

在来鉄道騒音対策例*

—JR 津軽海峡線—

高橋 英明** 齊藤 卓也**

1. はじめに

青函トンネルの開通に伴い昭和63年3月、函館—青森間に津軽海峡線が開業した。ここで津軽海峡線とは、江差線の一部（函館—木古内）、海峡線（木古内—中小国）、津軽線の一部（中小国—青森）を指す通称であるが（図1参照）、運行区間のうち、とくに在来線を利用している区間（江差線、津軽線）において、開通前1日の列車通過数が20数本であったものが100本以上に増加し、かつ、夜間にはほとんど運行しなかった貨物列車が頻繁に運行されるなど、沿線周辺に騒音振動による環境変化をもたらした。これが引き金になり北海道では、江差線沿線住民から多くの騒音振動に係る苦情が発生した。これに対してJR北海道は、その対策として昭和63年度にロングレール化の推進、踏切警報機音の減音等、平成元年度には防音塀、橋梁防振工、防振枕木等による騒音振動の低減化をはかった。

本稿は津軽海峡線の開業に伴う江差線沿線におけるロングレール化、防音塀等いくつかの対策による騒音低減化の実態について調査を行ったので報告する。

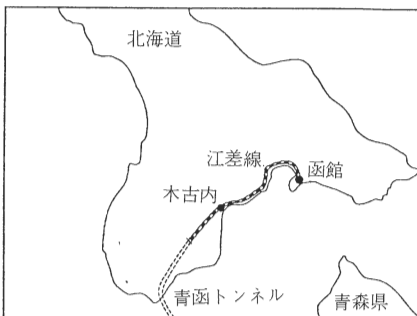


図1 津軽海峡線概況図（北海道関係分）

2. 調査方法

2・1 ロングレール化に伴う実態調査

七重浜地区では図2に示すように、ロングレール地点と定尺レール地点が隣接する2地点において、軌道中央から12.5m、高さ1.2mの地点で通過列車ごとの騒音ピークレベル（周波数補正特性A、動特性Slow）の24時間連続測定を行った。また、単発騒音暴露レベルLAEを求め等価騒音レベルL_{Aeq}を算出するため、可搬型パソコンにより各列車通過時全体にわたって、0.5秒間隔で騒音レベルのサンプリングを24時間連続で行った。

さらに、同地区で同一列車通過時の騒音をデータレコーダに記録し周波数分析を行なった。騒音計は周波数補正特性Fを用いた。

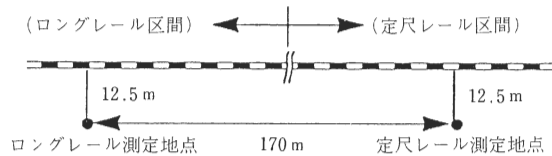


図2 七重浜地区測定点状況図

2・2 防音塀に伴う実態調査

防音塀設置2地区（七重浜駅構内、久根別駅構内）において、軌道中央から12.5m、高さ1.2mの地点、さらに七重浜駅構内では高さ4mの地点で通過列車ごとの騒音ピークレベル（周波数補正特性A、動特性Slow）の測定を防音塀設置前後において行った。軌道、及び防音塀設置条件を図3に示す。

また、七重浜駅構内では図4に示すような有塀地点と無塀地点において同時測定を行ない、塀の回析効果

* Countermeasure for Railway Noise—the Tugarukaikyo Line—

** Hideaki TAKAHASHI, Takuya SAITO（北海道公害防止研究所）Hokkaido Research Institute for Environmental Pollution

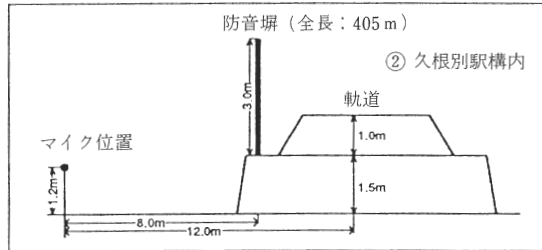
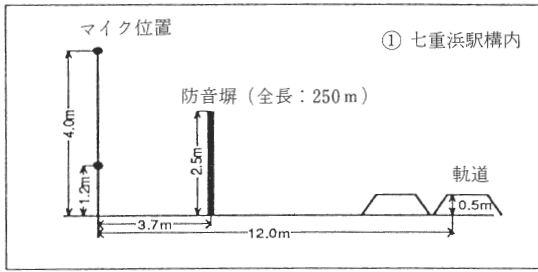


