

# SABTEC機械式定着工法 RC構造設計指針(2026年)

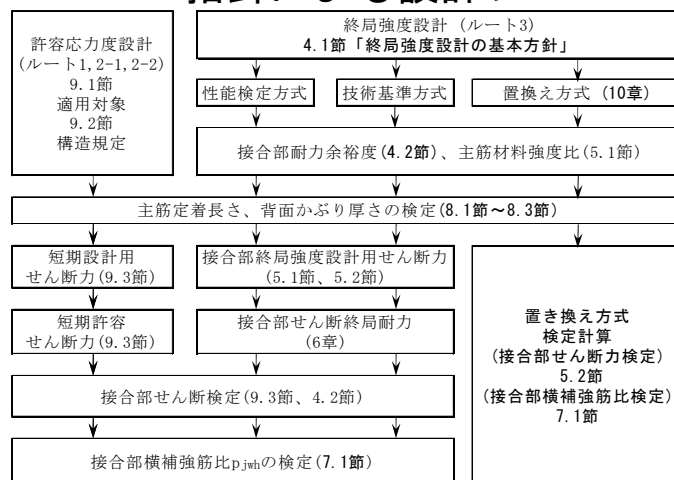
・当機構では、SABTEC機械式定着工法 設計指針(2014年)発刊後、RCS混合構造設計指針(2017年)の発刊に伴い、2017年版と2019年版ではRC構造設計指針を発刊し、2022年版では、AIJ鉄筋コンクリート構造保有水平耐力計算規準(2021年) 20条「柱梁接合部」を踏まえ、アスペクト比 $\geq 1.3$ のT形接合部のせん断設計を規定している。

・また、2026年版では、接合部配筋詳細の実務課題解決に向け、応用設計編11.2節の解説(5)で鉛直段差梁付きかつ水平段差梁付き接合部の接合部横補強筋比 $p_{jwh}$ を規定し、上階柱絞リT形接合部実験を基に、応用設計編13.2節「上階柱絞リ柱梁接合部」と解説(4)(b)ピロティ柱梁接合部の配筋詳細例を盛り込み、Tヘッド定着工法追加に伴い柱梁主筋外定着編を改定している。

## (一社) 建築構造技術支援機構 — SABTEC機構 —

### SABTEC指針による設計フロー

設計2-2



通常、機械式定着工法の検定計算は、ルート3の終局強度設計を基本とし、置き換え方式で行われ、上図では、置き換え方式の検定計算箇所をゴシック体で表記している。

## 4.1 終局強度設計の基本方針

設計2-3

### 【ト形、T形、L形、十字形接合部】

- ・ 目標性能①: 接合部に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。
- ・ 目標性能②: 接合部に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。

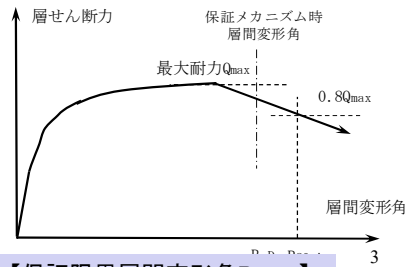
### 【4.2 接合部せん断力の設計条件】

ト形、十字形接合部のせん断設計条件:  $V_{puh} > \lambda_p \cdot V_{muh}$  (4.1)

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

- ・ 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、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。

- ・ 柱または梁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ことより、7.1節では、保証限界層間変形角 $R_{80min}$ を規定し、保証メカニズム時層間変形角 $R_{uD}$ を定義している。

