

より静かな新幹線高架橋のために ～音響試験用の実物大模型～



松沼 政明^{*1}



栗林 健一^{*2}



齊藤 岳季^{*3}

To make viaduct for high-speed-railway more silent (1/1 scaled model for test of acoustic noise)

Masaaki MATSUNUMA^{*1}, Kenichi KURIBAYASHI^{*2} and Takeki SAITO^{*3}

^{*1} Researcher, Frontier Service Development Laboratory, Research and Development Center of JR EAST Group
(Present post : Chief, Civil Engineering division of Yokohama Branch Office)

^{*2} Chief Researcher, Frontier Service Development Laboratory, Research and Development Center of JR East Group

^{*3} Senior Research Fellow, Frontier Service Development Laboratory of Research and Development Center of JR East Group

Abstract

Considering speed increase in the future, noise-prevention is a major issue for railway enterprises. As a countermeasure to increased noise, higher sound-proofing walls are built, in general. However, wall height is restricted due to external load, namely wind pressure and blasting snow. Moreover, walls too tall provide bad view from the window of train for passengers. Thus noise-absorbing material is applied to sound-proofing walls on viaducts. To develop the countermeasure against the noise caused by high-speed-train, we constructed the 1/1 scaled model of viaduct and train mocking Shinkansen.

●**Keywords:** High-speed-railway, Viaduct, Noise, Shinkansen, Mock-up, Noise absorber

1. はじめに

将来の新幹線の高速化を鑑みると、騒音対策工の開発は鉄道事業者にとって重要な課題である¹⁾。騒音対策として、一般的には防音壁の嵩上げが行われる。一方で、防音壁の嵩上げには、高架橋の耐力や、車窓悪化によるサービス低下といった問題もあり、嵩上げには限界がある。そこで、高架橋防音壁内側に設置する新しい吸音板の開発、さらには防音壁先端に取付ける先端改良型防音壁との組合せの最適化などとの併用が必要となっている。



図1 音響試験用実物大模型の全景

開発品の検証のためには、営業線に試作品を取付けた状態で列車を走行させて計測を行う現地試験が考えられる。ところが、現地試験による確認には課題が多い。例えば、強度や寸法をはじめとした音響性能以外の諸条件を試験体が満たすかどうかなどの確認が必要である。さらに、取付等の施工のための手続きにも相当な費用と労力が必要となる。にもかかわらず、現地試験によって得られるデータは、試験時の周辺の気象条件や、車両や車輪の状態等々により影響を受けることが多い。そこで、円滑に騒音対策工の開発および評価を行うために、実物大の高架橋と車両の模型を作成した(図1)のでその概要について報告する。

2. 実物大模型の特徴

2・1 吸音板の開発における実物大模型の利点

開発している新しい吸音板の騒音低減効果を確認するためには、縮尺模型試験や現地試験により効果を確認することが考えられる。表1に、吸音板を高架橋に取付けた場合の効果を検証するための模型試験および現地試験の一般的な傾向を示す。実物大模型試験の最大の利点は、現物と同じ素材を用いた吸音板を直接試験できる点である。一方で、長さが限定される点や音源が固定条件であること等の欠点があるが、現地走行試験データの分析をもとに、縮尺模型試験や数値解析等と組み合わせて用いることでより有効に活用できる。

表1 現地走行試験および模型試験の一般的な傾向

		現地走行試験測定	実物大模型試験	縮尺模型試験
寸法による 相似則	吸音板の素材	現物	現物	周波数特性を考慮した別な素材
	伝達物質(空気)	現物	現物	窒素ガスを使用する例もあり
測定時の気象条件		影響大	影響はあるが日を選ぶことが可能	影響は少ない
音源		移動音源	固定音源・正面のみ	固定音源・斜め音源を考慮できる
長さ		実長	延長9m(川越実物大模型)	実長分を確保可能

2・2 高架橋実物大模型の特徴

高架橋実物大模型については一般的な新幹線高架橋を模擬することを念頭に、東北新幹線で採用されている標準断面の高架橋の形状を参考にした。但し、列車荷重を受ける構造物ではないため、活荷重には、桁式ホーム・盛土式ホームの活荷重として用いられる群集荷重を採用した。また、基礎形式は、川越車両センター施工当時の経緯(図2)を参考に直接基礎とした。

