

- 考察

日本鉄道建設公団 正会員 田村方辰
正会員 ○小沢勝巳

概要

高性能吸音材を保有した防音壁（塀）は遮音性能しか保有しない防音壁（塀）に比較して、音響学的に一応単純に計算してみてもその差は大きい。

在来線一般鉄道高架橋両側に防音壁が設置してある場合において、防音材を取付けてない場合と取付けた場合との吸音材効果の計算例及び実測値の一部を公表するものである。

〔I〕 計算例

本計算例は、高架橋高欄防音壁内側吸音材吸音率を重視した簡易近似解法であって高架橋高欄及び高架橋床版の固体音並びに2次反射音は考慮していない。

図-1 計算モデル

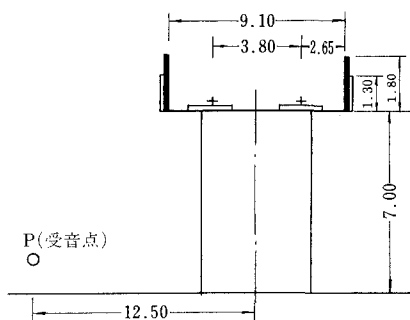
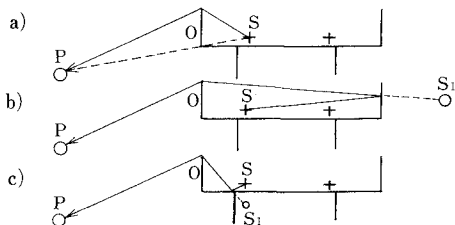


図-2 に示すとおり、音源Sから受音点Pに到達する音は3通りあると考える。

図-2 到達音3種別



3種別のケースについて、吸音材の効果を求める。

(1) $H = 1.3\text{ m}$ の場合

a) 行路差 $\delta = 1.013\text{ m}$

直線距離 $\ell = 1.2083\text{ m}$

回折角 $\varphi = 56^\circ 30'$

減衰係数 $N = 5.819 \times 1.013 = 5.89$

回折減衰値 $\Delta L = -10 \log_{10} (5.89 / 5) - 20 = -20.7\text{ dB}$

距離減衰値 $\Delta \ell = -10 \log_{10} \ell^2 = -21.6\text{ dB}$

吸音材の効果 $\Delta \alpha = -2.3\text{ dB}$

$\alpha = 0.90 \rightarrow \sqrt{1-\alpha} = 0.32$

回折角 $\varphi = 56^\circ 30'$ により α が求まる

$\Sigma a = -(20.7 + 21.6 + 2.3) = -44.6\text{ dB}$

b) 行路差 $\delta = 1.697\text{ m}$

直線距離 $\ell = 2.4205\text{ m}$

回折角 $\varphi = 42^\circ 40'$

(Σa , Σb , Σc の単位は dB, α = 吸音率)

減衰係数 $N = 5.819 \times 1.697 = 9.87$

回折減衰値 $\Delta L = -10 \log_{10} (9.87 / 5) - 20 = -23\text{ dB}$

距離減衰値 $\Delta \ell = -10 \log_{10} \ell^2 = -27.7\text{ dB}$

吸音材の効果 $\Delta \alpha = -1.8\text{ dB}$

反射音の寄与 $\Delta R = -20 \log_{10} 1R1 = 9.9\text{ dB}$

$\Sigma b = -(23 + 27.7 + 1.8 + 9.9) = -62.4\text{ dB}$

c) 行路差 $\delta = 1.647\text{ m}$

直線距離 $\ell = 1.1636\text{ m}$

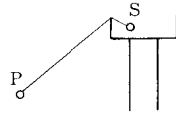
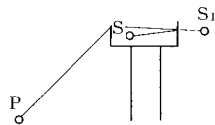
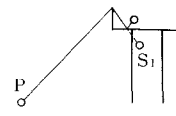
回折角 $\varphi = 65^\circ 51'$

