

本設利用工事桁を用いた鋼ラーメン高架橋の振動低減効果に関する一考察

ジェイアール東日本コンサルタンツ(株)
東日本旅客鉄道

正会員 ○篠田 健次
正会員 土方 康裕

正会員 九富 理
正会員 渡邊 健司

1. はじめに

近年、鉄道駅の開発により駅ビルと一体化した高架橋の計画が増加している。駅ビルの利用形態においては、列車振動の伝播による振動が問題となることがある。既存の路線での工事においては、軌道を工事桁により仮受して高架橋本体の工事を行うが、工事桁をそのまま本設の軌道桁として利用する本設利用工事桁の採用も増加している。今回、本設利用工事桁を用いた駅ビル一体高架橋において、列車振動が工事桁を介して駅ビルに伝播する事象を断面形状およびスパン割をパラメータとした3次元立体解析シミュレーションを行い、振動抑制対策について検討を行ったので報告する。

2. 対象構造物の概要

2.1 構造一般

本報告で対象とした構造は軌道部を本設利用する工事桁とし、振動が伝播する本体の構造物は、線路方向7径間、線路直角方向4径間の鋼ラーメン高架橋(最大支間10.8m)で工事桁はラーメン横梁位置でゴム支承により支持する構造とする。

軌道部は、合成マクラギを鋼製の横桁上に弾性ゴムを介して設置する構造とした。

2.2 本設利用工事桁

本設利用工事桁は、既設構造物等の撤去の為に、軌道を仮受する際に架設した工事桁を、本設の軌道桁として利用する工法で、これまでの実績ではH断面の主桁にコンクリートを巻き付けている例が多い。これは、本設化の際に支間長が拡大した場合の圧縮応力の低減、振動等の低減およびメンテナンスフリーを目的としていた。

3. 振動の解析手法

3.1 振動解析モデルと手法

鋼ラーメン高架橋は、軌道階から基礎までを梁・柱をモデル化した3次元モデルとして、基礎は直接基礎を地盤バネとして地中梁部に配したモデルである。3次元解析モデルの概要図を図-1に示す。

また、工事桁部分については、マクラギおよびマクラギ下に配置する弾性材、工事桁の横梁をバネとして評価して、支承部のバネを介して、高架橋の横梁上に設置するモデルとした。なお、支承部のバネ値は、鉄道構造物設計標準¹⁾に基づき、

各支点の反力により設計したゴムシューの静的なバネ値を動的バネとして1.4倍²⁾した値を用いた。工事桁部の解析モデルの例を図-2に示す。解析は、標準列車荷重M-18を、解析モデル上を90km/hで走行させ加速度振動レベルを解析した。

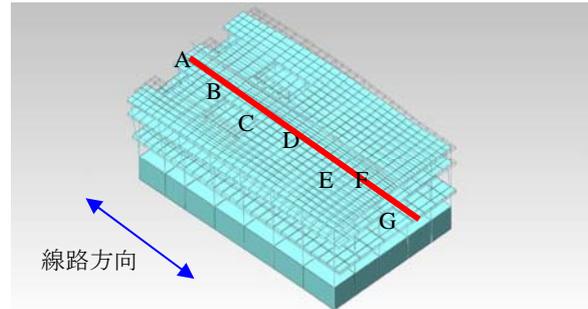


図-1 3次元解析モデル

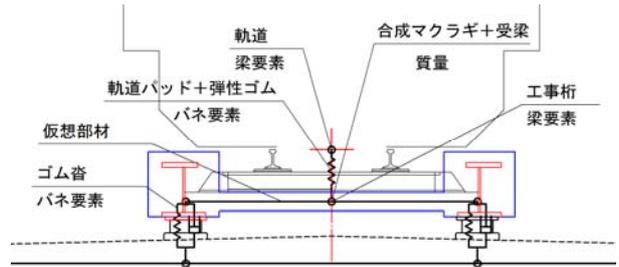


図-2 工事桁の解析モデル

3.2 解析パラメータ

今回、本設利用工事桁の振動低減効果については、H断面の主桁に対してコンクリート巻き付けを行い剛性および重量を大きくした場合と、重量のみを大きくするためにカウンターウエイトとして一部にコンクリートを設置した場合と、対策なしのH鋼断面の3ケースを検討した。また、径間割による違いを検討するために、7径間を連続桁とした場合と、2+2+3径間に分けた場合を検討して、それぞれの振動低減の効果について確認した。

検討ケースを表-1に示す。また、工事桁の断面ケースを図-3に示す。

表-1 検討パラメータ

CASE	断面	径間	備考
1	コンクリート巻き	2+2+3	対策なし
2	カウンターあり		
3	H型断面		
4	H型断面	7	終点部支承バネ:柔



図—3 工事桁の検討断面

4. 解析結果

振動解析結果を図—5に示す。(単位：dB)

CASE1	1/3オクターブ中心周波数							平均
節点	4Hz	8Hz	16Hz	31.5Hz	63Hz	125Hz	250Hz	
A	44.9	57.8	58.3	57.1	62.1	60.9	36.3	53.9
B	53.6	56.6	60.2	68.0	69.4	69.2	62.4	62.8
C	32.5	37.1	48.8	64.3	67.2	66.6	33.1	49.9
D	29.5	34.4	62.0	65.7	65.8	64.5	33.6	50.8
E	52.8	53.7	59.0	62.3	62.0	71.6	65.9	61.0
F	19.2	42.3	55.0	63.0	62.4	67.3	50.8	51.4
G	50.1	52.9	55.5	55.8	64.8	61.0	49.9	55.7
平均	40.4	47.8	57.0	62.3	64.8	65.9	47.4	55.1

