

下端免震支持のRC三角骨組構造体相互を鋼桁で連結した連続高架橋の耐震性

武蔵工業大学大学院 学生会員 ○山崎智史

武蔵工業大学大学院 学生会員 村井悠

上谷エンジニアリング株式会社 正会員 上谷義介

武蔵工業大学 フェロー会員 増田陳紀

1. 研究背景・目的

近年の公共工事緊縮財政の中で、地域連携により経済活力回復に寄与する道路を効率的に造り、また既成市街地の円滑なモビリティの確保により都市再生を図る事が道路行政への社会的要請の一つとして挙げられている。このような社会的要請への対応として、平成16年度に道路構造令及び踏切道改良促進法が改正され交差点、踏切での混雑緩和のための立体交差構造が注目されている。また立体交差構造には施工期間の短縮が求められており、既成市街地での路上掘削工事の縮減、基礎構造の簡素化が模索されている。

そこで現在、これらの社会的要請に応えるための既成市街地での交通網の立体交差化を目的とした新形式連続高架橋¹⁾²⁾が提案されている。本研究はこの新形式連続高架橋を対象として地震時の基本的な動的挙動を検討するものである。

2. 解析対象橋梁

図1に示すような3径間連続V脚システム高架橋を解析対象とする²⁾。当該橋梁は下端を免震支承で支持した三角骨組構造体(RC)相互を桁(Steel)で連結した連続高架橋とし、既存概念の高架橋が橋脚天端で上部工を支持していることによる下部工基礎部分の曲げ支配による設計を合理的に改善したものである。その結果図示のように単列基礎杭化を可能にした。また、比較対象橋梁として当該橋梁と橋長、幅員を同一条件とするT型橋脚上の免震支承で支持した3径間連続鋼箱桁高架橋を選定した。

3. 解析モデル

解析モデルは図2に示すような3次元の多質点系モデルとし、連結桁・三角構造体上面の主桁・各横桁は線形はり要素でモデル化した。V脚基部横はり・フーチング・V脚支柱とはりの剛結部・V脚基部は剛域であることから剛性を高めた線形はり要素で模擬した。V脚支

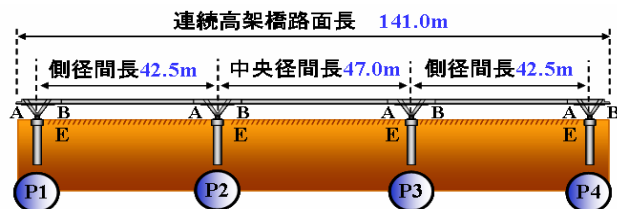


図1 解析対象橋梁側面図

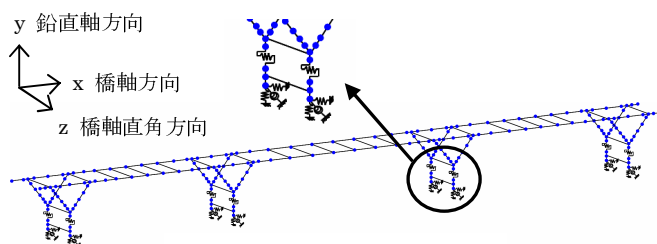


図2 解析モデル

柱部では塑性化が見込まれるV脚支柱基部をバイリニア型の曲げ～曲率関係を有する非線形はり要素でモデル化し、それ以外の躯体は線形はり要素でモデル化した。免震支承は非線形ばね要素でモデル化し、橋軸方向・橋軸直角方向にそれぞれ設けた。免震支承の履歴復元力特性はHDR研究会の共通設計式に準拠したスケルトンカーブと履歴ループ³⁾により表現する。連結基礎部は剛部材であることから、剛はり要素でモデル化した。地盤～基礎間は簡便性から線形集約ばね要素(水平・鉛直・回転)でモデル化し連結基礎底面に橋軸方向・橋軸直角方向に設けた。

拘束条件は連結基礎底面の集約ばね接続節点とV脚基部において鉛直軸周りの回転を拘束した。免震支承の相対変位に関する拘束は橋軸・橋軸直角方向の並進をばね拘束、鉛直方向の並進は拘束、全方向の回転は自由とした。

4. 時刻歴応答解析結果

解析には汎用FEM解析コードTDAPⅢを用い、時刻歴応答解析法はNewmark β ($\beta=1/4$)法とし、積分時間間隔を0.001secとした。入力地震動は兵庫県南部地震のⅡ種地盤上で観測された鷹取NS波、鷹取EW波、葺合E27W波を使用し、3波に対してスペクトルフィッティ

Key Words: 立体交差構造, 三角骨組構造体, 単体基礎杭

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 TEL03-3703-3111

ングを行い適合地震波を作成した。そして、加速度変動が顕著な 20 秒間を抽出し、橋軸方向、橋軸直角方向に独立に加震した。橋梁の減衰は Rayleigh 減衰を与えた。今回はスペースに制限があるので鷹取 NS 波を橋軸方向に加震した際の中央径間中間部の応答変位、応答加速度、3 波を橋軸方向に加震した際の V 脚支柱基部の曲げモーメントの 3 波平均値について報告する。

