

B-5

長期荷重を受ける PCaPC 骨組の地震後の力学的挙動に関する解析的研究

その1 解析概要及び解析結果

Analytical Study of Post-Earthquake Mechanical Behavior of Vertically Loaded PCaPC Skeleton

Part 1 Analysis Outline and Analysis

○柄澤大樹¹, 深谷勇介², 福井剛³, 浜原正行³

* Karasawa Daiki¹, Fukaya Yusuke², Fukui Tuyoshi³, Hamahara Masayuki³

Abstract: In this study, positive and negative repeated gradual increase analysis was performed on a 1-layer, 1-span PC frame with improved resilience by using a PC structure for the columns, and the bending moment and deflection behavior of the beam during residual deformation were clarified. After that, the bending moment of the beam after the earthquake will be compared with the criteria.

1. はじめに

本研究では、柱の構造種別と設計の余裕度を要因とした長期荷重を受ける1層1スパンのPC骨組に対して、正負繰り返し漸増解析を行った。この解析から得た結果より、残留変形時における梁曲げモーメントについて設計クライテリアとの対比、地震後の梁たわみの増大と降伏メカニズムの因果関係について検討を行う。その1では、本研究の解析概要の詳細を示し、解析骨組の履歴性状に対して考察を行う。

2. 解析概要

解析には、Figure1に示すように、地震力を模した正負繰り返し水平荷重 Q と長期荷重を模した鉛直荷重 W を受ける1層1スパンの柱梁耐力比=1.5とした梁降伏型骨組を用いた。Figure1からも分かるように、この骨組は8要素、9節点となり、節点には、全て材端バネを設けた。

Figure2に示すように、梁はスラブ付きT型断面の第I種PCaPC造、柱は正方形断面のRC造及びPCaPC造である。これらの骨組は、以下に示す2タイプとした。

- ① PCaPC建物-1：柱RC造、梁PCaPC造
- ② PCaPC建物-2：柱梁ともPCaPC造

Table1に示すように、解析要因は、上記の骨組構成部材と梁端部のモーメント係数 m_y と r (= スパン中央の長期曲げモーメント/同位置の第I種PC許容曲げモーメント)とした。なお、同表中の r の水準は、0.8, 0.9, 1に設定されており、各節点における梁の長期曲げモーメントは、第I種PC梁としての設計クライテリアを満足している。また、解析手法は、文献りと同様の方法で解析を行った。

3. 解析結果

本節では、梁端部の降伏モーメント係数 m_y が0.125の骨組を対象に、以下に示す影響因子に対する検討を進める。

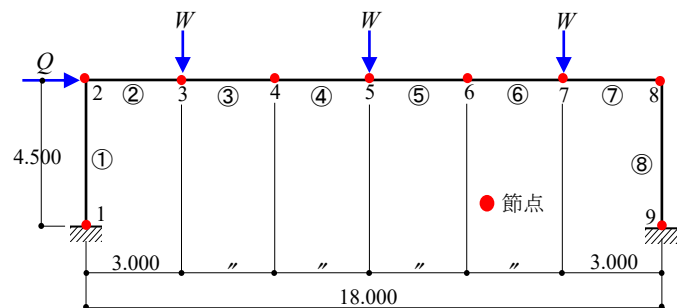


Figure1 Analyses Frames

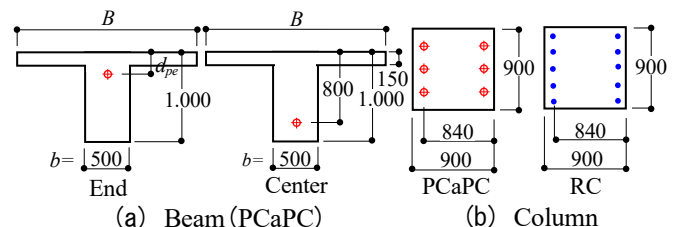


Figure2 List of Selection ●主筋 ○PC鋼材

Table1 Parameters for Analysis

解析要因	水準		
骨組構成部材	梁 PCaPC-柱 RC,	柱梁 PCaPC	
$r = M_{LC} / M_{AC}$	0.8	0.9	1
$m_y = M_{by} / (bD^2F_c)$	0.1	0.125	0.15
【共通因子】 柱梁耐力比 $= M_{cy} / M_{by} = 1.5$ $B / b = 4$ $\lambda_t = 1$			
【材料強度】 コンクリート圧縮強度 $F_c = 40\text{MPa}$			
主筋降伏強度 $\sigma_y = 350\text{MPa}$			
PC鋼材降伏強度 $\sigma_{py} = 1600\text{MPa}$			

3.1 層せん断力 Q - 層間変形角 R の関係

Table2は、層せん断力 Q - 層間変形角 R 関係について r と骨組構成部材の影響について検討を加えたものである。この表より、以下のことが指摘できる。

- 1) 上段に示すように、PCaPCの梁から成る骨組でも、柱がRC造のものは、比較的能量消費能力に富んだ履歴ループを描いている。これは、履歴ルー

幅が大きい RC 柱のモーメント M -回転角 θ 関係の履歴性状が骨組の層せん断力 Q -層間変形角 R 関係に反映されていることに起因している。

- 柱梁 PCaPC 骨組は、柱も梁と同様、モーメント M -回転角 θ 関係は原点復帰傾向の強いエネルギー消費能力に乏しい履歴性状となっているため、層せん断力 Q -層間変形角 R 関係も、これを反映し、原点復帰傾向の極めて強いエネルギー消費能力に乏しい履歴ループを描いている。

