

パワーレベルを用いた列車の走行による騒音予測

①予測対象

予測範囲及び予測地点は、事業計画地周辺の沿線とする。

②予測方法

列車の走行に伴って発生する騒音の予測は、図-1 に示す手順で行った。

まず、現地調査結果によって得られた列車の騒音レベル（音源から離れたある一点での音圧）から列車のパワーレベル（音源が放射する音の全パワーをレベル表示したもの）を推定した。そのパワーレベルを基に、将来の走行本数や列車速度といった条件、継目部、曲線部の補正值を設定し、将来の等価騒音レベル（ L_{Aeq} ）を算出した。

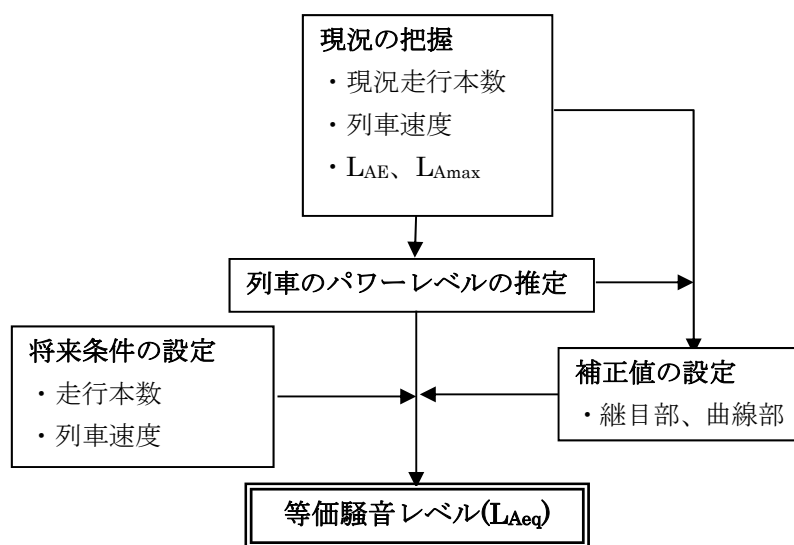


図-1 列車の走行による騒音予測手順

③予測条件

7. 予測時期及び地点

予測対象時期は、供用時の列車の走行が定常状態となる1日とした。

予測地点は、直線部、直線部の継目部、曲線部とし、それぞれ軌道中心線より12.5mとした。

4. 列車の運行本数

予測に用いる列車の運行本数は、表-1 に示すとおり、平成24年10月1日現在のダイヤから99本/日とした。

表-1 列車の運行本数

車両編成	昼間	夜間	合計
2両	45	7	52
4両	37	10	47
合計	82	17	99

ウ. 列車の走行速度

可部駅出発後すぐに急カーブがあること、駅間距離が非常に短いこと、などの現地条件より、延伸区間の最高速度は 45km/h であるため、今回の予測における列車の走行速度は 45km/h とした。

なお、次項で示す列車のパワーレベル式の適用条件は、列車速度が 50～150 km/h であることから、列車速度が 50km/h の場合も予測した。

④列車のパワーレベルの推定

7. 列車のパワーレベルと騒音レベルの関係

列車のパワーレベルと騒音レベルの関係式は、森藤らの提案式を準用した。

$$L_{Amax} = PWL(v) - 5 - 10 \log_{10} d + 10 \log_{10} \left[\left(\frac{\ell}{2d} \right) / \left(1 + \left(\frac{\ell}{2d} \right)^2 \right) + \tan^{-1} \left(\frac{\ell}{2d} \right) \right] \quad \dots (1)$$

$$PWL(v) = PWL + 30 \times \log_{10} (V/100) \quad \dots (2)$$

ここで、

L_{Amax} : 最大騒音レベル(dB)

ℓ : 車両長(m)[1 車両長を 20m とした]

d : 予測地点までの距離(m)

V : 列車速度(km/h)

PWL : 車両から発する音源のパワーレベル(dB)

$PWL(v)$: 速度 V km/h の列車の転動音を含めた列車のパワーレベル(dB)

