

高所空間における在来線騒音予測に関する一考察

JR 東日本研究開発センター 正会員 石川 聡史
JR 東日本研究開発センター 正会員 柳沼 謙一

1. はじめに

近年の鉄道の新設工事や連続立体交差化などの大規模な改良工事での環境影響評価では、これまでの水平方向の騒音予測だけでなく、高さ方向の予測も必要とされる場合がある。在来線沿線建築物の上層階に対する騒音予測の必要性が高まっている一方で、在来線の高所空間の騒音特性は十分に把握されていない。そこで、在来線沿線において高所空間を含めた騒音測定を行い、測定結果を踏まえて既往の騒音予測式¹⁾の高所空間への適用方法について検討を行った。

2. 高所空間における在来線騒音特性の把握

騒音測定箇所は図 1 に示すとおり盛土高架区間である。軌道近傍の騒音ピークレベルを 0 とした場合の各測定点での騒音レベルの相対値を図 1 に示す。列車騒音は軌道近傍を中心として空間全体に広がっているが、音源に対して斜め上方にやや強い指向性が見られ、通常の騒音評価点である地上高さ 1.2m 地点よりも上方の地点のほうが、騒音が大きくなることが明らかになった。高さ方向の騒音を評価するにあたっては、これらの騒音特性を考慮していくことが必要である。

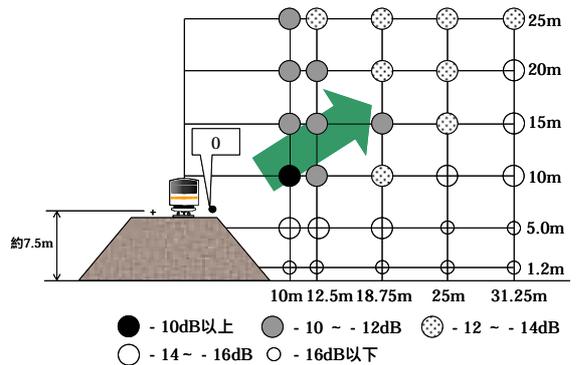


図 1 軌道近傍を 0 とした相対騒音レベル

3. 高所空間を含めた在来線騒音予測式の提案

3.1 開発概要

現状の騒音予測式では、音源の鉛直面内の指向特性や防音壁と車体による音の反射の影響が考慮されていないため、高所空間での騒音予測式の妥当性について検証する必要がある。今回の高所空間を含めた在来線沿線での騒音の実測値と既往の在来線騒音予測式から算出した予測値を比較した結果、構造形式に係わらず軌道よりも高い位置で実測値と比較して予測値が 2 ~ 5dB 程度過大となった。そこで、軌道よりも高い受音位置での騒音予測精度を向上させるために、高所空間を含めた在来線騒音予測式を構築することとした。

3.2 検討概要

既往の騒音予測式は、エネルギーベースの騒音値（等価騒音レベル L_{Aeq} や単発騒音暴露レベル L_{AE} ）を求める方法である。ただし、既往の騒音予測式で設定された主要音源のパワーレベル L_w と実測値との差も予測と実測が乖離する要因となるため、実測データに基づく音源パワーの推定を行う。レール近傍点での単発騒音暴露レベル L_{AE} をもとに式(1)（参考文献 1）より引用）からパワーレベル L_w を算出すると共に、そのパワーレベル L_w から推定した単発騒音暴露レベルの予測値と実測した単発騒音暴露レベルのレベル差、すなわち補正值 Δ を算出した。

$$L_w = L_{AE} + 6 + 10\log(v) + 10\log(r) \dots (1)$$

v : 列車速度(m/s), r : 列車の走行軌道から観測点までの最短距離(m)

3.3 検討結果

車両形式 A・15 両編成および車両形式 B・15 両編成の単発騒音暴露レベルの予測値と実測値の差を表 1 に示す。表中の平均値は列車形式ごとのレベル差の算術平均値であり、偏差 σ はその標準偏差を表している。車両形式 A, 車両形式 B のいずれの列車形式の場合も個々の列車間のばらつき（偏差）は小さく、ばらつきの 95%信頼区間

