

道路高架橋地震時観測波による構造応答解析検証（その2）

(株)建設技術研究所 正会員 ○鶴飼 隼 川田工業(株) 正会員 伊藤 剛
 コスモ技研(株) 河又 康博 (株)IHI インフラシステム 正会員 田嶋 仁志
 JFE エンジニアリング(株) 正会員 深谷 道夫 筑波大学大学院 正会員 庄司 学
 東洋技研コンサルタント(株) 正会員 長久保成男 首都高速道路(株) 正会員 松原 拓朗

1. はじめに

動的照査法は、既往の検討結果等に基づき、橋を構成する各部材を適切にモデル化し、動的解析を実施して、橋の耐震性能を適切に照査するものであるが、解析モデルの作成手法は、その都度、設計技術者の判断に委ねられる部分が多く、また、モデル化の違いによる応答値への影響についても明確になっていない部分がある。そこで、鋼橋として施工実績の最も多い桁橋を対象に、橋を構成する各部材のモデル化手法を変化させた複数ケースの動的解析を実施すると共に、過去の地震動で得られた観測値との比較を行うことで、解析の妥当性を確認しつつ、モデル化の違いによる応答値への影響度合いを検証した。本稿は、適切で効率的なモデル化手法についての一考察を報告するものである。

2. モデル化手法の違いによる検討ケース

前稿(その1)の高架橋の解析モデルを『標準モデル』と設定した(図-1)うえで、橋を構成する以下の各部材のモデル化手法を変化させた動的解析を実施し、その影響度合いを比較した。なお、前稿同様、入力地震波はレベル1より小さい規模の観測地震波とし、モデル以外の解析条件は一定とした。

(1) 上部構造モデルの影響検討

橋梁上部構造は、一般に、他主桁を集約した1本の線形はり要素でモデルする。これに対し、本検討では、上部構造を4主桁の格子モデルで再現した場合の解析を実施し(図-2)、その影響を比較検討した。

(3) 橋脚モデル(要素分割数)の影響検討

鋼製橋脚モデルの要素長は、道路橋示方書では、一般に断面幅を5分割した程度の長さとするのが良いとされている。要素分割は、更に細かくすることで解析精度の向上が期待される一方、解析時間や解析データ等の解析負荷が増えることが懸念される。本検討では、橋脚分割数を標準モデルの2倍としたモデルでの解析を行い(図-3)、その影響を比較検討した。

(4) 隣接橋モデル化の影響検討

前後に類似の橋梁が続き、隣接構造の影響が小さいと考えられる場合には、着目橋梁のみを抽出した簡易モデルで動的解析を行うことが多い。本検討では、実際の挙動として隣接橋梁による応答値への影響があると考え、標準モデルを前後に複製した3連の解析モデルによる解析を実施し(図-4)、その影響を比較検討した。なお、実際の橋梁も、類似の高架橋が続くため、複製モデルでも実挙動に近い結果が得られるものと考えた。

(5) 支承モデル化の影響検討

可動支承は、一般に完全自由の境界条件としてモデル化するが、実際の可動支承では摩擦による抵抗が生じる。本検討では、既設のピポットローラー支承を図-5に示す摩擦を考慮したバイリニア型の弾塑性バネモデルで条件設定し、解析を実施して、その影響を比較検証した。

