

3 SS7組込プログラム露出柱脚基礎梁

益尾 潔 ●(一社)建築構造技術支援機構代表理事

鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部編の背景

「SABTEC機械式定着工法RCS混合構造設計指針」(2018年)²⁾の鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部編(以下、露出柱脚編)は、JIS適合アンカーボルトを用いた在来露出柱脚および既製品露出柱脚を想定した計16体の実験を基に構築されている。露出柱脚編3章では鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部の基本事項、4章では鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部の設計、5章では柱型部せん断設計が規定されている。本連載第3回では、第2回SS7組込プログラムRC接合部⁵⁾に引き続き、SS7組込プログラム露出柱脚基礎梁について紹介する。

SABTEC 指針露出柱脚編の基本事項

◎適用対象の露出柱脚

適用対象の露出柱脚は、JIS B 1220適合アンカーボルトを用いた在来型露出柱脚および既製品露出柱脚であり、既製品露出柱脚は露出柱脚編6章 柱型部配筋詳細設計例対象のベースパック、ハイベースNEO、NCベースPシリーズとしての。また、SS7組込プログラムでは、図1に示すように150×150mm～750×750mmの角形鋼管と組み合わせて用いられるベースパック、ハイベースNEO、NCベースPシリーズの既製品露出柱脚を検定対象としている。

◎アンカーボルトの構造規定

- JIS適合アンカーボルトの場合、アンカーボルト定着長さ $L_{ab} \geq 20d_a$ とし、既製品露出柱脚アンカーボルトは第三者機関の評価を得た既製品メーカー仕様としている。
- 最外縁アンカーボルト中心側面かぶり厚さ $C_{sa} \geq 4d_a$

とする。

d_a : アンカーボルト軸部直径

◎基礎梁主筋定着部の構造規定

- 基礎梁上端筋は、基礎形式にかかわらず、機械式直線定着としてもよい。
- 基礎梁下端筋は、直接基礎の場合、基礎梁中段筋を配置すれば、機械式直線定着としてもよく、杭基礎の場合、機械式直線定着としてもよい。
- 機械式直線定着の基礎梁主筋定着長さ ℓ_{ag} は、式(1)による(図2)。

$$\ell_{ag} \geq \max(\ell_{a0}, 16d_b, L_{ag}),$$

$$L_{ag} = \frac{D_c + j_{ta}}{2} \quad (1)$$

ℓ_{a0} : SABTEC指針式(8.1)による必要定着長さ

D_c : 柱型せい

d_b : 基礎梁主筋呼び名の値

j_{ta} : 最外縁アンカーボルト中心間距離

ただし、杭基礎の場合、柱型部下面から L_2 または L_{2h} 以上の定着長さとした杭頭補強筋を配置する。 L_2 , L_{2h} : JASS5の直線定着長さとしてフック付き定着長さ

また、SS7組込プログラムでは、基礎梁中段筋を配置する場合は適用対象外としている。

◎ j_{ta} 区間の基礎梁上端筋定着部

既製品露出柱脚の場合、図3に示すように、 j_{ta} 区間は最外縁アンカーボルト中心間距離であり、 j_{ta} 区間に配置される基礎梁主筋1列の本数が制限され、基礎梁主筋の呼び名が大きいと、 j_{ta} 区間外にも基礎梁主筋を配置することがある。ただし、 j_{ta} 区間外の基礎梁主筋定着部は、従来どおり、折り曲げ定着とする必要がある。

◎柱型部せん断耐力の算定

柱型部せん断耐力 V_{puh} は、露出柱脚編5.2節に従い、

製品名	適用柱サイズ														
	□150	□175	□200	□250	□300	□350	□400	□450	□500	□550	□600	□650	□700	□750	
ベースパック	I型(保有耐力接合タイプ)						II型(保有耐力接合タイプ)						-	-	-
	-						FX3(保有耐力接合タイプ)						S3(柱脚ヒンジタイプ)		
ハイベースNEO	エコタイプ(鋼製ベースプレート)										-	-	-	-	
	-										Gタイプ(鋳鋼製ベースプレート)				-
NCベースP	4本タイプ						-	-	-	-	-	-	-	-	
	-						8本タイプ						12本タイプ		