図3 防音壁測定地点図

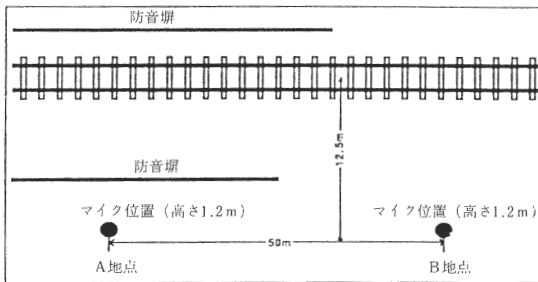


図4 同時測定におけるマイク配置

についての周波数成分変化等の調査を行なった。

2・3 橋梁防振工，防振枕木設置に伴う実態調査

各測定点とも軌道中央から12.5m，高さ1.2mの地点で通過列車ごとの騒音ピークレベル（周波数補正特性A，動特性Slow）の測定を対策前後において行なった。なお，防振枕木設置地点では，公害用振動レベル計を用い振動レベルの測定も併せて行なった。

3. 調査結果及び考察

3・1 ロングレール化に伴う実態調査結果

七重浜地区でのロングレール地点と定尺レール地点の測定では，両測定点が隣接しているために，同一列車は軌道構造，列車速度に差異はみられず，2地点間の騒音レベルの差はレールタイプによるものと考えられる。その差は，騒音ピークレベルのパワー平均で1dB（表1），等価騒音レベル（ $L_{Aeq}(24h)$ ）で，2dB（表2）であった。

表2 ロングレール化対策後の調査結果（単位：dBA）

調査地区名		七重浜	
線路構造		平 坦	
レールタイプ	定尺	ロング	
測定点距離	12.5m	12.5m	
ピーク平均	84(110)	83(110)	
ピーク平均夜	85(29)	84(29)	
列車区分	特急	86(12)	85(21)
	快速	86(21)	85(21)
	普通	80(37)	80(37)
	貨物	85(40)	83(40)
最大値	90	89	
最小値	71	76	

表3 等価騒音レベル調査結果

調査地区名		七重浜	
線路構造		平 坦	
レールタイプ	定尺	ロング	
測定点距離	12.5m	12.5m	
$L_{Aeq}(24h)$	65(110)	63(110)	
$L_{Aeq}(06-22)$	65(83)	64(83)	
$L_{Aeq}(22-06)$	66(27)	63(27)	
列車区分	特急	56(12)	54(21)
	快速	60(21)	58(21)
	普通	53(37)	53(37)
	貨物	63(40)	61(40)

注) 1. ()内は、列車の測定本数
 2. 「ピーク平均」は1日に通過する全列車のピークのパワー平均
 3. 「ピーク平均夜」は22:00~6:00に通過する全列車のピークのパワー平均

ここで，列車騒音による等価騒音レベル（ $L_{Aeq}(24h)$ ）は，

$$L_{Aeq}(24h) = 10 \log \left\{ \frac{1}{86,400} \left(\sum_{i=1}^m 10^{L_{AEi}/10} \right) \right\}$$

m は列車本数，一列車通過時の単発騒音暴露レベル

L_{AE} は，

$$L_{AE} = 10 \log \left\{ \frac{1}{T_0} \int_{t_1}^{t_2} \frac{P_A(t)^2}{P_0^2} dt \right\}$$

- T_0 : 規準化時間
- $P_A(t)$: A特性音圧
- P_0 : 規準音圧(20μPa)

で示される¹⁾ため，列車通過時のピーク値以外の部分が影響する。すなわち，図5に示すように定尺レールでは，牽引される車両が通過するときの継目による衝撃音が影響する。この部分を周波数分析で比較してみると図6のように，ロングレールでは各周波数帯において一定レベルであるのに対して，定尺レールでは全

