

SABTEC指針4章と5章の改定概要

益尾 潔◎（一社）建築構造技術支援機構 代表理事

SABTEC 指針（2022年）発刊の経緯

当機構では、SABTEC技術評価を取得した機械式定着工法（写①）の共通設計指針として、SABTEC機械式定着工法設計指針（2014年）発刊後、機械式定着工法の使用実績を基に判明した設計規定を盛り込んだRC構造設計指針（2017年）およびRC構造設計指針（2019年）を発刊した。

また、当機構が組織した機械式定着工法実務研究会では、機械式定着工法の技術的諸課題の解決に向けて、2020～2021年の間に、AIJ鉄筋コンクリート構造保有水平耐力計算規準（2021年）20条「柱梁接合部」提案の柱梁強度比を踏まえたSABTEC指針検証報告¹⁾を公開した。

同検証報告では、梁せい D_g /柱せい D_c として定義したアスペクト比 ξ が大きい場合を除き、AIJ規準による柱梁強度比および強度低下率に係わらず、SABTEC機械式定着工法RC構造設計指針（以下、SABTEC指針）の規定を満足する場合、設計で保証すべき終局耐力と変形性能が確保されることを明らかにした。SABTEC指針では、接合部せん断余裕度 $\lambda_p \geq 1$ を満足し、かつ、梁主筋定着長さおよび接合部必要横補強筋比の規定を満足することとしている。

一方、田才ら²⁾の実験では、アスペクト比が大きいト形接合部の終局耐力実験値が、梁曲げ終局耐力に達しないことがあることを明らかにしている。

これらより、SABTEC指針（2022年）³⁾では、技術基準解説書⁴⁾による保有水平耐力計算の原則に従い、4.1節の終局強度設計の基本方針および4.2節の接合部せん断力の設計条件を規定し、田才らの実験²⁾で確認されたト形接合部のアスペクト比 ξ に関する知見を基に、5.2節では $\xi \geq 1.3$ のト形接合部

の終局強度設計用せん断力を規定し、これらと関連する7.1節の接合部横補強筋および14.1節の最下階柱基礎梁接合部のせん断設計を改定している。

SABTEC 指針による設計フロー

本設計指針による設計フローを、図1に示す。本指針による機械式定着工法の検定計算は、通常、ルート3の終局強度設計を基本とし、図1中の置き換え方式で行われる。

置き換え方式は、SABTEC指針10章（1）で定義するように、一貫構造計算プログラムで技術基準解説書の接合部せん断設計条件を確認する検定方式であり、一貫構造計算プログラムで作成された構造計算書を提出して建築確認を取得している骨組は、すべて置き換え方式を適用することができる。

置き換え方式の場合、図1に示すように、SABTEC指針10章（2）の構造規定より、SABTEC指針8.1節～8.3節の梁、柱主筋定着長さの検定およびSABTEC指針7.1節の接合部横補強筋比 p_{jwh} の検定が行われる。図1中では、置き換え方式に関連する箇所を太ゴシック体で表記している。

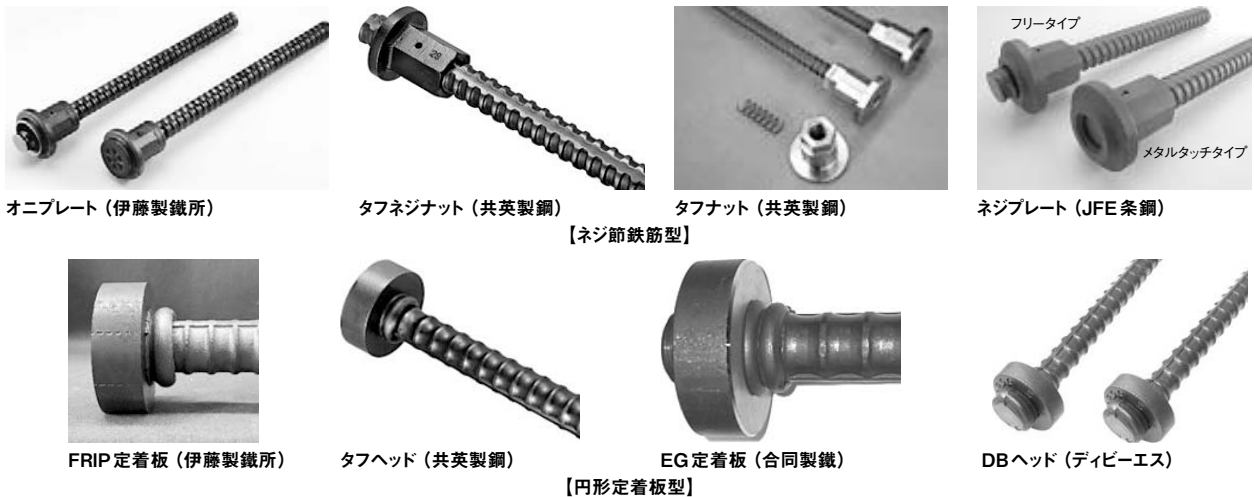
本連載第1回ではSABTEC指針4章と5章の改定概要について執筆し、本連載第2回ではSABTEC指針7.1節の改定概要として、接合部必要横補強筋比 p_{jwho} の規定を示すとともに、SABTEC指針14.1節の改定概要を示す。

