

音響模型試験による防音壁の必要長さの検討

JR 東日本コンサルタンツ株式会社 正会員 ○石川 聡史

1. はじめに

鉄道輸送の利便性向上を目的として、列車の速度向上が進められている。このような路線では、沿線への騒音を軽減するため、防音壁の新設や嵩上げ等の対策が必要となる場合があり、高大な防音壁を設置するケースも増えてきた。この場合、高架橋の補強や防音壁の支柱および基礎の構築が必要となることから、工事費や施工時間を最小限に抑えるため、防音壁の設置区間をできるだけ短くすることが求められているが、対策工事における設置延長の指針がない。本検討では新幹線鉄道を対象として、有限長防音壁による騒音低減量の評価により防音壁の必要長さの検討を行う。

2. 縮尺模型実験

本調査では図1に示すような新幹線鉄道のスラブ軌道を含む高架橋模型を縮尺1/25で製作し、表1に示す条件について模型実験を行った。なお、模型は車体、防音壁ともに反射性とし、地面反射を考慮しない条件とした。模型製作長さは300m(実寸換算)とし、車両模型の下には列車と同じ長さの圧縮空気を利用した非干渉性線音源を配置した。各受音点で10秒間平均の1/3オクターブバンド音圧レベルを計測し、中心周波数3.15kHz~80kHz(実物換算125Hz~3.15kHz)のバンド音圧レベルの計測結果にS/N比に応じた暗騒音を補正した

後、実験中の温度・湿度から求めた空気吸収による減衰量を加算した。音源の周波数特性については、各音源から2m離れの点に基準点を設置し、現場実測と模型実験で一致するようにスペクトル補正を行った。車両下部音と集電系音をエネルギー合成して合成音を求め受音点における騒音レベルを算出し、防音壁高さ2mを基準とした嵩上げと設置延長による騒音低減量の変化から必要最小限な防音壁長さを求めた。

3. 防音壁の嵩上げと設置延長による騒音低減効果

防音壁の嵩上げ時の設置延長による騒音低減効果として、近接車両における受音点高さR.L.-5mでの防音壁の設置延長に対する防音壁高さ2mを基準とした相対音圧レベルを図2に示す。防音壁の嵩上げ時にその設置延長が短くなると相対音圧レベルは0dBに近づき、設置延長が長くなると距離減衰や回折減衰で決まる値に収束する様子がわかる。また、収束に至る設置延長は、受音点が軌道から離れるほど長くなるのがわかる。

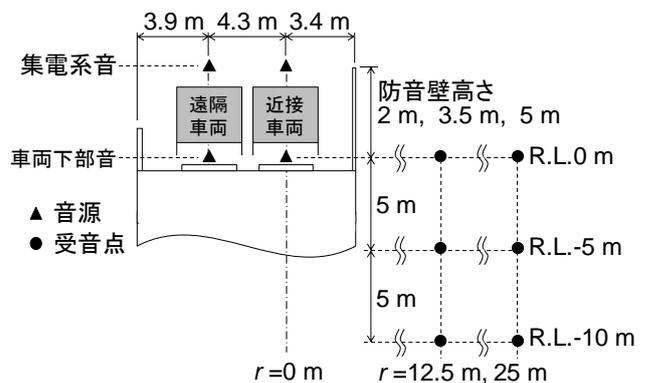


図1 模型実験における測定断面の概要

表1 模型実験における検討条件

項目	摘要
音源	近接側軌道 車両下部音、集電系音 遠隔側軌道 車両下部音、集電系音 ※E5系車両を模した車体あり
防音壁	近接側 高さ2m・延長300m(全区間) ※基準高さ 近接側 高さ3.5m・延長20m,50m,80m,100m,200m 近接側 高さ5m・延長20m,50m,80m,100m,200m ※嵩上げ以外の区間は高さ2mとした。 ※遠隔側防音壁は高さ2mで固定とした。

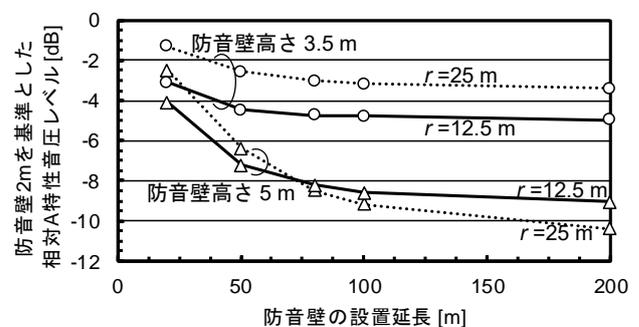


図2 防音壁の嵩上げと設置延長による騒音低減効果(近接車両 R.L.-5m)

キーワード 有限長防音壁, 防音壁嵩上げ, 設置延長, 新幹線鉄道, 模型実験

連絡先 〒141-0033 東京都品川区西品川1-1-1 JR 東日本コンサルタンツ株式会社 TEL 03-5435-7624

4. 防音壁の必要長さについて

本調査の目的である防音壁の嵩上げ時に必要な設置延長は、『防音壁が無限に設置されたときの効果量とのレベル差が 0.5dB 未満となる最小の長さ』とし、これを収束判定距離と定義する。

