

SABTEC 機械式定着工法

鉄骨根巻き柱脚・基礎梁主筋定着部編による検定計算例集

目次

1. はじめに	検定-1
2. 本編による検定計算の概要	検定-2
2.1 本編による検定計算フローおよび検定計算方式の選定	
2.2 検定計算の準備計算	
2.2 検定計算における注意事項	
3. 検討建物の構造概要	検定-5
3.1 物流倉庫 A	
3.2 物流倉庫 B	
4. 検討建物の検定計算結果	検定-9
4.1 物流倉庫 A	
4.1.1 準備計算結果	
4.1.2 性能検定方式による検定計算結果	
4.1.3 置換え方式による検定計算結果	
4.2 物流倉庫 B	
4.2.1 準備計算結果	
4.2.2 性能検定方式による検定計算結果	
4.2.3 置換え方式による検定計算結果	
5. 検討建物の配筋詳細図	検定-27
(付録 1) メカニズム圧縮軸力時根巻き柱曲げ終局耐力	検定-31
(付録 2) 根巻き柱脚検定 EXCEL による物流倉庫 A の計算過程の算出値	検定-33

1. はじめに

本検定計算例集は、SABTEC 機械式定着工法 RCS 混合構造設計指針 鉄骨根巻き柱脚・基礎梁主筋定着部編(以下、本編と略記)に基づき、下記の5社開発の機械式定着工法を対象としている。

ネジプレート定着工法 RCS 混合構造設計指(2018年) : SABTEC 評価 17-01R1 (JFE 条鋼(株))

タフ定着工法 RCS 混合構造設計指針(2018年) : SABTEC 評価 17-02R1 (共英製鋼(株))

EG 定着板工法 RCS 混合構造設計指針(2018年) : SABTEC 評価 17-03R1 (合同製鐵(株))

オニプレート定着工法 FRIP 定着工法 RCS 混合構造設計指針(2018年)

: SABTEC 評価 17-04R1 ((株)伊藤製鐵所)

DB ヘッド定着工法 RCS 混合構造設計指針(2018年) : SABTEC 評価 17-05R1 ((株)ディビーエス)

2. 本編による検定計算の概要

2.1 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 2.1 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、本編提案の機械式定着工法による根巻き柱脚、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 $\lambda_p \geq 1.0$ 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 h_e 、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。

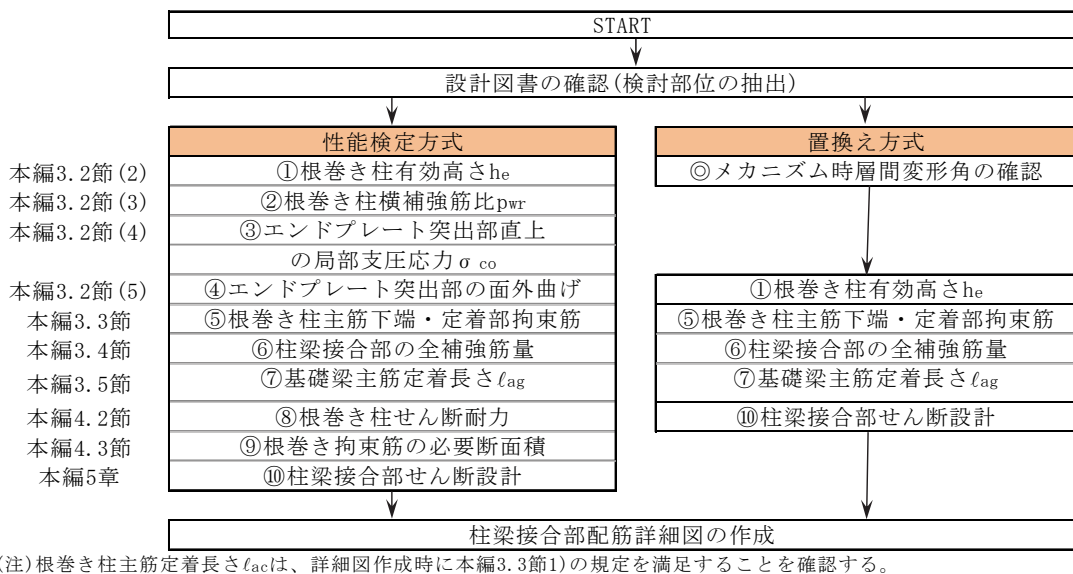


図 2.1 本編による検定計算フロー

※ 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

2.2 検定計算の準備計算

(1) 基礎梁主筋最小定着長さ L_{ag}

本編 3.5 節「基礎梁主筋定着部」の $l_{ag} \geq \max(l_{ao}, 16db, L_{ag})$ かつ $l_{ao} \leq 25db$ の規定より、基礎梁主筋最小定着長さ L_{ag} を式(1)で定義する(図 2.2 参照)。 l_{ag} は基礎梁主筋定着長さを示す。

$$L_{ag} = \max(dpa, 0.75D_c), \quad dpa = B_{gr} + P2A + C + \Delta B_{g} + db/2 \quad (1)$$

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

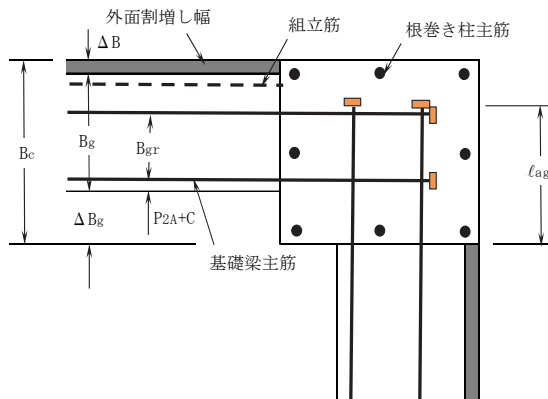
$B_{gr} = \text{JASS5 基礎梁主筋間隔} \times (n_g - 1)$: 基礎梁最外側主筋間距離

(外面合せ柱梁接合部) $\Delta B_g = B_c - (B_g + \Delta B)$: 柱内面から屋内側梁面までの距離

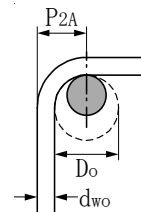
(心合せ柱梁接合部) $\Delta B_g = (B_c - B_g) / 2$

B_g : 梁幅、 ΔB : 外側割増し幅、 C : JASS 5 による設計かぶり厚さ

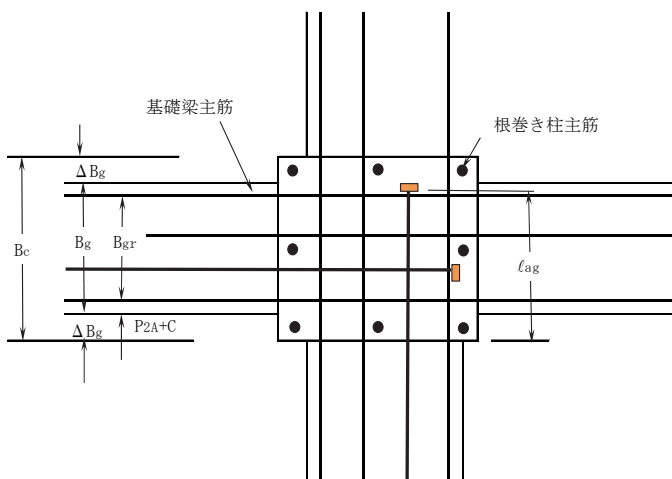
B_c : 柱幅、 D_c : 柱せい、 n_g : 基礎梁主筋 1 列の本数、 d_b : 基礎梁主筋呼び名の値
 P_{2A} : RC 配筋指針による基礎梁隅筋中心から基礎梁横補強筋外面までの距離



(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 2.2 基礎梁主筋最小定着長さ Lag

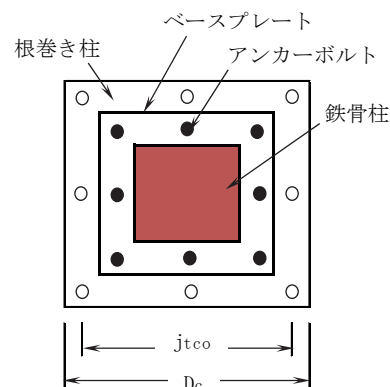


図 2.3 根巻き柱脚におけるアンカーボルトの構成

(2) アンカーボルト付加曲げ耐力 M_{ap}

根巻き柱脚の場合、図 2.3 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 M_{ap} 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 N_{cc} 時根巻き柱脚部の曲げモーメント M_{cu} は根巻き柱脚編 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 M_{ap} は、露出柱脚編 5.1 節(1)の式(5.1.5)に準じた式(2)で算定する。

$$M_{ap} = (\sum n_a \cdot T_{ay} + N_{cc}) \cdot j_{tco} / 2 \quad (2)$$

ここに、 $\sum n_a$: アンカーボルト全本数、 T_{ay} : アンカーボルト降伏引張耐力

j_{tco} : 根巻き柱両側最外縁主筋中心間距離

2.3 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

2.2節(1)の図2.2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2.4(本編・解図1.2) 参照)。

- 1) 根巻き柱有効せい h_e は、根巻き柱高さー(根巻き柱主筋定着板内面から根巻き柱天端までの寸法 d_{ao})であるので、根巻き柱主筋がD29~D35の場合、 $d_{ao}=80\sim 100\text{mm}$ 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 $D_c/4$ 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 C_{Bot} は $5d_b$ 以上とし、 $3d_b$ 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 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)による(本編3.5節(2) 参照)。

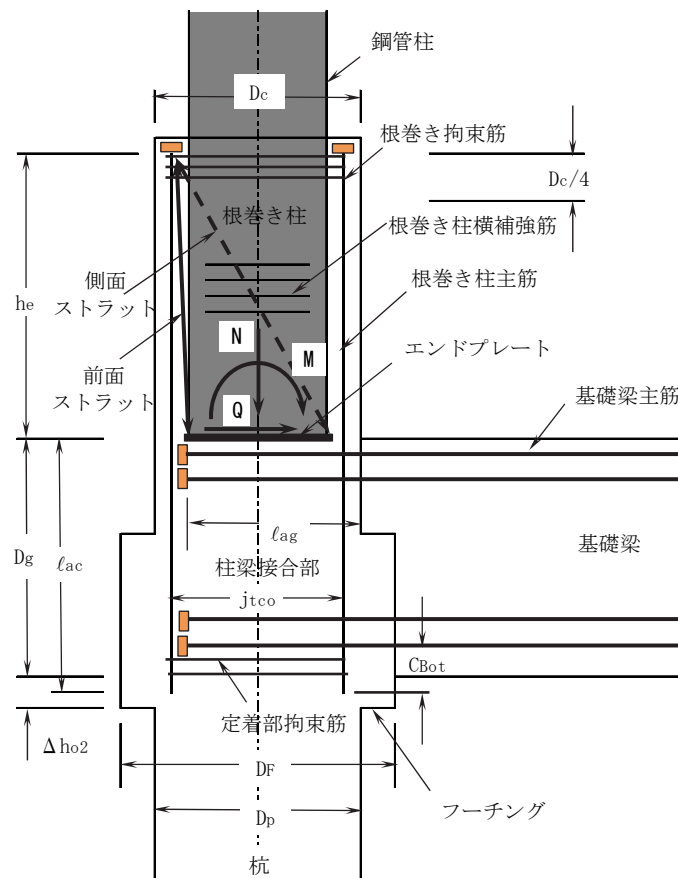


図2.4 本編による根巻き柱各部配筋

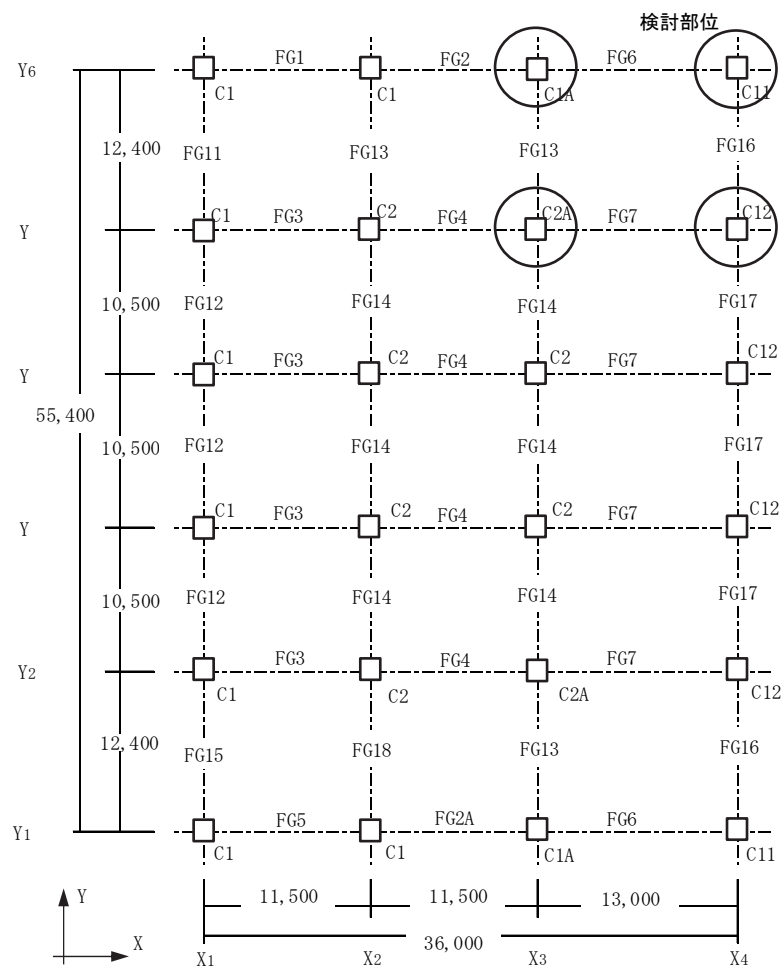
3. 検討建物の構造概要

3.1 物流倉庫 A

根巻き柱・基礎梁伏図を図 3.1、検討対象・基礎梁断面リストを表 3.1.1、検討対象・根巻き柱断面リストを表 3.1.2 に示す。

表 3.1.1 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 3.1.2 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 ($p_w \geq 0.3\%$) 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 3.1 物流倉庫 A の根巻き柱・基礎梁伏図

