

B-65

接合部アスペクト比が PC 造ト型部分架構の力学的挙動に及ぼす影響に関する実験的研究  
(その 1 実験概要と結果)

Effects of Aspect Ratio of Beam-Column joint Core on Mechanical Behavior of Prestressed Concrete  
Exterior Beam-Column Joint Assemblies  
(Part1 Experiment Outline and Results)

○小松匠<sup>1</sup>, 小池正大<sup>1</sup>, 浜原正行<sup>2</sup>

Takumi Komatsu<sup>1</sup>, Syodai Koike<sup>1</sup>, Masayuki Hamahara<sup>2</sup>

Abstract: Reversed cyclic loading tests of three prestressed concrete exterior beam-column joint assemblies that failed inside the joint cores were conducted. This paper described experiment outline and results.

1. はじめに

近年、建築空間を有効利用するために梁せいが小さい扁平梁を用いる機会が増えている。また、建物の外周に架けられた梁の中には、梁せいが大きい壁梁も多く見られる。この現状を考えると、柱・梁接合部の設計には、扁平梁や壁梁からなる骨組にも対応した接合部アスペクト比を考慮した設計法が求められる。

文献 1) では、接合部アスペクト比とコンクリート圧縮強度を実験要因とした PC 造十字型部分架構に対する正負繰返し載荷実験を行い、以下の知見を得た。

①接合部平均せん断応力の最大値は接合部アスペクト比には依存せず一定であった。②文献 2) で提案されている接合部平均せん断力を用いた設計式は、接合部アスペクト比に関係なく適用可能であった。

本報告は、接合部アスペクト比を実験要因とした 3 体の PC 造ト型部分架構に対する正負繰返し載荷実験の概要を述べると共に、文献 2) の設計式がアスペクト比の異なる PC 造ト型部分架構に適用が可能であるか否かを実験的に検討するものである。

2. 実験概要

2.1 試験体概要

本試験体は、文献 1) に倣い、接合部アスペクト比を 0.8, 1.2, 1.6, に設定した 3 体の PC 造ト型部分架構である。試験体は、いずれも、階高 1.4m, スパン 2.4m とし、柱は RC 造で断面寸法が 250mm 角で主筋と帯筋の配筋は 3 体とも統一されている。梁は PC 造で幅が 200mm に統一されている。梁せいは、アスペクト比 0.8 の試験体が 200mm, 1.2 の試験体が 300mm, 1.6 の試験体が 400mm となっている。柱の平均軸応力  $\sigma_c$ , 梁の平均プレストレス  $\sigma_p$  も文献 1) に倣い、いずれの試験体も 5MPa とした。コンクリートの設計用圧縮強度は、柱・梁接合部の破壊が先行するように、24MPa とした。

試験体は、文献 2) の方法を用い、接合部破壊が柱、梁の曲げ降伏に先行し、曲げ終局時においては梁降伏が先行するように設計した。Table 1 に試験体概要、Fig.1 に梁と柱の断面、Fig.2 に接合部配筋詳細を示す。

Table 1. Details of Test

試験体	$D_b$ (mm)	$d_p$ (mm)	$P_e$ (kN)	$\frac{D_b}{D_c}$	$V_{ju}$ (kN)	$V_{mu}$ (kN)	$V_{ju}/V_{mu}$
EPC-2	200	100	200	0.8	39.7	65.2	0.61
EPC-3	300	220	300	1.2	64.3	154.6	0.42
EPC-4	400	290	400	1.6	93.1	224.9	0.41

【共通因子】階高:  $H=1.4m$ , スパン:  $L=2.4m$ , 梁幅:  $b_b=200mm$   
柱幅:  $b_c=250mm$ , 柱せい:  $D_c=250mm$ ,  
コンクリート設計強度  $F_c=24MPa$ ,  
【柱】軸筋: 12-D16(材種KSS785),  
フープ: □D6-@50(帯筋比  $p_{wc}=0.51\%$ , 材種KSS785)  
【梁】主筋: 3-D16(材種KSS785),  
スタープ: □D6-@50(あばら筋比  $p_{wb}=0.64\%$ , 材種KSS785)  
平均プレストレス  $\sigma_p=5MPa$ , 柱の平均軸応力  $\sigma_c=5MPa$   
【記号】 $D_b$ : 梁せい,  $d_p$ : 梁のPC鋼棒に関する有効せい,  
 $P_e$ : 有効緊張力,  $D_b/D_c$ : 接合部アスペクト比,  $D_c$ : 柱せい  
 $V_{ju}$ : 接合部せん断終局強度時の柱せん断力  
 $V_{mu}$ : 曲げ終局時の柱せん断力