SABTEC 指針 4 章の改定概要

◎4.1 終局強度設計の基本方針

(1) 柱梁接合部の目標性能①、②

4.1節の（1）項では、ト形、T形、L形、十字形接



① SABTEC技術評価を取得した機械式定着金物

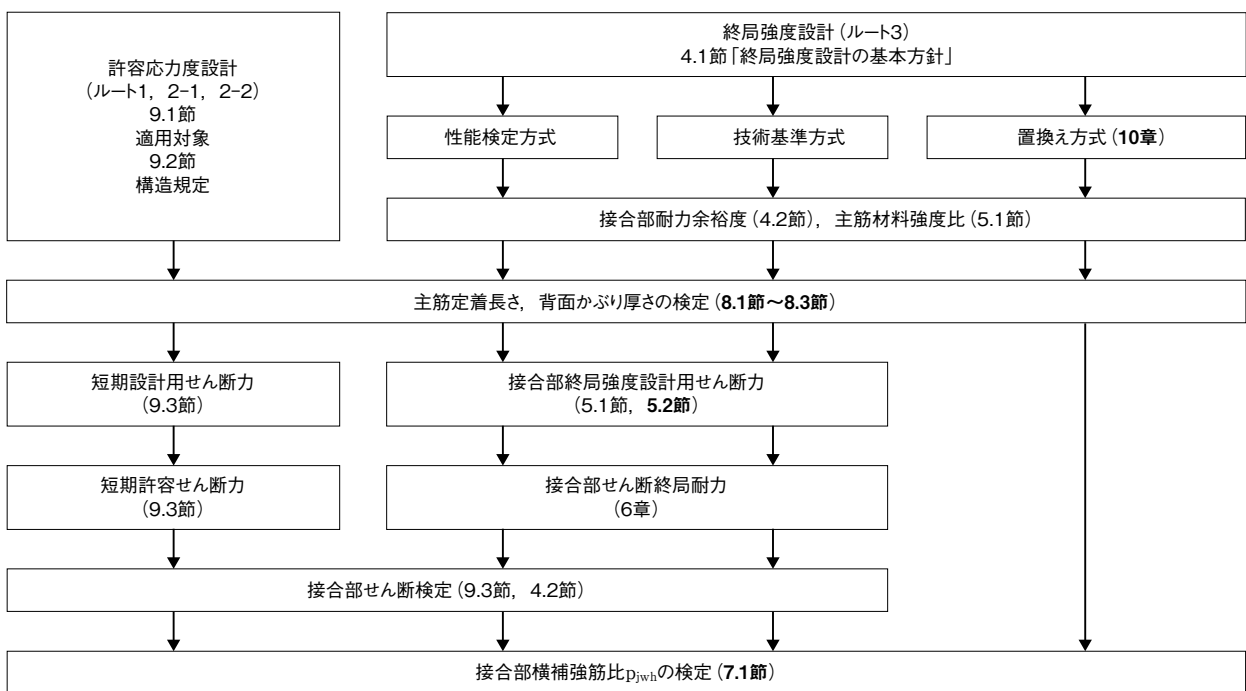


図1 SABTEC指針による設計フロー

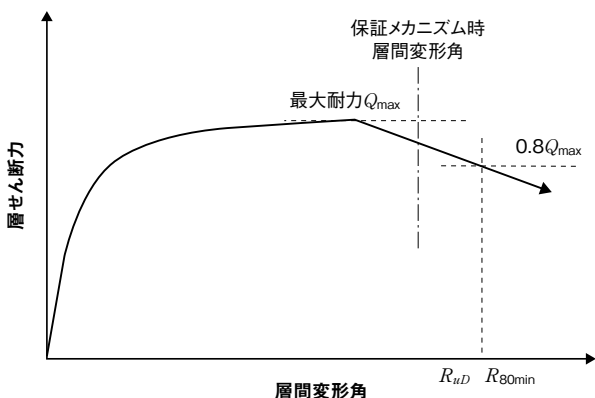


図2 保証限界層間変形角 R_{80min} と保証メカニズム時層間変形角 R_{ud}

合部について、目標性能①は接続する柱または梁の曲げ降伏を保証する終局耐力を有することとし、目標性能②は接続する柱または梁の曲げ降伏後の変

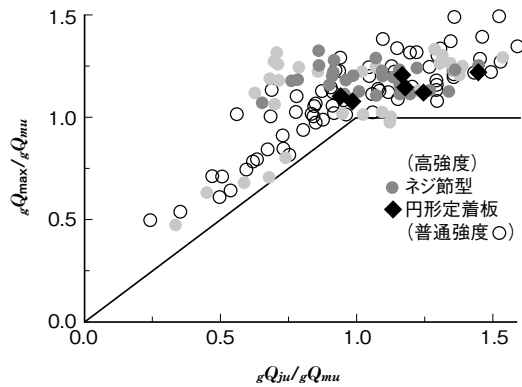
形性能を保証する終局耐力を有することとしている。

SABTEC指針では、RC純ラーメン架構の場合、梁または柱曲げ降伏後、早期の接合部せん断破壊防止の観点より、図2に示すように柱梁接合部の保証限界層間変形角 R_{80min} は保証メカニズム時層間変形角 R_{ud} 以上としている。

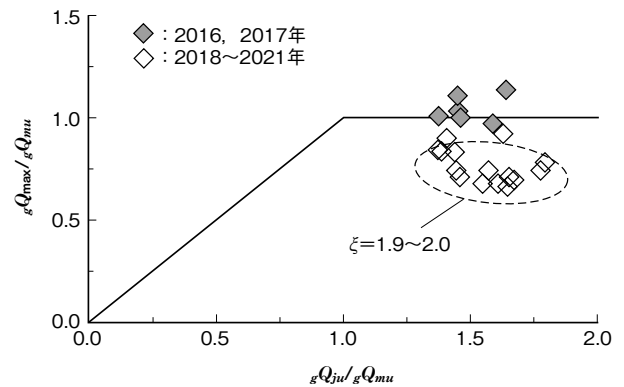
接合部実験によると、柱または梁の曲げ降伏後の柱梁接合部のせん断破壊は接合部横補強筋に依存するので、7.1節の接合部横補強筋では、保証限界層間変形角 R_{80min} を規定し、7.1節の解説で保証メカニズム時層間変形角 R_{ud} の算定式を定めている。

(2) 設計で想定する破壊形式

本設計指針で想定する破壊形式は、ト形、L形、



(a) SABTEC 指針を満足するアスペクト比 $\xi=1$ 程度の場合
 図3 ト形接合部の $gQ_{max}/gQ_{mu}-gQ_{ju}/gQ_{mu}$ 関係



(b) アスペクト比 ξ の影響を調べた田村らの実験²⁾の場合

