

# アンボンド PCaPC 梁部材の耐震性能の解析的検討

1915060 和久田 廉

指導教員：崔 琥

アンボンドPC 梁部材 プレキャストコンクリート 機能性維持性能  
 ファイバーモデル 正負交番繰り返し MS モデル

## 1. 研究の背景および目的

アンボンド PCaPC (PreCast Prestressed Concrete) 構造とは、付着のないアンボンド PC 鋼材をプレキャストの RC 柱及び梁部材に貫通して配筋し、緊張力を導入することで両者を圧着接合する工法である。アンボンド PCaPC 構造形式は、主に PCa 化した梁部材への適用が考えられ、PC 鋼材の緊張力による高復元性や損傷抑制効果、アンボンド PC 鋼材を用いることによる、損傷・劣化部分の交換が可能になるなど様々な利点を有している。従って、持続可能な社会基盤の構築が求められている現代において、建物の長寿命化を図ることは非常に重要であり、大地震発生後も建築の継続使用を可能とする有望な構法になり得る。

しかし、本構造の普及にはアンボンド PCaPC 部材の保有耐力および変形能力を正確に把握することが不可欠である。そこで本研究では、MS モデルを用いた比較的簡易な解析手法により実験で得られた機能性維持性能を再現することを目的とした。

## 2. 検討対象試験体の実験概要

本研究の検討対象試験体は、アンボンド PCaPC 梁を有するト形部分架構試験体、PCJ04、PCJ11、PCJ12 の 3 体である<sup>1,2)</sup>。

表 1 に試験体の諸元、表 2 に PC 鋼材の重要諸元、図 1 に試験体概要及び解析モデルの概要をそれぞれ示す。試験体は高強度コンクリートを使用しており、試験体 PCJ04 が 85.7MPa、試験体 PCJ11 が 77.5MPa、試験体 PCJ12 が 81.2MPa であった。PC 鋼材は梁全長に配筋されており、試験体 PCJ04 の PC 鋼材は  $\phi 21$  を上下対称に 2 本ずつ、試験体 PCJ11 及び PCJ12 では  $\phi 26$  を上下対称に 2 本ずつ使用している。また、初期緊張力については、試験体 PCJ04 の初期緊張力は 273kN/本、試験体 PCJ11 及び PCJ12 は 417.5kN/本である。加力方法は柱に一定の圧縮軸力を導入後、変位制御で載荷した。PCJ04 は層間変形角 0.1%、0.15%、0.2% で 1 サイクル、0.25%、0.5% で 2 サイクル、1、2、3、4% で 3 サイクルずつ繰り返した。PCJ11 と PCJ12 に関しては層間変形角 0.25、0.5、1、1.5、2、3、4% で 2 サイクルずつ繰り返した。

表 1 試験体の諸元

試験体名	PCJ04	PCJ11	PCJ12	
試験体形状	平面ト形			
幅×せい	250×400			
梁	主筋	上下 4-D19 (SD490)	上下 2-D13 (SD295A)	
	帯筋	D10@100(295A)		
	コンクリートの 圧縮強度(MPa)	85.7	77.5	81.2
PC 鋼材	2 $\phi$ -21	2 $\phi$ -26		
柱	幅×せい	350×350		
	主筋	4-D25 (SD390)	6-D13 (SD295A)	8-D16 (SD390)
	圧縮軸力(kN)	900	400	

表 2 PC 鋼材の重要諸元

試験体名	PCJ04	PCJ11・PCJ12	
弾性限界点	応力度(MPa)	901	901
	ひずみ(%)	0.46	0.46
降伏点	応力度(MPa)	1006	1009
	ひずみ(%)	0.71	0.70
断面積 $A_t(mm^2)$	349.1	530.9	
総長さ L(mm)	2050	2050	
初期緊張力	273	417.5	

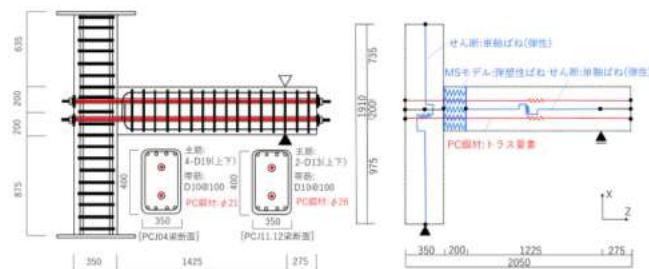


図 1 試験体の詳細図および解析モデル

## 3. 検討対象試験体の解析的検討

### 3.1 ファイバー解析モデルの概要

本研究で用いた解析モデルは、梁圧着面のコンクリー

トをファイバー要素とし、MSモデルでモデル化した。PC鋼棒はトラス要素とした。柱及び梁部材は単軸バネの弾性要素とした。解析モデルでは梁端部をローラー支持、柱脚をピン支持とし、柱頭を加力した。解析上の荷重方法は、実験とほぼ同様に正負交番繰り返し荷重を行った。なお、今回の解析では目地モルタルはコンクリートと同様なものと考え、解析上ではモデル化しなかった。梁部材の普通鉄筋は梁圧着面で切断されているので影響は無視した。解析には弾塑性プログラム SNAP を使用した。