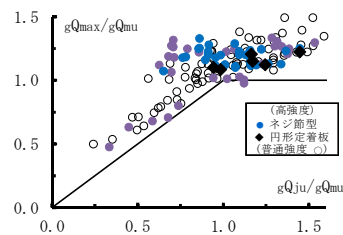


【保証限界層間変形角 $R_{80min}$ 】

## SABTEC指針5章

### 【アスペクト比 $\xi=1$ 程度のト形接合部の終局耐力】

- ・ アスペクト比 $\xi=1 \sim 1.3$ の高強度材料を含むト形接合部実験では、右図のように、接合部耐力余裕度 $g_{Qju}/g_{Qmu} \geq 1$ を満足し、かつ、SABTEC指針8.1節(1)の梁主筋定着長さ $l_{ag}$ および7.1節(1)の接合部横補強筋比 $p_{jwh}$ の規定を満足する場合、耐力安全率 $g_{Qmax}/g_{Qmu}$ は概ね1を上回る。



$g_{Qju}$ : 式(解5.15)のト形接合部終局耐力  
 $g_{Qju} = \min(g_{Qpu}, g_{Qau}, g_{Qcu})$  (解5.15)

$g_{Qpu}$ : 接合部せん断終局耐力時梁せん断力  
 $g_{Qau}$ : 梁主筋側面剥離定着耐力時梁せん断力  
 $g_{Qcu}$ : 梁主筋掻き出し定着耐力時梁せん断力

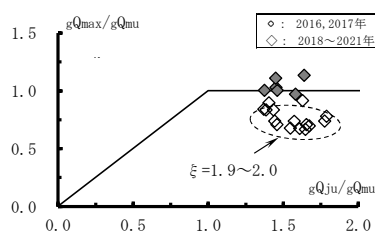
スペクト比 $\xi=1$ 程度のト形接合部の  
 $g_{Qmax}/g_{Qmu} - g_{Qju}/g_{Qmu}$ 関係  
 $g_{Qmax}$ : 最大耐力実験値  
 $g_{Qmu}$ : 梁曲げ終局耐力時梁せん断力

## アスペクト比ξが大きいT形接合部の実験

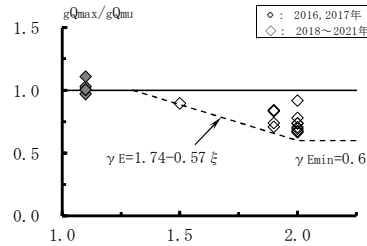
設計2-20, 21

- ・ 図1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 $g_{Qmax}/g_{Qmu}$ が0.6程度になることがあり、耐力安全率 $g_{Qmax}/g_{Qmu}$ —アスペクト比 $\xi$ 関係(図2)によると、 $\xi = 1.1$ の実験では、耐力安全率 $g_{Qmax}/g_{Qmu} = 0.97 \sim 1.1$ となり、 $\xi = 1.5 \sim 2.0$ の実験では、耐力安全率 $g_{Qmax}/g_{Qmu}$ 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 $\gamma_E$ を指針式(5.21)で評価している。

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



アスペクト比 $\xi$ の影響を調べた  
田才らの実験の場合  
図1  $g_{Qmax}/g_{Qmu}$ — $g_{Qju}/g_{Qmu}$ 関係



アスペクト比 $\xi$ の影響を調べた  
田才らの実験の場合  
図2  $g_{Qmax}/g_{Qmu}$ — $\xi$ 関係

5

## 接合部横補強筋比に対する 接合部必要横補強筋比倍率 $p_{jwh}/p_{jwho}$

設計2-21

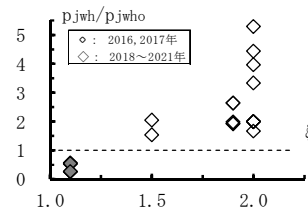
- ・  $\xi = 1.5 \sim 2.0$ の実験より、下図に示すように、接合部横補強筋比に対する接合部必要横補強筋比倍率 $p_{jwh}/p_{jwho} \geq 1$ とする。
- ・  $p_{jwho}$ は接合部必要横補強筋比であり、指針式(解7.2)で求められる。

$$p_{jwho} = \{(RuD/R80a) - \alpha_{wo}\} \cdot F_c / (\beta_w \cdot \sigma_{wy}) \quad (解7.2)$$

