

## 高架道路橋模型による地盤振動の伝播特性実験

立命館大学大学院 正会員 ○中谷 郁夫  
立命館大学 フェロー会員 早川 清  
日本コンクリート工業(株) 正会員 田中 勝也

## 1. はじめに

多くの環境振動問題は、振動源から 50m 以内を想定していると考えられる。しかし、近年では振動源から 80m~100m 程度も離れた遠距離の地点まで振動が伝播する問題が報告されている。一般的な傾向としては、比較的軟弱な地盤では低周波数成分を多く含む表面波が遠方まで伝播することが知られる<sup>1)</sup>が、具体的には明らかに成っていないと考えられる。本論文では、表層に軟弱地盤を有する地盤上に建設された高架道路橋を振動源とする環境振動について着目し、振動源から 80m 程度の遠距離伝播現象について検討している。実高架橋において、このような低い周波数を発生させて環境振動の遠距離伝播現象を再現させるためには、大型の起振機によるものが必要と考えられる。しかしながら、こうした機械を用いても高架橋と地盤との複雑な連成りにより環境振動が発生していることが推察されることから、実際の現象を再現することが困難であり、これまで遠距離伝播特性が明らかにされていないと考えられる。本論文では、実際に環境振動問題が発生した国内に実在する高架道路橋をモデルとしている。その遠距離伝播現象を考察するために、相似則の物理法則から相似比を用い、高架橋模型および模型地盤で室内実験を行って伝播特性について検討した。

## 2. 実験概要

実験に用いた模型は、実高架道路橋の橋長 178.0m の 4 径間連続非合成鋼箱桁橋である。橋長 47.0m の 1 径間をモデルとし、1/100 スケールの橋長 47.0 cm として単純化した(写真-1 に示す模型)。実地盤の表層部 10.8m は沖積層であり、N 値が 2~6 程度の範囲のシルトや砂質シルトなどの軟弱な 7 層地盤で構成されている。下層部は洪積層で、玉石混じりの砂礫の N 値が 50 以上である。これより模型地盤は高架橋模型のスケールと同様に 1/100 スケールとし、表層地盤を 1 層のシルト質系の軟弱な沖積地盤を想定して層厚 11.0cm とし、下層部は洪積層を想定した層厚 9.0cm の 2 層の地盤とした。その計測配置図を図-1 に示している。これらの模型を用いて模型地盤に模型橋を埋設し、鋼球を用いた衝撃加振、小型加振機を用いた定常加振から模型地盤における地表面および地中の振動伝播状況を計測した。



写真-1 模型実験の状況

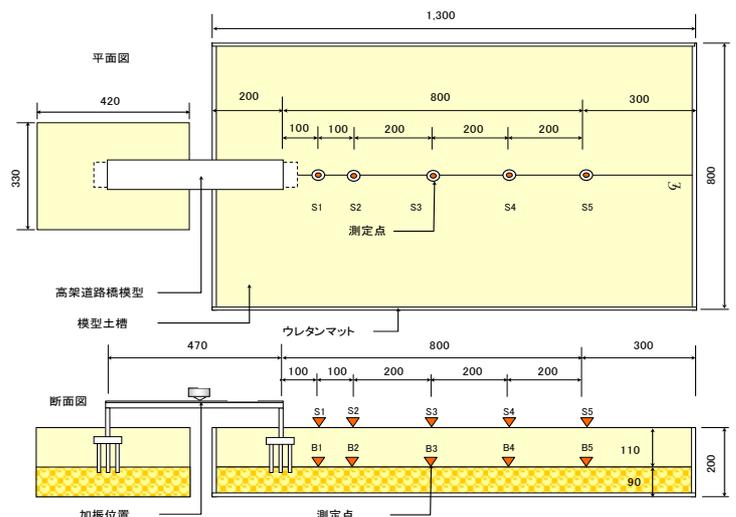


図-1 模型の計測配置図

キーワード 高架道路橋, 模型実験, 地盤振動, 遠距離伝播, 模型地盤

連絡先 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1 立命館大学理工学部 早川研究室 TEL 077-561-2789

### 3. 模型概要

模型は、予備実験を行って相似則による模型目標値を満足できることを確認している<sup>2),3)</sup>。高架道路橋模型は、4 フッ化エチレン樹脂を用いて1/100 サイズとしている。模型地盤はアクリルアミドにベントナイト、珪藻土、豊浦砂を配合して製作した。

