

中層梁に高引張強度領域を有する RC 2 層ラーメン高架橋の多方向載荷時の耐荷特性の検討

JR 東日本コンサルタンツ（株）正会員 ○小林 薫，鶴岡宏樹，佐藤孝祐，石井高広

1. はじめに

本検討は、RC 2 層ラーメン高架橋において、中層はりの力学特性が構造全体系の耐荷特性に及ぼす影響に着目し、解析的な検討を行ったものである。具体的には、既設計の新幹線用 RC2 層ラーメン高架橋を基本構造に設定し、3 次元の非線形 FEM 解析モデルの構築を行った。検討対象とした中層はりの耐荷特性は、既設計の中層はりの構造を基本とし、中層はりの断面高さ中央付近に高引張強度領域を配置した構造も設定した。RC 部材に高引張強度領域を配置する構造に関しては、著者らが既往の研究^{1)~3)}で検討を行っており、せん断性能や変形性能を大きく改善することが可能となる。

本報告は、設定した解析モデルの上層位置を線路方向と線路直角方向の変位量を任意に設定し、応答方向の角度を変化させた解析から、構造全体系の耐荷性状の検討を行ったものである。

2. 検討対象 RC2 層ラーメン高架橋の概要 図-1 に、本検討に用いた RC2 層ラーメン高架橋の略図を示す。検討対象 RC2 層ラーメン高架橋は、ゲルバー桁による接続形式となっている。構造諸元としては、フーチング上面から軌道階までの高さが 12m で、柱の断面寸法が 1050mm×1050mm で中層はりの断面寸法は線路方向、線路直角方向ともに 850mm×1100mm である。柱の軸方向鉄筋は D29(SD345)が 32 本で鉄筋比は 1.9%となっている。柱部材のせん断補強鉄筋は、柱部材接合部から 2D 区間 (D: 柱部材の断面高さ) に D13 の帯鉄筋が 2 組配置され、配置間隔は 100mm となっている。この区間のせん断補強鉄筋比は 0.49%である。

線路方向中層はりの軸方向鉄筋は図-1 (d) の通りで、せん断補強鉄筋は D13(SD345)1 組が 250mm 間隔で配置されていた。線路直角方向の中層はりには、4 本とも全て同じ配筋となっていた。主鉄筋は、上下配筋ともに、1 段目は D29 (SD345) が 7 本、2 段目は D29 (SD345) が 4 本配置されていた。線路直角方向の中層はりのせん断補強鉄筋は、D13 (SD345) 1 組が 250mm 間隔で配置されていた。

3. 多方向入力を想定した耐荷特性の検討概要

基本構造の中層はりには、はり単独の解析から、線路方向は曲げ降伏先行、線路直角方向はせん断破壊先行となることが分かっている。中層はりに高強度領域を配置した場合は、線路方向、線路直角方向ともに曲げ降伏先行となり、最大荷重も線路方向で約 1.1 倍、線路直角方向で約 1.3 倍向上することが事前の解析的検討で把握している。ゲルバー桁部に関しては、ラーメン高架橋の桁受部に、ゲルバー桁と同じ桁高となる弾性部材を配置し、単位体積重量を調整し、ゲルバー桁の反力を作用させた。上層位置の軌道重量などの版上荷重は、スラブ上面にソリッド要素で板材を配置して模

