

鋼材係数を変数としたアンボンド PCaPC 圧着接合骨組の耐震性能評価  
(その3 梁部材のコンクリート圧縮ひずみ)

正会員 ○北山 和宏\*1

アンボンド PC 鋼材 PCaPC 圧着工法 鋼材係数  
十字形柱梁骨組 梁の圧縮ひずみ分布

同 苗 思雨\*2  
同 晉 沂雄\*3

1. はじめに

既報<sup>1)</sup>では、鋼材係数及びスラブ・直交梁の有無を変数としたアンボンド PCaPC 十字形部分骨組の静的載荷実験を行い、復元力特性、残留変形率等を検討した。本稿では、梁危険断面のひずみ分布と梁圧縮縁のコンクリートひずみを検討した。

2. 実験概要

図-1に試験体概要、表-1に試験体諸元、表-2に使用鋼材の材料特性を示す。試験体は平面十字形 PCJ13 及び PCJ14 と、試験体 PCJ14 にスラブと直交梁を付加した立体十字形 PCJ15 の計 3 体である。全試験体共に梁断面を 250×400mm、柱断面を 350×350mm とした。試験体 PCJ13 及び PCJ14 では柱と梁のコンクリートを別々に打設したのちに幅 20mm の目地モルタルを介して両者を接合し、PC 鋼材を挿入し緊張力(鋼材降伏力の約 0.8 倍)を導入して圧着接合した。一方、立体十字形試験体 PCJ15 のみ、直交梁と一体化した柱、またスラブ厚さ分(70mm)を除く梁のコンクリートを別々に打設し、同様に圧着接合した。その後スラブのコンクリートを打設し、梁と一体化した。試験体 PCJ13 の PC 鋼材は上下共にφ17、試験体 PCJ14 では上下共にφ23を使用し、鋼材係数を各々 0.09 及び 0.17 と設定した。立体試験体 PCJ15 の鋼材係数は上端引張時に 0.09、下端引張時に 0.08 である。この際、全スラブ筋の降伏力を鋼材の引張力に加算し、T 形梁全断面積を用いて鋼材係数を算出した。加力方法の詳細は既報<sup>1)</sup>を参照されたい。

3. 実験結果

図-2に層せん断力-層間変形角 (R) 関係を示す。図中の記号は凡例の通りである。鋼材係数が 0.09 の試験体 PCJ13 では梁に曲げひび割れが発生し、PC 鋼材が弾性限界に至り、最大層せん断力を迎えた後 PC 鋼材が降伏した。一方、鋼材係数が 0.17 の試験体 PCJ14 とスラブ付きで鋼材係数が 0.09 の試験体 PCJ15 では梁と柱に曲げひび割れが生じ、かぶりコンクリートの圧壊 (R=1.5%) 後に PC 鋼材が弾性限界に達したが未降伏であった。最大層せん断力の実験値に対して梁曲げ終局耐力(略算値)<sup>3)</sup>による計算値の比は、試験体 PCJ13 で 1.06、試験体 PCJ14 で 0.93、試験体 PCJ15 で 0.91 であった。計算値は PC 鋼材降伏を仮定した略算値で、試験体 PCJ13 では PC 鋼材が降伏したため両者が概ね一致したが、他の試験体では PC 鋼材が未降伏であったため実験値を過大評価した。全試験体で復元力特性は概ね原点指向型を示し、梁の変形成分が最も卓越した。以上より全試験体の破壊モードは梁曲げ破壊と判断した。

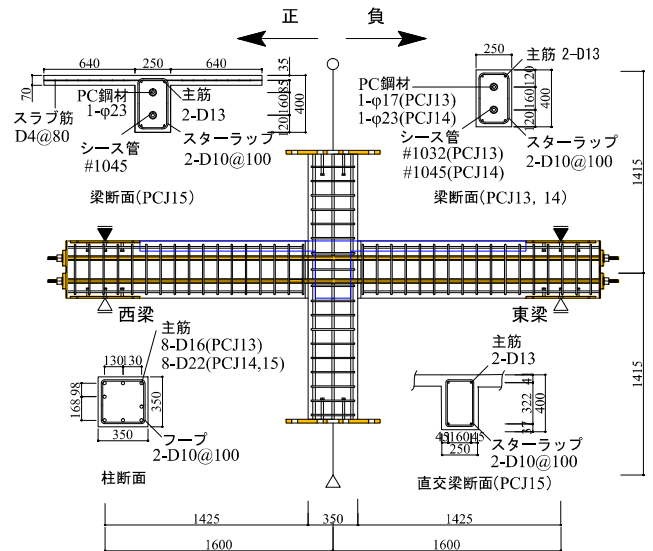


図-1 試験体概要 (単位:mm)

