

CFT 柱 フラットプレート接合部の耐荷性能に関する実験的研究

- その 10 偏心加力によるパンチングシアア耐力の検討 -

正会員
同
同
同

佐藤 宏貴*¹
山口 卓巳*²
島崎 和司*³
五十嵐 泉*⁴

接合部 CFT柱 フラットプレート
押し抜き耐力 偏心加力

1. はじめに

本報では、接合部の一部を取り出した要素試験体について偏心を作用させた押し抜き加力実験を行い、柱 - スラブ接合部にねじり力と鉛直荷重が同時に作用した時のパンチングシアア耐力の確認をする。

2. 実験概要

2.1 試験体

図 1 に試験体の概要図を示す。また、表 1 に使用材料の機械的性質、表 2 に試験体一覧を示す。試験体は M/Qd を 1.3 とし、試験体寸法は $660 \times 660 \times 100\text{mm}$ とした。主なパラメータは、偏心距離、スラブ補強筋の種類、接合プレートの形状、スタッドの有無、CFT 柱のコンクリートの充填の有無とした。

2.2 加力方法

加力方法の概略を図 2 に示す。加力は、試験体の 4 隅の 4 点をピン支持し、柱部分に取り付けた L 型治具を介して偏心荷重を与える計画とした。

2.3 計測計画

計測は各支持点における荷重、試験体上面の鉛直変位、スラブ補強筋の歪、接合プレートの 3 軸歪、スタッドの歪について行った。各ひずみの測定は負担せん断力を考察できるように計画した。

3. 実験結果

3.1 ひび割れ状況

図 3 に各試験体のひび割れ状況を示す。全試験体で柱から放射状に曲げひび割れが入る性状を示した。また、偏心荷重を加えた Es2 ~ Es6 は、偏心荷重側のスラブ部分にひび割れが集中し、最終的には偏心荷重側の柱近傍のせん断ひび割れにより最大耐力に至った(写真: Es3 切断面 A 参照)。偏心荷重と反対側のスラブにはせん断ひび割れは生じていなかった。

3.2 荷重 - 変形関係

図 4 に各試験体の荷重 - 変位関係を示す。Es2、Es4 試験体で最大耐力後に耐力の低下が見られたが、その他の試験体は急激な耐力の低下は示さなかった。

3.3 スタッド歪分布

図 5 に最大荷重時のスタッド歪分布を示す。また図 8 に歪

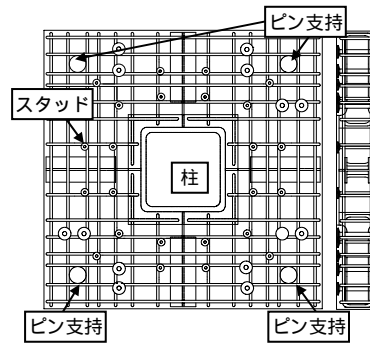


図 1 試験体概要

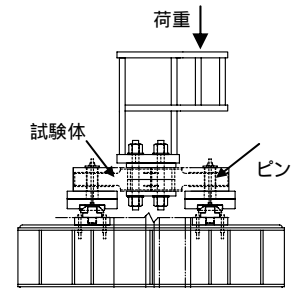
表 1 使用材料の機械的性質

鋼材	降伏強度 N/mm ²	引張強度 N/mm ²
SD295A D6	385	552
USD785 D6	782	949
接合プレート PL4.5	286	357
スタッド SR295	363	505

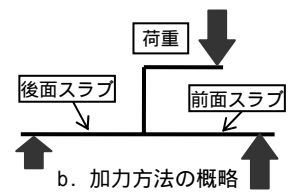
コンクリート	圧縮強度 N/mm ²	引張強度 N/mm ²	ヤング係数 N/mm ²
Fc36	39.5	3.37	2.86×10^4

