

梁に鉛直荷重と地震荷重を受ける PC 骨組の曲げ挙動に関する解析的研究  
その 2 残留変形時の梁の挙動

Analytical Study on Flexural Behavior of Beams in Prestressed Concrete Frames Subjected to Vertical and Seismic Load  
Part 2 Behavior of Beam During Residual Deformation

岡田和俊<sup>1</sup>, ○朝倉弘貴<sup>2</sup>, 福井剛<sup>3</sup>, 浜原正行<sup>3</sup>  
Kazutoshi Okada<sup>1</sup>, \*Kouki Asakura<sup>2</sup>, Tsuyoshi Fukui<sup>3</sup>, Masayuki Hamahara<sup>3</sup>

Abstract: The analytical results show that: 1) The restoring characteristics of the test frames were affected by the hysteretic behaviors of the constituent members in which yield hinges were formed. 2) The bending moment and displacement at the mid-span remarkably increased after the cyclic reversed loading.

1. はじめに

本研究では、その 1 で示した 1 層 1 スパンのコンクリート骨組に対して以下の検討を行う。

1) 骨組を構成する柱と梁の各部位における曲げモーメント (以後、モーメント) とこのモーメントを逆対称に負荷したときの部材端部回転角 (以後、回転角) 関係と骨組の復元力特性との関係。

2) ピーク層間変形角とその残留変形時における梁の鉛直荷重位置における曲げモーメントとたわみとの関係に及ぼす降伏型と梁鉛直荷重, および骨組を構成する柱と梁の構造の影響。

2. 骨組の復元力特性と柱, 梁のモーメント-回転角関係

表 1 は, 柱を RC 造, 梁を PCaPC 造とした RCPCaPC 骨組について, 降伏型 (梁降伏 BY, 柱降伏 CY) と梁

鉛直荷重  $W$  (0 kN, 24kN) 別に, 骨組の層間変形角  $Q$  - 層間変形角  $R$  関係, および柱梁各部位におけるモーメント  $M$ -回転角  $\theta$  関係の一覧を示したものである。