$RuD$ : 保証メカニズム時層間変形角

$R80a$ : 接合部耐力余裕度 $\lambda_p$ で決まる限界層間変形角、 $\alpha_{wo}, \beta_w$ : 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



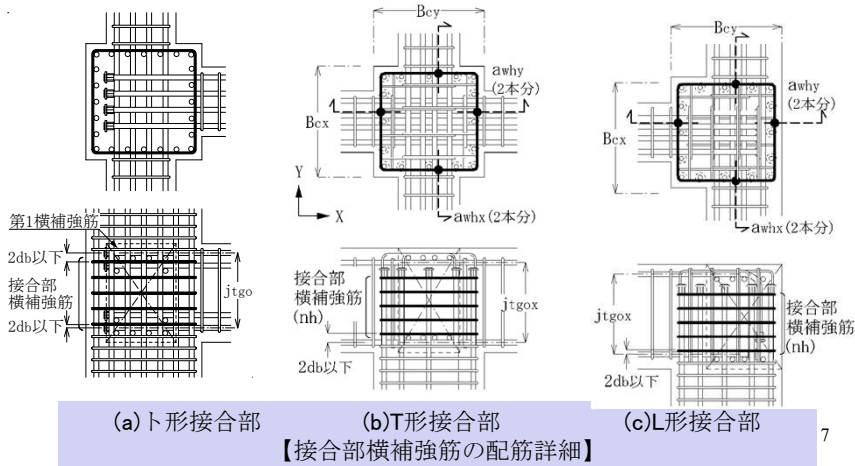
アスペクト比 $\xi$ の影響を調べた田才らの実験  
解図5.11(b)  $p_{jwh}/p_{jwho}$ — $\xi$ 関係

6

## SABTEC指針7.1節 【接合部横補強筋比の規定】

設計2-26

SABTEC7.1節(1)では、ト形、T形、L形、十字形接合部ともに、4.1節で定義した目標性能①と②に対して、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、接合部横補強筋比 $p_{jwh}$ は接合部必要横補強筋比 $p_{jwho}$ 以上とし、接合部横補強筋の配置(下図)を規定している。



7

## 【保証限界層間変形角R80min】

設計2-27

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、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。

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

$$\alpha_w = \alpha_{wo} + \beta_w \cdot (p_{jwh} \cdot \sigma_{wy}/F_c) \quad (7.3)$$

$R_{80a}$ : 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

$\alpha_{wo}, \beta_w$ : 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

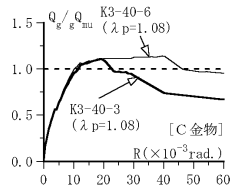
表7.1  $R_{80a}$ の算定式および補正係数 $\alpha_{wo}, \beta_w$

	$R_{80a}$ の算定式	$\alpha_{wo}$			$\beta_w$
		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

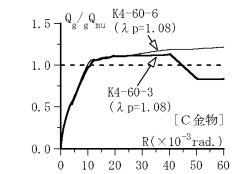
8

限界層間変形角R80に及ぼす接合部横補強筋と直交梁の効果

・ 図1では、SD295と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、図2では、片側直交梁付き、両側直交梁付き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。

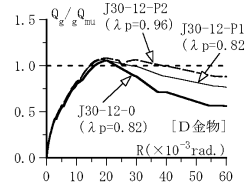


(a) 2-D10と4-D10 (3組)

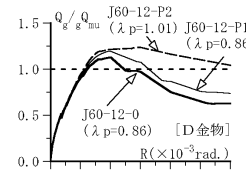


(b) 2-S8と4-S8 (4組)

図1 接合部横補強筋の効果



(a)  $\sigma_B=30.9\text{N/mm}^2$



(b)  $\sigma_B=63.1\text{N/mm}^2$

図2 直交梁の効果

【接合部必要横補強筋比pjw<sub>ho</sub>の算定式】

・ SABTEC指針7.1節では、SABTEC指針4.1節で定義する目標性能①、②を基に、保証限界層間変形角R80minは保証メカニズム時層間変形角RuD以上とし、保証メカニズム時層間変形角RuDと指針式(7.2)の保証限界層間変形角R80minを等値することで、接合部必要横補強筋比pjw<sub>ho</sub>の指針式(解7.2)が導出される。

$$p_{jw_{ho}} = [(RuD/R80a) - \alpha w_o] \cdot F_c / (\beta w \cdot \sigma_{wy}) \quad (解7.2)$$

