

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 1 解析概要と履歴性状

Analytical Study on Flexural Behavior of Beams in Prestressed Concrete Frames Subjected to Vertical and Seismic Load

Part 1 Outline of Analysis and History Properties

○岡田和俊¹, 朝倉弘貴², 福井剛³, 浜原正行³*Kazutoshi Okada¹, Kouki Asakura², Tsuyoshi Fukui³, Masayuki Hamahara³

Abstract: Systematic analyses were performed on prestressed concrete frames to investigate the effect of the yield mechanism, the magnitude of vertical load, and structural type of the constituent members on the flexural behavior of the beams during and after earthquake.

Table 1 Parameters for analysis

要因	水準	水準数
M_{by}/M_{cy}	0.77(梁降伏型 BY) 1.55(柱降伏型 CY)	2
Q_L/Q_M	0(W=0kN) 0.55(W=12kN) 1.1(W=24kN)	3
構造種別の組合せ	柱: RC — 梁: RC, PC, PCaPC 柱: PCaPC — 梁: PCaPC	4

【記号】 M_{by} = 梁降伏モーメント M_{cy} = 柱降伏モーメント
 Q_L = 梁に働く鉛直荷重 W によるせん断力 (本骨組では $= W$)
 Q_M = 梁の両端が降伏モーメントに達したときのせん断力
ここに, $Q_M = 2 \cdot M_{by} / \text{スパン}$ スパン = 5.2m

1. はじめに

本研究は、梁をプレストレストコンクリート（以下 PC）、PCaPC および RC 造、柱を RC、および PCaPC 造とした 1 層 1 スパン骨組に対し、梁に一定鉛直荷重を負荷した状態で正負水平繰返し解析を行い、コンクリート系骨組の地震時および地震終了時における力学的挙動に及ぼす梁と柱の構造と降伏機構の影響について検討する。

2. 解析概要

2. 1 解析要因と骨組名称

解析は、約 1/3 の縮小 1 層 1 スパン骨組を対象とした。解析骨組の総数は、梁降伏モーメント/柱降伏モーメント、梁鉛直荷重のせん断力/梁両端ヒンジ形成時せん断力(Q_L/Q_M)、柱と梁の構造種別の 3 要因とした 24 ケースである。表 1 に解析要因と水準の一覧を示す。

試験体名称は、最初の語が柱の構造、2 番目が梁の構造を表している。ただし、柱と梁の構造が同じ場合は、構造を 1 語で表す。そして、3 番目の語が降伏型、最後の数字が梁に作用する鉛直荷重の大きさを表している。

2. 2 解析骨組の概要

解析骨組は、文献 1) に倣い、スパン 5.2m、階高 1.7m の 1 層 1 スパン骨組とした。Fig.1 に骨組の概要と断面の緒元を示す。図中、RC 柱と PC 梁は、文献 1) に掲載されていたものである。PCaPC 柱、RC 梁および PCaPC 梁の鋼材断面積は、それぞれ終局モーメントが上述の RC 柱、PC 梁に等しくなるように設定した。

Table 1 から分かるように、想定した降伏機構は、Fig.2 に示す 3 形式である。部材緒元の算定に際し、コンクリートと鋼材の機械的諸元は文献 1) で用いた値を採用した。

2. 3 解析法

解析には、材端バネ法を用いた。解析に際し、逆対称モーメント下での材端の曲げモーメントと回転角の関係には、文献 2) のモデルを用いた。

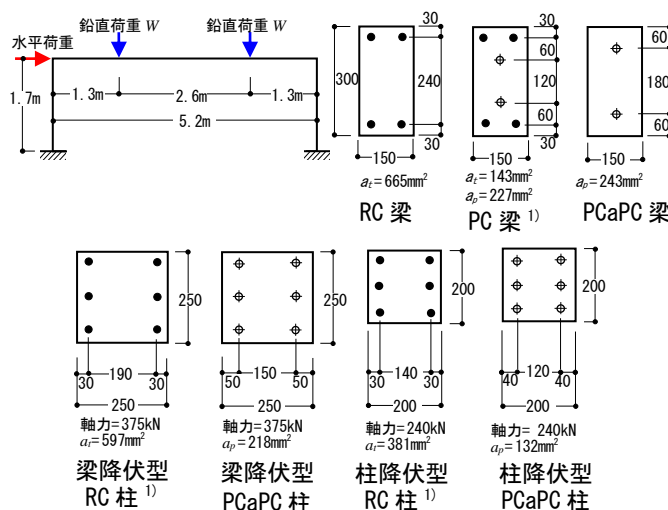
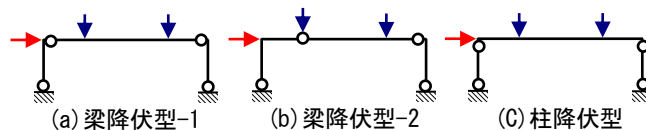