表 3.1.1 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 ×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 ×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 3.1.2 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		
	F _c (N/mm ²)	B _c (D _c) (mm)	根巻き柱主筋					根巻き柱横補強筋					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		
			Σnc (本)	n _{ctx} (本)	n _{cty} (本)	呼び名	p _g (%)	呼び名	n _w (本)	X (mm)	p _w (%)										
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		
	F _c (N/mm ²)	B _c (D _c) (mm)	根巻き柱主筋					根巻き柱横補強筋					サイズ	厚さ t (mm)	幅B _p (せいD _p) (mm)	出寸法 L _E (mm)		
			Σnc (本)	n _{ctx} (本)	n _{cty} (本)	呼び名	p _g (%)	呼び名	n _w (本)	X (mm)	p _w (%)							
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)、Σnc : 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」 SD295A、「本編設計」 685N/mm²級高強度せん断補強筋

3.2 物流倉庫 B

根巻き柱・基礎梁伏図を図 3.2、検討対象・基礎梁断面リストを表 3.2.1、検討対象・根巻き柱断面リストを表 3.2.2 に示す。

表 3.2.1 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 3.2.2 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、本設計では、コンクリートの設計基準強度 F_c 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 ($p_w \geq 0.3\%$) 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。

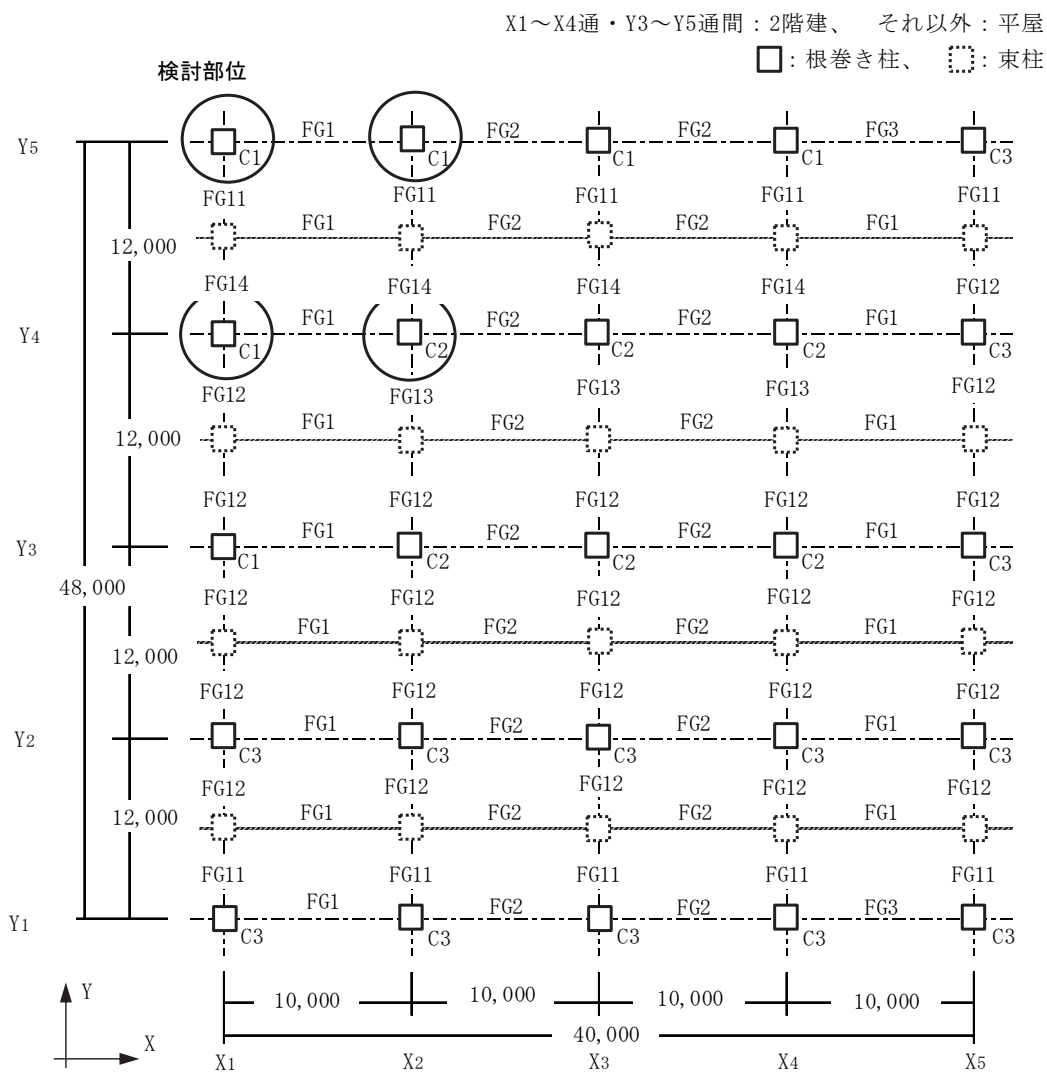


図 3.2 物流倉庫 B の根巻き柱・基礎梁伏図

表 3.2.1 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 ×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	東柱端	端部	中央	根巻き柱端	中央	東柱端	端部	中央
B _g ×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 3.2.2 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		
	F _c (N/mm ²)	B _c (D _c) (mm)	根巻き柱主筋					根巻き柱横補強筋					サイズ	厚さ t (mm)	幅B _p (せいD _p) (mm)	出寸法 LE (mm)	本数	呼び名	鋼種	
			Σnc (本)	nctx (本)	ncty (本)	呼び名	p _g (%)	呼び名	n _w (本)	X (mm)	p _w (%)									
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		
	F _c (N/mm ²)	B _c (D _c) (mm)	根巻き柱主筋					根巻き柱横補強筋					サイズ	厚さ t (mm)	幅B _p (せいD _p) (mm)	出寸法 LE (mm)	
			Σnc (本)	nctx (本)	ncty (本)	呼び名	p _g (%)	呼び名	n _w (本)	X (mm)	p _w (%)						
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	

F_c : コンクリート設計基準強度、B_c(D_c) : 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
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) SD345、(根巻き柱横補強筋鋼種) SD295A

4. 検討建物の検定計算結果

4.1 物流倉庫 A

4.1.1 準備計算結果

基礎梁主筋最小定着長さ L_{ag} の計算結果を表 4.1.1(1)、式(2)によるメカニズム圧縮柱軸力 N_{cc} 時アンカーボルト付加曲げ耐力 M_{ap} の計算結果を表 4.1.1(2)に示す。

表 4.1.1(1)によると、ト形接合部(外面合せ)の場合、式(1)の基礎梁主筋最小定着長さ比 L_{ag}/d_b は 29.7~32.2、 L_{ag}/D_c 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 L_{ag}/d_b は 29.3、 L_{ag}/D_c は 0.75 で決定する。

また、表 4.1.1(2)には、 $\Sigma M_{cu}/M_{ap}$ の比を併記した。 ΣM_{cu} は後述の表 4.1.2(2)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、 $M_{ap}/\Sigma M_{cu}$ は 0.1 程度である。

表 4.1.1(1) 基礎梁主筋最小定着長さ L_{ag} の計算結果

柱記号	ト形接合部				十字形接合部			
	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
L_{ag}/d_b	29.7	30.6	29.7	32.2	29.3	29.3	29.3	29.3
L_{ag}/D_c	0.76	0.78	0.76	0.82	0.75	0.75	0.75	0.75

$$L_{ag} = \max(d_{pa}, 0.75D_c), \quad d_{pa} = \text{Roundup}(B_{gr} + P_{2A} + C + \Delta B_g + d_b/2, -1), \quad d_p = \text{Roundup}(B_{gr} + P_{2A} + C + \Delta B_g, -1)$$

$$B_{gr} = \text{JASS5の基礎梁主筋中心間隔} \times (n_g - 1), \quad (\text{外面合せ}) \Delta B_g = B_c - (B_g + \Delta B), \quad (\text{心合せ}) \Delta B_g = (B_c - B_g) / 2$$

表 4.1.1(2) メカニズム設計軸力時のアンカーボルト付加曲げ耐力 M_{ap} の計算結果

柱記号	ト形接合部				十字形接合部			
	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

$$M_{ap} = (\Sigma n_a \cdot T_{ay} + N_{cc}) \cdot j_{tco} / 2, \quad j_{tco}: \text{根巻き柱両側最外縁主筋中心間距離}$$

アンカーボルト鋼種/呼び名: すべて ABR400/M30

$$\Sigma M_{cu} = M_{cu} + M_{ap}, \quad M_{cu}: \text{根巻き柱脚の設計柱曲げモーメント}$$

4.1.2 性能検定方式による検定計算結果

(1) ト形接合部の場合

ト形接合部の入力データを表 4.1.2(1)、検定計算結果を表 4.1.2(2)、根巻き柱脚検定 EXCEL による計算過程の算出値を(付録 2)に示す。

表 4.1.2(1)中のメカニズム圧縮柱軸力倍率 n_{cca} は、本編 3.2 節の式(解 5.2)による根巻き柱釣合い軸力 N_A に対する倍率であり、メカニズム圧縮柱軸力 $N_{cc} = n_{cca} \cdot N_A$ 、 $n_{cca} = 1.0$ とし、メカニズム引張柱軸力倍率 n_{cta} は、本編 3.2 節(5)で定義したメカニズム時保証引張軸力 $T_{cta} (=0.3 \Sigma T_{ry})$ に対する倍率であり、 $n_{cta} = 1.0$ としている。

一方、 $N_{cc} \geq N_A$ 時には、柱梁接合部せん断破壊防止の観点より、表 4.1.2(2)中の N_{cc} 時根巻き柱曲げ終局耐力 M_{cu} は、根巻き柱の釣合い軸力 N_A 時の最大曲げ終局耐力 M_{mu} としている((付録 1) 参照)。

表 4.1.2(2)に示すように、表 4.1.2(1)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 σ_{co} は $26 \sim 29 \text{N/mm}^2$ ($\sigma_{co}/F_c = 0.8 \sim 0.9 \leq 1.8$) で、判定④のメカニズム時限界引張軸力 T_{cta} に対するエンドプレート引張終局耐力 T_{eu} の比は 1.3～1.6 程度となる。
- 2) 接合部横補強筋比 p_{wjh} を 0.32% ($\geq 0.3\%$)、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 V_{suo}/Q_{cuo} は $2.6 \sim 5.2$ (≥ 1.8)、判定⑨の根巻き拘束筋必要断面積比 A_H/awo は $1.6 \sim 2.1$ (≥ 1.0) となる。
- 4) 判定⑩の接合部せん断余裕度 λ_p は $1.5 \sim 2.6$ 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 Q_{cu} 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。

(2) 十字形接合部の場合

十字形接合部の入力データを表 4.1.2(3)、検定計算結果を表 4.1.2(4)、根巻き柱脚検定 EXCEL による物流倉庫 A の計算過程の算出値を(付録 2)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 4.1.2(3)の各諸元を定めることで、表 4.1.2(4)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 4.1.2(4)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 4. 1. 2(1) 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 $n_{cta} \geq 1$		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	$h1(mm)$	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	$dtT(mm)$	130	130	130	130
梁下1段筋中心のかぶり厚さ	$dtB(mm)$	90	90	90	90
1段筋と2段筋の中心間距離	$P12H(mm)$	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 $n1上$	8	6	8	6
	上端2段筋本数 $n2上$	7	2	8	6
	上端3段筋本数 $n3上$	0	0	0	0
	下端1段筋本数 $n1下$	8	6	8	6
	下端2段筋本数 $n2下$	6	2	8	6
	下端3段筋本数 $n3下$	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
根巻き拘束筋	間隔 $X(mm)$	100	100	100	100
	1組の本数	4	4	4	4
柱梁接合部横補強筋	組数 n_{wr}	6	6	7	6
	鋼種	SD295	SD295	SD295	SD295
	呼び名	D16	D16	D16	D16
	1組の本数	2	2	2	2
定着部拘束筋	間隔 $X(mm)$	100	100	100	100
	1組の本数	2	2	2	2
	組数 n_H	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 $\sigma_{EY}(N/mm^2)$	325	325	325	325
	出寸法 $LE(mm)$	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 $\Delta h2(mm)$	750	750	450	750
	アンカーボルト付加曲げ耐力 $M_{ap}(kN \cdot m)$	11319	10990	11647	11319

