

# SABTEC指針7.1節と14.1節の改定概要

益尾 潔◎（一社）建築構造技術支援機構 代表理事

## SABTEC 指針 7.1 節の改定概要

### ◎接合部横補強筋比の規定

本連載第1回のSABTEC指針5章の改定概要では、アスペクト比 $\xi \geq 1.3$ のト形接合部のせん断設計条件を示し、第2回のSABTEC指針7.1節の改定概要では、4.1節で定義した目標性能①と②に対して、SABTEC指針7.1節(1)において、梁または柱の曲げ降伏後、早期の接合部せん断破壊防止のために、ト形、T形、L形、十字形接合部ともに指針式(7.1)の接合部横補強筋比 $p_{jwh}$ は接合部必要横補強筋比 $p_{jwh0}$ 以上とするとしている。

$$p_{jwh} = n_h \cdot \frac{a_{wh}}{B_c \cdot j_{lgo}} \quad (7.1)$$

$B_c$ ：柱幅

$j_{lgo}$ ：梁最外縁主筋の上下中心間距離

$n_h$ ： $j_{lgo}$ 区間内の接合部横補強筋の組数

$a_{wh}$ ：接合部横補強筋1組の断面積

### ◎接合部横補強筋の配置

SABTEC指針7.1節(2)では、ト形、T形、L形、十字形接合部ともに、図1に示すように梁上下主筋中心と直近の接合部横補強筋中心との距離を $2d_b$ 程度以下とし、 $j_{lgo}$ 区間に接合部横補強筋をできるだけ均等に配置するとしている。 $d_b$ は梁主筋呼び名の値を示す。

### ◎保証限界層間変形角 $R_{80min}$

SABTEC指針7.1節(3)では、梁または柱の曲げ降伏後、早期の接合部せん断破壊防止のために、指針式(7.2)の保証限界層間変形角 $R_{80min}$ を規定している。同式中の $R_{80a}$ は接合部耐力余裕度 $\lambda_p$ で決まる限界層間変形角、 $\alpha_w$ は接合部横補強筋量 $p_{jwh} \cdot \sigma_{wy} / F_c$ による補正係数としている。

$$R_{80min} = R_{80a} \cdot \alpha_w \quad (7.2)$$

$$\alpha_w = \alpha_{w0} + \beta_w \cdot \left( p_{jwh} \cdot \frac{\sigma_{wy}}{F_c} \right) \quad (7.3)$$

$R_{80a}$ ：接合部耐力余裕度 $\lambda_p$ で決まる限界層間変形角

$\alpha_w$ ：接合部横補強筋量 $p_{jwh} \cdot \sigma_{wy} / F_c$ による補正係数

$\alpha_{w0}$ 、 $\beta_w$ ：表7.1の補正係数

$\sigma_{wy}$ ：接合部横補強筋の降伏強度

$F_c$ ：コンクリートの設計基準強度

表7.1中の片側、両側直交梁付きは、接合部被覆率が50%以上の係数 $\alpha_{w0}$ 、 $\beta_w$ であり、接合部被覆率は、加力構面に平行な接合部側面の見付面積に対する見付面積内の直交梁断面積の比率としている。

一方、SABTEC指針4.2節では接合部耐力余裕度 $\lambda_p \geq 1$ とし、5.1節では柱梁接合部の終局強度設計用せん断力を規定し、6章では接合部せん断終局耐力を規定している。

### ◎限界層間変形角 $R_{80}$ に及ぼす接合部横補強筋および直交梁の効果

規準化梁せん断力 $Q_g / g Q_{mu}$ －層間変形角 $R$ 関係に及ぼす接合部横補強筋および直交梁の効果<sup>3)</sup>を、図2と3に示す。

図2によると、SD295および785N/mm<sup>2</sup>級接合部横補強筋を用いた中子筋あり試験体(K3-40-6, K4-60-6)の梁曲げ降伏後の変形性能は、接合部横補強筋の拘束効果により、中子筋なし試験体(K3-40-3, K4-60-3)よりも改善される。

また、図3によると、片側直交梁付き、両側直交梁付きト形接合部の梁曲げ降伏後の変形性能は、直交梁なしに比べて改善される。

これらの実験的知見を基に、保証限界層間変形角 $R_{80min}$ が指針式(7.2)で定式化され、表7.1の補正係数 $\alpha_{w0}$ 、 $\beta_w$ の値が定められている。

