

B-37

接合部アスペクト比を要因とした PC 造 L 形柱梁接合部の力学的挙動に関する解析的研究

その1 解析概要

Analytical Study on Mechanical Behavior of L-Shape Top Story Exteriore Prestressed Concrete Beam-Column Joint Cores with Variable Junction Aspect Ratio.

Part1 Analysis Overview

○藤山大輔¹, 大塚夕², 山田泰之³, 浜原正行⁴, 福井剛⁵

*Daisuke Fujiyama¹, Yu Otsuka², Hiroyuki Yamada³, Masayuki Hamahara⁴, Tsuyoshi Fukui⁵

Abstract: Finite element analyses were performed to investigate the elasto-plastic behaviors of L-shaped top story exteriore prestressed concrete beam-column joint assemblies. The analytical results were as follows. Decrease in the aspect ratio of the joint cores resulted in the reduction of ultimate shear strength of joint core.

1. はじめに

原井ら¹⁾は、PC 造十字型部分架構試験体を対象に、弾塑性有限要素法解析を行い、さらにその結果から、十字型接合部のマクロモデルを設定し、十字形接合部の最大層せん断力の推定式を提案した。PC 造ト型部分架構については、小池ら²⁾によって、詳細な応力検討が行われている。

本報告では、解析的な情報が不足している PC 造 L 型柱梁接合部に対して、接合部アスペクト比を解析要因とした、弾塑性有限要素法解析を行い、その結果に対する考察、検討を行おうとするものである。

2. PC 造 L 形部分架構の有限要素法解析

Fig. 1 に PC 造 L 形部分架構試験体の要素分割を示す。Fig. 2(a), (b) に梁断面、柱断面、Table 1 に試験体諸元を示す。Table 1 にあるように、解析は梁せいを 200mm, 300mm, 400mm と変化させ、アスペクト比が接合部の応力伝達機構に及ぼす影響について検討を行う。鋼材の位置と断面積および有効緊張力は文献 2) に倣った。支点、載荷点および PC 鋼材の定着位置には暑さ 30mm, ヤング係数 205GPa の支圧板を設置し、応力の集中を緩和した。Fig. 3 にそれぞれ PC 鋼材、柱主筋、梁主筋の位置を示す。

L 形接合部は、載荷方向によって最大耐力が異なることが実験により判明している。そのため本解析では、接合部が閉じる方向を正方向、接合部が開く方向を負方向としてそれぞれの載荷方向で解析を行った。

解析には汎用構造解析プログラム DIANA 中の有限要素法 2 次元弾塑性解析ソフトを用いた。コンクリートは 4 節点平面応力要素とし、二軸圧縮条件下での降伏条件には Drucker-Prager の降伏基準を採用し、引張

ひび割れの判定には、Tension cut-off 基準を用いた。主筋や PC 鋼材はトラス要素とし、降伏点と引張強度を特異点とする Tri-Linear モデルを採用した。プレストレスの導入は、付着要素の剛性をゼロとして所定の応力を PC 鋼材に与えた後、PC 鋼材と支圧板を結合させ、付着要素に初期合成を与えた状態で応力を開放することによって梁にプレストレスを与えた。コンクリート、鋼材の具体的な諸元は Table 2 に示す。