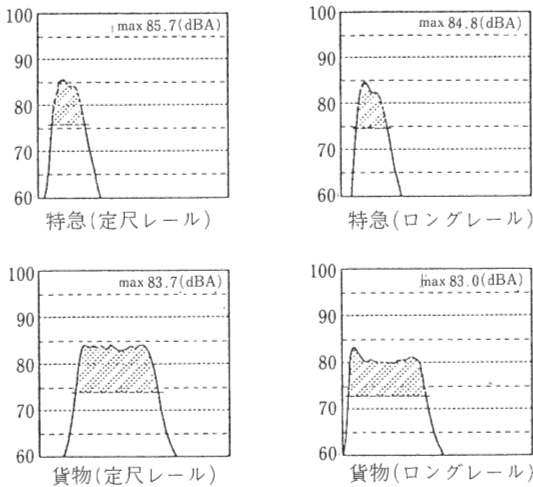


図5 レールタイプ別騒音レベル変動の一例

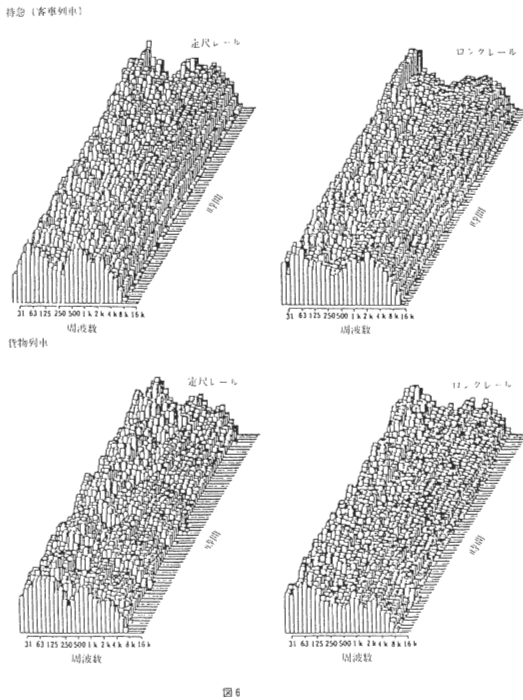


図6 同一列車のレールタイプ別周波数分析の一例

周波数帯にわたって(特に400~1kHzで顕著)周期的な衝撃音が現われている。

このように、ロングレール化することにより、継目による衝撃音が、緩和されることが確認された。また、併せて行なったアンケート調査によると、ロングレール化されることによって、列車騒音が改善されたという回答が過半数を越えており、衝撃音が緩和されることによる心理的効果が大きいものと考えられる。

3・2 防音塀に伴う実態調査結果

(1) 七重浜駅構内

測定点が駅ホームに近いために、駅に停車または発進する列車を除き、一定速度で通過する列車のみを測定対象とした。その測定結果を表3に示す。この表は工事前、工事後の測定においてほぼ同じ時刻に通過した同一車種の列車で比較し、減衰量を求めたものである。

その結果、図3の①に示すような防音塀構造では、高さ1.2mで10dB程度の減衰がみられた。また、一般家庭の2階部分に相当する高さ4mでは、減衰効果がほとんどみられなかった。

次に、防音塀による減衰効果をより正確に把握するために行なった同一列車同時測定では、表4に示すように防音塀によって8dB程度の減衰が見られた。

この同時測定(図3の①、図4参照)のデータを用いて、防音塀の回折計算についての検討を行なった。なお、今回設置された防音塀は反射性の高いコンクリート系のパネルを使用しているために、図7のように車体の再反射による音源の鏡像からの回折効果も考慮に入れた²⁾。

以下に計算手順を記す。

- イ. 塀の無い地点(B地点)で音源のサンプリングを行なう。(各種列車数本づつ)
- ロ. 1/3オクターブ実時間分析でスペクトル分析を行い、一定時間間隔でデータを取り込む。

表3 七重浜駅構内における防音効果測定結果
(軌道から12.5m) (単位:dBA)

測定点高さ	対策前		対策後		対策前-対策後	
	1.2m	4.0m	1.2m	4.0m	1.2m	4.0m
普通	84	82	72	85	12	-3
貨物	85	87	77	88	8	-1
快速	87	89	76	88	11	1
貨物			77	88		
普通	79	77	67	80	12	-3
普通	85	83	74	85	11	-2
快速	87	90	75	87	12	3
貨物	87	89	76	89	11	0
特急	87	89	76	88	11	1
普通	78	80	67	80	11	0
快速	86	88	78	90	8	-2
快速	84	86	75	86	9	0
貨物	87	91	77	89	10	2
快速	91	94	79	90	12	4
普通	79	80	72	81	7	-1
快速	85	88	78	88	7	0
快速			77	88		
普通	82	81	68	80	14	1
快速	84	88	78	89	6	-1
貨物	84	87	73	84	11	3
普通	79	79	70	81	9	-2
快速	87	91	78	88	9	3
特急	86	90	78	88	8	2
パワー平均	85.4	87.9	75.7	86.9		