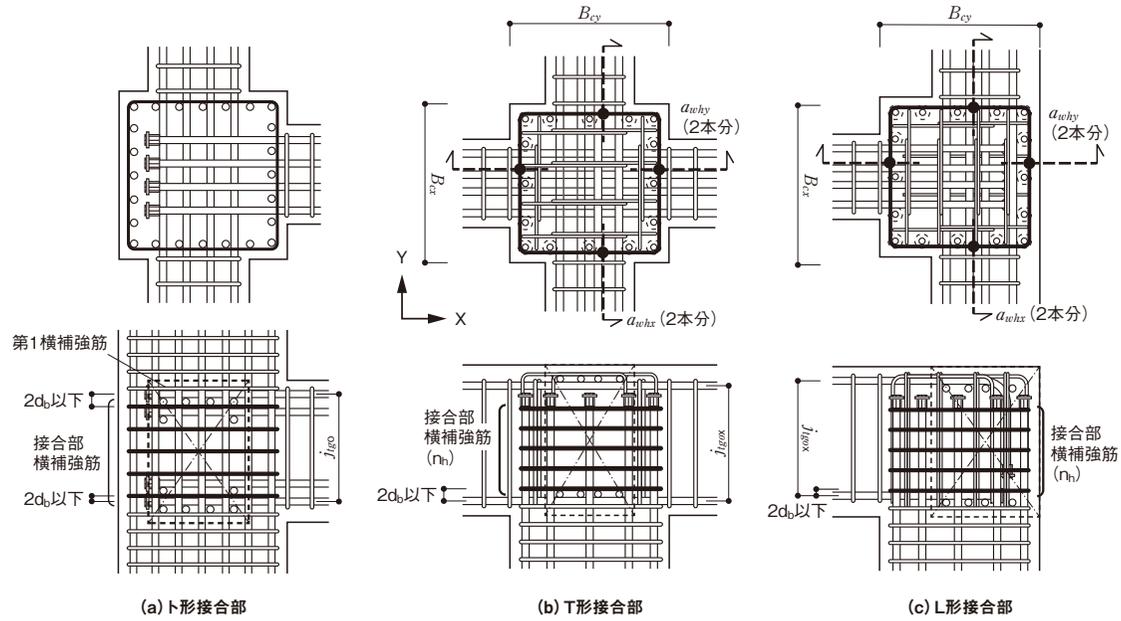


図1 接合部横補強筋の配筋詳細

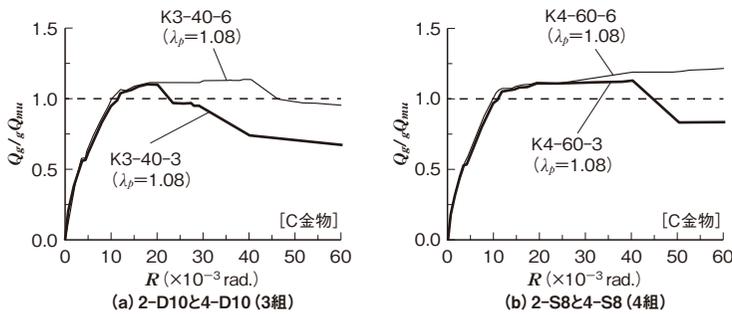


図2  $Q_g/gQ_{mu}$ - $R$ 関係に及ぼす接合部横補強筋の効果<sup>3)</sup>

—: 直交梁なし    — — —: 片側直交梁付き    - - - -: 両側直交梁付き

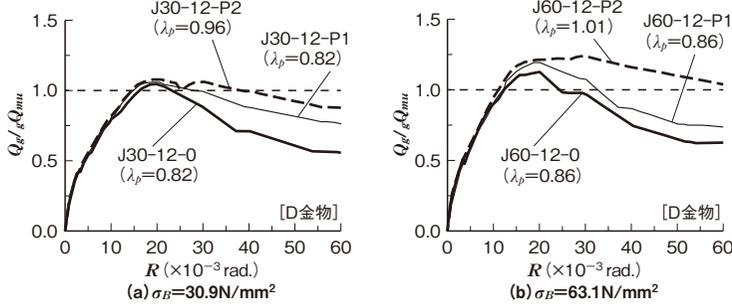


図3  $Q_g/gQ_{mu}$ - $R$ 関係に及ぼす直交梁の効果<sup>3)</sup>

◎接合部必要横補強筋比  $p_{jwho}$  の算定式

SABTEC指針7.1節の解説(4)では、SABTEC指針4.1節の解説(2)で定義した保証メカニズム時層間変形角  $R_{uD}$  と指針式(7.2)の保証限界層間変形角  $R_{80min}$  を等値することで、接合部必要横補強筋比  $p_{jwho}$  が指針式(解7.2)で導出される。

$$p_{jwho} = \left( \frac{R_{uD}}{R_{80a}} - \alpha_{wo} \right) \cdot \frac{F_c}{\beta_w \cdot \sigma_{wy}} \quad (\text{解7.2})$$

