

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2 実験結果

Experimental study on the effects of vertical loads on prestressed concrete frames after Seismic
Part.2 results of test

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, the experimental results described in the previous section (Part 1) are shown. Furthermore, the results are compared with the experimental results of the RC frame.

1. はじめに

本研究では, 前項(その1)で述べた実験結果を示すとともに文献¹⁾のRC骨組の実験結果と比較する. 以下, 文献¹⁾のRC骨組試験体をRCF, 本実験で用いたPC骨組試験体をPCFとする.

2. 破壊経過

Fig.1にPCFの最終破壊状況を示す. 鉛直荷重を負荷した時点においては試験体にひび割れは発生しなかった. 層間変形角 $R=0.125\%$ 正側ピーク時にN柱柱頭部とN側梁端部, その後, 同負側ピーク時にはS柱柱頭部に曲げひび割れが発生した. 正側載荷において梁上端主筋は $R=0.8\%$, 上段PC鋼材は $R=1.1\%$ 時に降伏した. 梁下端主筋及び下段PC鋼材の降伏は鉛直荷重の影響により上端より遅れ, それぞれ $R=1.5\%$, $R=2.3\%$ 時に生じてメカニズムが形成された. 柱主筋は, $R=0.8\%$ においてN柱柱脚, $R=0.9\%$ においてS柱柱脚が降伏した. 梁の曲げひび割れは, 層間変形角の上昇により材端から徐々に中央寄りに増えていった. ひび割れの範囲は, 上端より下端の方が広がったが, 中央部にはほとんど生じなかった. Fig.2, Fig.3にPCFの正負ピーク時の最大ひび割れ幅及び残留変形時(2サイクル終了時)の残留ひび割れ幅の推移を示す. 凡例の①から⑤はFig.1の位置に対応している. ピーク時の $R=1.0\%$ 以降に, 梁端部の①⑤でひび割れ幅が大きくなっているが, 残留変形時には①で半分以下⑤ではほぼ0にまで小さくなっている. また, 錘載荷位置の②④では各ピーク時にひび割れ幅がわずかに大きくなったが残留

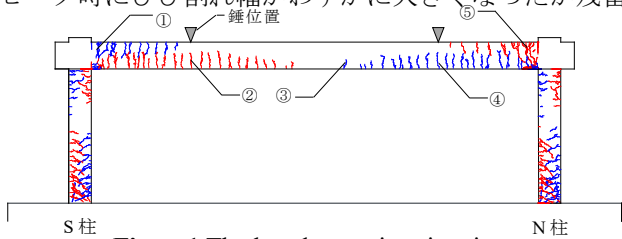


Figure1. The last destructive situation

変形時にはほぼ0となった. 梁中央部の③では, ピーク時と残留変形時でひび割れ幅の変化は全くほぼ0であった.

3. 層せん断力と層間変形角の関係

Fig.4にPCFの層せん断力 Q と層間変形角 R の関係を示す. グラフ中の赤線は部材曲げ耐力を断面解析で求めた, 最大層せん断力 Q_u の計算値を示したものである. また, 図中の○は梁曲げひび割れ発生時, △は梁上端筋の降伏時, ◇は梁下端筋の降伏時, △は上段PC鋼棒の降伏時, ◇は下段PC鋼棒の降伏時をそれぞれ示したものである. 柱が降伏した $R=1.0\%$ 近傍から徐々に履歴ループ幅は広がり紡錘形となった.

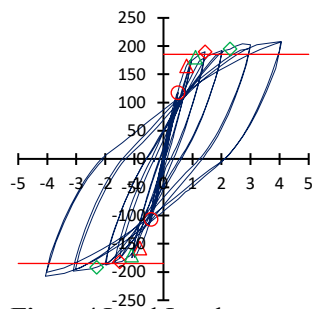


Figure4. Load-Interlayer deformation angle relationship

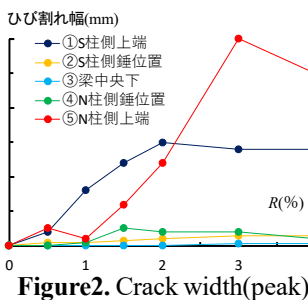


Figure2. Crack width(peak)

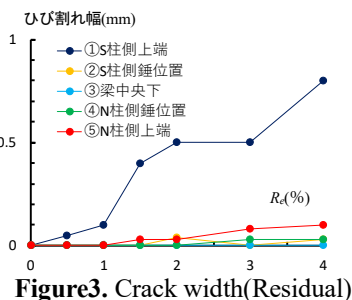


Figure3. Crack width(Residual)

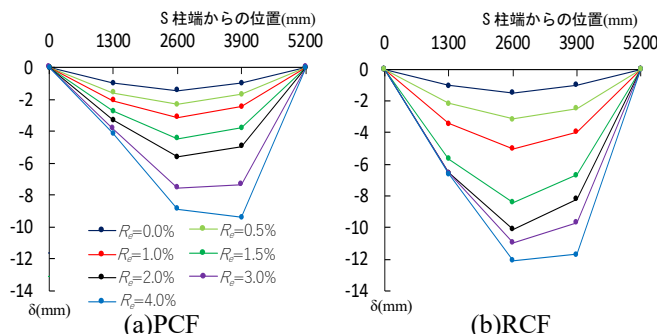


Figure5. Residual deflection distribution

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

4. 梁たわみ分布

Fig.5(a)(b)に PCF, RCF の各経験最大層間変形角 R_e の残留変形時における鉛直たわみ分布をそれぞれ示す。両試験体とも増加量は異なるが、 $R_e=1.0\%$ までは左右で対称性を保ちながら徐々に増加していき、PCF では $R_e=2.0\%$ 以降、RCF では $R_e=1.0\%$ 以降にいずれもメカニズムの形成によりたわみが急増した。たわみの分布は、PCF ではメカニズムの形成以降左右の対称性が大きく崩れて、 $R_e=4.0\%$ ではN柱側の錘位置で最大となった。