収束判定距離を 20 m, 50 m, 80 m, 100 m, 200 m の 5 点の結果から求めるために、図 3 にプロットした結果に対する回帰分析を行い点線で示す。回帰分析は近似モデルとして次の式 (1) を仮定した。ただし、 x は防音壁の設置延長[m]、 y は高さ 2 m を基準とした相対音圧レベル[dB]を表す。

$$y = A \cdot e^{Bx} + C \quad (1)$$

式 (1) をモデルとした回帰分析により係数 A , B , C を求めた結果について、防音壁の設置延長が無限の場合の相対音圧レベルの近似値は C の値と等しくなる。

収束判定の条件から収束判定距離を求め表 2 に示し、また、図 3 に太実線で示す。収束判定距離は近接側軌道時の離れ距離 25 m において最長となり、防音壁高さ 3.5 m の場合に 90 m、防音壁高さ 5 m の場合に 160 m となることがわかった。受音点の離れ距離の比で表した場合、防音壁高さ 3.5 m の場合に 3.4 倍、防音壁高さ 5 m の場合に 6.4 倍であった。

表 2 防音壁の設置延長と騒音低減効果の回帰分析結果と収束判定延長 (近接車両)

受音点	防音壁高さ	回帰式 $y=A \cdot \exp(B \cdot x)+C$			収束判定		無限遠との差[dB]
		係数A	係数B	係数C	距離[m]	効果量[dB]	
$r=12.5 \text{ m} \cdot \text{R.L.0m}$	3.5 m	1.795	-0.035	-3.456	40	-3.0	0.44
	5.0 m	11.878	-0.042	-11.005	80	-10.6	0.42
$r=12.5 \text{ m} \cdot \text{R.L.-5 m}$	3.5 m	4.320	-0.045	-4.891	50	-4.4	0.47
	5.0 m	9.380	-0.033	-8.997	100	-8.6	0.36
$r=12.5 \text{ m} \cdot \text{R.L.-10 m}$	3.5 m	2.144	-0.032	-2.274	50	-1.8	0.44
	5.0 m	6.146	-0.029	-5.518	90	-5.1	0.47
$r=25 \text{ m} \cdot \text{R.L.0m}$	3.5 m	0.778	-0.022	-0.702	20	-0.2	0.50
	5.0 m	10.692	-0.028	-8.621	110	-8.1	0.49
$r=25 \text{ m} \cdot \text{R.L.-5 m}$	3.5 m	3.777	-0.030	-3.390	70	-2.9	0.47
	5.0 m	12.579	-0.022	-10.527	150	-10.1	0.44
$r=25 \text{ m} \cdot \text{R.L.-10 m}$	3.5 m	7.070	-0.031	-5.770	90	-5.3	0.44
	5.0 m	12.649	-0.021	-10.705	160	-10.3	0.44

5. おわりに

新幹線の高速化に伴う沿線の騒音環境変化に対する既設防音壁の嵩上げを想定し必要な設置延長を把握するため、有限長防音壁による騒音低減量を模型実験により把握し、防音壁の必要長さについて検討した。その結果、既設防音壁の標準高さ 2 m に対して少なくとも、1.5 m の嵩上げ時に 90 m、3 m の嵩上げ時に 160 m の延長を確保すれば無限長の嵩上げに対して騒音低減量が 0.5dB 以内に収まることがわかった。今後は実音場における追加検証を行う予定である。

参考文献

・石川聡史, 廣江正明, 佐久間哲哉: 在来鉄道騒音に対する有限長遮音壁の挿入損失について, 騒音制御 Vol. 42, pp. 245-252, 2018.

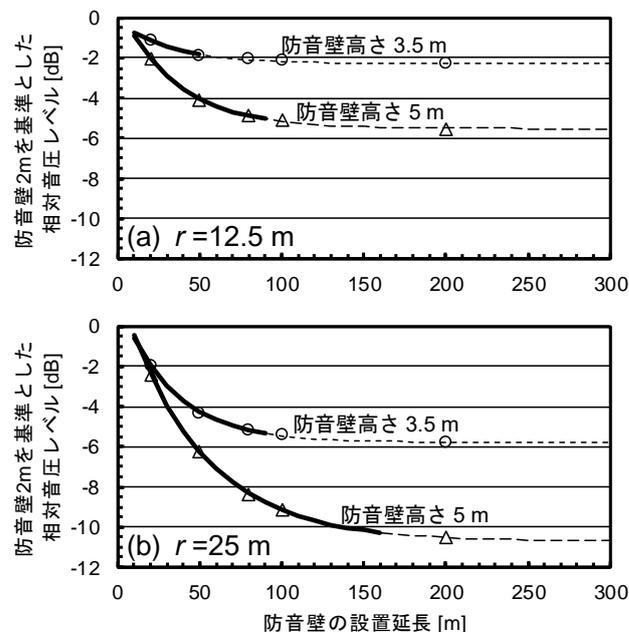


図 2 防音壁の嵩上げと設置延長による騒音低減効果 (近接車両 R.L.-10 m)