

PC 骨組の地震終了時における鉛直荷重が及ぼす影響に関する実験的研究
その3 実験値と解析値の比較

Experimental study of the effects of vertical loads on prestressed concrete frames after Seismic
Part.3 comparison of experimental and analytical values

○岡田和俊¹, 奥祐太郎², 宮原椋一¹, 福井剛³

*Kazutoshi Okada¹, Yutaro Oku², Ryoichi Miyahara¹, Tsuyoshi Fukui³

Abstract: In this study, we analyzed the PC frame experiments shown in the previous section (Part 1, Part 2). From the result, we compare it with the experimental result.

1. はじめに

本研究では、前項(その1, その2)で示したPC骨組の実験に対し、鉛直荷重・水平荷重を再現した解析を行い以下のことについて実験結果との対比を行い、一部文献¹⁾のRC骨組の実験値と解析値との対比を行う。

2. 解析概要

解析手法は文献³⁾にならい材端バネ法を用い、解析諸元は(その1)で示したPC試験体の各寸法及び実強度とした。

3. 骨組の履歴性状

Fig.1に層せん断力 Q と層間変形角 R の関係を示す。前項(その2)でも示した実験結果と同様に、解析結果も紡錘型の履歴ループを描いており、ループ形状・最大耐力・残留変形ともに実験結果と高い適合性を示している。

4. 層せん断力と中央たわみ関係

Fig.2に層せん断力 Q と梁中央たわみ δ_c の関係を示し、以下に考察を述べる。破線は $R=1.0\%$ の層せん断力を表している。

実験値は $R=1.0\%$ を超えてからは層せん断力の増減により変動し、8の字形のループを描きながら徐々に増大していった。解析値は $R=1.0\%$ 以降ピーク時のたわみを過大評価する傾向がみられるが前述のループ形状

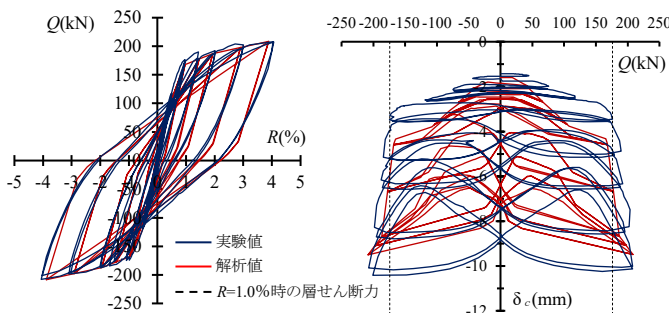


Figure1. Load-Drift angle relationship

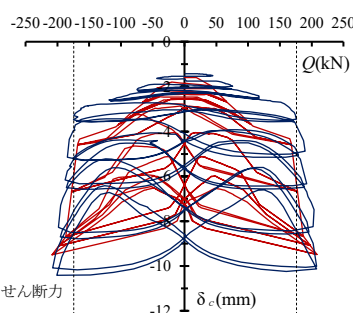


Figure2. Load-Central deflection relationship

は再現されていることがわかる。

5. 残留変形時の梁中央たわみ

Fig.3に残留変形時の梁中央たわみ δ_c と経験最大層間変形角 R_e の関係を示す。PCFの実験値は、 $R_e=1.0\%$ までは緩やかに増加し、これ以降増加傾向が若干強まった。RCFはPCFより早く増加傾向が強まり、 $R_e=0.5\%$ から 2.0% まではたわみが急増している。解析値は両試験体とも $R_e=2.0\%$ 以降たわみの増加が鈍化している点が実現象と異なるが、 $R_e=2.0\%$ 以下の範囲においては実験値を±10%の精度で評価している。