表 4.1.2(2) 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
	h_e/db	45.5	45.5	45.5
判定① ($h_e/D_s \geq 2.2$ かつ $h_e/db \geq 25$)	OK	OK	OK	OK
(根巻き柱横補強筋) 組数 $n_{wr} = \text{Roundup}(h_e/X, 0)$	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 ($p_{wr} \geq 0.3\%$)	OK	OK	OK	OK
(エンドプレート突出部直上支圧応力) $B_{ep}(Dep) = D_s + 2LE$ (mm)	750	750	750	750
$\sigma_{co} = T_{cy} / (B_{ep} \cdot LE)$ (N/mm ²)	29.4	25.7	29.4	29.4
判定③ ($\sigma_{co} \leq \alpha_{co} \cdot F_c$) ($\alpha_{co} = 1.8$)	OK	OK	OK	OK
(エンドプレートの面外曲げ) $MEL = T_{ry} \cdot LE / 2$ (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 $T_{eu} = 8m_p \cdot (1 + B_s / 2LE)$ (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 ($M_{pE} \geq 1.1MEL$, $T_{ep} / T_{cta} \geq 1$, $\sigma_{Ey} \geq \sigma_{sy}$, $TE \geq 1.3ts$)	OK	OK	OK	OK
定着部拘束筋引張耐力 $T_{Hy} = AH \cdot \sigma_{wyH}$ (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 ($T_{Hy} / T_{cy} \geq 0.1$)	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 = $\text{Roundup}(B_c \cdot p_{jwh} \cdot j_{tgo} / a_{wh}, 0)$	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 $\Sigma p_{jwho} \cdot \sigma_{wy} = ((\phi_s \cdot R_{uB} / R_{uA}) - \alpha_{wo}) F_c / \beta_w$ (N/mm ²)	0.55	0.00	0.00	0.00
判定⑥ ($p_{wo} \geq p_{jwh}$ かつ $\Sigma p_{jwh} \cdot \sigma_{wy} \geq \Sigma p_{jwho} \cdot \sigma_{wy}$)	OK	OK	OK	OK
基礎梁主筋必要定着長さ l_{ao} / db	14.3	14.5	5.7	5.7
$\max\{l_{ao} / db, 16\}$	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} / db	29.7	30.6	29.7	32.2
判定⑦ ($L_{ag} \geq \max(l_{ao}, 16db)$ かつ $l_{ao} / db \leq 25$)	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 $cQ_{gu} = (M_{gu} / l_o) \cdot (l / h)$ (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 ($V_{suo} / Q_{cuo} \geq 1.3$)	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 $AH = n_{wr} \cdot a_{wr}$ (mm ²)	4776	4776	5572	4776
AH / a_{wo}	1.59	2.11	1.74	1.78
判定⑨ ($AH / a_{wo} \geq 1.0$)	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 $cQ_{cu} = \Sigma M_{cu} / (h_o + 2h_e)$ (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 $V_{muh} = \xi \cdot h \cdot Q_{cu}$ (kN)	3950	2079	4166	3151
接合部せん断終局耐力 $V_{puh} = \kappa \cdot u \cdot \phi \cdot F_j \cdot b_j \cdot D_{jh}$ (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 ($\lambda_p \geq 1.1$)	OK	OK	OK	OK

表 4.1.2(3) 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 $n_{cta} \geq 1$		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 n_{wr}	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 n_H	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
(エンドプレート)	降伏強度 (N/mm^2)	325	325	325	325
	降伏強度 $\sigma_{Ev}(N/mm^2)$	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	$\Delta h_2(mm)$	750	750	750	450
	アンカーボルト付加曲げ耐力 $M_{ap}(kN \cdot m)$	8692	8692	8692	9020

表 4. 1. 2(4) 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
	h_e/db	45.5	45.5	45.5
判定① ($h_e/D_s \geq 2.2$ かつ $h_e/db \geq 25$)	OK	OK	OK	OK
(根巻き柱横補強筋) 組数 $n_{wr} = \text{Roundup}(h_e/X, 0)$	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 ($p_{wr} \geq 0.3\%$)	OK	OK	OK	OK
(エンドプレート突出部直上支圧応力) $B_{ep}(D_{ep}) = D_s + 2LE$ (mm)	750	750	750	750
$\sigma_{co} = T_{cy} / (B_{ep} \cdot LE)$ (N/mm^2)	29.4	29.4	25.7	22.0
判定③ ($\sigma_{co} \leq \alpha_{co} \cdot F_c$) ($\alpha_{co} = 1.8$)	OK	OK	OK	OK
(エンドプレートの面外曲げ) $M_{EL} = T_{ry} \cdot LE / 2$ (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 $T_{eu} = 8m_p \cdot (1 + B_s / 2LE)$ (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	1.38
判定④ ($MPE \geq 1.1M_{EL}$, $T_{ep} / T_{cta} \geq 1$, $\sigma_{Ey} \geq \sigma_{sy}$, $TE \geq 1.3t_s$)	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 ($T_{Hy} / T_{cy} \geq 0.1$)	OK	OK	OK	OK
接合部横補強筋比 $p_{wo} = a_{wr} / (B_c \cdot X)$ (%)	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 $= \text{Roundup}(B_c \cdot p_{jwh} \cdot j_{tgo} / a_{wh}, 0)$	16	16	16	16
全横補強筋量(設計値) $\Sigma p_{jwh} \cdot \sigma_{wy} = p_{jwh} \cdot \sigma_{wy} + (p_{jwh})H \cdot \sigma_{wy} / \beta_w$ (N/mm^2)	1.15	1.15	1.15	1.15
必要横補強筋量 $\Sigma p_{jwho} \cdot \sigma_{wy} = \{(\phi_s \cdot RuD / Ru_a) - \alpha_{wo}\} F_c / \beta_w$ (N/mm^2)	0.65	0.00	0.00	0.00
判定⑥ ($p_{wo} \geq p_{jwh}$ かつ $\Sigma p_{jwh} \cdot \sigma_{wy} \geq \Sigma p_{jwho} \cdot \sigma_{wy}$)	OK	OK	OK	OK
基礎梁主筋必要定着長さ比	l_{ao} / db	14.3	5.7	5.7
	$\max\{l_{ao} / db, 16\}$	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)	938	938	938
	L_{ag} / db	29.3	29.3	29.3
判定⑦ ($L_{ag} \geq \max(l_{ao}, 16db)$ かつ $l_{ao} / db \leq 25$)	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 $cQ_{gu} = (M_{gu} / l_o) \cdot (l / h)$ (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
判定⑧ ($V_{suo} / Q_{cuo} \geq 1.3$)	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
判定⑨ ($A_H / a_{wo} \geq 1.0$)	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 $V_{muh} = \xi \cdot h \cdot Q_{cu}$ (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 ($\lambda_p \geq 1.1$)	OK	OK	OK	OK

4.1.3 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 4.1.3(1)、検定計算結果を表 4.1.3(2)、十字形接合部の入力データを表 4.1.3(3)、検定計算結果を表 4.1.3(4)、根巻き柱脚検定 EXCEL による計算過程の算出値を(付録 2)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、2.1 節の図 2.1 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 F_c を 24N/mm^2 としても上記の判定条件を満足している。

表 4. 1. 3(1) 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
直交梁の種類(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	$h1(mm)$	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
定着部拘束筋	1組の本数	2	2	2	2
	組数 n_H	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	$\Delta h2(mm)$	750	750	450	750

表 4. 1. 3(2) 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④ ($h_e/D_s \geq 2.2$ かつ $h_e/d_b \geq 25$)		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	0.12	0.11	0.11
判定⑤ ($T_{Hy}/T_{cy} \geq 0.1$)		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= $\text{Roundup}(B_c \cdot p_{jwh} \cdot j_{tgo}/a_{wh}, 0)$		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)		0.69	0.05	0.03	0.00
判定⑥ ($p_{wo} \geq p_{jwh}$ かつ $\Sigma p_{jwh} \cdot \sigma_{wy} \geq \Sigma p_{jwho} \cdot \sigma_{wy}$)		OK	OK	OK	OK
基礎梁主筋必要定着長さ	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 ($L_{ag} \geq \max(l_{ao}, 16d_b)$ かつ $l_{ao}/d_b \leq 25$)		OK	OK	OK	OK
基礎梁曲げ耐力時柱せん断力 $cQ_{gu}=(M_{gu}/l_o) \cdot (l/h)$ (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 $V_{muh}=\xi \cdot h \cdot Q_{cu}$ (kN)		3950	2079	4166	3151
接合部せん断終局耐力 $V_{puh}=\kappa \cdot u \cdot \phi \cdot F_j \cdot b_j \cdot D_{jh}$ (kN)		4601	4315	5413	5202
接合部せん断余裕度 $\lambda_p=V_{puh}/V_{muh}$		1.16	2.08	1.30	1.65
判定⑩ ($\lambda_p \geq 1.0$)		OK	OK	OK	OK

表 4.1.3(3) 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
フーチング寸法	$\Delta h_2(mm)$	750	750	750	450

表 4.1.3(4) 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/db	45.5	45.5	45.5	45.5
	判定① ($h_e/D_s \geq 2.2$ かつ $h_e/db \geq 25$)	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 ($T_{Hy}/T_{cy} \geq 0.1$)	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 ($p_{wo} \geq p_{jwh}$ かつ $\Sigma p_{jwh} \cdot \sigma_{wy} \geq \Sigma p_{jwho} \cdot \sigma_{wy}$)	OK	OK	OK	OK
基礎梁主筋必要定着長さ比	l_{ao}/db	21.5	12.0	12.0	21.7
	$\max\{l_{ao}/db, 16\}$	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}/db	29.3	29.3	29.3	29.3
	判定⑦ ($L_{ag} \geq \max(l_{ao}, 16db)$ かつ $l_{ao}/db \leq 25$)	OK	OK	OK	OK
基礎梁曲げ耐力時柱せん断力	$c_{Qgu}=(M_{gu}/l_o) \cdot (l/h)$ (kN)	2334	2478	1883	1356
終局強度設計用柱せん断力	$Q_{cu}=c_{Qgu}$ (kN)	2334	2478	1883	1356
接合部設計せん断力	$V_{muh}=\xi \cdot h \cdot Q_{cu}$ (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 ($\lambda_p \geq 1.0$)	OK	OK	OK	OK

4.2 物流倉庫 B

4.2.1 準備計算結果

基礎梁主筋最小定着長さ L_{ag} の計算結果を表 4.2.1(1)、式(2)によるメカニズム圧縮柱軸力 N_{cc} 時アンカーボルト付加曲げ耐力 M_{ap} の計算結果を表 4.2.1(2)に示す。

表 4.2.1(1)によると、ト形接合部(外面合せ)の場合、式(1)の基礎梁主筋最小定着長さ比 L_{ag}/d_b はすべて 22.0、 L_{ag}/D_c 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 L_{ag}/d_b は 22.0、 L_{ag}/D_c は 0.75 で決定する。表 4.2.1(2)には、 $\Sigma M_{cu}/M_{ap}$ の比を併記した。 ΣM_{cu} は後述の表 4.2.2(2)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、 $M_{ap}/\Sigma M_{cu}$ は 0.02~0.1 程度である。

表 4.2.1(1) 基礎梁主筋最小定着長さ L_{ag} の計算結果

柱記号	ト形接合部				十字形接合部		
	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
L_{ag}/d_b	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0
L_{ag}/D_c	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75

$$L_{ag} = \max(d_{pa}, 0.75D_c), \quad d_{pa} = \text{Roundup}(B_{gr} + P_{2A} + C + \Delta B_g + d_b/2, -1), \quad d_p = \text{Roundup}(B_{gr} + P_{2A} + C + \Delta B_g, -1)$$

$$B_{gr} = \text{JASS5の基礎梁主筋中心間隔} \times (n_g - 1)$$

$$\text{(外面合せ) } \Delta B_g = B_c - (B_g + \Delta B), \quad \text{(心合せ) } \Delta B_g = (B_c - B_g)/2$$

表 4.2.1(2) メカニズム設計軸力時のアンカーボルト付加曲げ耐力 M_{ap} の計算結果

柱記号	ト形接合部				十字形接合部		
	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 M_{ap} (kN·m)	2103	2103	2103	2103	1025	1025	528
$M_{ap}/\Sigma M_{cu}$	0.07	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.02

$$M_{ap} = (\Sigma n_a \cdot T_{ay} + N_{cc}) \cdot j_{tco}/2, \quad j_{tco} : \text{根巻き柱両側最外縁主筋中心間距離}$$

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

4.2.2 性能検定方式による検定計算結果

(1) ト形接合部の場合

ト形接合部の入力データを表 4.2.2(1)、検定計算結果を表 4.2.2(2)に示す。

表 4.2.2(1)中のメカニズム圧縮柱軸力倍率 n_{cca} は、本編 3.2 節の式(解 5.2)による根巻き柱釣合い軸力 N_A に対する倍率であり、メカニズム圧縮柱軸力 $N_{cc} = n_{cca} \cdot N_A$ 、 $n_{cca} = 1.0$ とし、メカニズム引張柱軸力倍率 n_{cta} は、本編 3.2 節(5)で定義したメカニズム時保証引張軸力 $T_{cta} (=0.3 \Sigma T_{ry})$ に対する倍率であり、 $n_{cta} = 1.0$ としている。

