

周辺構造物が沿線騒音の伝搬に与える影響評価

環境工学研究部 騒音解析研究室

主任研究員 小方 幸恵

1. はじめに

鉄道車両が走行することにより、沿線にはその走行に起因して各音源からの騒音が伝搬する。鉄道沿線の騒音低減のためには騒音の評価・予測精度の高度化、対策の効率化などが必要である。また鉄道沿線の騒音を測定値によって評価する際には、騒音の測定点を目的に応じて適切に選定する必要がある。本研究では、周辺環境により沿線騒音が受ける影響を音響模型実験あるいは騒音予測の結果により評価し、適切な鉄道騒音の測定条件を検討する。周辺環境として取り上げる条件は、沿線に建物がある場合、鉄道構造物の上空を横断する構造物（跨線橋）がある場合、および鉄道構造物が切土である場合で、これらは影響が大きいと考えられる3種である。

2. 音響模型実験の概要

音響模型実験は、音源や音の伝搬過程の条件設定が比較的容易であることから、鉄道の沿線騒音の評価する際には有用な手段である¹⁾。ここでは、鉄道沿線への走行音の伝搬を模擬するため、無響室内に1/25縮尺の車両および構造物などの模型等を設置して（図1）、1/4インチマイクロホン(測定上限周波数:100kHz)によって音を測定する。また音源にはエアジェット有限長一様線音源を使用し、車両下部音を模擬する場合は車両下部（図2参照）に、車両上部音（車両上部空力音+集電系音）を模擬する場合は車両上部にそれを設置する。測定した騒音データは、現車試験と音響模型実験で周波数スペクトルの違いがあるため、両者の結果が等価となるように補正を行い、現車換算後の値を算出する。

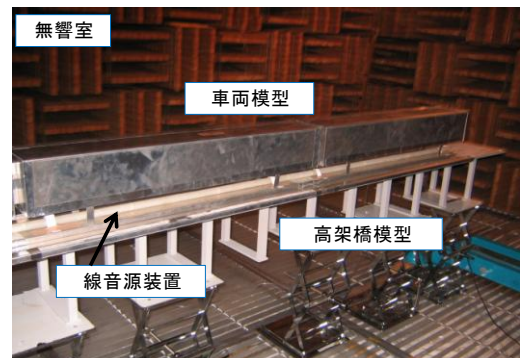


図1 無響室における音響模型実験の様子

3. 建物による影響の評価

住宅密集地域の建物が沿線騒音に与える影響を音響模型実験により評価し、その影響を受けないための騒音測定点の選定条件を提案する²⁾。この実験では、車両下部音を対象とし、音源から発生した音を沿線において測定した（図2）。

3.1 測定点の背後に建物がある場合の影響

騒音測定点の背後にある建物の壁面幅および測定点と壁面の距離を変化させ、沿線騒音に対する影響を評価した。建物と測定点の位置関係および結果を図3に示す。図3(b)に示した近似式は、実験結果から係数 A 、 B と w の関係を回帰によって求めたものである。この近似式により、建物がない条件からある条件への騒音の増加量 ΔL を定量的に推定することが可能となる。図3(b)では、壁面幅 w が 50m であ

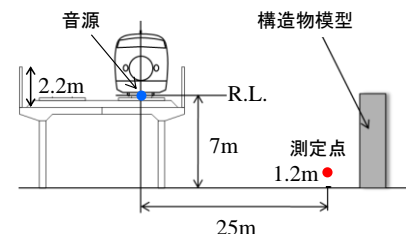
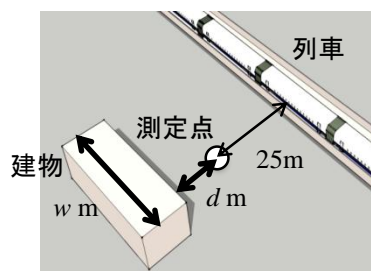
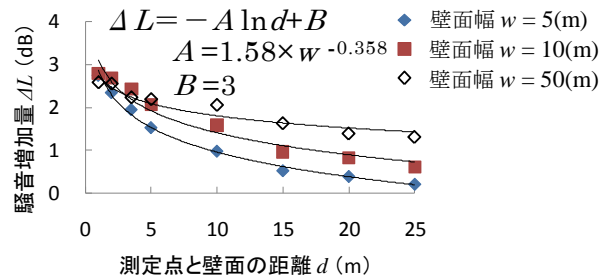