3.2 梁端部曲げモーメント M_{b2} -回転角 θ_{b2} の関係

Table3 は、梁端部曲げモーメント M_{b2} -回転角 θ_{b2} 関係に及ぼす r と骨組構成部材の影響について検討したものである。この表より、以下のことが指摘できる。

- $r=0.8$ の梁は、正負両側で降伏し、いずれも最大回転角 3%を超えている。これに対して $r=1.0$ の梁は、正側で降伏し、最大回転角は 4%に達しているが、負側では降伏していない。この結果は、 $r=0.8$ の梁は降伏ヒンジが左右両端に形成されているが、 $r=1.0$ の梁は降伏に達してない側では降伏ヒンジがスパン内側に形成されていることを示している。
- 柱が RC か PCaPC かに関係なく、いずれも原点復帰傾向の極めて強いエネルギー消費能力に乏しい履歴を描いている。

3.3 梁スパン内ヒンジ位置における曲げモーメント M_{b7} -回転角 θ_{b7} の関係

Table4 は、梁スパン内ヒンジ位置(節点 7)(Figure3 (b))の曲げモーメント M_{b7} -回転角 θ_{b7} 関係に及ぼす r と骨組構成部材の影響について検討したものである。この表より、以下のことが指摘できる。

- $r=0.8$ では、いずれのケースでも未降伏なのに対して、 $r=1.0$ では、正側で降伏していることが分かる。
- 柱が RC か PCaPC の違いによる梁スパン内ヒンジ位置における曲げモーメント M_{b7} -回転角 θ_{b7} 関係に及ぼす影響は見られない。

4. まとめ

- 層せん断力 Q と層間変形角 R の関係から、柱が RC の骨組は、紡錘型の履歴ループを描き、柱が PCaPC 骨組は、原点復帰傾向の極めて強いエネルギー消費能力に乏しい履歴ループを描いていた。
- $r=1.0$ の骨組の降伏メカニズムは、梁スパン内ヒンジ機構となった。

【参考文献】

- 内田龍一郎, 矢田光輝, 浜原正行, 福井剛, :地震時および地震終了後の PC 骨組の力学的挙動に関する解析的研究, 日本建築学会大会梗概集, 2019.9

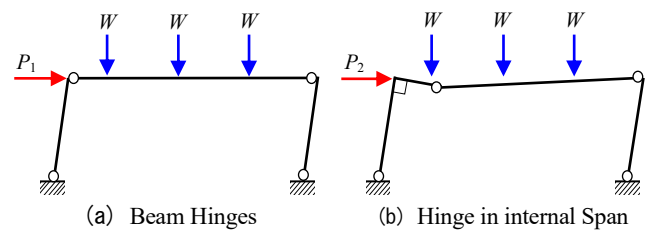


Figure3 Failure of frame

Table2 Base Shear Q -Drift Angle R Relationship

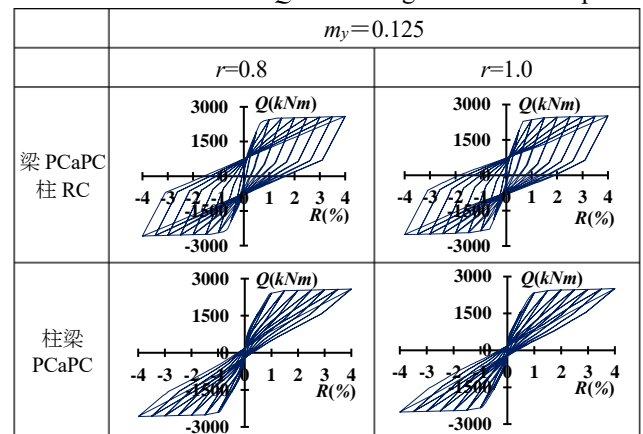


Table3 Beam end Bending Moment M_{b2} -Rotation Angle θ_{b2} Relationship

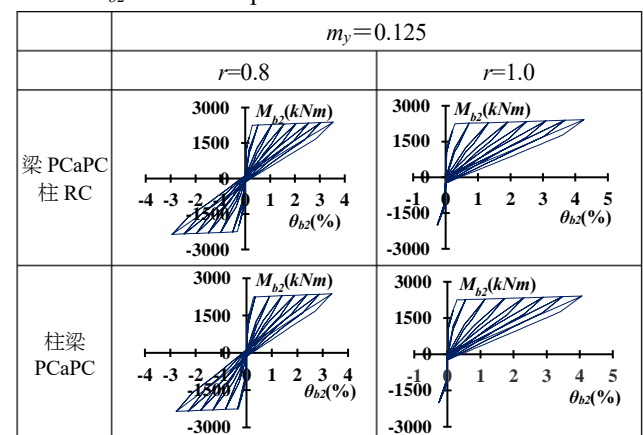


Table4 Relationship Between Bending Moment M_{b7} and Rotation Angle θ_{b7} at the Hinge position in the Beam Span

