

巻き立て補強されたRC柱の変形能及び耐荷力に関する実験的研究

武蔵工大 学生会員 篠原 雅人 武蔵工大 正会員 皆川 勝
 奈良建設 正会員 佐藤 貢一 武蔵工大 正会員 佐藤 安雄

1.はじめに 地震時の被害が多く見られるRC柱の補強工法の確立は急務とされている。本研究では、補強筋として鉄筋またはC.F.R.P.を、補強材としてポリマーモルタル(以後、PPモルタル)または無収縮モルタルを用いて、RC柱供試体を巻き立て補強し、その変形能、耐荷力などを静的載荷試験により調べた。

2.材料の力学特性 本研究で用いた鉄筋および

表-1 補強筋の力学特性

C.F.R.P.の力学特性を表-1に示す。C.F.R.P.としては、プレキャスト化を念頭に高弾性炭素繊維をビニルエステル樹脂で格子状に成形したものを用いた。RC柱モデルに用いたコンクリート、補強材として用いたPPモルタル(エマルジョン:コンパウンド3号=1:6)及び無収縮モルタルの力学特性を表-2に示す。PPモルタルの付着強度は2.45MPaと高いため、コンクリートとの十分な接着効果が期待できる。

| | 弾性係数 (GPa) | 繊維断面積 (cm ²) | 断面積 (cm ²) | 降伏荷重 (N/本) | 降伏応力 (MPa) | 引張強度 (MPa) | 引張剛性 (N/本) |
|---------|------------|--------------------------|------------------------|----------------------|------------|------------|----------------------|
| 補強鉄筋D13 | 196 | | 1.27 | 4.25×10 ⁴ | 335 | 485 | 6.15×10 ⁴ |
| 主鉄筋D10 | 190 | | 0.713 | 2.52×10 ⁴ | 353 | 526 | 3.75×10 ⁴ |
| 帯鉄筋D6 | 173 | | 0.317 | 1.18×10 ⁴ | 371 | 541 | 1.72×10 ⁴ |
| CFRP | 306 | 0.257 | 0.357 | | | 2650 | 9.44×10 ⁴ |

3.供試体の補強 補強は、補強筋を柱主筋方向に配置し、補強材を用いて柱との一体化を計ることにより行った。補強前後の供試体の形状、配筋を図-1に、供試体一覧を表-3に示す。各柱面ごとの補強筋の本数は、各柱面ごとの引張剛性をほぼ同値にするように決めている。補強筋は、フーチング基部に穿孔したドリル孔にPPモルタルで定着させている。補強筋末端形状および定着長は引き抜き試験結果¹⁾を参考に十分な定着力が得られるよう決定した。また、今回は補強材の付着強度を良くするため、ワイヤーブラシ処理及びPPモルタル(エマルジョン:コンパウンド6号=1:3.5)による含浸処理を供試体表面に施した。

表-2 コンクリートおよび補強材の力学特性

| | 圧縮強度 (MPa) | 引張強度 (MPa) | 曲げ引強度 (MPa) | 弾性係数 (GPa) |
|---------|------------|------------|-------------|------------|
| コンクリート | 28.0 | 2.29 | | 26.3 |
| PPモルタル | 33.5 | 3.02 | 11.8 | 14.2 |
| 無収縮モルタル | 53.6 | 2.31 | 5.57 | 22.8 |

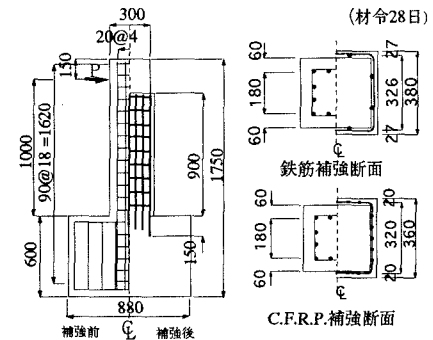


表-3 補強筋一覧

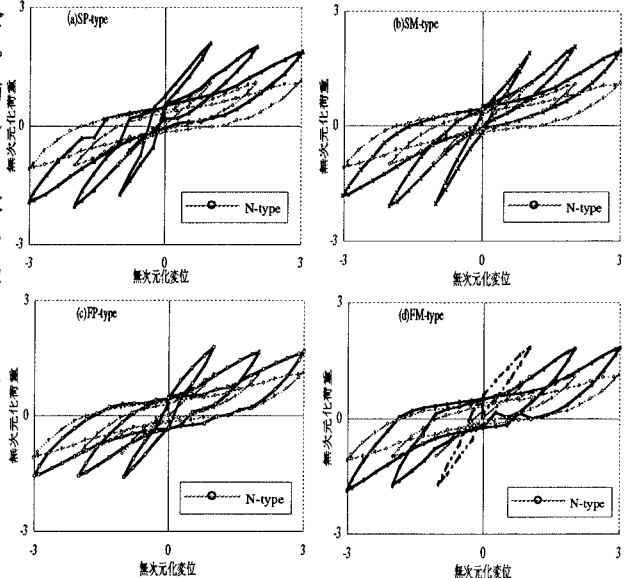
図-1 供試体配筋図

| 供試体 Name | 補強筋 | 補強材 | 補強筋定着部末端形状 | 定着孔の形状(mm) | 上下線の定着深さ(mm) | 側面側の定着深さ(mm) | 補強前鉄筋比(%) | 補強後鉄筋比(%) |
|----------|----------|---------|------------|--------------|--------------|--------------|-----------|-----------|
| N-type | 無補強 | 無し | 無し | 無し | 150 | 100 | 0.95 | 0.95 |
| SP-type | D13鉄筋 | PPモルタル | I型フック | 85×26の長方形×2 | 150 | 100 | 0.95 | 2.08 |
| SM-type | D13鉄筋 | 無収縮モルタル | I型フック | 85×26の長方形×2 | 150 | 100 | 0.95 | 2.08 |
| FP-type | C.F.R.P. | PPモルタル | 格子状 | 250×26の長方形×1 | 150 | 100 | 0.95 | 1.90 |
| FM-type | C.F.R.P. | 無収縮モルタル | 格子状 | 250×26の長方形×1 | 150 | 100 | 0.95 | 1.90 |

