

高靱性セメント材料を使用した柱部材の変形性能

九州工業大学大学院 学生会員 ○尾崎 奨太 九州工業大学 正会員 幸左 賢二
九州工業大学 正会員 合田 寛基 (株)クラレ 正会員 小川 敦久

1. はじめに

構造部材の変形性能を向上させるためには、損傷発生部位である塑性ヒンジにおける変形性能を向上させることが極めて重要である。筆者らは、実物スケール柱断面の塑性ヒンジに短繊維モルタルを用いることにより、変形状の向上を図れることを明らかにしている。本研究では、施工可能な範囲で繊維の添加率や繊維長を増加させることにより、期待される補強効果をさらに高めた高繊維配合モルタルの変形性能向上効果について正負交番実験を実施した。

2. 高靱性セメント材料を使用した供試体の検討

供試体の断面および形状を図-1 に示す。高靱性セメント材料を使用しない無補強の供試体を No. 1 とし、No. 4-1 供試体は、帯鉄筋を含む状態で柱の 4 側面を覆うように高靱性セメント材料を補強した。しかし、No. 4-1 では柱基部とフーチングの境界面が異種材料となり付着強度が弱く浮き上がりが生じたため、No. 4-4 では柱からフーチングにかけ連続打設を行い、打ち継ぎ目をなくすことより浮き上がりの改善を行った。さらに変形性能を向上させるため、No. 4-1 に使用している高靱性セメント材料（配合 1）から繊維長や添加量を増加させ、No. 4-4 では靱性性能の高い配合（配合 2）を使用した。

3. 実験結果

3.1 材料試験結果

No. 4-1 に使用している配合 1 は、繊維長 8mm の繊維を分散性、施工性などの観点から 2.0Vol% で混入させた。配合 2 では、繊維長の変更（8mm→12mm）に加え、打設可能な範囲で繊維混入率を最大限に増加させ繊維混入率を変更した（2.0Vol%→3.0Vol%）。この材料の圧縮試験結果を図-2 に示す。本研究では、高靱性セメント材料が最大圧縮応力の 25% 相当まで断面力を受け持つと想定し、そのときのひずみを圧縮終局ひずみとした。圧縮終局ひずみを各配合で比較すると配合 1 が 18000μ 程度であったのに対し、配合 2 では 40000μ を超える結果となり、さらなる靱性の向上が確認された。

3.2 正負交番載荷実験結果

図-3、4 に各供試体の P-δ 履歴曲線を示す。No. 4-1 では約 136kN で主鉄筋ひずみが降伏ひずみを超え、5δ_y (44.5 mm)

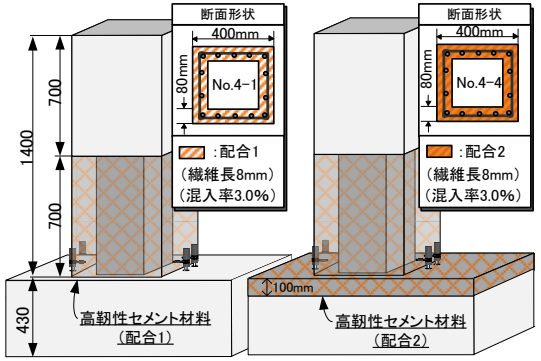


図-1 供試体断面および断面形状

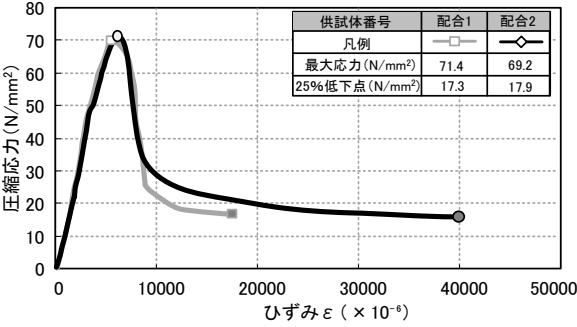


図-2 圧縮試験結果(配合 1・2)