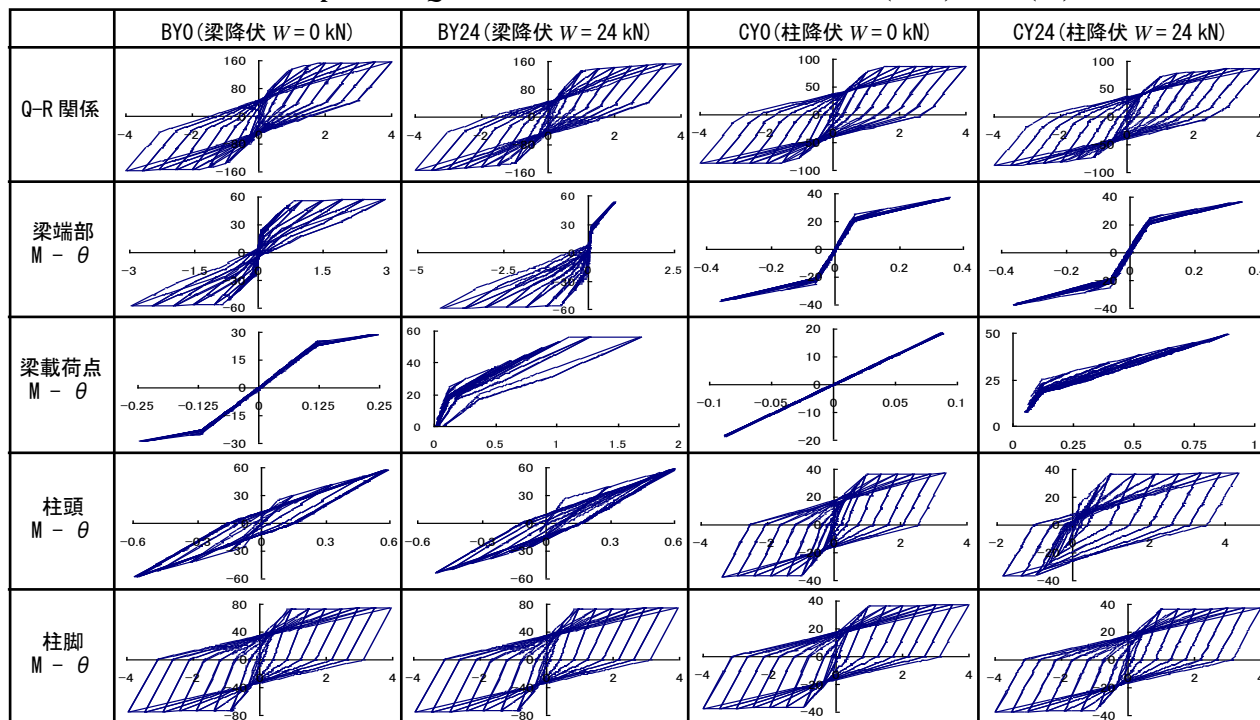
Table 1 より以下のことが指摘できる。

1) 柱は RC としているため, 柱頭, 柱脚の履歴性状はエネルギー消費能力に富んだ紡錘型履歴性ループを描いている。これに対して, 梁はエネルギー消費能力に乏しい S 字型の典型的な PCaPC 部材の履歴性状を示している。

2) 柱脚はいずれも正負対称に大きく塑性化している。

3) 梁降伏型骨組の柱頭は降伏していない。これらの骨組のうち鉛直荷重ゼロの BY0 は梁両端が降伏しており, その挙動も正負対称である。鉛直荷重 24kN を負荷している BY24 では, 負モーメント側では梁端部, 正モーメント側では鉛直荷重載荷位置が降伏している。

Table 1. Relationship between  $Q$  and  $R$  of RCPCaPC series frame and  $M(kNm)$  and  $\theta$  (%) relation



1: 日大理工・学部・海建 2: 日大理工・院(前)・海建 3: 日大理工・教員・海建

4) 柱降伏骨組は柱頭と柱脚のみが降伏し、梁は未降伏である。また、鉛直荷重24kNを負荷したCY24では、柱の回転角は正側に大きくシフトしている。

5) 以上の挙動は、各骨組の降伏型によく対応している。

6) 骨組の復元力特性に及ぼす鉛直荷重の影響は見られず、梁降伏型骨組ではPCaPCとRCの中間的な履歴性状を、柱降伏型骨組ではRCの履歴性状を示している。

### 3. 残留変形時の鉛直荷重位置のたわみと曲げモーメント

Fig.1 は、残留変形時における梁載荷点位置のたわみ(以後、 $\delta$ )とピーク層間変形角(以後、 $R_p$ )の関係を、骨組を構成する柱と梁の構造種類別に示したものである。これらの図より、以下のことが指摘できる。

1)  $\delta$ の値は、RCが最も大きく、RCPCとRCPCaPCがこれに次ぎ、PCaPCが最も小さい。

2) 鉛直荷重(以後、 $W$ )12kNの骨組BY12、CY12の $\delta$ は、柱と梁の構造に関係なく、 $R_p$ の上昇に伴って増加し、2~3%になると一定になる。また、その値についても降伏型による大きな差異は見られない。

3)  $W = 24kN$ で柱降伏型の骨組CY24は、BY12、CY12同様、 $R_p$ 3%に達すると $\delta$ は一定になる。これに対して、梁降伏型BY24の $\delta$ は、 $R_p$ が2.5から3.5%を超えると急増する。Fig.2はBY24の梁の鉛直荷重載荷位置におけるモーメントと層間変形角の関係を示したものである。この図より、 $\delta$ の急増開始時と鉛直荷重載荷位

置が降伏する層間変形角は一致している。これより、 $\delta$ の急増は鉛直荷重載荷位置の降伏によるものと推察できる。

Fig.3は残留変形時における梁載荷点位置のモーメント(以後、 $M$ )と $R_p$ の関係を、Fig.1同様、骨組を構成する柱と梁の構造種類別に示したものである。これらの図より、以下のことが指摘できる。

