

B-6

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2 残留変形時の曲げモーメントとたわみ

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

Part 2 Deflection and Bending Moment During Residual Deformation

○深谷勇介², 柄澤大樹¹, 福井剛³, 浜原正行³

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

Abstract: In this report, we examine the contrast between the beam bending moment after the earthquake and the design norms shown in the previous report No. 1 and the transition of the residual deflection.

1. はじめに

本報告では、前報その1で示した骨組の地震後の梁曲げモーメントと設計クライテリアの対比を述べ、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。

2. 残留変形時の梁曲げモーメント

2.1 残留変形時の梁曲げモーメント分布

Table1は、プレストレス導入による曲げモーメント分布(図中、青線)地震経験前の曲げモーメント分布(図中、黄色線)、層間変形角2%経験後の曲げモーメント分布(図中、赤線)、層間変形角4%経験後の曲げモーメント分布(図中、緑線)に及ぼす骨組構造種別と r の影響について検討したものである。なお、図中、2本の破線は、各節点における第I種PC許容曲げモーメントを表している。この表より、以下のことが指摘できる。

柱梁PCaPCで $r=0.8$ のケースを除く全てのケースにおいて、節点7の曲げモーメントが増加し、層間変形角2%経験後には $r=1.0$ の梁だけでなく $r=0.8$ の梁も第I種PC許容曲げモーメント M_{Ac} 以上となっている。

2.2 各節点における第I種PC許容曲げモーメント

Table2は、Table1の梁曲げモーメント分布の各節点における M_i を同位置の第I種PC許容曲げモーメントで除したものである。これより、以下のことが指摘できる。

柱をRC造とした骨組は、 r が1.0か0.8であるかに関係なく、経験最大層間変形角が0.5%に達する前に節点7(緑色)で第I種PC許容曲げモーメントに達していることがわかる。これより、このような骨組が地震後にも第I種PCとしての設計クライテリアを維持することは困難であることがわかる。

3. 層せん断力 Q と梁中央たわみ v_c

Table3は、層せん断力 Q -梁中央たわみ v_c 関係に及ぼす骨組種別と r の影響について検討したものである。

Table1 Beam Bending Moment Distribution

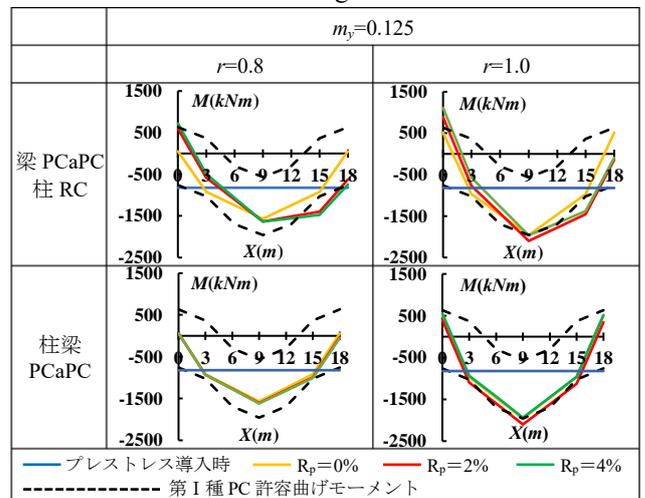
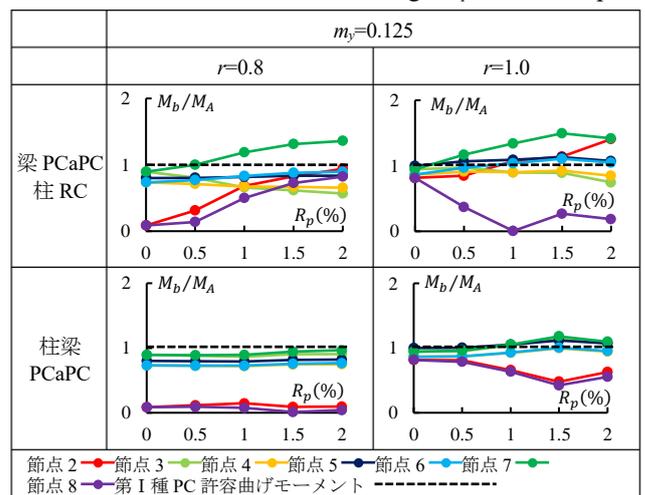


Table2 M_b / M_A -Maximum Drift Angle R_p Relationship



この表より、以下のことが指摘できる。

- 1) $r=0.8$ の梁は、柱がRCかPCaPCかに関係なく、最大たわみが約15mm程度で定常状態している。この時の層間変形角は、1.5%であった。
- 2) $r=1.0$ の梁では、いずれも層間変形角の増加に伴って、たわみが増加し続け、 $r=0.8$ の梁のように定常状態にはなっていない。

4. 梁スパン内ヒンジ位置における残留たわみ v_7 と最大回転角 θ_p の関係

Table4 は、梁スパン内ヒンジ位置（節点7）の残留たわみと最大回転角 θ_p の関係に及ぼす r と m_y の影響について示したものである。図中のプロットは、層間変形角を表しており、 $R_p=0.5\%$ ずつ $R_p=4\%$ まで表している。この表より、以下のことが指摘できる。

