

# 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7 パンチングシアー耐力の検討 -

正会員 ○ 山口 卓巳<sup>\*1</sup>  
同 島崎 和司<sup>\*2</sup>  
同 五十嵐 泉<sup>\*3</sup>

接合部 CFT 柱 フラットプレート  
押し抜き耐力

## 1 はじめに

CFT 柱-フラットプレート接合部は接合部周辺で脆性的な破壊が懸念される。前報<sup>1),2)</sup>では、接合部分を取り出した要素試験体に異なる押し抜き加力方法の試験を行い、本接合ディテールでは脆性的な破壊、または急激な耐力低下は引き起こさない事を示した。本報その7では、前報<sup>1),2)</sup>で報告されている崩壊機構を踏まえ、曲げ耐力を増加させた試験体で実験を行うことにより接合部での耐荷機構を検討し、本接合ディテールにおけるパンチングシアー耐力について評価することを目的とする。

## 2 実験概要

試験体は7体で、寸法は660×660×100mmとし、せん断スパン比は1.3とした。試験体パラメータは、スラブ筋の鉄筋(SD295A、USD785)、接合プレートの形状と有無、スタッドの有無、CFT柱とRC柱の違いとした。Ps21は曲げ先行型試験体とし、その他はせん断先行型試験体とした。試験体一覧を表1、代表的な試験体図面を図1、使用材料の機械的性質を表2に示す。スラブの配筋、加力方法(図2)、計測項目は前報<sup>1),2)</sup>と同じとした。

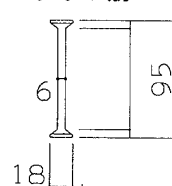
### 3.1 ひび割れ状況

写真1にスラブ上面のひび割れ状況を示す。スラブ筋

表1 試験体一覧

	柱形状	スラブ筋	接合プレート	stud
Ps21	CFT柱	SD295A	通常(d=51)	φ6
Ps22		USD785		-
Ps23			-	-
Ps24			d=25	φ6
Ps25			d=10	
Ps26	RC柱	-	-	
Ps27		-	-	

スタッド筋



に普通鉄筋を用いた Ps21 では柱部から四方に接合されている埋込み H 型鋼と平行方向にクラックが入り、スラブ下面では、変形が進むにつれて H 型鋼真下部分が圧壊した。高強度鉄筋を用いた Ps22 では、柱部を中心とした放射状クラックが入り、接合プレートの繋ぎがっていない Ps24 では Ps22 と同様のひび割れ状況であるが、H 型鋼に平行なクラックの数が少なかった。また、RC 柱である Ps27 では柱部を中心として円状にクラックが入り、その後に荷重が低下した。その他の試験体のひび割れ状況は Ps22 と同様であった。写真2に試験後に切断して観察したスラブ内部のひび割れ状況を示す。切断面は接合部周辺である A-A'断面、反力付近周辺である B-B'断面とし、図1に示した赤点線位置で切断した。A-A'断面において、Ps26,27 ではせん断クラックが顕著であるのに対して、Ps24,25 では顕著に現れていない。Ps25 の B-B'断面ではせん断クラックが顕著である。

### 3.2 実験結果及び考察

図3に接合部周辺における最大耐力とスタッド、接合プレートおよびコンクリートの負担せん断力を示す。スタッド、接合プレートの負担せん断力は、それぞれの歪履歴から推定し、残りをコンクリートの負担せん断力とした。スラブ補強筋が普通鉄筋である Ps21 と高強度鉄筋

表2 使用材料の機械的性質

鋼材	降伏強度 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )	伸び率 (%)	コンクリート	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	ヤング係数 (N/mm <sup>2</sup> )
スラブ筋 SD295 D6	424.5*	605.6	20.7	Fe36	52.3	2.80×10 <sup>4</sup>
スラブ筋 USD785 U7.1	812.2*	967.5	3.6			
stud SR295 φ6	554.3*	754.2	10.7			
接合プレート PL-4.5	251.0	357.0	46			