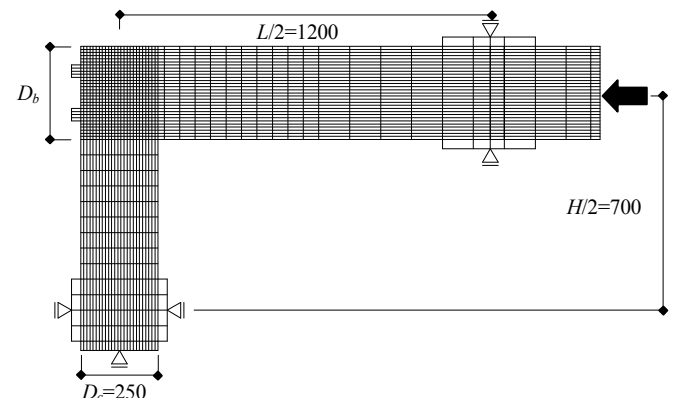
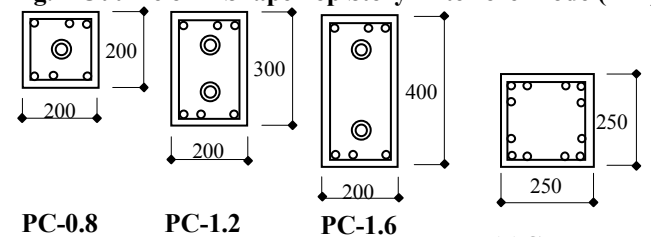


Fig. 1 Outline of L-Shape Top Story Exteriore Model(mm)

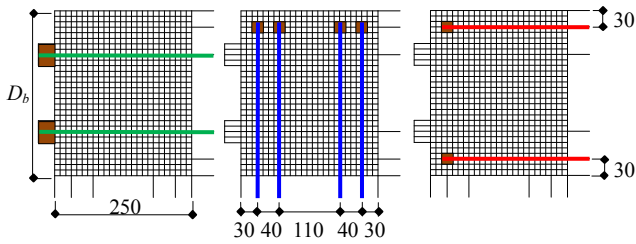


PC-0.8 PC-1.2 PC-1.6
(a)Beam Fig. 2 Cross Section (b)Column
Table 1 Specimen Using Analyses

試験体名	D_b	j_{bc}	b_j	D_c	H	L	τ_{ju}
PC-0.8	200	160	225	250	1400	2400	3.21
PC-1.2	300	240					
PC-1.6	400	320					

【記号】 D_b : 梁の全せい(mm), j_{bc} : 等価応力中心間距離(mm) = $0.8 \cdot D_b$, b_j : 接合部有効幅(mm), D_c : 柱の全せい(mm), H : 階高(mm), L : スパン(mm), τ_{ju} : 接合部のせん断強度下限式(N/mm²)

1: 日大理工・学部・海建 2: (株)ピーエス三菱 3: 日大理工・院(前)・海建 4, 5: 日大理工・教員・海建



(a) Prestressing Steel (b) Longitudinal Reinforcement
Fig. 3 Joint Portion Steel Position (mm)

Table 2 Mechanical Properties (a) Concrete

試験体名	σ_B	ϵ_m	σ_T	E_c	ν
PC-0.8	33.9	2069	1.92	26.8	0.530
PC-1.2					
PC-1.6					

【記号】 σ_B : 圧縮強度(N/mm²), ϵ_m : 圧縮強度時ひずみ(μ),
 σ_T : 引張強度(N/mm²), E_c : ヤング係数(kN/mm²),
 ν : 圧縮強度低減係数=0.7-($\sigma_B/200$)

(b) Steel

	D6	D16	$\phi 23^*$
材種	KSS785	KSS785	B種1号
用途	補強筋	柱・梁主筋	緊張材
σ_y	1105	916	1010
σ_T	1343	1157	1097
E_c	219	196	200

【記号】 σ_y : 降伏強度(N/mm²), σ_T : 引張強度(N/mm²), *PC鋼材,
 使用部位: D6: フープ D16: 柱主筋

3. 接合部柱せん断力-層間変形角関係

Fig. 4 はアスペクト比ごとの柱せん断力と層間変形角関係の解析結果を示したものである。図中、横実線は(1)式で評価した。式中の τ_{ju} は靱性保証型指針中の接合部せん断強度式の下限式⁴⁾を用いた。式中のパラメータは Table 1 と Table 2 の値を用いた。Table 3 に最大柱せん断力の解析値と(1)式による計算値を示す。

$$V_c = \frac{2 \cdot j_{be} \cdot b_j \cdot D_j}{H(1 - D_c/L) - 2 \cdot j_{be}} \cdot \tau_{ju} \dots \dots \dots (1)$$