一方、 $N_{cc} \geq N_A$ 時には、柱梁接合部せん断破壊防止の観点より、表 4.2.2(2)中の N_{cc} 時根巻き柱曲げ終局耐力 M_{cu} は、根巻き柱の釣合い軸力 N_A 時の最大曲げ終局耐力 M_{mu} としている。

表 4.2.2(2)に示すように、表 4.2.2(1)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 σ_{co} は 30N/mm^2 ($\sigma_{co}/F_c = 1.3 \leq 1.8$) で、判定④のメカニズム時限界引張軸力 T_{cta} に対するエンドプレート引張終局耐力 T_{eu} の比は 1.6 程度となる。
- 2) 接合部横補強筋比 p_{wjh} を 0.32% ($\geq 0.3\%$)、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 V_{suo}/Q_{cuo} は 4.2～5.3 (≥ 1.8)、判定⑨の根巻き拘束筋必要断面積比 AH/a_{wo} は 1.5～1.7 (≥ 1.0) となる。
- 4) 判定⑩の接合部せん断余裕度 λ_p 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 Q_{cu} 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。

(2) 十字形接合部の場合

十字形接合部の入力データを表 4.2.2(3)、検定計算結果を表 4.2.2(4)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 4.2.2(3)の各諸元を定めることで、表 4.2.2(4)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 4.2.2(4)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 4.2.2(1) 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 $n_{cta} \geq 1$		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	$h1(mm)$	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	$P12H(mm)$	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 $n1上$	5	4	5	4
	上端2段筋本数 $n2上$	2	2	2	2
	上端3段筋本数 $n3上$	0	0	0	0
	下端1段筋本数 $n1下$	5	4	5	4
	下端2段筋本数 $n2下$	0	0	0	0
	下端3段筋本数 $n3下$	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
根巻き拘束筋	間隔 $X(mm)$	100	100	100	100
	1組の本数	4	4	4	4
	組数 n_{wr}	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
定着部拘束筋	間隔 $X(mm)$	95	95	95	95
	1組の本数	2	2	2	2
	組数 n_H	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 $\sigma_{EY}(N/mm^2)$	325	325	325	325
	出寸法 $LE(mm)$	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	$\Delta h2(mm)$	1090	1090	1090	1090
	アンカーボルト付加曲げ耐力 $M_{ap}(kN \cdot m)$	2103	2103	2103	2103

表 4.2.2(2) 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
	h_e/db	62.8	62.8	62.8
判定① ($h_e/D_s \geq 2.2$ かつ $h_e/db \geq 25$)	OK	OK	OK	OK
(根巻き柱横補強筋) 組数 $n_{wr} = \text{Roundup}(h_e/X, 0)$	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 ($p_{wr} \geq 0.3\%$)	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 ($\sigma_{co} \leq \alpha_{co} \cdot F_c$) ($\alpha_{co} = 1.8$)	OK	OK	OK	OK
(エンドプレートの面外曲げ)	$MEL = T_{ry} \cdot LE / 2$ (kN·m)	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 ($M_{pE} \geq 1.1MEL$, $T_{ep} / T_{cta} \geq 1$, $\sigma_{Ey} \geq \sigma_{sy}$, $T_E \geq 1.3t_s$)	OK	OK	OK	OK
定着部拘束筋引張耐力 $T_{Hy} = AH \cdot \sigma_{wyH}$ (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 ($T_{Hy} / T_{cy} \geq 0.1$)	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 = $\text{Roundup}(B_c \cdot p_{jwh} \cdot j_{tgo} / a_{wh}, 0)$	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 $\Sigma p_{jwho} \cdot \sigma_{wy} = ((\phi_s \cdot RuB / Rua) - \alpha_{wo}) F_c / \beta_w$ (N/mm ²)	0.40	0.29	0.00	0.00
判定⑥ ($p_{wo} \geq p_{jwh}$ かつ $\Sigma p_{jwh} \cdot \sigma_{wy} \geq \Sigma p_{jwho} \cdot \sigma_{wy}$)	OK	OK	OK	OK
基礎梁主筋必要定着長さ	l_{ao} / db	13.2	13.2	5.3
	$\max\{l_{ao} / db, 16\}$	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	638
	L_{ag} / db	22.0	22.0	22.0
判定⑦ ($L_{ag} \geq \max(l_{ao}, 16db)$ かつ $l_{ao} / db \leq 25$)	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 $cQ_{gu} = (M_{gu} / l_o) \cdot (l/h)$ (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 ($V_{suo} / Q_{cuo} \geq 1.3$)	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 $AH = n_{wr} \cdot a_{wr}$ (mm ²)	3048	3048	3048	3048
AH / a_{wo}	1.52	1.68	1.52	1.68
判定⑨ ($AH / a_{wo} \geq 1.0$)	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 $V_{muh} = \xi \cdot h \cdot Q_{cu}$ (kN)	1402	1220	1402	1220
接合部せん断終局耐力 $V_{puh} = \kappa \cdot u \cdot \phi \cdot F_j \cdot b_j \cdot D_{jh}$ (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 ($\lambda_p \geq 1.1$)	OK	OK	OK	OK

表 4.2.2(3) 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 $n_{cta} \geq 1$		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
根巻き拘束筋	間隔 X (mm)	100	100	100
	1組の本数	4	4	4
柱梁接合部横補強筋	組数 n_{wr}	6	7	7
	鋼種	SD295	SD295	SD295
柱梁接合部横補強筋	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 n_H	2	3	3
(角形鋼管)	幅(せい) D_s (mm)	450	450	450
	板厚 t_s (mm)	16	22	22
(エンドプレート)	降伏強度(N/mm ²)	295	295	295
	降伏強度 σ_{EY} (N/mm ²)	325	325	325
	出寸法 L_E (mm)	75	75	75
杭直径	板厚 T_E (mm)	28	32	32
	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 4. 2. 2(4) 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/db	62.8	62.8	54.1
判定① ($h_e/D_s \geq 2.2$ かつ $h_e/db \geq 25$)	OK	OK	OK	
(根巻き柱横補強筋) 組数 $n_{wr} = \text{Roundup}(h_e/X, 0)$	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 ($p_{wr} \geq 0.3\%$)	OK	OK	OK	
(エンドプレート突出部直上支圧応力) $B_{ep}(Dep) = D_s + 2LE$ (mm)	600	600	600	
$\sigma_{co} = T_{cy} / (B_{ep} \cdot LE)$ (N/mm ²)	29.9	29.9	37.9	
判定③ ($\sigma_{co} \leq \alpha_{co} \cdot F_c$) ($\alpha_{co} = 1.8$)	OK	OK	OK	
(エンドプレートの面外曲げ)	$M_{EL} = T_{ry} \cdot LE / 2$ (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 $T_{eu} = 8m_p \cdot (1 + B_s / 2LE)$ (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 ($MPE \geq 1.1M_{EL}$, $T_{ep} / T_{cta} \geq 1$, $\sigma_{Ey} \geq \sigma_{sy}$, $T_E \geq 1.3t_s$)	OK	OK	OK	
定着部拘束筋引張耐力 $T_{Hy} = AH \cdot \sigma_{wyH}$ (kN)	150	225	225	
引張力伝達係数 T_{Hy} / T_{cy}	0.11	0.17	0.13	
判定⑤ ($T_{Hy} / T_{cy} \geq 0.1$)	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 $= \text{Roundup}(B_c \cdot p_{jwh} \cdot j_{tgo} / a_{wh}, 0)$	12	12	12	
全横補強筋量(設計値) $\Sigma p_{jwh} \cdot \sigma_{wy} = p_{jwh} \cdot \sigma_{wy} + (p_{jwh}) \cdot H \cdot \sigma_{wyo}$ (N/mm ²)	1.18	1.27	1.27	
必要横補強筋量 $\Sigma p_{jwho} \cdot \sigma_{wy} = \{(\phi_s \cdot RuD / Ru_a) - \alpha_{wo}\} F_c / \beta_w$ (N/mm ²)	0.53	0.00	0.00	
判定⑥ ($p_{wo} \geq p_{jwh}$ かつ $\Sigma p_{jwh} \cdot \sigma_{wy} \geq \Sigma p_{jwho} \cdot \sigma_{wy}$)	OK	OK	OK	
基礎梁主筋必要定着長さ比	l_{ao} / db	12.9	5.2	5.3
	$\max\{l_{ao} / db, 16\}$	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} / db	22.0	22.0	22.0
判定⑦ ($L_{ag} \geq \max(l_{ao}, 16db)$ かつ $l_{ao} / db \leq 25$)	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 $cQ_{gu} = (M_{gu} / l_o) \cdot (l / h)$ (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 ($V_{suo} / Q_{cuo} \geq 1.3$)	OK	OK	OK	
根巻き柱拘束筋算定用せん断力 $Q_{ju} = Q_{cuo} + V_{u1}$ (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 $AH = n_{wr} \cdot a_{wr}$ (mm ²)	3048	3556	3556	
	AH / a_{wo}	1.12	1.26	1.18
判定⑨ ($AH / a_{wo} \geq 1.0$)	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 $V_{muh} = \xi \cdot h \cdot Q_{cu}$ (kN)	2871	2838	2782	
接合部せん断終局耐力 $V_{puh} = \kappa \cdot u \cdot \phi \cdot F_j \cdot b_j \cdot D_{jh}$ (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 ($\lambda_p \geq 1.1$)	OK	OK	OK	

4.2.3 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 4.2.3(1)、検定計算結果を表 4.2.3(2)、十字形接合部の入力データを表 4.2.3(3)、検定計算結果を表 4.2.3(4)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、2.1節の図 2.1 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 4. 2. 3(1) 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	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
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 4. 2. 3(2) 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/db	62.8	62.8	62.8	62.8
判定① ($h_e/D_s \geq 2.2$ かつ $h_e/db \geq 25$)		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 ($T_{Hy}/T_{cy} \geq 0.1$)		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	$=\text{Roundup}(B_c \cdot p_{jwh} \cdot j_{tgo}/a_{wh}, 0)$	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	$\Sigma p_{jwho} \cdot \sigma_{wy} = \{(\phi_s \cdot R_{ub}/R_{ua}) - \alpha_{wo}\} F_c / \beta_w$ (N/mm ²)	0.40	0.29	0.00	0.00
判定⑥ ($p_{wo} \geq p_{jwh}$ かつ $\Sigma p_{jwh} \cdot \sigma_{wy} \geq \Sigma p_{jwho} \cdot \sigma_{wy}$)		OK	OK	OK	OK
基礎梁主筋必要定着長さ比	l_{ao}/db	13.2	13.2	5.3	5.3
	$\max\{l_{ao}/db, 16\}$	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}/db	22.0	22.0	22.0	22.0
判定⑦ ($L_{ag} \geq \max(l_{ao}, 16db)$ かつ $l_{ao}/db \leq 25$)		OK	OK	OK	OK
基礎梁曲げ耐力時柱せん断力	$cQ_{gu}=(M_{gu}/l_o) \cdot (l/h)$ (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	$V_{muh}=\xi_h \cdot Q_{cu}$ (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 ($\lambda_p \geq 1.0$)		OK	OK	OK	OK

表 4.2.3(3) 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	$h_1(mm)$	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
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 Δh_2 (mm)	1090	1090	1090

表 4.2.3(4) 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 ($h_e/D_s \geq 2.2$ かつ $h_e/d_b \geq 25$)	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 ($T_{Hy}/T_{cy} \geq 0.1$)	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 $\Sigma p_{jwho} \cdot \sigma_{wy} = \{(\phi_s \cdot Ru_d/Rua) - \alpha_{wo}\} F_c / \beta_w$ (N/mm ²)		0.53	0.00	0.00
	判定⑥ ($p_{wo} \geq p_{jwh}$ かつ $\Sigma p_{jwh} \cdot \sigma_{wy} \geq \Sigma p_{jwho} \cdot \sigma_{wy}$)	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 ($L_{ag} \geq \max(l_{ao}, 16d_b)$ かつ $l_{ao}/d_b \leq 25$)	OK	OK	OK
基礎梁曲げ耐力時柱せん断力 $c_{Q_{gu}}=(M_{gu}/l_o) \cdot (l/h)$ (kN)		540	573	629
終局強度設計用柱せん断力 $Q_{cu}=c_{Q_{gu}}$ (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 ($\lambda_p \geq 1.0$)	OK	OK	OK

5. 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 4.1.2(2) 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 Th_y 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 5.1 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 5.1 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 : $X_c \geq d_{to}$ 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/mm² 級、柱梁接合部横補強筋、定着部拘束筋 : SD295A

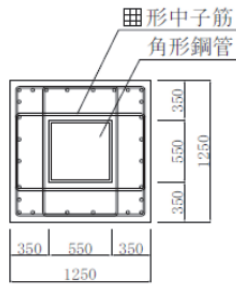
(材質) 角形鋼管 : BCP325、エンドプレート : SN490B、(角形鋼管端部とエンドプレートの溶接) 突合せ溶接