十字形接合部では梁曲げ降伏型、T形接合部では柱曲げ降伏型としている。ただし、国交省告示⁴⁾による部材種別FA~FCの柱が接続するト形接合部および下記1)のL形接合部は柱曲げ降伏型、下記2)のT形接合部は梁曲げ降伏型としてもよい。

- 1) SABTEC 指針 12 章による定着スタブを設けて柱主筋定着破壊を防止するか、または 7.1 節 (1) により接合部横補強筋比 p_{jwh} を接合部必要横補強筋比 p_{jwho} 以上とした L 形接合部
- 2) SABTEC 指針 7.1 節, 7.2 節および 8.2 節の規定を満足する T 形接合部

◎ 4.2 接合部せん断力の設計条件

ト形、十字形接合部のせん断設計条件は、指針式 (4.1) を満足することとし、引張柱軸力 N を受けるト形接合部の場合、上下柱とも、 N は $0.75a_g \cdot \sigma_{y0}$ を超えないこととしている。 a_g は柱主筋の全断面積、 σ_{y0} は柱主筋の規格降伏点を示す。

$$V_{puh} > \lambda_p \cdot V_{muh} \quad (4.1)$$

λ_p : 接合部耐力余裕度で、 $\lambda_p \geq 1$ とする。

V_{muh} : 水平方向の接合部終局強度設計用せん断力

V_{puh} : 水平方向の接合部せん断終局耐力

SABTEC 指針 5 章の改定概要

◎ アスペクト比 ξ が 1 程度のト形接合部せん断終局耐力

アスペクト比 $\xi=1 \sim 1.3$ の高強度主筋と高強度コンクリートを含めたト形接合部実験の関係を、図 3 (a) に示す。同図では、接合部耐力余裕度 $gQ_{ju}/gQ_{mu} \geq 1$ を満足する場合、SABTEC 指針 8.1 節 (1) の梁主筋定着長さ l_{ag} と 7.1 節 (1) の接合部横補強筋比 p_{jwh} の