・ 解表7.1の保証メカニズム時層間変形角RuDは、靱性保証型指針に示された梁、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、SABTEC指針(2019年)による表4.1の設計区分 I、IIの設計限界層間変形角RuDに安全率2を乗じて丸めた値としている。

解表7.1 保証メカニズム時層間変形角RuD

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:  $\times 10^{-3}$ )

【接合部必要横補強筋比 $p_{jwho}$ の算定結果】 設計2-4. 30

・ 通常、層間変形角 $1/150 \sim 1/100$ では、柱または梁が材端部に降伏ヒンジが形成されるので、図1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とする。実用上、最上階のT形および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。

・ 図2では、梁曲げ降伏先行型の直交梁なし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685 $N/mm^2$ 級、コンクリートの設計基準強度 $F_c$ を30  $N/mm^2$ と60  $N/mm^2$ とし、指針式(解7.2)の接合部必要横補強筋比 $p_{jwho}$ を示している。同図によると、 $R_{uD}=40 \times 10^{-3}$ 時には、SD295の場合、 $F_c30$ では $p_{jwho}=0.45\%$ 、 $F_c60$ では、 $p_{jwho}=0.90\%$ となり、685  $N/mm^2$ 級接合部横補強筋の場合、 $F_c30$ では $p_{jwho}=0.22\%$ 、 $F_c60$ では $p_{jwho}=0.44\%$ となる。

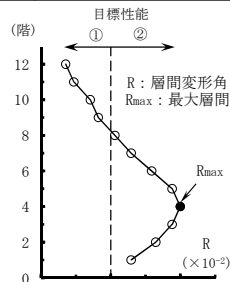


図1  $D_s$ 算定時層間変形角分布

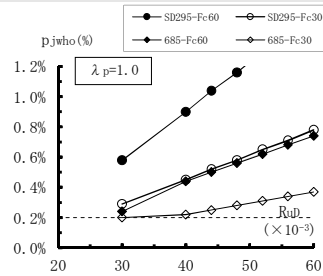


図2 接合部必要横補強筋比 $p_{jwho}$ —保証メカニズム時層間変形角 $R_{uD}$ 関係

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 設計2-32

・ 本検討では、解表7.2に示すように、(CASE1)  $F_c30$ とSD390梁主筋、(CASE2)  $F_c40$ とSD490梁主筋としたト形接合部について、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 $\lambda_p \geq 1.0$ とした検定条件に対して、AIJ保有水平耐力規準の強度低下率 $\beta_j$ を算定する。その際、685 $N/mm^2$ 級接合部横補強筋とし、梁主筋引張鉄筋比 $p_t=2.06\%$ 、梁主筋定着長さ比 $l_{ag}/D_c=0.75$ 、長期相当柱軸力 $0.15F_cB_cD_c$ とした。

解表7.2 検討対象ト形接合部の梁、柱諸元

	$F_c$ $N/mm^2$	梁断面 (mm)		梁配筋 (定着長さ)					柱断面 (mm)		柱軸力比 $N_c/(F_cB_cD_c)$	柱配筋			
		$B_g$	$D_g$	主筋			$l_{ag}$ (mm)	$l_{ag}/D_c$	$l_{ag}/d_b$	$B_c$		$D_c$	主筋		
				鋼種	配筋	$p_t$							鋼種	配筋	$p_g$
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%

(記号)  $h=2,800mm$ : 階高、 $l=8,000mm$ : スパン長

$F_c$ : コンクリート設計基準強度、 $p_t$ : 梁引張鉄筋比、 $l_{ag}$ : 梁主筋定着長さ、 $D_c$ : 柱せい、 $d_b$ : 梁主筋呼び名の値