### 4. 衝撃加振実験結果

鋼球を用いた実験では、杭のあるケースと杭の無いケースの2 ケースの衝撃加振実験において、

地表面の測点 S1~S5、地中境界面の測点 B1~B5、橋脚中心から10cm~80cm(実測で10m~80m)の距離別の加速度を測定した。図-2 および図-3 に示したものは、橋脚中心から10cm 離れた測点の地表測点 S1 および地中測点 B1 の加速度振幅の最大値を基準として、各測点における加速度振幅比を示したものである。杭が無い場合には、地表面と地中境界面の振動低減挙動が一定の低減挙動を示すのに対し、杭がある場合

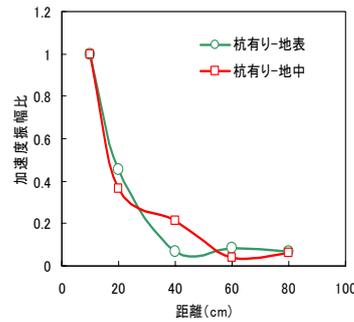


図-2 杭有りの加速度振幅比

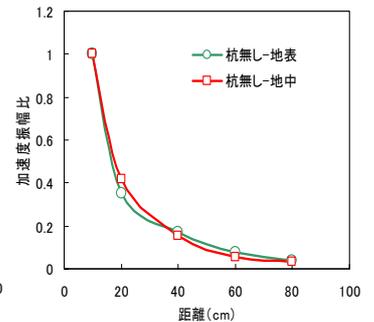


図-3 杭無しの加速度振幅比

には地表面と地中境界面の加速度振幅比が交互に入れ替わり、杭による減衰傾向への影響が示唆されている。

### 5. 定常加振実験結果

加振入力振動数の違いによる振動挙動の確認と振動入力方向の違いによる振動挙動を確認するために、小型加振機を用いた定常加振実験を行った。図-4 は、桁の中心を加振しているため、杭に対して鉛直方向と水平方向を同時加振のケースにおける地表面の振動挙動を示したもので、10Hz、20Hz および 130Hz、140Hz の振動数において、40cm(S3)以降の減衰の少ないことが分かる。図-5 は、桁を外して橋脚に鉛直方向に加振したケースにおける地表面の振動挙動を示したものである。20cm(S2)、40cm(S3)の測点では、50Hz 付近の振動数が卓越しているが、80cm(S5)の地点では全ての振動数において減衰していることが分かる。したがって、杭への振動入力方向が鉛直方向のみでは、地表面の振動が遠距離まで伝播しないことが分かる。そのため、地表面の伝播現象は、橋脚の下部構造が鉛直方向と水平方向を同時に挙動した場合に現れる現象であると示唆される。

### 6. 結論

本実験で得られた結果をまとめると以下の通りである。

- (1) 衝撃加振実験から杭による地表面の振動の減衰傾向への影響が示唆された。
- (2) 定常加振実験から遠距離伝播現象は、橋脚下部構造が鉛直方向と水平方向に同時に挙動した場合に起こる現象であることが示唆された。

### 参考文献

- 1) 土木研究所資料：高架橋交通振動実測調査報告書，1987。
- 2) 中谷郁夫，早川 清，田中 興：高架道路橋から発生する地盤振動に関する模型実験，第42回地盤工学研究発表会，pp.2221-2222，2007。
- 3) I. Nakaya, K. Hayakawa: The spread phenomenon of low frequency ground vibration to originate in the highway bridge, INTER-NOISE 2007, CD-ROM, 2007。

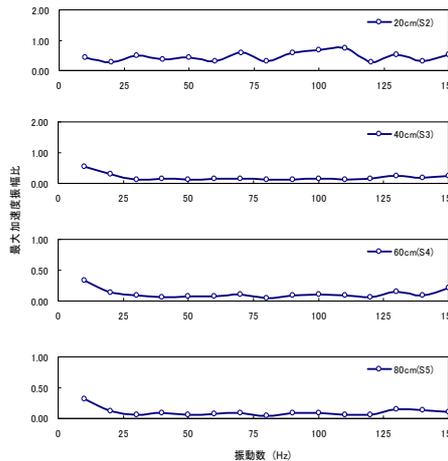


図-4 2方向加振の加速度振幅比

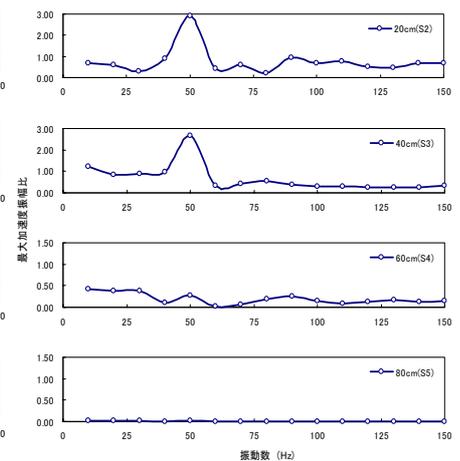


図-5 鉛直方向加振の加速度振幅比