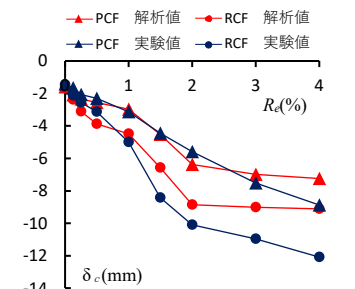


Figure3. Residual deformation beam center deflection

6. 残留変形時の曲げモーメント分布

残留変形時の梁曲げモーメント分布は以下の方法で求めた。スパン中央から左右650mmの位置の鉄筋のひずみを用い、梁断面の力のつり合いより曲げモーメントを算出した。このとき、材料特性は弾性、コンクリートは引張を負担しないものと仮定した。2点の曲げモーメントを直線で繋ぎ、錘位置の曲げモーメントを求め、梁端部の値は、2点の錘位置の曲げモーメントから求まるせん断力と錘によるせん断力の和によって求めた。実験値、解析値共に梁自重分は含まれていない。

Fig.4にPCF、Fig.5に文献¹⁾のRCFの残留変形時の梁曲げモーメント分布をそれぞれ示す。青線は実験値、赤線は解析値を表している。

図中 M_0 は単純梁にした時の最大曲げモーメント、 M_I 、 M_{II} 、 M_A はそれぞれI種PC、II種PCおよびRC梁の長期の許容曲げモーメントを表している。 $R_e=0.0\%$ の曲げモーメント分布は実験開始時を表している。以下に曲げモーメント分布の実験値に対する考察を述べる。

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

- 1) PCF, RCF とともに, 残留変形時の正曲げモーメント分布は経験最大層間変形角の増加に伴い大きくなっており, $R_e=1.0\sim 2.0\%$ の間に急増している. これは材端の塑性化の進行に起因している.
- 2) PCF は主筋降伏前の $R_e=0.5\%$ 時に長期の許容曲げモーメント M_I を上回った. このときの梁中央たわみは Fig.3 からわかるように 3 mm 以下と極めて小さい. 一方, RCF では長期の許容曲げモーメント M_A は $R_e=3.0\%$ 時においても超えていないが, このときのたわみは 10mm 以上と大きいことがわかる.
- 3) PCF の実験値と解析値は比較的良い適合性を示していることがわかる. また梁中央の曲げモーメントは $R_e=0.0\sim 3.0\%$ 間で 2.6 倍に増加しており, (その2)6節で述べた曲率の増加率 2.9 倍に近い値を示している.

(その1)で挙げた, たわみと許容曲げモーメントの2つの指標を基に今回の実験結果を評価すると, RC ではたわみにより, I種 PC では許容曲げモーメント M_I により使用性を満たすことができなくなることがわかった. しかし, I種 PC の実建物においても今回の RC 試験体の様に許容曲げモーメントに対する余裕度が大きいものも当然存在する. さらには梁に与えられるプレストレスの大きさは多様で, たわみ, 曲げモーメントに対する性能も同様に多様である. そのため建物の地震後の継続使用性を担保するために

