

鉄道一般
車両
施設
電気
運転・輸送
防災
環境
人間科学
浮上式鉄道

鉄道沿線における騒音予測手法を拡張する

鉄道沿線の環境影響評価や騒音対策の検討のために、さまざまな状況に適用できる沿線騒音の予測手法が求められています。従来の騒音予測手法は、主に高架橋や盛土を走行する列車からの騒音が対象でした。しかし沿線騒音は、鉄道沿線の周辺条件、音源の特性および受音点の位置などにより変化します。そのため、これらの条件を考慮した予測手法が必要です。ここでは、より沿線の実態に即した予測手法の構築に向けてこれまでに取り組んだ例として、切土区間と跨線橋周辺部における騒音予測と、跨線橋と建物が複合する場合の騒音予測について紹介します。

はじめに

鉄道の新設あるいは大規模改良時における環境影響評価を行う場合や、既設線の騒音低減対策を検討する場合などでは、鉄道騒音を高い精度で予測する手法が求められています。鉄道の沿線騒音は、車両および鉄道の周辺条件によってさまざまに変化します。したがって、沿線騒音を予測する際には鉄道騒音の音源や伝搬の特性を正しく評価する必要があります。

音源に関しては、新幹線の走行音は車両下部音、集電系音、車両上部空力音および構造物音の4種類から構成されます(図1)。現在おもに用いられ

ている新幹線沿線騒音予測手法¹⁾では、これらの音源のパワーレベルを車両種別や列車速度の関数として与え、四つの音の寄与を足し合わせることで、受音点における騒音レベルを予測します。

音の伝搬に関しては、鉄道沿線の条件に適合したモデルを適用する必要があります。ここでは、従来の予測手法¹⁾から適用範囲を拡張した例として、切土区間と跨線橋周辺部における騒音予測モデルを紹介します。また、鉄道沿線において跨線橋と建物が複合する場合における騒音予測モデルについても紹介します。なお、これらの手法は新



小方 幸恵
Yukie Ogata
環境工学研究部
騒音解析研究室
主任研究員
[専門分野] 鉄道騒音



阿久津 真理子
Mariko Akutsu
前 環境工学研究部
騒音解析研究室
研究員
[専門分野] 鉄道騒音



北川 敏樹
Toshiki Kitagawa
環境工学研究部
騒音解析研究室
室長
[専門分野] 鉄道騒音

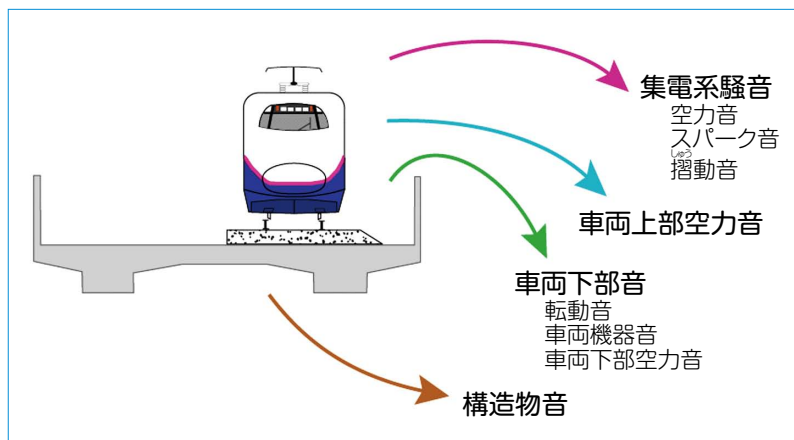


図1 新幹線の騒音予測手法に用いる音源の分類

幹線の場合のみならず、在来鉄道に対しても適用が可能です。

切土区間における騒音予測手法²⁾

切土区間（²⁾参照）における沿線の騒音の特徴には、騒音の評価点の位置が軌道より高いこと、音源から測定点へ伝搬する際に切土のり面での反射やのり肩での遮蔽などの影響を受けることなどがあげられます。そこで、音の反射や遮蔽の影響を調べるために、現車試験において切土区間の騒音レベルを測定してその分布を評価しました。その結果、音がのり面勾配よりやや上向きに強く放射されること、沿線騒音の全体音に対して車両下部音の寄与が大きいことなどがわかりました。