減衰係数 $N = 5.819 \times 1.647 = 9.58$

回折減衰値 $\Delta L = -10 \log_{10} (9.58 / 5) - 20 = -22.8\text{ dB}$

距離減衰値 $\triangle \ell = -10 \log \ell^2 = -21.3 \text{ dB}$ (2) $H = 1.8 \text{ m}$ の場合
 吸音材の効果 $\triangle \alpha = -2.6 \text{ dB}$ (1) と同様に計算すると次の様になる。
 床版からの反射の寄与 $\triangle R_o = 20 \log \left| R_o \right| = 0$ a) $\Sigma a = -46.8 \text{ dB}$
 b) $\Sigma b = -63.3 \text{ dB}$
 $\Sigma c = -(22.8 + 21.3 + 2.6) = -46.7 \text{ dB}$ c) $\Sigma c = -49.5 \text{ dB}$
 (註) 本計算については、周波数 1000 Hz の場合のみ。

表 - 1
総括表

音 の 径 路	防音塀の吸音材の 吸音率 $\alpha = 0.90$ 音圧反射係数 $R = 0.32$	減 衰 値 dB			
		防音壁 $H = 1.3 \text{ m}$		防音壁 $H = 1.8 \text{ m}$	
		$\alpha = 0$	$\alpha = 0.9$	$\alpha = 0$	$\alpha = 0.9$
(a) 直接音 	回折減衰値 $\triangle L$	-20.7	-20.7	-22.5	-22.5
	距離減衰値 $\triangle \ell$	-21.6	-21.6	-21.6	-21.6
	吸音材の効果 $\triangle \alpha$	0	-2.3	0	-2.7
	Σa	-42.3	-44.6	-44.1	-46.8
(b) 防音壁の反射音 	回折減衰値 $\triangle L$	-23	-23	-23.8	-23.8
	距離減衰値 $\triangle \ell$	-27.7	-27.7	-27.7	-27.7
	吸音材の効果 $\triangle \alpha$	0	-1.9	0	-1.9
	反射の寄与 $\triangle R$	0	-9.9	0	-9.9
	Σb	-50.6	-62.4	-51.5	-63.3
(c) 床版面の反射音 	回折減衰値 $\triangle L$	-22.8	-22.8	-24.7	-24.7
	距離減衰値 $\triangle \ell$	-21.3	-21.3	-21.3	-21.3
	吸音材の効果 $\triangle \alpha$	0	-2.6	0	-3.5
	反射の寄与 $\triangle R_o$	0	0	0	0
	Σc	-44.1	-46.7	-46	-49.5
$\Sigma a, b, c$ の減衰値の パワー合成		-39.7	-42.5	-41.4	-44.9
吸 音 材 の 効 果		± 0	-2.8	± 0	-3.5

〔Ⅱ〕 実 測 例

図 - 3 日本鉄道建設公団大阪支社測定資料

図 - 3 は、国鉄湖西線における、高架橋高欄の両側に防音壁を設置した場合と、設置しない場合との実測値である。

測定レベルは、測定側、6 列車（普通列車）通過時の平均値である。この防音壁は、デュラカム（商品名）吸音材を施工し、その特性は $500 \text{ Hz} \sim 4000 \text{ Hz}$ まで 90% 以上で、吸音効果は、 $H = 1.2 \text{ m}$ 、距離 $= 1.25 \text{ m}$ で -7 dB (A) であった。

〔Ⅲ〕 考 察

計算例と実測値は、同一条件の吸音効果を表わしたものであり、計算上では減衰値が $H = 1.8 \text{ m}$ 、 $\alpha = 0.9$ で -44.9 dB 、 $H = 1.3 \text{ m}$ 、 $\alpha = 0$ の時 -39.7 dB になり、その差が 5.2 dB であった。これと実測値の効果 7 dB を比較すると、多少のずれがある。この数値の差異との観点から考察するに、各周波数毎吸音効果無計等列車特有の点、線、面音源の問題、二次放射音、固体振動音等の諸問題を検討する必要があると思われる。なお、現在研究考察中であるので、その成果と機会を得て今後発表したいと考えている。

〔参考文献〕松井昌幸監修：騒音防止技術と施工実例資料集 P.312