a) 中央径間中間部の応答照査

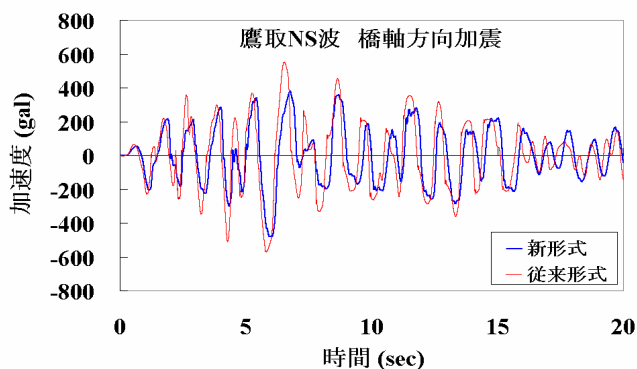
中央径間中間部の応答を図 3 に示す。新形式の最大応答加速度は 482gal、それに対して従来形式は 570gal であり新形式の方が 15%減少している。スペクトル特性に着目すると、両高架橋とも卓越振動数が 0.977Hz であり非常に類似しているものの、若干ではあるが従来形式の方が高周期成分を多く含んでいる。最大応答変位は新形式が 38.0cm であるのに対して従来形式では 19.5cm であり新形式の方が 49%増加している。以上の解析結果から、両高架橋とも免震構造であるが、従来の橋脚柱天端に免震支承を設置する構造よりも橋脚下端に免震支承を設置した方が、免震効果が向上すると推測される。

b) V 脚支柱基部における曲げモーメント

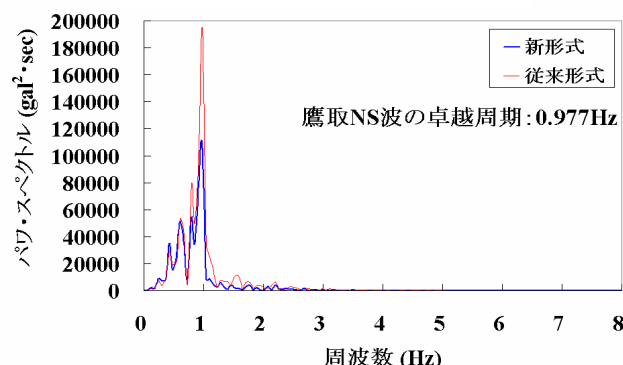
V 脚支柱基部における橋軸直角方向周りの最大曲げモーメントの 3 波平均値を表 1 に示す。傾向としては桁掛け違い橋脚である P1, P4 橋脚では高架橋中心に対して外側の支柱基部の方が内側よりも大きな曲げモーメントが発生し、中間橋脚である P2, P3 橋脚においては高架橋中心に対して内側の支柱基部に大きな曲げモーメントが発生する。今回の解析結果から V 脚支柱基部において塑性化が生じないことが確認され、降伏曲げモーメントを大幅に下回っており最も顕著な場合で降伏曲げモーメントの 3%程度である。逆に最も大きな曲げモーメントが生じた桁掛け違い橋脚の高架橋中心に対する外側の支柱基部においてさえ、降伏曲げモーメントの約 12%程度である。

5. 結論

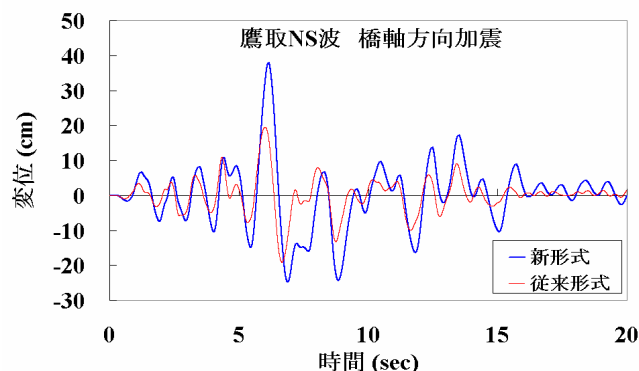
中央径間中間部の応答に関して最大応答加速度は新形式の方が減少している。これに伴い最大応答変位は橋軸方向においては従来形式より新形式の方が増加する。また V 脚支柱基部は塑性化に至らず弾性域にとどまることが確認された。また、当該橋梁は比較対象橋梁に対して 23%のコスト縮減と 63%の路上掘削面積縮小・22%の工期短縮効果が試設計で確認されていること



(1) 中央径間中間部の応答加速度



(2) 中央径間中間部の応答加速度のスペクトル特性



(3) 中央径間中間部の応答変位

図3 鷹取NS波を加震した際の中央径間中間部の応答(橋軸方向)

表1 V脚支柱基部の最大曲げモーメント

橋脚 No.	V脚基部 サイド	最大曲げモーメント Mmax(kNm)	降伏曲げモーメント My(kNm)	Mmax/My
P1	A側/B側	1001/346	8042/8423	12%/4%
P2	A側/B側	267/665	8707/8652	3%/8%
P3	A側/B側	665/267	8652/8707	8%/3%
P4	A側/B側	346/1002	8423/8042	4%/12%

に加え、本検討で地震対策上も非常に有効な構造形式であることが確認された。

【参考文献】

- 1) 上谷義介：道路行政へ要請と、これに対応する研究開発課題の選定・新技術の提案及び成果の概要，2005.7
- 2) 村井悠：立体交差化を目的とした新形式連続高架橋とその耐震性に関する検討，第 62 回年次学術講演会，2007.9
- 3) アーク情報システム：TDAPⅢ，付録 2，pA2-122，2007.1