

高靱性セメント・高強度鉄筋を用いた橋脚の解析的検討

九州工業大学大学院 学生会員 ○溝上 瑛亮
 九州工業大学 正会員 幸左 賢二
 株式会社長大 正会員 佐藤 崇

1. はじめに

本研究は高靱性セメントと高強度鉄筋を組み合わせた RC 橋脚の耐震性能を把握することを目的に、実験結果を用いて FEM 解析を行った。

2. 解析概要

図-1 に対象供試体の概要を示す。対象供試体は普通コンクリート (30.3N/mm²) と普通鉄筋 (D19, SD345 : No.1) を使用した供試体, 高靱性セメント (77.4N/mm²) と高強度鉄筋 (D19, SD390 : No.2-6, SD490 : No.2-7) を使用した供試体である。供試体形状は高さ 1600mm, 断面形状は, 400mm × 400mm の正方形断面で, 水平荷重載荷点高さを 1400mm とした。帯鉄筋間隔は, No.1 では 150mm の配筋に対し, No.2-6, 2-7 では高強度鉄筋使用によるせん断破壊防止のために 75mm の配筋に変更した。なお, No.2-6, 2-7 の高靱性セメント材料の打設範囲は, 柱基部より 700mm までの高さとし, それ以上の範囲は普通コンクリートで打設している。解析は 2 次元 FEM モデルとし, コンクリート要素には 8 節点のアイソパラメトリック要素を用い, 要素は 40mm×40mm の正方形要素となるように分割した。鉄筋には埋め込み鉄筋要素を用い, コンクリートと鉄筋は完全付着モデルとした。境界条件はフーチング下面を固定とし, 載荷条件は実験と同様の載荷位置で変位制御の増分解析とし, 線形剛性法による収束計算を行った。また, 図-2 に示すように, 鉄筋のモデルは移動硬化型バイリニアモデルを用いている。本論文では軸方向鉄筋の強度に最も大きな差がある, No.1, 2-7 について考察を行った。

3. 解析・実験結果

図-3, 4 に, No.1, No.2-7 の解析, 実験の荷重変位関係を示す。図-3 より, No.1 の実験の履歴は, +38y で最大荷重に到達し, その後+78y まで荷重を保持して変位が進展したが, 柱基部のはらみ出しとかぶり部の圧壊の発生とともに急激に荷重が低下した。また, 解析は+78y までよく一致している。一方, 図-4 より, No.2-7 の実験の履歴は+58y で最大荷重に到達し, その後+86y まで荷重を保持して変位が進展し, No.1