CASE2	1/3オクターブ中心周波数							平均
節点	4Hz	8Hz	16Hz	31.5Hz	63Hz	125Hz	250Hz	
A	43.8	52.4	53.7	64.3	67.1	66.5	33.6	54.5
B	55.0	58.0	60.6	67.7	69.1	68.8	62.5	63.1
C	49.6	49.6	55.6	68.9	70.5	70.1	59.7	60.6
D	28.6	54.7	67.4	71.6	71.4	68.2	52.5	59.2
E	56.6	57.1	59.7	64.0	64.4	73.8	68.9	63.5
F	58.7	57.2	63.6	70.4	70.0	75.1	69.0	66.3
G	57.6	58.3	60.2	60.7	70.5	68.7	57.6	61.9
平均	50.0	55.3	60.1	66.8	69.0	70.2	57.7	61.3

CASE3	1/3オクターブ中心周波数							平均
節点	4Hz	8Hz	16Hz	31.5Hz	63Hz	125Hz	250Hz	
A	57.1	57.2	60.9	70.8	72.4	72.1	63.4	64.8
B	54.7	57.7	60.3	67.0	68.6	68.3	62.1	62.7
C	30.8	29.8	47.8	67.5	69.7	69.2	52.2	52.4
D	30.3	45.7	66.0	71.8	72.0	68.0	50.9	57.8
E	56.4	56.5	59.3	64.7	65.6	74.4	69.1	63.7
F	59.9	59.0	64.6	71.5	70.9	76.5	69.9	67.5
G	57.5	58.0	60.1	60.7	70.5	68.9	57.5	61.9
平均	49.5	52.0	59.9	67.7	70.0	71.1	60.7	61.5

CASE4	1/3オクターブ中心周波数							平均
節点	4Hz	8Hz	16Hz	31.5Hz	63Hz	125Hz	250Hz	
A	65.2	65.2	67.0	71.9	72.6	72.4	67.7	68.9
B	44.7	47.8	58.2	65.5	66.1	65.2	56.8	57.8
C	25.8	34.7	59.8	65.4	65.5	62.8	23.5	48.2
D	52.5	52.1	62.0	66.8	66.8	65.8	58.1	60.6
E	30.0	51.0	59.4	61.4	59.5	65.8	26.4	50.5
F	49.4	51.7	60.5	66.6	65.9	68.3	59.5	60.3
G	51.9	53.2	56.4	57.2	66.9	64.0	51.9	57.4
平均	45.6	50.8	60.5	65.0	66.2	66.3	49.1	57.6

図—5 振動解析結果

4.1 工事桁の断面形状による違い

工事桁へのコンクリート巻きの有無の影響については CASE1～3 の振動レベルの結果の違いを比較する。CASE2 と CASE3 の振動レベルは全体を見ても、周波数帯および各支点での違いも大きくなくカウンターウエイトのみでは振動低減効果はほとんどない結果であった。コンクリート巻きを行

参考文献

- 1) 鉄道構造物設計標準・同解析 コンクリート構造物；鉄道総合技術研究所編 (H16.4)
- 2) 現場実務者と設計者のための実用騒音・振動制御ハンドブック；現場実務者と設計者のための実用騒音・振動制御ハンドブック編集委員会 (H12.4)

った CASE1 においては全ての周波数帯で振動が CASE2,3 よりも低減されているが、特に 4Hz、8Hz 付近の低周波数帯における振動低減効果が確認され、4Hz においては 10dB 程度の低減がみられる結果となっている。カウンターウエイトを用いた場合の効果小さいのは、断面としては非合成としているために、桁のたわみ量が H 鋼断面のみの剛性により算定されることも影響していると考えられる。

4.2 工事桁の径間割による違い

工事桁を連続桁化した場合の違いは、断面形状が同じである CASE3 と CASE4 を比較する。CASE4 では、節点 A と D において振動レベルが悪化しているものの全体としては振動レベルが低下している。なお中間支点である節点 D で振動レベルが悪化したのは、中間支点となり 1 つの支承にかかる反力が大きくなるため、ゴム支承のバネ値が大きい値となったことによる影響があるものと考えられる。また、端支点も節点 A で振動レベルは悪化しているが、逆の節点 G が悪化していないのは、今回の解析では、節点 G 側の支承バネを小さいバネ値として解析した影響があると考えられる。

周波数帯別で見るとほぼ全ての周波数帯で低減の効果がみられる結果であった。

5. まとめ

今回行ったシミュレーション解析結果からは、本設利用工事桁において断面および支間割に関して、以下の振動低減効果が確認できた。

- ・本設利用工事桁の断面にコンクリート巻き付けを行うことで振動レベルが約 6dB 程度低減された。一方、カウンターウエイトとして一部のコンクリートを設置する場合には、振動低減の効果はほとんどなかった。コンクリート巻きにおいては、低周波数帯の振動の低減の効果が大きく確認できた。
- ・本設利用工事桁を連続桁とすることで、全体としての振動レベルの低減効果はみられるものの、一部の支点位置では振動レベルが悪化する場合もあることが確認された。