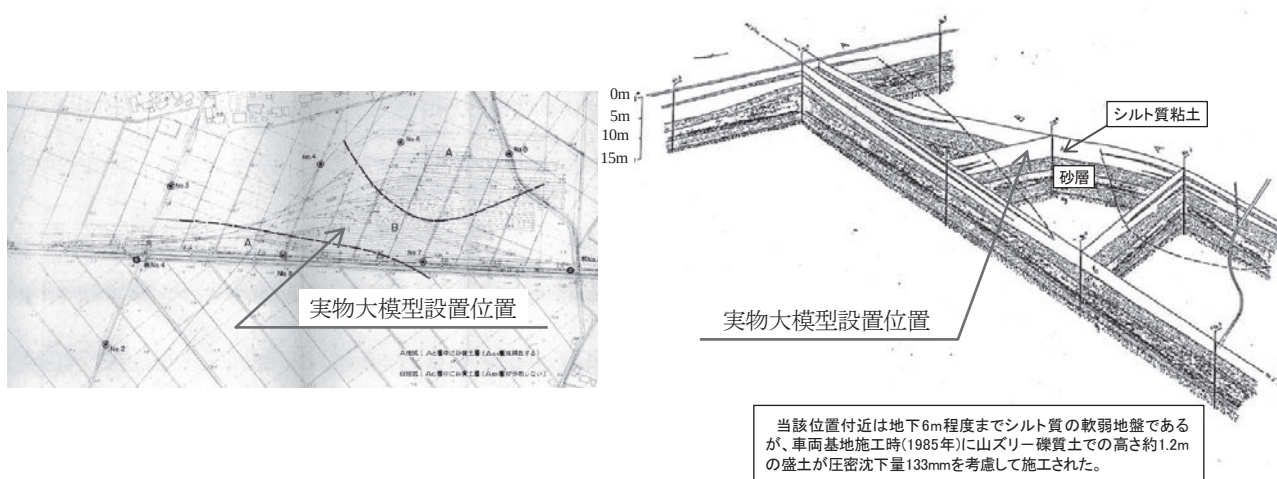


図2 川越車両センター地質調査資料(南古谷車両基地としての計画時)

2・3 防音壁実物大模型の特徴

実物大模型の防音壁部分の特徴について概説する。標準的な高架橋の場合はR.L.+2mの高さまでは場所打ちコンクリートによる防音壁となっている。しかしながら、実物大模型については、防音壁基部からの防音壁取替えの試験に対応するために、基部から防音壁が取替え可能な構造とした(図3)。また、設計風荷重の制約から設置できる壁の高さは、試験時以外はR.L.+2mまでである。



図3 防音壁実物大模型：高さR.L.+2 m（高架橋内部より）

2・4 車両実物大模型の特徴

車両模型部分は新幹線車両を模擬して製作した(図4)。測定側面は、車両下部より発生する音を再現するため、車両下部と軌道スラブとの間隔を新幹線車両と同じ寸法で確保した。一方で、その反対面は、音漏れ防止のために、車両下部と軌道スラブとを連結した(図5)。また、パンタグラフおよび台車部分の音響試験に対応するために、車両下部および上部を分割し、取外し可能な構造とした。また、施工のし易さを考慮し、車両進行方向を3分割とした。



図4 車両実物大模型

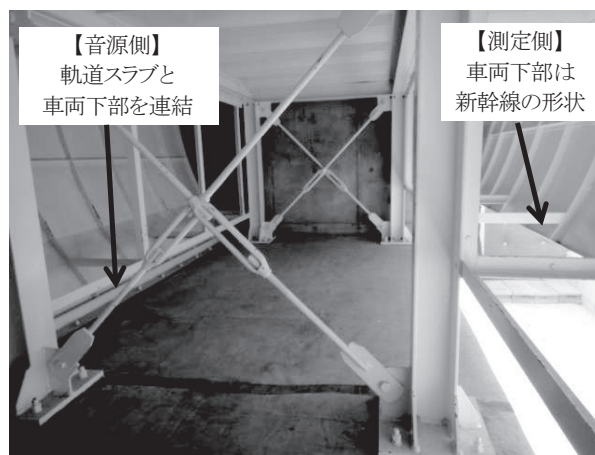


図5 車両下部の構造

3. 測定例

3・1 音源およびマイクロフォンの配置

測定時のマイクロフォン配置の例を図6に示す。図6の例は、防音壁高さがR.L.+2m、の下部音源、上部空力音源、集電系音源に対応したマイクロフォンの配置例である。実物大模型のレールレベルの地上高さは3mであるが、新幹線高架橋の高さは様々であり、代表的な高架橋高さを9m、6m、3mと設定した。現地走行試験の際の地上の騒音測定は、軌道中心から25m離れた位置での地上1.2mでの測定を基準としている²⁾。模型では軌道中心から10m、12.5mおよび15m離れた位置で、各高架橋高さに応じた角度に対応した位置にマイクロフォンを設置する。線路から25m離れた点での騒音値は、測定値に距離減衰を考慮して推定する。