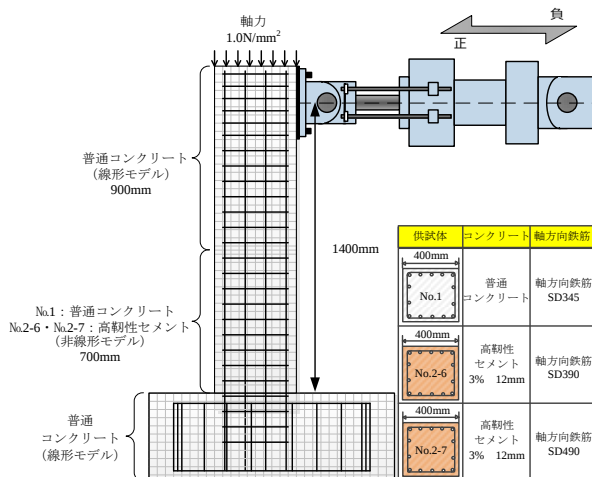


図-1 供試体概要

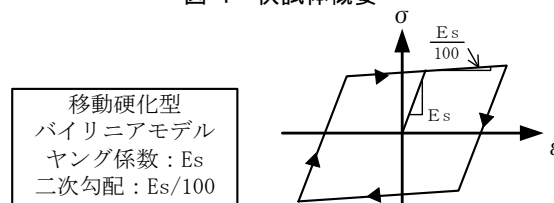


図-2 軸方向鉄筋モデル

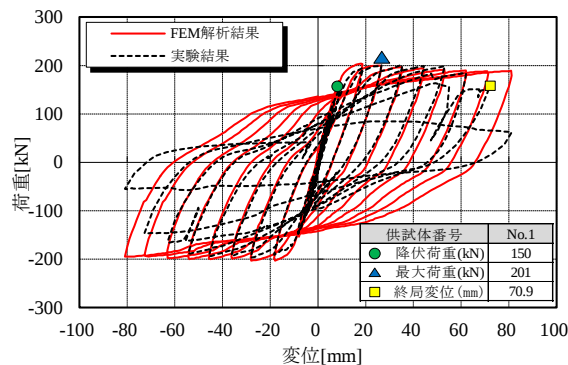


図-3 No.1 荷重変位関係

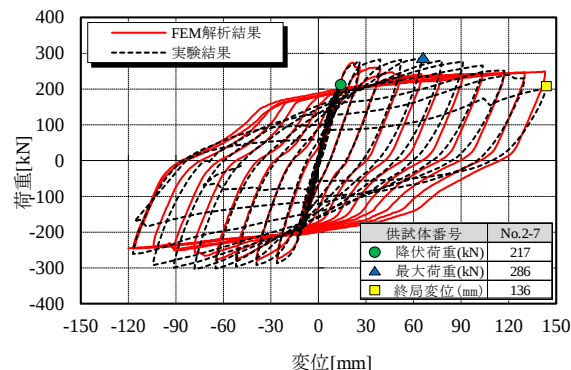


図-4 No.2-7 荷重変位関係

キーワード 高靱性セメント材料, 高強度鉄筋, 靱性, FEM 解析, 荷重変位関係

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 TEL093-884-3123

と同様の現象で荷重が低下した。解析結果を確認すると、No.1、No.2-7とも実験の荷重変位関係をよく再現できていることが確認される。No.1とNo.2-7で荷重変位関係が概ね同様な傾向を示していたことから、ここでは例としてNo.1に着目した。

4. 解析・実験結果の考察

図-5にNo.1の1~6 δy までの代表例として、 $\pm 6\delta y$ の荷重変位関係を示す。同図より、+6 δy から荷重0kNのA~B区間では履歴が一致している。また、荷重0kNから-6 δy のB~C区間でも大きな荷重の差は生じず、履歴は概ね一致している。従って、本解析は載荷開始から $\pm 6\delta y$ までの荷重変位履歴を十分に再現できていることがわかる。

図-6にNo.1の $\pm 7\delta y$ 以降の履歴の代表例として $\pm 7\delta y$ の荷重変位関係を示す。同図中A~B区間の履歴はよく一致している。一方、同図中B~C区間では荷重の実験値が低下しているが、解析の値は低下していない。この時実験では柱基部コンクリートがはみ出し、軸方向鉄筋の座屈現象が生じている。

図-7はNo.1の $\pm 7\delta y$ の軸方向鉄筋ひずみ進展図を示している。同図(a)は図-6中の荷重変位履歴が一致しているA~B区間のひずみ進展図、同図(b)は図-6中の荷重変位履歴が一致していないB~C区間のひずみ進展図を示している。同図(a)より、荷重変位履歴が一致している区間において実験のひずみ進展は平均座屈長区間で均等に分布している。また、解析のひずみ進展は実験のひずみ進展傾向をよく捉えており、この段階では実験と解析のひずみ進展傾向に大きな差は生じていない。同図(b)より、荷重変位関係が一致していない区間において、実験のひずみ進展は平均座屈長区間の約半分の高さで最も大きく増加している。一方、解析のひずみ進展は基部付近に集中し、柱基部0mmのひずみが最も大きく増加している。

図-8に図-7中の柱基部高さ0mm位置の軸方向鉄筋の荷重ひずみ関係を示す。同図より、荷重変位履歴が一致しているA~B区間のひずみの増分は概ね一致している。一方、荷重変位履歴が一致していないB~C区間の鉄筋のひずみ履歴の増分は、解析が大きく進展しているのに対して、実験は紡錘形を描き塑性化した後のひずみはあまり大きく進展していない。以上のことから、荷重の下降域を再現するためには軸方向鉄筋の座屈をモデル化し、ひずみ履歴モデルを検討する必要があると考えられる。

