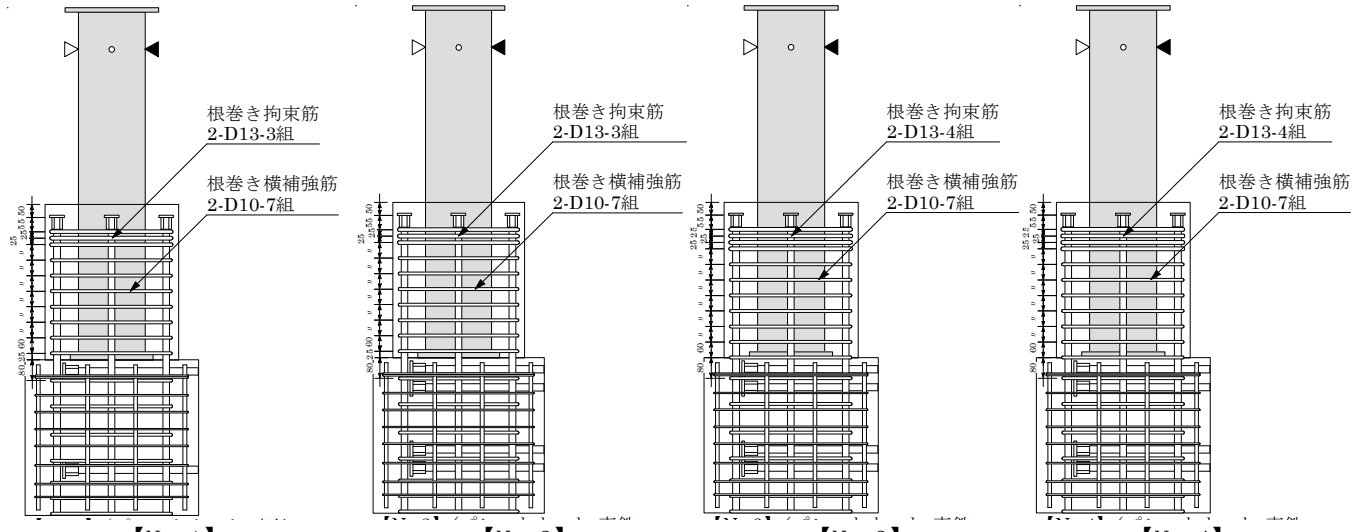


(c) 試験体 No. 3
(Fc40, 基礎梁上下主筋 4+2-D25)

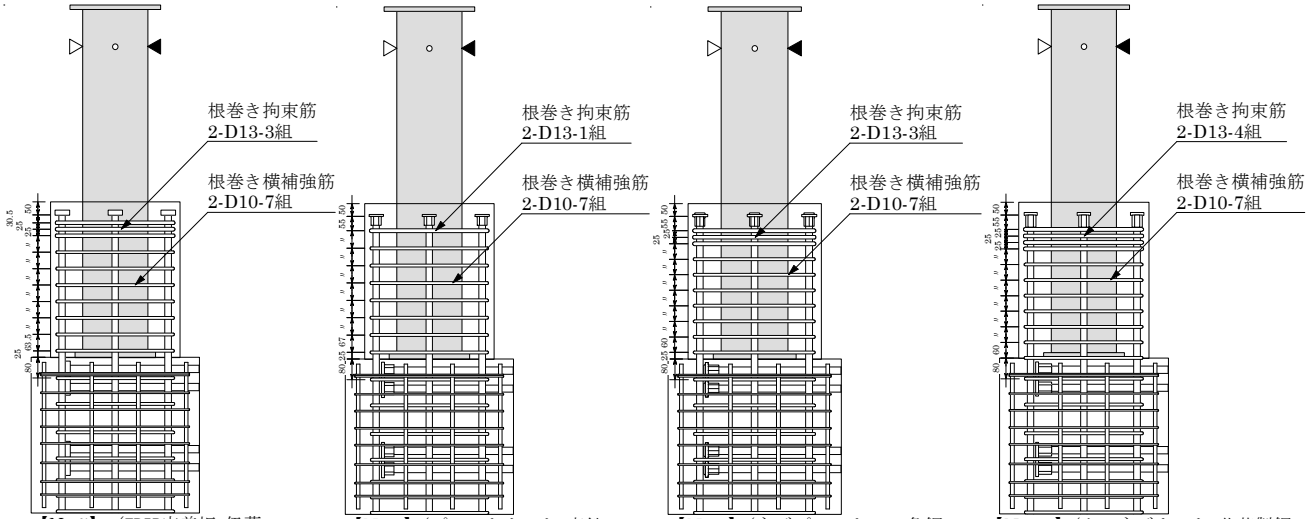


(d) 試験体 No. 4
(Fc40, 基礎梁上下主筋 4+4-D25)

図 1　2016 年度実験試験体(No. 1～No. 4)配筋詳細

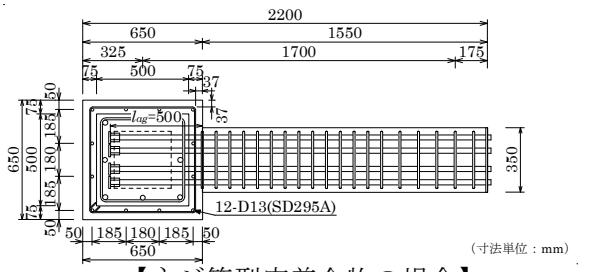


【No. 1】　【No. 2】　【No. 3】　【No. 4】

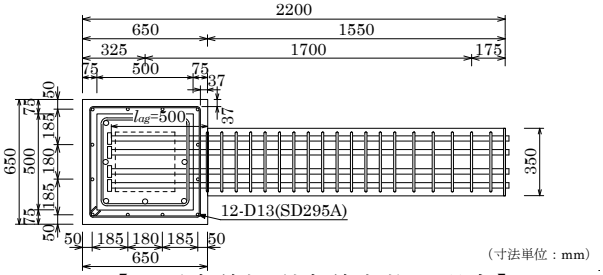


【No. 5～N0. 7】　【No. 8】　【No. 9】　【No. 10】

図 2　根巻き柱部配筋詳細



【ネジ節型定着金物の場合】



【円形定着板型定着金物の場合】

図 3　水平断面配筋詳細

2. 実験方法

本実験では、図 4 に示すように、軸力載荷側の鉄骨柱(上柱)に一定軸力 Nc を油圧ジャッキで加え、柱反曲点位置をピン・ローラー支持し、梁反曲点位置に正負繰り返しせん断力を押し引き型油圧ジャッキで加力した。各試験体ともに、一定軸力 Nc は 350～500kN(0.05～0.07FcBcDc)とした。Fc はコンクリートの目標圧縮強度、Bc，Dc は柱幅とせいを示す。

載荷履歴は、目標層間変形角 R=5,10,20,30,40(×10^{-3}rad)での 2 サイクルずつの正負交番繰返し載荷およびその後の正加力方向への単調載荷とした。

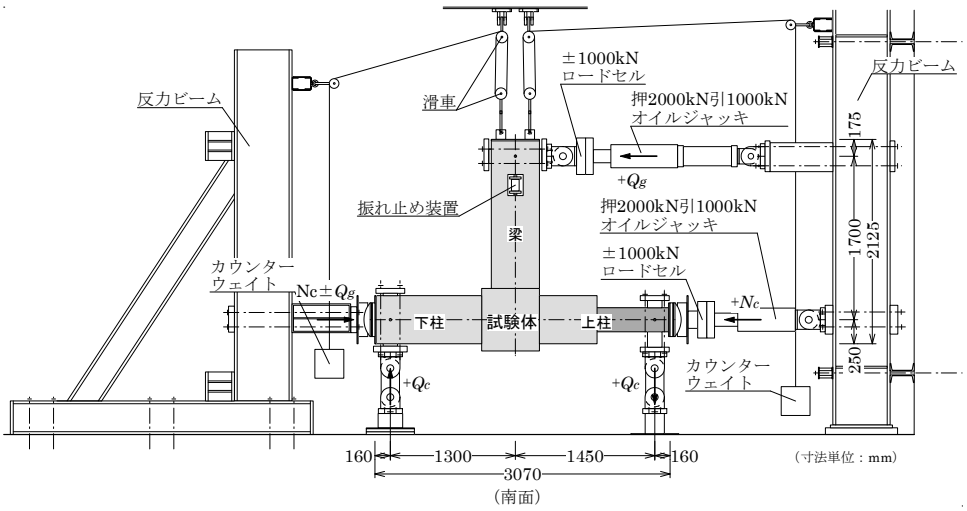


図 4　実験装置

3. 実験結果

本実験では、下記の知見を得た。【実験資料】を巻末に示す。

1) 試験体 No.1～No.4 ともに、基礎梁端主筋が引張降伏(BY)した後、No.1 の場合、接合部横補強筋の引張降伏(JHY)に伴い、基礎梁せん断ひび割れ幅が急増し、最大耐力 Qmax および限界層間変形角 R80 に到達した。また、No.2～No.4 の場合、根巻き柱端最外縁主筋の引張降伏(CNY)、根巻き柱横補強筋の引張降伏(CNHY)、接合部横補強筋の引張降伏(JHY)を伴い、最大耐力 Qmax に達した後、根巻き柱頭部支圧ひび割れ幅が急増し、限界層間変形角 R80 に到達した。

すなわち、根巻き柱端最外縁主筋の引張降伏(CNY)降伏後、同主筋のひずみ効果および根巻き柱端中段主筋ひずみの増大に伴い、基礎梁のせん断力が増大し、最大耐力 Qmax に達した。