一方、保証メカニズム時層間変形角  $R_{uD}$  は、解表7.1に示すように、靱性保証型指針<sup>4)</sup>に示された梁、柱の終局部材角の目安値(梁: 1/50, 柱: 1/67)に、目標性能②について安全率2を乗じた値を基本としている。すなわち、目標性能①と②の  $R_{uD}$  は

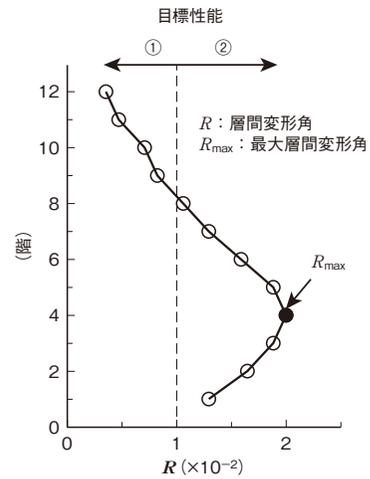


図4  $D_s$ 算定時層間変形角分布<sup>4)</sup>

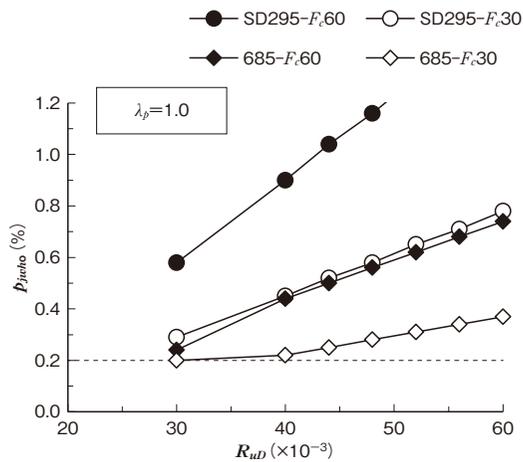


図5 接合部必要横補強筋比 $p_{jwho}$ —保証メカニズム時層間変形角 $R_{uD}$ 関係

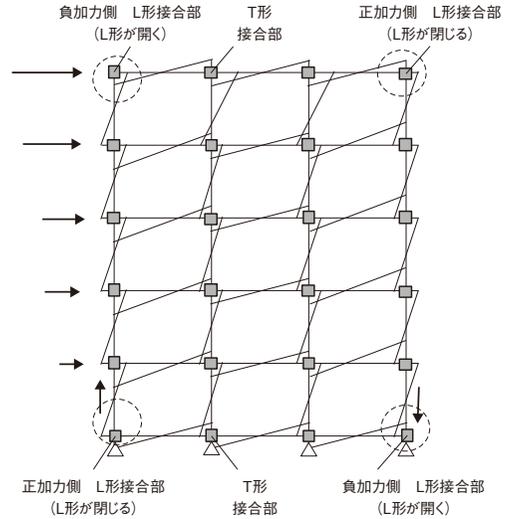


図6 水平力を受ける上部骨組分離モデル

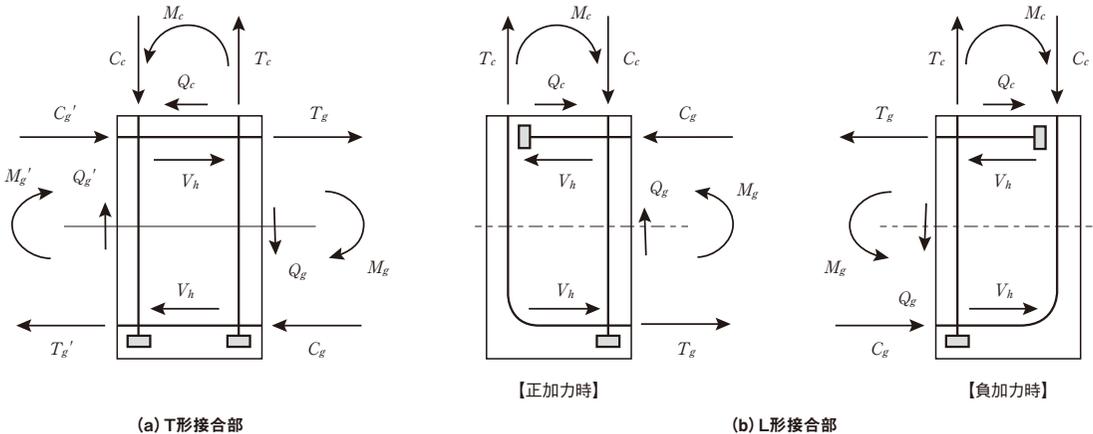


図7 最下階T形接合部およびL形接合部の $D_S$ 算定時応力

SABTEC指針(2019年)の表4.1による設計区分I, IIの $R_{uD}$ に安全率2を乗じた値とすることを基本とし、目標性能①の値は設計区分Iの値を丸めている。