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	基礎形状寸法 (mm)			杭 種別	杭直径 (mm)
						幅 (せい)	高さ	出寸法		
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					
基礎 記号						幅 (せい)	高さ	出寸法		
F5						1500	1500	750	SC杭	600

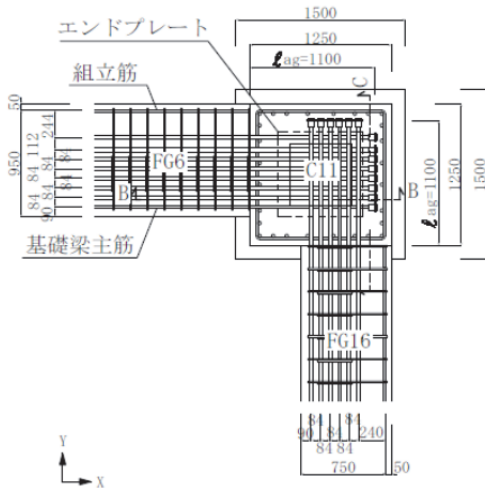
B_g, D_g : 基礎梁断面幅 (せい)、(鋼種) 主筋 : SD390、横補強筋 : SD295A

出寸法 : 基礎梁底から基礎底までの寸法

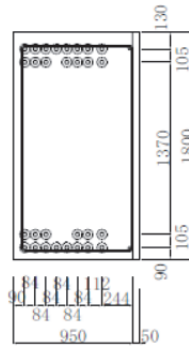
杭頭根入 (100mm) : 基礎底から杭天端までの寸法



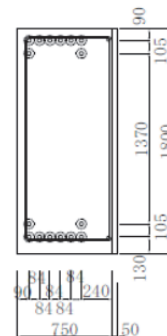
(D-D 断面図)



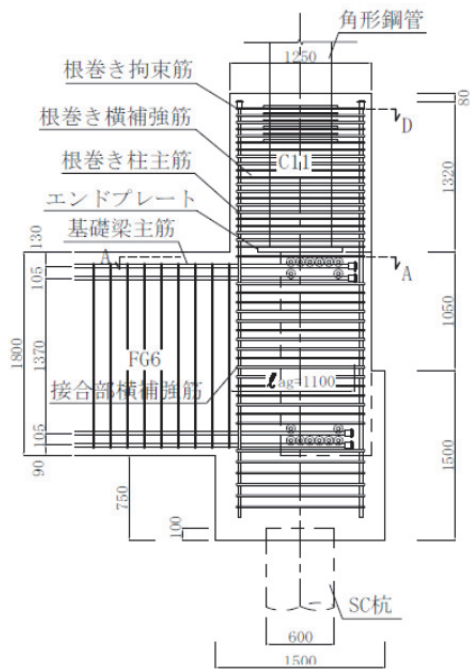
(A-A 断面図)



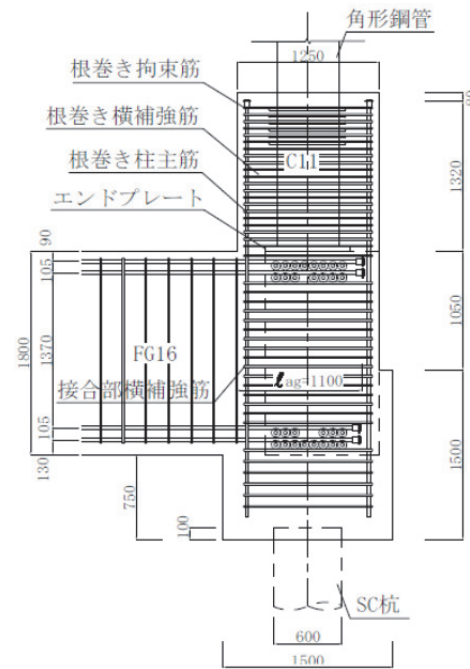
(FG16 断面図)



(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 4.2.2(2) 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 5.2 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 5.2 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 : $X_c \geq d_{to}$ の時"OK"

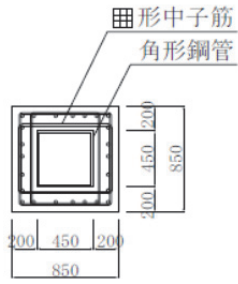
柱記号	鉄骨柱サイズ	根巻き柱					エンドプレート		柱梁接合部	
		$B_c(D_c)$ (mm)	h_e (mm)	主筋	根巻き柱横補強筋	根巻き拘束筋	$B_E(D_E)$ (mm)	T_E (mm)	柱梁接合部横補強筋	定着部拘束筋
C1	□-450×450×16	850	1570	24-D25	2-D13-17組	4-D13-6組	600	28	2-D13-12組	2-D13-2組

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 : SD295A
(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

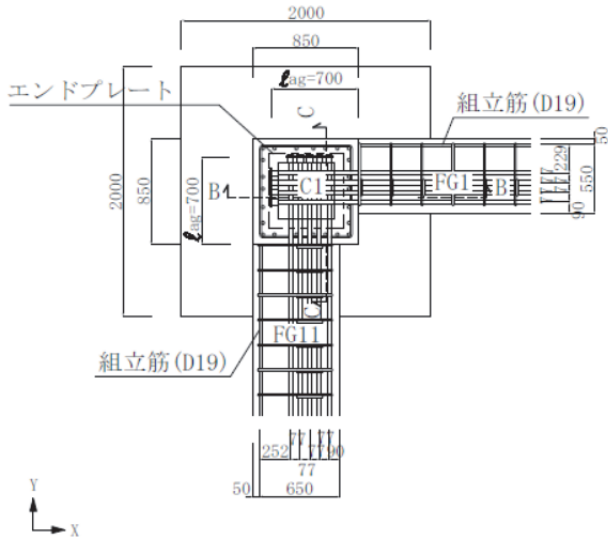
基礎梁記号	$B_g \times D_g$ (mm)	上端筋	下端筋	定着長さ l_{ag} (mm)	横補強筋	基礎記号	基礎形状寸法(mm)			杭種別	杭直径 (mm)
							幅(せい)	高さ	出寸法		
FG1	550×1300	4+2-D29	4-D29	640	4-D13@250	F1	2000	1200	1090	PHC杭	800
FG11	600×1300	5+2-D29	5-D29	640	4-D13@200						

B_g, D_g : 基礎梁断面幅(せい)、(鋼種)主筋 : SD345、横補強筋 : SD295A

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



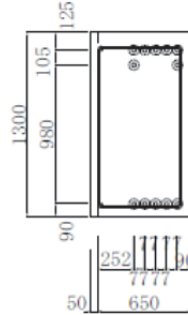
(D-D 断面図)



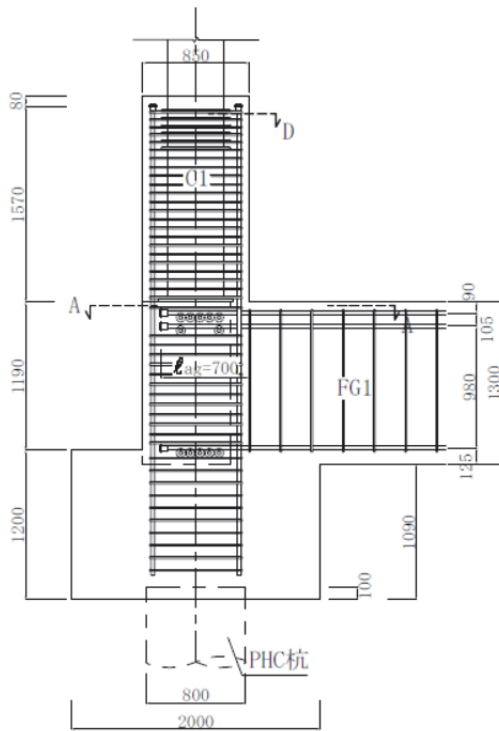
(A-A 断面図)



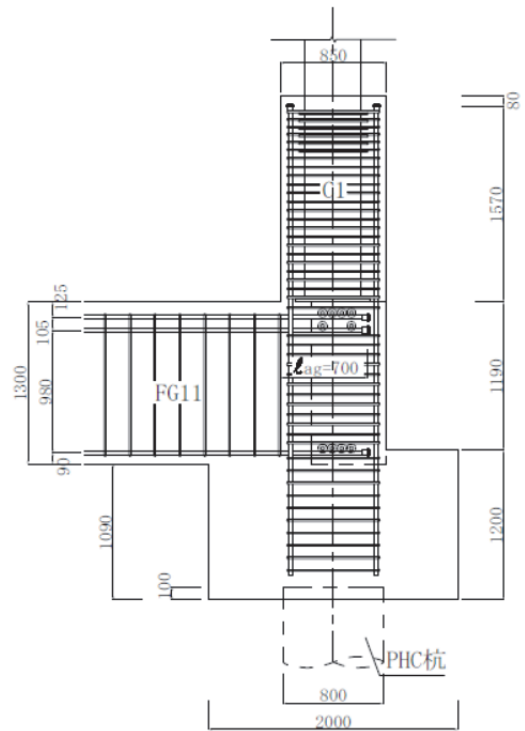
(FG1 断面図)



(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

(付録 1) メカニズム圧縮軸力時根巻き柱曲げ終局耐力

メカニズム圧縮軸力 N_c 時根巻き柱曲げ終局耐力 M_{cu} は、図 1 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、表 1 に示すように、慣用式(式(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($\pm a_n \cdot \sigma_{ry}$)を加えることで導出される(図 2 参照)。

$$\begin{aligned}
 N_{max} \geq N_c > 0.4B_c \cdot D_c \cdot F_c : M_{cu} &= (0.8a_t \cdot \sigma_{ry} \cdot D_c + 0.12B_c \cdot D_c \cdot 2F_c) \cdot \{(N_{max} - N_c) / (N_{max} - 0.4B_c \cdot D_c \cdot F_c)\} \\
 B_c \cdot D_c \cdot F_c \geq N_c > 0 : M_{cu} &= 0.8a_t \cdot \sigma_{ry} \cdot D_c + 0.5N_c \cdot D_c \{1 - N_c / (B_c \cdot D_c \cdot F_c)\} \\
 0 \geq N_c > N_{min} : M_{cu} &= 0.8a_t \cdot \sigma_{ry} \cdot D_c + 0.4N_c \cdot D_c
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

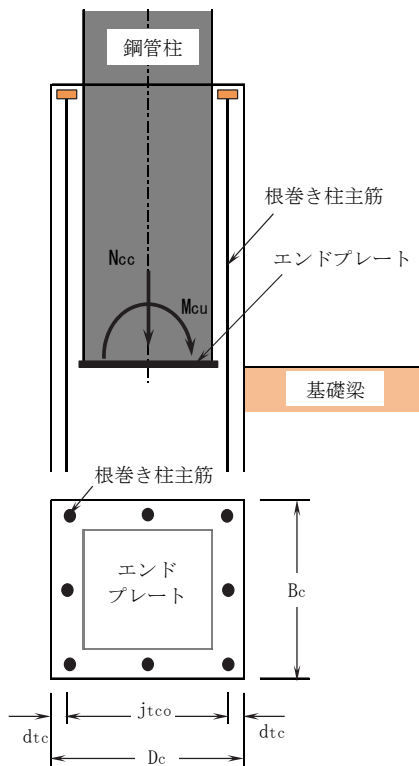


図 1 エンドプレート下の根巻き柱断面

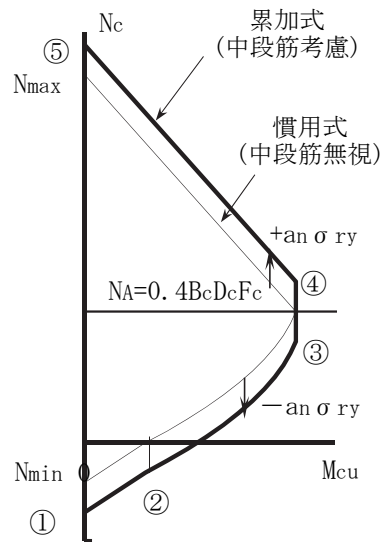


図 2 単純累加式と慣用式による根巻き柱曲げ終局耐力 M_{cu}

表 1 単純累加式による根巻き柱曲げ終局耐力 M_{cu}

軸力範囲	曲げ終局耐力	特性値	
$N_5 \geq N_c > N_4$:	$M_{cu} = M_{mu} \cdot (N_5 - N_c) / (N_5 - N_4)$	$N_1 = N_{min} - a_n \cdot \sigma_{ry}$	$N_2 = -a_n \cdot \sigma_{ry}$
$N_4 \geq N_c > N_3$:	$M_{cu} = M_{mu}$	$N_3 = 0.4B_c \cdot D_c \cdot F_c - a_n \cdot \sigma_{ry}$	$N_4 = 0.4B_c \cdot D_c \cdot F_c + a_n \cdot \sigma_{ry}$
$N_3 \geq N_c > N_2$:	$M_{cu} = M_{ru} + 0.5N' \cdot D_c \cdot \{1 - N' / (B_c \cdot D_c \cdot F_c)\}$	$N_5 = N_{max} + a_n \cdot \sigma_{ry}$	$N' = N_c - N_2$
$N_2 \geq N_c > N_1$:	$M_{cu} = M_{ru} \cdot (1 - N' / N_{min})$	$N_{min} = -2a_t \cdot \sigma_{ry}$	$N_{max} = B_c \cdot D_c \cdot F_c + 2a_t \cdot \sigma_{ry}$
σ_{ry} : 鉄筋降伏強度、 F_c : コンクリート設計基準強度		$M_{ru} = 0.8a_t \cdot \sigma_{ry} \cdot D_c$	$M_{cuo} = 0.12B_c \cdot D_c^2 \cdot F_c$
a_t, a_n : 引張側主筋および中段主筋の断面積		$M_{mu} = M_{ru} + M_{cuo}$	