2) 円形定着板型を用いた No.5～No.7 の基準化梁せん断力 Qg/gQmu－層間変形角 R 関係は、いずれもネジ節鉄筋型を用いた No.2 の場合と概ね同じである。gQmu は梁曲げ終局耐力時せん断力である。

3) 785N/mm^2 級高強度せん断補強筋を用いた No.8 は、SD295A 普通強度せん断補強筋を用いた No.2 と同様、R=+30×10^{-3}rad.以降、根巻き柱頭部支圧ひび割れ幅が急増し、限界層間変形角 R80 に到達した。

4) □-250×250×9mm を用いた Fc27 の No.9 の初期剛性は□-250×250×12mm を用いた No.2 よりも低いが、R=+30×10^{-3}rad.以降、No.2 と同様、根巻き柱頭部支圧ひび割れ幅が急増し、限界層間変形角 R80 に到達した。また、□-250×250×9mm を用いた Fc40 の No.10 の最大耐力および変形性能は、No.2 よりも改善され、限界層間変形角 R80 に到達した。

（付録 2）杭の最大曲げモーメント発生深さ

1. 計算式

一様な地盤で支持された弾性支承梁の基本式および一般解は、式(付 1)および式(付 2)である。杭長無限大とすると、x=∞の時 y=0 となるので、式(付 3)が得られる※。

杭頭固定で杭頭にせん断力 Qo が作用する場合、$B=Q_o/4EI\beta^3$, $-A+B=0$ となり、式(付 5)および式(付 6)が得られる。式(付 6)より、$(d/dx)\cdot\{e^{-\beta x}(\sin\beta x-\cos\beta x)\}=0$ となる $x=\ell_m$ では、$\cos\beta x=0$、$\beta x=\pi/2$ であるので、杭の最大曲げモーメント深さ ℓ_m は式(付 7)、最大曲げモーメント Mmax は式(付 8)で得られる。

$$EId^4y/dx^4+khDy=0 \quad (付\ 1)$$

$$y=e^{\beta x}(C1\cos\beta x+C2\sin\beta x)+e^{-\beta x}(C3\cos\beta x+C4\sin\beta x) \quad (付\ 2)$$

$$y=e^{-\beta x}(A\cos\beta x+B\sin\beta x) \quad (付\ 3)$$

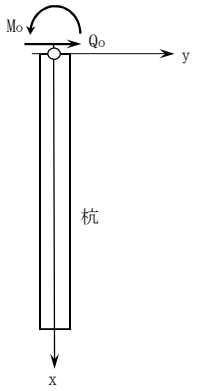
$$\beta=\sqrt[4]{khD/(4EI)} \quad (付\ 4)$$

$$y=(Q_o/4EI\beta^3)\cdot e^{-\beta x}(\cos\beta x+\sin\beta x) \quad (付\ 5)$$

$$M=-EI\cdot(d^2y/dx^2)=-(Q_o/2\beta)\cdot e^{-\beta x}(\sin\beta x-\cos\beta x) \quad (付\ 6)$$

$$\ell_m=\pi/2\beta \quad (付\ 7)$$

$$Mmax=(-Q_o/2\beta)\cdot e^{-\pi/2} \quad (付\ 8)$$



【基本式の座標軸】

ここに、EI：杭の曲げ剛性(kN･m²)、D：杭径(m)

β：基礎の特性値、kh：水平方向地盤反力係数(kN/m³)

2. 計算条件

杭径 D： 800mm, 1200mm

水平方向地盤反力係数 kh： 20000, 10000 kN/m³（付表 1、付表 2）

付表 1 杭の計算条件

kh (kN/m³)	D (mm)	EI (×10⁶kN･m²)	β (1/m)
20000	800	0.483	0.302
	1200	2.443	0.223
10000	800	0.483	0.254
	1200	2.443	0.187

kh：水平方向地盤反力係数、D：杭直径
E：コンクリートのヤング係数
$I=\pi D^4/64$：杭の断面2次モーメント
$\beta=\{khD/(4EI)\}^{(1/4)}$　　(注)E=24kN/mm²

付表 2 水平方向地盤反力係数 kh と地盤諸元

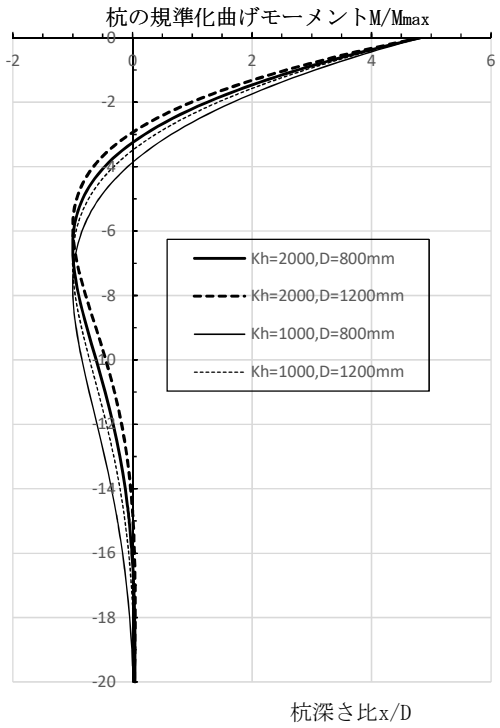
kh (kN/m³)	相当 N値	q (kN/m²)
20000	12	150
10000	6	80

相当N値：砂質土とみた場合
q：粘性土とみた場合の相当一軸圧縮強さ

3. 計算結果

杭の規準化曲げモーメント分布を付図 1、最大曲げモーメント発生深さ計算結果を付表 3 に示す。

これらによると、水平方向地盤反力係数 kh および杭径 D に係わらず、最大曲げモーメント Mmax は杭頭モーメント Mo の 0.21 倍、最大曲げモーメント発生深さ ℓ_m は杭径 D の 5.9～7.7 倍となる。



付図１　杭の規準化曲げモーメント分布

付表２　杭の最大曲げモーメント発生深さ計算結果

k_h (kN/m^3)	D (mm)	β (1/m)	M_o (kN･m)	M_{max} (kN･m)	M_{max}/M_o	l_m/D
20000	800	0.302	166	-34.4	-0.21	6.51
20000	1200	0.223	225	-46.7	-0.21	5.88
10000	800	0.254	197	-41.0	-0.21	7.74
10000	1200	0.187	267	-55.5	-0.21	6.99

$M_o=Q_o/(2\beta)$：杭頭曲げモーメント　　(注)Q_o=100kN

※　日本建築学会:建築基礎構造設計指針６章 杭基礎、6.6 節 水平抵抗力および水平変位、pp. 262-296, 2001

（付録 3）本編で用いた記号一覧

(根巻き柱に関する記号)

Bs,Ds：角形鋼管柱幅とせい、Msp：鉄骨柱全塑性モーメント
Qcuo,cQcuo,cQgu：根巻き柱設計せん断力、根巻き柱曲げ耐力時および基礎梁曲げ耐力時柱せん断力
Vsuo：根巻き柱せん断耐力、Vsu：塑性式によるせん断耐力、Vbu：付着割裂耐力
h1：1 階柱構造階高、ho1：1 階鉄骨柱内法高さ、he：根巻き柱の有効高さ
Δho2：基礎梁下面からフーチング底面までの出寸法、Dg：基礎梁せい、Nc：鉄骨柱の軸力
Try：根巻き柱等価引張主筋の降伏引張力、Tcy,Tcny：根巻き柱主筋 1 列および中段主筋の降伏引張力
ΣTry：根巻き柱全主筋の降伏引張力、Mcuo：根巻き柱せん断設計用曲げ耐力、Bc,Dc：根巻き柱幅とせい
σcy：根巻き柱主筋の降伏強度、jtco：根巻き柱両側最外縁主筋の中心間距離
act,acn：根巻き柱引張側主筋と中段主筋の断面積、Σac：根巻き柱全主筋の断面積
ℓac：根巻き柱主筋定着長さ、db：根巻き柱主筋呼び名の値
pwe：根巻き柱有効横補強筋比、nwr,awr：根巻き柱横補強筋の組数と 1 組の断面積
s：根巻き柱横補強筋の平均間隔、dwr：根巻き柱横補強筋呼び名の値、awo：根巻き拘束筋の必要断面積
σwy：根巻き柱横補強筋の降伏強度、σwyo：根巻き柱拘束筋の降伏強度
Qju：根巻き拘束筋算定用せん断力、LE：鋼管柱外面からエンドプレート端までの出寸法
σco：エンドプレート突出部直上の局部支圧応力、αco：コンクリートの局部支圧強度割増し係数
MEL：エンドプレート突出部の面外曲げモーメント、MpE：エンドプレートの全塑性モーメント
ZpE：エンドプレートの塑性断面係数
Bep,Dep,TE,σEy：エンドプレートの有効幅、有効せい、厚さおよび降伏強度
ts：角形鋼管の降伏強度、Fc：コンクリートの設計基準強度
Teu：エンドプレートの引張終局耐力、mp：単位長さあたりのエンドプレートの全塑性モーメント
zpe：単位長さあたりのエンドプレートの塑性断面係数
Tcta：メカニズム時保証引張軸力、Nct：メカニズム時設計引張軸力

(基礎梁主筋定着部に関する記号)

ℓag：基礎梁主筋定着長さ、　ℓao：基礎梁主筋必要定着長さ
dp：根巻き柱面から直交基礎梁最外縁主筋位置までの距離、db：基礎梁主筋呼び名の値

(柱梁接合部せん断設計に関する記号)

