# 論文 ポリマ - セメントモルタルを用いて補強したRC短柱のせん断補強 に関する実験研究

#### 福田 幹夫\*1・窪田 敏行\*2

要旨: サッシュ等が柱芯に取り付く場合や偏心して取り付くせん断補強筋比の少ないRC 短柱において,それを取り外す作業を行わずに、ポリマ-セメントモルタルを用いて鋼板 や溶接金網を部分巻き込み補強した場合の補強効果について,耐力や変形性状について全 周巻き立て補強した場合と比較検討を行った。耐力は鋼板補強で全周巻き立てと比べ,部 分巻き立てで約20%程度低く,溶接金網補強ではほぼ同じであった。また,部分巻き込み 補強で荒川式を0.85倍することで安全側の耐力評価となり,限界部材角より求めた靱性指 標は1.27程度確保できた。

キ・ワ・ド:ポリマ - セメントモルタル,部分補強,耐力,靱性指標 F値

#### 1. はじめに

R C 柱のせん断補強方法は,柱全周に補強材 を巻き付ける工法が推奨されている4)。しかしな 筋)を防錆効果のあるポリマ-セメントモルタル を用いて部分巻き付け補強を行った場合の補強効 果について実験を行ない<sup>1),2)</sup>,全周巻き立て補強

本報告では, h<sub>0</sub>/D(h<sub>0</sub>:柱内法 高さ,D:柱せい) が2.0でせん断 補強い中・低層RC 建物のサッシュ 等が取り付く短 柱<sup>3)</sup>を想定し,鋼 板や下,メッシュ



\*1 近畿大学 理工学部建築学科助手 工修 (正会員)

\*2 近畿大学 理工学部建築学科教授 工博 (正会員)

した場合と耐力や終局時層間変形角<sup>3)</sup>を比較・ 050では 150mm), 柱幅の中央にサッシュが取り 検討したものである。

No.

1

2

付くことを想定し,柱幅の1/3だけ巻き込み定着

## 2. 実験概要

## 2.1 試験体

試験体は図 - 1 に示したよう な短柱で,断面の大きさがb × D=300mm × 300mm、柱内法高さh。 が600mmの約1/2縮尺のものであ る。柱主筋はせん断破壊先行型 とするために 12-D13 (SD785 Pt=0.56%)の高強度鉄筋を用い た。なお, せん断補強筋には 4 の焼き鈍し鉄線を50mm 間隔で (135<sup>°</sup>フック付き Pw=0.17%)で 配筋した。

補強試験体は,柱頭,柱脚より 20mm のスリットを設け, スリッ ト間をポリマ - セメントモルタ ルを用いてコの字に折り曲げた 綱板やメッシュ筋を取り付けた

ものである。鋼板補強の場合は鋼板厚さが1.6mm と3.2mm(内側をショットブラスト仕上げ)を用 い, RC躯体と鋼板の隙間10mmに柱脚より注入 タイプのポリマ - セメントモルタルを圧入した。 メッシュ筋補強の場合は素線太さが4mmと6mm (網目間隔をそれぞれ 25mm と 50mm)とし, 鏝塗 リタイプのポリマ - セメントモルタルを 30mm 厚 さで塗り込んだ。

試験体は,鋼板やメッシュ筋を柱の全周に巻 き付けたもの(以下,全周巻き立て補強,メッ シュ筋の場合重ね合わせ長さは, @25 では125mm,



補 強 法 Pt(%) Pw(%) 補Pw'(%) 方 強 無 補 <sub>今田共士 -</sub>アL-1.6

表 - 1 試験体諸元

3		王问谷さ立し	PL-3.2			2.00
4	鋼補 メシ 筋強 ッユ 筋強	B/3巻き込み	PL-1.6 ርፖンカ-	0.56	0.17	1.00
5			PL-3.2 ርፖንክ-			2 00
6			PL-3.2			2.00
7		部分巻き込み 全周巻き立て	PL-1.6			1.00
8			PL-3.2			2 00
9			PL-3.2 Mアンカ-			2.00
10			4 @50			0.14
11			4 @25			0.29
12		B/3巻き込み	4 @50 Cアンカ-			0.14
13			4 @25 Cアンカ-			0.20
14			4 @25			0.29
15		部分巻き込み	4 @50			0.14
16			4 @25			0.29
17			6 @50			0.31
18			6 @25			0.62
19			6 @25 Mアンカ-			0.02

