

1) - 4 プレストレストコンクリート部材の補修後性能に関する 研究

Study on structural performance of damaged prestressed concrete members after retrofit

(研究期間 平成 22~23 年度)

構造研究グループ

谷 昌典

Dept. of Structural Engineering

Masanori Tani

Loading tests were carried out with eight damaged precast prestressed concrete columns after retrofitting, in order to investigate their structural performance such as initial stiffness and flexural capacity. The specimens were retrofitted by the section restoration method using polymer cement mortar and steel jacketing after the first loading test. Deteriorated initial stiffness and flexural capacity of the retrofitted specimens damaged severely in the first loading test were obtained in the second loading test. This was because the separation of the polymer cement mortar from the matrix concrete was occurred with the small deformation.

【研究目的及び経過】

プレストレストコンクリート（PC）構造は高い原点指向性やひび割れ閉合性等を有することから、地震後の補修の必要性に関する議論はほとんど無く、過去に PC 部材を補修対象とした研究例は非常に少ない。しかし、PC 柱では建築物の自重にプレストレスが加わることで高い軸力を負担するため、コンクリート圧縮域の損傷が大きくなる。すなわち、PC 圧着柱が地震で損傷を受け、断面修復等の補修を必要とする状況も想定される。そこで、本研究では、損傷を与えた後に補修・補強した PC 圧着柱に対して載荷実験を実施し、その初期剛性や曲げ耐力といった構造性能を比較することで、補修・補強が構造性能に及ぼす影響について検証する。

【研究内容】

試験体は図 1 に示す縮尺 1/3 程度の片持ち形式の PC 圧着柱で、断面は 250mm×250mm、せん断スパンは 500mm である。載荷時のコンクリート圧縮強度は 36.6~45.2N/mm²であった。実験変数は PC 鋼材種、グラウト有無及び一次載荷時最大変形、一次載荷後の補修・補強方法とし、表 1 に示す全 8 体である。

載荷は所定の圧縮軸力作用下で正負繰返漸増振幅載荷を行った。軸力は軸力載荷後のプレストレス比 $\eta_p (=P_d/(bDf'_c))$ と軸力比 $\eta_N (=N/(bDf'_c))$ の合計が、コンクリート長期許容圧縮応力度 $1/3f'_c$ に相当する 0.33 となるように設定した。一次載荷の最大変形が「限界変形点」の試験体では、最大耐力経験後に曲げ耐力が最大耐力の 90%に低下した点まで、「最大耐力点」の試験体では最大耐力を確認した点でそれぞれ載荷を終了した。二次載荷では、全試験体に対して部材角 $R=\pm 5.0\%$ まで

載荷を行った。なお、写真 1 に示すように、一次載荷後にはコンクリートの浮き及び脆弱部分等を除去し、ポリマーセメントモルタル（PCM）による断面修復及び鋼

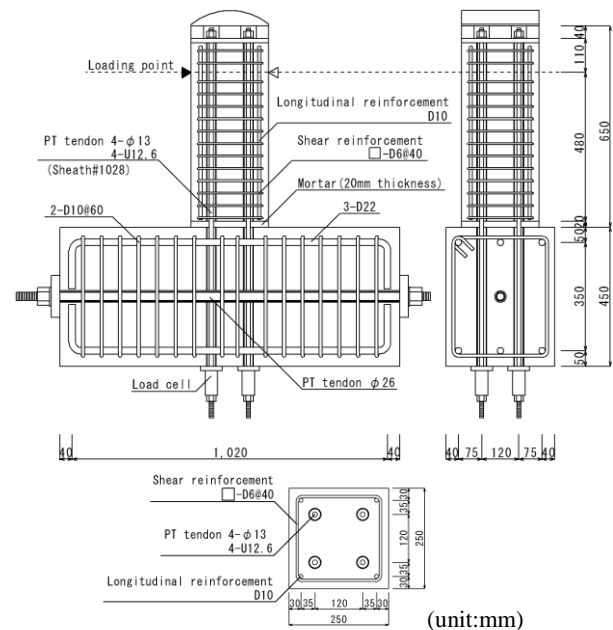


図 1 試験体図

表 1 実験変数

試験体名	PC 鋼材		一次載荷時 最大変形	補修・補強
	鋼材種	グラウト		
RPC-N33-m	丸鋼	有	最大耐力点	断面修復
DPC-N33-m	異形	有		
UPC-N33-m	丸鋼	無		
RPC-N33-u	丸鋼	有	限界変形点	
DPC-N33-u	異形	有		
UPC-N33-u	丸鋼	無		
RPC-M-PJ	丸鋼	有	最大耐力点	断面修復+ 鋼管巻立
RPC-U-PJ	丸鋼	有	限界変形点	

