

## 第43回土木学会関東支部技術研究発表会 第I部門

## 鋼製橋脚の複合構造化による補修補強方法に関するFEM解析

前橋工科大学 ○学生会員 陳晨  
正会員 谷口望

## 1. はじめに

近年、既設鋼製橋脚に腐食や疲労き裂など損傷による耐力低下が発生する。これらの維持管理方法は、まだ明確となっておらず、これの対策として、鋼製橋脚にコンクリートを巻き、複合構造化による補修補強を行うことを考えた。今回の複合構造化手法は、まず、H鋼にポリマーセメントモルタル（PCM）を被覆する。次に、コンクリート巻き、速硬コンクリートを打設する。この二点で、コンクリートとの一体化を促進、付着力を確保し、鋼・コンクリート境界部の防食を求め、そして、鋼橋への剛性の寄与、耐力、耐久力を向上させ、死荷重増分量の低減、軽量化をする。図1.1はPCMを吹き付ける様子である。

本研究では、実証実験による試験体耐力の検証と、実験を再現したFEM構造解析を通して、試験体の耐荷メカニズムの検討を行い、解析の結果を基づいて補修補強方法の設計法の提案に向ける研究を行う。

## 2. 実験方法

試験体はH-194×150×6×9の形鋼、せん断スパン1220mmの柱とし、水平載荷試験を実施する。また基部は30mm鋼板の上に全周隅肉溶接で取り付けることを基本としている。試験体は載荷方向のより剛性が異なる構造であるため、三つの試験ケース（表2.1）を実施する。強軸方向、弱軸方向の載荷を行う、また、強軸方向のフランジを落とし、ウェブのみ溶接し（図2.1）鋼製橋脚基部の腐食損傷を模擬した。試験体も載荷した。

載荷方法としては、試験体を反力床にPC鋼棒にて固定し、載荷はコンクリート補強前後の二回行うこととする。一回目は、鋼材の弾性域内（ひずみ値管理 $\pm 950\mu$ の時は最大荷重）で交番載荷（引き→押し）を行う。二回目は根巻き後、終局状態まで単調載荷を行う。また、試験体の各部にはひずみゲージと変位計を設置した



図 1.1 PCM 吹付け作業

表 2.1 試験ケース概要

| 試験体名   |    | H鋼柱向き | 腐食模擬<br>(フランジ落とし) |
|--------|----|-------|-------------------|
| CASE-1 | 強軸 | 強軸    | なし                |
| CASE-2 | 腐食 | 強軸    | あり                |
| CASE-3 | 弱軸 | 弱軸    | なし                |

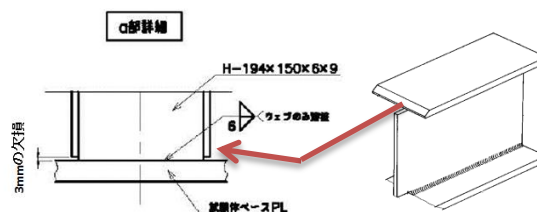


図 2.1 腐食模擬 フランジ欠損



図 2.2 実験概要図

キーワード 複合構造 橋脚 補強 FEM

連絡先 〒371-0805 前橋市上佐鳥町460番地の1 前橋工科大学 谷口研究室

3. 解析方法

解析では、非線形 FEM 解析プログラム FINAL を用いて実験試験体を同等のモデルを作成し、非線形解析を行った。基部鋼板をシェル要素、鋼材・コンクリート補強をソリッド要素、内部鉄筋は線要素を用いてモデル化、コンクリートと鋼板の間には、厚さゼロで面と面の接合要素—フィルム要素を挿入し、鋼板とコンクリートの付着を考慮した。フィルム要素の特性としては法線方向の圧縮に対しては無限大の剛性を与え、引張に対しては剛性をゼロとする。