図1 SS7組込プログラムの既製品露出柱脚・適用サイズ

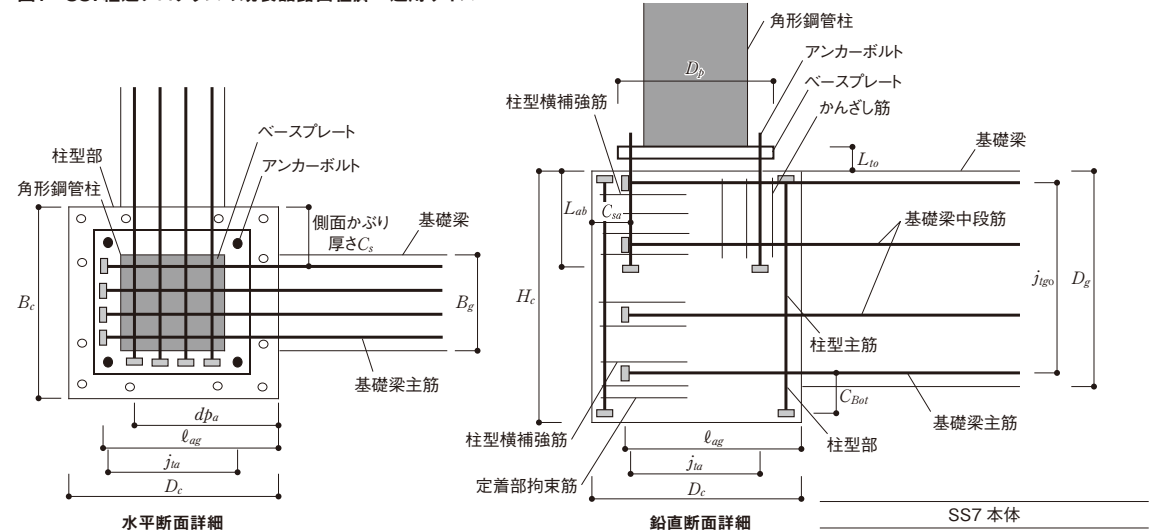


図2 露出柱脚・柱型部配筋詳細

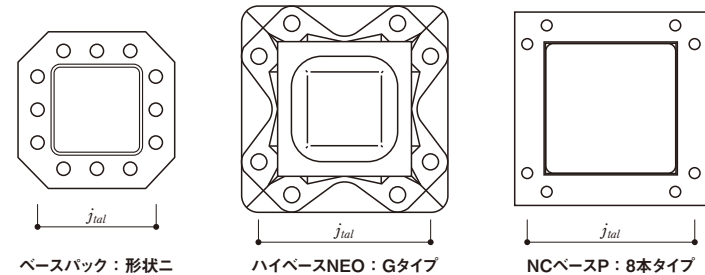


図3 既製品露出柱脚 j_{ta} 区間(例)

式(2)で算定する。

$$V_{puh} = \kappa_u \cdot \phi \cdot F_j \cdot b_{jh} \cdot D_{jh} \quad (2)$$

- L形柱型部: $\kappa_u=0.4$, T形柱型部: $\kappa_u=0.7$
 - ト形柱型部: $\kappa_u=0.7$, 十字形柱型部: $\kappa_u=1.0$
 - 両側直交梁付き接合部の場合: $\phi=1.0$
 - それ以外の場合: $\phi=0.85$
- $$F_j = 0.8F_c^{0.7} \quad (3)$$
- ϕ : 直交梁の有無の補正係数
 F_c : コンクリートの設計基準強度 (N/mm²)
 B_{jh} , D_{jh} : 柱型部水平有効幅と水平有効せい
 L形, ト形柱型部: $D_{jh} = \ell_{ag}$