Figure 1. Outline of frame

 a_t = 引張鉄筋断面積 a_p = 引張側 PC 鋼棒の断面積

	条件	該当骨組シリーズ
梁降伏型-1	$M_{by}/M_{cy} < 1$ $Q_L/Q_M < 1$	BY0 BY120
梁降伏型-2	$M_{by}/M_{cy} < 1$ $Q_L/Q_M > 1$	BY240
柱降伏型	$M_{by}/M_{cy} > 1$	CY0, 120, 240

【記号】 M_{by} = 梁降伏モーメント M_{cy} = 柱降伏モーメント
 Q_L = 梁に働く鉛直荷重 W によるせん断力 (本骨組では $= W$)
 Q_M = 梁の両端が降伏モーメントに達したときのせん断力
ここに, $Q_M = 2 \cdot M_{by} / \text{スパン}$ スパン = 5.2m

Figure 2. Yield mechanism

3. 復元力特性に対する検討

Fig.3(a),(b)は、層せん断力 Q -層間変形角 R 関係をそれぞれ梁降伏型と柱降伏型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) R-Q 関係に及ぼす鉛直荷重 W の影響は見られない。
- 2) 柱を RC とした梁降伏型骨組の復元力特性は、梁の履歴性状に支配され、梁を RC, PC, PCaPC とした順にエネルギー消費能力に富んだ挙動を示す。
- 3) 柱を RC とした柱降伏型骨組の復元力特性は、柱の履歴性状に支配されるため、梁の構造種別によらず、いずれもエネルギー消費能力に富んだ挙動を示す。
- 4) 柱、梁とも PCaPC の PCaPC 骨組は、いずれもエネルギー消費能力に乏しい S 字型の履歴ループを描く。

Fig.4, 図 5 はそれぞれ層間変形角 R —等価粘性減衰定数 heq 関係に及ぼす柱と梁の構造と降伏型の影響を示したものである。これらの図より以下のことが分かる。

- 1) 柱降伏型の骨組と梁が RC の骨組は、 heq が最も

大きく、R- heq 曲線も、ほとんど重なっている。

- 2) 梁降伏型骨組の heq は、梁を RC, PC, PCaPC としたものの順に大きい。これに対して、柱、梁を PCaPC とした骨組の heq の値はいずれも極めて小さい

4. まとめ

- 1) R-Q 関係に及ぼす鉛直荷重の影響は見られなかった。
- 2) 骨組の復元力特性は降伏ヒンジが形成する部材の履歴性状に依存した。

【参考文献】1) 福井ほか：鉛直荷重を受ける PC 骨組の地震時における力学的挙動（その 1-4），日本建築学会大会梗概集，2016 年，8 月 pp.787-794 2) 浜原ほか：プレキャストプレストレストコンクリート柱の復元力特性に関する実験的研究，日本建築学会構造系論文報告集，1996，pp.151-160

