

シミュレーションによる地盤振動対策工検討の事例

西日本高速道路株式会社

正員 松田哲夫

金沢大学大学院

正員 深田幸史

株式会社フジエンジニアリング

正員 杵本正信、正員 浜博和

はじめに

都市内高架橋の地盤振動問題が顕在化している地域において、主版の連続化を含む路面对策や仮設支柱により主版の振動を抑制するための試験施工を行ってきた。しかし、現状では必ずしも十分な効果が得られていないため、さらに抜本的な対策が望まれており、対策工の選定にあたってはシミュレーション解析手法を用いて改善効果の検討を行った。本稿は、シミュレーションによる解析結果ならびにこれに基づいて立案した対策工について紹介するものである。

1. 対象橋梁

検討対象橋梁は、支間長 9.5~16.0m の 5 径間連続 RC 中空床版橋である。桁端部は図 1 に示したように立体ラーメン橋台で支持されており、建設当時は主版の柱部支承から桁端側はカンチレバーであったが、初期の段階で振動防止支承が設置されている。このため、支間割が悪く、振動防止支承には活荷重によりアップリフトが生じる構造となっている。当該橋梁は平成 7 年の地震により橋台の柱がせん断破壊しており、補修の際に支承を鋼製からゴム支承に変更するとともにコンクリートの巻き立て補強がなされている。その後、遮音壁嵩上げによる環境対策や主版の連結によるジョイントレス化されている。

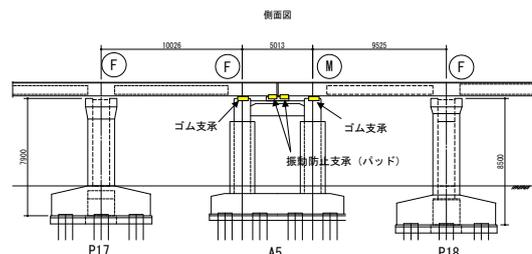


図 1 橋梁一般図

2. 対策工法

現地調査の結果から、対策案として下記の構造を検討対象とした。

- ① 橋台上の支承を全て鋼製に変更する構造
- ② 地盤への入力を低減するために下部構造（フーチング上面）に MMD を設置する構造
- ③ 桁端部を完全な連続桁とし、振動防止支承を撤去する構造
- ④ 橋台と上部構造を剛結しラーメン化する構造

3. モデル化とシミュレーションの手法

シミュレーションは橋梁の挙動が実橋の挙動を反映したものとなるよう下記の手順により実施した。

- ① 静的解析による剛性ならびに境界条件の確認。支承は実験値との比較によりバネ要素にモデル化
- ② 固有値解析による振動モードを実測結果と比較し質量分配や境界条件を確認
- ③ 各振動次数でのモード減衰定数を算出（ひずみエネルギー比と等価減衰定数）し実測結果と比較
- ④ 測定時に用いた車両の諸元（車両重量、バネ定数、減衰係数）および路面凹凸の設定
- ⑤ 以上のモデルによる動的応答解析の実施
- ⑥ 各橋脚下端に作用する反力を用いて地盤応答解析を実施

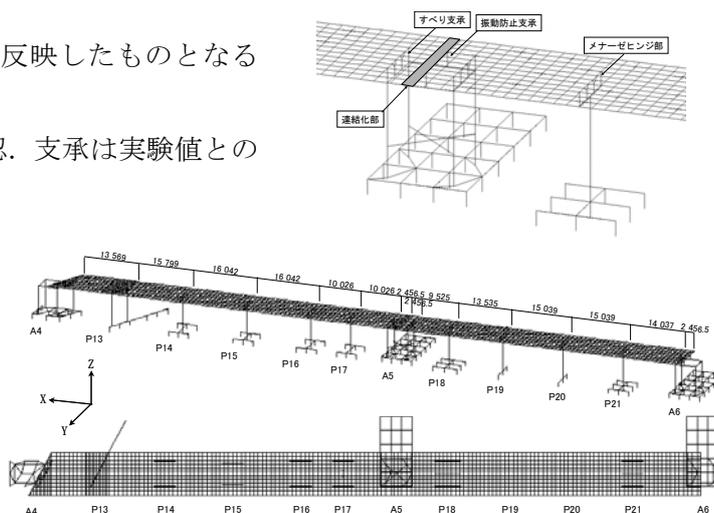


図 2 解析モデル図

キーワード：環境対策，地盤振動，シミュレーション解析

連絡先：〒530-0003 大阪市北区堂島 1-6-20 堂島アバンザ 18F Tel.06-6344-8888

4. 解析結果

シミュレーション解析は、車両のモデルや走行位置を変化させて実施したが、このうち代表例として試験車が走行車線を走行した際の解析結果を図3に示す。これは、各着目点における地盤振動レベルの現状からの変化を示したものである。振動の低減効果は振動の方向や車両の種類により若干傾向が異なるが、概ね以下のとおりである。