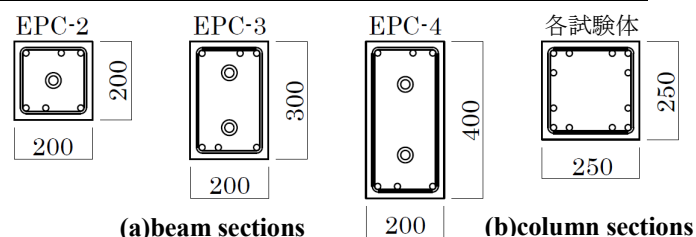


Fig.1. Beam and column sections

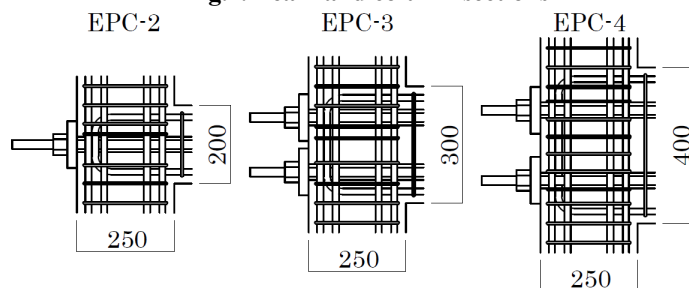


Fig.2. Detail of beam-column joint cores

2.2 測定項目

**層間変形角** 層間変形角  $R$  は、柱頭と柱脚を不動点とした鉄骨ゲージホルダーを設置し、梁の載荷点位置での試験体との相対変形  $\delta$  を 200mm 電気式変位計を用いて測定し、(1)式によって評価した。

$$R = \frac{2 \cdot \delta}{L} \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 $L$ : スパン,  $\delta$ : 梁載荷点位置での相対変形

1 : 日大理工・院 (前)・海建、Graduate Student of Oceanic Architecture & Engineering, Nihon University

2 : 日大理工・教員・海建、Prof., Dept. of Oceanic Architecture & Engineering, Science & Technology Nihon University

### 2.3 実験方法

**載荷装置** Fig.3 に載荷装置を示す。支持条件は、柱脚をピン、柱頭は水平方向を拘束するローラーとした。荷重は、梁先端部を 500kN 串型ジャッキによって鉛直方向に正負繰り返し載荷することによって再現した。また、載荷中には 2000kN 圧縮ジャッキを用いて一定軸力 312.5kN(平均軸応力  $\sigma_o=5\text{MPa}$ )を加えた。

**載荷ルール** 初期ひび割れ発生荷重で正負一回ずつ繰り返した後、変位制御により梁の層間変形角 1/200 を基準部材角とし、その 1, 2, 3, 4, 6, 8 倍の変形振幅で正負 2 回繰り返した。

### 2.4 材料試験結果

Table 2 にコンクリート調合表, Table 3 にコンクリートとグラウトの材料試験結果, Table 4 に鉄筋と PC 鋼棒の材料試験結果を示す。

### 3. 実験結果

**最終破壊状況** Fig.4 に各試験体の破壊状況を示す。いずれの試験体も、まず梁の曲げひび割れが生じ、次いで柱の曲げひび割れと柱梁接合部のせん断ひび割れが発生した。その後は、梁せい 200mm の EPC-2 は梁の曲げひび割れが大きく開口し、梁端部が圧壊した。梁せい 300mm の EPC-3, 梁せい 400mm の EPC-4 は、いずれも柱・梁接合部のせん断ひび割れの開口と圧壊によって耐力低下を起こした。

**復元力特性** Fig.5 は各試験体の柱せん断力  $V_c$  と層間変形角  $R$  の関係を示したものである。いずれの試験体も初期の段階では原点復帰傾向の強い S 字型の履歴ループを描いたが、接合部のせん断劣化が進むに従ってスリップ傾向の強い逆 S 字型の履歴ループに変化した。

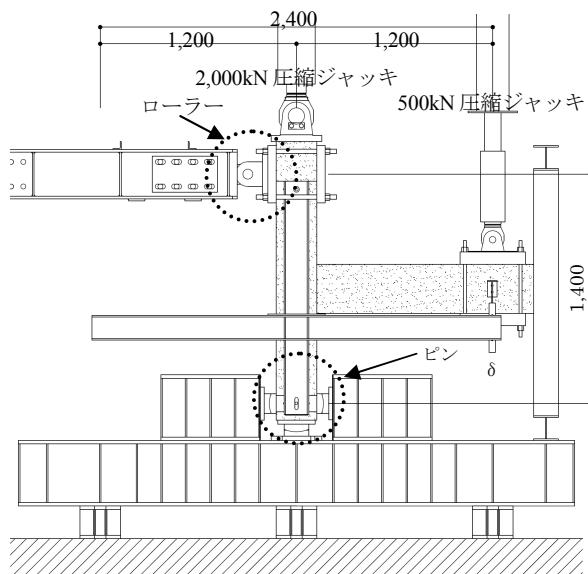


Fig.3. Test setup

Table 2. Mixing Proportion of Concrete

$F_c$ (MPa)	W/C	S/(S+G) (%)	単位重量(kg/m <sup>3</sup> )				混和剤
			W	C	S	G	
24	72.0	47.5	185	257	843	979	2.57