### 3.2 材料構成則

図3に解析に用いたコンクリートおよびPC鋼棒の材料特性を示す。コンクリートの応力-ひずみ関係は、カバーおよび拘束筋に囲まれたコアコンクリート部（以下、カバー部、コア部）に分けた。カバー部、コア部ともに、圧縮側の包絡線では圧縮強度までの応力上昇域を星隈モデル、圧縮強度以降の圧縮軟化域を直線でモデル化した。コア部での拘束効果による圧縮強度の応力上昇分は、修正 Kent-Park モデルにより評価し、圧縮軟化域における下り勾配は、終局限界ひずみ  $\epsilon_{cu}$  (式(1)参照) と最大圧縮強度を結ぶ直線で評価した。PC鋼棒には、包絡線に Trilinear 型のモデルを使用した。SNAP 上では、トリリニアスリップ型と修正 Ramberg-Osgood モデルの2種類のモデルで解析した。

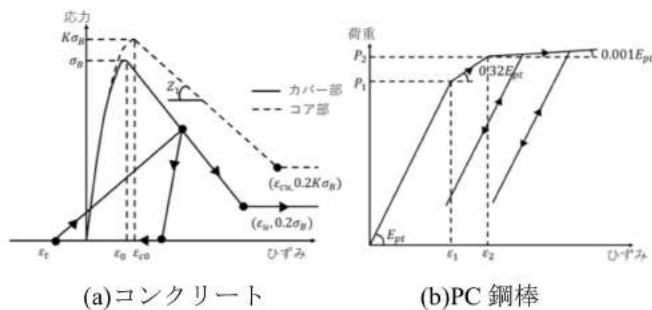


図2 材料特性

$$\epsilon_{cu} = 0.004 + 0.9\rho_s(f_{yh}/300) \quad (1)$$

ここで、 $\rho_s$ :せん断補強筋のコアコンクリートに対する体

積比、 $f_{yh}$ :せん断補強筋降伏強度 (MPa)。

### 3.3 解析結果

図4に試験体 PCJ04, PCJ11, PCJ12 の解析結果及び実験結果による荷重-変形関係を重ねて比較する。本解析では2種類のPC鋼棒の復元力特性で解析を行ったが、本文では、実験値に近い値となったトリリニアスリップ型のみを示す。全ての試験体の初期剛性は若干小さくなったが、包絡線及び残留変形は概ね再現することができた。各試験体の最大耐力については、解析値が実験値を若干上回ったが、両者には良好な対応が見られた。

### 4. 結論

本研究では、ト形架構におけるアンボンド PCaPC 梁部材の耐震性能に関する解析的検討を行った。本論文における各章から得られた知見を以下に示す。

- 1) 本研究で行ったファイバー解析による荷重-変形関係と実験結果を比較すると、検討対象となった計3体の試験体の初期剛性は若干小さくなったが、包絡線及び残留変形は概ね再現することができた。
- 2) 本解析では、修正 Ramberg-Osgood モデルとトリリニアスリップ型の2種類のPC鋼棒の復元力特性で解析を行ったが、解析結果に大きな違いはなく、トリリニアスリップ型モデルの除荷剛性が実験値に近い値となった。

### 【参考文献】

- 1) 宋性勳・栗本健多・晉沂雄・北山和宏・金本清臣・田島祐之:PC鋼材の長さが異なるアンボンド PCaPC 圧着接合骨組の耐震性能, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.745-746, 2014.9
- 2) 鈴木大貴, 宋性勳, 晉沂雄, 北山和宏, 金本清臣:柱梁曲げ強度比を実験変数としたアンボンド PCa PC 圧着接合骨組の耐震性能に関する研究(その1), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造 IV, pp.711-712, 2015.9

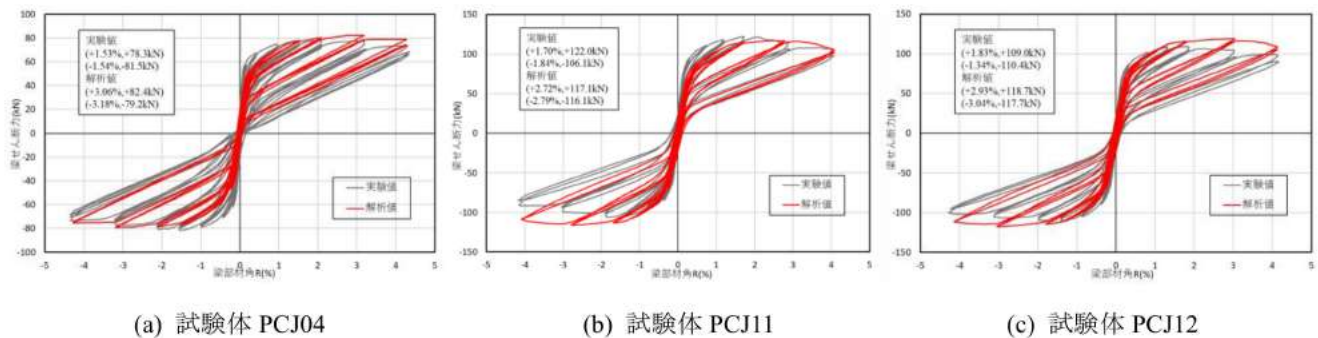


図3 解析結果と実験結果の比較