表-1 試験体諸元

試験体名	PCJ13	PCJ14	PCJ15	
形状	平面十字形		立体十字形	
コンクリート圧縮強度	53.1MPa	49.4MPa	53.0MPa	
コンクリート引張強度	3.0MPa	2.8MPa	3.2MPa	
梁	断面	250mm × 400mm (直交梁も同一)		
	PC 鋼材 (B 種 1 号)	上下共 1-φ17	上下共 1-φ23	
	主筋	上下共 2-D13 (SD295A) (直交梁も同一)		
	あばら筋	□D10@100 (SD295A) (直交梁も同一)		
	プレストレス率λ*	上端引張 1.0 下端引張 1.0	1.0	0.93 (スラブ筋を含む) 1.0
柱	断面	350mm × 350mm		
	主筋	8-D16 (SD295A)	8-D22 (SD390)	
	帯筋	□D10@100 (SD295A)		
	軸力比	0.12	0.13	0.12
スラブ	コンクリート圧縮強度	-		47.9 MPa
	幅×せい(mm)	-		1530×70
	スラブ筋(本数)	D4@80 (SD295A) (総 14 本)		
鋼材係数	上端引張	0.09	0.17	0.09
	下端引張			0.08
柱梁曲げ耐力比	2.61	2.26	1.93	

\* λ = M<sub>p</sub> / (M<sub>p</sub> + M<sub>r</sub>), ここで M<sub>p</sub>: 終局曲げ強度の PC 鋼材負担分, M<sub>r</sub>: 終局曲げ強度の普通鉄筋負担分

表-2 使用鋼材の材料特性

	径	規格	降伏応力度	引張強さ	降伏ひずみ	弾性限界ひずみ <sup>2)</sup>	破断伸び
鉄筋	D4 <sup>1)</sup>	SD295A	369MPa	544MPa	0.38%	-	18.8%
	D10		383MPa	546MPa	0.19%	-	16.3%
	D13		383MPa	533MPa	0.19%	-	20.2%
	D16		346MPa	494MPa	0.17%	-	17.7%
	D22		446MPa	632MPa	0.22%	-	15.2%
PC 鋼材 <sup>1)</sup>	φ17	B 種	1024MPa	1133MPa	0.71%	0.45%	12.9%
	φ23	1 号	1016MPa	1133MPa	0.70%	0.48%	14.1%

<sup>1)</sup> 鉄筋 D4 と PC 鋼材の降伏点は 0.2% オフセット法により定めた。

<sup>2)</sup> 弾性限界ひずみは 0.01% オフセット法により定めた。

#### 4. 梁部材におけるコンクリートひずみの分布

図-3 に梁材軸に沿って設置した変位計及びひずみゲージ (図中の▼印) 位置を, 図-4 に梁危険断面から 50mm 位置の 5 つの変位計より計測した軸変位を検長 50mm で除して得たコンクリートの平均ひずみ (正: 引張, 負: 圧縮) 分布を示す。赤破線は材料試験によるコンクリート圧縮強度時ひずみ ( $\epsilon_{co}=0.27\%$ ) である。全試験体の梁圧縮縁コンクリートひずみは,  $R=0.5\%$  では  $\epsilon_{co}$  を超えて剛性の低下が見られ (図-2 参照, その 4 で詳しく検討),  $R=1\%$  ではほぼ 1% の圧縮ひずみに達した。層間変形角の増大とともに中立軸が梁の圧縮縁側へ移動し,  $R=0.5\%$  及び 1% 時の圧縮域深さは, 試験体 PCJ13 は 84mm, 61mm ( $0.15D$ ,  $D$ : 梁せい), 試験体 PCJ14 は 117mm, 103mm ( $0.26D$ ), 試験体 PCJ15 下端圧縮時は 160mm, 128mm ( $0.32D$ ) であった。コンクリートひずみ分布はほぼ直線的に変化した。図-5 に  $R=1\%$  時の梁圧縮縁コンクリートの材軸方向のひずみ分布を示す。黒破線は圧縮縁コンクリートひずみの推定値<sup>2)</sup>で, T 形梁ではスラブ筋全降伏を仮定し算定した。青実線はコンクリート表面に貼付したひずみゲージの計測値である。図-3 に示す各位置の梁上下面に設置した 2 つの変位計を用い, 計測された値を直線補間し, 梁圧縮縁の縮み量を各検長で除した値を圧縮縁コンクリートひずみとした。梁危険断面から 50mm 位置の計測値は, 柱の変形の影響を含むため  $\epsilon_{co}$  より大きかったが, 梁危険断面から 300mm 以降の圧縮ひずみはほぼ一定となり, 推定値とほぼ一致した。