表 4 防音塀設置地点と塀の無い地点での同時測定結果
(軌道から12.5m、高さ1.2m) (単位:dBA)

	対 策 後		レ ベ ル 差
	塀 無	塀 有	
快 速	85	79	6
普 通	81	72	9
快 速	85	78	7
普 通	85	77	8
快 速	78	68	10
普 通	86	78	8
貨 物	83	73	10
普 通	77	70	7
快 速	85	78	7
特 急	85	78	7

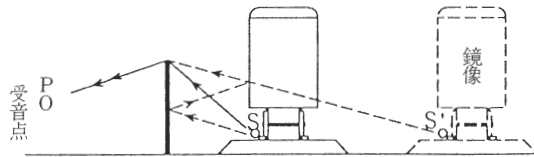


図 7 直接波と2回反射波の回折

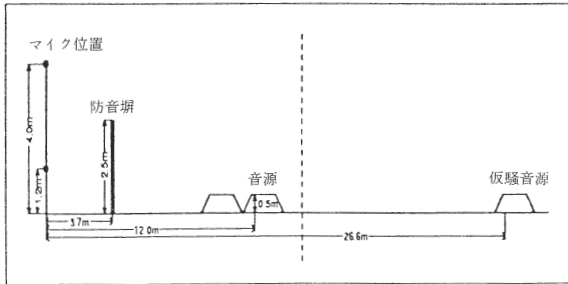


図 8 防音塀による回折計算における諸条件

- ハ. 無限長音源に対する回折計算図表を用いて各バンドごとの減衰量を求め、この減衰量を音源スペクトルから差し引く。
- ニ. 2回反射波の回折を計算するために、図8に示すような仮想音源を考え、ハと同様の回折計算を行なう。ここで、防音塀および車体による反射率を1.0として計算した。
- ホ. 実音源による回折スペクトルと仮想音源による回折スペクトルの各バンドごとでの和を取る。
- ヘ. 和を取った各バンドレベル値ごとにA特性フィルターを通す。
- ト. すべてのバンドレベル値のパワー合成を行ない、受音点での騒音レベルを求める。

上記の手法により算出した塀の回折計算結果と、防音塀設置地点(A地点)での実測結果とを列車通過時のピークレベルと比較したものを図9に示す。また、

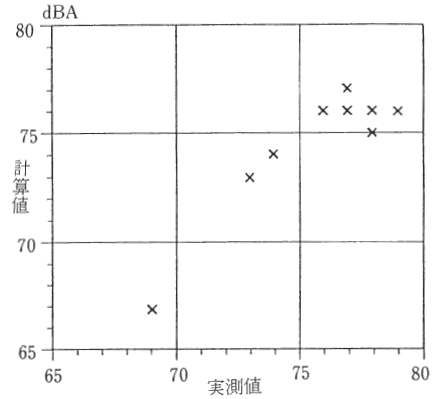


図 9 実測値と計算値との比較

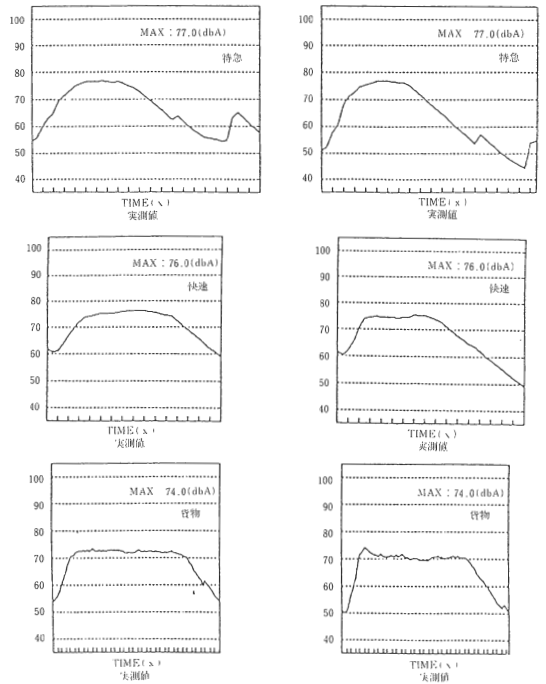


図10

図10 実測値と計算値の騒音レベル変動一例

図10には、列車通過時間全体に渡っての騒音レベル変動の一例を示す。これらの結果から実測値と計算値はかなりよく符合することが確認された。

(2) 久根別駅構内

測定点が信号機近くであったので(1)と同様、一定速度で通過する列車を測定し、対策前後において同一車種での比較を行なった。その結果は、図3の②に示すような防音塀構造では、表5に示すように高さ1.2mで11dB程度の減衰効果がみられた。