次に車両下部音を対象に、鉄道総研内の無響室での音響模型試験により、現地試験の再現を行うとともに、パラメータスタディを実施しました（**図2**）。音響模型試験では、車両、鉄道構造物、地面板などの模型、音源およびマイクロホンを無響室内に設置し、音源から発生した音をマイクロホンで測定します。また、切土高さ、のり面勾配、防音壁の有無など、さまざまな条件を設定することができます。この模型試験の結果から、のり尻防音壁やのり面による反射音が沿線騒音に影響を与えることがわかりました。

これらの結果をもとに、切土区間における騒音予測手法を構築しました（**図3**）。この騒音予測手法では、のり面、のり尻防音壁および車体での音の

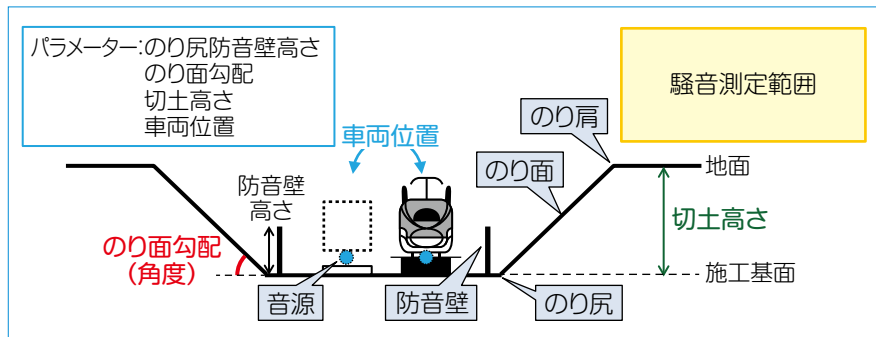


図2 切土区間における音響模型試験の概要

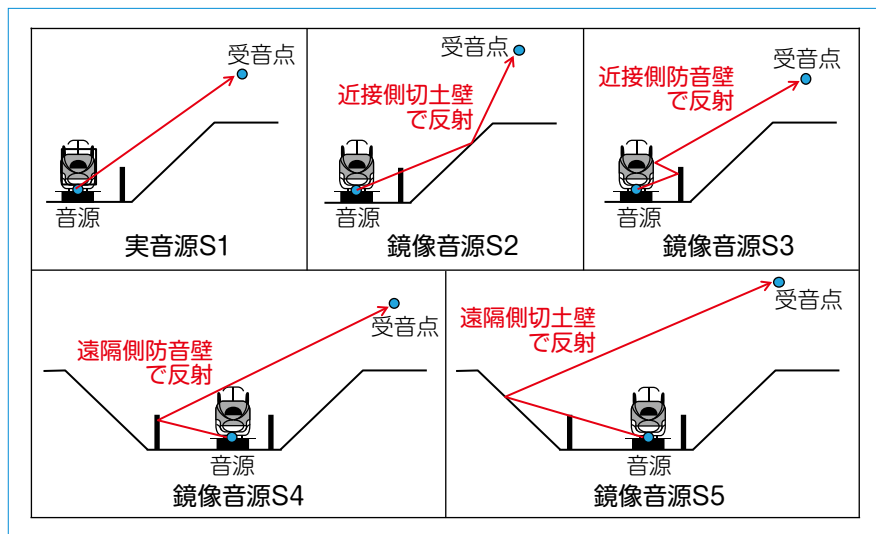


図3 切土区間における騒音予測の音源と伝搬のモデル

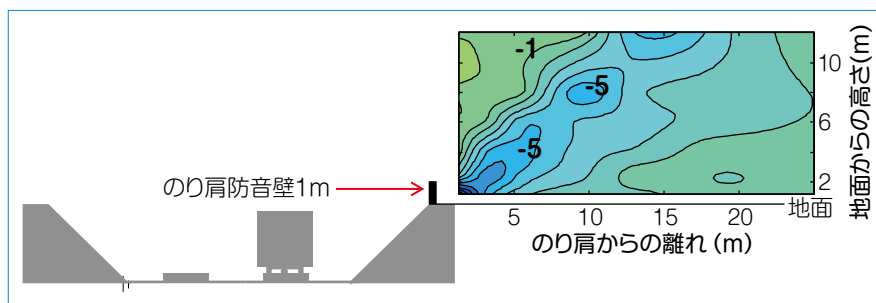


図4 予測による切土区間ののり肩防音壁の騒音低減効果
(単位 [dB], 等音圧線図で効果ありは負の値を示す)

²⁾ 切土（**図2**参照）

現地盤面から切り取った面が、そのまま路盤やのり面となるものを指します。のり面は、人工斜面の土工によって作られた傾斜地形です。また、のり面の最下端をのり尻、のり面の最上端をのり肩といいます。