\*0.2%オフセット

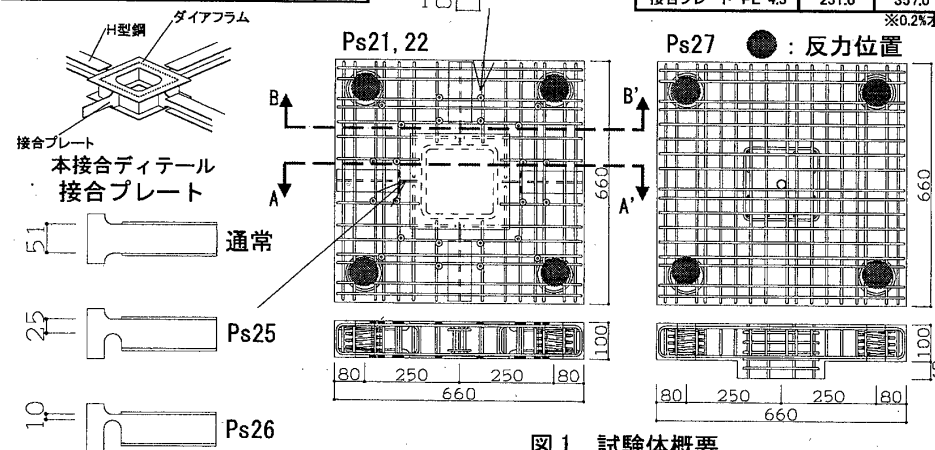


図1 試験体概要

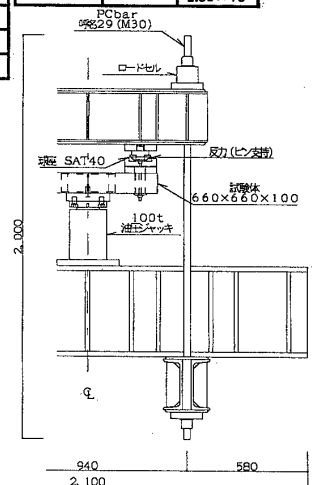


図2 加力装置

An Experimental Study of CFT Column-Flat Plate Joints.  
-Part7 Evaluation of Punching Shear Strength-

YAMAGUCHI Takumi, SHIMAZAKI Kazushi,  
and IGARASHI Izumi

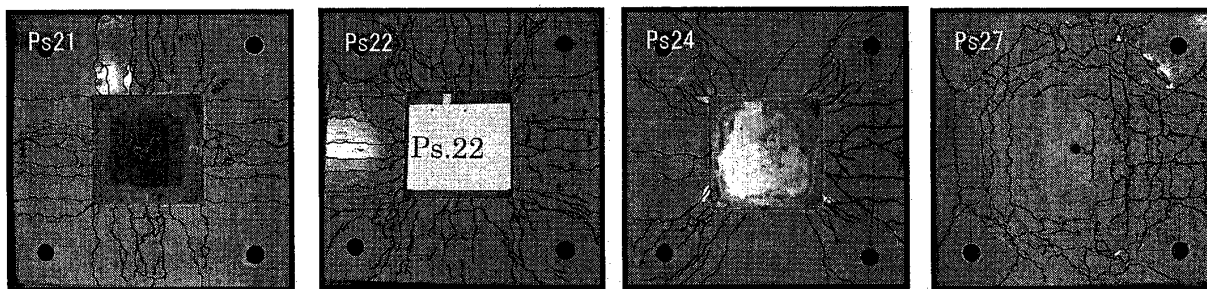


写真1 ひび割れ状況



写真2 切断面ひび割れ状況

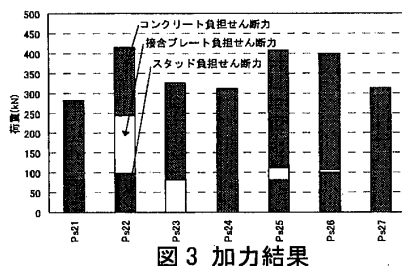


図3 加力結果

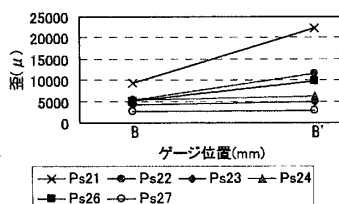


図5 スラブラス歪分布

表3 実験値と計算値 ※単位は kN

Ps	実験値	曲げ耐力	パンチング耐力	
			ACI規準式	A式
21	279.5	276.4	448.2	-
22	415.0	668.1	448.2	420.4
23	326.7	668.1	318.0	316.2
24	311.2	668.1	251.4	305.1
25	408.0	668.1	414.3	394.3
26	399.2	668.1	394.7	365.7
27	312.5	668.1	258.0	310.0