T形, 十字形柱型部: $D_{jh} = D_c \quad (4)$

SS7組込プログラム露出柱脚基礎梁の基本事項

◎SS7組込プログラム露出柱脚基礎梁・別途計算機能

表記の別途計算機能は、図4に示すように、1.2.1データ入力、1.2.2検定結果、1.2.3出力指定で構成され、1.2.1データ入力は、①対象結果の選択、②標準使用材料と計算条件、③柱型部横補強筋比、④定着耐力の低減係数、⑤断面検定省略部材、⑥基礎柱、⑦定着金物および検定指定からなる。

SS7 本体	
別途計算機能	
1. 機械式定着の検定	
<input type="checkbox"/>	1.1 RC接合部 (Ver.2019.1)
<input type="checkbox"/>	1.2 露出柱脚基礎梁
1.2.1 データ入力	
1.2.1.1	対象結果の選択
1.2.1.2	標準使用材料と計算条件
1.2.1.3	柱型部横補強筋比
1.2.1.4	定着耐力の低減係数
1.2.1.5	断面検定省略部材
1.2.1.6	基礎柱
1.2.1.7	定着金物および検定指定
1.2.2	検定結果
1.2.3	出力指定

図4 SS7組込プログラム露出柱脚基礎梁・別途計算機能

表1 SS7組込プログラムの検討項目と検定内容

検討項目	在来露出柱脚		既製品露出柱脚
	非保有耐力接合	保有耐力接合	
①基礎梁主筋定着長さ確保の検定(4.2節)	○	○	○
②アンカーボルト定着耐力から基礎柱主筋の選定(4.1節)	○	×	×
③柱型横補強筋組数の選定(3章)	○	○	○
④定着部拘束筋の必要組数の選定(5.4節)	○	○	○
⑤柱型補強筋と定着部拘束筋の全補強筋量の検定(5.3節)	○	○	○
⑥柱型部せん断設計(5.1節, 5.2節)	○	×	△
かんざし筋(5.5節)		×	
かぶり厚さ(3章(2)(b)5, 4.2節3))		×	

表3 既製品露出柱脚・各部寸法一覧

ベースバック・S3型(柱脚ヒンジタイプ)					
製品記号	L_{ab} (mm)	L_{to} (mm)	t (mm)	d_a (mm)	D_{co} (mm)
NT30-19S3	600	80	50	39	800
NT35-16S3	650	80	50	45	800
NT35-19S3	600	80	50	36	850
NT35-22S3	600	80	50	36	850
NT35-25S3	600	80	50	39	850
NT40-16S3	600	80	50	36	900
NT40-19S3	600	80	50	39	900
NT40-22S3	600	80	50	39	900
NT40-25S3	650	85	55	42	950
NT45-16S3	600	85	55	39	950
NT45-19S3	650	85	55	42	1,000
NT45-22S3	650	85	55	42	1,000
NT45-25S3	650	90	60	45	1,050
NT45-28S3	700	95	65	48	1,100

ベースバック全製品のグラウト厚さ：すべて30mm
 注：2018.12版では、 D_{co} をベースプレートサイズ+200mmとし、2019.4版では、 d_a と D_{co} をメーカー設計ハンドブックの値とする

一方、別途計算機能で得られた計算結果は、SS7本体の計算結果に反映されない。

◎検定項目と検定内容

表1に示すように在来露出柱脚では、非保有耐力接合部の場合、かんざし筋以外の項目の検定が行われ、保有耐力接合部の場合、②アンカーボルト定着耐力と、⑥柱型部せん断設計以外の検定が行われる。

一方、既製品露出柱脚の場合、いずれも②アンカーボルト定着耐力にかかわる検定を省略し、既製品露出柱脚の種類によって、保有耐力接合部と非保有耐力接合部が区別されるので、⑥柱型部せん断設計の検定を省略する場合と省略しない場合がある。