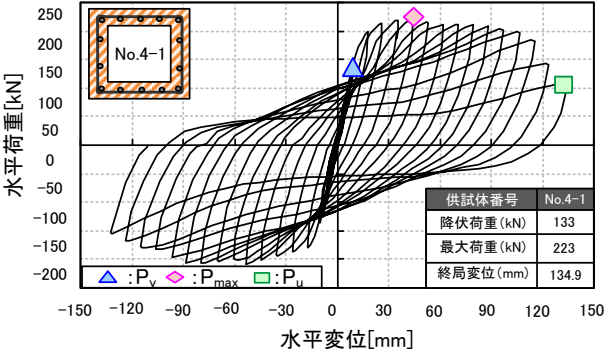


図-3 P-δ 履歴曲線 (No. 4-1)

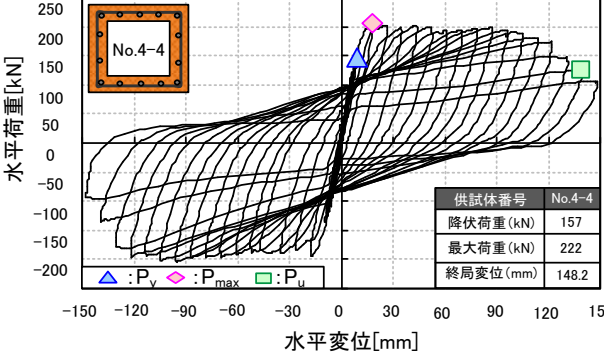


図-4 P-δ 履歴曲線 (No. 4-4)

キーワード 高靱性セメント材料, 靱性, かぶりコンクリート, 巻き立て補強

連絡先 〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町 1-1 九州工業大学 建設社会工学科 TEL 093-884-3123

で最大荷重 (222kN) に達した. その後, 荷重を保持したまま, $13\delta_y$ (115.2mm) まで変位が進展したが, 供試体基部のはらみ出しの発生とともに荷重が低下し, $15\delta_y$ (134.9mm) で荷重が $0.5P_{max}$ を下回った. No. 4-4 では約 157kN で主鉄筋が降伏ひずみを超え, $2\delta_y$ (17.6mm) で最大荷重 (222kN) に達した. その後, $14\delta_y$ (121.7mm) まで荷重を保持したまま変位が進展したが, かぶり部の圧壊の発生とともに荷重が低下し, $16\delta_y$ (148.2mm) で P_y を下回った. また, No. 1, 4-1, 4-4 供試体の履歴吸収エネルギーを図-5 に示す. No. 1 では最大値が $19\text{kN}\cdot\text{m}$ 程度であったのに対し, No. 4-1 では $35\text{kN}\cdot\text{m}$ 程度, No. 4-4 では $44\text{kN}\cdot\text{m}$ となった. このことから, 主鉄筋より内側まで高靱性セメント材料を使用した No. 4-1 と No. 4-4 では, エネルギー吸収能力が大幅に向上していることがわかる.

4. 実験結果の考察

4.1 主鉄筋に対する拘束効果

柱外周面への高靱性セメント材料の使用が主鉄筋のはらみ出しを抑制する拘束効果について確認するため, 柱部材の圧縮側に着目した. $-12\delta_y$ 時の損傷状況を確認すると図-6 に示すように No. 4-1 では圧縮側かぶりコンクリートの剥離が生じていたが, No. 4-4 の同一サイクルでは剥離が確認されなかった. そこで, 圧縮側主鉄筋ひずみ分布を整理した (図-7). 図より, No. 4-1 では $-12\delta_y$ 時で 25000μ を超えるような大きなひずみが発生したのに対し, No. 4-4 の同段階における主鉄筋ひずみでは, No. 4-1 よりも比較的にひずみの発生量が小さくなっていた. No. 4-1 では, 圧縮側のかぶりコンクリートが剥離したことから, 高靱性セメント材料による主鉄筋の拘束効果が低下したことから, 主鉄筋のはらみ出しが生じ主鉄筋が座屈したと推測される. これに対し No. 4-4 では, かぶりコンクリートは剥離しておらず, より高靱性の材料を使用した事から拘束効果が機能し曲げ圧縮力に対する十分な抵抗力を有していたと考えられる.