反射を考慮した五つの音源を設定しました。受信点における騒音はこれらの音源による寄与の和です。**図4**に試算例を示します。この手法により、切土区間でのさまざまな条件に合わせた騒音予測が可能であり、防音壁による騒音対策効果の評価などに活用することができます。

跨線橋周辺部における騒音予測手法³⁾

音源から受信点に至るまでの音の伝搬過程における反射や遮蔽によって、受信点における騒音の大きさや周波数特性は変化します。たとえば、鉄道構造物をまたぐ道路などの線路上空構造物（跨線橋）がある場合はこれに相当します。

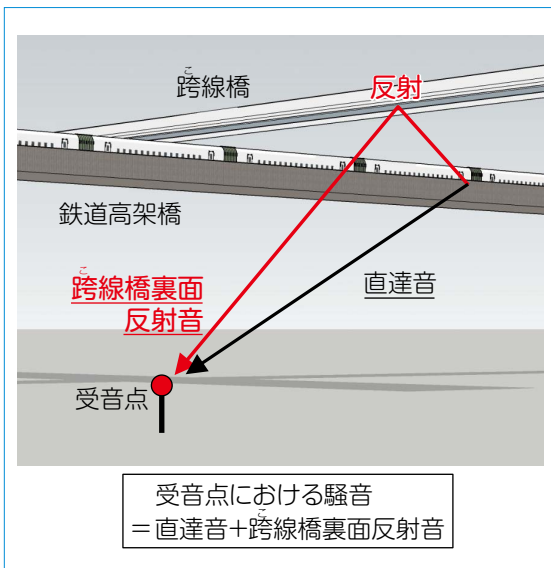


図5 跨線橋周辺部の騒音の求め方と音の伝搬の概略

ここでは鉄道構造物上に跨線橋がある場合に対応した騒音予測手法を紹介します。図5に跨線橋周辺部の受音点における騒音の求め方と音の伝搬の概略を示します。この予測手法では従来手法の結果に跨線橋裏面での反射音を加算します。跨線橋裏面を反射面として、有限の幅(跨線橋の幅)の帯状の反射面で音が反射するモデルを考えます。図6は、この手法を用いた沿線騒音の予測結果の一例です。跨線橋による騒音変化量(跨線橋あり-なし)の等音圧線は跨線橋に沿った形となります。これは、跨線橋裏面における音の反射が、鉄道構造物から遠方まで及ぶことを示します。また、遠隔列車の場合にその影響が大きいこともわかります。

この予測手法を用いることにより、跨線橋を新たに建設する場合などに、あらかじめ沿線騒音に対する影響を評価し、騒音低減対策の効果を試算することもできます。

建物と跨線橋が複合する場合における騒音予測手法⁴⁾

現在、沿線騒音の伝搬に影響を与

える因子(建物、跨線橋、切土のり面、防音壁など)が複合する場合について、騒音予測手法の検討を進めています。その一例として、建物と跨線橋が複合する場合における騒音予測手法を紹介します。

建物および跨線橋が単独、あるいは複合する場合について、音響模型試験を行いました(図7、図8)。その結果、跨線橋の有無により建物による騒音変化量が異なること、建物と跨線橋の複合条件での騒音変化量が単独条件での騒音変化量の和とは異なる場合があることなどがわかりました(後述図10参照)。これは、建物と跨線橋が複合する場合には、両者の影響を同時に考

慮することが可能な騒音予測手法が必要であることを示しています。そこで、建物および跨線橋による音の反射と遮蔽の影響を加味する騒音予測手法を検討しました。

音源から見て建物の前面に評価点がある場合、建物壁面を反射面とした鏡像音源を考慮する必要があります。また、音源から見て建物の背後に評価点がある場合、建物を遮蔽物として考慮する必要があります⁵⁾。そこで、騒音予測モデルでは、評価点に最も近い建物壁面における音の反射と遮蔽の影響を、直達音と跨線橋裏面反射音(図5)それぞれに対して算出することにしました(図9)。音響模型試験と予測モデ