◎標準使用材料と計算条件

標準使用材料では、表2に示すように、1.部材ごとの鉄筋は、SS7本体で設計者が定めた基礎柱の主筋と横補強筋を選択指定としている。

表2 標準使用材料と計算条件

項目	説明	初期値
標準使用材料		
1.部材ごとの鉄筋		
基礎柱	基礎柱の主筋をリストから選択指定	
横補強筋	基礎柱の横補強筋をリストから選択指定	
2基礎柱の鉄筋位置		
入力方法	d_t とかぶりの入力方法の選択	
d_t	基礎柱面からのXY方向主筋中心位置の入力指定	60
かぶり	XY方向のかぶり厚さの入力指定	40
計算条件		
基礎梁主筋必要定着長さ比 l_{ag}/L_{ag}	基礎梁主筋定着長さの検定に用いる l_{ag}/L_{ag} を指定	1.00
柱型主筋上端	柱型主筋上端の定着方法(直線定着または定着金物付き)の指定	直線定着
設計限界層間変形角 X方向, Y方向	Σp_{jwh} 検定に用いる設計限界層間変形角 R_{UD} (1/50または1/75) の選択	1/50
ト形, 十字形の終局強度設計用せん断力 Q_{cu}	せん断設計に用いる cQ_{gu} , cQ_{cu} または $\min(cQ_{gu}, cQ_{cu})$ の選択(通常, cQ_{gu} を選択)	cQ_{gu}

表4 柱型せい D_c の採用方法

柱せい入力値 ^{※1}	既製品露出柱脚	在来柱脚
“-1” を入力	柱せい自動算出 ^{※2}	柱せい入力値の採用
“0” を入力または入力なし	柱せい入力値の採用 ^{※3}	柱せい入力値の採用
“1以上” を入力	左記の入力値	左記の入力値

※1：柱せい D_c 入力時のコマンド、入力は D_{co} , D_c ごとに設定
 ※2：柱せい D_c の自動算出は、既製品露出柱脚の柱せい設計値を用いて行う
 ※3：柱せい D_c 入力値なしの場合、 D_c = ベースプレート寸法+200mmとする

次に、計算条件は、露出柱脚編による検定計算の選択因子を選定できるようにしている。その際、設計限界変形角 R_{UD} は、露出柱脚編5.3節による柱型横補強筋と定着部拘束筋の全補強筋量 $\Sigma(p_{jwh} \cdot \sigma_{wy})$ の支配因子であり、初期値(1/50)は露出柱脚編5.3節の設計区分Ⅱの値としている。また、ト形、十字形の終局強度設計用せん断力 Q_{cu} は、通常、梁曲げ終局耐力時柱せん断力 cQ_{gu} としている(露出柱脚編5.1節)。なお、2020年1月リリースの際、L形、T形接合部の終局強度設計用せん断力について、安定した解析値が得られるように、内法スパン中央の反曲点位置を採用している(露出柱脚編5.1節)。

◎既製品露出柱脚・各部寸法一覧

SS7組込プログラムでは、既製品露出柱脚の場合、表3に例示するように、露出柱脚編3章(2)(a)のアンカーボルトに関する構造規定の適否の判別に用いる諸元、ならびに露出柱脚編・式(5.1.4)中の基礎梁上面から、ベースプレート上面までの寸法 L_{to} を各部寸法諸元より計算している。同表中の各

表5 SS7本体での在来露出柱脚の検定項目と検定式

検定項目	検定式	設計応力式	耐力式
コンクリート破壊(縁辺剥落)防止	$C_1 < F_c$ ($C_1 \geq 0$)	$C_1 = c_y / (2Bc \cdot x)$ $c_y = n_t \cdot a_t \cdot b \sigma_y + N$, $x = (D_c - D) / 2$	F_c
アンカーボルト定着	$T_u < T_p$	$T_u = n_t \cdot a_t \cdot b \sigma_y$	$T_p = 0.31 \phi_1 \cdot \sqrt{F_c} \cdot A_{ch}$
せん断破壊の防止(ボルト1本)	$e_1 < e_x, e_y$	$e_1 = 0.54 \sqrt{(b \sigma_y / \sigma_t)} \cdot d$	e_x, e_y
せん断破壊の防止(ボルト列状)	$Q_D < Q$	Q_D : 柱脚に作用するせん断力	$Q = 0.31 \phi_1 \cdot \sqrt{F_c} \cdot A_{ch}$