#### 5. まとめ

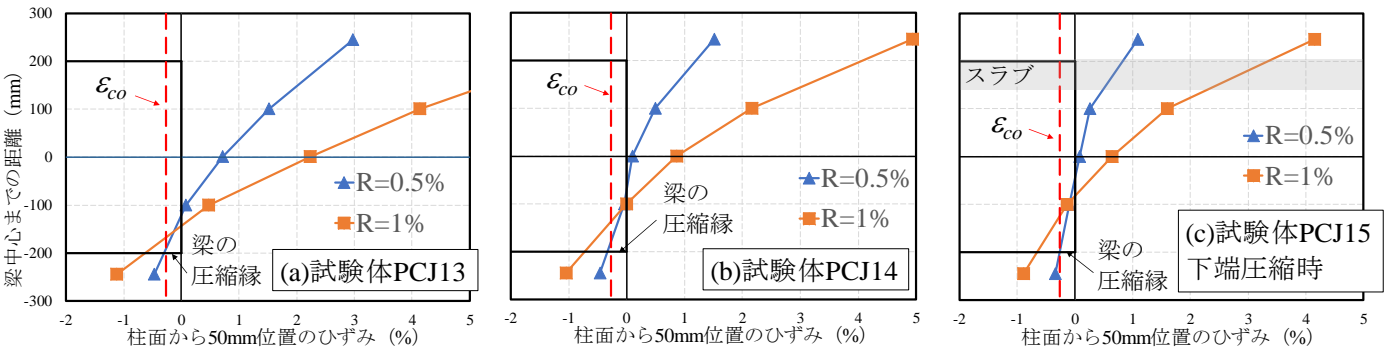


図-4 柱面から 50mm 位置のコンクリートひずみ分布

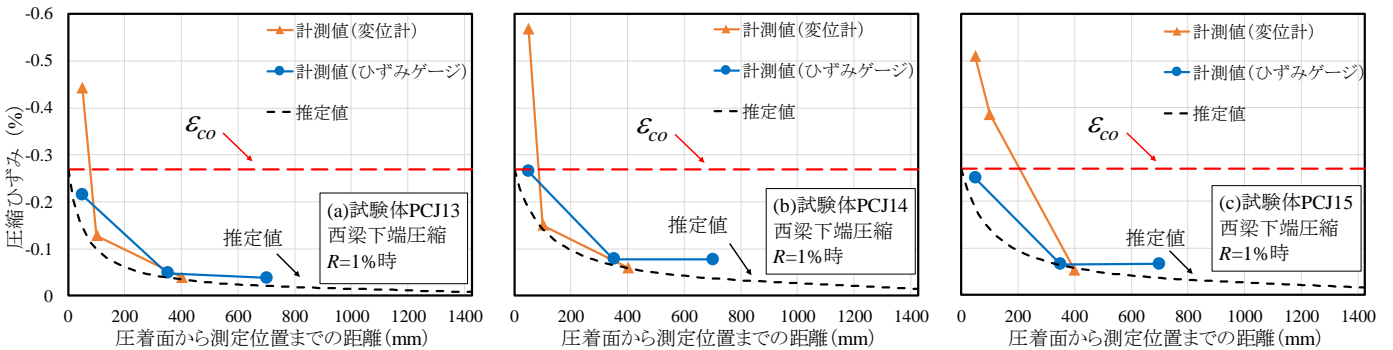


図-5 圧縮縁のコンクリートひずみ分布

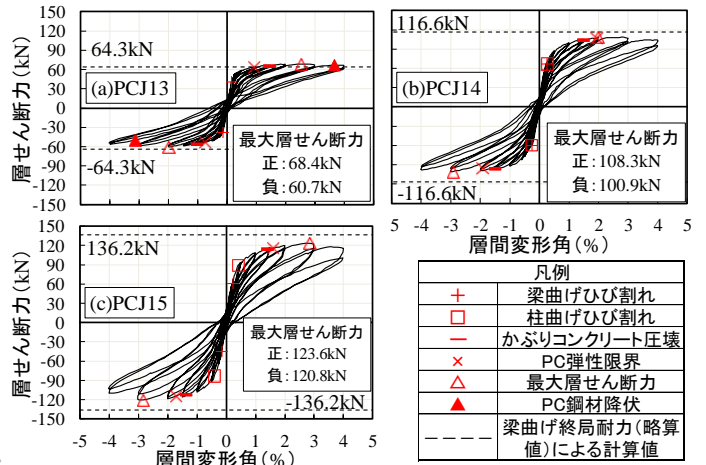


図-2 層せん断力-層間変形角関係

梁危険断面近傍のコンクリートひずみ分布はほぼ直線となった。梁圧縮縁のコンクリートひずみが圧縮強度時ひずみを超えると復元力特性の剛性低下が見られた。層せん断力がほぼ一定となる層間変形角 1% では, 梁危険断面の圧縮縁ひずみはほぼ 1% に達した。

参考文献は (その 4) に示す。

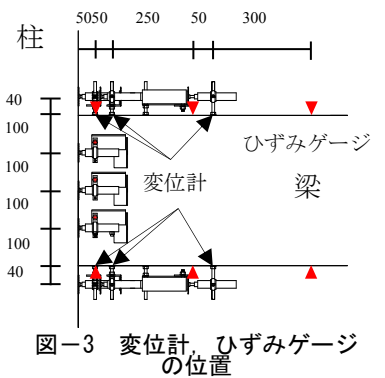


図-3 変位計, ひずみゲージの位置

\*1 首都大学東京大学院 都市環境科学研究科建築学域 教授 工博  
\*2 首都大学東京大学院 博士前期課程  
\*3 東北大学 工学研究科都市・建築学専攻 助教・博(工学)

\*1 Professor, Tokyo Metropolitan Univ., Dr. Eng.  
\*2 Graduate Student, Tokyo Metropolitan Univ.  
\*3 Assistant Professor, Tohoku Univ., Dr. Eng.