$N_c$ : 柱軸力、 $p_g$ : 全柱主筋(注)接合部横補強筋鋼種: 685 $N/mm^2$ 級

## SABTEC指針の検定値に対する AIJ保有水平耐力規準の強度低下率 $\beta_j$ の算定結果

- ・ 解表7.3に示すように、SABTEC指針による接合部横補強筋比率 $p_{jwh} / p_{jwho} = 1.14 \sim 1.15$ 、接合部耐力余裕度 $\lambda_p = 1.04 \sim 1.07$ は、それぞれ最小検定値に近く、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4.1に示された強度低下率 $\beta_j$ の限界値1.0を上回る。
- ・ 通常、SABTEC指針の検定条件を満足するT形接合部の検定値は、AIJ保有水平耐力規準の強度低下率 $\beta_j$ の限界値を上回る。

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保有耐力規準	
	横補強筋			$p_{jwh} / p_{jwho}$	$g_{Qpu} / g_{Qmu}$	$g_{Qau} / g_{Qmu}$	$g_{Qcu} / g_{Qmu}$	$\lambda_p$	$\Sigma M_{cu} / M_{gu}$	$\beta_j$
	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

(記号)

$p_{jwh}$  : 接合部横補強筋比、 $p_{jwho}$  : 式(解7.2)の接合部必要横補強筋比  
保証メカニズム時層間変形角 $R_{uD}$  : 4/100 (目標性能②の安全率2)

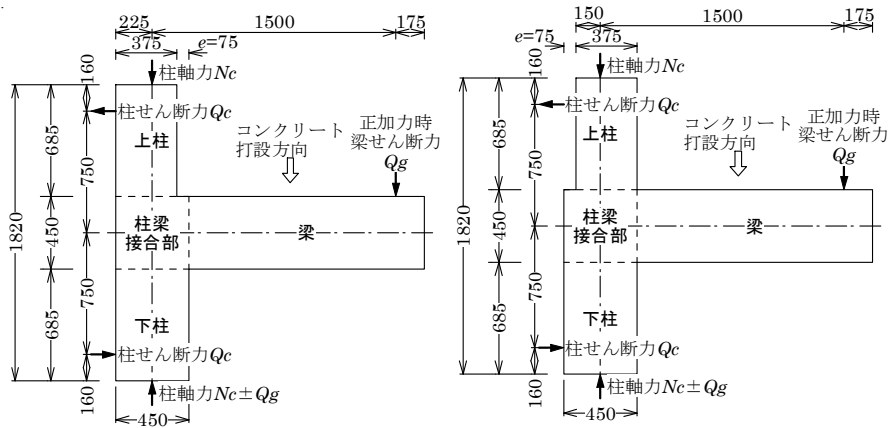
13

## SABTEC機械式定着工法 RC構造設計指針(2026年)の改定骨子

- ・ RC構造設計指針(2026年)は、接合部配筋詳細の実務課題解決に向け、応用設計編11.2節の解説(5)で、鉛直段差梁付きかつ水平段差梁付き接合部の接合部横補強筋比 $p_{jwh}$ を規定し、上階柱絞リT形接合部実験を基に、応用設計編13.2節「上階柱絞リ柱梁接合部」と解説(4)(b)ピロティ柱梁接合部の配筋詳細例を盛り込み、Tヘッド定着工法の追加に伴い柱梁主筋外定着編を改定している。