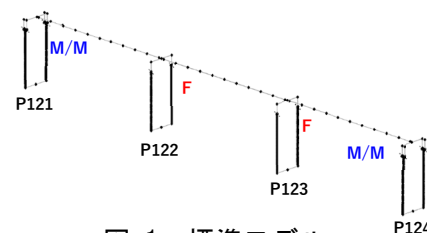


図-1 標準モデル

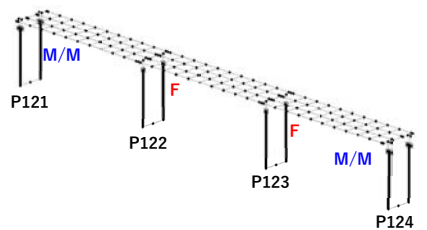


図-2 上部構造4主桁モデル

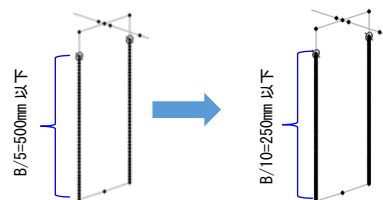


図-3 橋脚要素分割数倍増モデル

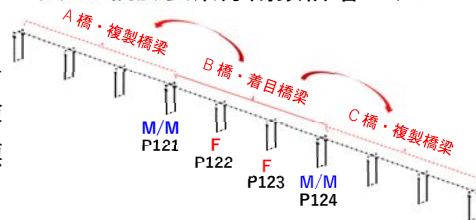


図-4 隣接橋追加モデル

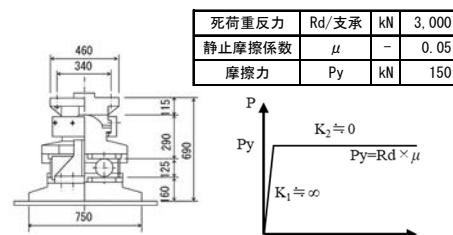


図-5 可動支承のバネモデル

キーワード 動的解析, 桁橋, 解析モデル, モデル化影響検討

連絡先 〒103-8430 東京都中央区日本橋浜町3-21-1 (株)建設技術研究所 TEL03-3668-0454

3. モデル化手法の違いによる影響検討結果

(1) 上部構造モデルの影響検討結果

上部構造モデルの違いによる橋脚天端の応答加速度波形を図-6に示す。橋軸直角方向加振時には、モデル化の違いにより応答値に僅かな差異が見られたが、設計へ影響する程の差異ではなかった。このことから、今回の解析結果では、多主桁を集約した1本のはり要素でのモデル化が効率的なモデル化といえる。

(2) 橋脚モデル(要素分割数)の影響検討結果

橋脚モデルの違いによる橋脚天端の応答加速度波形を図-7に示す。橋脚の要素分割数を変化させたことによる応答値の変化は見られなかった。このことから、今回の解析結果では、一般的な要素分割でのモデル化が効率的といえる。

(3) 隣接橋モデル化の影響検討結果

標準モデルと隣接橋をモデル化した3橋モデルの橋脚天端の応答変位を図-8に示す。全体的には大きな差異が見られなかったが、3橋モデル中央(B橋)の掛け違い部の可動橋脚の応答変位がやや小さくなる傾向を示した。これは、隣接橋を接点質量とした標準モデルと、上部工モデルとして再現した3橋モデルの違いにより、応答値に多少の影響が生じたものであるが、今回の解析結果では、その影響は12%程度と小さいものであった。

(4) 支承モデル化の影響検討結果

支承モデル化の違いによる橋脚天端の応答加速度波形と応答変位を図-9と表-1に示す。可動支承をばねモデルでモデル化した場合の応答変位が、標準モデルや観測値と大きく挙動が異なる結果となってしまった。これは、本検討で入力した地震動の規模が小さく、支承部へ作用した反力が1次剛性の降伏点より小さいものであったため、解析上、可動支承が固定支持条件の挙動を示してしまっただけである。同定モデルを作成する際には留意が必要である。

4. まとめ

今回実施したような比較的小さい規模の観測地震波を対象とした解析では、一般的に用いられる標準モデルと、橋を構成する各部材をより詳細にモデル化したモデルとで、解析結果に大きな差異はみられなかった。今後、耐震設計で考慮するような大きい規模の地震動に対する解析を実施することで、適切で効率的なモデル化手法の例と解析モデル作成時の留意点を整理していく予定でいる。