表 2 試験体一覧

試験体名	偏心距離 mm	接合プレート h × b	スタッド	スラブ補強筋	CFT柱充填
Es1	0	51 × 4.5	D6全面	USD785	有り
Es2	100	51 × 4.5	D6全面	USD785	有り
Es3	200	51 × 4.5	D6全面	USD785	有り
Es4	200	10 × 4.5	なし	USD785	有り
Es5	200	51 × 4.5	D6全面	USD785	無し
Es6	200	51 × 4.5	D6全面	SD295A	有り



a. 加力装置



b. 加力方法の概略

図 2 加力方法

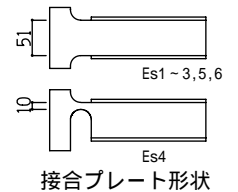


図 3 接合プレート形状

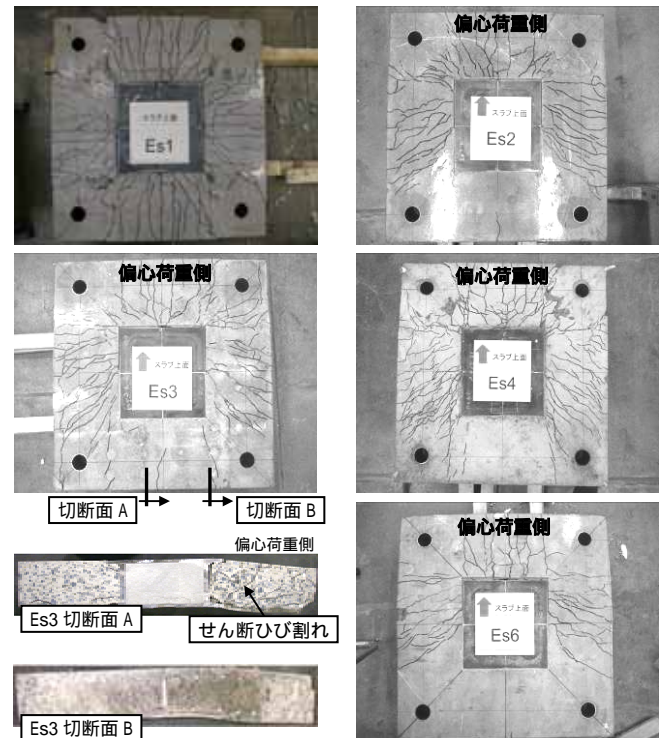


図 3 各試験体のひび割れ状況

ゲージ位置を示す。Es3、Es5 試験体では S1～S4 の範囲でスタッドが有効に作用しており、Es2 試験体では S1～S5 の範囲のスタッドが有効に作用している。Es6 では S1、S2 の範囲でスタッドが有効に作用している事が確認された。

3.4 負担せん断力の実験値

表 3、図 6 に最大荷重時のコンクリート、接合プレート及びスタッドの負担せん断力の比較を示す。また、図中にはコンクリートの負担せん断力を最大荷重で除したコンクリート負担せん断力係数¹⁾も示した。なお、接合プレートとスタッドの負担せん断力はそれぞれのひずみ履歴から推定し²⁾、コンクリート負担せん断力は最大耐力からスタッドの負担せん断力と接合プレートの負担せん断力を差し引いて求めた。

データが得られた Es1、Es3、Es5、Es6 試験体で c_c はスタッドを有効とした時の値 0.165 を上回る結果となった。

3.5 負担せん断力の算定値

図 7 に(1)式¹⁾によるコンクリート、接合プレート及びスタッドの負担せん断力の算定値を示す。また、コンクリートの危険断面と有効とする接合プレート、スタッドの数は図 8、表 4 に示す。

コンクリートの有効断面と有効とする接合プレート・スタッドの数は図 3 のひび割れ状況と図 6 のスタッド歪分布から推定した。偏心が作用していない Es1 はコンクリートの全断面と全断面中の接合プレートとスタッドを有効とし、偏心が作用している Es2～Es6 はそれぞれ図 8 に示すコンクリート断面とコンクリート断面中の接合プレートとスタッドを有効とした。

$$V_0 = c_c V + V_{st} + V \quad \text{-----(1)}$$

$$V_{st} = n_{st} \cdot a_{st} \cdot f_{st}$$

$$V = n_{pl} \cdot a_{pl} \cdot f_{pl} / \sqrt{3}$$

$$c_c V = c_c \cdot a_c \cdot \sqrt{f_c}$$

$c_c V$: コンクリート許容せん断耐力 V_{st} : スタッド許容せん断耐力

V : 接合プレート許容せん断耐力

f_{pl} : 接合プレート許容引張応力度 A_{pl} : 接合プレート断面積

f_c : コンクリート許容圧縮応力度 A_c : 危険断面の断面積

n_{pl} : 算定断面でのプレート枚数 f_{st} : スタッド許容引張応力度

a_{st} : スタッドの軸断面積 n_{st} : 算定断面でのスタッド本数

$c_c a$: コンクリート負担せん断力係数¹⁾

(スタッドを有効とする場合 0.165)

