

鉛直荷重を受ける PC 骨組の地震後の継続使用性に関する解析的研究

その2 残留変形時のたわみと曲げモーメント

Analytical study of post-earthquake usability of vertically loaded PC skeletons

Part 2 Deflection and bending moment during residual deformation

○佐俣夏子², 深谷勇介¹, 福井剛³, 浜原正行³

* Samata Natuko², Fukaya Yusuke¹, Fukui Tuyoshi³, Hamahara Masayuki³

Abstract: In this paper, we examine the effects of the ratio r of the allowable bending moment M_{Ai} to the long-term bending moment M_{Li} of the beam and the yield moment coefficient m_y with respect to the bending moment and deflection of the beam after the earthquake of the frame shown in the previous report # 1.

1. はじめに

本論文では、前報その1で示した骨組の地震後の梁の曲げモーメントとたわみについて、梁の長期曲げモーメント M_{Li} に対する許容曲げモーメント M_{Ai} の比 r と降伏モーメント係数 m_y が及ぼす影響について検討する。

2. 残留変形時の梁曲げモーメント分布

Table 1 は、経験最大層間変形角 $R_p = 0.5\%, 1\%, 2\%$ の梁曲げモーメント分布 $M_{i0.5}, M_{i1}, M_{i2}$ をその1に示した r と m_y 別に示したものである。これらと第I種PC許容曲げモーメント(以下、許容曲げモーメント) M_{Ai} (黒破線)、曲げひび割れモーメント M_{cri} (赤破線)の比較により以下のことが指摘できる。

1) 経験最大層間変形角 0.5%時の梁の曲げモーメントは、すべてのケースの $X = 15m$ (右側の鉛直荷重載荷位置)において、さらに $r = 0.95, 1.0$ のケースでは梁中央でも許容曲げモーメントを上回っている。

2) 経験最大層間変形角 1.0%時では、すべてのケースの梁中央で許容曲げモーメントを上回っているが、曲げひび割れモーメントには達していない。

3) 経験最大層間変形角 2.0%時では、 $m_y = 0.08$ で $r = 0.9$ のケースを除くすべてのケースにおいて $X = 15m$ 近傍で曲げひび割れモーメントに達している。

4) 1)と3)より、梁中央よりも鉛直載荷位置の方が小さい層間変形角時に許容曲げモーメントおよび曲げひび割れモーメントを上回ることが分かる。

3. 層せん断力 Q と梁中央たわみ δ_c の関係

Table 2 は、層せん断力 Q と梁中央たわみ δ_c 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。これより、以下のことが指摘できる。

1) $r = 0.9$ では、一時的にたわみが急増するが、その後はある一定値で常ループを描いた。

Table 1 Distribution of beam bending moment during residual deformation

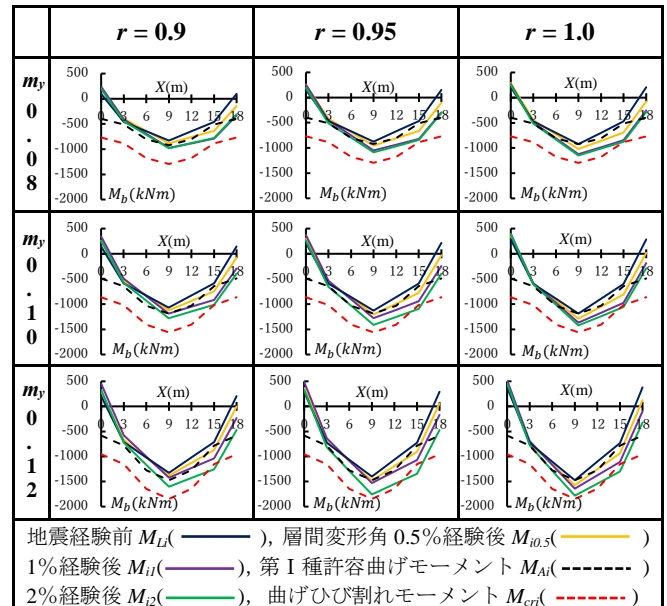
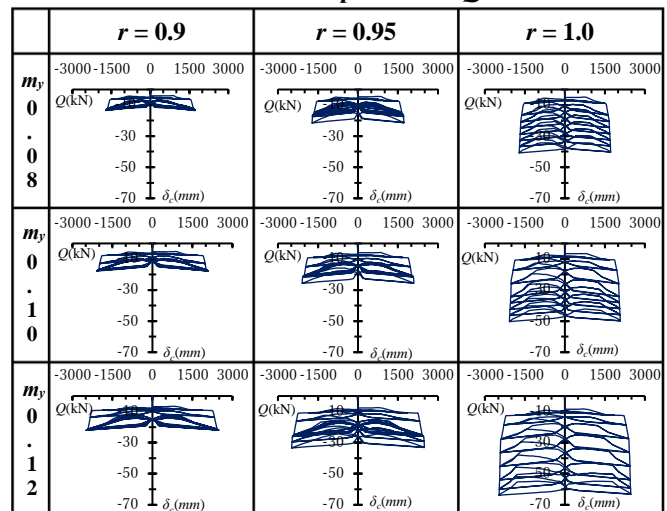