Note:Pt, Pw: 補強前の断面 補Pw':補強後の断面 鋼板補強の補Pw'=2t/b' t:鋼板厚さ b':補強後の柱幅

表 - 2

使用材料の性質

1.00

コンクリ・ト |ポリマ・セメントモルタル No. Туре РΕ сE В P B 1 17.2 2.3 - -- -- -2 23.4 2.0 3 22.0 2.0 25.5 0.65 4 23.5 2.1 2.3 25.1 5 注入型 27.8 0.74 2.4 25.4 6 19.3 2.4 7 27.5 1.05 19.3 8 2.4 9 20.02.3 31.0 1.61 10 21.1 2.5 31.5 1.60 21.3 11 2.0 21.2 12 2.2 13 20.4 1.9 30.2 1.64 14 21.4 1.8 鏝塗型 15 2.3 20.0 33.1 1.34 16 20.0 2.3 17 23.5 2.3 37.4 2.19 18 23.5 2.3 36.7 2.00 19 22.3 2.2 sЕ max 840.7 D13 1057.9 2.1 鉄 筋 219.8 329.8 19 4 メッシュ 4 511.6 613.4 2.1 筋 6 529.7 649.9 2.1 PL1.6 457.35 <u>2.</u>2 317.7 罁 板 PI 3 2 275.2 370.6 2.1 Note: C B, P B,  $(N/mm^2)$ у, max

## $_{c}E_{,P}E$ (× 10<sup>4</sup>N/mm<sup>2</sup>) $_{s}E$ (× 10<sup>5</sup>N/mm<sup>2</sup>)

した B/3 巻き込み補強, 柱芯よりサッシュが偏心 して取り付くことを想定した部分巻き込み補強 の3種類と補強効果確認用の無補強1体の計19 体である。ただし, B/3 巻き込み補強, 部分巻き 込み補強の場合, 変形量が増大すると補強材が 巻き込み定着端部で剥離することが考えられる ため,コンクリ-トねじ切りアンカー(6,埋 め込み長さ60mm,以下,Cアンカ-)とM10の全 ネジボルト(埋め込み長さ80mm(8d),以下Mア ンカ-)で取り付けた試験体も製作した。試験体

諸元を表 - 1 に,使用材料の性質を表 - 2 に示 した。

## 2.2 実験方法

加力は図 - 2 に示したように,軸力レベルで 0.1Fcを一定載荷し,試験部分に逆対称モ-メン トが生じる建研式加力である。

水平載荷履歴は,柱上下のスタブ間の相対水 平変位で部材角 R=1/800rad.,1/400rad.,1/200 rad.,1/100rad.,1/50rad.でそれぞれ2回づつ の正負繰り返し加力である。変位は試験体両面



-1113-

で2ヶ所づつ計4ヶ所に取り付けた高感度変位 計によって測定を行った。

## 3. 実験経過および補強効果の検討

#### 3.1 ひび割れ性状

図 - 3 にせん断力 Q-部材角 R 包絡線を,代表 的な試験体の水平加力方向と直交する柱面(以 下,加力直交面)の最終ひび割れを写真-1にそ れぞれ示した。

無補強(No.1)は,1/800rad.で曲げひび割れ,
1/400rad.の加力時にせん断ひび割れが発生し,
1/250rad.加力時にせん断破壊した。

鋼板補強試験体では、全周巻き立て(No.2,3) 大きくなっている。メッシュ筋補強の場合では で1/50rad.前後で最大耐力を示した。B/3巻き 全周巻き立てやB/3巻き込みでは1/100rad.前 込み補強(No.4,5,6),部分巻き込み補強(No.7, 後となっている。しかしながら,メッシュ筋部 8,9)では1/200 ~ 1/100rad.の加力直交面の鋼 分巻き込み補強の場合,No.15( 4050)と17 板端部に縦方向にひび割れが生じ、1/100rad.加 ( 6050)の終局時層間部材角がNo.16( 4025) と18( 4025)と比べると小さくなっいる。こ