Vmuh：水平方向の終局強度設計用せん断力、Vpuh：水平方向の接合部せん断終局耐力
Qcu：終局強度設計用柱せん断力、λp=gQpu/gQgu：接合部せん断余裕度
cQcu：メカニズム時柱軸力を考慮した柱曲げ耐力時せん断力
cQgu, gQgu：基礎梁曲げ終局耐力時柱せん断力および梁せん断力
gQpu：接合部せん断終局耐力時梁せん断力、Mgu,Mgu'：左右基礎梁の曲げ終局耐力
Tgy,Tgy'：左右基礎梁主筋の降伏引張力、jtg: 基礎梁上下主筋重心間距離
ag,ag'：引張側基礎梁主筋の断面積、σgy：基礎梁主筋の降伏強度
h1：1 階構造階高、ho1：1 階柱内法高さ、h2：杭せん断長さの 2 倍
ℓ：スパン長(柱心間距離)、ℓo=ℓ-Dc：基礎梁内法スパン長、Bc,Dc：柱梁接合部幅とせい
κu：柱梁接合部の形状係数、φ：直交梁の有無による補正係数
bjh：柱梁接合部の有効幅、Djh：柱梁接合部の有効せい、Dp：杭直径

(柱梁接合部横補強筋および定着部拘束筋に関する記号)

pjwh=nh･awh/(Bc･jtgo)：柱梁接合部横補強筋比
Bc：柱梁接合部幅、jtgo：基礎梁上下最外縁主筋の中心間距離
THy：定着部拘束筋の全降伏引張力、AH：定着部拘束筋足部の全断面積
nh,awh：jtgo 区間内の柱梁接合部横補強筋の組数と 1 組の断面積
Σ(pjwh･σwy)：柱梁接合部横補強筋と定着部拘束筋の全補強筋量
(pjwh)H(=nH･awH/(Bc･jtgo))：定着部拘束筋による等価横補強筋比
nH, awH：定着部拘束筋の組数と 1 組の断面積
σwy, σwyH：柱梁接合部横補強筋と定着部拘束筋の降伏強度
RuD：設計限界層間変形角、R80a：柱梁接合部せん断余裕度λp で決定する限界層間変形角
φs：安全率、αwo,βw：補正係数
αw：保証限界層間変形角 R80min に対する接合部補強筋量 pjwh･σwy/Fc に係わる係数

【目次】

1. 適用範囲

2. 各編共通事項
2.1 一般事項
(1) かぶり厚さ
(2) 鉄筋のあきと間隔
(3) 鉄筋の最外径
(4) 鉄筋の加工形状
(5) 直線定着および折曲げ定着長さ
2.2 材料
(1) コンクリート
(2) 鉄筋
(3) 定着金物
(4) 鋼材
(5) アンカーボルト

3. SRC柱梁接合部編
3.1 基本事項
3.2 SRC造ト形接合部配筋詳細
3.3 SRC造T形、L形接合部配筋詳細

4. 柱RC梁S接合部・柱SRC梁接合部編
4.1 基本事項
4.2 柱主筋定着部
4.3 構造規定

5. 鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部編
5.1 本編の適用可能な露出柱脚
5.2 柱型部配筋詳細の構造規定
5.3 既製品露出柱脚の柱型部配筋詳細例

6. 鉄骨根巻き柱脚・基礎梁主筋定着部編
6.1 根巻き柱・基礎梁主筋定着部
6.2 根巻き柱・基礎梁主筋定着部の各部諸元
6.3 根巻き柱・基礎梁主筋定着部の構造規定
6.4 根巻き柱・柱梁接合部配筋詳細例

1.適用範囲

本仕様書は、機械式定着工法RCS混合構造設計指針(2025年)(以下、RCS設計指針と略記)に準拠した下記の4編の標準配筋詳細に適用する。
(1) SRC柱梁接合部編
(2) 柱RC梁S接合部・柱SRC梁S接合部編
(3) 鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部編
(4) 鉄骨根巻き柱脚・基礎梁主筋定着部編

2. 各編共通事項

2.1 一般事項

下記の(1)～(5)の事項は、械式定着工法RC構造設計指針(2022年)(以下、RC設計指針と略記)に準拠した標準配筋仕様書と同じとする。
(1)かぶり厚さ
(2)鉄筋のあきと間隔
(3)鉄筋の最外径
(4)鉄筋の加工形状
(5)直線定着長さおよび折曲げ定着長さ

2.2 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（Fc）： 21N/mm^{2}以上、かつ、60N/mm^{2}以下
ただし、柱RC梁S接合部・柱SRC梁S接合部編では、柱主筋SD490の場合、Fcは24N/mm^{2}以上とする。

(2) 鉄筋

本仕様書で使用できる鉄筋を表2.1に示す。
ただし、機械式定着工法で用いる主筋は、SABTEC技術評価取得工法で定められたSD295～SD490、接合部横補強筋はSD295～SD490とし、定着部拘束筋はSRC柱梁接合部編以外の各編で規定されている。一方 、鉄骨根巻き柱脚・基礎梁主筋定着部編で規定されている根巻き横補強筋と根巻き拘束筋には、大臣認定取得の高強度せん断補強筋を用いてもよい。

表2.1 本仕様書で使用できる鉄筋の鋼種と呼び名

使用箇所	鋼種	呼び名
主筋	SD295,SD345,SD390,SD490	D13～D41
接合部 横補強筋 (定着部拘束筋)	SD295,SD345,SD390,SD490	D10,D13,D16
かんざし筋	SD295,SD345,SD390	D10,D13,D16

(3) 定着金物

定着金物は、SABTEC技術評価取得工法で定められた定着金物とし、本仕様書で適用可能な主筋の鋼種と呼び名の組合せを表2.2に示す。

表2.2 本仕様書で適用可能な主筋の鋼種と呼び名の組合せ

工法名称		商品名またはJIS規格	鋼種	呼び名
オニプレート 定着工法		普通強度鉄筋ネジ onicon	SD345～SD490	D19～D41
FRIP定着工法		JIS G 3112異形棒鋼	SD295～SD490	D13～D41
タフ 定着工法	タフネジ ナット	普通強度鉄筋 タフネジバー	SD345～SD490	D19～D41
	タフ ヘッド	普通強度鉄筋 タフネジバー	SD345～SD490	D16～D41
		竹筒鉄筋タフコン	SD295～SD390	D13～D41
EG定着板工法		JIS G 3112異形棒鋼	SD295～SD490	D13～D41
ネジプレート 定着工法		普通強度鉄筋 ネジバー	SD345～SD490	D19～D41
DBヘッド定着工法		JIS G 3112異形棒鋼	SD295～SD490	D19～D41
Tヘッド定着工法		JIS G 3112異形棒鋼	SD295～SD490	D13～D41

(4) 鋼材

本仕様書で使用できる鋼材は、表2.3としている。

ただし、柱RC梁S接合部・柱SRC梁S接合部編で用いる鋼材は、SS400,SN400A,B,C,SN490B,C,SM400A,B,C,SM490A,B,Cとし、鉄骨根巻き柱脚・基礎梁主筋定着部編で用いる角形鋼管の幅厚比は、幅厚比種別FAランクとしている。

また、表2.3の鋼材と同等以上の機械的性質を有する鋼材は使用してもよいとしている。

表2.3　本仕様書で使用できる鋼材の材料規格

記号	規格
SN400A,B,C, SN490B,C	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）
SM400A,B,C, SM490A,B,C SM490YA,YB, SM520B,C	JIS G 3106（溶接構造用圧延鋼材）
SMA400A,B,C, SMA490A,B,C	JIS G 3114（溶接構造用耐候性圧延鋼材）
STKN400W,B, STKN490B	JIS G 3475（建築構造用炭素鋼鋼管）
STK400, STK490	JIS G 3444（一般構造用炭素鋼鋼管）
STKR400, STKR490	JIS G 3466（一般構造用角形鋼管）
BCR295	建築構造用冷間ロール成形角形鋼管）
BCP235,BCP325	建築構造用冷間プレス成形角形鋼管）
BCP325T	建築構造用高性能冷間プレス成形角形鋼管）

(5) アンカーボルト

鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部で用いるアンカーボルトは、JIS B 1220(構造用両ねじアンカーボルトセット)に適合するアンカーボルトとし、既製品露出柱脚の場合、表2.4の既製品露出柱脚は適用可能とする。

表2.4　本仕様書で適用可能な既製品露出柱脚

商品名	開発会社
ベースパック	岡部(株)、旭化成建材(株)
セレクトベース	
ハイベース	センクシア(株)
PINベース工法	
NCベース	日本鋳造(株)
ISベース	アイエスケー(株)
ジャストベース(JEⅡ型)	コトブキ技研工業(株)
フリーベース工法	フルサト工業(株)
スマートベース工法	東京鉄鋼(株)

3. SRC柱梁接合部編

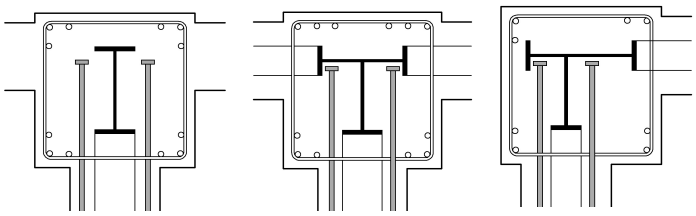
3.1 基本事項

(1) 本編を適用できるSRC柱梁接合部（図3.1）

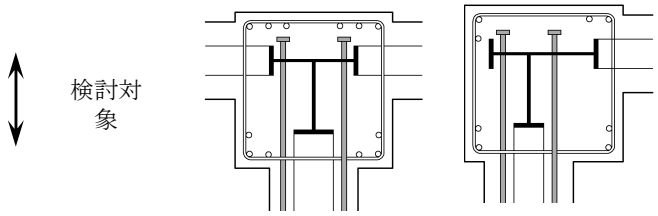
梁主筋と平行な鉄骨ウェブが存在し、かつ、直交鉄骨ウェブへの梁主筋非貫通型定着および貫通型定着の場合とする。