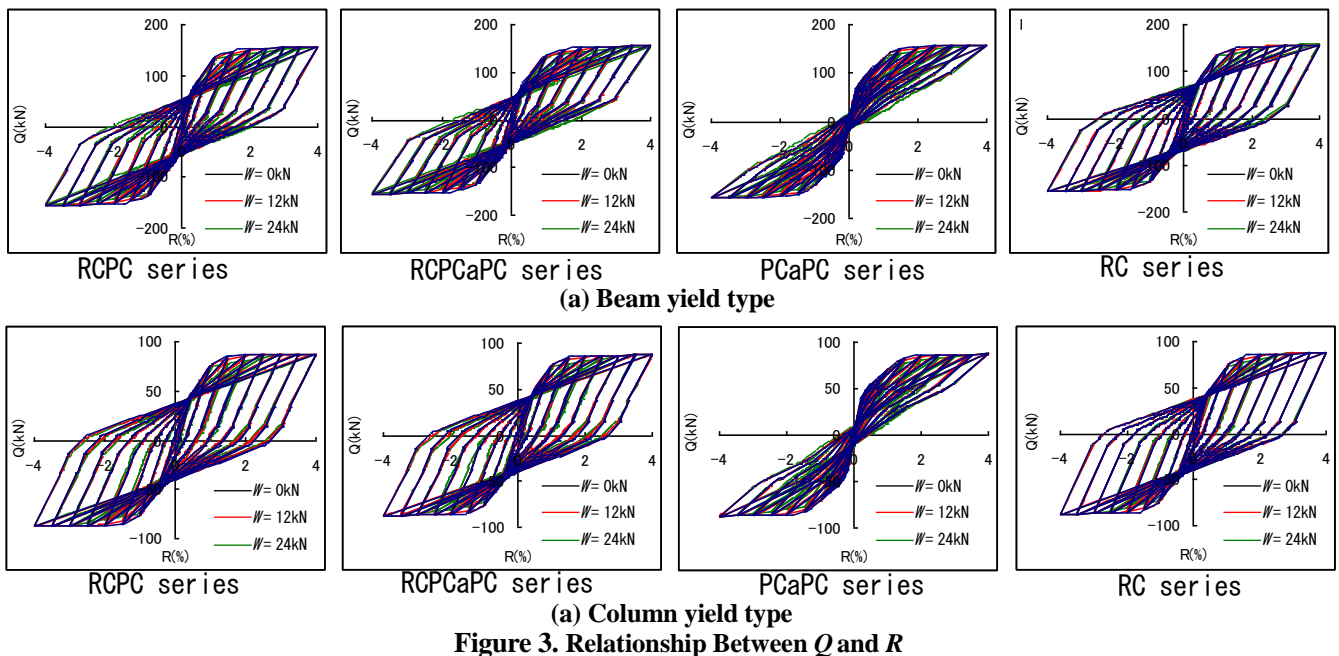


Figure 3. Relationship Between Q and R

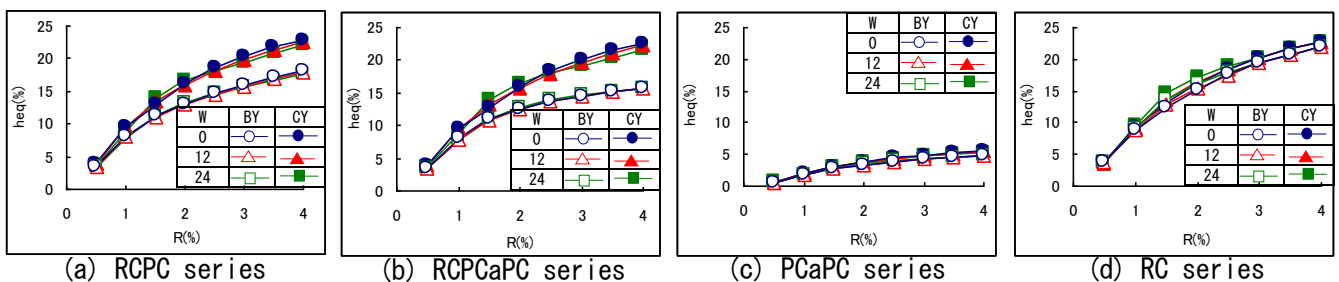


Figure 4. Equivalent viscous damping and story drift angle

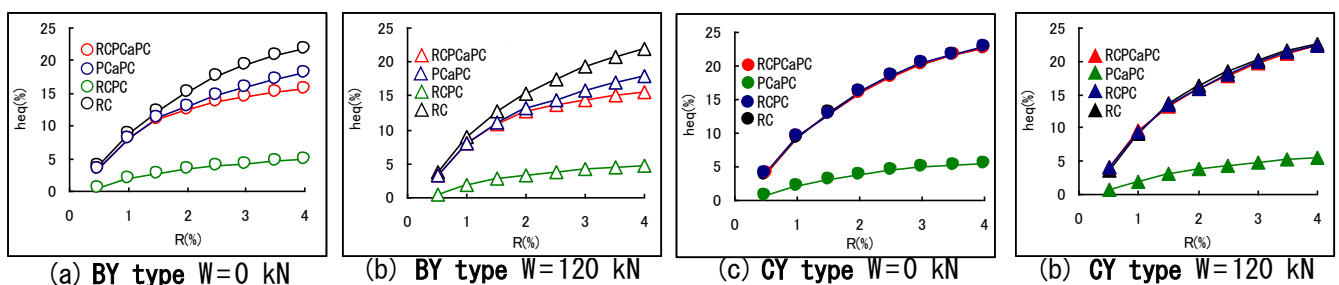


Figure 5. Effects of yield type and vertical loading on Equivalent viscous damping