

FEMを用いたRCラーメン高架橋全体系の耐荷性能に関する検討

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○宮本 祐輔, 渡辺 健, 中田 裕喜

1. はじめに

RC ラーメン高架橋の設計では、一般には部材を線材としてモデル化して構造解析（以下、骨組解析）が実施されている¹⁾。本稿ではRC ラーメン高架橋を対象に、3次元有限要素解析（FEM）を用いて、構造物全体系の地震時の耐荷性能や応力分布を把握することを目的に検討を行った。

2. 対象構造物および解析概要

本検討では文献²⁾に示す鉄道の標準的なRC ラーメン高架橋を対象とした。構造物の諸元を表1に、形状および材料物性値を図1に示す。なお、文献²⁾では上層横梁の上側軸方向鉄筋にD32を用いているが、既設構造物を想定し、地震時の水平力により上側引張で先行降伏する鉄筋径（D19）とした。

FEMでは、汎用構造解析コードDIANA10.2を用いた。図2に示す通り、橋軸方向に高架橋中央部で2等分したモデルとした。コンクリートの応力-ひずみ関係は、Hordijk 曲線（引張特性）と、Parabolic 曲線（圧縮特性）を使用した³⁾。鉄筋は、埋込み鉄筋要素を用いてモデル化した。応力-ひずみ関係は、降伏強度に達するまでは弾性とし、降伏強度に達した後は剛性が初期剛性 E_s に対して0.01倍に変化するバイリニアモデルとした。杭は線材にてモデル化し、水平および鉛直方向に対して地盤バネを設定した。なお、鉄筋腐食やASRといった劣化は考慮していない。解析では、図2に示す3か所の梁柱接合部に、橋軸直角方向の変位を漸増することで発生する水平力により、RC ラーメン高架橋の水平耐力を評価した。なお、鉛直力は自重のみ考慮している。

3. 解析結果および考察

図3に水平荷重および変位関係を示す。水平荷重は各載荷点（3点）の合計値であり、変位は地中梁と載荷点での橋軸直角方向の相対水平変位を示している。また、図3のH-1～H-3における最大主ひずみコンターを図4に示す。図4における太矢印は載荷位

表1 対象構造物の諸元

項目	諸元
構造形式	RCビームスラブ式ラーメン高架橋
基礎形式	1柱1杭基礎（地中梁形式）
径間数	5径間（柱間隔5m）
全長	50m
幅	10.32m（複線）
高さ	7m