キーワード 在来線騒音, 高所空間, 在来線騒音予測, 指向性

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町 2 丁目 479 JR 東日本 研究開発センター TEL 048-651-2552

($\sigma \times 1.96$)は最大で1.5dBであること、また、車両形式A、車両形式Bの列車形式間での差もほとんど見られないことが分かる。すなわち、単発騒音暴露レベルに着目すれば、走行騒音の伝搬特性は列車形式に依らず安定していると言える。そこで、補正值 Δ を近接側列車と遠隔側列車でまとめ、仰角 θ で整理した結果を図2に示す。

ここで、仰角 θ は当該車線の軌道中心と観測点を結ぶ線分とレールレベル(水平線)の成す角度で、レールレベルを基準($\theta=0^\circ$)として上方向を正、下方向を負とした。図2は盛土法面に遮蔽される測定点($\theta < 0^\circ$)を除く補正值 Δ の近似線を示している。図2より、近接側列車では斜め上方 39° 、遠隔側列車で 36° が最大となる指向特性であることが分かる。仰角 $0^\circ \sim 65^\circ$ の範囲において近接側列車と遠隔側列車の近似式の差は $+0.5 \sim -1.0\text{dB}$ で比較的小さく、車線別の近似式を一つにまとめた平均近似式を式(2)に示す。

$$\text{平均近似式: } \Delta = -0.00303\theta^2 + 0.223\theta - 3.77 \dots (2)$$

また、車両形式A・15両編成、車両形式B・15両編成をもとに作成した補正值 Δ の近似式の有効性を確認するため、車両形式A・10両編成、車両形式B・11両編成、車両形式C・6両編成の実測値との検証を行った。予測計算の適用範囲(仰角 $0^\circ \sim 65^\circ$ Point11~30)で予測と実測は概ね一致しており、両者の差はいずれの車両形式においても $-2.0 \sim +1.3\text{dB}$ の範囲であった。したがって、式(2)で導出した補正式を既往の在来線騒音予測式に付加することによって、列車形式や編成両数に依らず概ね2dBの差で沿線の高所空間における単発騒音レベルを予測できることが明らかになった。

表1: 単発騒音暴露レベルの予測値と実測値の差

Point	r(m)	H(m)	車両形式A・15両編成				車両形式B・15両編成			
			近接側		遠隔側		近接側		遠隔側	
			平均	偏差	平均	偏差	平均	偏差	平均	偏差
1	-10.00	1.2	-11.8	0.46	-14.5	0.47	-12.0	0.55	-13.9	0.19
2	-12.50	1.2	-9.7	0.45	-13.0	0.41	-10.0	0.56	-12.3	0.26
3	-18.75	1.2	-8.4	0.38	-11.4	0.45	-8.6	0.56	-10.7	0.23
4	-25.00	1.2	-7.2	0.32	-10.2	0.39	-7.4	0.63	-9.4	0.24
5	-31.25	1.2	-5.6	0.29	-8.7	0.28	-5.8	0.61	-7.9	0.22
6	-10.00	5	-6.6	0.27	-9.6	0.27	-6.8	0.58	-9.0	0.30
7	-12.50	5	-5.7	0.27	-8.9	0.25	-6.1	0.62	-8.4	0.28
8	-18.75	5	-4.0	0.35	-6.9	0.20	-4.5	0.64	-6.4	0.23
9	-25.00	5	-4.2	0.38	-6.8	0.19	-4.5	0.65	-6.2	0.23
10	-31.25	5	-3.9	0.34	-5.9	0.18	-4.2	0.59	-5.4	0.15
11	-10.00	10	-1.4	0.34	0.0	0.11	-1.8	0.62	0.5	0.30
12	-12.50	10	-1.7	0.31	-1.0	0.00	-2.1	0.62	-0.5	0.27
13	-18.75	10	-2.1	0.33	-2.1	0.07	-2.5	0.59	-1.6	0.22
14	-25.00	10	-2.1	0.40	-2.4	0.05	-2.3	0.66	-1.9	0.12
15	-31.25	10	-2.7	0.44	-3.1	0.04	-3.0	0.71	-2.5	0.14
16	-10.00	15	-1.4	0.42	-0.4	0.14	-1.7	0.62	0.2	0.44
17	-12.50	15	-0.1	0.42	0.5	0.16	-0.5	0.63	1.2	0.44
18	-18.75	15	-0.3	0.45	-0.2	0.16	-0.7	0.63	0.4	0.38
19	-25.00	15	-0.6	0.48	-0.9	0.10	-1.1	0.64	-0.4	0.27
20	-31.25	15	-0.9	0.50	-1.3	0.11	-1.2	0.74	-0.8	0.22
21	-10.00	20	-1.1	0.47	-0.4	0.11	-1.4	0.65	0.3	0.39
22	-12.50	20	-0.7	0.45	0.0	0.13	-1.1	0.63	0.7	0.44
23	-18.75	20	0.0	0.46	0.0	0.20	-0.3	0.70	0.6	0.47
24	-25.00	20	0.1	0.54	0.2	0.18	-0.2	0.63	0.8	0.40
25	-31.25	20	0.1	0.55	-0.1	0.20	-0.2	0.70	0.4	0.32
26	-10.00	25	-0.2	0.45	0.5	0.19	-0.5	0.67	1.0	0.37
27	-12.50	25	-1.4	0.49	-0.9	0.23	-1.7	0.67	-0.4	0.37
28	-18.75	25	0.8	0.47	0.6	0.23	0.4	0.62	1.2	0.47
29	-25.00	25	0.6	0.51	0.6	0.22	0.3	0.64	1.2	0.49
30	-31.25	25	0.9	0.56	1.0	0.27	0.6	0.77	1.4	0.46