図3に、単純累加式と慣用式による根巻き柱曲げ終局耐力 M_{cu} 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 M_{cu} 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。ここで、釣合い軸力 N_A および N_A 時の最大曲げ終局耐力 M_{mu} は、単純累加式による表1より下式で求めることができる。

$$N_A = N_3 = 0.4B_c \cdot D_c \cdot F_c - a_n \cdot \sigma_{ry}, \quad M_{mu} = 0.8a_t \cdot \sigma_{ry} \cdot D_c + 0.12B_c \cdot D_c^2 \cdot F_c \quad (2)$$

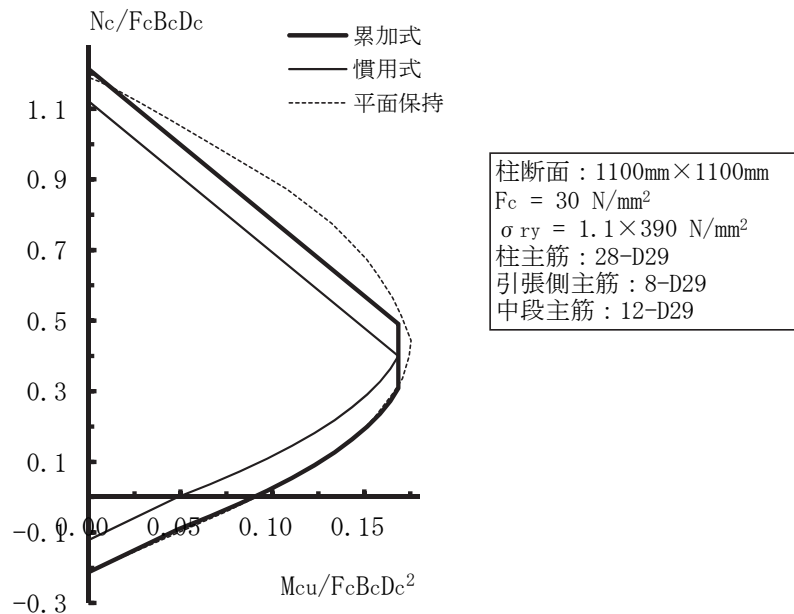


図3 根巻き柱曲げ終局耐力 M_{cu} の計算結果

※ 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

(付録2) 根巻き柱脚検定 EXCEL による物流倉庫 A の計算過程の算出値

(1) ト形接合部の場合

柱記号		C11	C11	C12	C1A
1階柱内法高さ $h_{o1}'=h_1-(D_g+D_{sg})/2$ (mm)		7400	7400	7400	7400
1階鉄骨柱内法高さ $h_{o1}=h_{o1}'-h_e$ (mm)		6080	6080	6080	6080
内法スパン長	l_o (mm)	11750	10250	11750	10250
梁上下最外縁主筋の中心間距離	j_{tgo} (mm)	1580	1580	1580	1580
梁上下主筋の重心間距離	$j_{tg上}$ (mm)	1482	1528	1475	1475
	$j_{tg下}$ (mm)	1490	1528	1475	1475
梁上筋重心のかぶり厚さ	$d_{tg上1}$ (mm)	179	156	183	183
	$d_{tg上2}$ (mm)	139	116	143	143
梁下筋重心のかぶり厚さ	$d_{tg下1}$ (mm)	175	156	183	183
	$d_{tg下2}$ (mm)	135	116	143	143
梁の有効せい $d_{g上}=(D_g+j_{tg上})/2$ (mm)		1641	1664	1638	1638
	$d_{g下}=(D_g+j_{tg下})/2$ (mm)	1645	1664	1638	1638
根巻き柱両側最外縁主筋の中心間距離 $j_{tco}=D_c-2\cdot db$ (mm)		1192	1192	1192	1192
基礎梁主筋1本の断面積	a_t (mm ²)	794	794	794	794
引張上端筋全断面積 $\sum a_{t上}=(n_{1上}+n_{2上})\cdot a_t$ (mm ²)		11910	6352	12704	9528
引張下端筋全断面積 $\sum a_{t下}=(n_{1下}+n_{2下})\cdot a_t$ (mm ²)		11116	6352	12704	9528
	割増し係数	1.1	1.1	1.1	1.1
梁主筋上限強度	σ_y (N/mm ²)	429	429	429	429
引張鉄筋比	$p_t=\sum a_{t上}/(B_g\cdot d_{g上})$	0.76%	0.51%	0.82%	0.83%
	$T_{gy上}=\sigma_y\cdot\sum a_{t上}$ (kN)	5109	2725	5450	4088
	$T_{gy下}=\sigma_y\cdot\sum a_{t下}$ (kN)	4769	2725	5450	4088
	$T_{gymax}=\sigma_y\cdot\sum a_{tmax}$ (kN)	5109	2725	5450	4088
	$j_{tg}=if(T_{gymax}=T_{gy上}, j_{tg上}, j_{tg下})$ (mm)	1482	1528	1475	1475
基礎梁曲げ終局耐力 $M_{gu}=T_{gymax}\cdot j_{tg}$ (kN·m)		7572	4162	8039	6029
杭内法せん断長さ	$h_{o2}=4D_p$ (mm)	2400	2400	2400	2400
杭せん断長さ	$h_2=h_{o2}+D_g+2\Delta$ (mm)	5700	5700	5100	5700
	$h=(h_1+h_2)/2$ (mm)	7225	7225	6925	7225
架構寸法補正係数 $\xi_h=(h/l)\cdot(l_o/j_{tg})-1$		3.41	3.22	3.24	3.37
	b_{a1} (mm)	75	125	75	137.5
	$b_{jh}=B_g+b_{a1}+b_{a2}$	1100	1000	1100	975
	$D_{jh}=l_{ag}$ (mm)	950	980	950	1030
接合部形状係数	κ_u	0.7	0.7	0.7	0.7
直交梁有無の補正係数	ϕ	0.85	0.85	1.00	1.00
接合部せん断基準強度	$F_{j0}=0.8F_c^{0.7}$	9.2	9.2	9.2	9.2
接合部横補強筋1組の断面積	a_{wh} (mm ²)	398	398	398	398
設計限界層間変形角 R_{ud} (根巻きRC柱の塑性変形角 R_p)		0.020	0.020	0.020	0.020
λ_p で決まる R_{ua}		0.044	0.078	0.049	0.062
β_w (19.0)		19.0	19.0	19.0	19.0
α_{wo}		0.6	0.6	1.0	1.0
σ_{auo} の低減係数	β_{ao}	0.8	0.8	1.0	1.0
基本支圧強度	σ_{auo} (N/mm ²)	110	110	138	138
	j_{tg}/db	46.313	47.734	46.094	46.094
p_{iwh} による補正係数	k_5	0.940	0.940	0.940	0.940
db による補正係数	k_6	0.956	0.956	0.956	0.956
	k_{6f}	1.05	1.05	1.05	1.05
	k_{6d}	0.91	0.91	0.91	0.91
	D_{jg}	78.2	79.8	77.9	77.9
	S_a	-26	-26	-10	-10
根巻き柱主筋1本の断面積	a_t (mm ²)	642	642	642	642
	割増し係数	1.1	1.1	1.1	1.1
	σ_{cy} (N/mm ²)	429	429	429	429
	$T_{cy}=\sigma_{cy}\cdot n_{et}\cdot a_t=\sigma_{cy}\cdot a_{ct}$ (kN)	2203	1928	2203	2203
	$T_{ry}=T_{cy}+T_{cny}/2=\sigma_{cy}\cdot(a_{ct}+a_{cn}/2)$ (kN)	3580	3580	3305	3580
エンドプレート	$B_{ep}=B_s+2L_E$ (mm)	750	750	750	750
	$Z_{pE}=B_{ep}\cdot T_E^2$ (mm ³)	192000	192000	192000	243000
単位長さエンドプレート塑性断面係数 $Z_{ep}=T_E^2/4$ (mm ³ /mm)		256	256	256	324
単位長さエンドプレート全塑性モーメント $m_p=\sigma_{Ey}\cdot Z_{ep}$ (kNmm/mm)		83	83	83	105

根巻き柱曲げ終局耐力 $M_{cu0}=T_{ry} \cdot j_{tco}$ (kN・m)	4268	4268	3940	4268	
cQ_{cu0}/cQ_{gu}	2.79	5.00	2.32	3.45	
cQ_{cu}/cQ_{gu}	21.90	38.19	19.83	27.12	
$j_e=D_c-2C-d_{wr}$ (mm)	1154	1154	1154	1154	
トラス機構の角度 $\cot \phi = \min(2, h_e/j_e)$	1.14	1.14	1.14	1.14	
$\mu_o=1-10R_p$	0.80	0.80	0.80	0.80	
$\mu = \cot \phi \cdot \mu_o$	0.92	0.92	0.92	0.92	
$Be' = B_c - B_s - (2C + d_{wr})$ (mm)	604	604	604	604	
根巻き横補強筋1組の断面積 a_{wr} (mm ²)	398	398	398	398	
根巻き柱の有効横補強筋比 $p_{we} = a_{wr} / (Be' \cdot s)$	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	
$\nu R = 1 - 20R_p$	0.60	0.60	0.60	0.60	
$\nu = \cot \phi \cdot \nu R \cdot (0.7 - F_c / 200)$	0.367	0.367	0.367	0.367	
$\lambda = 1 - s / 2j_e - Be' / 4j_e$	0.83	0.83	0.83	0.83	
$\tan \theta = 0.9D_c / (2 \times 2h_e)$	0.21	0.21	0.21	0.21	
$\nu_b = 1 - 10R_p$	0.80	0.80	0.80	0.80	
根巻き横補強筋 割増し係数	1.0	1.0	1.0	1.0	
σ_{wy} (N/mm ²)	685	685	685	685	
根巻き拘束筋 σ_{wyo} (N/mm ²)	685	685	685	685	
$V_{u1} = \mu \cdot p_{we} \cdot \sigma_{wy} \cdot Be' \cdot j_e$ (kN)	2879	2879	2879	2879	
$V_{ua1} = (\nu \cdot F_c - (1 - \cot^2 \phi) \cdot p_{we} \cdot \sigma_{wy} / \lambda) \cdot Be' \cdot D_c \cdot \tan \theta / 2$ (kN)	903	903	903	903	
$V_{u1} = V_{u1} + V_{ua1}$ (kN)	3782	3782	3782	3782	
$V_{u2} = (\lambda \cdot \nu \cdot F_c + p_{we} \cdot \sigma_{wy}) \cdot Be' \cdot j_e / 3$ (kN)	3374	3374	3374	3374	
$V_{u3} = \lambda \cdot \nu \cdot F_c \cdot Be' \cdot j_e / 2$ (kN)	3487	3487	3487	3487	
1列の柱主筋本数 N_{net} (本)	8	7	8	8	
(割裂線長さ比) サイドスプリット $b_{si} = (B_c - N \cdot db) / (N \cdot db)$	4.39	5.16	4.39	4.39	
$b_i = b_{si}$	4.39	5.16	4.39	4.39	
1組の根巻き横補強筋足本数 N_w (本)	2	2	2	2	
付着強度横補強筋負担分 $k_{st} = (54 + 45N_w/N) \cdot (b_{si} + 1) \cdot p_{we}$ (N/mm ²)	2.32	2.71	2.32	2.32	
コンクリート負担分 $\tau_{bu0} = (0.85b_i + 0.10) \cdot \sqrt{F_c}$ (N/mm ²)	2.72	3.09	2.72	2.72	
($\alpha_t = 1$) 付着強度 $\tau_{bu} = \alpha_t \cdot (\tau_{bu0} + k_{st})$ (N/mm ²)	5.03	5.81	5.03	5.03	
根巻き柱主筋の周長 ϕ (mm)	90	90	90	90	
根巻き柱主筋1列の周長の合計 $\Sigma \phi = N \cdot \phi$ (mm)	720	630	720	720	
付着割裂耐力 $V_{but} = \tau_{bu} \cdot \Sigma \phi \cdot j_e$ (kN)	4182	4221	4182	4182	
$V_{bua} = (\nu_b \cdot F_c - 2.5 \Sigma (\tau_{bu} \cdot \phi)) / (\lambda \cdot Be')$ $\cdot Be' \cdot D_c \cdot \tan \theta / 2$ (kN)	662	649	662	662	
接合部横補強筋 割増し係数	1.1	1.1	1.1	1.1	
σ_{wy} (N/mm ²)	325	325	325	325	
定着部拘束筋 σ_{wyH} (N/mm ²)	295	295	295	295	
定着部拘束筋全断面積 $A_H = n_H \cdot a_{wH}$ (mm ²)	796	796	796	796	
定着部拘束筋量 $(p_{jwh})_H \cdot \sigma_{wyH}$ (N/mm ²)	0.12	0.12	0.12	0.12	
(メカニズム圧縮柱軸力)					
$N_A = 0.4F_c \cdot B_c \cdot D_c - a_n \cdot \sigma_{ry}$	釣合い軸力 N_A (kN)	17871	17320	18422	17871
$N_{max} = F_c \cdot B_c \cdot D_c + 2a_t \cdot \sigma_{ry}$	N_{max} (kN)	55969	55418	55969	55969
$N_{min} = -2a_t \cdot \sigma_{ry}$	N_{min} (kN)	-4407	-3856	-4407	-4407
$N_1 = N_{min} - a_n \cdot \sigma_{ry}$	N_1 (kN)	-7161	-7161	-6610	-7161
$N_2 = -a_n \cdot \sigma_{ry}$	N_2 (kN)	-2754	-3305	-2203	-2754
$N_3 = 0.4F_c \cdot B_c \cdot D_c - a_n \cdot \sigma_{ry}$	N_3 (kN)	17871	17320	18422	17871
$N_4 = 0.4F_c \cdot B_c \cdot D_c + a_n \cdot \sigma_{ry}$	N_4 (kN)	23379	23930	22828	23379
$N_5 = N_{max} + a_n \cdot \sigma_{ry}$	N_5 (kN)	58723	58723	58173	58723
$N' = N_{cc} - N_2$	N' (kN)	20625	20625	20625	20625
$M_{ru} = 0.8a_t \cdot \sigma_{ry} \cdot D_c$	M_{ru} (kN・m)	22033	19279	22033	22033
$M_{cu} = 0.12B_c \cdot D_c^2 \cdot F_c$	M_{cu} (kN・m)	77344	77344	77344	77344
$M_{mu} = M_{ru} + M_{cu}$	M_{mu} (kN・m)	99377	96623	99377	99377
$M_{u1} = M_{ru} \cdot (1 - N' / N_{min})$	M_{u1} (kN・m)	125158	122404	125158	125158
$M_{u2} = M_{ru} + 0.5N' \cdot D_c \cdot \{1 - N' / (B_c \cdot D_c \cdot F_c)\}$	M_{u2} (kN・m)	99377	96623	99377	99377
$M_{u3} = M_{mu}$	M_{u3} (kN・m)	99377	96623	99377	99377
$M_{u4} = M_{mu} \cdot (N_5 - N_{cc}) / (N_5 - N_4)$	M_{u4} (kN・m)	114865	114979	111767	114865

