

③ 鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部編

益尾 潔

一般社団法人 建築構造技術支援機構代表理事

連載
第 8 回

RCS 混合構造設計指針 (2026 年) 発刊の経緯

RCS 混合構造設計指針 (2026 年)¹⁾ では、既製品露出柱脚の場合、アンカーボルト軸部直径 d_a が大きくなると、アンカーボルト中心から柱型側面かぶり厚さは $4d_a$ 未満になることが多いことより、鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部編 (以下、露出柱脚編) 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するとともに、本編は第三者機関の技術評価を取得した杭頭工法を適用してもよいとしている。

鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部編の基本事項

■ 本編に使用できる材料

- 1) コンクリートは、設計基準強度 F_c 21N/mm²以上 60N/mm²以下の普通コンクリートとする。
- 2) 鉄筋は鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着実験¹⁾を基に表1とし、定着金物は SABTEC 評価を取得した機械式定着金物、鋼材は表2とする。
- 3) アンカーボルトは、伸び能力のある JIS B 1220 アンカーボルトか、本編適用対象の表3の既製品露出柱脚アンカーボルトとする。

■ 柱型部配筋詳細の構造規定 (図1)

1) アンカーボルト

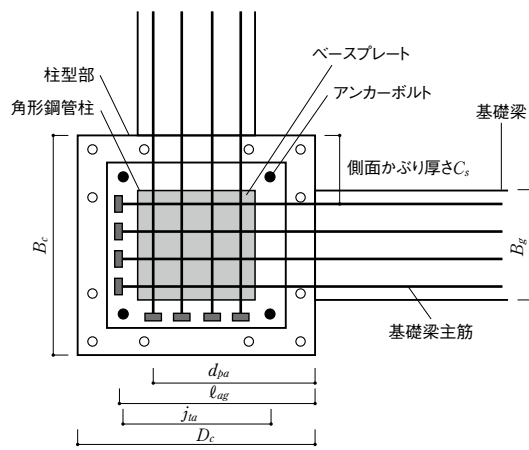


図1 柱型部配筋詳細の各部名称

(JIS B 1220 アンカーボルト) 定着長さ $L_{ab} \geq 20d_a$
 アンカーボルト中心からの柱型側面かぶり $C_{sa} \geq 4d_a$
 d_a : アンカーボルト軸部直径

[既製品露出柱脚]

- ・メーカー仕様アンカーボルト定着長さ
- ・メーカー仕様柱型側面かぶり厚さ $C_{sa} \geq C_{sa0}$ (図2)

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 $p_g = \Sigma a_c / (B_c \cdot D_c)$: 0.6% 以上 Σa_c : 柱型主筋全断面積 B_c, D_c : 柱型幅とせい

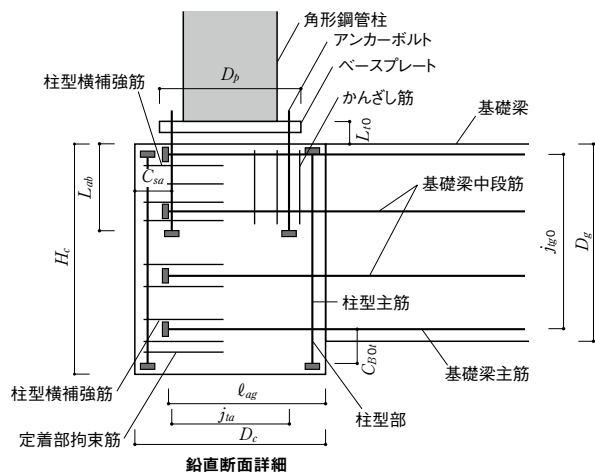
③ 柱型主筋全長

- ・上端・定着金物付き : 30d 以上
- ・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 C_{Bot}

表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



鉛直断面詳細

(柱型主筋下端定着金物または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既製品露出柱脚の柱型主筋量: メーカー仕様

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) 2d以上

(柱型主筋上下かぶり厚さ, 定着金物のかぶり厚さ)