14

## KISI-CON定着工法 上階柱絞リト形接合部試験体

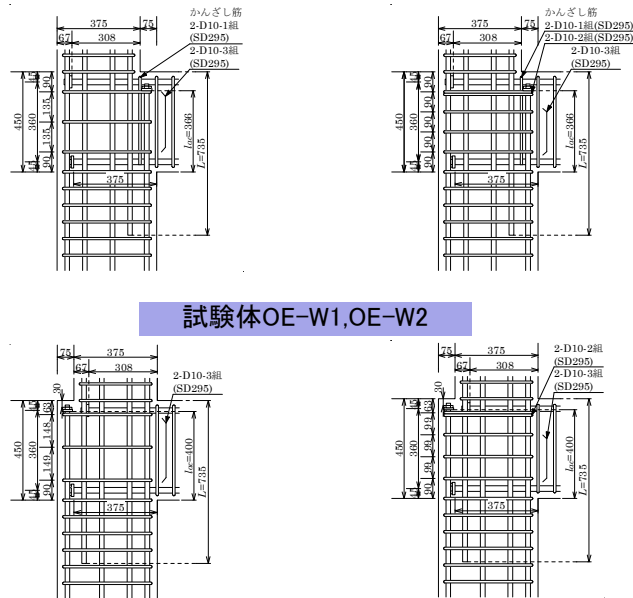


試験体OE-W1,OE-W2

試験体IE-W1,OE-W2

•15

## 上階柱絞リト形接合部配筋詳細



試験体OE-W1,OE-W2

試験体IE-W1,OE-W2

•16

## 上階柱絞リト形接合部実験計画

試験体	柱軸力 Nc kN	梁								柱		接合部	
		主筋 (鋼種) pt	上端筋 定着長さ		側面 かぶり		背面 かぶり		上柱 Dc上 mm	下柱 Dc下 mm	主筋 (鋼種) pg	横 補強筋 (SD295) pjwh	定着部 拘束筋 (SD295)
			lag2 mm	lag2 /Dc上	lag2 /db	Cs mm	Cs /db	Cb mm					
OE-W1	350												なし
OE-W2	350	5-D22											2-D10
IE-W1	350	1.37% SD490	308	0.82	12.3	95	3.8	67	2.7	375	450	12-D19 (2.04%) 1.70% SD390	-3組
IE-W2	350												なし
													2-D10-2組
													なし
													2-D10-2組

(共通) スパン長：3000/2mm、階高：1500mm、梁断面 (Bg×Dg)：350×450mm、柱幅 (Bc)：450mm

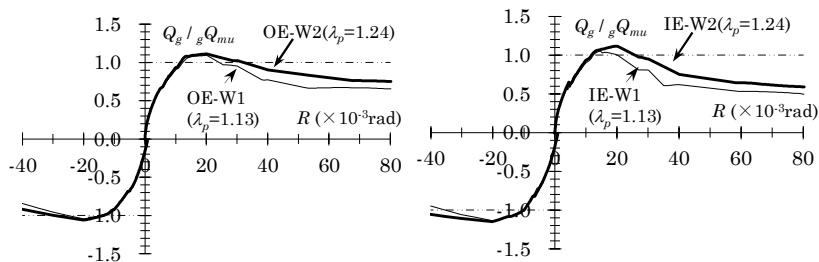
## 上階柱絞リト形接合部試験体の計算耐力

No.	試験体	計算耐力 (kN)				接合部余裕度				cQmu (kN)	cQmu /gQmu	gQmax	gQmax /gQmu	gQmax /gQju	R80 (/100 rad.)
		gQmu	gQpu	gQau	gQcu	gQju /gQmu	gQpu /gQmu	gQau /gQmu	gQcu /gQmu						
1	OE-W1	291	327	427	399	1.13	1.13	1.47	1.37	596	2.05	312	1.07	0.95	3.68
2	OE-W2	291	359	460	462	1.24	1.24	1.58	1.59	662	2.28	316	1.09	0.88	4.13
3	IE-W1	291	327	427	399	1.13	1.13	1.47	1.37	596	2.05	319	1.10	0.97	3.30
4	IE-W2	291	359	460	462	1.24	1.24	1.58	1.59	662	2.28	330	1.13	0.92	3.65

gQju=min(gQpu, gQau, gQcu)、上柱曲げ耐力時せん断力cQmu=533kN、下柱曲げ耐力時せん断力cQmu=664kN  
試験体OE-W1, IE-W1のcQmu=(533+664)/2=599kN、OE-W2, IE-W2のcQmu=664kN