メッシュ筋補強試験体では,全周巻き立て補 強(No.10,11)で1/100rad.加力時にせん断ひ び割れが発生した。また,No.11( 4 @25)で は1/25rad.近傍でメッシュ筋横筋がコ-ナ-部 で破断した。B/3込み補強(No.12,13,14)で は,1/200~1/100rad.加力時にせん断ひび割れ が発生し,1/100rad.加力時で加力直交面のメッ シュ筋巻き込み定着端部付近で縦方向のひび割 れが発生していた。部分巻き込みではNo.15が1/ 100rad.で,No.16は1/200rad.で,No.17は1/ 400rad.の加力時でそれぞれせん断ひび割れが発 生していたが,No.18,19ではせん断ひび割れは 見られなかった。加力直交面のひび割れは1/100 ~1/50 rad.の加力時に見られていた。

B/3 巻き込み補強,部分巻き込み補強共に最大 耐力時までに加力直交面の縦ひび割れが伸展し, かぶりコンクリートごと剥離する付着剥離が生 じ,耐力低下をおこした。

## **3.2 補強効果の検討**

図 - 4 には代表的な試験体のせん断補強筋と 補強材のひずみ分布を示した。 鋼板補強では1/50 ~ 1/25rad.の加力時にせ ん断補強筋は降伏しているが,鋼板は降伏ひず みに達していない。メッシュ筋補強の場合は,1/ 100rad.の加力時に部分巻き込み,B/3巻き込み でせん断補強筋やメッシュ筋が降伏ひずみに達 している。また,部分巻き込み補強で巻き込み 定着していない面の鋼板やメッシュ筋のひずみ の増加は見られていない。

終局時層間部材角は表 - 3 に示したように, 無補強試験体は1/252 rad. に対し鋼板補強の場 合では全周巻き立てで約1/50 rad., B/3 巻き込 みでや部分巻き込み補強では1/100 rad.前後と 大きくなっている。メッシュ筋補強の場合では 全周巻き立てやB/3 巻き込みでは1/100 rad.前 後となっている。しかしながら,メッシュ筋部 分巻き込み補強の場合, No.15(400)と17 (6050)の終局時層間部材角がNo.16(4025) と18(4025)と比べると小さくなっいる。こ れは図 - 4 に示したように No.15,17 のメッシュ 筋が1/100 rad. で降伏ひずみに達しているのに 対し No.16,18 は1/50 rad. の加力でも降伏して おらず、網目間隔の違いによる影響と考えられ



写真 - 1 加力直交面のひび割れ写真

る。最大耐力後の載荷では,鋼板全周巻き立て補 強に比ベメッシュ筋全周巻き立て補強で耐力低 下が大きくなっている。これは,メッシュ筋全周 巻き立て補強では1/100rad.でせん断ひび割れ が発生したことに起因すると考えられる。

実験による限界部材角は鋼板全周巻き立て補 強が1/30rad.前後で,他の試験体は1/100~1/ 50rad.である。この限界部材角から計算される 靱性指標<sup>3)</sup>はF=1.6以上となる。ただしメッシュ 筋部分巻き込み補強では,網目間隔が50mmの試 験体では約1/100rad.で最大耐力に達した後の 耐力低下が大きいことを考慮し,限界部材角を 小さめの 1/150 rad. と考え,安全側の評価として F=1.27 程度確保できる。。