JASS 5の設計かぶり厚さ以上

3) 柱型横補強筋および定着部拘束筋

式(1)の柱型横補強筋比 p_{jwh} は0.3%以上とし, 図1に示すように, 柱型横補強筋は基礎梁上下最外縁主筋間に配置するとともに, 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。

$$p_{jwh} = \frac{n_w \cdot a_{wh}}{(B_c \cdot j_{tgo})} \quad (1)$$

n_w : j_{tgo} 区間内の柱型横補強筋の組数

a_{wh} : 柱型横補強筋1組の断面積

B_c : 柱型幅

j_{tgo} : 基礎梁最外縁の上下主筋中心間距離

4) 基礎梁主筋定着部

【基礎梁上端筋定着部】

基礎形式にかかわらず, 機械式直線定着としてよい。

【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

表2 本編に使用できる鋼材

材質記号	
SN400A, B, C, SN490B, C	STK400, STK490
SS400	STKR400, STKR490
SM400A, B, C, SM490A, B, C	BCR295
SM490YA, YB, SM520B, C	BCP235, BCP325
SMA400A, B, C, SMA490A, B, C	BCP325T
STKN400W, B, STKN490B	—

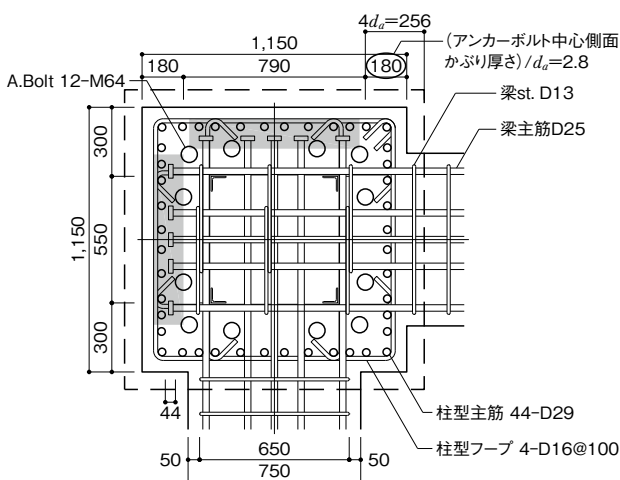


図2 既製品柱脚のアンカーボルト中心からの柱型側面かぶり厚さ C_{sao} 例

は機械式直線定着としてよい。

杭基礎: 杭頭補強筋の定着長さを柱型部下面から L_2 または L_{2h} 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工法を適用する場合, 基礎梁下端筋を機械式直線定着としてよい。

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

【基礎梁中段筋定着部】

基礎梁中段筋は, 図3に示すように, 基礎梁上下端面から基礎梁せい $D_g/3$ の位置に配置し, 基礎梁中段筋定着部は, 基礎梁上下主筋の定着長さ ℓ_{ag} と同じ機械式直線定着とする。

■ 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²⁾4.2節と同様, 直接基礎では式(2), 杭基礎では式(3)の柱型部せん断設計条件を満足しなければならない。

$$\lambda_p = \min\left(\frac{V_{puh}}{V_{muh}}, \frac{V_{puv}}{V_{muv}}\right) \geq 1.0 \quad (2)$$

$$\lambda_p = \frac{V_{puh}}{V_{muh}} \geq 1.0 \quad (3)$$

λ_p : 柱型部せん断余裕度

V_{muh}, V_{muv} : 指針式(5.1.1), 指針式(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} : 指針式(5.2.1)の水平, 鉛直方向の柱

表3 本編適用対象の既製品露出柱脚

商品名	開発会社
ベースバック	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	日本鑄造(株)
ISベース	アイエスケー(株)
ジャストベース(JE II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)