•17

## 上階柱絞リト形接合部 正負加力時Qg/gQmu-R関係包絡線



試験体OE-W1,OE-W2

試験体IE-W1,IE-W2

正負加力時平均耐力安全率Qmax/gQmuは、試験体OE-W1,W2では1.07, 1.09、試験体IE-W1,W2では1.10, 1.13であり、正負加力時平均限界層間変形角R80は、試験体OE-W1,W2では36.8, 41.3×10<sup>-3</sup>rad、試験体IE-W1,W2では33.0, 36.5×10<sup>-3</sup>radであった。

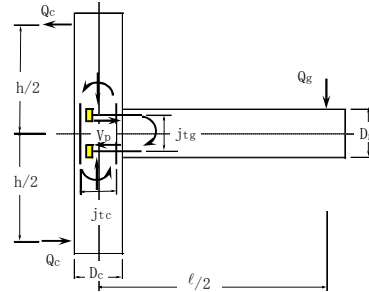
•18

## ト形接合部の終局耐力と変形性能 (検討方法)

側面剥離定着耐力 $\tau$ 時の梁せん断力:  
 $gQ_{au} = 2 \sum \tau \cdot j_{tg} / \ell_o$  (4.1.3)

掻き出し定着耐力 $T_{cu}$ 時の梁せん断力:  
 $gQ_{cu} = 2 T_{cu} \cdot j_{tg} / \ell_o$  (4.1.4)

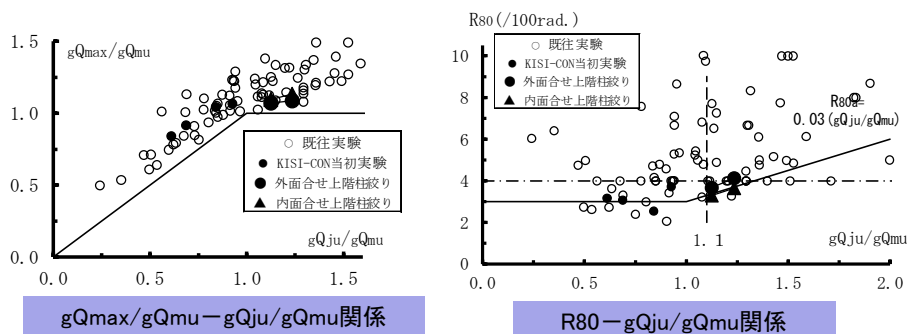
接合部せん断耐力 $V_{pu}$ 時の梁せん断力:  
 $gQ_{pu} = 2 V_{pu} / \{(\ell_o / j_{tc}) - (\ell / h)\}$  (4.1.5)



- SABTEC 13.2節(1)項と(2)項より、定着部拘束筋なし試験体OE-W1,IE-W1では梁主筋定着長さ $\ell_{ag} = (308+375)/2 = 341.5\text{mm}$ 、定着部拘束筋あり試験体OE-W2,IE-W2では梁主筋定着長さ $\ell_{ag} = 375\text{mm}$ とし、SABTEC指針6章の式(6.1)で接合部せん断耐力 $V_{pu}$ を算定した。

•19

## ト形接合部の終局耐力と変形性能 (検討結果)



- KISI-CON上階柱絞り実験値は、SABTEC指針RC構造設計指針4.2節(2)の検証実験値の範囲に入った。
- これらより、上階柱絞りト形接合部の設計では、外面合せ、内面合せともに、SABTEC指針4.1節(1)の接合部耐力余裕度 $\lambda_p = V_{puh} / V_{muh} \geq 1.1$ として、接合部せん断耐力 $V_{puh}$ を確保し、接合部横補強筋鋼種を下階柱横補強筋鋼種と同じとすることで、梁曲げ降伏後の変形性能を保証するとした。