4.2 フーチングと柱部材の一体性改善効果

フーチング部と柱部材を一体成型することによる境界部分の改善について考察を行うため, 柱基部に設置している鉛直変位計から浮き上がり量を計測し水平変位を算出した (図-8). No. 4-4 は一体性の改善を行ったにもかかわらず, $+3\delta_y$ 時に基部でのひび割れが開口し, 柱全体の水平変位 (26.2mm) に対して浮き上がりによる水平変位 (12.6mm) が 48% 占める結果となった. 一体性の改善が期待された No. 4-4 供試体であったが, 十分な効果を確認できなかった.

5. まとめ

- 1) 実験結果より, 高靱性セメント材料に使用する繊維長や繊維混入量を増加させ, さらに材料自体の靱性性能を高めることで, 終局変位は 134.9mm から 148.2mm と 14mm 伸び変形性能の向上が確認できた.
- 2) フーチング部と柱部材を一体成型することにより境界部分の付着切れを改善した場合でも, 基部でのひび割れが開口し浮き上がりが確認され, 十分な改善効果は認められなかった.

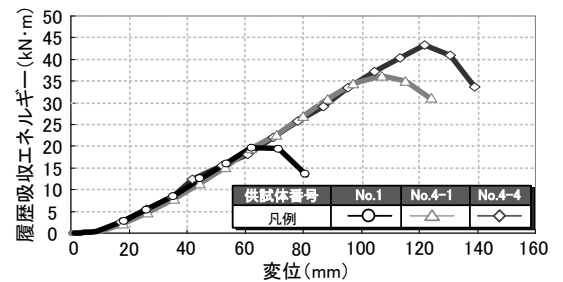


図-5 履歴吸収エネルギー

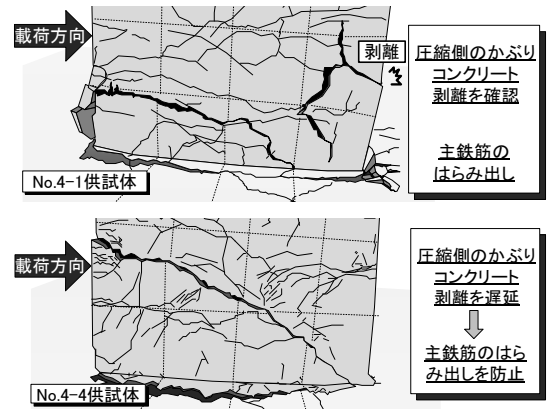


図-6 損傷状況 ($-12\delta_y$ 時)

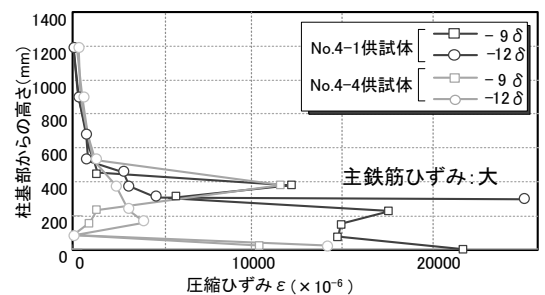


図-7 圧縮側主鉄筋ひずみ ($-9 \sim -12\delta_y$)

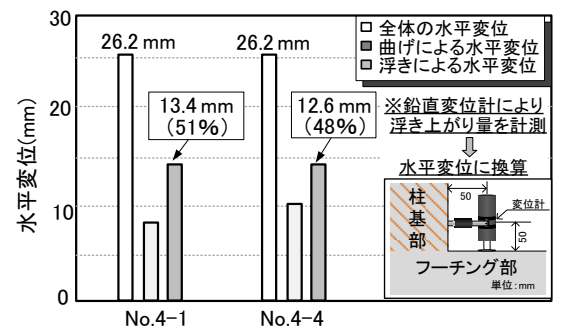


図-8 $+3\delta_y$ 時の水平変位における寄与率