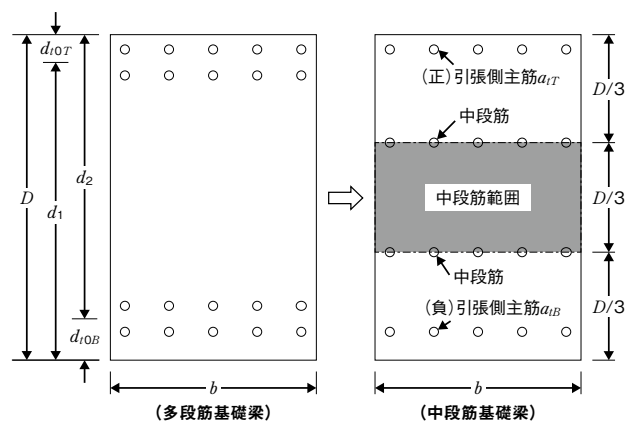


図3 多段筋基礎梁と中段筋基礎梁

型部せん断耐力

直接基礎の場合、図4の最下階L形、T形柱型部の応力状態より指針式(5.1.1)が導出され、杭基礎の場合、図5の最下階ト形、十字形柱型部の応力状態より指針式(5.1.9)が導出される。また、指針式(5.2.1)の水平、鉛直方向の柱型部せん断耐力 V_{puh} 、 V_{puv} は、RC構造設計指針²⁾6章の柱梁接合部と同様、靱性保証型設計指針⁴⁾に準じて導出される。

指針式(5.1.1)と指針式(5.1.9)の V_{muh} 、 V_{muv} は、指針式(5.1.2)より終局強度設計用柱せん断力 Q_{cu} に変換され、指針式(5.2.1)の V_{puh} 、 V_{puv} は、指針式(解5.2.1)より柱型部せん断耐力時柱せん断力 cQ_{pu} に変換される。上記指針式の妥当性は、U型定着試験体(2体)と機械式定着試験体(14体)の開発実験¹⁾で確認されている。

これらより、直接基礎としたL形、T形柱型部では、非保有耐力接合の場合、式(2)を適用することでせん断破壊を防止している。

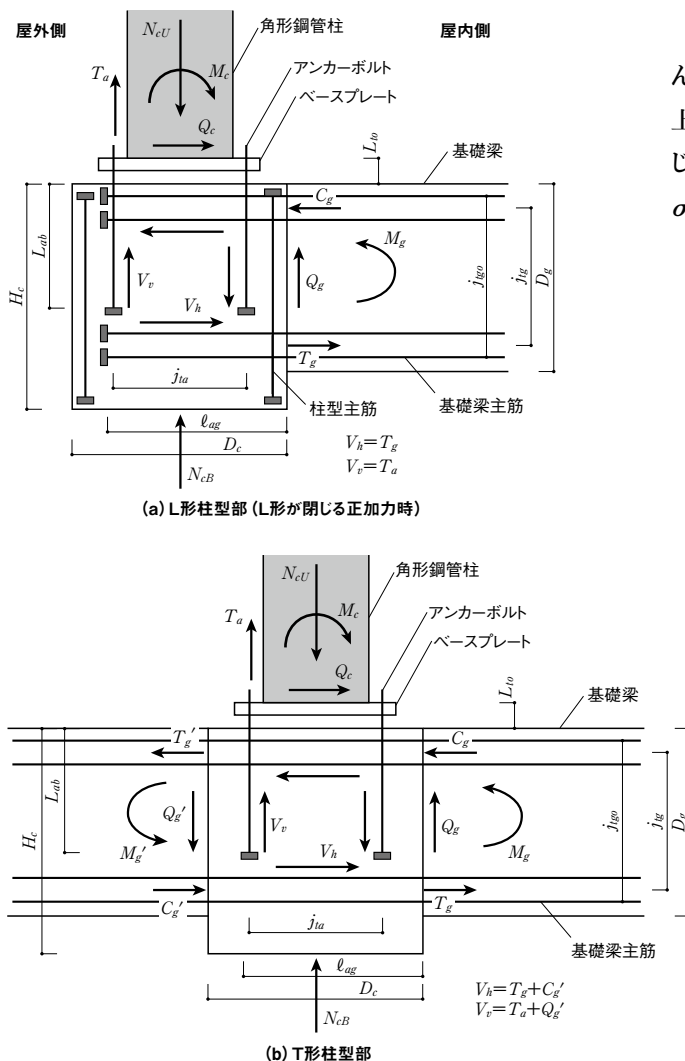


図4 最下階L形、T形柱型部の応力状態

基礎梁主筋定着部の設計

- 1) RC構造設計指針²⁾8.1節(1)1)より、基礎梁主筋定着長さ ℓ_{ag} は、上端筋、下端筋、中段筋ともに、指針式(8.1)の必要定着長さ ℓ_{ao} 以上、 $16d_b$ 以上、かつ、 $(D_c + j_{ta})/2$ 以上とし、必要定着長さ ℓ_{ao} の適否判定上限値を $25d_b$ 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(図1)

d_b : 基礎梁主筋呼び名の値

- 2) 最外縁アンカーボルト中心間距離 j_{ta} 区間外の基礎梁上下主筋定着部は、RC構造設計指針²⁾14.2節(2)と(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 C_s は $3d_b$ 以上とし、基礎梁主筋先端の定着金物各部かぶり厚さは、JASS 5の設計かぶり厚さ以上とする。