4.実験条件 載荷方法は、片持ちばりの先端に一定軸方向力を載荷した状態で、柱先端での変位を両振りでの静的に制御する方法である。変位振幅は、N-typeの降伏変位 δ_y を基準として $0.5\delta_y$ 、 $1.0\delta_y$ 、(以後 $0.5\delta_y$ 刻み)、と変化させた。また、主筋、補強筋の柱付け根部にひずみゲージを貼付して、軸ひずみを測定した。なお、供試体は各タイプ2体ずつ用意した。

5.実験結果及び考察 (1)破壊状態 無補強、無収縮モルタル補強の場合に柱付け根、柱面の順にクラックが進行したのに対し、PPモルタル補強の場合には柱面、柱付け根の順にクラックが進行した。前者の破壊状態に比べ後者の破壊状態の方が柱全体で変形を受けるため、補強筋の持つ伸び剛性を発揮できる。以上より破壊様式からみると、無収縮モルタルに比べPPモルタルが優れていることがわかる。

(2) 変形能及び耐力 履歴曲線の例を図-2に、無次元化荷重振幅と載荷回数との関係を図-3および図-4に示す。鉄筋補強の場合（図-3）とC.F.R.P.補強の場合（図-4）の無次元化荷重振幅は、 $1.0\delta y$ での無補強のそれに比べそれぞれ2.1倍程度、1.8倍程度で、この比はそれぞれの鉄筋比の比にはほぼ一致している。 $1.0\delta y$ 以降については、無補強、C.F.R.P.補強の場合、荷重振幅がほぼ一定であるのに対し、鉄筋補強の場合は緩やかではあるが減少している。また全体的に両補強筋とも無収縮モルタル補強の方がPPモルタル補強に比べてやや大きい荷重振幅であった。無次元化履歴吸収エネルギーと載荷回数の関係を図-5および図-6に示す。鉄筋補強の場合（図-5）の履歴吸収エネルギーは無補強のそれとほぼ同じであるが、C.F.R.P.補強の場合（図-6）は、無補強の場合に比べて50%程大きくなっている。この履歴吸収エネルギーの増加はC.F.R.P.の持つ高いじん性によるものであり、塑性変形性能の点から有利であることがわかる。しかし、補強材の相違による変形能の相違は本実験の範囲では明確にはあらわれなかった。



(注) ただし、変位はN-typeの降伏変位 δy を、荷重はN-typeの降伏荷重をそれぞれ用いて無次元化している。

図-2 履歴曲線

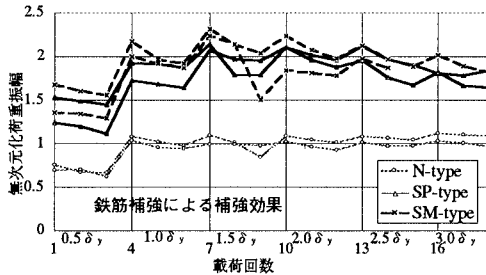


図-3 無次元化荷重振幅と載荷回数との関係

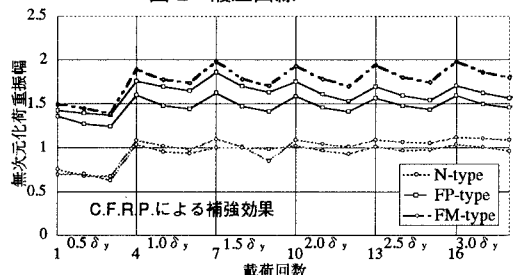


図-4 無次元化荷重振幅と載荷回数との関係

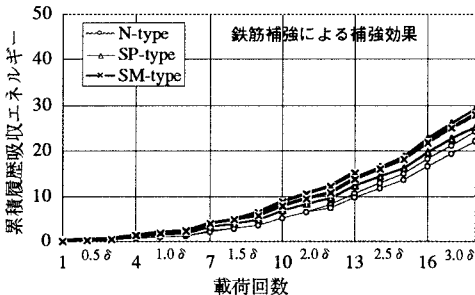


図-5 履歴吸収エネルギーと載荷回数との関係

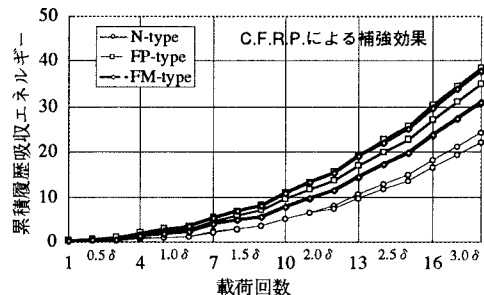


図-6 履歴吸収エネルギーと載荷回数との関係

6.まとめ RC柱の巻き立てにおける補強筋・補強材の相違が変形能、耐力に及ぼす影響を実験により検討した。今後は、弾塑性構造解析によるパラメトリックスタディや実地震を想定した仮動的試験法により耐震補強法としての有効性に関する検討を更に進めることが望まれる。

参考文献：1) 皆川・佐藤・篠原・佐藤：第49回土木学会年講集，V-333，pp.666-667，1994.9.