【記号】  $F_c$ : 設計基準強度 W: 単位水量 C: 単位セメント量 S: 単位細骨材量 G: 単位粗骨材量 W/C: 水セメント比 S/(S+G): 細骨材率

Table 3. Mechanical Properties of Concrete

試験体	コンクリート( $F_c=24\text{MPa}$ )			グラウト	
	$\sigma_B$ (MPa)	$E_c$ (GPa)	$\sigma_T$ (MPa)	$\sigma_B$ (MPa)	$E_c$ (GPa)
EPC-2	32.7	32.3	2.78	80.4	16.7
EPC-3	33.9	30.4	2.80		
EPC-4	32.1	31.2	3.04		

【記号】  $\sigma_B$ : 圧縮強度  $E_c$ : ヤング係数  $\sigma_T$ : 割裂強度

Table 4. Mechanical Properties of Steel

直径	材種	用途	$\sigma_y$ (MPa)	$\sigma_B$ (MPa)	E(GPa)
D6	KSS785	横補強筋	1105	1343	219
D16	KSS785	柱, 梁主筋	916	1157	196
$\phi 23$	B 種 1 号	緊張材	1010	1097	200
$\phi 32$	B 種 1 号	緊張材	997	1122	201

【記号】  $\sigma_y$ : 降伏強度  $\sigma_B$ : 引張強度 E: ヤング係数

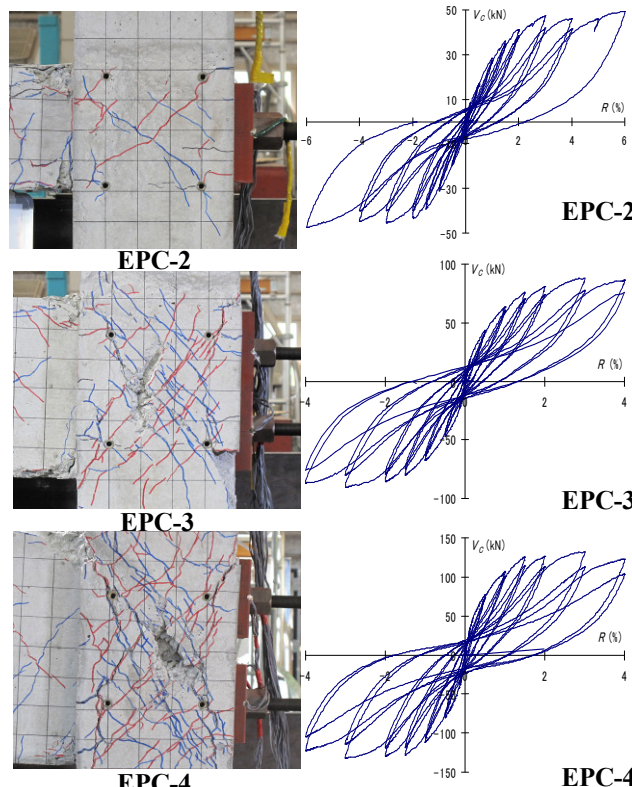


Fig.4. Joint Cores after testing

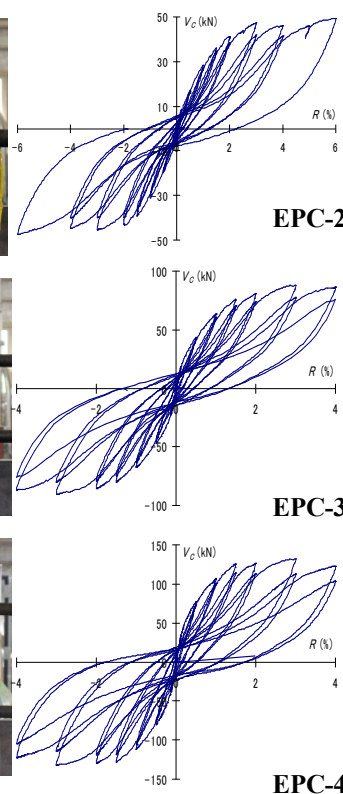


Fig.5. Column shear force versus story deformation angle

### 4. まとめ

- 1) 接合部アスペクト比を要因とした PC 造ト型部分架構の実験概要を示した。
- 2) 梁せい 200mm の試験体は梁端部圧壊, 梁せい 300mm, 400mm の試験体は接合部劣化によって破壊した。

#### 【参考文献】

- 1) 原井ほか: 接合部のアスペクト比が PC 骨組の力学的挙動に及ぼす影響に関する実験的研究, 日本建築学会学術講演梗概集 構造, pp.929-934, 2008
- 2) Hamahara et al.: Design for Shear of Prestressed Concrete Beam-Column Joint Cores, ASCE, Jour. of Structural Engineering, pp.1520-1530, Nov. 2007