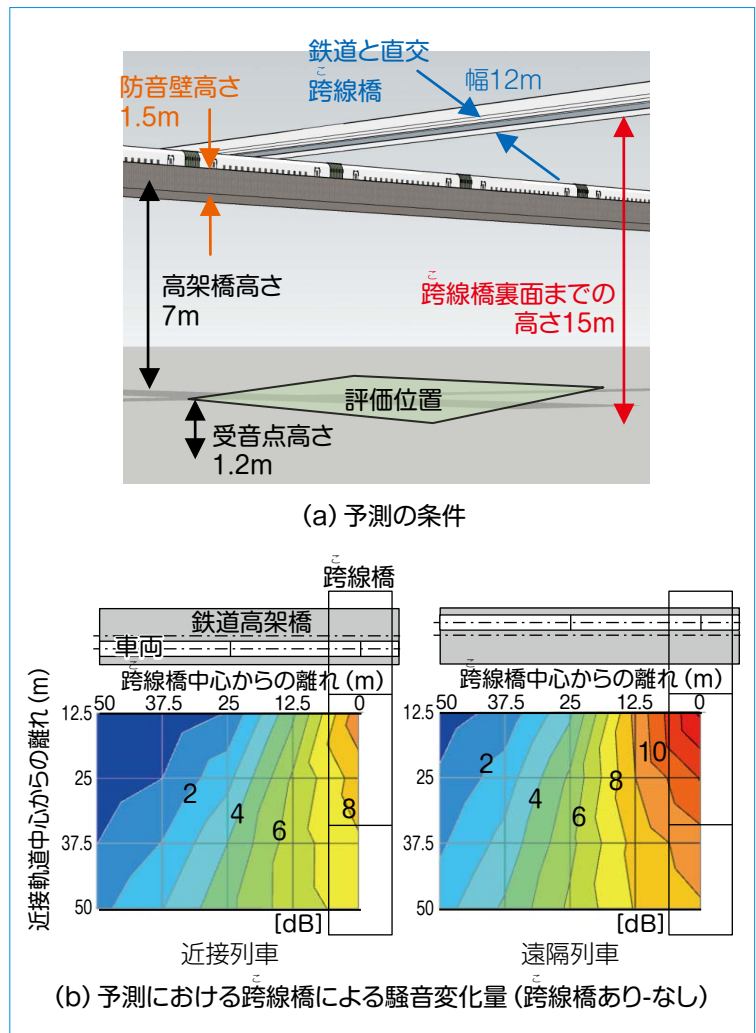


図6 跨線橋周辺部の騒音予測

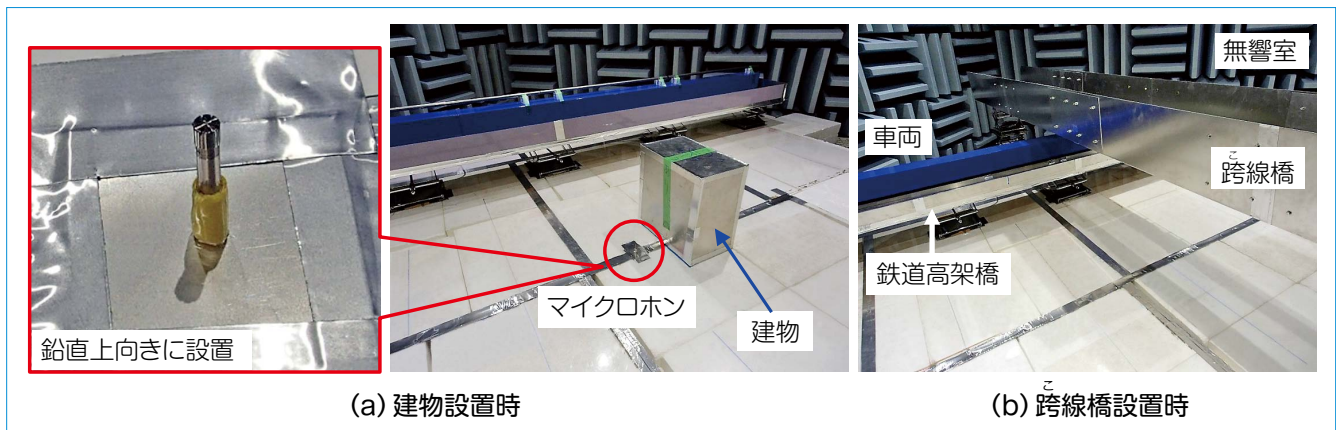


図7 音響模型試験の様子

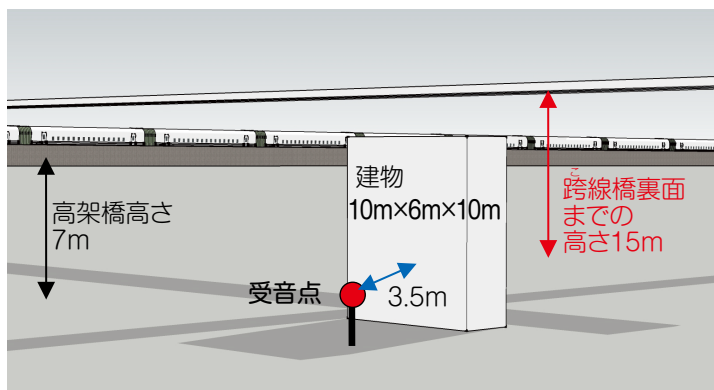


図8 音響模型試験の条件

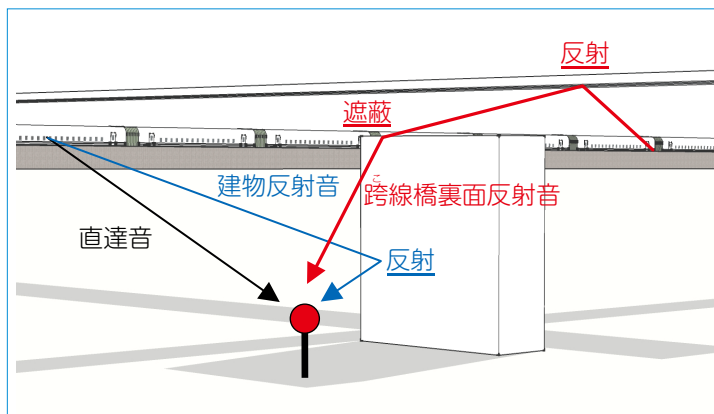


図9 建物と跨線橋が複合する場合の騒音予測モデル

ルによる建物および跨線橋による騒音変化量を図10に示します。予測結果と実測結果の差は1.5dB以下であり、予測モデルは適切に音の伝搬状態を表現しています。

今後、この例のように沿線騒音に影響を与える因子が複合する場合についても、騒音予測手法の拡張の取り組みを進めます。

まとめ

ここに紹介した騒音予測手法の拡張例はいずれも、現車試験や音響模型試験の結果に基づいて構築したものです。今後は、数値計算も含め、さまざまな騒音評価方法を深度化する必要があります。沿線騒音をより高い精度で予測する手法の構築に向けて、これからも継続して取り組む予定です。[RRR]