(2) 十字形形接合部の場合

柱記号	C1A	C2A	C2A	C12
1階柱内法高さ $h_{o1}'=h_1-(D_g+D_{sg})/2$ (mm)	7400	7400	7400	7400
1階鉄骨柱内法高さ $h_{o1}=h_{o1}'-h_e$ (mm)	6080	6080	6080	6080
内法スパン長 l_o (mm)	11000	11000	9750	9750
梁上下最外縁主筋の中心間距離 j_{tgo} (mm)	1580	1580	1580	1580
梁上下主筋の重心間距離 $j_{tg上}$ (mm)	1482	1475	1475	1528
	$j_{tg下}$ (mm)	1490	1475	1528
梁上筋重心のかぶり厚さ $d_{tg上1}$ (mm)	179	183	183	156
	$d_{tg上2}$ (mm)	139	143	116
梁下筋重心のかぶり厚さ $d_{tg下1}$ (mm)	175	183	183	156
	$d_{tg下2}$ (mm)	135	143	116
梁の有効せい $d_{g上}=(D_g+j_{tg上})/2$ (mm)	1641	1638	1638	1664
	$d_{g下}=(D_g+j_{tg下})/2$ (mm)	1645	1638	1664
根巻き柱両側最外縁主筋の中心間距離 $j_{tco}=D_c-2*db$ (mm)	1192	1192	1192	1192
基礎梁主筋1本の断面積 a_t (mm ²)	794	794	794	794
引張上端筋全断面積 $\sum a_{t上}=(n_{1上}+n_{2上})\cdot a_t$ (mm ²)	11910	12704	9528	6352
引張下端筋全断面積 $\sum a_{t下}=(n_{1下}+n_{2下})\cdot a_t$ (mm ²)	11116	12704	9528	6352
割増し係数	1.1	1.1	1.1	1.1
梁主筋上限強度 σ_y (N/mm ²)	429	429	429	429
引張鉄筋比 $p_t=\sum a_{t上}/(B_g\cdot d_{g上})$	0.76%	0.82%	0.83%	0.51%
	$T_{gy上}=\sigma_y\cdot\sum a_{t上}$ (kN)	5109	5450	4088
	$T_{gy下}=\sigma_y\cdot\sum a_{t下}$ (kN)	4769	5450	4088
	$T_{gymax}=\sigma_y\cdot\sum a_{tmax}$ (kN)	5109	5450	4088
	$j_{tg}=if(T_{gymax}=T_{gy上}, j_{tg上}, j_{tg下})$ (mm)	1482	1475	1475
基礎梁曲げ終局耐力 $M_{gu}=T_{gymax}\cdot j_{tg}$ (kN・m)	7572	8039	6029	4162
杭内法せん断長さ $h_{o2}=4D_p$ (mm)	2400	2400	2400	2400
杭せん断長さ $h_2=h_{o2}+D_g+2\Delta$ (mm)	5700	5700	5700	5100
	$h=(h_1+h_2)/2$ (mm)	7225	7225	6925
架構寸法補正係数 $\xi_h=(h/l_o)\cdot(I_o/j_{tg})-1$	3.38	3.40	3.34	3.02
	b_{a1} (mm)	75	75	137.5
	$b_{jh}=B_g+b_{a1}+b_{a2}$	1100	1100	975
	$D_{jh}=D_c$ (mm)	1250	1250	1250
接合部形状係数 κ_u	1.0	1.0	1.0	1.0
直交梁有無の補正係数 ϕ	0.85	1.00	1.00	0.85
接合部せん断基準強度 $F_j=0.8F_c^{0.7}$	9.2	9.2	9.2	9.2
接合部横補強筋1組の断面積 a_{wh} (mm ²)	398	398	398	398
設計限界層間変形角 R_{ud} (根巻きRC柱の塑性変形角 R_p)	0.020	0.020	0.020	0.020
λ_p で決まる R_{ua}	0.041	0.045	0.054	0.072
β_w (19.0)	19.0	19.0	19.0	19.0
α_{wo}	0.6	1.0	1.0	0.6
σ_{auo} の低減係数 β_{ao}	0.8	1.0	1.0	0.8
基本支圧強度 σ_{auo} (N/mm ²)	110	138	138	110
	j_{tg}/db	46.313	46.094	46.094
p_{jwh} による補正係数 k_5	0.940	0.940	0.940	0.940
db による補正係数 k_6	0.956	0.956	0.956	0.956
	k_{6f}	1.05	1.05	1.05
	k_{6d}	0.91	0.91	0.91
	D_{jg}	78.2	77.9	77.9
	S_a	-26	-10	-10
根巻き柱主筋1本の断面積 a_t (mm ²)	642	642	642	642
割増し係数	1.1	1.1	1.1	1.1
	σ_{cy} (N/mm ²)	429	429	429
	$T_{cy}=\sigma_{cy}\cdot net\cdot a_t=\sigma_{cy}\cdot act$ (kN)	2203	2203	1928
	$T_{ry}=T_{cy}+T_{eny}/2=\sigma_{cy}\cdot (act+a_{cn}/2)$ (kN)	3580	3580	3305
エンドプレート $B_{ep}=B_s+2LE$ (mm)	750	750	750	750
	$Z_{pE}=B_{ep}\cdot T_E^2$ (mm ³)	243000	243000	243000
単位長さエンドプレート塑性断面係数 $Z_{ep}=T_E^2/4$ (mm ³ /mm)	324	324	324	256
単位長さエンドプレート全塑性モーメント $m_p=\sigma_{fy}\cdot Z_{ep}$ (kNmm/mm)	105	105	105	83

根巻き柱曲げ終局耐力 $M_{cu0}=T_{ry} \cdot j_{tco}$ (kN・m)	4268	4268	4268	3940	
cQ_{cu0}/cQ_{gu}	1.39	1.30	1.72	2.20	
cQ_{cu}/cQ_{gu}	9.85	9.27	12.02	16.48	
$j_e=D_c-2C-d_{wr}$ (mm)	1154	1154	1154	1154	
トラス機構の角度 $\cot \phi = \min(2, h_e/j_e)$	1.14	1.14	1.14	1.14	
$\mu_o=1-10R_p$	0.80	0.80	0.80	0.80	
$\mu = \cot \phi \cdot \mu_o$	0.92	0.92	0.92	0.92	
$B_e' = B_c - B_s - (2C + d_{wr})$ (mm)	604	604	604	604	
根巻き横補強筋1組の断面積 a_{wr} (mm ²)	398	398	398	398	
根巻き柱の有効横補強筋比 $p_{we} = a_{wr} / (B_e' \cdot s)$	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	
$\nu R = 1 - 20R_p$	0.60	0.60	0.60	0.60	
$\nu = \cot \phi \cdot \nu R \cdot (0.7 - F_c/200)$	0.367	0.367	0.367	0.367	
$\lambda = 1 - s/2j_e - B_e'/4j_e$	0.83	0.83	0.83	0.83	
$\tan \theta = 0.9D_c / (2 \times 2h_e)$	0.21	0.21	0.21	0.21	
$\nu_b = 1 - 10R_p$	0.80	0.80	0.80	0.80	
根巻き横補強筋 割増し係数	1.0	1.0	1.0	1.0	
σ_{wy} (N/mm ²)	685	685	490	490	
根巻き拘束筋 σ_{wvo} (N/mm ²)	685	685	490	490	
$V_{ut1} = \mu \cdot p_{we} \cdot \sigma_{wy} \cdot B_e' \cdot j_e$ (kN)	2879	2879	2059	2059	
$V_{ua1} = (\nu \cdot F_c - (1 - \cot^2 \phi) \cdot p_{we} \cdot \sigma_{wy} / \lambda) \cdot B_e' \cdot D_c \cdot \tan \theta / 2$ (kN)	903	903	923	923	
$V_{u1} = V_{ut1} + V_{ua1}$ (kN)	3782	3782	2983	2983	
$V_{u2} = (\lambda \cdot \nu \cdot F_c + p_{we} \cdot \sigma_{wy}) \cdot B_e' \cdot j_e / 3$ (kN)	3374	3374	3075	3075	
$V_{u3} = \lambda \cdot \nu \cdot F_c \cdot B_e' \cdot j_e / 2$ (kN)	3487	3487	3487	3487	
1列の柱主筋本数 N_{nct} (本)	8	8	7	6	
(割増し長さ比) サイドスプリット $b_{si} = (B_c - N \cdot db) / (N \cdot db)$	4.39	4.39	5.16	6.18	
$b_i = b_{si}$	4.39	4.39	5.16	6.18	
1組の横補強筋足本数 N_w (本)	2	2	2	2	
付着強度横補強筋負担分 $k_{st} = (54 + 45N_w/N) \cdot (b_{si} + 1) \cdot p_{we}$ (N/mm ²)	2.32	2.32	2.71	3.27	
コンクリート負担分 $\tau_{bu0} = (0.85b_i + 0.10) \cdot \sqrt{F_c}$ (N/mm ²)	2.72	2.72	3.09	3.59	
($\alpha_t = 1$) 付着強度 $\tau_{bu} = \alpha_t \cdot (\tau_{bu0} + k_{st})$ (N/mm ²)	5.03	5.03	5.81	6.86	
根巻き柱主筋の周長 ϕ (mm)	90	90	90	90	
根巻き柱主筋1列の周長の合計 $\Sigma \phi = N \cdot \phi$ (mm)	720	720	630	540	
付着割裂耐力 $V_{but} = \tau_{bu} \cdot \Sigma \phi \cdot j_e$ (kN)	4182	4182	4221	4275	
$V_{bua} = (\nu_b \cdot F_c - 2.5 \Sigma (\tau_{bu} \cdot \phi) / (\lambda \cdot B_e')) \cdot B_e' \cdot D_c \cdot \tan \theta / 2$ (kN)	662	662	649	630	
接合部横補強筋 割増し係数	1.1	1.1	1.1	1.1	
σ_{wy} (N/mm ²)	325	325	325	325	
定着部拘束筋 σ_{wyH} (N/mm ²)	295	295	295	295	
定着部拘束筋全断面積 $A_H = n_H \cdot a_{wH}$ (mm ²)	796	796	796	796	
定着部拘束筋量 (p_{jwh}) $H \cdot \sigma_{wyH}$ (N/mm ²)	0.12	0.12	0.12	0.12	
(メカニズム圧縮柱軸力)					
$N_A = 0.4F_c \cdot B_c \cdot D_c - a_n \cdot \sigma_{ry}$	釣合い軸力 N_A (kN)	13464	13464	13464	14015
$N_{max} = F_c \cdot B_c \cdot D_c + 2a_t \cdot \sigma_{ry}$	N_{max} (kN)	55969	55969	55418	54868
$N_{min} = -2a_t \cdot \sigma_{ry}$	N_{min} (kN)	-4407	-4407	-3856	-3305
$N_1 = N_{min} - a_n \cdot \sigma_{ry}$	N_1 (kN)	-7161	-7161	-7161	-6610
$N_2 = -a_n \cdot \sigma_{ry}$	N_2 (kN)	-2754	-2754	-3305	-3305
$N_3 = 0.4F_c \cdot B_c \cdot D_c - a_n \cdot \sigma_{ry}$	N_3 (kN)	17871	17871	17320	17320
$N_4 = 0.4F_c \cdot B_c \cdot D_c + a_n \cdot \sigma_{ry}$	N_4 (kN)	23379	2754	3305	3305
$N_5 = N_{max} + a_n \cdot \sigma_{ry}$	N_5 (kN)	58723	58723	58723	58173
$N' = N_{cc} - N_2$	N' (kN)	16218	16218	16769	17320
$M_{ru} = 0.8a_t \cdot \sigma_{ry} \cdot D_c$	M_{ru} (kN・m)	22033	22033	19279	16525
$M_{cu} = 0.12B_c \cdot D_c^2 \cdot F_c$	M_{cu} (kN・m)	77344	77344	77344	77344
$M_{mu} = M_{ru} + M_{cu}$	M_{mu} (kN・m)	99377	99377	96623	93869
$M_{u1} = M_{ru} \cdot (1 - N' / N_{min})$	M_{u1} (kN・m)	103125	103125	103125	103125
$M_{u2} = M_{ru} + 0.5N' \cdot D_c \cdot \{1 - N' / (B_c \cdot D_c \cdot F_c)\}$	M_{u2} (kN・m)	91515	91515	90001	88414
$M_{u3} = M_{mu}$	M_{u3} (kN・m)	99377	99377	96623	93869
$M_{u4} = M_{mu} \cdot (N_5 - N_{cc}) / (N_5 - N_4)$	M_{u4} (kN・m)	127255	80361	78910	75546