(2) RC柱梁接合部とみなす場合(図3.2)

梁主筋と平行な鉄骨ウェブが存在しない場合は、直交鉄骨ウェブへの梁主筋非貫通型定着と貫通型定着に係わらず、RC柱梁接合部とみなす。



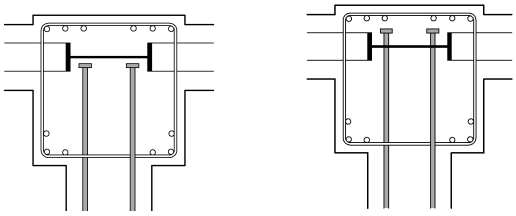
(a) 強軸H形鋼　　(非貫通型定着)



(貫通型定着)

(b) T形断面鉄骨　(c) L形断面鉄骨

図3.1 本編を適用できるSRC柱梁接合部



(a) 非貫通型定着　　(b) 貫通型定着

図3.2 RC柱梁接合部とみなす場合（弱軸H形鋼）

3.2 SRC造ト形接合部配筋詳細（図3.3）

(1) 梁主筋非貫通型定着の場合

$p_{jwh} \geqq 0.2\%$, $\ell_{ag} \geqq \max\{\ell_{ao}, 12d_b, D_c/2\}$

ただし、出隅柱梁接合部では、$\ell_{ag} \geqq (2/3)D_c$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し、出隅側では梁上下主筋定着長さをできるだけ長くする。

(2) 梁主筋貫通型定着の場合

$p_{jwh} \geqq 0.1\%$, $\ell_{ag} \geqq \max\{12d_b, D_c/2\}$

(3) 梁主筋中心からの側面かぶり厚さC_s：　$3d_b$以上

【記号】

D_c：柱せい、d_b：梁、柱主筋呼び名の値

ℓ_{ag}：梁主筋定着長さ、ℓ_{dh}：梁上端筋投影定着長さ

ℓ_{ac}：柱主筋定着長さ

p_{jwh}：接合部横補強筋比

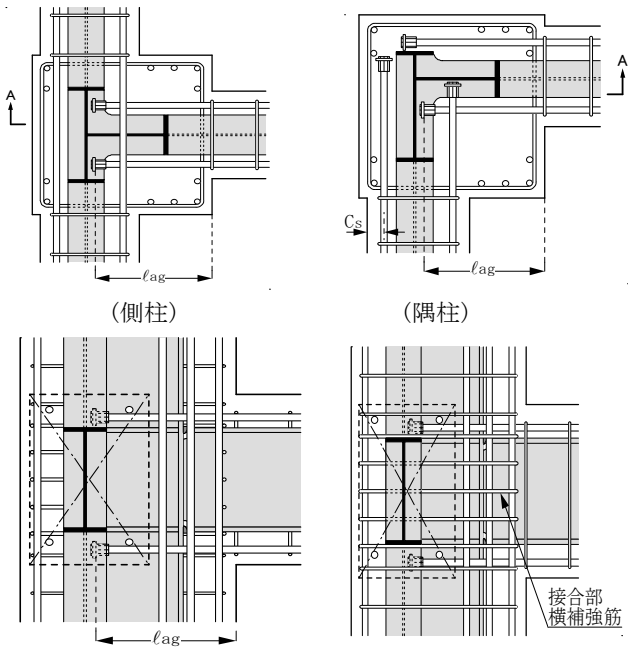


図3.3 梁主筋非貫通としたSRC造ト形接合部配筋詳細

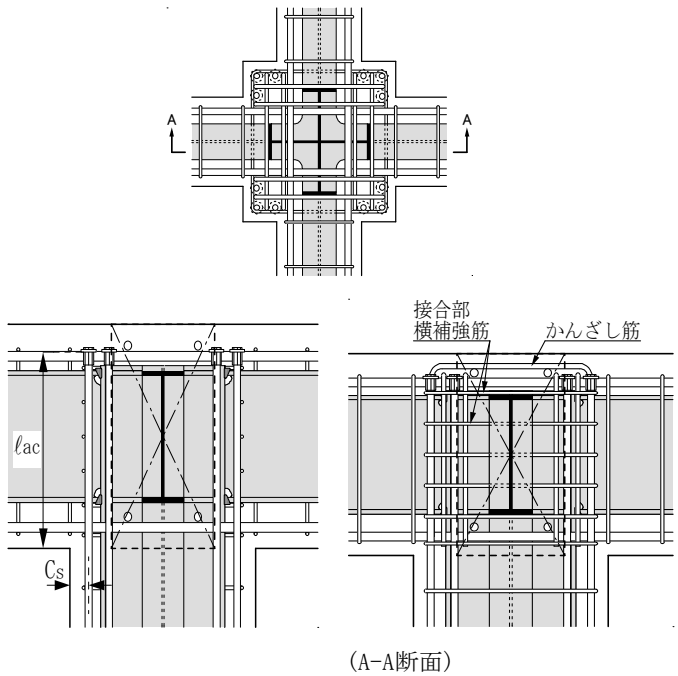


図3.4 SRC造T形接合部配筋詳細

3.3 SRC造T形、L形接合部配筋詳細（図3.4、図3.5）

(1)梁上端筋投影定着長さ

$\ell_{dh} \geqq \max\{\ell_{ao}, 16d_b, (3/4)D_c\}$

折曲げ後の余長は、RC設計指針8.3節による。

(2)梁下端筋定着長さ

$\ell_{ag} \geqq \max\{\ell_{ao}, 14d_b, D_c/2\}$

ただし、出隅柱梁接合部では、$\ell_{ag} \geqq (2/3)D_c$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し、出隅側の梁上下主筋定着長さをできるだけ長くする。

(3)柱主筋定着部

(a)柱主筋定着長さ

$\ell_{ac} \geqq \max\{\ell_{ao}, 16d_b,$

かつ、定着金物底面が梁鉄骨フランジ上面を超える長さ$\}$

(b)柱主筋中心からの側面かぶり厚さC_s： $2d_b$以上

(4)接合部横補強筋

(a) 梁主筋非貫通型定着の場合： $p_{jwh} \geqq 0.2\%$

(b) 梁主筋貫通型定着の場合： $p_{jwh} \geqq 0.1\%$

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。

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

B_c：柱幅、j_{tgo}：梁最外縁主筋の上下中心間距離

n_h：j_{tgo}区間内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

(5)かんざし筋比p_{jwv}： XY方向ともに、0.15%以上

$p_{jwv} = n_v \cdot a_{wv} / (B_{ce} \cdot D_{ce})$

B_{ce}, D_{ce}：かんざし筋配置断面幅およびせい

n_v：かんざし筋の該当組数

a_{wv}：かんざし筋1組の断面積(足部全本数の断面積)

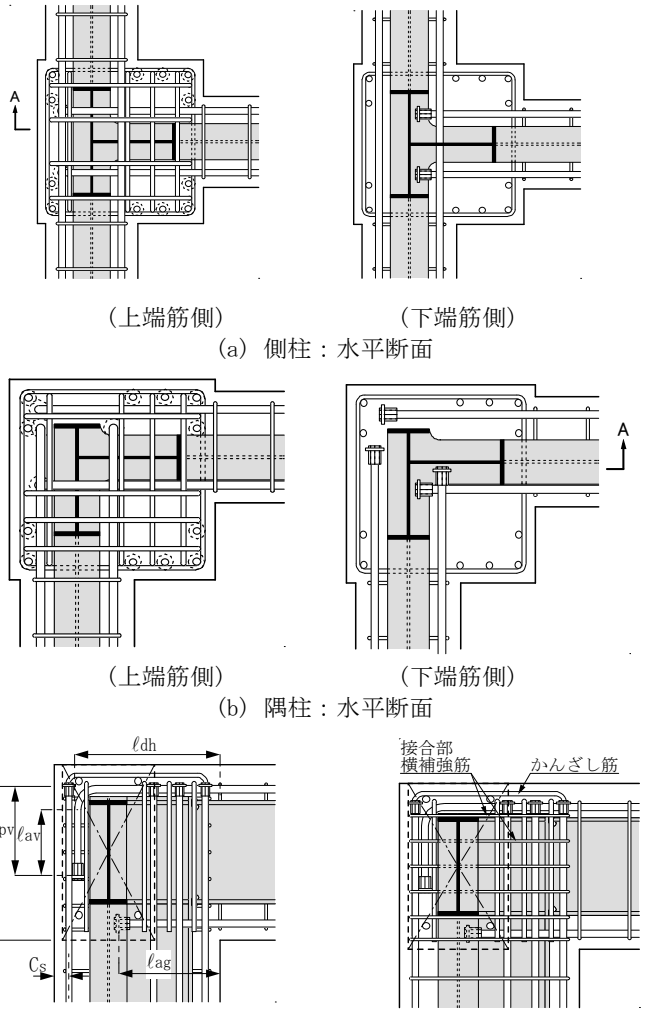
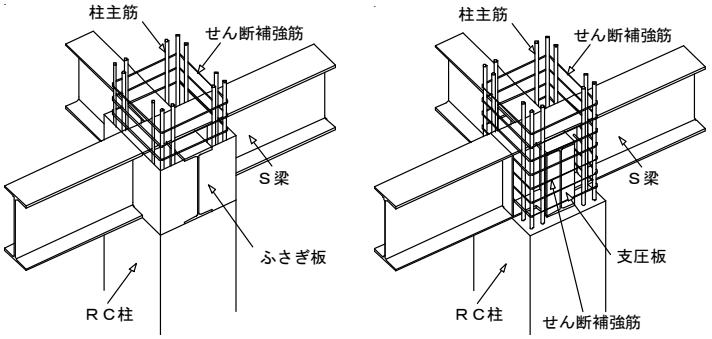