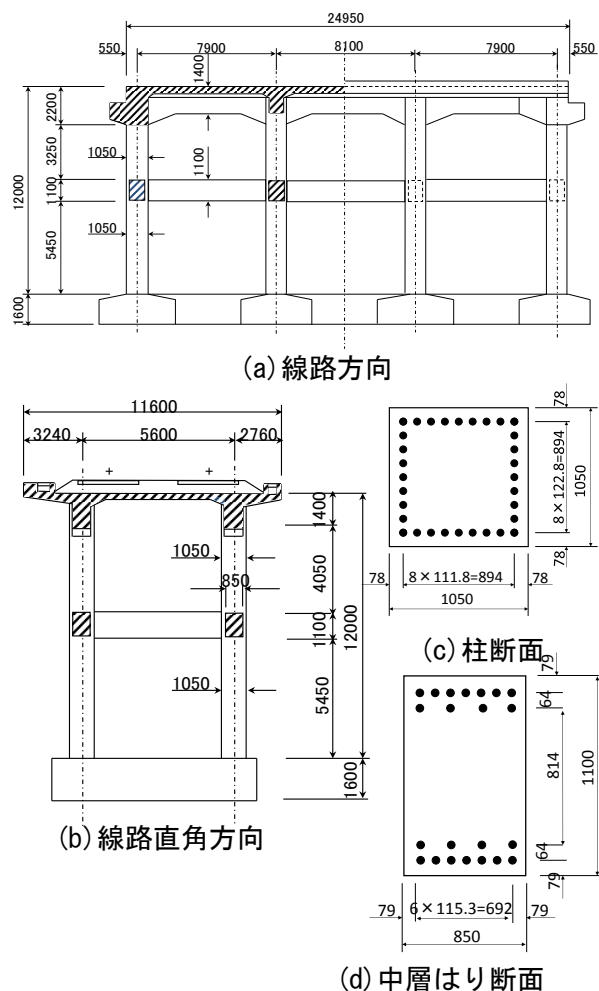


図-1 検討対象 RC2 層ラーメン高架橋の略図

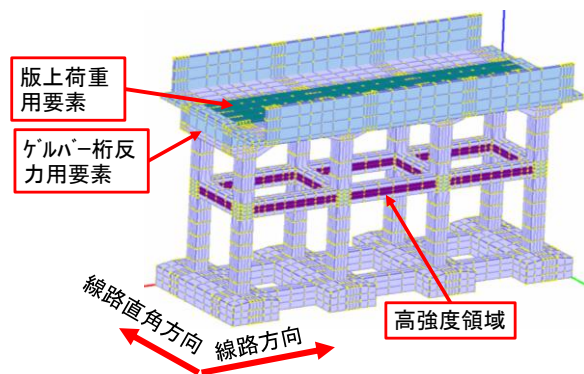


図-2 高強度領域を配置した解析モデル概要

連絡先 〒331-8513 東京都品川区西品川一丁目 1 番 1 号大崎ガーデンタワー 14F JR 東日本コンサルタンツ（株）TEL03-5435-7629

擬した。解析モデルを図-2に示す。

載荷方法は、線路方向、線路直角方向の2方向同時に強制変位を与え、上層位置の変位方向が設定された方向となるように線路方向と線路直角方向の水平変位量の比率が一定となるように与えた。なお、上層位置の変位量のベクトル値は、全て同じ値になるようにした。平面的な載荷方向の角度は0度から90度までを15度きざみとし、上層位置の水平変位のベクトル的な合成変位は141cm(2層間の層間変形角で1/8.5)とした。図-3に、載荷方向の略図を示す。