規定を満足する実験値については、耐力安全率 gQ_{max}/gQ_{mu} がおおむね 1 を上まわる¹⁾。

ここで、 gQ_{ju} は指針式 (解 5.15) のト形接合部終局耐力であり、同式中の gQ_{pu} は接合部せん断終局耐力時梁せん断力、 gQ_{au} は梁主筋側面剥離定着耐力時梁せん断力、 gQ_{cu} は梁主筋掻き出し定着耐力時梁せん断力を示し、 gQ_{max} は最大耐力実験値、 gQ_{mu} は梁曲げ終局耐力時梁せん断力を示す。

$$gQ_{ju} = \min (gQ_{pu}, gQ_{au}, gQ_{cu}) \quad (\text{解 5.15})$$

◎ 田村らによるアスペクト比 ξ が大きいト形接合部の実験

田村らによる実験²⁾では、図 3 (b) に示すように、アスペクト比 $\xi = D_g/D_c$ が 2 程度の場合、耐力安全率 gQ_{max}/gQ_{mu} が 0.6 程度になることがある。また、図 4 (a) のト形接合部の耐力安全率 gQ_{max}/gQ_{mu} - アスペクト比 ξ 関係によると、 $\xi = 1.1$ の実験では、耐力安全率 $gQ_{max}/gQ_{mu} = 0.97 \sim 1.1$ となり、 $\xi = 1.5 \sim 2.0$ の実験では、耐力安全率 gQ_{max}/gQ_{mu} の最小値は 0.67 となる。これらより、 $\xi = 2$ の時、最小値 $\gamma_{Emin} = 0.6$ として、アスペクト比による曲げ耐力低減係数 γ_E を指針式 (5.21) で評価している。

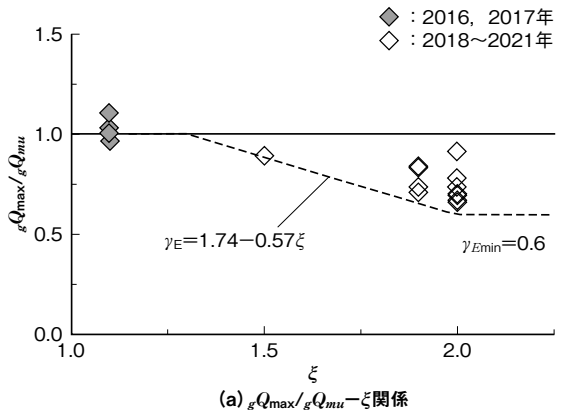
$$\gamma_E = 1.74 - 0.57 \xi \quad (5.21)$$

γ_E : アスペクト比による曲げ耐力低減係数

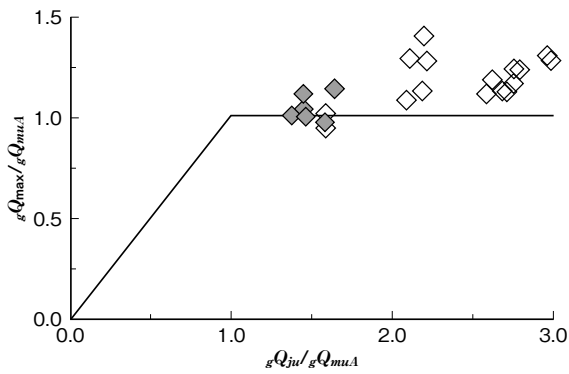
ただし、 $0.6 \leq \gamma_E \leq 1$ とする。

◎ アスペクト比 $\xi \geq 1.3$ のト形接合部の終局強度設計用せん断力

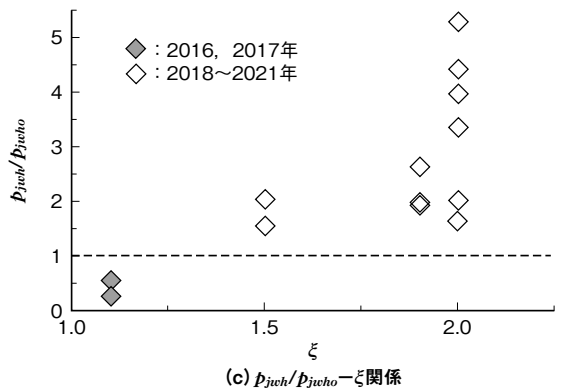
図 4 (b) の $gQ_{max}/gQ_{muA} - gQ_{ju}/gQ_{muA}$ 関係に示すように、曲げ耐力低減係数 γ_E を考慮した梁曲げ耐力時梁せん断力 gQ_{muA} は、指針式 (解 5.16) で評価できる。曲げ耐力低減係数 γ_E の減少傾向は、 $\xi \geq 1.3$ の場合、 ξ の増加に伴い、接合部横補強筋比 p_{jwh} が