ここに、 $\tau_{ju} = \kappa \cdot \phi \cdot F_j^{*4)}$

κ : 接合部の形状係数, L形=0.4

ϕ : 直交梁の有無による補正係数

F_j : 接合部せん断強度基準値=0.8・ $\sigma_B^{0.7}$

$j_{be} = 0.8 \cdot D_b^{*3)}$

Table 3 Maximum Column Shear Force

試験体名	载荷方向	解析値	正/負	計算値	解析値/計算値
PC-0.8	正	114.4	1.17	61.7	1.81
	負	97.4			1.58
PC-1.2	正	190.3	1.06	111.7	1.70
	負	178.3			1.60
PC-1.6	正	258.9	1.02	187.8	1.38
	負	253.7			1.35

これらより以下のことが指摘できる。

1) 最大柱せん断力の解析値は、正側が負側より大きい解析結果となっており、PC-0.8 では 17%, PC-1.2 では 6.4%, PC-1.6 では 2%程度大きい。したがって、アスペクト比が大きくなるにつれ、解析値の正負の差が小さくなる傾向があるといえる。

2) 解析値と計算値の比較を行ったところ、すべての試験体で計算値が解析値を大きく上回っており、(1)式によって解析値が過小評価されている。

4. まとめ

本報告では解析的な情報が不足している PC 造 L 形柱梁接合部に対して、アスペクト比を解析要因とした有限要素法解析を行い、以下のことを示した。

最大柱せん断力の解析値は、正側が負側より大きい解析結果を示し、アスペクト比が大きくなるにしたがい、解析値の正負の差が小さくなる傾向がみられた。

解析値と計算値の比較を行ったところ、すべての試験体で計算値が解析値を大きく上回っており、(1)式によって解析値が過小評価されている。

参考文献

- 1) 原井直人, 内田龍一郎, 浜原正行, 坂梨嘉洋, 福井剛: PC造梁・内側柱接合部の終局強度に及ぼす接合部アスペクトの影響, 日本建築学会構造系論文集, vol.75, No.652, pp1129-1137, 2010
- 2) 小池正大, 内田龍一郎, 浜原正行: 接合部アスペクト比が PC 造ト形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, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造 IV, pp.835-838, 2011, 8月
- 3) Hamahara et al.: Design for Shear of Prestressed Concrete Beam-Column Joint Cores, ASCE, Jour. of Structural Engineering, pp.1520-1530, Nov. 2007
- 4) 日本建築学会: 鉄筋コンクリート造建物の靱性保証型耐震設計指針(案)・同解説, 1997.7

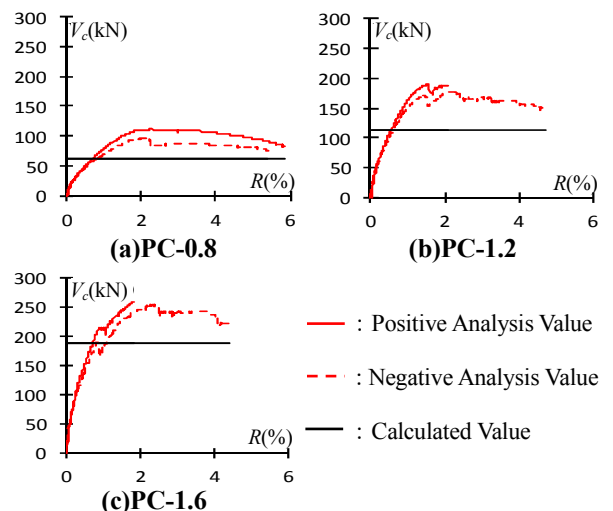


Fig. 4 Story Shear Force V.S Story Drift