

V-163

大変形領域での交番載荷荷重により損傷した RC 柱のポリマーセメントモルタルによる補修効果に関する実験結果

J R 東日本 建設工事事 正員 海原 卓也 正員 中山弥須夫
同 上 正員 小林 薫 フェー 石橋 忠良

1. はじめに

現在、RC 構造物には、兵庫県南部地震級の大地震に対しても、部材降伏以降もその変位量が降伏変位量に対し 10 倍程度以上の変形能力を有することが期待されている。これを踏まえ RC 構造物が、大変形領域の交番載荷で損傷した場合の補修方法や補修後の変形性能に関する研究としては、エポキシ樹脂やアクリル樹脂等を補修材料に用いた例¹⁾が報告されている。

本論文では、部材じん性率を 10 以上として設計した RC 部材供試体を、交番載荷荷重により損傷させ、この後セメント系超微粒子等によりひび割れ注入及び断面修復を行い、再度交番載荷試験を実施することで、補修後の部材の耐力や変形性能について実験的に検討したので報告する。

2. 実験概要

供試体の諸元を表-1 に、供試体配筋図を図-1 に示す。

荷重の載荷は供試体フーチングを P C 鋼棒により下床部に固定し、また上部からは一定の軸力を与えた上で柱頭部付近において行った載荷パターンは、軸方向鉄筋が降伏するまで荷重制御とし、それ以降は降伏時の水平変位を $1\delta y$ と定義し、これの整数倍で変位制御により、各 δy で 1 サイクルの正負交番載荷とした。載荷は、荷重が降伏点荷重の 80% まで低下した時点 ($14\delta y$) で終了させ、補修後においては、補修前の変位データをもとに $1\delta y$ から変位制御で試験を行った。

次に、補修方法であるが、ひび割れへの注入材としてはセメント系超微粒子クラック注入材を使用し、断面修復箇所（欠損及び剥離部）はコンクリートの浮きや細粒化した部分を完全に除去した後、ポリマーセメントモルタルにて修復した。これらの材料特性を表-2 に示す。なお、補修後供試体は、補修前の交番載荷により部材の軸方向鉄筋が大きくはらみ出し同一形状への修

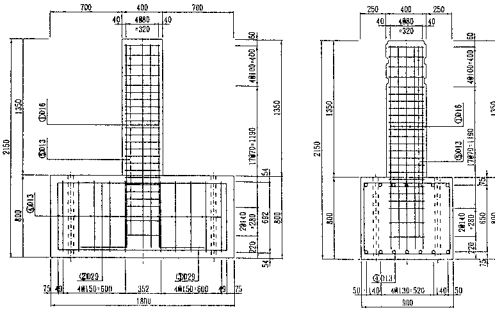


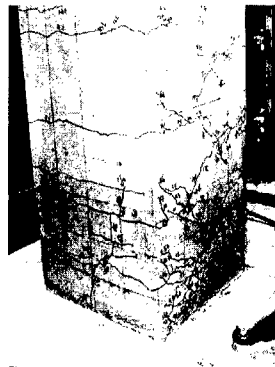
図-1 供試体配筋図

表-1 供試体諸元

柱断面寸法	有効高さ	せん断スパン	せん断スパン比	引張鉄筋	軸方向鉄筋	帯鉄筋	コンクリート圧縮応力	じん性率
$b \times h(\text{mm})$	$d(\text{mm})$	$a(\text{mm})$	a/d	$p_t(\%)$	$p(\%)$	$p_w(\%)$	$f'_c(\text{N/mm}^2)$	μ
400×400	360	1150	3.19	D16×5 0.690	D16×16 1.986	D13-1etc70 0.90	27.0	15.9

表-2 補修材料特性

試験項目	単位	注入材	断面修復材
圧縮強度	N/mm ²	20~24	35~40
粉末度	cm ² /g	8000	—
粘度	cps	500以下	—

写真-1 補修前 ($6\delta y$)写真-2 補修後 ($6\delta y$)