(3) 置換え方式によるト形接合部の場合

柱記号		C11	C11	C12	C1A
1階柱内法高さ $h_{o1}' = h_1 - (D_g + D_{sg}) / 2$ (mm)		7400	7400	7400	7400
1階鉄骨柱内法高さ $h_{o1} = h_{o1}' - h_e$ (mm)		6080	6080	6080	6080
内法スパン長 l_o (mm)		11750	10250	11750	10250
梁上下最外縁主筋の中心間距離 j_{tgo} (mm)		1580	1580	1580	1580
梁上下主筋の重心間距離 $j_{tg上}$ (mm)		1482	1528	1475	1475
$j_{tg下}$ (mm)		1490	1528	1475	1475
梁上筋重心のかぶり厚さ $dt_{g上1}$ (mm)		179	156	183	183
$dt_{g上2}$ (mm)		139	116	143	143
梁下筋重心のかぶり厚さ $dt_{g下1}$ (mm)		175	156	183	183
$dt_{g下2}$ (mm)		135	116	143	143
梁の有効せい $d_{g上} = (D_g + j_{tg上}) / 2$ (mm)		1641	1664	1638	1638
$d_{g下} = (D_g + j_{tg下}) / 2$ (mm)		1645	1664	1638	1638
根巻き柱両側最外縁主筋の中心間距離 $j_{tco} = D_c - 2 \cdot d_b$ (mm)		1192	1192	1192	1192
基礎梁主筋1本の断面積 a_t (mm ²)		794	794	794	794
引張上端筋全断面積 $\sum a_{t上} = (n_{1上} + n_{2上}) \cdot a_t$ (mm ²)		11910	6352	12704	9528
引張下端筋全断面積 $\sum a_{t下} = (n_{1下} + n_{2下}) \cdot a_t$ (mm ²)		11116	6352	12704	9528
梁主筋上限強度 σ_y (N/mm ²)		429	429	429	429
引張鉄筋比 $p_t = \sum a_{t上} / (B_g \cdot d_{g上})$		0.76%	0.51%	0.82%	0.83%
$T_{gy上} = \sigma_y \cdot \sum a_{t上}$ (kN)		5109	2725	5450	4088
$T_{gy下} = \sigma_y \cdot \sum a_{t下}$ (kN)		4769	2725	5450	4088
$T_{gymax} = \sigma_y \cdot \sum a_{tmax}$ (kN)		5109	2725	5450	4088
$j_{tg} = \text{if}(T_{gymax} = T_{gy上}, j_{tg上}, j_{tg下})$ (mm)		1482	1528	1475	1475
基礎梁曲げ終局耐力 $M_{gu} = T_{gymax} \cdot j_{tg}$ (kN・m)		7572	4162	8039	6029
杭内法せん断長さ $h_{o2} = 4D_p$ (mm)		2400	2400	2400	2400
杭せん断長さ $h_2 = h_{o2} + D_g + 2 \Delta h_2$ (mm)		5700	5700	5100	5700
$h = (h_1 + h_2) / 2$ (mm)		7225	7225	6925	7225
架構寸法補正係数 $\xi_h = (h/l) \cdot (l_o/j_{tg}) - 1$		3.41	3.22	3.24	3.37
b_{a1} (mm)		75	125	75	137.5
$b_{jh} = B_g + b_{a1} + b_{a2}$		1100	1000	1100	975
$D_{jh} = l_{ag}$ (mm)		950	980	950	1030
接合部形状係数 κ_u		0.7	0.7	0.7	0.7
直交梁有無の補正係数 ϕ		0.85	0.85	1.00	1.00
接合部せん断基準強度 $F_j = 0.8F_c^{0.7}$		7.4	7.4	7.4	7.4
接合部横補強筋1組の断面積 a_{wh} (mm ²)		398	398	398	398
設計限界層間変形角 R_{ud}		0.020	0.020	0.020	0.020
λ_p で決まる R_{ua}		0.035	0.062	0.039	0.050
β_w (19.0)		19.0	19.0	19.0	19.0
α_{wo}		0.6	0.6	1.0	1.0
$\sigma_{a_{uo}}$ の低減係数 β_{ao}		0.8	0.8	1.0	1.0
基本支圧強度 $\sigma_{a_{uo}}$ (N/mm ²)		98	98	123	123
j_{tg}/d_b		46.313	47.734	46.094	46.094
p_{jwh} による補正係数 k_5		0.940	0.940	0.940	0.940
d_b による補正係数 k_6		0.910	0.910	0.910	0.910
k_{6f}		1.00	1.00	1.00	1.00
k_{6d}		0.91	0.91	0.91	0.91
D_{jg}		78.2	79.8	77.9	77.9
S_a		-41	-41	-22	-22
根巻き柱主筋1本の断面積 a_t (mm ²)		642	642	642	642
割増し係数 σ_{cy} (N/mm ²)		429	429	429	429
$T_{cy} = \sigma_{cy} \cdot n_{et} \cdot a_t = \sigma_{cy} \cdot a_{ct}$ (kN)		2203	1928	2203	2203
接合部横補強筋 割増し係数		1.1	1.1	1.1	1.1
σ_{wyH} (N/mm ²)		325	325	325	325
定着部拘束筋 σ_{wyH} (N/mm ²)		295	295	295	295
定着部拘束筋全断面積 $AH = nH \cdot a_{wh}$ (mm ²)		796	796	796	796
定着部拘束筋量 $(p_{jwh})H \cdot \sigma_{wyH}$ (N/mm ²)		0.12	0.12	0.12	0.12

(4) 置換え方式による十字形接合部の場合

柱記号	C1A	C2A	C2A	C12
1階柱内法高さ $h_{o1}'=h_1-(D_g+D_{sg})/2$ (mm)	7400	7400	7400	7400
1階鉄骨柱内法高さ $h_{o1}=h_{o1}'-h_e$ (mm)	6080	6080	6080	6080
内法スパン長 l_o (mm)	11000	11000	9750	9750
梁上下最外縁主筋の中心間距離 j_{tgo} (mm)	1580	1580	1580	1580
梁上下主筋の重心間距離 $j_{tg上}$ (mm)	1482	1475	1475	1528
	$j_{tg下}$ (mm)	1490	1475	1528
梁上筋重心のかぶり厚さ $dt_{g上1}$ (mm)	179	183	183	156
	$dt_{g上2}$ (mm)	139	143	116
梁下筋重心のかぶり厚さ $dt_{g下1}$ (mm)	175	183	183	156
	$dt_{g下2}$ (mm)	135	143	116
梁の有効せい $d_{g上}=(D_g+j_{tg上})/2$ (mm)	1641	1638	1638	1664
	$d_{g下}=(D_g+j_{tg下})/2$ (mm)	1645	1638	1664
根巻き柱両側最外縁主筋の中心間距離 $j_{tco}=D_c-2*db$ (mm)	1192	1192	1192	1192
基礎梁主筋1本の断面積 a_t (mm ²)	794	794	794	794
引張上端筋全断面積 $\sum a_{t上}=(n_{1上}+n_{2上})\cdot a_t$ (mm ²)	11910	12704	9528	6352
引張下端筋全断面積 $\sum a_{t下}=(n_{1下}+n_{2下})\cdot a_t$ (mm ²)	11116	12704	9528	6352
割増し係数	1.1	1.1	1.1	1.1
梁主筋上限強度 σ_y (N/mm ²)	429	429	429	429
引張鉄筋比 $p_t=\sum a_{t上}/(B_g\cdot d_{g上})$	0.76%	0.82%	0.83%	0.51%
$T_{gy上}=\sigma_y\cdot\sum a_{t上}$ (kN)	5109	5450	4088	2725
$T_{gy下}=\sigma_y\cdot\sum a_{t下}$ (kN)	4769	5450	4088	2725
$T_{gymax}=\sigma_y\cdot\sum a_{tmax}$ (kN)	5109	5450	4088	2725
$j_{tg}=if(T_{gymax}=T_{gy上}, j_{tg上}, j_{tg下})$ (mm)	1482	1475	1475	1528
基礎梁曲げ終局耐力 $M_{gu}=T_{gymax}\cdot j_{tg}$ (kN・m)	7572	8039	6029	4162
杭内法せん断長さ $h_{o2}=4D_p$ (mm)	2400	2400	2400	2400
杭せん断長さ $h_2=h_{o2}+D_g+2\Delta$ (mm)	5700	5700	5700	5100
	$h=(h_1+h_2)/2$ (mm)	7225	7225	6925
架構寸法補正係数 $\xi_h=(h/l)\cdot(l_o/j_{tg})-1$	3.38	3.40	3.34	3.02
	b_{a1} (mm)	75	75	137.5
	$b_{jh}=B_g+b_{a1}+b_{a2}$	1100	1100	975
	$D_{jh}=D_c$ (mm)	1250	1250	1250
接合部形状係数 κ_u	1.0	1.0	1.0	1.0
直交梁有無の補正係数 ϕ	0.85	1.00	1.00	0.85
接合部せん断基準強度 $F_j=0.8F_c^{0.7}$	7.4	7.4	7.4	7.4
接合部横補強筋1組の断面積 a_{wh} (mm ²)	398	398	398	398
設計限界層間変形角 R_{ud}	0.020	0.020	0.020	0.020
λ_p で決まる R_{ua}	0.033	0.036	0.043	0.058
β_w (19.0)	19.0	19.0	19.0	19.0
α_{wo}	0.6	1.0	1.0	0.6
σ_{auo} の低減係数 β_{ao}	0.8	1.0	1.0	0.8
基本支圧強度 σ_{auo} (N/mm ²)	98	123	123	98
	j_{tg}/db	46.313	46.094	46.094
p_{jwh} による補正係数 k_5	0.940	0.940	0.940	0.940
db による補正係数 k_6	0.910	0.910	0.910	0.910
	k_{6f}	1.00	1.00	1.00
	k_{6d}	0.91	0.91	0.91
	D_{jg}	78.2	77.9	77.9
	S_a	-41	-22	-41
根巻き柱主筋1本の断面積 a_t (mm ²)	642	642	642	642
割増し係数	1.1	1.1	1.1	1.1
σ_{cy} (N/mm ²)	429	429	429	429
$T_{cy}=\sigma_{cy}\cdot net\cdot a_t=\sigma_{cy}\cdot act$ (kN)	2203	2203	1928	1653
$T_{ry}=T_{cy}+T_{cny}/2=\sigma_{cy}\cdot(act+a_{cn}/2)$ (kN)	3580	3580	3580	3305
接合部横補強筋 割増し係数	1.1	1.1	1.1	1.1
σ_{wy} (N/mm ²)	325	325	325	325
定着部拘束筋 σ_{wvH} (N/mm ²)	295	295	295	295
定着部拘束筋全断面積 $AH=nH\cdot a_{wH}$ (mm ²)	796	796	796	796
定着部拘束筋量 $(p_{jwh})H\cdot\sigma_{wvH}$ (N/mm ²)	0.12	0.12	0.12	0.12