(a) gQ_{max}/gQ_{mu} - ξ 関係



(b) gQ_{max}/gQ_{muA} - gQ_{ju}/gQ_{muA} 関係



(c) P_{juh}/P_{juho} - ξ 関係

図4 アスペクト比 $\xi \geq 1.3$ のト形接合部における梁曲げ耐力低減係数 γ_E の検討結果

小さい場合における接合部横補強筋による横拘束効果の低下に起因すると考えられる。同式中の梁基準曲げ終局耐力 M_{guo} はSABTEC指針5.1.1項の式(5.11)で算定している。 ℓ_o は梁内法スパン長を示す。

$$gQ_{muA} = \frac{\gamma_E \cdot M_{guo}}{\ell_o} \quad (\text{解5.16})$$

これらより、SABTEC指針5.2節(2)では、 $\xi \geq 1.3$ の場合、アスペクト比による曲げ耐力低減係数 γ_E を考慮した終局強度設計用せん断力 V_{muhA} を指針式(5.22)で算定し、接合部耐力余裕度 $\lambda_{pA} = V_{juh}/V_{muhA} \geq 1.5$ を規定している。

$$V_{muhA} = \gamma_E \cdot \xi_h \cdot \frac{M_{guo}}{\ell_o} \cdot \frac{\ell}{h} \quad (5.22)$$

ξ_h ：指針式(5.8)の架構形状による補正係数

M_{guo} ：指針式(5.11)の梁の基準曲げ終局耐力

ℓ ：スパン長

ℓ_o ：梁内法スパン長

h ：階高

また、図4(c)に示すように、 $\xi = 1.5 \sim 2.0$ の実験の場合、接合部横補強筋比に対する接合部必要横補強筋比倍率 $p_{juh}/p_{juho} \geq 1$ とすると、梁曲げ降伏後の変形性能が確保される。

p_{juho} は、SABTEC指針(2019年)の指針式(7.1)と同じSABTEC指針(2022年)の指針式(解7.2)で求めた接合部必要横補強筋比を表す。

おわりに

本連載第1回では、SABTEC指針(2022年)発刊の経緯およびSABTEC指針による設計フローを示したうえで、SABTEC指針4章の改定概要として、終局強度設計の基本方針を示すとともに、SABTEC 5章の改定概要では、アスペクト比 $\xi \geq 1.3$ のト形接合部について、せん断設計条件を明らかにした。

(ますお きよし)

【参考文献】

- 1) 益尾潔：AIJ規準による柱梁強度比を踏まえたSABTEC指針検証報告第1回SABTEC指針検証報告の概要，建築技術2021年5月号，pp.54～58，第2回SABTEC指針による柱梁接合部の終局耐力と変形性能の評価，建築技術2021年6月号，pp.176～180，第3回柱梁強度比および強度低下率を踏まえた終局耐力と変形性能の評価，建築技術2021年7月号，pp.52～56，東大実験によるト形接合部の終局耐力と変形性能の評価結果に関する修正報告，建築技術2021年11月号，pp.147。
- 2) 田才晃ほか：RC造ト形柱梁接合部の構造性能に関する実験的研究-接合部のアスペクト比，接合部せん断補強筋位置による影響の検証，その1その2，日本建築学会大会梗概集，構造IV，pp.663-666，2018年9月，アスペクト比の大きいRC造ト形柱梁接合部の構造性能に関する実験的研究，その1その2，日本建築学会大会梗概集，構造IV，pp.123-126，2019年9月，RC造ト形柱梁接合部の構造性能に関する実験的研究-接合部降伏破壊に及ぼすアスペクト比と補強量の検証，その1その2，日本建築学会大会梗概集，構造IV，pp.371-374，2020年9月，その3～その5，日本建築学会大会梗概集，構造IV，pp.365-370，2021年9月
- 3) (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(2022年)，2022年4月
- 4) 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：2020年版建築物の構造関係技術基準解説書，2020年