図 6 の実験値と比較すると、スタッドが過大評価されている傾向が見られた。また、Es2、Es6 で実験値より算定値が大きくなっているが、Es2 では接合プレートの有効枚数の設定が過大になっている。Es6 では、スラブ補強筋が先行して曲げ降伏しており、曲げ耐力で最大耐力に至ったと考えられる。

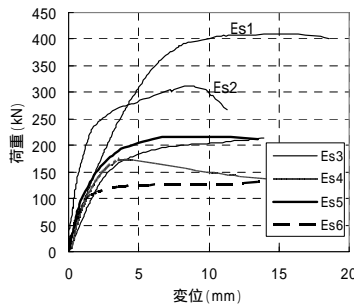


図 4 荷重 - 変位関係

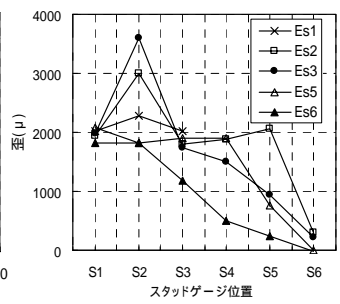


図 5 スタッド歪度分布

表 3 負担せん断力の推定値

試験体	最大荷重 (kN)	スタッド負担	接合プレート負担	コンクリート負担	
		せん断力 (kN)	せん断力 (kN)	せん断力 (kN)	c_c
Es1	411	46	128	237	0.317
Es2	219	23	-	-	-
Es3	193	23	94	76	0.101
Es4	157	-	-	-	-
Es5	195	22	52	121	0.162
Es6	119	22	27	69	0.092

- はデータの取得が出来なかった項目

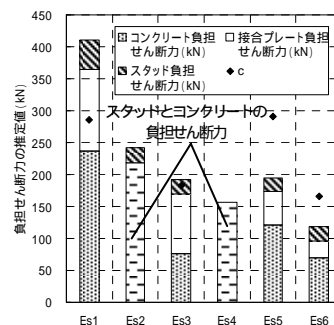


図 6 負担せん断力の比較 (実験値)

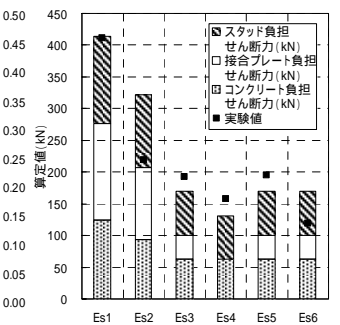


図 7 負担せん断力の算定値

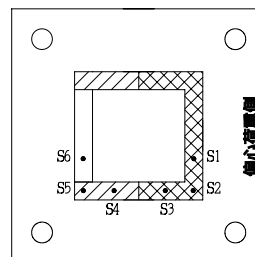


図 8 スタッドの歪ゲージ位置とせん断耐力の算定断面

表 4 算定に用いたコンクリートの有効断面と接合プレート・スタッドの数

試験体	コンクリートの有効断面	接合プレート (枚数)	スタッド (本数)
Es1	全周	4	12
Es2	X1	3	10
Es3	X2	1	6
Es4	X2	1	6
Es5	X2	1	6
Es6	X2	1	6

4. まとめ

本実験では最大耐力後にも脆性的な破壊は起こらなかった。また、(1)式によるパンチングシアー耐力式を用いて、コンクリートの有効断面と有効となる接合プレートおよびスタッドの数を適切に評価することでパンチングシアー耐力を評価できる。

【参考文献】

- 山口卓巳、島崎和司、佐藤宏貴：CFT 柱 - フラットプレート接合部の鉛直耐力に関する実験的研究、日本建築学会構造系論文集、2007 年 4 月
- 佐藤宏貴、島崎和司、黒瀬行信、熊谷仁志、戸沢正美：低降伏点鋼を用いた境界梁ダンパーの実験的研究、構造工学論文集、Vol.49B、2003 年 3 月

*1 株式会社 ジャスト

*2 安藤建設 株式会社

*3 神奈川大学 工学部 建築学科 教授 博士 (工学)

*4 神奈川大学 工学部 建築学科 主任技術員