

高靱性セメント材料による耐震補強法の検討

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 合田 寛基

九州工業大学 正会員 幸左 賢二
(株)クラレ 正会員 小川 敦久

1. はじめに

高靱性セメント材料は、大きな靱性を有する材料であるが、大量打設となる場合、使用する繊維が高価であることや施工性の面で問題となる。そこで、今回の研究では図-1 に示すような3つの断面のパラメータを提案し、高靱性セメント材料の使用量を抑えた効率的な使用方法を検討した。しかし、高靱性セメント材料の場合、No.4 供試体のように使用量を抑え狭い範囲で補強すると充填性能が低いために打設が困難になる。そこで、今回使用する高靱性セメント材料の充填性能について試験練りを行い確認した。

2. 充填性能の確認

高靱性セメント材料は、充填性能が低く No.4 供試体のようにかぶり部分に主鉄筋や帯鉄筋を含み80mmと狭い部分に打設させることが困難であると予測された。そこで、図-2 のように高靱性セメント材料を充填させる部分を模擬した型枠を作製し、試験練りを行い充填させた。その後、脱型し1cm 間隔でメッシュを入れ目視で簡易的に充填率を計算した。その結果98%程度充填されておりスランプフローも47cm 程度確保できた。一般的に45～65cm とされていて十分な充填が確認でき供試体を作製する際に十分な充填性能を確認された。

3. 圧縮試験と試算方法

高靱性セメント材料の圧縮性能を確認するため、 $\phi 100\text{mm} \times 200\text{mm}$ のシリンダーを作製し高靱性セメント材料の応力-ひずみ曲線を計測した。圧縮試験において、合計10本行ったが最大圧縮応力以降の下降域を測定できたのは6本で、その結果を図-3 に示す。図-3 より最大応力の平均値は 71.4N/mm^2 であり、最大応力を迎えると供試体にひびが入り強度がいったん低下し $15 \sim 25\text{N/mm}^2$ あたりで繊維効果により応力を受け持った。そこで、図-4 に示すような実験結果の下限値に相当する高靱性セメント材料の応力-ひずみモデルを設定した。

試算は道路橋示方書V耐震設計編に基づいて行った。終局の判定は、道路橋示方書で示されている通り、圧縮側

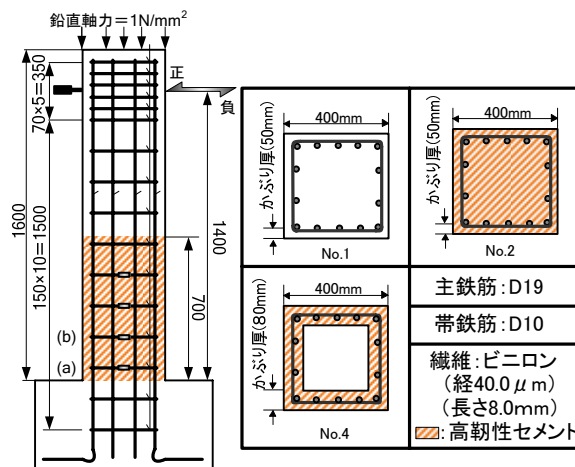


図-1 実験供試体諸元

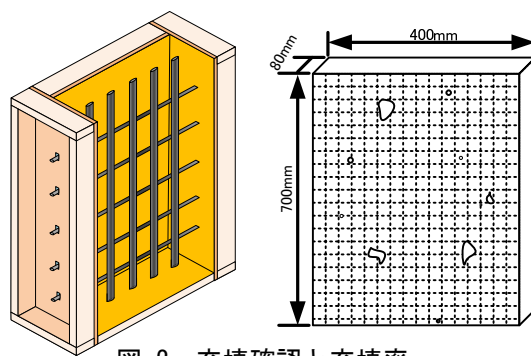


図-2 充填確認と充填率

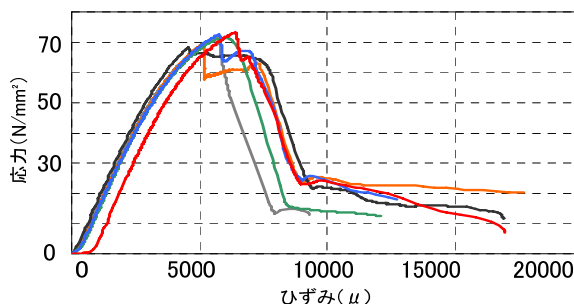


図-3 圧縮試験結果

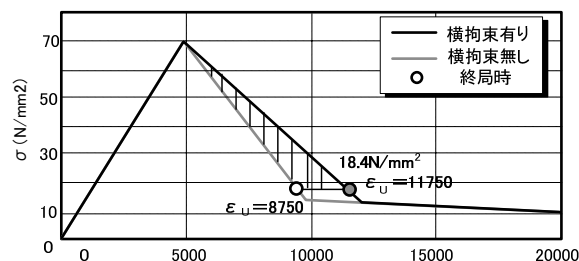


図-4 高靱性セメントの応力-ひずみモデル

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

主鉄筋位置におけるコンクリートのひずみが終局ひずみに達した時としている。また、図-5 に試算した $P-\delta$ 関係を示す。試算結果を見ると No.2 と No.4 の $P-\delta$ はほとんど同じ曲線となった。これは、図-6 に示すように、No.4 供試体においても終局時の中立軸が補強部分 80mm の内側にあるためコア部の普通コンクリートに頼らず終局まで荷重をかぶり部分と鉄筋で受け持つのでコア部の影響が少なかったためと思われる。