図3.5 SRC造L形接合部配筋詳細

4. 柱RC梁S接合部・柱SRC梁S接合部編

4.1 基本事項

本編は、図4.1のふさぎ板形式およびせん断補強筋形式による柱RC梁S接合部・柱SRC梁S接合部における機械定着工法柱主筋定着部に適用する。



(ふさぎ板形式)　　(せん断補強筋形式)

図4.1 ふさぎ板形式およびせん断補強筋形式の柱RC梁S接合部

4.2 柱主筋定着部

(1) 機械式定着工法・柱主筋定着形式

(a) 柱RC梁S接合部の場合 (図4.2)

ふさぎ板形式：機械式定着工法適用可

せん断補強筋形式：□形プレート併用機械式定着適用可

(b) 柱SRC梁S接合部(図4.3)

ふさぎ板形式、せん断補強筋形式ともに、

：機械式定着工法適用可

(2) 柱主筋定着長さℓ_{ac}

柱主筋定着長さℓ_{ac}は、ふさぎ板形式の場合は指針式(4.1)、せん断補強筋形式の場合は指針式(4.2)の必要定着長さ以上とする。

①ふさぎ板形式

$\ell_{ab1}=\max\{S\cdot\sigma_t\cdot d_b/(10f_b), 18d_b\}$　　指針式(4.1)

②せん断補強筋形式

$\ell_{ab2}=\max\{1.25S\cdot\sigma_t\cdot d_b/(10f_b), 21d_b\}$　　指針式(4.2)

ただし、柱RC梁S接合部の場合、□形プレート併用せん断補強筋形式とする。

$f_b=(F_c/40)+0.9$：付着割裂基準強度(N/mm^2)

F_c：コンクリートの設計基準強度(N/mm^2)

σ_t：仕口面での柱主筋の引張応力 (短期引張許容応力度)

S：必要定着長さ係数で、S=0.7

d_b：柱主筋呼び名の値

(3) コンクリート設計基準強度

柱主筋SD295,SD345,SD390の場合、コンクリート設計基準強度Fcは21N/mm^{2}以上、柱主筋SD490の場合、Fcは24N/mm^{2}以上とする。

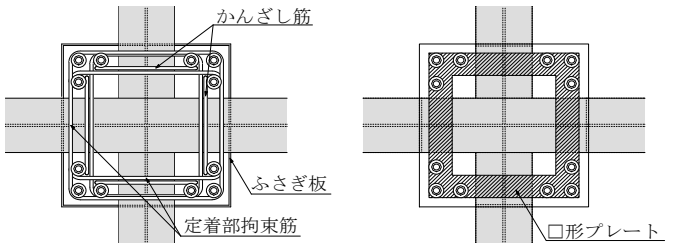
(4) □形プレート寸法

① □形プレートの厚さt_pは12mm以上、幅B_pは3d_b以上とする。

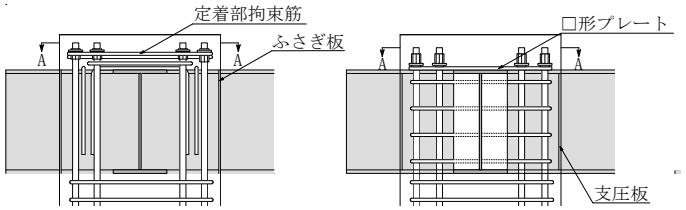
② □形プレートの外面は、JASS5の設計かぶり厚さを確保する。

d_b：柱主筋呼び名の値

【ふさぎ板形式】　【□形プレート併用せん断補強筋形式】

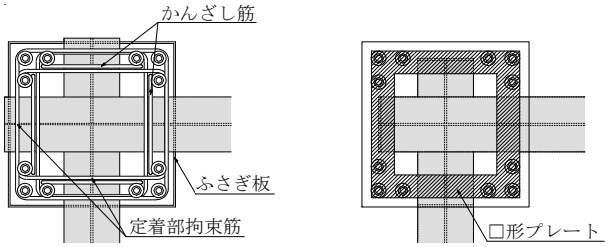


(A-A矢視水平断面図)

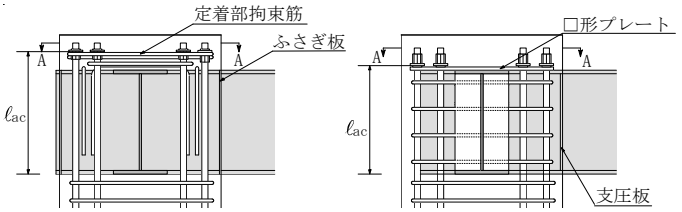


(鉛直断面図)

(a) T形接合部



(A-A矢視水平断面図)

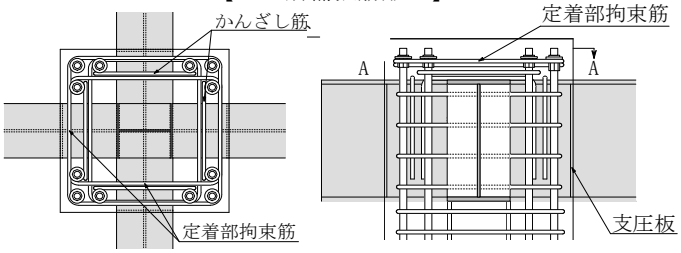


(鉛直断面図)

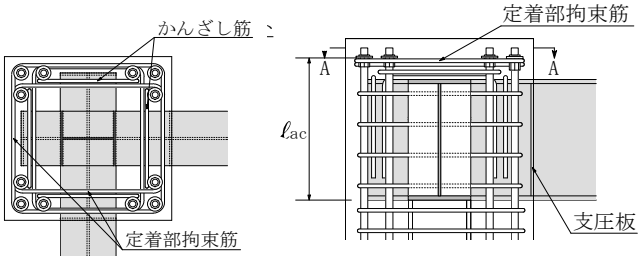
(b) L形接合部

図4.2　機械式定着工法柱主筋定着部とした柱RC梁S接合部

【せん断補強筋形式】



(a) T形接合部



(b) L形接合部

図4.3　機械式定着工法柱主筋定着部とした柱SRC梁S接合部

4.3 構造規定

(1) 梁鉄骨

柱RC梁S接合部・柱SRC梁S接合部おける梁鉄骨は、原則として、柱梁接合部内を貫通させ、梁鉄骨柱面には、梁鉄骨ウェブの厚さ以上の支圧板を溶接する。

(2) ふさぎ板

1) ふさぎ板の厚さは6mm以上かつ柱せいD_cの1/125以上とする。

2) ふさぎ板と梁鉄骨との接合は、ふさぎ板の厚さが6mmの場合、両面隅肉溶接とし、9mm以上の場合、両面隅肉溶接または部分溶け込み溶接とする。

(3) SRC内蔵鉄骨

SRC柱内蔵鉄骨は広幅型H形鋼とし、強軸方向・短期許容曲げモーメント$_{sC}M_A$は、指針式(5.1)を満足しなければならない。

$$_{sC}M_A / {}_{sB}M_A \geqq 0.2 \qquad \text{指針式(5.1)}$$

$_{sC}M_A$：SRC柱内蔵鉄骨の強軸方向の短期許容曲げモーメント

$_{sB}M_A$：梁鉄骨の短期許容曲げモーメント

(4) 接合部せん断補強筋

1) 接合部せん断補強筋の鋼種はSD295～SD490、呼び名はD10～D16とし、せん断補強筋比p_{jwh}は0.2%以上とする。

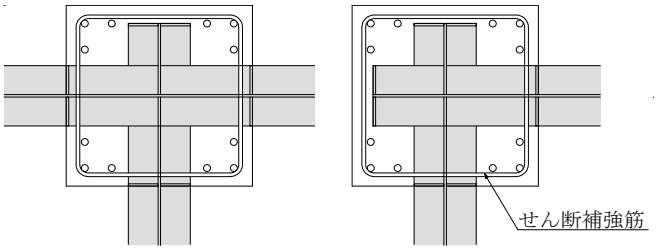
$$p_{jwh} = n_w \cdot a_w / (B_c \cdot D_{sg})$$

B_c：柱幅、n_w：梁鉄骨せいD_{sg}区間内接合部せん断補強筋の組数

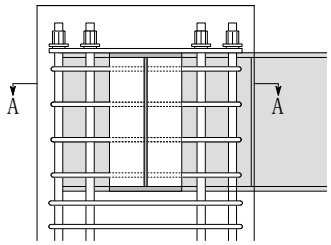
a_w：接合部せん断補強筋1組の断面積

2) 接合部せん断補強筋は、原則として、フレア溶接・閉鎖型とする。ただし、フレア溶接・閉鎖型と同等の接合部せん断耐力を有するせん断補強筋であれば用いてもよい。

接合部せん断補強筋の標準配筋詳細を図4.4に示す。



(A-A断面)



(鉛直断面図)

