

ポリマーモルタルを用いたRC柱の耐震補強工法における
補強筋定着方法に関する基礎的研究

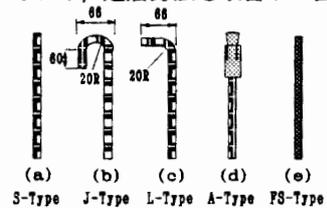
武蔵工業大学 学生会員 篠原雅人
武蔵工業大学 正会員 皆川 勝
奈良建設 〃 佐藤貢一
武蔵工業大学 〃 佐藤安雄

1. はじめに 文献[1]において、著者らは新素材を用いたRC柱の巻き立て補強の有効性を実験的に検討し、地震等の厳しい荷重を受けるRC柱の補強工法として有効であることを示した。しかし、この場合の部材の破壊は、ほとんどが補強筋末端部とフーチング基部の定着部で生じており、定着方法を改善する必要が指摘された。そこで本研究では、ポリアクリル酸エステル系ポリマーモルタル(以後、PPモルタルという)を定着材料として補強筋をコンクリートブロック(以後、ブロックという)に定着させ、その引き抜き試験を実施し、耐力、変形状を調べた。

2. 引き抜き試験の概要 本実験では、150mm×150mm×150mmのブロックに、あらかじめその補強筋の定着部の形状にあった定着孔をあけておき、含浸用PPモルタルを塗布し、定着用PPモルタルを充填して図1に示す形状の定着部をもつ補強筋(D13鉄筋又はC.F.R.P.)を定着させた。また、A-typeではブロックにドリル孔をあけ、アンカーで固定した。なお、使用したコンクリートの材令28日における圧縮強度は275kgf/cm²であった。シリーズ1では帯鉄筋を使用しなかったのに対して、シリーズ2では、D10を帯鉄筋として5cmピッチで配筋した。供試体一覧を表1に示す。供試体は各々3体づつ用意した。なお、試験はコンクリートの材令28日目、PPモルタルの材令7日目で行った。荷重方法としては、毎分3tf以下の荷重速度で引張試験機を用いて補強筋を引き抜くこととした。測定項目は、補強筋の軸方向ひずみ量、及び補強筋の滑り量である。滑り量は図2に示す2通りの方法で測定した。

3. 実験結果及び考察 実験終了時の破壊様式をみると、PPモルタルから補強筋のみが引き抜ける場合と、PPモルタルと補強材が一体となってブロックから引き抜ける場合に分類できる。前者の様式はFS-typeにみられ、後者の様式はJ及びL-typeにみられた。また、S-typeについては2つの様式が見られた。破壊様式は、補強筋とPPモルタル及びPPモルタルとコンクリートの最大付着力の大小関係に依存して決まると考えるのが妥当であり、最大荷重は各最大付着力から求めた付着強度の小さい方の値になると考えられる。実験等から求めた付着強度と定着長及び定着面積から、補強筋とPPモルタル及びPPモルタルとコンクリート間の付着耐力を算出し、実験結果とあわせて、シリーズ2の結果のみ図3～5に示す。

図より破壊様式は、すべての供試体においてPPモルタルがブロックから引き抜けると考えられる。J、L、及びFS-typeについては付着耐力から推測される様式は実験結果と一致している。S-typeについては、シリーズ1も含めれば、それらが常に一致していないが、2つの付着強度の差がほとんどないことや、施工状況により耐力がばらつくことも考えられる。



但し、(a)～(d)の材質は鉄筋、(e)の材質はC、F、R、Pである。

図1 補強筋図

表1 供試体一覧

荷重時期	補強筋の形状	定着部の断面形状	定着長 (mm)	滑り量の計測方法
シリーズ1	S-type	直径18mmの内筒	150 50	滑り量1
	J-type	8.5mm×18mmの長方形	150 50	滑り量1
	L-type	8.5mm×18mmの長方形	150 50	滑り量1
	A-type	直径18mmのドリル孔	150 50	滑り量2
	FS-type	直径26mmの内筒	150 100	滑り量1, 2
シリーズ2	S-type	直径26mmの内筒	150 50	滑り量1, 2
	J-type	8.5mm×27mmの長方形	100 50	滑り量2
	L-type	8.5mm×27mmの長方形	100 50	滑り量2
	A-type	直径18mmのドリル孔	75 50	滑り量2
	FS-type	直径26mmの内筒	150 100	滑り量1