4. 実験概要

図-1 に示すように供試体は、一般的な RC 単柱式橋脚を想定してモデル化しており主鉄筋比および帯鉄筋比は、破壊形式が曲げ破壊形式となるように設定している。実験は、試算で求めた降伏荷重までは荷重制御を行い、それ以降は降伏変位 (δ_y) の整数倍を変位制御により载荷する正負交番载荷を行った。各载荷ステップの繰返し回数は 1 回とし、荷重が $0.5P_{max}$ に低下した時点で実験を終了した。

5. 実験結果

図-7 に荷重-変位関係、図-8 に No.1 と No.4 の $P-\delta$ 履歴曲線の包絡線を示す。図-8 より No.1 は最大荷重 (201kN) 到達後、 $7\delta_y$ (62.1mm) まで荷重を保持していたが、その後かぶりコンクリートの剥落とともに急激に荷重が低下し、 $9\delta_y$ (81.2mm) で荷重が $0.5P_{max}$ を下回った。No.4 は最大荷重 (222kN) 到達後、 $13\delta_y$ (115.2mm) まで荷重を保持していたが、柱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。この結果より、No.4 は終局変位が No.1 に比べ 50mm 程度増加した。試算値と比較すると No.4 では実験値の降伏荷重が試算値を下回っている。実験では、試算によって計算した降伏荷重を、実験でも降伏荷重とすることとしていたが、この供試体については、その降伏荷重に達する前に、柱基部の主鉄筋が降伏ひずみに達していたため、その時点点を降伏点とした。そのため、このように試算値と異なる結果となった。しかし、最大荷重・終局変位に着目して実験値と試算値を比較すると、誤差が $\pm 6\%$ 以内であり今回の試算方法でも十分な評価が行えると思われる。

5. まとめ

- 1) 充填性能の低い高靱性セメント材料を狭い範囲で補強を行う場合でも、打設に十分な充填性能を確認できた。
- 2) 高靱性セメント材料の使用量を抑えた補強でも終局変位は 1.6 倍増加し、全面補強と同等の効果が得られ、試算結果からも十分な予測が可能であり、耐震補強法として有効であることが確認された。

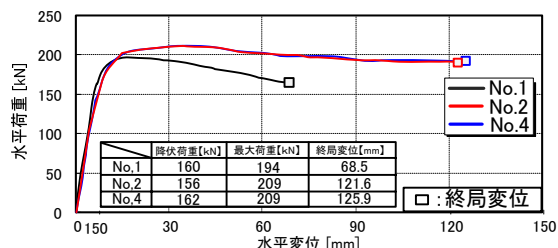


図-5 荷重-変位関係 (試算値)

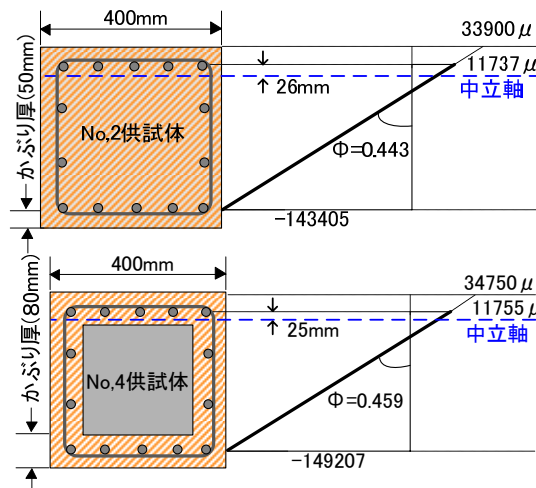


図-6 供試体ごとのひずみ分布 (終局時)

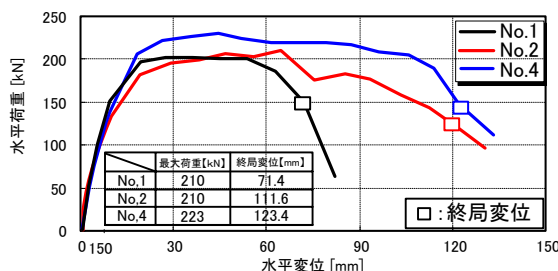
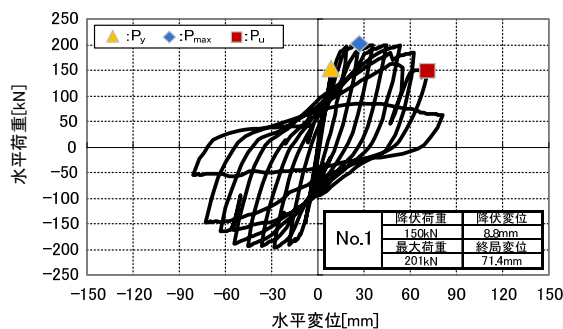


図-7 荷重-変位関係 (実験値)



a) No.1 供試体

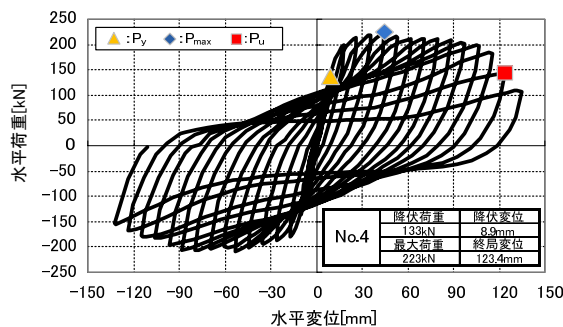


図-8 $P-\delta$ 包絡線 (実験値)