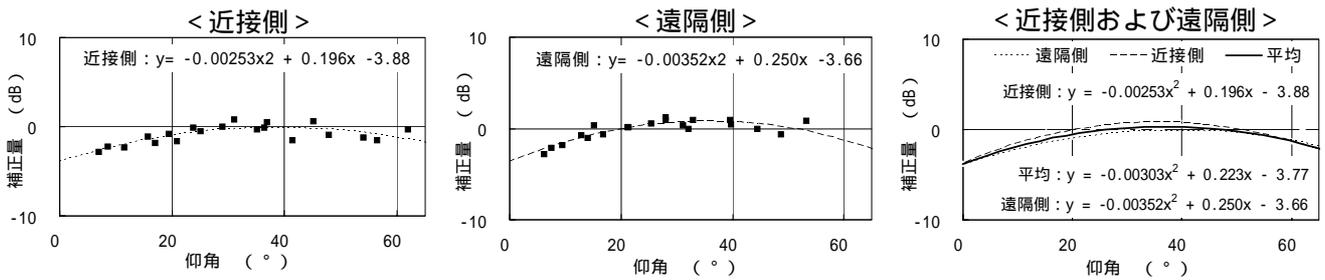
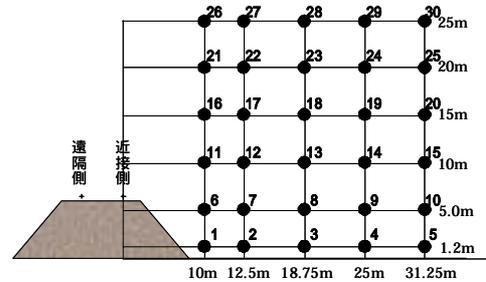


図2 補正值 と仰角 の関係

4. おわりに

本稿では盛土高架区間について補正值 Δ の近似式を算出したが、今後は平地区間および防音壁を有する高架橋においても適用可能な補正式を導出する予定である。なお、今回提示した騒音予測式については学術的な評価を受けていく予定である。また、高所空間における騒音対策工についても検討していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 安部 由布子他: 在来鉄道騒音の予測手法に関する検討, 日本音響学会騒音振動研究会資料 N-2005-01, 2005年1月
- 2) 白神 亮他: 構造物の違いによる在来線の騒音特性に関する一考察, 平成20年度土木学会全国大会第63回年次学術講演会, 2008年9月