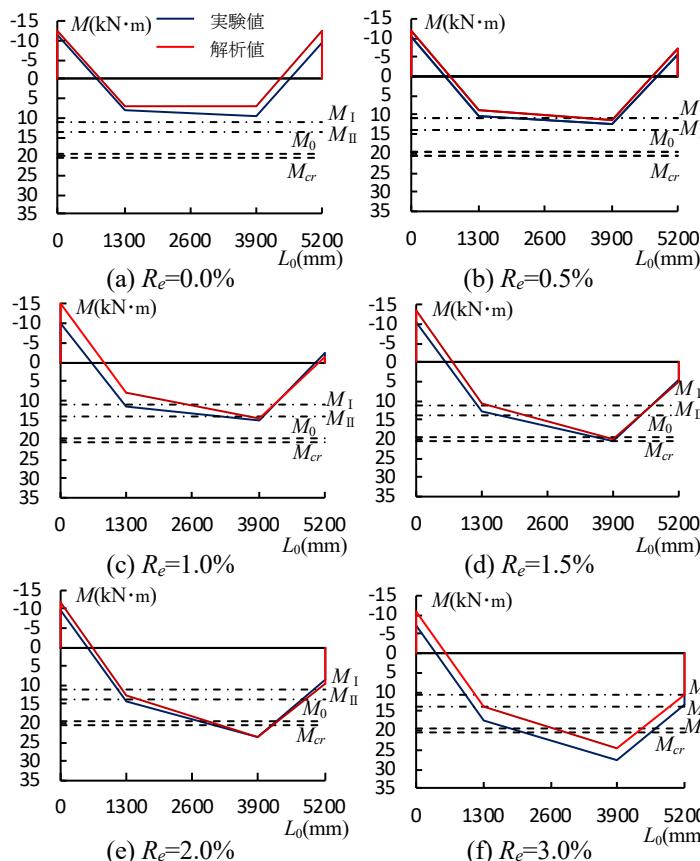


Figure4.PCF Residual deformation bending moment distribution

は, 上述の2つの指標をとともに考慮すべきである.

7.まとめ

- 1) 残留変形時の梁中央たわみは経験最大層間変形角の増加に伴い大きくなった. 解析値は $R_e=2.0\%$ 以下の範囲においては実験値を $\pm 10\%$ の精度で評価している.
- 2) (その1)で挙げた, たわみと許容曲げモーメントという2つの指標を基に今回の実験結果を評価すると, RC ではたわみにより, I種 PC では許容曲げモーメント M_I により使用性を満たすことができなくなことを示した.
- 3) 骨組の履歴性状, 梁中央たわみ, 残留変形時の曲げモーメント分布の実験値に対して, 解析値は $R=2.0\%$ 以下の範囲において比較的良く適応していた.

参考文献

[1] 岡田和俊ほか:「鉛直荷重を受ける RC 骨組の地震後の性状に関する実験的研究(その1 実験概要)」, 日本建築学会大会梗概集, pp771-772, 2019年9月
 [2] 陳治ほか:「鉛直荷重を受ける RC 骨組の地震後の性状に関する実験的研究(その2 実験結果)」, 日本建築学会大会梗概集, pp773-774, 2019年9月
 [3] 朝倉弘貴ほか:「鉛直荷重を受ける RC 骨組の地震後の性状に関する実験的研究(その3 実験値と解析値の比較)」, 日本建築学会大会梗概集, pp775-776, 2019年9月

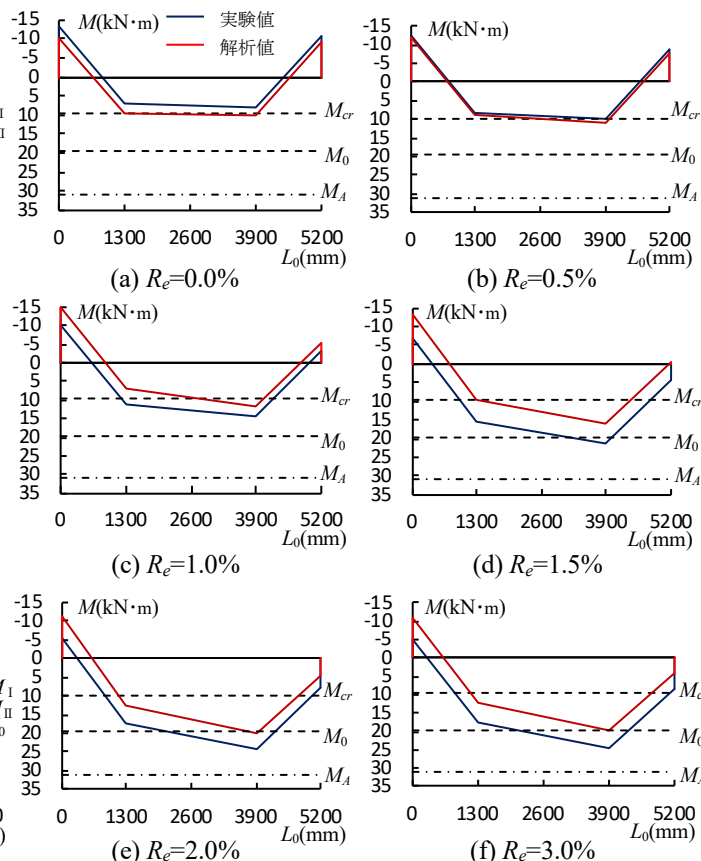


Figure5.RCF Residual deformation bending moment distribution