柱型部横補強筋規定

■柱型横補強筋と定着部拘束筋の全補強筋量

XY方向ともに、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、柱型横補強筋比 p_{jwh} を0.3%以上とし、RC構造設計指針²⁾の柱梁主筋外定着部編に準じ、柱型横補強筋と定着部拘束筋の全補強筋量 $\Sigma(p_{jwh} \cdot \sigma_{wy})$ を式(4)で規定している。

$$\Sigma(p_{jwh} \cdot \sigma_{wy}) \geq \left\{ \left(\frac{\phi_s \cdot R_{uD}}{R_{80a}} \right) - \alpha_{wo} \right\} \cdot \frac{F_c}{\beta_w} \quad (4)$$

$$\Sigma p_{jwh} = p_{jwh} + (p_{jwh})_H \cdot \frac{\sigma_{wy} H}{\sigma_{wy}} \quad (5)$$

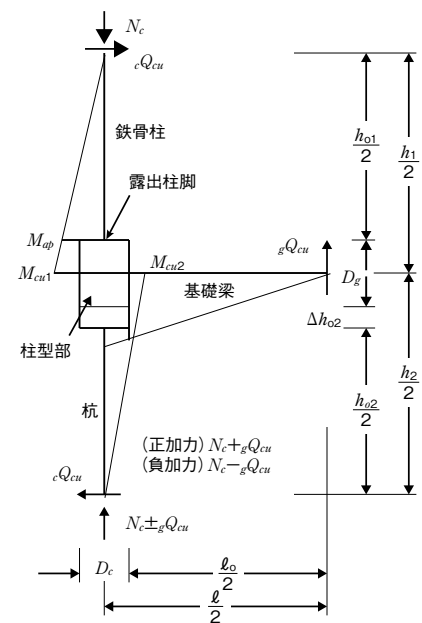


図5 最下階ト形、十字形柱型部の応力状態

R_{uD} ：表4の設計限界層間変形角

R_{80a} ：柱型部せん断余裕度 λ_p で決定する限界層間変形角（表5）

F_c ：コンクリートの設計基準強度

$(p_{jwh})_H = \frac{\phi n_H \cdot a_{wH}}{(B_c \cdot j_{tgo})}$ ：定着部拘束筋による等価横補強筋比

B_c ：柱型幅

n_H, a_{wH} ：定着部拘束筋の組数と1組の断面積

j_{tgo} ：基礎梁最外縁の上下主筋中心間距離

$\sigma_{wy}, \sigma_{wyH}$ ：柱型横補強筋と定着部拘束筋の降伏強度

RC構造設計指針7.1節²⁾と同様、柱型横補強筋の降伏強度 σ_{wy} は、SD295～SD390では規格降伏点の1.1倍、SD490、685N/mm²級と785N/mm²級では規格降伏点の1.0倍とする。また、定着部拘束筋の降伏強度 σ_{wyH} 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中の α_{wo}, β_w は、RC構造設計指針7.1節²⁾の表7.1と同様の値とし、式（6）の右辺の α_w は、接合部横補強筋量 $p_{jwh} \sigma_{wy} / \sigma_B$ に係わる補正係数として式（7）で定義している。

$$R_{80min} = R_{80a} \cdot \alpha_w \quad (6)$$

$$\alpha_w = \alpha_{wo} + \beta_w \cdot \left(\frac{\sum p_{jwh} \cdot \sigma_{wy}}{\sigma_B} \right) \quad (7)$$

