

阪神高速道路公団

正員

加藤 修吾

〃

正員

○ 畠田 穰

〃

瀬川 章彦

1. まえがき

高架構造物における道路交通振動問題については、従来より各種の防振対策が鋭意なされてきたところである。そのうち、効果をあげている事例も多々報告されているが、必ずしもすべてが効果的なものとなっているとはいえないのが実情である。このことは、高架構造物における振動伝播経路の複雑さをさることながら、振動の原因と伝播についての全体的な把握が不充分であり、よって各対策工法における防振機能と防振効果との関連性が明確にされていないことが挙げられよう。こうした現状をふまえ、上・下部構造を一体とし、全体系を考えた解析手法を用いることにより有効な防振対策を得るべく検討するものである。

2. 防振対策検討手法及び手順

高架構造物における振動伝播経路の概略は、図-1の如くあり、その伝播メカニズムは複雑多岐である。ここでは、高架構造物の上・下部構造及び周辺地盤を含めた全体系としての振動挙動を解析することとし、そこから得られたモデルにより防振対策を模索・判定するものであり、その手法と手順に従って以下説明する。

① 基本データ

これまで阪神高速道路のいくつかの高架区間において振動実験が行われているが、ここでは解析の目的からして、走行車両、路面、上・下部構造、基礎、地盤について一貫した測定データがあることが必要条件となるので、道路の通行止め期間を利用して実橋を対象とした引網法による自由振動実験、加振機による強制振動実験及び試験車、一般走行車による不規則振動実験から測定されたデータを用いる。

② 振動解析モデルの作成

i. 上部工モデル

上部工を一本の梁モデル化し、これに下部工の効果をバネによって置換した2次元モデルを作成する。モデル化の細目は、走行車両、ジョイント部の不陸、路面の凹凸、主桁(剛度・重量)、支承、下部工の効果である。

ii. 橋脚-地盤モデル(橋軸方向)

2次元化した橋脚-地盤モデルに上部工モデルから得られた橋脚天端反力を入力する。……有限要素法

iii. 橋脚-地盤モデル(橋軸直角方向)

2次元化した橋脚-地盤モデルに上部工モデルから得られた橋脚天端の反力を荷重分配させて各主桁位置に作用させる。……有限要素法

③ 動的応答解析

以上得られた振動モデルについて動的解析を行い、応答値を求め、測定された基本データと整合をとる。

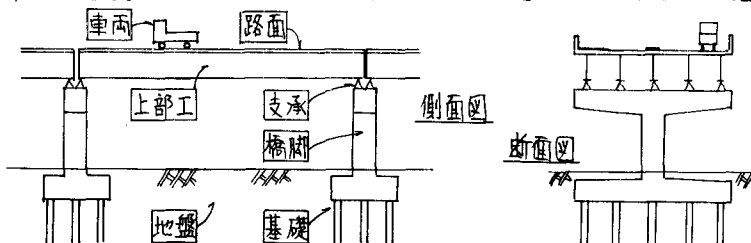


図-1
高架構造物における
振動伝播経路の概略

④ 防振対策案の抽出

ここでは施工上ある程度実現性があるもののうち上部工に対する工法として9案程抽出する。

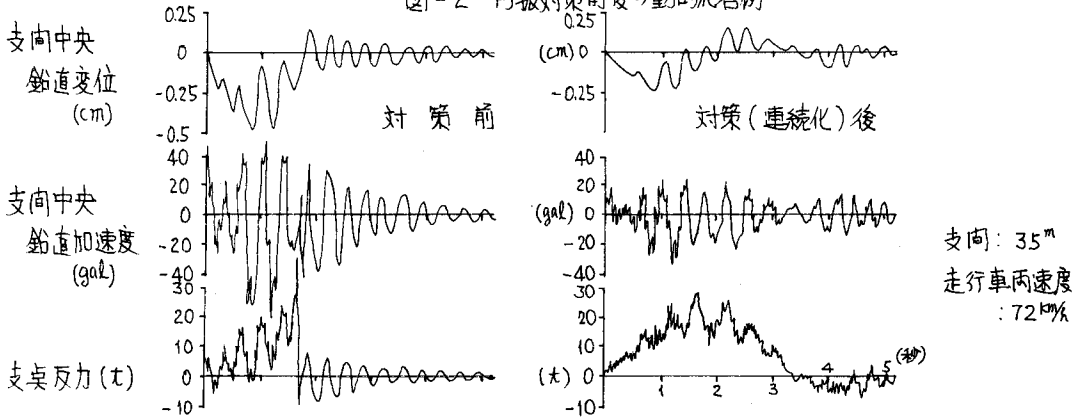
⑤ 防振対策案のモデル化

抽出した防振対策の9案について、それぞれモデル置換する。

⑥ 対策案の動的応答解析

モデル化されたおのおのの防振対策について動的応答解析を行い、その応答値を求める。一例として図-2には、単純桁を連続化する対策について、対策前後の動的応答を比較したものを示す。

図-2 防振対策前後の動的応答例



⑦ 防振対策案の比較判定

対策前の応答値を a_0 、対策後の応答値を a とし、改善度 $\phi = \log a\%$ により効果判定する。判定項目は、動的最大振幅、最大加速度、最大たわみ、橋脚の鉛直加速度、水平加速度、地盤の鉛直加速度、水平加速度である。各対策工法案と改善度の代表として地盤の鉛直加速度についての比較した一例を表-1に掲げる。

表-1 各対策工法案と地盤の鉛直加速度を例とした改善度の比較

防振対策工法	対策工法の概略説明	地盤の鉛直加速度の改善度 ϕ		
1.主桁の連続化	単純桁の主桁及び床版を連結する	1.5 ← 1.0 → 0.5	←	-0.5 -1.0 -1.5
2.支座の弾性化	剛支座を弾性支座とする		←	
3.短入パン化	支間中央にロッキングピアを立てる	←	→	
4.上下部工連結	支桌上で上部工・支座・下部工を一体構造とする	↔		
5.質量増加	橋梁重量を30%増加する	改善域	↔	悪化域
6.剛性増加	主桁の剛性を30%増加する		↔	
7.動的減衰	支間中央にバネ-質点系を取り付ける	↔		
8.強制減衰	地上に固定された減衰機を支間中央に取り付ける	←	→	
9.支座部の改善	橋脚天端への強制水平力を減少させる	1.5 1.0 0.5	↔	-0.5 -1.0 -1.5

3. あとがき

防振対策については種々の方策を試行し、その効果を測定してみることが重要なことであるが、こうした全体系としてとらえた解析手法によりその対策なり効果を判定していくことも非常に重要な手法であるといえるし、ここでは有用な結果を得ることができた。このことを通じて、高架構造物の有効な防振対策としては、i. ジョイントを改良又は無くする ii. 連続化により振動の系を変える iii. 短スパン化により鉛直変位を低減、また固有振動数を変える iv. 橋軸直角方向の剛度補強などが考えられるので鋭意検討していきたい。