図2 建物による影響の調査での模型配置

る場合には壁面と測定点の距離 d が 25m であっても、壁面での音の反射により約 1.5dB の影響がある。 w が 5m では d が 10m 以上であれば ΔL は 1dB 以下となる。



(a)建物と測定点の位置関係

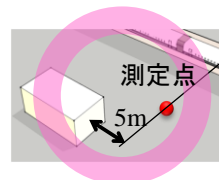


(b) ΔL と d の関係 (試験結果)

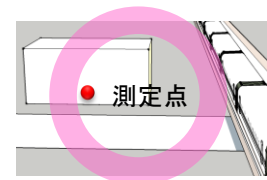
図 3 背後建物による騒音増加量 ΔL

3.2 適切な騒音測定位置

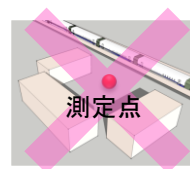
3.1 節と同様に、音響模型実験において建物の立地条件を様々に変化させ、建物の影響量 ΔL が 1dB 以下となる測定点を選定した。測定点背後の建物以外の条件について結果を図 4 に示す。適切な騒音測定点は(a)壁面端から 5m 以上離れた位置、(b)線路と垂直な建物壁面の側方であった。また、(c)三方を建物に囲まれている位置、(d)建物に挟まれて見通し角が 120° 未満の位置では不適であった。



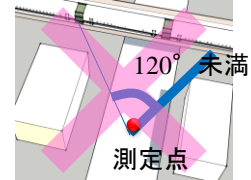
(a)壁面端から5m以上離す



(b)線路と垂直な建物壁面の側方



(c)三方を建物に囲まれている



(d)見通し角が 120° 未満

図 4 建物の影響と騒音の測定点(O:適, X:不適)

4. 跨線橋による影響の評価

鉄道構造物を跨ぐ道路橋などの構造物(跨線橋)がある場合、その周辺では局所的に鉄道の沿線騒音が増大する。ここでは音響模型実験の結果を用いて、沿線騒音に対する跨線橋の影響を評価する³⁾。対象とする音源は、車両下部音および車両上部音(車両上部空力音+集電系音)である。

4.1 音響模型実験の実施概要

音響模型実験における模型設置の概要を図 5 に示す。跨線橋の影響評価は、次の手順により行う。

- ①跨線橋がない場合として、車両下部音、車両上部音および構造物音の寄与をそれぞれ新幹線騒音予測手法⁴⁾に基づき算出する。またそれらの和を全体音とする。
- ②車両下部音、車両上部音それぞれについて、音響模型実験の結果から、跨線橋が沿線騒音に与える影響を跨線橋の有無の差(跨線橋あり-跨線橋なし)として求める。
- ③①で求めた車両下部音および車両上部音に②を足し、跨線橋がある場合の車両下部音および車両上部音を求め、それらと②の構造物音を加え、跨線橋ありの場合の全体音を求める。
- ④③の跨線橋ありの場合の全体音と①との差を、沿線騒音における跨線橋による影響量とする。

4.2 跨線橋による影響の予測手法

4.1 で実施した音響模型実験結果を再現する騒音予測モデルを検討した⁵⁾。跨線橋裏面での反射音の考え方を図 6 に示す。予測手法の基本は既存の従来法⁴⁾とし、跨線橋裏面での反射音の評価

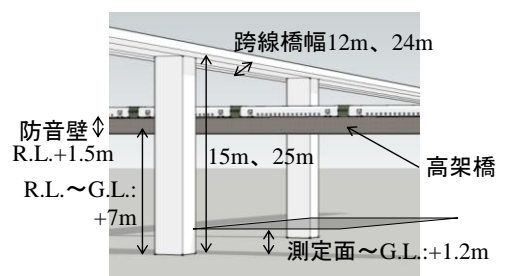


図 5 音響模型実験における模型の設置の概要

としては ASJ RTN-Model 2008⁶⁾の帯状反射面での反射補正量を求めるスリット法を参照する。音響模型実験の場合と同様に、それらに構造物音を加えた全体音を評価値とする。予測モデルでは、跨線橋がある場合の車両下部音および車両上部音を、跨線橋がない場合の予測結果に跨線橋裏面での反射音を加えることにより求める。