- 1) $r=0.8$ では、いずれのケースも最大回転角が小さいため、残留たわみの大きさも小さい。よって、第I種PC許容曲げモーメントに対して20%の余裕を持った設計を行えば、地震後のたわみは問題無いことがわかる。
- 2) $r=1.0$ の全てのケースでは、層間変形角の増加に伴って、梁スパン内ヒンジ位置の最大回転角が増加し、この影響により残留たわみも増加している。上記に示した1),2)より、梁スパン内ヒンジ位置にできたヒンジとたわみの2つの関係性は強いことがわかる。

Figure1 は、今回行った全てのケースの梁スパン内ヒンジ位置（節点7）の残留たわみ v と最大回転角 θ_p の関係について表したものである。図中の色は、解析要因 r を示していて、 $r=0.8$ （図中青線）、 $r=0.9$ （図中赤線）、 $r=1.0$ （図中緑線）をそれぞれ表している。また、図中の○は、 $m_y=0.1$ 、△は、 $m_y=0.125$ 、□は、 $m_y=0.15$ を表している。図中のプロットは、層間変形角を表しており、 $R_p=0.5\%$ ずつ $R_p=2\%$ まで表している。この図より、以下のことが指摘できる。

- 1) $r=0.8$ のケースでは、最大回転角 θ_p が小さいため、残留たわみは、最大でも10mmで定常化した。
- 2) また、 $r=0.9, 1.0$ のケースは、層間変形角の増加に伴って、梁スパン内ヒンジ位置の最大回転角 θ_p が増加し、この影響で残留たわみ v も増加している。
- 3) 同一骨組では、 r に依存せず、たわみの増加傾向が同様の傾向を示していることがわかる。一方向の増分解析を行うことで地震後のたわみの大きさを推定可能であると考えられる。

5. まとめ

- 1) 柱をRC造とした骨組の残留変形時の曲げモーメントは、第I種PCとしての設計クライテリアを維持することが困難であることがわかった。
- 2) 梁スパンにヒンジが生じた骨組は、層間変形角の増加に伴って、梁スパン内ヒンジ位置の最大回転角が増加し、この影響で残留たわみも増加することが示された。
- 3) 梁スパン内ヒンジ位置の残留たわみ v と最大回転角

θ_p の関係から残留たわみ v の大きさを推定することができる可能性があることがわかった。

Table3 Base Shear Force Q -Beam Center Deflection v_c Relationship

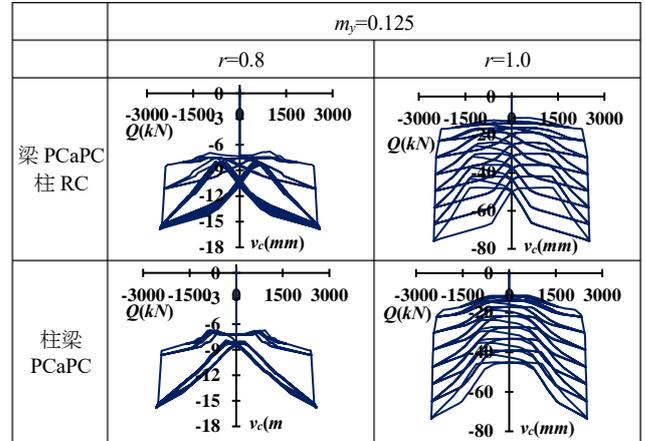


Table4 Deflection v - Maximum Rotation angle θ_p Relationship

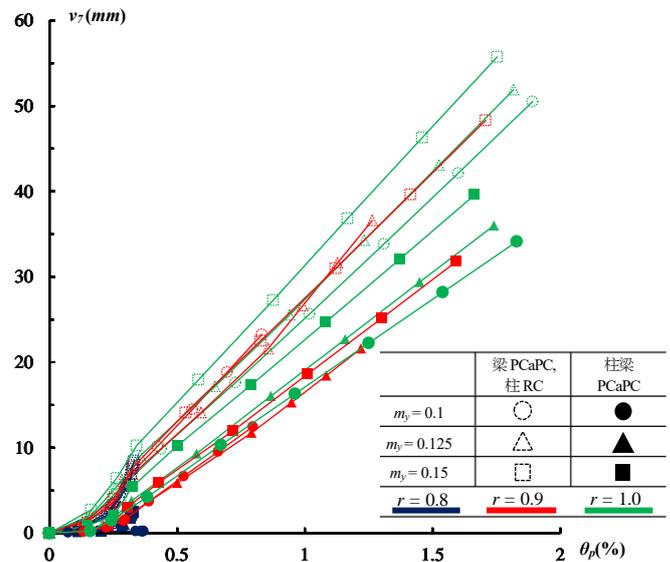
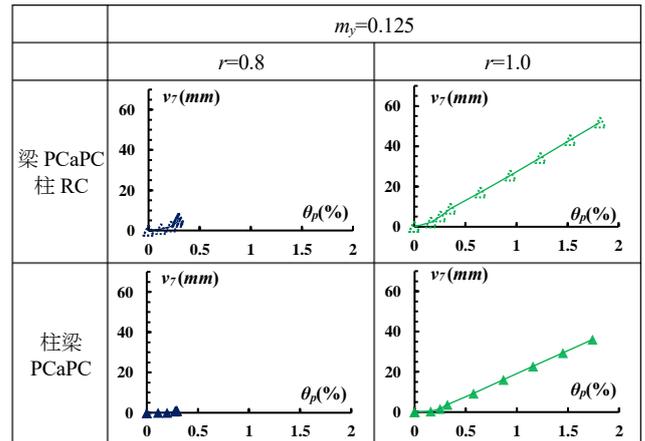


Figure1 Deflection v - Maximum Rotation angle θ_p