

建設後50年以上を経た鋼ゲルバー桁橋梁（多摩川大橋）の耐震性評価

○（財）海洋架橋・橋梁調査会 調査部長 （正）吉田好孝 （独）土木研究所 上席研究員（耐震）（正）運上茂樹
 八戸工業大学大学院 教授 （正）塩井幸武 海峡横断道路調査会 専務理事 （正）藤原 稔
 国交省 関東地整 横浜国道事務所 所長 石田 稔 （株）長大 構造事業部 （正）矢部正明

1. はじめに

建設後50年以上が経過している多摩川大橋（図-1）では、今後10～20年の間に架け替えることを計画している。このため本橋の耐震性の評価においては架け替え計画を前提として、以下の耐震性能を確保することを目標とした。

- 1) レベル1地震動に対しては損傷が限定的なものにとどまり、必要に応じて走行速度制限等を行うことにより、緊急車両や一般車両を通行させることができること
- 2) レベル2地震動に対しては損傷が橋として致命的とにならない状態で、必要に応じて支保工等による応急的な復旧によって、緊急車両の輸送機能を確保することができること

本橋の耐震性を、ゲルバーヒンジ部を含む橋梁全体系を対象として行った動的解析により評価し、さらに橋梁を構成する各構造要素の耐力の大小関係から推定される損傷モードについても検討した。

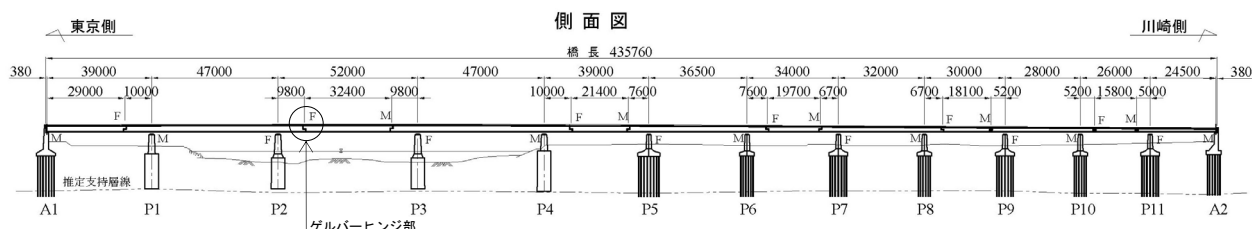


図-1 多摩川大橋一般図

2. 橋梁全体系の動的解析による耐震性評価

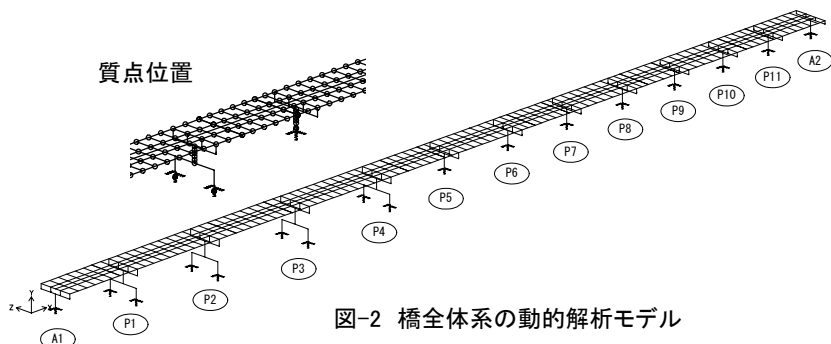


図-2 橋全体系の動的解析モデル

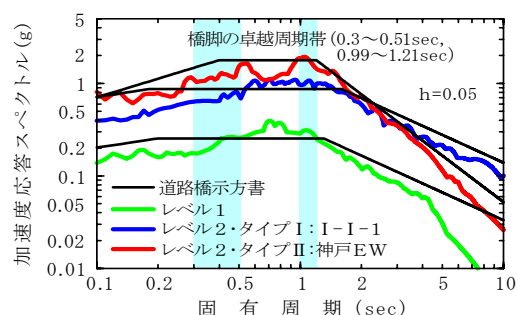


図-3 架橋地点の地盤条件を考慮した入力地震動

橋梁全体系を対象とした動的解析は、道路橋示方書V耐震設計編に規定されるレベル1地震動とレベル2地震動に対して行った。図-2は動的解析モデルを示したものであり、橋脚の非線形挙動を考慮した。入力地震動としては、図-3に示すように架橋地点における表層地盤の地盤条件と振動特性を反映して作成した²⁾。

図-4は、耐震性照査がより厳しい条件となるP2固定橋脚に対する動的解析結果を一例として示したものである。レベル2地震動（タイプIIの地震動）の3波形による最大応答値の平均値としている。後述するように支承と橋脚の損傷モードの関係があるが、ここでは、上部構造の慣性力が支承を介して全て下部構造に伝達

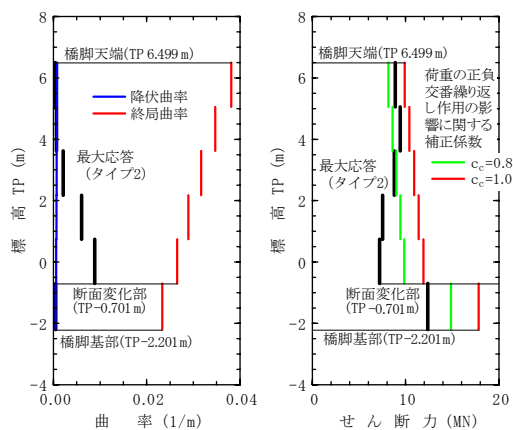


図-4 P2橋脚各段面の応答断面力と許容値

キーワード： ゲルバー桁 耐震補強 プッシュオーバー解析 非線形動的解析 架け替え
 連絡先： 〒112-0004 東京都文京区後楽 2-2-23 海洋架橋・橋梁調査会 TEL:03 (3814) 8439 FAX:03 (3814) 8437