出典:「在来鉄道騒音の予測評価手法について」(森藤ほか, 騒音制御, Vol.20, No.3(1996))

イ. 単発暴露騒音レベルと最大騒音レベルの関係

単発暴露騒音レベルと最大騒音レベルの関係式は次に示す通りである。 ΔL は車両編成による補正值で、軌道と観測点の距離を 12.5m とした場合には、車両編成数ごとに列車速度 V (km/h)に関する一次関数で近似する。

$$L_{AE} = L_{Amax} + 10 \times \log t + \Delta L \quad \dots (3)$$

ここで、

L_{AE} : 単発暴露騒音レベル(dB)

L_{Amax} : 最大騒音レベル(dB)

t : 通過時間(秒)

ΔL : 2 両の場合 $\Delta L = 0.02V$

: 4 両の場合 $\Delta L = 0.01V - 0.4$

V : 列車速度(km/h)

出典:「在来鉄道騒音測定マニュアル」(環境省 水・大気環境局大気生活環境室 平成 22 年 5 月)

ウ. 計測列車の騒音レベルの再現

現地調査結果に基づき、計測列車それぞれの単発暴露騒音レベルの再現値 (L_{AE}') を PWL で表す。式 (1)、(2)、(3) を用いて算出した。

$$\begin{aligned}
 L_{AE}'(n) &= L_{Amax}'(n) + 10 \times \log t + \angle L \\
 &= PWL(v) - 5 - 10 \log_{10} d + 10 \log_{10} \left[\left(\frac{\ell}{2d} \right) / \left(1 + \left(\frac{\ell}{2d} \right)^2 \right) + \tan^{-1} \left(\frac{\ell}{2d} \right) \right] \\
 &\quad + 10 \times \log t + \angle L \\
 &= PWL + 30 \times \log_{10} \left(\frac{v}{100} \right) - 5 - 10 \log_{10} d \\
 &\quad + 10 \log_{10} \left[\left(\frac{\ell}{2d} \right) / \left(1 + \left(\frac{\ell}{2d} \right)^2 \right) + \tan^{-1} \left(\frac{\ell}{2d} \right) \right] + 10 \times \log t + \angle L \quad \dots (4)
 \end{aligned}$$

ここで、

$L_{AE}'(n)$: 計測列車 n の単発暴露騒音レベルの再現値(dB)

$L_{Amax}'(n)$: 計測列車 n の最大騒音レベルの再現値(dB)

エ. 単発暴露騒音レベルの平均値（実測値）

直線部の現地調査結果より算出した単発暴露騒音レベルの平均値 ($\overline{L_{AE}}$) は表-2 に示す通りである。

表-2 直線部の単発暴露騒音レベルの平均値

$\overline{L_{AE}}$
87.6 dB

オ. パワーレベルの推定

式 (4) の計測列車それぞれの単発暴露騒音レベルの再現値より平均値 ($\overline{L_{AE}}$) を求め、その値がエ. で算出した $\overline{L_{AE}}$ と等しくなる PWL を推定する。推定結果は表-3 に示す通りである。

表-3 予測に用いた列車のパワーレベル

PWL
102.8 dB

⑤等価騒音レベルの予測

7. 予測式

予測に用いた式は、以下のとおりである。

$$L_{Aeq}'' = 10 \log_{10} (N \times 10^{\overline{L_{AE}}''/10} / T) \quad \dots (5)$$

ここで、

L_{Aeq}'' : 等価騒音レベルの予測値(dB)

$\overline{L_{AE}}''$: 単発暴露騒音レベルの予測値の平均値(dB)

N : 走行本数[運行本数](本)

T : 等価騒音レベルを対象とした時間(秒); 昼間 54,000s, 夜間 32,400s

出典:「在来鉄道の新設又は大規模改良に際しての騒音対策の指針」

(環境庁大気保全局自動車環境対策第一課 平成7年12月)