鋼材は bilinear モデルから構成され、また、コンクリートは出曇らモデルと修正 Ahmad モデル<sup>1)</sup>から構成された。

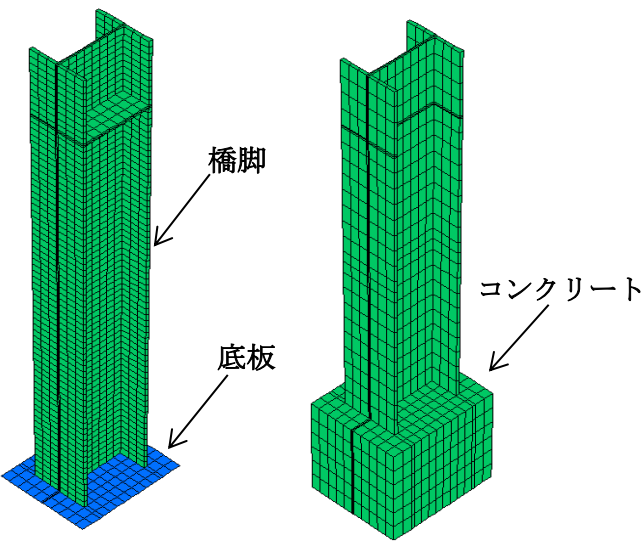


図 3.1 解析モデル 補強前と補強後

表 3.1 材料定数<sup>2)</sup>

|        | ヤング率<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | ポアソン<br>比   |
|--------|------------------------------|-------------|
| コンクリート | $E=3.1 \times 10^4$          | $\nu=0.224$ |
| 鋼材     | $E=2.1 \times 10^5$          | $\nu=0.300$ |

表 3.2 材料強度

|        | 引張降伏応力<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 引張強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 圧縮強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |
|--------|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| コンクリート | —                              | 3.6                          | 36                           |
| 鋼材     | 245                            | 400                          | —                            |
| 内部鉄筋   | 295                            | 440                          | —                            |

解析における載荷方法は実験の最大荷重まで単調に増加する荷重として与える。

4. 結果

補強後の実験結果でコンクリートにひび割れが発生し、鉄板とコンクリートに剥離状態が生じた。図 4.1 と図 4.2 は載荷点における荷重-変位曲線である。

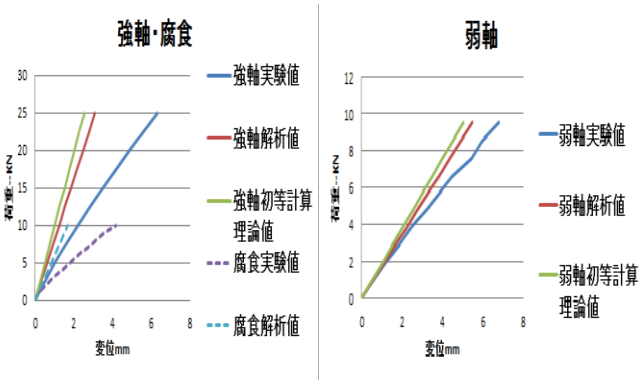


図 4.1 補強前 荷重—変位曲線

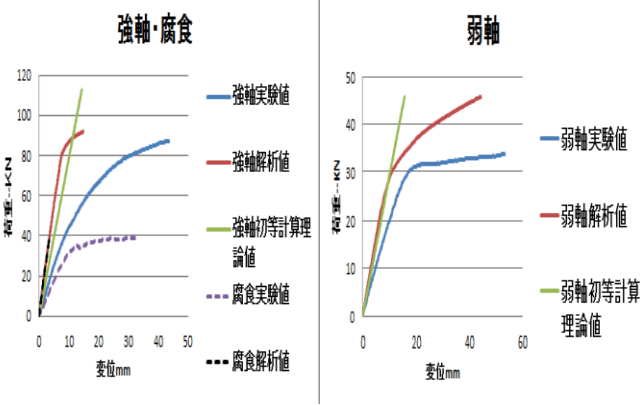


図 4.2 補強後 荷重—変位曲線

また、実験値と解析値を比較し近似度は低い、初等計算理論値と近似度は高い。

5. まとめ

荷重-変位曲線に関しては、実験値と解析値の初期剛性が一致しなかったのは、鉄板が回転した可能性も考えられる。図 4.2 から見ると、コンクリートで補強することで、強度が上昇し、十分な効果が得られた。

試験体の耐荷メカニズムを解析で正しく表現するためには、正確な実験における荷重の載荷方法や部材の材料特性などを考慮して解析を行っていく必要がある。フィルム要素を用いたコンクリートと鉄板における付着のはがれ方やコンクリートのひび割れにより生じる内部鉄筋の付着の低下を再現する方法を、重点的に検討していくことも今後の課題である。

6. 謝辞

本研究は日本鉄鋼連盟の鋼構造研究・教育助成事業の一環で研究を行った。

参考文献

1) 長沼 一洋：三軸圧縮下のコンクリートの応力～ひずみ関係 日本建築学会構造系論文集 第 474 号, 163 -170, 1995 年 8 月  
2) 土木学会コンクリート委員会：コンクリート標準示方書 [構造性能照査編], 土木学会, 2002 年 3 月