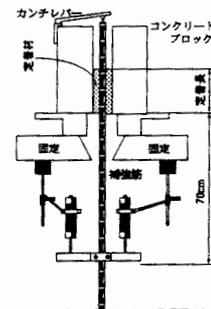


図2 供試体の設置状況と滑り量測定方法

補強筋に鉄筋を用いた場合の最大荷重について検討する。S-typeについては、付着耐力と同じもしくはそれ以上の値を示した。J及びL-typeについては、最大でも付着耐力の80%程であったが、これは実際の定着孔の周長が設計上のそれより小さいためと考えられる。よって、S-typeの破壊様式がPPモルタルから鉄筋が引き抜けた場合を除いて、付着力はPPモルタルとブロックの付着面積に比例し、S、J及びL-typeの形状による差はないといえる。そこで付着耐力が、鉄筋の降伏荷重3800kgf以上となる場合をRC柱の巻き立て補強におけるフーチング部と鉄筋との理想的な定着方法とし、実験等から求めた付着強度より定着孔の形状を求める。その結果、定着長を140mm以上確保できれば、S-typeで孔の断面形状が直径44mm以上の円形を、140mm以上確保できない場合はフック形状を採用し、周長を本研究で用いた224mm、定着長を90mm以上とすれば条件を満たす。なお、シリーズ2のS-typeについては、滑り量1、2の両方で測定しその相違を検討したが、ブロック内の鉄筋の伸び変形を考慮しても両者の差はなお大きく、この2つの滑り量の相違の原因を特定することは現時点ではできなかった。

補強筋にC.F.R.P.を用いた場合の最大荷重は、付着耐力の1.2倍以上であったが、C.F.R.P.とPPモルタルの付着面積にほぼ比例している。従って、C.F.R.P.の強い引張強度を生かすためには、リップ等の表面突起を設けることが必要である。この意味で、実際の柱の補強時には格子状のC.F.R.P.補強筋をそのままフーチング部に定着させることが有効であると思われる。

A-typeについては、アンカー定着部からのコンクリート破断と仮定し計算した付着耐力(下式で示される)と実験で得られた最大荷重とを比較検討した。

$$P = K \times F_c / 10 \times \sqrt{2} \pi h (h+d)$$

K:補正係数(=0.85) F_c:コンクリート圧縮強度(kgf/cm²)
 h:アンカー定着長さ(cm) d:定着孔の外径(cm)

定着長50mmの場合はほぼ同じ値となったが、定着長100mm及び75mmの場合は球座の孔の大きさが破断面に対して小さくなることによって、上式で仮定している破壊断面と異なる面で破断しているため、実験値は計算値よりかなり小さくなるのがわかった。なお、計算通りの付着耐力が得られれば、強度的には鉄筋補強の他の形式に比べかなり強い。しかし、巻き立て補強における補強筋の定着に用いる場合は、アンカーボルトの打ち込み方向によって補強筋の配筋方向が拘束されるため、打ち込み方向の精度を高める必要がある。

4. 結論 本研究で得られた主な結論として、まず補強筋に鉄筋を用いた場合、付着力はPPモルタルの付着面積でほぼ定まり、形状の影響は小さいといえる。ただし、フックを付けない場合、実験によれば施工状況により、鉄筋が引き抜ける場合がある。また、C.F.R.P.棒の付着耐力は棒の付着面積にほぼ比例するが、C.F.R.P.棒を補強筋として用いる場合、これを格子状に組むなどして定着力を強くする工夫が必要である。

参考文献：(1) 皆川・小玉・佐藤・佐藤：C.F.R.P.により耐震補強されたRC柱のハイブリッド実験解析，セメントコンクリート論文集，No.47，pp.844-849，1993年。

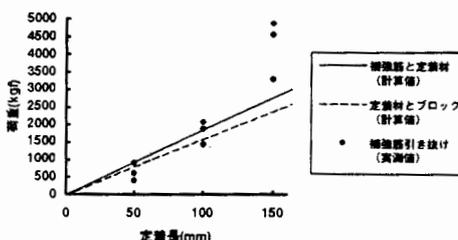


図3 シリーズ2 S-type定着長と最大荷重

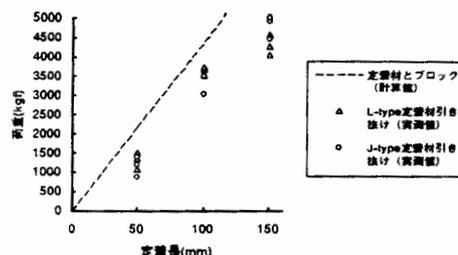


図4 シリーズ2 J及びL-type定着長と最大荷重

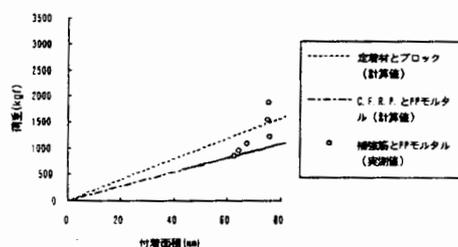


図5 シリーズ2 FS-type定着長と最大荷重