1)  $M$ の値は、RCPCとRCPCaPCが最も大きく、RCは、これらの骨組より若干小さい。PCaPCはこれらの骨組よりかなり小さい値を示している。

2) 降伏型による $M$ の値に大きな違いは見られない。

3) PCaPC以外の骨組は、いずれも単純梁としての最大モーメント $M_0$ を超えているか、極めて近い値となる。

### 4. まとめ

1) 柱と梁の各部位におけるモーメントー回転各関係は骨組の降伏型によく対応していた。

2) 梁の残留変形時たわみはピーク層間変形角の上昇に伴って増加し、その値はRCが最大、RCPCとRCPCaPCがこれに次ぎ、PCaPCが最も小さかった。また、梁の残留変形時たわみは、梁載荷点が降伏すると急増した。

3) 梁の鉛直荷重位置の残留変形時モーメントはピーク層間変形角の上昇に伴って増加し、PCaPC以外は、いずれも単純梁としての最大モーメントを超えるか、極めて近い値にまで接近した。

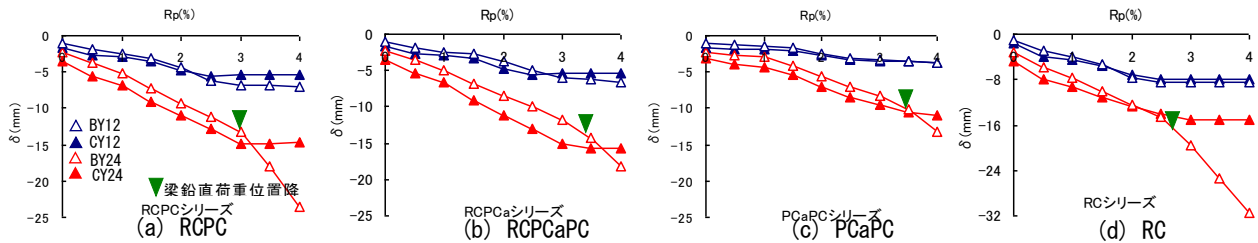


Figure 1. Residual deflection and story drift angle

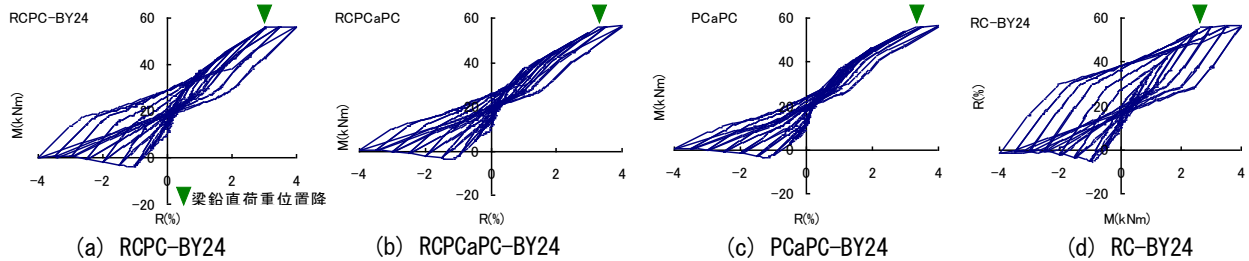


Figure 2. Moment and story deformation angle and vertical load position of BY24 frame

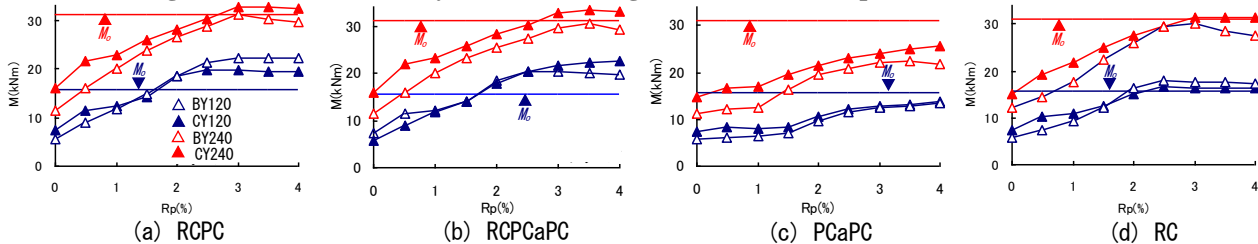


Figure 3. Effect of moment on residual deformation of vertical load position