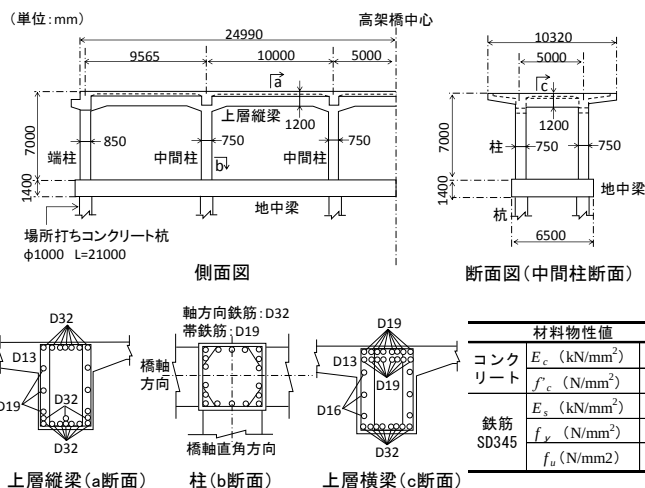


図1 対象構造物の形状および材料物性値

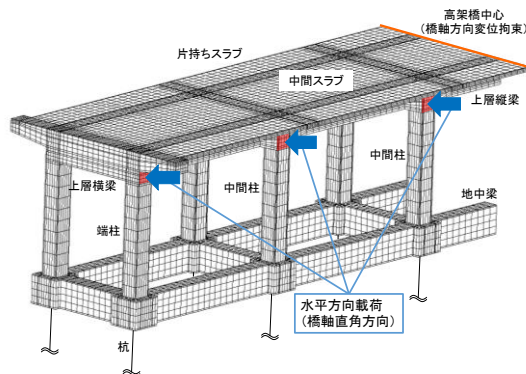


図2 解析モデルおよび載荷方法

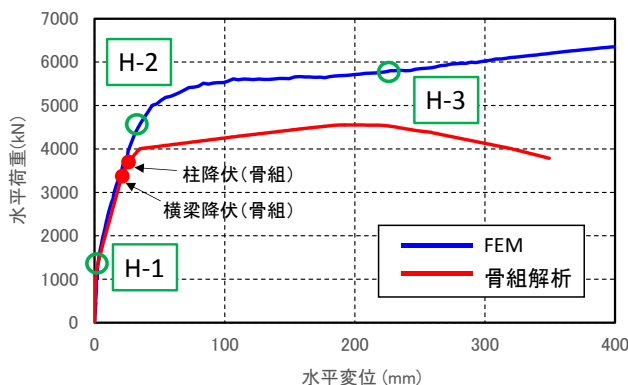


図3 水平荷重－変位関係

キーワード RC ラーメン高架橋, 有限要素解析, 耐荷性能, 変位

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 コンクリート構造 TEL:042-573-7281

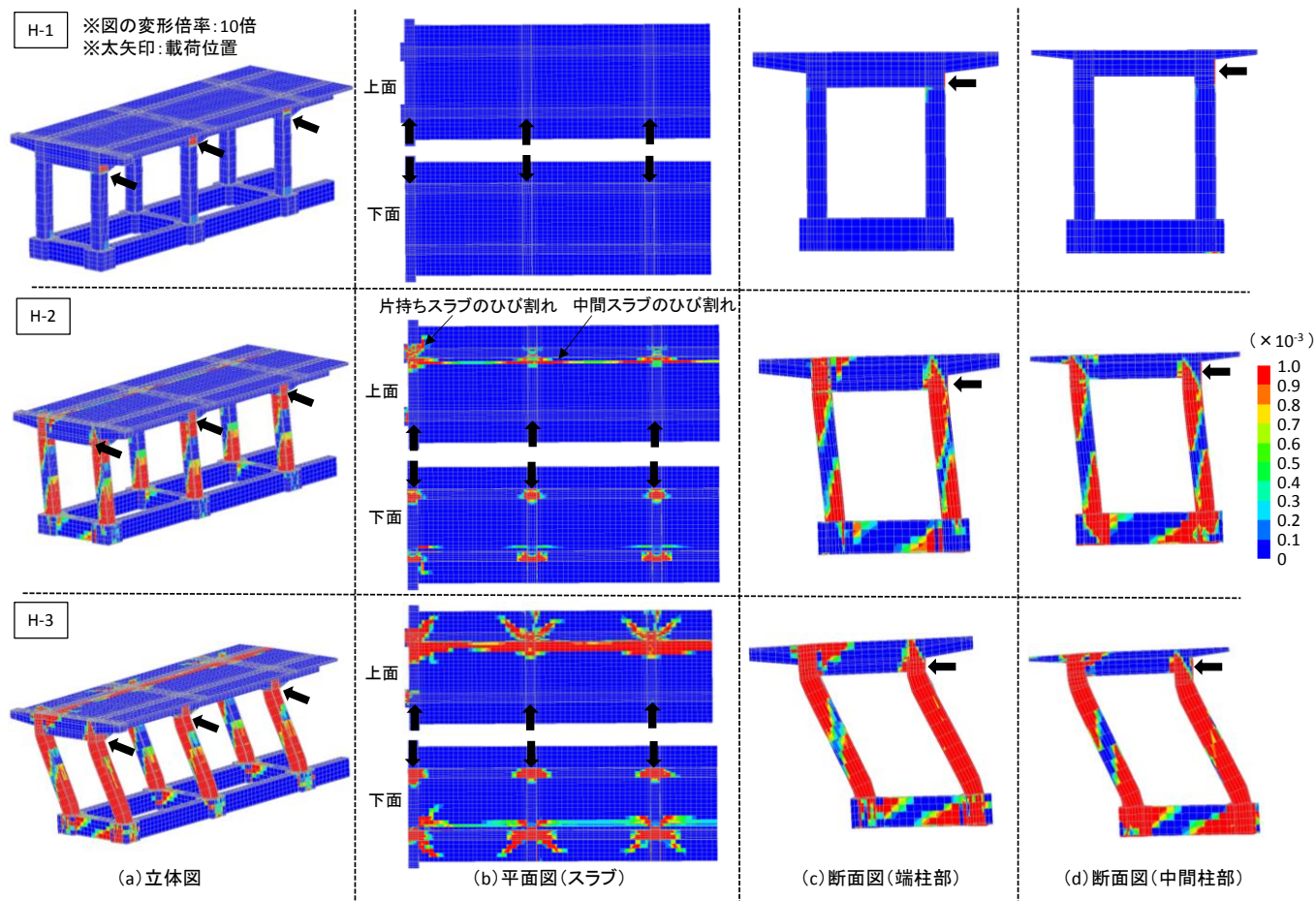


図4 最大主ひずみコンター

置を示しており、図は変形の挙動を視認しやすくするため、変形倍率を10倍として示している。

図3に水平荷重および変位関係を示す。水平荷重は各載荷点(3点)の合計値であり、変位は各載荷点での橋軸直角方向の水平変位を示している。また、図3のH-1~H-3における最大主ひずみコンターを図4に示す。図4における太矢印は載荷位置を示しており、図は変形の挙動を視認しやすくするため、変形倍率を10倍として示している。

図3より、FEMによる解析結果は、骨組解析による結果と比較して、剛性や最大荷重は大きくなった。また、損傷部材に着目すると、骨組解析では上層横梁が先行して降伏したが、FEMでは柱先行にて降伏した。これは、骨組解析では考慮されていない中間スラブ(上層横梁のフランジ)の橋軸直角方向の軸方向鉄筋が応力を負担したためと考えられる。

一方、FEMでは、図4に示すように、降伏点付近(H-2)以降で、中間スラブおよび片持ちスラブにひび割れが確認された。中間スラブのひび割れは橋軸方向に発生しており、水平力に伴う上側引張の変形

により生じたものと推測される。なお、骨組解析では、ひび割れ発生後の引張側のコンクリートを考慮していないものの、耐久性の点では配慮する必要があると考えられる。また、片持ちスラブのひび割れは、上層横梁付近に斜め方向に発生していた。これは、上層横梁の軸方向鉄筋の応力が伝達されたことに起因していると考えられるが、このようなひび割れは骨組解析では表現されないものである。

4. まとめ

RC ラーメン高架橋を対象に3次元FEMにて地震時の耐荷性能や応力分布を検討した結果、今回の検討の範囲では、骨組解析による算定値に比べ、中間スラブの軸方向鉄筋の影響により、剛性や最大荷重が大きくなった。また、骨組解析では表現されないひび割れの発生位置や方向を明らかにした。

参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説コンクリート構造，丸善，2004.4
- 2) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説コンクリート構造物 照査例 RC ラーメン高架橋，2005.3
- 3) DIANA-10.2 User's Manual -Material Library first ed.2018.1