管巻立を行った。

【研究結果】

平成 22 年度に実施した載荷実験では、PCM による断面修復の影響について調査した。各試験体のモーメント-一部材角関係の包絡線を比較したものを図 2 に示す。一次載荷で限界変形を経験した試験体では、二次載荷時に補修部が $R=0.5\%$ 付近で剥離し、最大耐力は一次載荷の 9 割程度となり、最大耐力時の変形は著しく増加した。最大耐力点まで載荷した試験体でも二次載荷時に補修部が剥離したが、一次載荷時とほぼ同等の最大耐力を示した。また、補修によって剛性は大幅に回復したが、二次載荷時の初期剛性は一次載荷の初期剛性に比べて 25~47% 低下した。これは、PCM の弾性係数がコンクリートに比べて小さいことや、一次載荷でのコンクリートの塑性化や PC 鋼材の付着劣化の影響と見られる。本実験で採用した実験変数及び補修方法の範囲では、経験変形レベルが最大耐力点程度であれば、断面修復で構造性能を断面解析結果に近いレベルまで回復できることを確認した。一方、補修範囲が広い試験体では、補修部が早期に剥離し、断面解析で得られるような復元力特性を發揮できなかった。

以上の結果を受けて、平成 23 年度には断面修復に加えて鋼管巻立を行った試験体に対して載荷実験を実施した。断面修復のみの試験体と鋼管巻立を行った試験体の履歴性状を比較したものを図 3 に示す。一次載荷で限界変形を経験した試験体では、補修部が早期に剥離し、その後も断面修復のみの場合と同様に十分な耐力の回復が見られず、鋼管巻立による補強効果を得ることはできな

かった。一次載荷で最大耐力点まで載荷した試験体では、鋼管巻立により初期剛性が一次載荷の 9 割程度まで回復したほか、耐力の増大、残留変形の低減を確認できた。

【備考】 (学会等発表論文)

- 1) 谷ほか：PC 鋼材種が PCaPC 柱の耐震性能に及ぼす影響に関する実験的研究、コンクリート工学年次論文集、Vol.33、No.2、pp.541-546、2011.7
- 2) 谷ほか：PC 圧着柱の補修前後における構造性能比較、第 20 回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集、pp.91-96、2011.10
- 3) 金尾、中菌、谷ほか：損傷を受けた PC 圧着柱の断面修復及び鋼管巻き立てによる耐震性能回復に関する実験的研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、2012.9

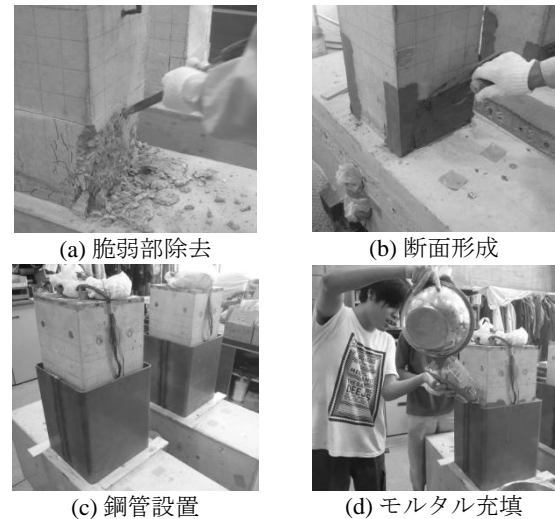


写真 1 補修・補強状況

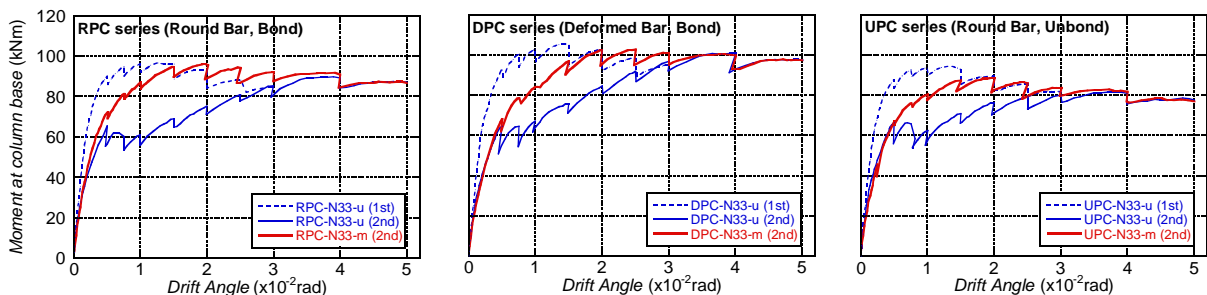


図 2 包絡線の比較 (一次載荷 vs 二次載荷 (断面修復))

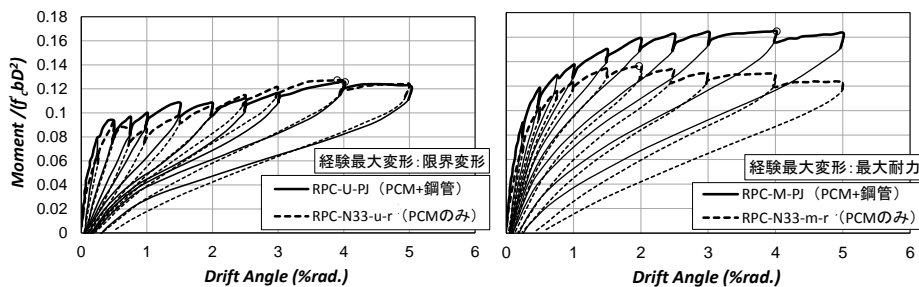


図 3 履歴性状の比較 (断面修復 vs 断面修復 + 鋼管巻立)