MMD 等による付加減衰による効果はほとんど期待できないことがわかった。これは、対象とする振動の周波数が 13~14Hz と比較的高いため、制御すべき変位量としては小さいことが原因ではないかと考えられる。

構造を変更する工法では、主版の連続化についてはほとんど効果が認められない。これは、現状でも上床版が連続化しており、連結部の剛性を大きくしても振動特性に対しては大きな影響を与えないためであると考えられる。

支承を鋼製化する案とラーメン化する案ではいずれも同程度の対策効果が期待できる。特に走行車線通過時の振動に対して大きな効果が期待でき、相対的に追越車線通過時の振動に対する低減効果は小さい。これは、走行車線走行時の振動が支承の弾性変形による振動成分が含まれるため、支承部の剛性を高くすることで橋台上支承部の振動が小さくなるためであると考えられる。

5. 対策工法

シミュレーション解析では鋼製支承への変更案とラーメン化が有効であると評価されたが、主版と橋台天端のクリアランスがなく支承の交換については施工面で極めて困難であると判断されたため、図4に示したとおりゴム支承部に無収縮モルタルを打設し主版と橋台を一体化させる構造を採用した。桁端部には活荷重の作用により負反力が生じるが、主版側面に鋼製ブラケットを、また橋台にはコンクリートブラケットを設け、両者を PC 鋼線により緊張することで負反力に抵抗する構造とし、現在施工を行っている段階である。

おわりに

都市内における高架橋では、沿道環境の保全が重要なテーマのひとつである。沿道環境のうち騒音については遮音壁や舗装等の改良により着実に成果を挙げている。しかし、地盤振動や低周波音については、発生の原因も様々で、また周辺家屋や地盤の固有周波数の影響を受けるため、対策工の立案に際しては原因を正確に特定することが非常に重要であり、その上でシミュレーション解析等の手法を用いて個別に検討していく必要があると考えられる。

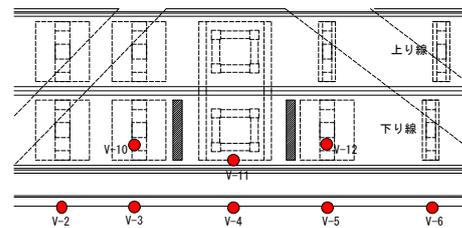
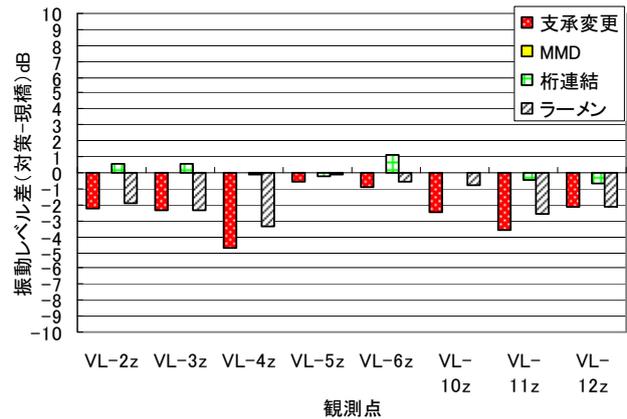


図3 シミュレーション解析結果
(試験車モデル走行車線鉛直振動)

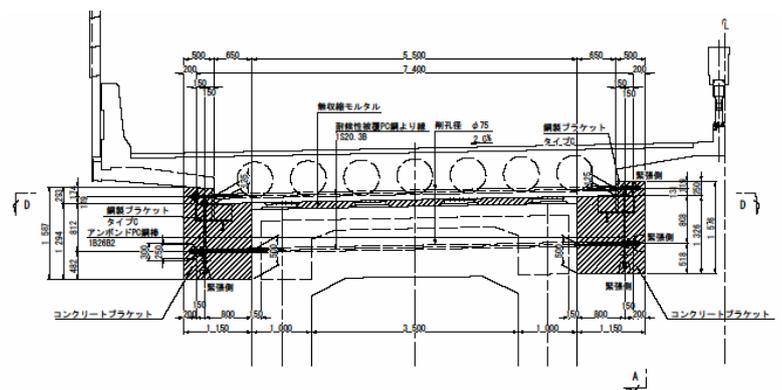


図4 対策工の概念図