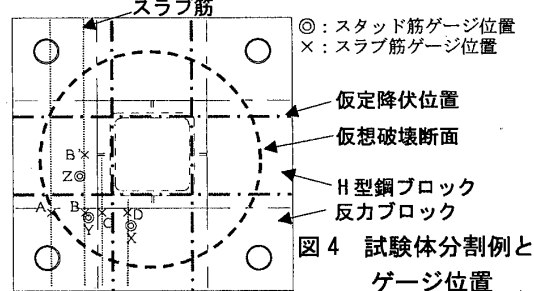


図4 試験体分割例とゲージ位置

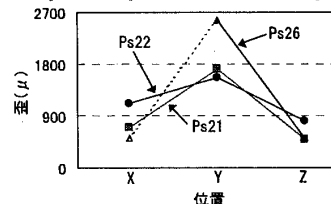
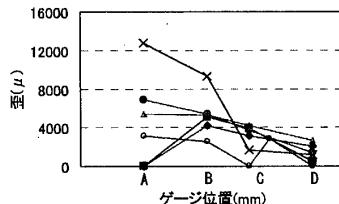


図6 スタッド筋歪分布

である Ps22 では最大耐力に大きな差が見られた。接合プレート形状を変更させた Ps22,25,26 においては最大耐力の差は小さいが、接合プレート負担せん断力に大きな差が見られる。RC 柱である Ps27 と比較できる Ps24 (CFT 柱) は、最大耐力およびコンクリート負担せん断力が同程度の値となり、接合プレート有無による Ps23,24 でも最大耐力は同程度の値となっている。図 5 に図 4 に示した A,B,B',C,D 位置での最大耐力時における鉄筋歪度分布を示す。Ps21 は B,B'位置で鉄筋が降伏しており、仮定した降伏位置で曲げ破壊し最大耐力が決まっている。高強度鉄筋を使用している試験体では仮定降伏位置での鉄筋は降伏歪に達していない。図 6 に図 4 に示した X~Z 位置でのスタッドの歪度分布を示す。Ps21,22 は、ほぼ同程度の歪であり降伏歪までは達していないが、Ps26 での Y 位置でのスタッド筋は降伏歪に達している。表 3 に実験値と計算値を示す。曲げ耐力は図 4 に示した仮定降伏位置でのスラブ筋曲げ耐力であり、Ps21 においてはほぼ同値である。ACI 規準式<sup>3)</sup>は、接合部周辺におけるスタッド、接合プレート、コンクリートのせん断力の総和であり、Ps24,27 では安全側の値となるが、その他の試験体では相

違がある。これより、本接合ディテールでは 3 つの崩壊機構を推定できる。崩壊機構Ⅰは假定降伏位置でのスラブ補強筋降伏による曲げ破壊、崩壊機構Ⅱは反力ブロック付近での局部破壊、崩壊機構Ⅲは仮想破壊断面内でのせん断破壊である。コンクリート標準示方書<sup>4)</sup>によるとスラブ押抜きせん断終局耐力は、仮想破壊面面積×公称せん断強度、その他に形状寸法、強度特性、補強筋、寸法効果等の影響因子を考慮することで表すことができるとされている。これらを踏まえ、また崩壊機構Ⅱ、Ⅲを考慮した計算値を表 3 中の A 式としている。せん断先行型試験体において比較的良好な値を示している。

#### 4 まとめ

本報はせん断先行型の要素試験体であったが本接合ディテールでは脆性的な破壊は起きなかった。パンチングシアー耐力については、仮想破壊断面を適切に評価し、影響因子を考慮することで比較的良好に推定できると考えられる。また、地震時に加わる水平力を考慮した仮想破壊断面を適切に評価することが必要とされる。

#### 【参考文献】

- 1) 佐藤ほか、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 2、AIJ 大会、2004 年
- 2) 山口ほか、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 4、AIJ 大会、2005 年
- 3) ACI-ASCE Committee 421: Shear Reinforcement for slabs ACI 421.1R-99
- 4) 土木学会：コンクリート標準示方書(平成 8 年制定)設計編

\*1 神奈川大学 工学研究科 建築学専攻  
\*2 神奈川大学 工学部 建築学科 教授 博士 (工学)  
\*3 神奈川大学 工学部 建築学科 主任技術員