4.3 跨線橋による影響の評価

4.1 節の音響模型実験の結果と同条件について、4.2 節の手法による新幹線の沿線騒音分布を図 7 に示す。予測結果は、コンタラインの形状、跨線橋による騒音の増加量などに関して、音響模型実験の結果と概ね一致する。したがって、本予測手法の有効性が確かめられた。また図 7(b)から、遠隔車両の場合、列車からのまくらぎ方向の距離が 25m の位置で、跨線橋による影響を 1dB 未満とするためには跨線橋と鉄道の交点から線路方向に 50m 以上離れる必要がある。

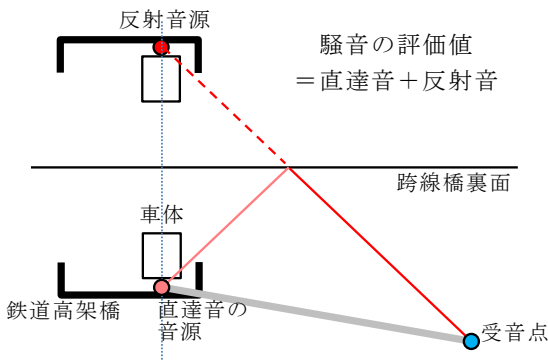


図 6 跨線橋裏面反射音の考え方

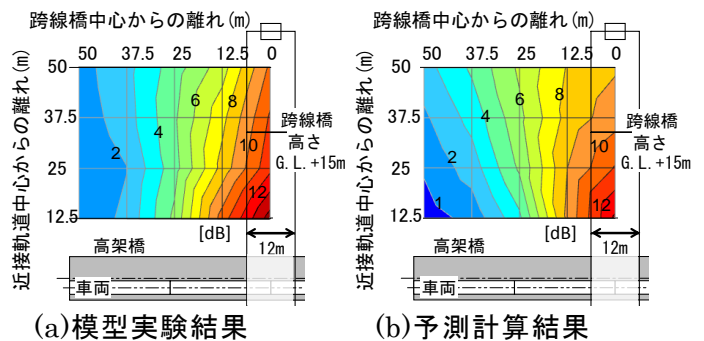


図 7 跨線橋による遠隔車両の騒音増加量の分布 (音響模型実験と予測計算の結果の比較, 単位: dB)

5. 切土区間における影響の評価

音響模型実験を基に切土区間における新幹線の騒音予測手法を構築し、その妥当性を検討する。

5.1 音響模型実験の実施概要

実験での模型設置条件と騒音測定点の概要を図 8 に示す。本実験では、車両下部音のみを対象とした。音響模型実験によって得られた結果の一例を図 9 に示す。実験から、切土区間における騒音分布は、①斜め上方へ音が強く放射されること、②切土壁が車両高さより高い場合には近接列車の場合より遠隔列車の場合に広い範囲で騒音が大きいくこと、③切土壁に吸音材を貼付する場合、近接側切土壁より遠隔側切土壁の場合に騒音低減効果が大きいことなどの特徴がある。

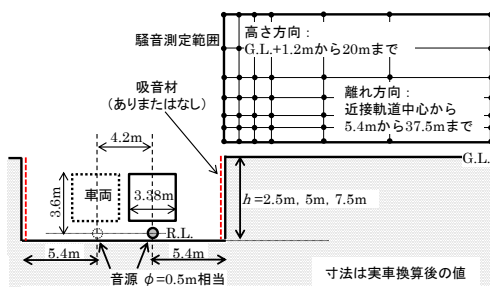


図 8 模型設置条件と騒音測定点

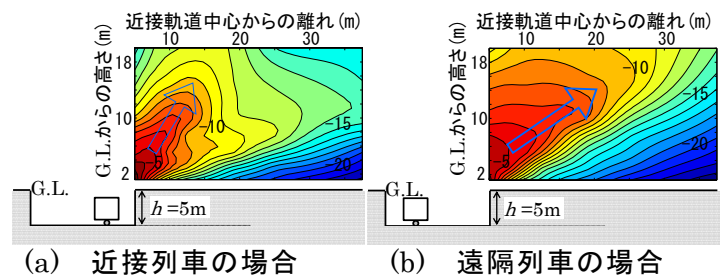


図 9 音響模型実験による音圧分布 (切土壁高さ 5m の場合, 単位: dB)