図4.4　接合部せん断補強筋の標準配筋詳細

(5) かんざし筋

1) 柱梁接合部内には、梁鉄骨上フランジを跨ぐかんざし筋を1組以上配置する。ただし、□形プレート併用機械式定着の場合、かんざし筋を配置しなくてもよい。

2) かんざし筋比p_{jwv}は、0.15%以上とする。

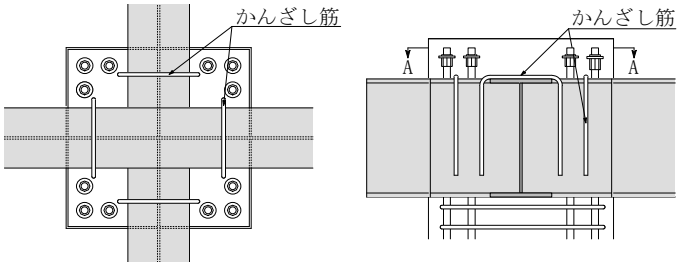
$$p_{jwv} = \Sigma a_{jv} / (B_c \cdot D_c)$$

Σa_{jv}：かんざし筋足部の全断面積、B_c, D_c：柱幅および柱せい

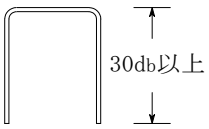
3) かんざし筋足部の全長は、30d以上とする。

d：かんざし筋呼び名の値

かんざし筋の標準配筋詳細を図4.5に示す。



(A-A矢視)　　(鉛直断面図)



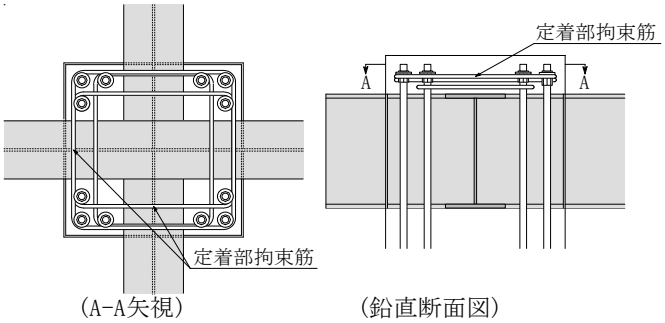
(かんざし筋)

図4.5 かんざし筋の標準配筋詳細

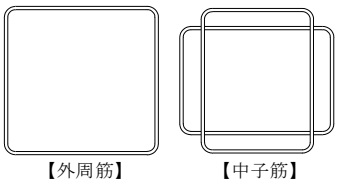
(6) 定着部拘束筋

柱RC梁S接合部・柱SRC梁S接合部では、柱RC梁S接合部・柱SRC梁S接合部編5.3節(2)に従い、T形、L形接合部ともに、柱主筋定着部の定着金物周囲に、中子形式の定着部拘束筋を1組以上配置する。ただし、□形プレート併用機械式定着の場合、定着部拘束筋を配置しなくてもよい。

定着部拘束筋の標準配筋詳細を図4.6に示す。



(A-A矢視)　　(鉛直断面図)



(定着部拘束筋)

図4.6　定着部拘束筋の標準配筋詳細

5. 鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部編

5.1 本編の適用可能な露出柱脚

本編の適用可能な露出柱脚は、設計ルート2または設計ルート3で設計された骨組に用いる柱型からの立上りを設けない露出柱脚とする。ただし、既製品露出柱脚の場合、既製品メーカー仕様を満足する柱型からの立上りは設けてもよい。

5.2 柱型部配筋詳細の構造規定（図5.1）

(1) アンカーボルト

1) 定着長さL_{ab}

(JIS適合アンカーボルト)　$L_{ab} \geqq 20d_a$

(既製品露出柱脚アンカーボルト)

既製品メーカー仕様を満足するアンカーボルト定着長さ

2) 最外縁アンカーボルト中心からの柱型側面かぶり厚さC_{sa}：

4da以上　da：アンカーボルト軸部直径

(2) 柱型主筋

1) 柱型主筋本数：　各辺3本以上、計8本以上

2) 柱型主筋比pg：　0.6%以上

$p_g=\Sigma a_c/(B_c \cdot D_c)$

Σa_c：柱型主筋全断面積、B_c, D_c：柱型幅とせい

3) 柱型主筋全長：

(柱型主筋上端・定着金物付き)　30d以上

(柱型主筋上端・直線定着) 40d以上

4) 基礎梁下端1段筋中心からの柱型主筋突出長さC_{Bot}：

(柱型主筋下端・定着金物付きまたは90°フック定着)　3d以上

（フックの余長：8d以上）

(柱型主筋下端・直線定着)　5d以上

ただし、XY方向ともに、基礎梁下端1段筋中心から3d以内に、2組以上の外周筋または1組以上の中子筋併用の定着部拘束筋を配置する。

5) 柱型主筋のかぶり厚さ：

(柱型主筋中心からの側面かぶり厚さ)　3d以上

(柱型上下面からの柱型主筋上下かぶり厚さ)

JASS 5の設計かぶり厚さ以上

6) 定着金物のかぶり厚さ：JASS 5の設計かぶり厚さ以上

d：柱型主筋呼び名の値

(3) 柱型横補強筋および定着部拘束筋

1) 柱型部XY方向ともに、柱型横補強筋比$p_{jwh} \geqq 0.3\%$の柱型横補強筋を基礎梁上下最外縁主筋間に配置する。

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

B_c：柱型幅、j_{tgo}：基礎梁最外縁主筋の上下中心間距離

n_w：j_{tgo}区間内柱型横補強筋の組数

a_{wh}：型横補強筋 1組の柱断面積

2) XY方向ともに、基礎梁下端1段筋直下に、2組以上の外周筋または1組以上の中子筋(副帯筋2本)併用の定着部拘束筋を配置する。ただし、定着部拘束筋は、本編の式(5.4.1)を満足しなければならない。

3) また、各地震力方向の柱型横補強筋と定着部拘束筋の全補強筋量$\Sigma(p_{jwh} \cdot \sigma_{wy})$は、本編の式(5.3.1)を満足しなければならない。

σ_{wy}：柱型横補強筋の降伏強度

(4) 基礎梁主筋定着部

① 基礎梁上端筋定着部

基礎形式に係わらず、機械式直線定着としてもよい。

② 基礎梁下端筋定着部

(直接基礎)

直接基礎の場合、基礎梁中段筋を配置し、基礎梁上下主筋定着部の応力を緩和すれば、基礎梁下端筋は機械式直線定着としてもよい。

(杭基礎)

杭基礎の場合、杭頭補強筋の定着長さが柱型部下面からL_2またはL_{2h}以上すれば、基礎梁下端筋は機械式直線定着としてもよい。ただし、引抜き力が生じる1本杭基礎の場合、柱型主筋と杭頭補強筋の間をあき重ね継手とする。

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

③ 基礎梁中段筋定着部（図5.2）

基礎梁中段筋は基礎梁上下端面から$D_g/3$の位置に配置し、基礎梁中段筋定着長さは基礎梁上下主筋の定着長さℓ_{ag}と同じとする。

④ 基礎梁主筋定着長さ

機械式直線定着による基礎梁主筋定着長さℓ_{ag}は、上端筋、下端筋、中段筋ともに、RC設計指針8.1節(1)1)によることを基本とし、RC設計指針・式(8.1)による必要定着長さℓ_{ao}以上、16db以上、かつ、$(D_c+j_{ta})/2$以上とする。

D_c：柱型せい、j_{ta}：最外縁アンカーボルト中心間距離

d_b：基礎梁主筋呼び名の値

⑤ 基礎梁主筋および定着金物のかぶり厚さ

基礎梁主筋中心から柱型部側面までの側面かぶり厚さC_sは3db以上とし、 基礎梁主筋先端の定着金物各部のかぶり厚さはJASS 5の設計かぶり厚さ以上とする。

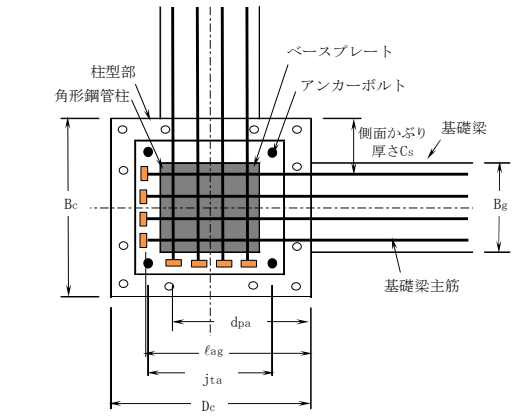
(5) かんざし筋

1) 柱型部仕口面から埋め込まれた基礎梁上端筋定着部の上部に、$p_{jwv} \geqq 0.10\%$のかんざし筋を配置する。ただし、基礎梁上端筋定着部は上部側(2次筋側)だけとしてもよい。

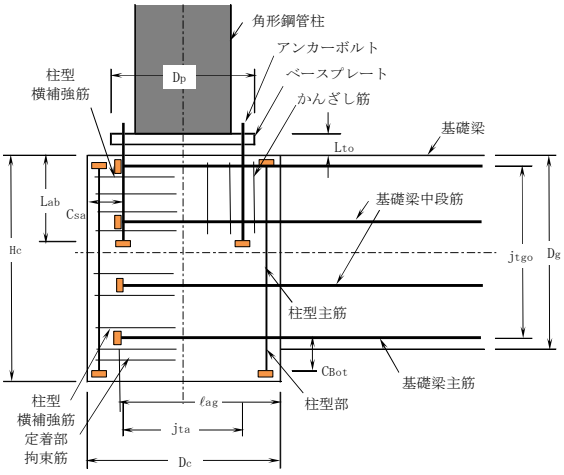
$p_{jwv}=\Sigma a_{jv}/(B_c \cdot D_c)$,　Σa_{jv}：かんざし筋足部の全断面積