5. まとめ

- 1) RC 橋脚について FEM 解析を実施した結果、載荷開始から+7 δy (水平変位 62mm)までの荷重変位履歴を概ね再現できた。
- 2) $\pm 7\delta y$ の荷重変位履歴において最大変位から0kNまではほぼ一致したが、0kNから負側最大変位までは一致しておらず、荷重の低下を十分には再現できなかった。

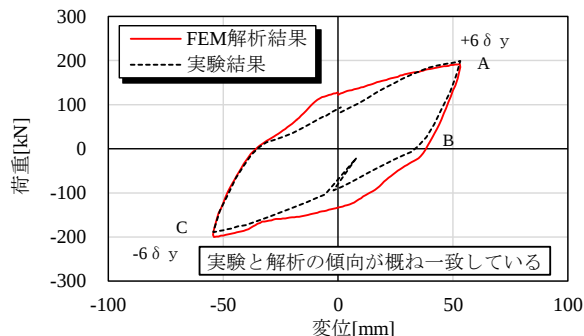


図-5 No. 1 荷重変位関係 ($\pm 6\delta y$)

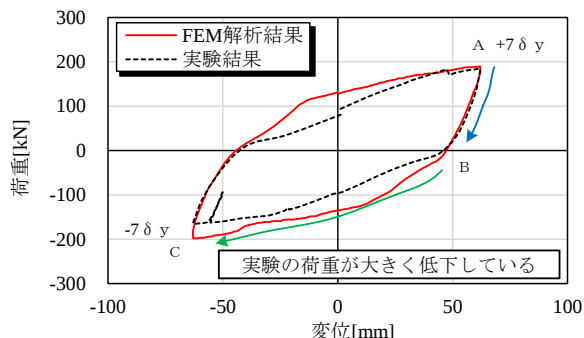


図-6 No. 1 荷重変位関係 ($\pm 7\delta y$)

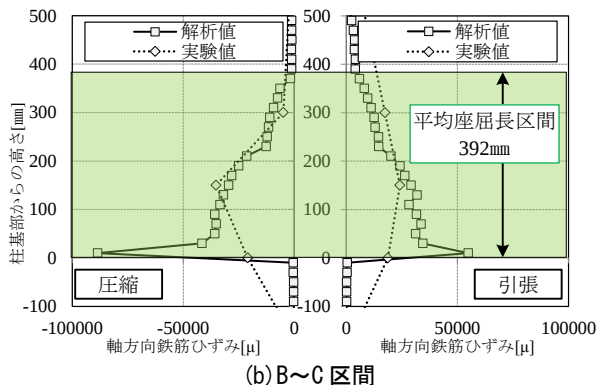
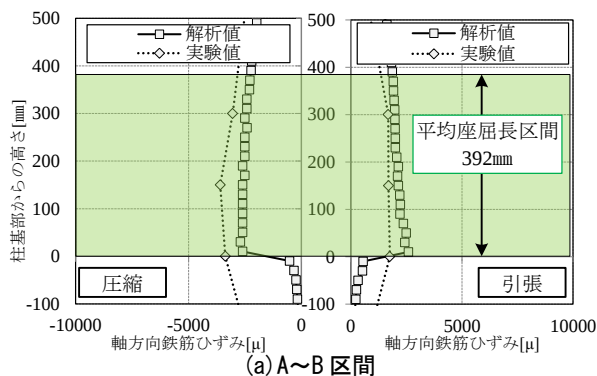


図-7 No. 1 $\pm 7\delta y$ 軸方向鉄筋ひずみ進展図

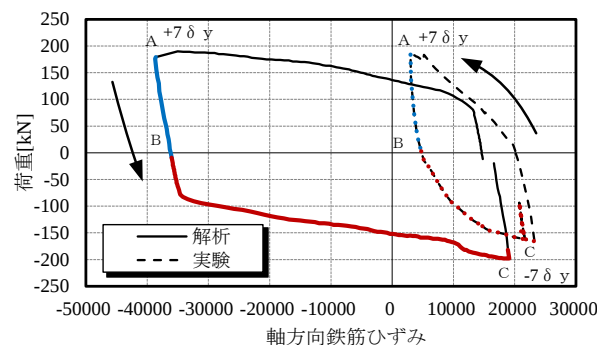


図-8 No. 1 柱基部鉄筋荷重ひずみ履歴