5. 梁主筋のひずみ分布

Fig.6 に PCF の錘載荷時($R=0\%$)と各層間変形角の2回目ピーク時及び残留変形時における梁主筋のひずみ分布を示す。図中に示した赤色の点線は、主筋の降伏ひずみ ϵ_y である。また、各ひずみはプレストレス及びコンクリートのクリープにより主筋に発生したひずみを含んでいる。以下に考察を述べる。

- 1) 上端筋の梁両端部では、 $R=1.0\%$ で降伏ひずみに達しており、残留変形時においても降伏ひずみを上回っている。
- 2) 下端筋の左右の錘位置では、 $R=0.0\%$ の初期状態に比べてひずみの増加がみられるが、降伏ひずみには達しておらず残留変形時には減少している。
- 3) 梁中央では、ピーク時及び残留変形時においてもひずみの変化はほとんど見られなかった。

また、上述した各部のひずみの増減は Fig.2, Fig.3 に示したひび割れ幅の推移とよく対応していることがわかる。

6. 梁の曲率分布

Fig.7 に各経験最大層間変形角 R_e の残留変形時における曲率の梁せいによる無次元値($\phi \times D$)の分布を示す。以下に考察を述べる。

- 1) $R_e=0.0\%$ 時の曲率分布は錘載荷による曲げモーメントに対応しており、中央断面の曲率は曲げモーメントによる算定値とほぼ一致している。
- 2) 梁の曲率は層間変形角の増加に伴い大きくなっており、ひび割れが生じていない梁中央における、 $R_e=3.0\%$ 時の曲率は $R_e=0\%$ 時の2.9倍となった。

7. まとめ

- 1) 試験体の破壊経過について説明した。部材の降伏は $R=0.8\%$ で始まり $R=2.3\%$ 時にメカニズムが形成された。ひび割れは材端から中央に向かって広がっていき、中央部にはひび割れがほとんど生じなかった。
- 2) 履歴ループは $R=1.0\%$ 以降、層間変形角が増加するにつれてループの幅が大きくなる紡錘形となった。

3) 残留変形時の梁のたわみは、経験最大層間変形角の増加に伴い大きくなった。PCF は RCF に比べ残留変形時のたわみは小さかった。

4) $R_e=0.0\%$ 時の曲率分布は錘載荷による曲げモーメントに対応しており、中央断面の曲率は曲げモーメントによる算定値とほぼ一致していた。

参考文献

- [1] 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
- [2] 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

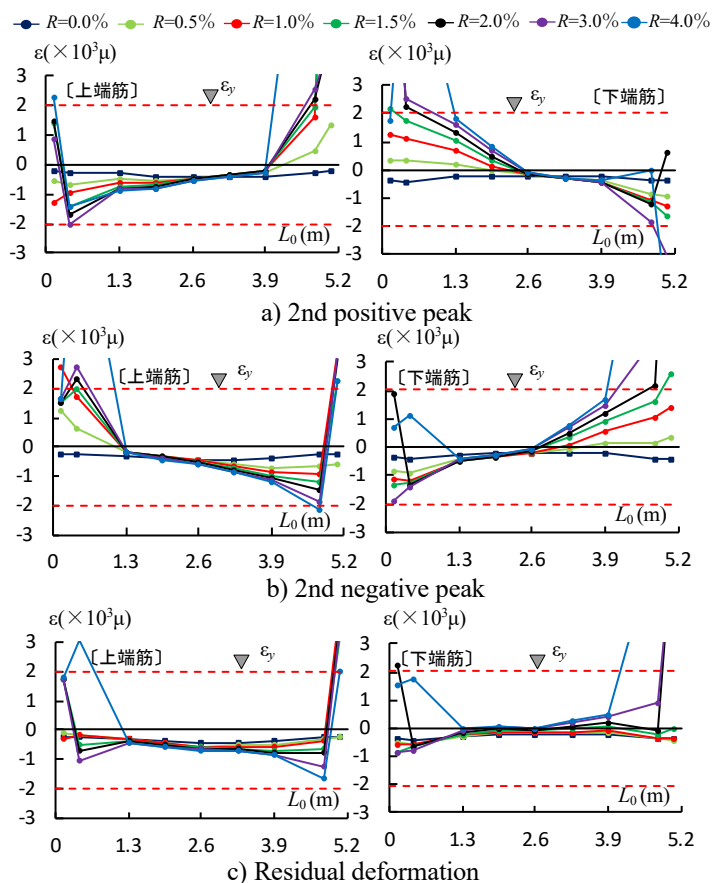


Figure6. Main Rebar Strain distribution

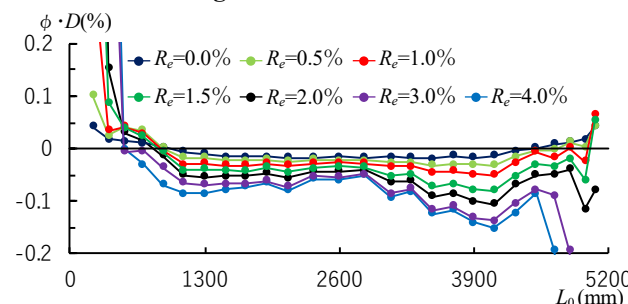


Figure7. Curvature distribution during residual deformation