Table 2 Relationship Between Q and δ_c



2) $r=1.0$ では、履歴は定常ループを描きながら下方にシフトして最終ステップまでたわみは増大し続け、最大値は $r=0.9$ の約3倍になった。

3) $r=0.95$ では、 $r=0.9$ と同様に一度たわみが急増した後に、ある一定値で定常ループを描き、その後再び増加し始めることが分かる。増加後は最終ステップまでたわみは増加し続けている。また、増加し始めるタイミングは、前報その1で指摘した鉛直荷重載荷位置にヒンジが形成される時と一致している。

4. 梁中央と鉛直荷重載荷位置の M/M_A , M/M_{cr} と R_p の関係

Table 3,4 は、それぞれ地震後の梁中央と鉛直荷重載荷位置の許容曲げモーメントと地震後の曲げモーメントの比 M/M_A (黒線)、曲げひび割れモーメントと地震後の曲げモーメントの比 M/M_{cr} (赤線) と経験最大層間変形角の関係を示している。また、青線と緑線は、それぞれの位置の残留たわみ δ を記載したものである。これより、以下のことが指摘できる。

(1) 梁中央に対する考察

- 1) 梁の中央の曲げモーメントが許容曲げモーメント M_A に達した時 ($M/M_A=1.0$) は、いずれのケースでも経験最大層間変形角の増加に伴いたわみが増加している最中であるが、この時点での残留たわみはかなり小さい。
- 2) M/M_{cr} が 1.0 に達したケースは $r=1.0$ で $m_y=0.12$ の1ケースのみで、これ以外は曲げひび割れは発生していない。

(2) 鉛直荷重載荷位置に対する考察

- 1) 2節1)において、鉛直荷重載荷位置の曲げモーメントは、経験最大層間変形角 0.5%時に許容曲げモーメントを上回っていると指摘した。しかし Table 4 を見ると、これよりかなり小さい層間変形角時において、 M_A を上回っていることがわかる。また、曲げモーメントが許容曲げモーメントに到達する経験最大層間変形角は梁中央よりもかなり小さい。
- 2) 曲げひび割れモーメントについて、 $m_y=0.08$ で $r=0.9$ および 0.95 を除く7ケースで M/M_{cr} は 1.0 を上回っていることが分かる。また、いずれのケースでも梁中央よりも早い段階で曲げひび割れが発生することがわかる。

5. まとめ

- 1) 残留変形時の梁の曲げモーメント分布から、梁中央よりも鉛直載荷位置の方が先に第I種 PC 許容曲げモーメント M_A 、曲げひび割れモーメント M_{cr} を共に上回ることを示した。
- 2) 層せん断力 Q と梁中央たわみ δ_c の関係は、梁スパン内ヒンジ形成の有無およびその形成時期により大きく変化した。また、 $r=1.0$ の梁中央の残留たわみは、 $r=0.9$ と比較すると3倍になることを示した。
- 3) 本解析の範囲においては、残留変形時の曲げモーメントが許容曲げモーメントに到達するときの梁のたわみはすべてのケースにおいて小さく、残留変形時において $M/M_A < 1.0$ を満足すれば使用性は確保することができた。

Table 3 Center of beam Relationship Between M/M_A , M/M_{cr} and R_p

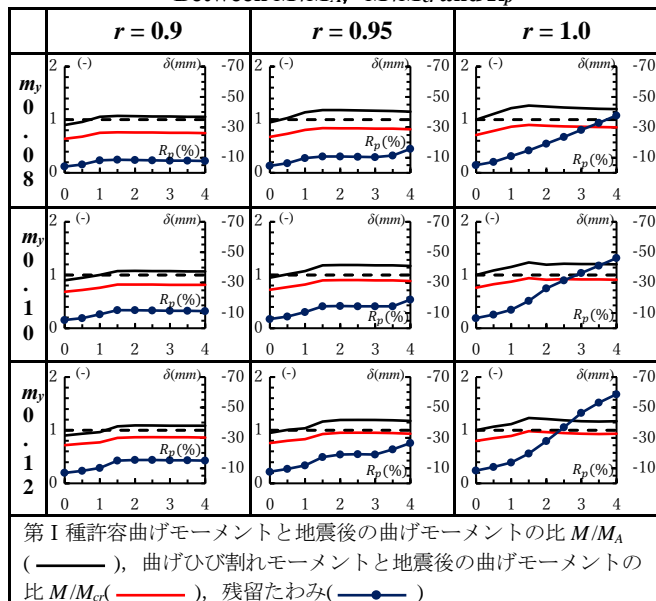


Table 4 Vertical load loading position Relationship Between M/M_A , M/M_{cr} and R_p