謝辞 本研究は、鋼橋技術研究会「耐震・免震・制震デバイス部会(部会長：田嶋仁志)」の活動内容であり、関係各位からご指導いただきましたことを感謝いたします。

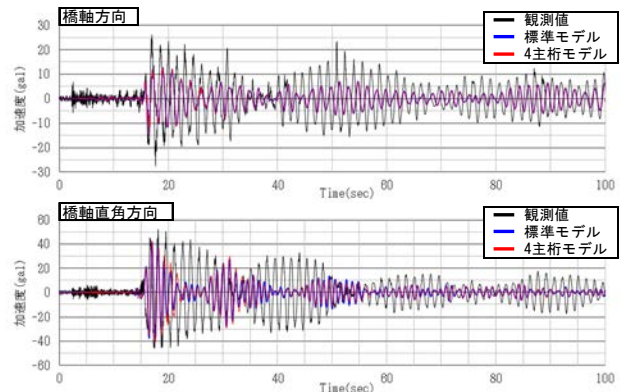


図-6 上部構造のモデル化の違いによる影響 (P122 橋脚天端の応答加速度)

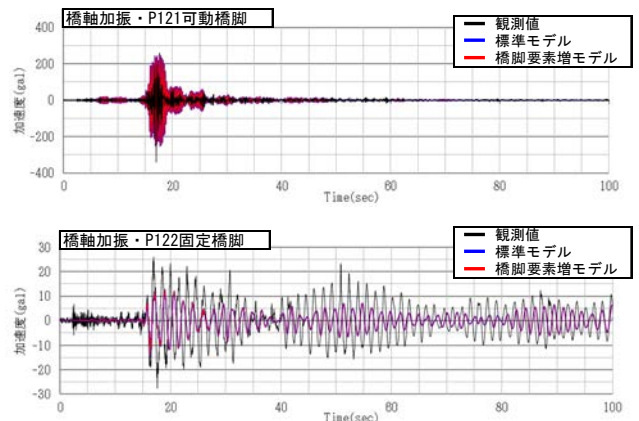


図-7 橋脚のモデル化の違いによる影響 (橋脚天端の応答加速度)

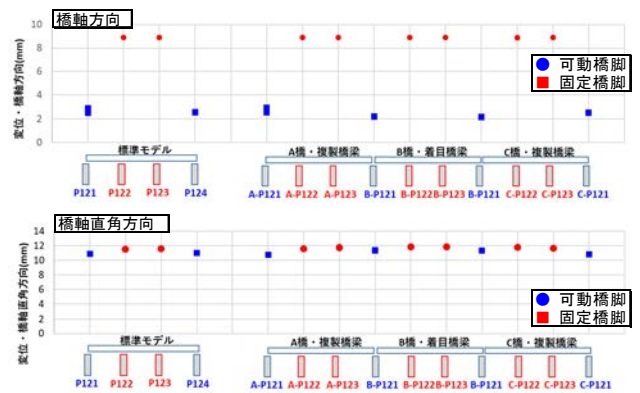


図-8 隣接橋のモデル化による影響 (橋脚天端の応答変位)

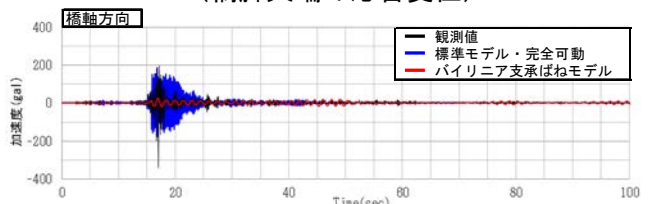


図-9 可動支承のモデル化による影響 (橋脚天端の応答加速度)

表-1 可動支承のモデル化による影響 (橋脚天端の応答変位)

(単位: mm)

	P121 (M)	P122 (F)	P123 (F)	P124 (M)
完全可動モデル	2.9	9.2	9.2	2.6
バイリニアモデル	12.1	12.2	12.2	12.1