1. 等価騒音レベルの算出手順

直線部、直線継目部、曲線部それぞれにおいて、次の手順により、最大騒音レベル及び単発暴露騒音レベルを推定して、等価騒音レベルを算出した。

○直線部

- 列車のPWL (102.8 dB) と将来の列車速度を(4)式に代入し、2両編成と4両編成の $\overline{L_{AE}}''$ を算出する。
- 2両編成と4両編成の $\overline{L_{AE}}''$ を(5)式に代入し得られたそれぞれの等価騒音レベルを合成(エネルギー加算)して、昼夜別の等価騒音レベルを算出する。

○継目部

直線部と継目部は、現地調査の測定地点が近く、列車速度がほぼ同じであることから、それぞれの L_{AE} 実測値からエネルギー比を算出し、それを補正值として直線部の予測騒音レベルに乗じることにより継目部の予測を行った。

- 継目部の測定列車について、 L_{AE} 実測値をエネルギー加算する。(ΣL_{AE_j})
- 継目部と同じ列車について直線部の L_{AE} 実測値をエネルギー加算する。(ΣL_{AE_s})
- エネルギー比を算出する。($\Sigma L_{AE_j} \div \Sigma L_{AE_s}$)
- 直線部と同様に2両編成と4両編成の $\overline{L_{AE}}''$ を算出する。
- 2両編成と4両編成のそれぞれの $\overline{L_{AE}}''$ にエネルギー比を補正值として乗じる。
- eの補正を行った値を(5)式に代入し得られたそれぞれの等価騒音レベルを合成(エネルギー加算)して、昼夜別の等価騒音レベルを算出する。

○曲線部

直線部と曲線部は、現地調査の測定地点が離れており、同一列車でも走行速度が異なるため、継目部のように実測値同士の比較からエネルギー比は算出できない。このため、曲線部の L_{AE} 実測値と同じ走行速度における直線部の L_{AE}' を一度再現した上で、エネルギー比を算出し、それを補正值として直線部の予測騒音レベルに乗じることにより曲線部の予測を行った。

- a 曲線部の測定列車について、 L_{AE} 実測値をエネルギー加算する。 (ΣL_{AE_c})
- b 曲線部の各測定列車の実測速度と PWL (102.8 dB) を(4)式に代入し、2両編成と4両編成の L_{AE}' を算出する。
- c 直線部の L_{AE}' 再現値をエネルギー加算する。 $(\Sigma L_{AE'_s})$
- d エネルギー比を算出する。 $(\Sigma L_{AE_c} \div \Sigma L_{AE'_s})$
- e 直線部と同様に2両編成と4両編成の $\overline{L_{AE}}$ を算出する。
- f 2両編成と4両編成のそれぞれの $\overline{L_{AE}}$ にエネルギー比を補正值として乗じる。
- g fの補正を行った値を(5)式に代入し得られたそれぞれの等価騒音レベルを合成(エネルギー加算)して、昼夜別の等価騒音レベルを算出する。

ウ.予測結果

直線部、直線継目部、曲線部における列車騒音の予測結果を表-4に示す。

列車速度 45km/h 及び 50km/h で予測した結果、直線部、直線部継目部及び曲線部ともに基準値以下となった。

表-4 予測結果

単位：dB

列車速度 (km/h)	編成	等価騒音レベル					
		直 線 部		直線継目部		曲 線 部	
		昼 間	夜 間	昼 間	夜 間	昼 間	夜 間
45	2両	53.4	47.6	53.9	48.0	54.1	48.2
	4両	55.3	51.9	55.8	52.4	56.0	52.5
	合成値	57.5	53.3	58.0	53.7	58.2	53.9
	基準値	60	55	60	55	60	55
50	2両	54.5	48.7	55.0	49.2	55.2	49.4
	4両	56.4	52.9	56.9	53.4	57.0	53.6
	合成値	58.6	54.3	59.3	54.8	59.2	55.0
	基準値	60	55	60	55	60	55

注：基準値は「在来鉄道の新設又は大規模改良に際しての騒音対策の指針」(環境庁大気保全局自動車環境対策第一課 平成7年12月)による。