■定着部拘束筋

定着部拘束筋は、XY方向とも、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）併用の1組以上とし、式（8）を満足しなければならない。

$$T_{Hy} \geq \gamma_{Hg} \cdot T_{gy} \quad (8)$$

$$T_{Hy} = A_H \cdot \sigma_{wyH}$$

$$T_{gy} = a_{gt} \cdot \sigma_{gy}$$

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

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）

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（ $\gamma_{Hg} = 0.1$ とする）

開発実験では、降伏ひずみ ε_y 到達時 $R = 20 \times 10^{-3}$ rad.以降、柱型横補強筋と定着部拘束筋の平均ひずみが急増することより、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向上に寄与していると判断できる。

既製品露出柱脚の検定方法

■検定計算フロー

図6に示すように、非保有耐力接合、保有耐力接合にかかわらず、各部構造規定検定の適否判定では、基礎梁主筋定着部、ならびに柱型横補強筋比と定着部拘束筋の適否を確認した後、非保有耐力接合の場合、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。

■検定計算の注意事項

- 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) 露出柱脚の検定に用いる1階鉄骨柱内法高さ h_{ol} は、1階構造階高 h_1 、基礎梁せい D_{g1} 、2層目鉄骨梁せい D_{g2} より、 $h_{ol} = h_1 - (D_{g1} + D_{g2})/2$ とする。
- 3) 本検定計算では、安全側に終局強度設計用柱せん断力 $Q_{cu} = cQ_{gu}$ とし、柱型部せん断設計条件による水平方向の柱型部終局強度設計用せん断力 V_{muh} は、図5より、1階鉄骨柱の反曲点位置 $h_{ol}/2$ 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長中央としている。

■JIS B 1220アンカーボルトの適用条件

鋼構造接合部設計指針⁵⁾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。この点は、一貫構造計算プログラムで確認し、保有耐力接合の場合、本編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、柱型部のせん断破壊を防止するために、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。

表4 設計限界層間変形角 R_{uD}

設計区分	
①	②
30	40

単位： $\times 10^{-3}$

表5 R_{80a} の算定式および補正係数 α_{wo}, β_w

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

■基礎梁下端1段筋曲げ上げ定着の場合

基礎梁下端筋が機械式定着の場合、露出柱脚部の実験¹⁾を基に、露出柱脚編3章(2)(c)の定着部拘束筋を配置することになっている。一方、基礎梁下端1段筋が曲げ上げ定着の場合、RC構造設計指針²⁾8.3節の解説(3)に準じ、基礎梁下端筋が2段筋または3段筋のL形接合部では、 $\ell_{ag} \geq \ell_{ao}$ 、 $\ell_{ag} \geq 16d_b$ かつ $\ell_{ag} \geq (3/4)D_c$ の場合、2段目および3段目の下端筋を機械式直線定着としてもよい。

ℓ_{ag} ：基礎梁下端筋定着長さ

ℓ_{ao} ：必要定着長さ

d_b ：基礎梁下端筋呼び名の値

D_c ：柱せい

また、基礎梁下端1段筋が曲げ上げ定着の場合、柱型部の横補強筋比 p_{jwh} は0.3%以上とし、定着部拘束筋は配置しなくてもよい。

一方、基礎梁主筋が機械式定着の場合、柱主筋の基礎梁下端筋以下の突出長さ C_{Bot} を規定にかかわらず、基礎梁下端1段筋が曲げ上げ定着の場合、RC構造設計指針²⁾14.2節(1)1)に準じ、柱主筋定着長さ ℓ_{ac} をJASS 5のフック付き定着長さ L_{2h} 以上、または直線定着長さ L_2 以上とすればよい。

おわりに

本稿③では、鉄骨露出柱脚・基礎梁主筋定着部編(2026年)の基本事項、基礎梁主筋定着部の設計、柱型部横補強筋規定、既製品露出柱脚の検定方法、ならびに既製品露出柱脚の柱型側面かぶり厚さ C_{sao} の規定について紹介した。

一方、露出柱脚編(2026年)3章の解説(2)では、JIS B 1220アンカーボルトを用いる設計の場合、鋼構造接合部設計指針⁵⁾7.2節(3)の設計条件を確認するとし、基礎梁下端1段筋が曲げ上げ定着の規定について付記した。

また、本編では、第三者機関の技術評価を取得した杭頭補強工法と杭頭半剛接合既設杭工法を適用してもよいとしている。

(ますお きよし)