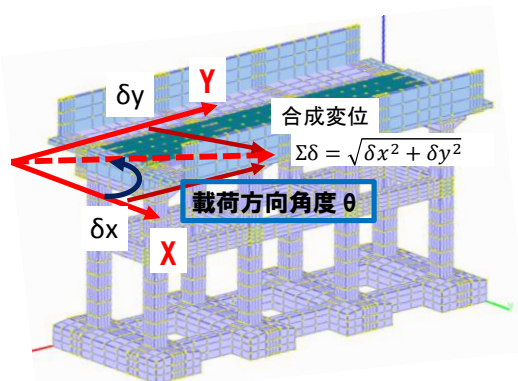


図-3 載荷方向の略図

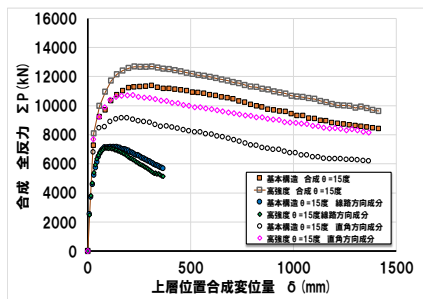


図-4 載荷方向 15 度の場合

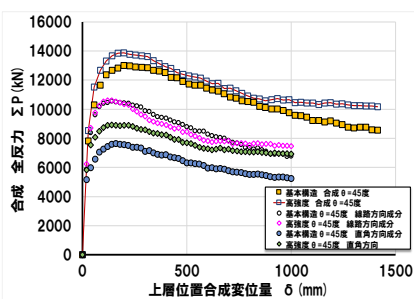


図-5 載荷方向 45 度の場合

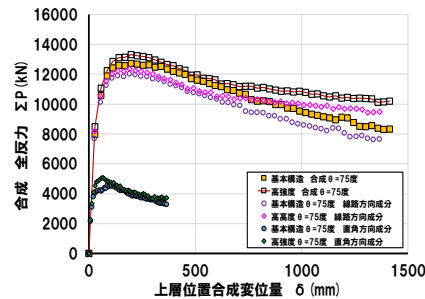


図-6 載荷方向 75 度の場合

4. 解析結果の概要

図-4～6に、上層位置の載荷方向角度で15度、45度、75度時の荷重・変位関係を示す。なお、載荷方向の水平変位・水平荷重は、ベクトル的に合成し、合成変位・合成荷重とした。載荷方向15度の場合は、線路直角方向成分の耐荷特性の影響が卓越し、載荷方向75度は線路方向の耐荷特性の影響が卓越する場合である。載荷方向45度は、線路方向・線路直角方向の両方向の耐荷特性が影響する。図-4は、載荷方向15度の荷重・変位関係を示したものである。線路方向成分において、基本構造と高引張強度中層はり高架橋構造でほぼ同じ挙動となり、線路直角方向成分で高引張強度中層はり構造の耐荷特性が1.17倍大きい。構造全体系での合成荷重・合成変位は、基本構造より高引張強度中層はり高架橋構造で1.12倍向上している。線路直角方向の高引張強度中層はりの耐荷特性が構造全体系に影響している。図-5は、載荷方向45度の結果を示したものである。合成変位・合成荷重の比較では、基本構造より高引張強度中層はり高架橋構造が1.07倍大きくなり、合成変位820mm以降の変位領域で荷重低下が小さくなる挙動となった。線路方向成分では、両構造に大差はないが、線路直角方向で高引張強度中層はり高架橋構造が1.16倍大きい。図-6は、載荷方向を75度にした場合の解析結果である。合成変位・合成荷重の比較では、高引張強度中層はり高架橋構造の方が1.05倍、基本構造より大きく、合成変位が620mm付近から高引張強度中層はり高架橋構造の方の荷重低下が抑制されており、線路方向中層はりの耐荷特性の影響が顕著に表れている。

5. まとめ 本検討結果のまとめを以下に示す。

- (1) 合成荷重の最大値では、高引張強度中層はり高架橋構造が基本構造より大きく、載荷角度15度で1.12倍、45度で1.07倍、75度で1.05倍であった。
- (2) 高引張強度中層はり高架橋構造では、載荷方向45度で合成変位820mm以降で、載荷方向75度で合成変位620mm以降の変位領域で荷重低下が抑制される挙動が顕著になった。

参考文献

- 1) 小林薫, 佐々木尚美: RC部材に引張強度の高い領域を付与してせん断破壊制御を行うための基礎的検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.36, No.2, pp.7-12, 2014
- 2) 佐々木尚美, 小林薫: 鉄筋コンクリート梁の内部に引張強度の高い領域を有するRC梁試験体の破壊性状について, コンクリート工学年次論文集, Vol.35, No.2, pp.1483-1488, 2013
- 3) 佐々木尚美, 小林薫, 伊東佑香: 内部に引張強度の高い領域を有するRC柱の破壊挙動と変形特性, コンクリート工学年次論文集, Vol.38, No.2, pp.1591-1596, 2016