表 - 3には最大耐力の実験値(補強試験体の 最大耐力は正側,負側加力の平均)と計算値<sup>4)</sup>を 示した。鋼板補強試験体の最大耐力は無補強試 験体に対し,全周巻き立てで平均1.6倍,B/3巻 き込み,部分巻き込みで平均1.3倍であり,メッ シュ筋補強では補強方法にかかわらず平均1.3 倍の増加であった。また,鋼板補強でB/3巻き込 みや部分巻き込みの最大耐力は全周巻き立てと 比べると平均約0.8倍と程度低くなっているが、 メッシュ筋補強ではほぼ同等の耐力が得られて



いる。

最大耐力と補強断面による荒川式<sup>3,4)</sup>との比 は,図-5に示したように鋼板補強でNo.4,6, メッシュ筋部分巻き補強でNo.17,18,19が1.0 近辺となっている。この余裕率を1.2とすると Qsu1を0.85倍とするQsu2は,最低比が鋼板補 強で1.22,メッシュ筋補強で1.18となり,安全 側の耐力評価を与えるものと考えられる。

#### 4. まとめ

サッシュ等が取り付くせん断補強筋比の少な いRC短柱に対し,ポリマーセメントモルタル を用いて鋼板やメッシュ筋を部分巻き付け補強 した場合の補強効果について,検討を行った。

終局時層間変形角は,鋼板補強の場合全周巻 き立てよりも部分巻き込み補強は小さくなって いるが,メッシュ筋補強では部分巻き込み補強 で網目間隔が25mmと50mmでは差が現れている が,それ以外は同じ大きさとなっていた。

最大耐力は鋼板補強の場合,全周巻き立てと 比べB/3巻き込みや部分巻き込み補強では約17 %程度低くなっていたが,メッシュ筋補強の場 合はほぼ同等であった。

靱性指標 F値は,メッシュ筋部分巻き込み補 強で最大耐力に達した後の耐力低下が大きいこ とを考慮すると1.27程度は確保できると考えら れる。

最大耐力の推定は,補強断面による荒川式の 余裕率を1.2と考えると,評価式を0.85倍する ことで安全側の評価となる。

## 謝辞

本実験は,(社)建築研究振興協会に設けられた ポリマーセメントモルタル耐震改修工法委員会 (委員長:窪田 敏行)研究活動の一環として実 施したものである。ここに記して,関係各位に感 謝の意を表します。

引用・参考文献

 1) 三谷 知広,福田 幹夫,窪田 敏行,他:特ポ リマ-セメントモルタルを用いた柱のせん断 補強に関する実験研究 その(1),その(2),

表 - 3 実験結果

No.	最大 耐力 (kN)	終局時層 間部材角 (rad.)	限界 部材角 (rad.)	Qsu1 (kN)	Qsu2 (kN)
1	211	1/252	(1/162)	151	
2	324	1/51	1/36	260	221
3	356	1/48	1/23	234	199
4	270	1/100	1/74	261	221
5	297	1/101	1/63	243	207
6	281	1/105	1/89	244	207
7	279	1/108	1/90	233	198
8	274	1/129	1/88	226	192
9	285	1/95	1/89	228	194
10	266	1/108	1/97	206	175
11	308	1/76	1/51	228	194
12	281	1/102	1/68	206	175
13	276	1/106	1/74	226	192
14	272	1/103	1/67	229	194
15	264	1/191	1/94	203	172
16	292	1/99	1/80	224	191
17	248	1/199	1/91	242	205
18	280	1/100	1/81	278	236
19	311	1/98	1/72	274	233

実験値,部材角:補強試験体は正側,負側の平均値 限界部材角:最大耐力の80%低下時部材角 Qsu1:荒川式(補強後断面) Qsu2:0.85×Qsu1



日本建築学会大会梗概集, PP,787~790, 2003年9月

- 2) 福田 幹夫, 窪田 敏行, 他:特殊ポリマーセ メントモルタルを用いた柱のせん断補強に関 する実験研究その(7),日本建築学会大会梗概 集, PP,515 ~ 516,2000年9月
- 3)2001 年改訂版 既存鉄筋コンクリート造建物の 耐震診断基準・同解説,日本建築防災協会
- 4)2001 年改訂版 既存鉄筋コンクリート造建物の 耐震改修設計指針,日本建築防災協会