B_c：柱型部幅、D_c：柱型部せい

2) かんざし筋は、D10以上かつSD295, SD345, SD390のいずれかの異形鉄筋とし、足部の全長は40d以上とする。d：かんざし筋呼び名の値

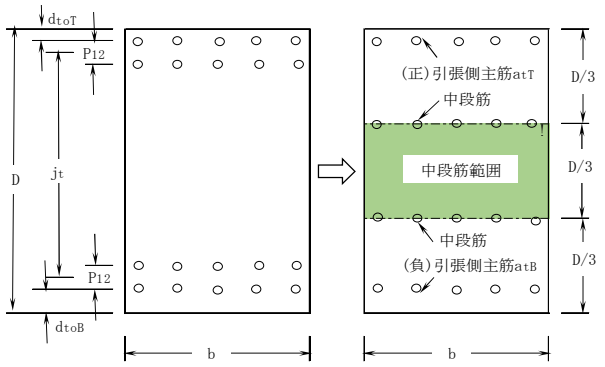


（水平断面詳細）



（鉛直断面詳細）

図5.1 柱型部配筋詳細各部名称



(多段筋基礎梁)　　(中段筋基礎梁)

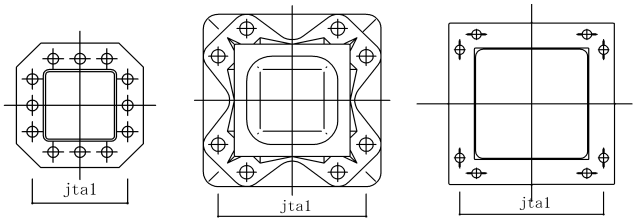
図5.2 多段筋基礎梁と中段筋基礎梁

5.3 既製品露出柱脚の柱型部配筋詳細例

(1) 既製品露出柱脚の基礎梁主筋定着部

本編4.2節では、既製品露出柱脚の場合、基礎梁主筋定着部は、図5.3に例示した最外縁アンカーボルト中心間距離jta1区間で、基礎梁主筋平均区間X_gをJASS5の鉄筋間隔以上とし、かつ、柱型部内でアンカーボルトと基礎梁主筋が干渉しないように、基礎梁主筋1列の本数n_{ag}を決定する。

$$X_g=j_{ta1}/(n_{ag}-1)$$



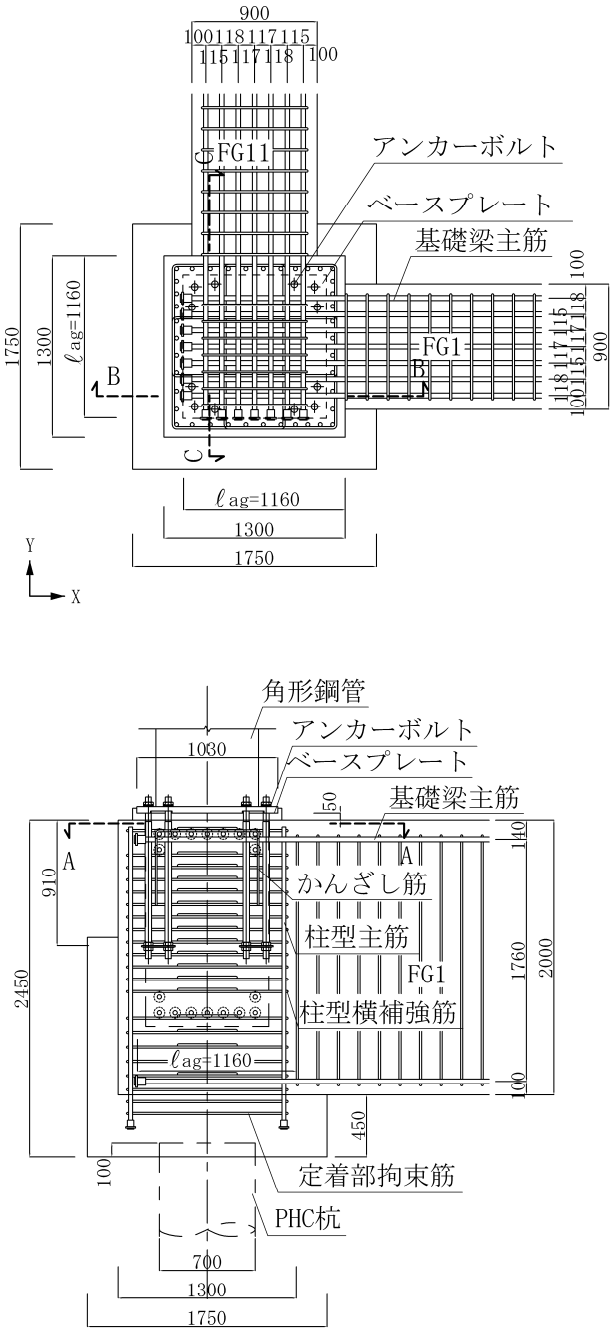
(ベースパック)　(ハイベースNEO)　(NCベースP)

図5.3　既製品露出柱脚のjta1区間(例)

(2) 柱型部配筋詳細例

本編で適用対象としている既製品露出柱脚ベースパック、ハイベースNEO、NCベースを用いた本編6章の柱型部配筋詳細例のうち、ハイベースNEO(Gタイプ)を用いた柱型部配筋詳細設計例を図5.4に示す。

本編6章では、同図の配筋詳細設計例の設計方針、設計諸元および検定結果を示している。



(B-B断面図)

図5.4　柱型部配筋詳細設計例 (ハイベースNEO(Gタイプ))

6. 鉄骨根巻き柱脚・基礎梁主筋定着部編

6.1 根巻き柱・基礎梁主筋定着部

根巻き柱・基礎梁主筋定着工法では、引張側根巻き柱主筋定着部から派生する前面ストラットと側面ストラットによる角形鋼管柱下端エンドプレートの押え効果によって、構造用アンカーボルトを用いず、基礎梁上下主筋定着部を機械式直線定着としてもよいとしている。本編の根巻き柱・基礎梁主筋定着部の各部名称を図6.1に示す。

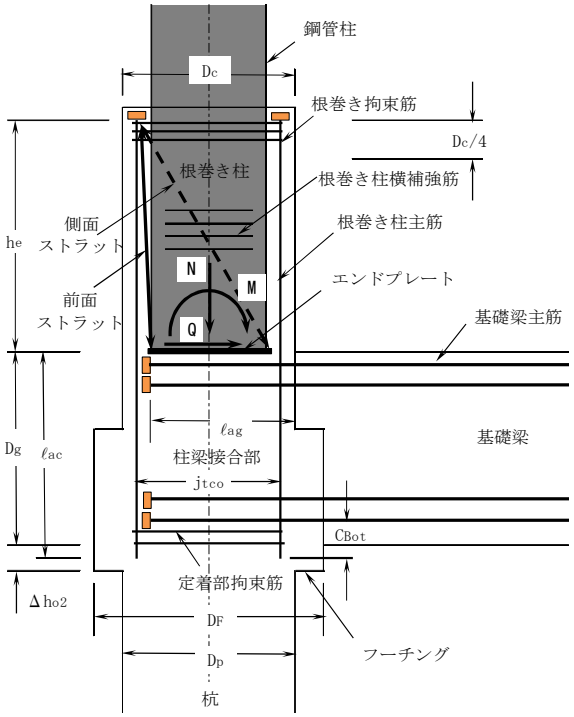


図6.1　本編による根巻き柱・基礎梁主筋定着部の各部名称

6.2　根巻き柱・基礎梁主筋定着部の各部諸元

(1) 根巻き柱の有効高さhe

根巻き柱の有効高さheは、基礎梁上面(エンドプレート下面)から根巻き柱主筋定着金物の定着板内面までの距離とし、2.2Ds以上かつ25db以上とする。また、根巻き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。

Ds：角形鋼管柱せい、db：根巻き柱主筋呼び名の値

(2) 根巻き拘束筋および根巻き柱横補強筋（図6.2）

XY方向ともに、根巻き柱主筋定着金物の直下から根巻き柱せいDc/4以内に根巻き拘束筋を1組以上配置し、根巻き拘束筋の下方に根巻き柱横補強筋を配置する。ただし、根巻き拘束筋は副帯筋(サブタイ) 2本以上の中子筋併用とし、根巻き拘束筋の必要断面積awoは本編4.3節の式(4.16)で算定し、根巻き柱横補強筋比pwrは0.3%以上とする。