キーワード 大変形領域、交番載荷、じん性率、補修

〒151 東京都渋谷区代々木 2-2-6 TEL 03-5351-4735 FAX 03-5351-4736

復が困難となったため、縦横それぞれ40mmの断面増加を行った。

3. 実験結果及び考察

1) 損傷状況 写真-1、2は6 δy 時における補修前、補修後の供試体の損傷状況を示したものである。

補修前の供試体の状況は、供試体側面、フーチング上より断面高さの1/2程度（約20cm）の間で無数のせん断ひび割れが発生している他、若干の曲げひび割れが確認された。しかしこの時点ではコンクリートの剥離、剥落には至っていない。一方、補修後の供試体の状況は供試体全面、フーチング上より断面高さの3/4程度（約30cm）の間でせん断、曲げ及び縦ひび割れが発生し、かつフーチング部の断面修復材に一部剥落が生じた。この後7 δy 時に鉄筋が低サイクル疲労により破断し、供試体の耐力が急激に低下することとなった。

2) 荷重-変位曲線 供試体の補修前、補修後における荷重-変位曲線の比較したものを図-2に示す。

この図より、7 δy 程度までは補修後の耐力は補修前に比べ増加する結果となったが、7 δy 、10 δy 以降にはそれぞれ鉄筋が一部破断したことから耐力が急激に低下した。

3) 最大耐力及び初期剛性 補修前後の最大耐力及び初期剛性の実験結果を表-3に示す。

同表には文献1に示されているエポキシ樹脂、アクリル樹脂で補修した場合のデータも併せて示す。

まず、最大耐力は補修前に比較して約20%の増加であった。この要因としては、

第1に補修の際に断面の増加を行ったこと、第2に軸方向鉄筋の歪み硬化によるものが挙げられる。

次に、初期剛性では補修前の結果に対して、補修後には20%程度低下し、他の補修材料と同じ傾向を示した。この剛性低下の要因としては、除荷後に一部のひび割れが閉じてしまい完全な注入が困難であることや、大変形による軸方向鉄筋の定着部で付着低下が生じ、その結果、鉄筋の抜け出しが大きくなったこと等が考えられる。

4) エネルギー吸収能力 エネルギー吸収能力を等価粘性減衰定数で表したものを図-3に示す。

各載荷サイクルにおける等価粘性減衰定数は補修前で概ね0.1~0.25、補修後で0.1~0.2であり、一様に補修後の方が25%程度低下している。

4. まとめ

以上より、今回の実験に限っていえば、ポリマーセメントモルタルを用いて補修した高じん性RC柱部材については、①補修後は鉄筋破断のない範囲では耐力、変形性能は補修前程度に回復する。②補修後は初期剛性が20%程度低下する。③補修後の等価粘性減衰定数は概ね0.1~0.2となり、25%程度低下することが判明した。

【参考文献】

1) 小林・中山・石橋：大変形領域の交番載荷荷重により損傷したRC柱の補修効果に関する実験的研究、日本コンクリート協会、「コンクリート系構造物の耐震技術」に関するシンポジウム、1997

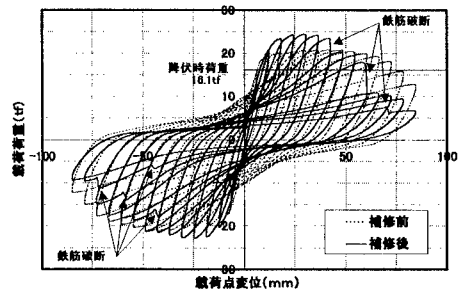


図-2 荷重-変位曲線

表-3 実験結果

		降伏変位 δy	終局変位 δu	じん性率 $\mu = \delta u / \delta y$	降伏時荷重 P_y	最大荷重 P_{max}	初期剛性 $K = P_y / \delta y$	補修後 補修前
モルタル	前	0.67	7.3	10.9	158.1	204.0	238.6	0.80
	後 (0.83)		5.8	7.0		240.3	189.4	
エポキシ	前	0.81	7.3	9.0	217.6	287.5	288.6	0.78
	後 (1.05)		12.1	11.6		335.2	208.2	
アクリル	前	0.74	8.2	11.1	213.6	282.6	288.7	0.78
	後 (0.94)		9.0	9.6		338.1	226.5	

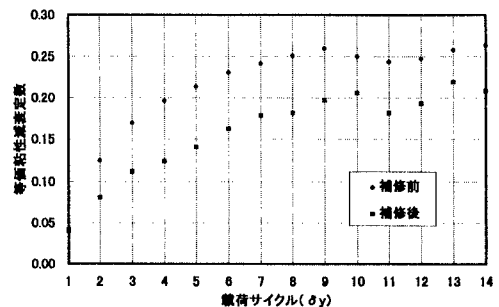


図-3 等価粘性減衰定数