【参考文献】

- 1) (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(2026年)，2026年6月
- 2) (一社)建築構造技術支援機構：SABTEC機械式定着工法RC構造設計指針(2026年)，2026年3月
- 3) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説，2021年
- 4) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建築物の靱性保証型耐震設計指針・同解説，1999年
- 5) 日本建築学会：鋼構造接合部設計指針7.2節「露出柱脚の設計」，pp.299-335，2021年

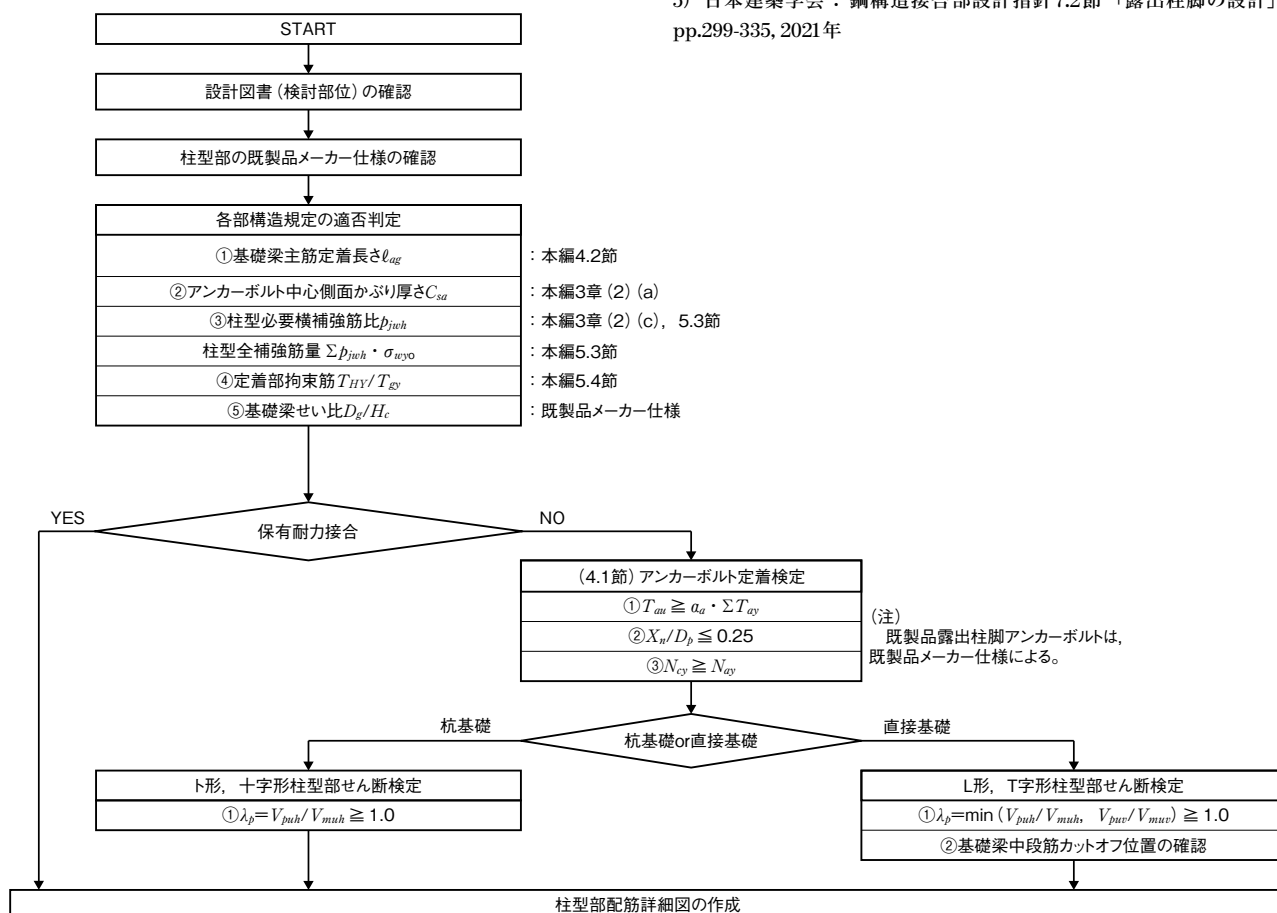


図6 検定算出フロー