通常、 $D_S$ 算定時層間変形角は $1/150 \sim 1/100$ になると、柱または梁が材端部材角に降伏ヒンジが形成されることより、図4に示すように、 $D_S$ 算定時層間変形角が $1/100$ 以上の場合を目標性能②、 $1/100$ 未満の場合を目標性能①とすればよく、実用上、最上階のT形、L形接合部および最下階の逆T形、逆L形接合部は目標性能①、それ以外の柱梁接合部は目標性能②としてもよい。

#### ◎接合部必要横補強筋比 $p_{jwho}$ の算定結果

式(解7.2)による接合部必要横補強筋比 $p_{jwho}$ の算定結果を、図5に示す。この場合、直交梁なしの梁曲げ降伏先行型ト形接合部について、接合部耐力余裕度 $\lambda_p=1.0$ 、接合部横補強筋鋼種をSD295およ

び685N/mm<sup>2</sup>級とし、コンクリートの設計基準強度 $F_c$ を30N/mm<sup>2</sup>と60N/mm<sup>2</sup>としている。

靱性保証型指針による梁の終局部材角の目安値(1/50)に、目標性能②の安全率2を乗じた値を同図の横軸 $R_{uD}=40 \times 10^{-3}$ とすると、SD295接合部横補強筋の場合、 $F_c 30\text{N/mm}^2$ では $p_{jwho}=0.45\%$ 、 $F_c 60\text{N/mm}^2$ では $p_{jwho}=0.90\%$ となり、685N/mm<sup>2</sup>級接合部横補強筋の場合、 $F_c 30\text{N/mm}^2$ では $p_{jwho}=0.22\%$ 、 $F_c 60\text{N/mm}^2$ では $p_{jwho}=0.44\%$ となる。なお、同図中には建築基準法施行令第77条による柱の最小帯筋比0.2%を示している。

一方、4.1節(2)で定義する柱曲げ降伏型のT形接合部の場合、靱性保証型指針による柱の終局部材角の目安値(1/67)に、目標性能②の安全率2を乗じた値( $R_{uD}=30 \times 10^{-3}$ )とし、目標性能①の $R_{uD}$ は目標性能②の $R_{uD}$ を(2/3)倍した値( $R_{uD}=20 \times 10^{-3}$ )としている。

表 7.1  $R_{80a}$  の算定式および補正係数  $\alpha_{w0}$ ,  $\beta_w$

	$R_{80a}$ の算定式	$\alpha_{w0}$			$\beta_w$
		直交梁なし	片側直交梁付き	両側直交梁付き	
ト形、十字形接合部	$R_{80a} = 0.03 \lambda_p$	0.4	0.6	1.0	19
T形接合部	$R_{80a} = 0.024 \lambda_p$	0.6	0.7	1.2	4.8
L形接合部	$R_{80a} = 0.03 \lambda_p$	0.6	0.8	1.2	8.9

解表 7.1 保証メカニズム層間変形角  $R_{uD}$

接合部に接続する部材の破壊形式	目標性能	
	①	②
梁曲げ降伏型	30	40
柱曲げ降伏型	20	30

(単位:  $\times 10^3$ )

解表 7.2 検討対象ト形接合部の梁、柱諸元

	$F_c$ N/mm <sup>2</sup>	梁断面 (mm)		梁配筋 (定着長さ)					柱断面 (mm)		柱軸力比 $N_c / (F_c B_c D_c)$	柱配筋			
		$B_g$	$D_g$	鋼種	配筋	$\rho_t$	$l_{ag}$ (mm)	$l_{ag} / D_c$	$l_{ag} / d_b$	$B_c$		$D_c$	主筋		
											鋼種		配筋	$\rho_g$	
CASE1	30	600	850	SD390	6+5-D32	2.06%	750	0.75	23.4	1,000	1,000	0.15	SD390	12-D38	1.37%
CASE2	40			SD490	6+5-D32	2.06%	750	0.75	23.4			0.15	SD490	12-D38	1.37%