5.2 切土区間における騒音予測手法

音響模型実験による結果から、切土区間における騒音予測モデルを検討する。図 10 に、本予測モデルにおける音源種別と各音源の位置を示す。切土壁面および車体側面による反射音を考慮するため、3 つの音源 (実音源, 鏡像音源 1, 鏡像音源 2) を置き、評価点での騒音はこれら 3

音源による騒音の和とする。切土壁は直壁とする。

5.3 切土区間における騒音の評価

5.2 節での予測手法による計算値と音響模型実験による実測値の騒音のレベル差（予測計算結果－音響模型実験結果）の分布を図 11 に示す。広い領域で予測計算結果と音響模型実験結果の差は±2dB 以内である。したがって、本予測手法で切土区間における沿線騒音は精度良く予測できると言える。

5.4 切土区間における適切な沿線騒音の評価の要件と留意点

5.1 節、5.3 節の結果から、切土区間での適切な騒音測定の実験および留意点を以下に挙げる。

- ①切土区間において騒音評価を行う際には、近接側、遠隔側を走行する車両をともに測定する必要がある。
- ②切土壁面が車両屋根高さより高い区間の住宅で騒音測定を行う場合には、地上 1.2m 高さのみならず、建物上部の階における測定点の設定も検討すること。
- ③切土区間において吸音材による騒音対策を行う際には、騒音評価点に近接側の切土壁面のみならず、遠隔側にも吸音材を貼付すること。

6. まとめ

周辺環境が沿線騒音に与える影響を音響模型実験の結果から定量的に評価し、その結果をもとに構築した騒音予測の手法を提案した。また音響模型実験および予測手法による計算の結果から、周辺環境を考慮した適切な騒音測定の条件を提案した。「新幹線鉄道騒音測定・評価マニュアル」あるいは「在来鉄道騒音測定マニュアル」の手法に加え、本提案が鉄道沿線騒音の適切な評価に役立てば幸いである。

参考文献

- 1) 小方：鉄道騒音の沿線への伝播を再現する，RRR，Vol.68，No.9，pp.22-25，2011
- 2) 斎藤，小方，長倉：建物の立地条件が騒音レベルに与える影響の定量評価，総研報告，Vol.25，No.11，pp.5-10，2011
- 3) 西村，斎藤，小方，長倉：線路上空構造物が鉄道沿線騒音に与える影響，騒音制御工学会平成24(2012)年度秋季研究発表会
- 4) 長倉，善田：新幹線沿線騒音予測手法，総研報告，Vol.14，No.9，pp.5-10，2000
- 5) 小方，西村，北川，長倉：上空構造物による反射音を含めた鉄道沿線の騒音予測手法の検討，騒音制御工学会平成25(2013)年度秋季研究発表会
- 6) 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 2008”，日本音響学会誌65 巻4 号 pp.179-232，2009

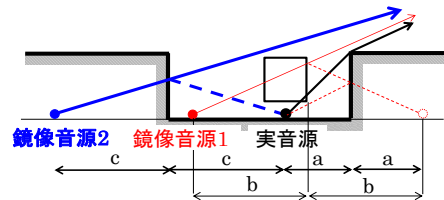


図 10 予測モデルの音源種別と各音源の位置

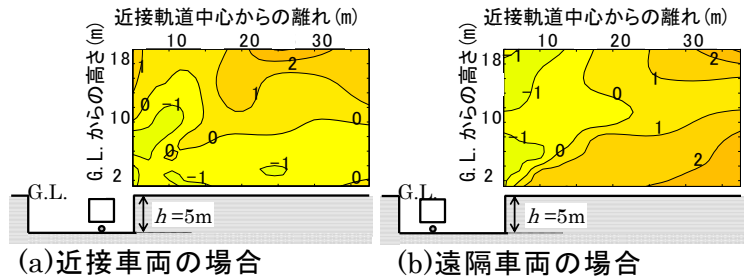


図 11 予測手法による計算値と模型実験による実測値の騒音レベル差の分布，切土壁高さ 5m
(予測計算結果－音響模型実験結果 単位：dB)