$p_{wr}=n_{wr}\cdot a_{wr}/(B_c\cdot h_e)$

nwr, awr：he区間内根巻き柱横補強筋の組数と1組の断面積

Bc：根巻き柱幅

(3)エンドプレート突出部の面外曲げモーメントMEL

$M_{pE} \geqq 1.1M_{EL}$

$M_{EL}=T_{ry}\cdot L_E/2,\ T_{ry}=\sigma_{cy}\cdot(a_{ct}+a_{cn}/2)$

MpE(=σEy・ZpE)：エンドプレートの全塑性モーメント

σEy：エンドプレートの降伏強度

$Z_{pE}=B_{ep}\cdot T_E^2/4$：エンドプレートの全塑性断面係数

TE：エンドプレートの厚さ

Bep=Bs+2LE：エンドプレート有効幅

acn=Σac−2act：根巻き柱中段筋の断面積

Σac：根巻き柱全主筋の断面積

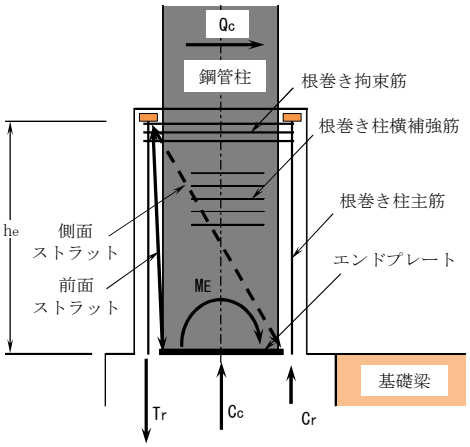


図6.2 根巻き柱の抵抗機構

(4)エンドプレート突出部直上の局部支圧応力σco（図6.3）

$\alpha_{co}\cdot F_c \geqq \sigma_{co}$

$\sigma_{co}=T_{cy}/(B_{ep}\cdot L_E),\ T_{cy}=\sigma_{cy}\cdot a_{ct}$

Tcy, act：根巻き柱主筋1列の降伏引張力および断面積

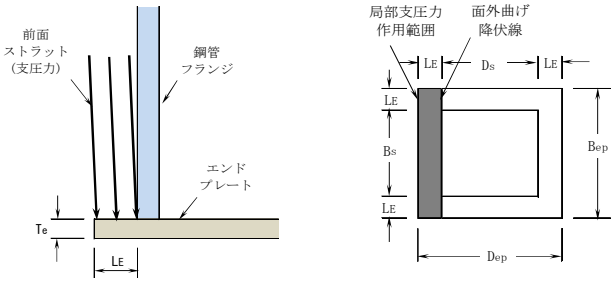
σcy：根巻き柱主筋の降伏強度

Bep=Bs+2LE：エンドプレートの有効幅、Bs：鋼管柱幅

LE：角形鋼管柱外面からのエンドプレートの出寸法

Fc：コンクリートの設計基準強度

αco：コンクリートの局部支圧強度割増し係数(αco=1.8)



(a) 前面ストラット　　(b) 局部支圧力範囲と降伏線

図6.3 エンドプレート突出部の面外曲げと支圧力

(5)エンドプレートの引張終局耐力Teu（図6.4）

$T_{eu}/T_{cta} \geqq 1.0$、かつ、$\sigma_{Ey} \geqq \sigma_{sy}$、$T_E \geqq 1.3t_s$

$m_p=\sigma_{Ey}\cdot z_{pe}$

：単位長さあたりのエンドプレートの全塑性モーメント

$z_{pe}=T_E^2/4$：単位長さあたりのエンドプレートの塑性断面係数

Tcta：メカニズム時保証引張軸力

$|N_{ct}| \leqq 0.3\Sigma T_{ry}$の時：$T_{cta}=0.3\Sigma T_{ry}$

$|N_{ct}| > 0.3\Sigma T_{ry}$の時：$T_{cta}=N_{ct}$

Nct：鋼管柱から伝達されるメカニズム時設計引張軸力

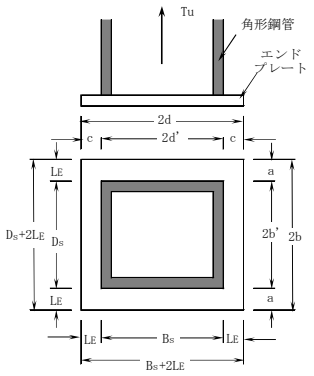


図6.4 角形鋼管とエンドプレート

6.3 根巻き柱・基礎梁主筋定着部の構造規定

(1) 根巻き柱主筋の柱梁接合部内定着部 (図6.1)

1) 根巻き柱主筋の柱梁接合部内定着長さℓ_{ac}は、基礎梁上面を定着起点とし、JASS 5の直線定着長さL_2以上として基礎梁下端筋の下部まで延長する。ただし、引抜き力が生じる1本杭基礎の場合、根巻き柱主筋と杭頭補強筋の間はあき重ね継手とする。

2)基礎梁下端筋(1段筋)中心から根巻き柱主筋下端までの寸法C_{Bot}を5d_b以上とし、3d_b以内に定着部拘束筋を配置する。

3) 根巻き柱主筋中心の側面かぶり厚さは2d_b以上とし、根巻き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。d_b：根巻き柱主筋呼び名の値

(2) 接合部横補強筋および定着部拘束筋

ト形、十字形接合部ともに、地震力方向ごとに、接合部横補強筋比$p_{jwh} \geqq 0.2\%$とし、かつ、接合部横補強筋と定着部拘束筋の全補強筋量$\Sigma(p_{jwh} \cdot \sigma_{wy})$は、本編3.4節の式(3.10)を満足しなければならない。また、定着部拘束筋は、本編3.3節の式(3.7)を満足しなければならない。

(3) 基礎梁主筋定着部 (図6.5)

1) 基礎梁主筋定着長さℓ_{ag}は、RC設計指針・式(8.1)による必要定着長さℓ_{ao}以上、16d_b以上、かつ、(d_p+d_b/2)以上、かつ、0.75D_c以上の場合、根巻き柱面から基礎梁主筋定着金物の定着板内面までの機械式直線定着とすることができる。

d_p：根巻き柱面から直交基礎梁最外縁主筋位置までの距離
d_b：基礎梁主筋呼び名の値、D_c：柱せい

2) 直交基礎梁最外縁主筋d_{pa}区間外の基礎梁上端筋定着部は、RC構造設計指針14.2節(2)、基礎梁下端筋定着部は同指針14.2節(3)の規定を満足しなければならない。

3) 基礎梁主筋中心から根巻き柱面までの側面かぶり厚さC_sは3d_b以上とし、基礎梁主筋先端の定着金物各部のかぶり厚さはJASS 5の設計かぶり厚さ以上とする。

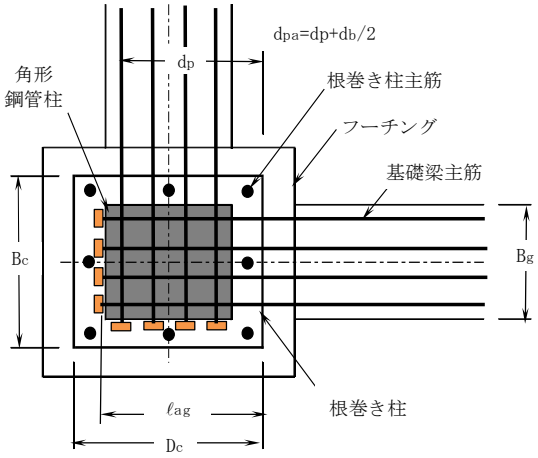
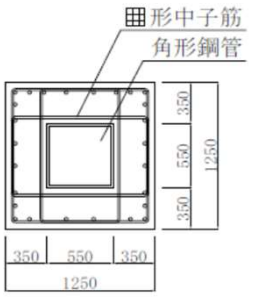


図6.5 本編による根巻き柱の水平断面形状

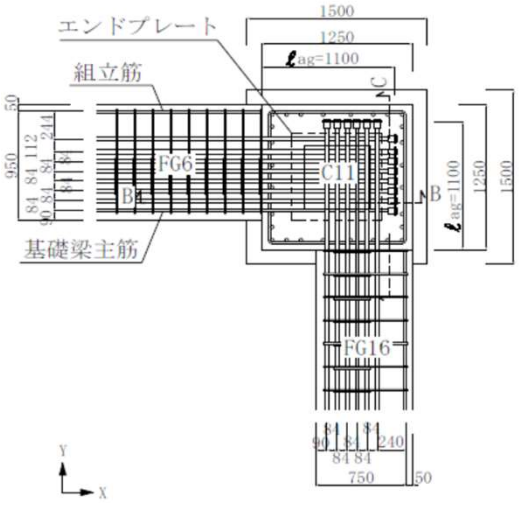
6.4 根巻き柱・柱梁接合部配筋詳細例

本編6章による試設計骨組の 根巻き柱・柱梁接合部配筋詳細設計例を図6.6に示す。

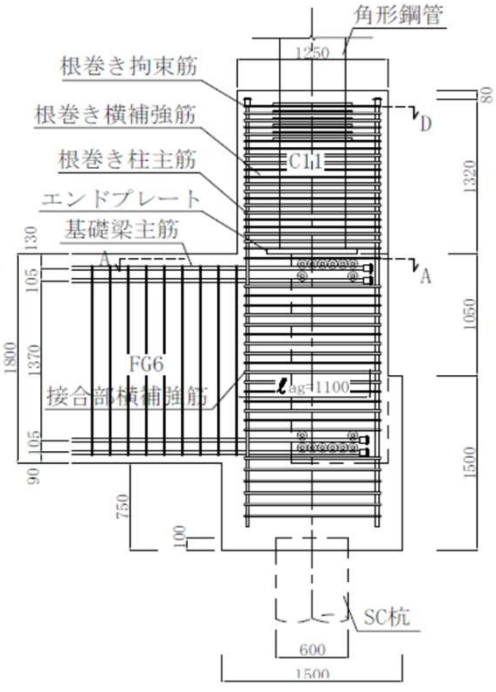
本編6章では、同図の配筋詳細設計例の設計方針、設計諸元および検定結果の詳細を示している。



(D-D断面図)



(A-A断面図)



(B-B断面図)

図6.6 根巻き柱・柱梁接合部配筋詳細設計例