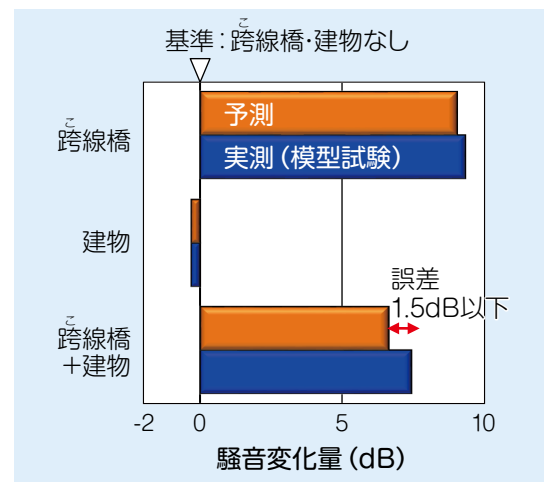


図10 音響模型試験と予測モデルによる建物および跨線橋による騒音変化量の試算例

文献

- 1) 長倉清, 善田康雄: 新幹線沿線騒音予測手法, 鉄道総研報告, Vol.14, No.9, pp.5-10, 2000
- 2) 阿久津真理子, 小方幸恵, 北川敏樹, 木村宣幸, 栗林健一, 松沼政明: 切取区間における新幹線沿線騒音の予測手法, 鉄道総研報告, Vol.31, No.9, pp.35-40, 2017
- 3) 小方幸恵, 北川敏樹, 斎藤英俊: 鉄道沿線騒音に対する線路上空構造物の影響評価手法, 鉄道総研報告, Vol.30, No.7, pp.17-22, 2016
- 4) 小方幸恵, 北川敏樹: 鉄道沿線騒音に対する周辺条件の影響評価手法の検討, 第24回鉄道技術・政策連合シンポジウム (J-RAIL2017) 講演論文集CD-ROM, 2017
- 5) 日本音響学会道路交通騒音調査研究委員会: 道路交通騒音の予測モデル“ASJ RTN-Model 2013”, 日本音響学会誌, Vol.70, No.4, pp.172-230, 2014