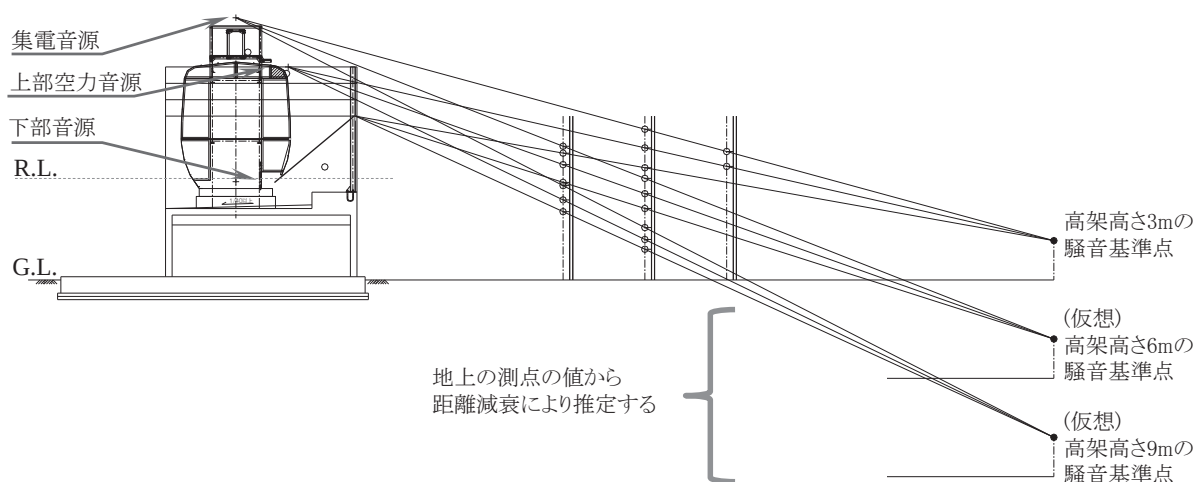


図6 音源およびマイクロフォンの配置 (防音壁高さR.L.+2mの場合)

3・2 試験測定例

図7に騒音試験での測定例を示す。図7 (a) は実物大模型断面図に吸音板なしの直壁2mの場合の騒音測定値をバブルチャートにより重ねたものである。図7 (a) において、バブルの大きさは音圧レベル (dB[A]) を表す。防音壁による減音効果はみられるが、高架橋からの離れ10m、12.5mでの測定値には大きな差がみられない。図7 (b) は防音壁の内側に吸音板を取り付けて測定した値を、図7 (a) の測定値から減じて吸音板有無による差を表したものである。図7 (b) において、バブルの大きさは音圧レベル差 (dB[A]) を表す。図7 (b) に示した測定例では、高架橋内側の吸音板の有無の差は、防音壁天端付近の測定値での差が比較的大きく、高架橋から10mおよび12.5m離れた測定点では徐々に差が小さくなる状況が見られた。

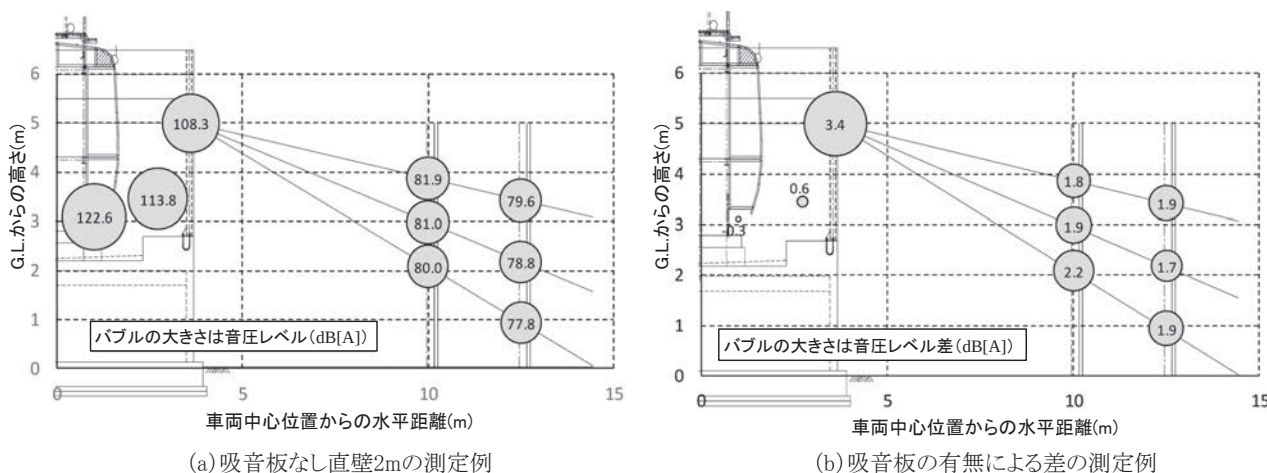


図7 実物大模型での騒音測定例 (下部音源、ホワイトノイズを使用)

4. おわりに

音響試験用の新幹線高架橋の実物大模型の概要について述べ、測定例を紹介した。当該模型は、車両および地上設備による騒音対策の開発のため、2016年より稼働している。地上設備については、下部音を対象とした吸音板の試験を実施した。引きつづき、騒音対策工についての試験を行う予定である。次世代新幹線に向けた騒音対策について必要なデータが得られるよう、有効に活用したい。

参考文献

- 1) 北川敏樹、防音壁、RRR、Vol.74、No.7 (2017.7)
- 2) 環境省、新幹線鉄道騒音測定・評価マニュアル (2015.10)