上表中の検定式、耐力式、設計応力式：SS7解説書(計算編)6.8S造(柱脚)による

表6 出力項目と出力内容

出力項目	出力内容	
定着金物	選択した定着金物の表示	
柱脚形式	検定対象柱脚形式名の表示	
基礎梁定着	不足	定着長さが柱型内に納まらない箇所数の表示
	不適	選択材料がSABTEC指針適用外箇所数の表示
	不可	鉄筋の計算ができない部材数の表示
	要確認	設計図で形状を確認すべき箇所数の表示
アンカーボルトおよび基礎柱NG	・アンカーボルト間鉄筋間隔の規定, 柱主筋比 $\rho_g \geq 0.6\%$, $X_n/D_p \leq 0.25$, 最小長さの規定を満足しない箇所数の表示 ・ D_c * 付き, D_c + 付き(柱寸法自動算出) 箇所数の表示	
基礎柱補強筋NG	$\Sigma p_{jwh} \cdot \sigma_{wy} \geq$ 必要補強筋量を満足しない箇所数の表示($\lambda_p < 1.0$ の時は $\lambda_p = 1.0$ として計算し, NGを出力)	
柱型部せん断設計NG	$\lambda_p \geq 1.0$ を満足しない箇所数の表示	

値は、露出柱脚メーカー設計ハンドブックの値であり、 D_{co} は設計ハンドブックの柱型部せいを示す。

◎柱型せい D_c の算定方法

既製品露出柱脚の場合、表3に例示した露出柱脚メーカー設計ハンドブックのアンカーボルト軸部直径 d_a および柱型せい D_{co} を用いると、露出柱脚編3章(2)(a)の最外縁アンカーボルト中心かぶり厚さ $C_{sa} \geq 4d_a$ の構造規定を満足しない場合がある。

そのため、SS7組込プログラムでは表4に示すように、既製品露出柱脚の場合、柱型せい D_c を三つの採用方法で定めている。同表中の“-1”を入力した場合、式(5)の柱型せい D_c を採用する。

$$D_c = \max(j_{ta} + 2C_{sa}, D_{co}, D_{c1}) \quad (5)$$

D_{co} : 露出柱脚メーカー設計ハンドブックによる柱型せい
 D_{c1} : SS7本体で定める柱型せい(ベースプレート+200mm)

SS7本体での在来露出柱脚の場合、表5に示すように、各項目ともに、検定式では、「設計応力式<柱型せい D_c に係わる耐力式」の関係が常に成り立つ。すなわち、柱型せいを大きくしても検定結果は変わらないので、式(5)の柱型せい D_c が D_{co} よりも大きい場合、柱型せい D_c の増加分は増打ちコンクリートとすれば、SS7本体での当初設計の計算値を

変更しなくてもよい。

◎出力項目と出力内容

出力項目は、表6に示すように、検定計算に用いた定着金物種類と柱脚形式の表示、各検定箇所での検定結果と検定項目ごとの集計値としている。

おわりに

本連載 第3回では、SABTEC指針露出柱脚編の基本事項²⁾ およびSS7組込プログラム露出柱脚基礎梁の基本事項および概要について紹介した。

また、本連載 第4回では、RC接合部と露出柱脚基礎梁の適用例について紹介する。

(ますお きよし)

【参考文献】

- (一社) 建築構造技術支援機構：SABTEC機械式定着工法RC構造設計指針(2019年)、2019年12月
- (一社) 建築構造技術支援機構：SABTEC機械式定着工法RCS混合構造設計指針(2018年)、2018年11月
- (一社) 建築構造技術支援機構：SABTEC機械式定着工法SS7組込プログラム取り扱い説明書(2019年)、2019年12月
- 益尾潔：SABTEC機械式定着工法RC構造設計指針・RCS混合構造設計指針(2017年)、第3回RCS混合構造設計指針(2017年)の全体構成、建築技術2018年7月号、pp.162-166、第4回露出柱脚編3章~5章の概要、建築技術2018年8月号、pp.52-53
- 益尾潔：本連載第2回SS7組込プログラムRC接合部、建築技術2020年9月号、pp.162-165