すると仮定した解析結果を示している。図より、RC 橋脚の各断面に生じる曲率は、終局曲率よりも十分低い応答値に留まっており、橋脚の水平耐力を保持できている状態にあることがわかる。せん断力は、RC 橋脚の柱の上方部で繰返しによる耐力低下を見込んだせん断耐力を超えているが、この位置では塑性化が進展しないため、繰返しによる耐力低下を見込まないせん断耐力を考慮すると照査を満足することがわかる。

3. 橋梁を構成する各構造要素の耐力特性から推定される損傷モード

各構造要素の耐力特性を考慮すると地震時に橋全体系としてどのような損傷モードになるかについて検討した。各橋脚位置における橋脚と支承の橋軸方向に対する耐力の比較を図-5に示す。

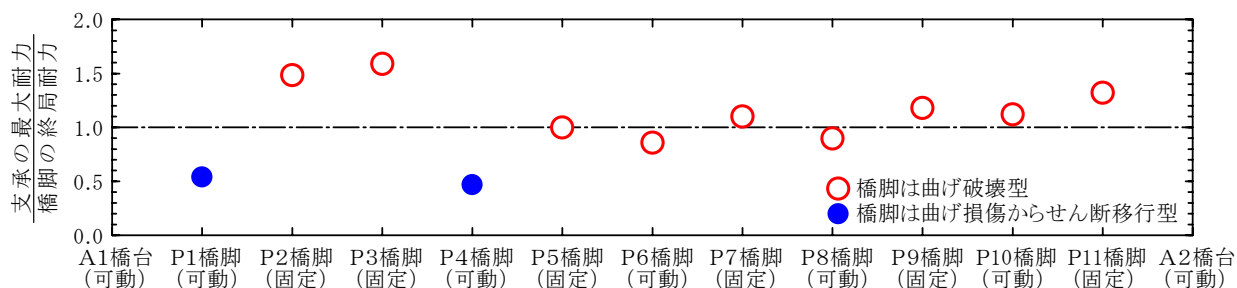


図-5 多摩川大橋における支承の最大耐力と橋脚の終局耐力の比較(橋軸方向)

支承の耐力は、現地調査と復元設計および金属沓を対象とした実験結果¹⁾等を参考に推定した。図より、P1とP4橋脚位置では、支承の耐力は橋脚の耐力の約0.5倍と小さく、支承の損傷が先行することが予想される。P5～P11橋脚位置では、支承の耐力は橋脚の耐力に対して約0.9～1.3倍となっており、両者は概ね均衡している。このような場合には、どちらの損傷が先行するかあるいは両者に損傷が生じるかを正確に判定することは困難である。しかし、本橋のRC橋脚が大断面の壁式橋脚であることから、橋軸直角方向の地震作用の影響も考慮すると、P5～P11橋脚においても支承に主たる損傷が生じる可能性もあり得る。他の橋脚よりも上部構造慣性力が大きくなるP2とP3固定橋脚では、支承の耐力は橋脚の耐力の約1.5倍と大きくなっており、主たる損傷はRC橋脚に生じることが予想される。なお、ここには詳細は示していないが、基礎構造の最大耐力は支承や橋脚よりも大きく、また、松杭基礎はその健全性に問題がないと判断されること、架橋地点周辺の液状化履歴を調査した結果大きな液状化が生じた記録がないことから、影響のある基礎構造躯体の損傷や残留変形などが生じることはないとは判断した。

図-6は、以上のような点を踏まえ、各構造要素の耐力と移動量を考慮した非線形要素でモデル化した橋梁全体系に対するプッシュオーバー解析により求めた荷重－変位関係を示したものである。図より、P7橋脚段落し部やP2とP3橋脚断面変化部が曲げ終局が達する前に、複数の支承に損傷が生じることがわかる。ゲルバー吊桁の固定支承の破断が生じる結果も得られており、ゲルバー吊桁の落下に結びつく可能性もあることからこのような部位においては落橋防止構造の設置が必要と判断した。

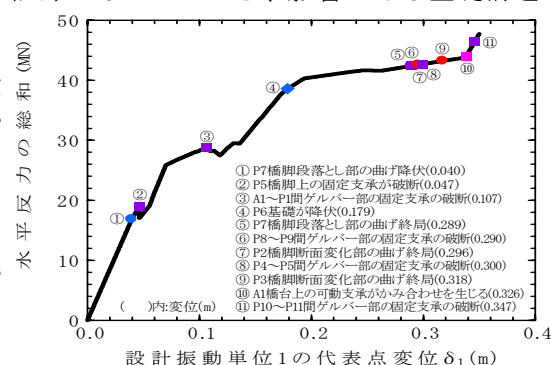


図-6 橋梁全体系における橋軸方向の荷重－変位関係

4. まとめ

建設後50年以上が経過している多摩川大橋は、今後10～20年以内に架け替えることを予定している。橋梁全体系の動的解析結果によれば、本橋の下部構造については終局曲率以内の応答となり、目標とした耐震性能を確保できることを確認した。なお、支承と下部構造の耐力比較や橋全体系の損傷モードの解析から、支承が先行して損傷を受けることも想定されたため、落橋防止システムの整備が必要と判断した。

参考文献

- 1) 阿部雅人, 柳野和也, 藤野陽三, 橋本哲子: 1995年兵庫県南部地震における3径間連続高架橋の被害分析, 土木学会論文集 No.668/I-54, pp.83-101, 2001
- 2) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説V耐震設計編, 平成14年3月