解表 7.3 強度低下率  $\beta_j$  の検討結果

	接合部				接合部余裕度				AIJ 保有耐力基準	
	横補強筋			$p_{jwh} / p_{jwho}$	$gQ_{cu} / gQ_{mu}$	$gQ_{au} / gQ_{mu}$	$gQ_{cu} / gQ_{mu}$	$\lambda_p$	$\Sigma M_{cu} / M_{gu}$	$B_j$
	配筋	$p_{jwh}$	$p_{jwho}$							
CASE1	6組-2D13	0.23%	0.20%	1.15	1.07	1.67	2.21	1.07	4.16	1.34
CASE2	8組-2D13	0.31%	0.27%	1.14	1.04	1.63	2.07	1.04	4.27	1.38

### ◎ SABTEC 指針の検定値と AIJ 保有水平耐力規準の強度低下率 $\beta_j$ の比較検討

本検討では、解表 7.2 に示すように (CASE1)  $F_c$  30 と SD390 梁主筋、(CASE2)  $F_c$  40 と SD490 梁主筋について、梁主筋引張鉄筋比  $\rho_t = 2.06\%$ 、梁主筋定着長さ比  $l_{ag} / D_c = 0.75$ 、長期相当柱軸力  $0.15 F_c B_c D_c$  とし、検定条件①接合部横補強筋比倍率  $p_{jwh} / p_{jwho} \geq 1.0$ 、②接合部耐力余裕度  $\lambda_p \geq 1.0$  に対して、AIJ 保有水平耐力規準の強度低下率  $\beta_j$  を算定した。

この場合、685N/mm<sup>2</sup>級高強度せん断補強筋を接合部横補強筋とし、SABTEC 指針検証報告<sup>1)</sup>と同様、指針式 (5.10) と指針式 (5.11) を用いて柱梁強度比  $\Sigma M_{cu} / M_{gu}$  を算定した。

解表 7.3 に示すように、SABTEC 指針の検定値「接合部横補強筋比倍率  $p_{jwh} / p_{jwho} = 1.14 \sim 1.15$ 、接合部耐力余裕度  $\lambda_p = 1.04 \sim 1.07$ 」は、SABTEC 指針の最小検定値に近く、AIJ 保有水平耐力計算規準の強度低下率  $\beta_j = 1.34 \sim 1.38$  は、AIJ 保有水平耐力規準 20 条の解説 4. に示された強度低減率  $\beta_j$  の限界値 1.0 を上まわる。これらより、SABTEC 指針の検定条件を満足するト形接合部の検定値は、AIJ 保有水平耐力規準の強度低下率  $\beta_j$  の限界値を上まわるといえる。

## SABTEC 指針 14.1 節の改定概要

①通常、分離モデル (図 6) による弾塑性解析より、図 7 に示すように、最下階柱基礎梁接合部の終局強度設計用せん断力  $V_{muh}$  は、 $D_s$  算定時基礎梁応

力を用いて算定される。

②分離モデルでは、最下階柱基礎梁接合部は L 形と T 形接合部となるので、SABTEC 指針 14.1 節では建築基準法施行令第 93 条 (地盤基礎杭) に基づき、杭基礎と接続するト形接合部は検討対象外としている。

### おわりに

SABTEC 指針 7.1 節では、梁または柱の曲げ降伏後、早期の接合部せん断破壊防止のために、指針式 (7.2) の保証限界層間変形角  $R_{80min}$  を規定したうえで、接合部必要横補強筋比倍率  $p_{jwh} / p_{jwho} \geq 1$  を規定した。また、SABTEC 指針の検定条件を満足するト形接合部の検定値は、AIJ 保有水平耐力規準の強度低下率  $\beta_j$  の限界値を上まわることを明らかにした。

一方、SABTEC 指針 14.1 節では、建築基準法施行令第 93 条 (地盤及び基礎杭) に基づき、杭基礎と接続するト形接合部は検討対象外とした。

(ますお きよし)

### 【参考文献】

- 1) 益尾 潔：本連載 第 1 回 RC 構造設計指針 4 章と 5 章の改定概要、建築技術 2022 年 7 月号、pp.36~39
- 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 (2022 年)、2022 年 4 月
- 3) 益尾 潔、足立 将人：機械式定着による RC 造ト形柱梁接合部の構造性能、日本建築学会構造系論文集、第 627 号、pp.819-826、2008 年 5 月
- 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：鉄筋コンクリート構造保有水平耐力計算規準・同解説 (2021 年)