表5 久根駅構内における防音塀効果測定結果
(軌道から12.5m) (単位:dBA)

測定点高さ	対策前	対策後	対策前-対策後
	1.2m	1.2m	1.2m
快速	85	71	14
普通	80	65	15
快速	85	75	10
特急	84	75	9
貨物	87	75	12
普通	83	75	8
普通	76	61	15
貨物	85	76	9
特急	85	70	15
普通	80	74	6
普通	82	65	17
普通	79	62	17
快速	90	75	15
特急	85	71	14
貨物	80	72	8
普通	79	76	3
快速	86	70	16
快速	87	76	11
パワー平均	84.5	73.2	

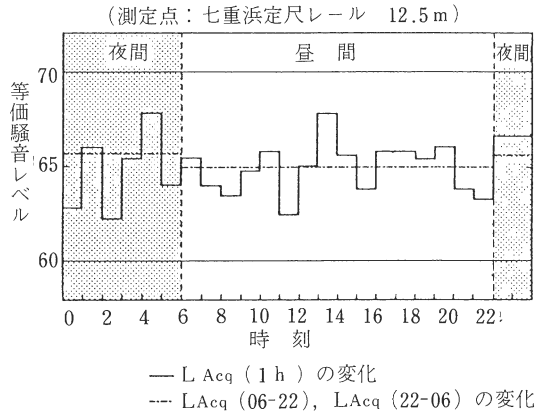


図11 一日の等価騒音レベルの変化

3.3 橋梁防振工, 防振枕木設置に伴う実態調査結果

当別川に架かる長さ16mの橋梁に取付けた制限材の減音効果について調査した結果, パワー平均で, 対策前が88.2dB(A)で, 対策後が87.4dB(A)で個々のばらつきがあり, ほとんど効果を確認することができなかった。

長さ200mに渡って取付けた防振枕木の効果について騒音, 振動の調査をした結果, パワー平均で, 騒音が対策前83.4dB(A), 対策後83.9dB(A), 振動で対策前64.9dB, 対策後67.8dBであり, 対策後のほうが騒音振動ともに大きな値になった。これは, 調査が工事終了直後に行われたためではないかと考えられるが, 今回の調査においては効果を確認することができなかった。

4. おわりに

津軽海峡線においては, 1日の列車本数のうち1/3以上が単発騒音暴露レベルの大きい貨物列車であるため, 表2に示すように貨物列車による影響が大きくなっている。また, 特に静寂が要求される夜間において7割以上が貨物列車であるために, 昼間ほど本数が多くなくても, 図11に示すように, 昼間とほぼ同じ等価騒音レベルであるため, 住民に与える影響が大きいものと思われる。

以上のように, 津軽海峡線の開業にともない, 列車本数の増加による騒音レベルの上昇, 貨物列車など単発騒音暴露レベルの大きい車両による騒音暴露量の増加, および開業以前には無かった夜間の貨物列車等の

運行による騒音の発生などが, 他に目だた騒音源の無い静穏だった沿線近傍に張り付いている家屋住民の急激な生活環境の変化を惹起し, 騒音苦情となって現われているものと考えられる。

騒音対策のうち, 最も一般的とされているロングレール化による騒音の低減効果は, Slow特性では1dB程度であったが, 衝撃音がなくなることによる心理的な効果が大きいものと考えられる。防音塀については, 調査においても大きな効果があり, 聞き取り調査においても改善されたという意見がほとんどで, 騒音を低減する対策として大きな効果があることが確認された。

本稿では, 津軽海峡線沿線における鉄道騒音に対するいくつかの対策(ロングレール化, 防音塀等)による効果について述べたが, その他に, 踏切警報機の音量を遮断機降下後に約10dB(A)低減する処置, 継ぎ目の溶接, カーブの軋り音に対する処置など個別の問題に対しての対策が行われたが, 問題解決の根本的な対策にはなっていない。今後とも防音塀の設置区間の拡大などの諸対策が引き続き実施される必要があると考えられる。

— 参考文献 —

- 1) 環境庁大気保全局: 在来鉄道騒音・振動調査報告書(1986)
- 2) L. G. Kurzweil, W. N. Cobb and R. P. Kencdg: Propagation of Noise from Rail Lines, J. S. V., 66, (1979)
- 3) 子安, 騒音制御, 5, 48 (1981)