

# 公調委レポート

## 鉄道騒音の現状について

公害等調整委員会事務局

公害紛争処理制度研究官 田口 和也

鉄道は、自動車などと比べて地球環境に対する負荷が少ない交通機関とされているが、大掛かりな施設・設備を要することもあり、鉄道沿線における環境保全は重要な課題である。このうち、鉄道騒音については、かつて社会問題となったこともあり、様々な対策が積み重ねられてきている。

公害等調整委員会でも、鉄道による騒音・振動被害に係る公害紛争の申請が数多くなされ、その解決に努めてきたところである。

本稿は、鉄道騒音に関する環境基準等及び鉄道騒音の音源やその低減対策について、資料の収集や研究機関等の訪問などを通じて、まとめたものである。

鉄道騒音に関する研究や取組には膨大なものがあり、本稿がそれらを網羅したとはいえ、ご指摘を賜りたい。また、文責は筆者が負う。

### 1 鉄道騒音に関する環境基準等

(1) 鉄道騒音に関する環境基準としては、環境庁（現：環境省）が昭和 50 年 7 月に定めた「新幹線鉄道騒音に係る環境基準」がある。これは当時、新幹線騒音によって周辺住民に対し各種被害が生じており、一部の地域においては深刻な社会問題となっていたとの認識に基づき策定されたものである。

- ・ 「新幹線鉄道騒音に係る環境基準」の主な内容

地域の類型	基準値
I（住居系地域）	70dB 以下
II（商工業地域）	75dB 以下

上り下りの列車を合わせて連続して通過する 20 本の列車について、列車ごとの騒音のピークレベルを測定し、そのうちレベルの大きさが上位半数のものをパワー平均して評価する。

(2) 一方、在来鉄道の騒音については、環境庁が平成 7 年 12 月に「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について」を発出している。

これは、在来鉄道一般に係る環境基準ではなく、新線建設や大規模改良を行う場合における指針である。

- ・ 「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について」の  
主な内容

新線	等価騒音レベル（LAeq）で、昼間（7～22時）60dB以下、夜間（22～翌7時）55dB以下。 なお、住居専用地域等にあつては、一層の低減に努めること。
大規模改良線	騒音レベルの状況を改良前より改善すること。

### (3) 小田急線騒音被害等責任裁定申請事件

上記の環境基準等とは性格が異なるが、公害等調整委員会において、在来鉄道の騒音について、判断を示したことがある。

本件は、平成4年5月に、当初325人の沿線住民から、鉄道騒音の被害に対する損害賠償を求める申請がなされたものである。これは、小田急線の輸送力向上と踏切の解消を目指した連続立体交差事業が高架・複々線化方式で行われることに対し、沿線住民の中に高架化に反対し地下方式への変更を求める運動が発生したことが背景にあった。

平成10年5月に、一部の申請人について職権調停が成立したが、その内容のうち、騒音の低減に関係のある部分を見ると、①小田急はLAeq 24hを65dB以下とする目標値を設定し、その実現を図ること、②騒音・振動対策として、道床・レール・車輪・車両その他の発生源対策、運行関係では運転速度の抑制、列車ダイヤの変更などを行うこと、が盛り込まれた。

また、同年7月、その他の申請人について裁定が行われ、申請を一部認容した。本裁定ではLAeq 24h（24時間等価騒音レベル）が70dB以上又はLAmx（騒音の最大値）が85dB以上の騒音に曝露（ばくろ）された申請人に対し、受忍限度を超える被害を受けたと認定した。

### (4) WHOのガイドライン

昨年（2018年）10月、WHOは、ヨーロッパ向けの騒音ガイドラインの改訂を公表した。

WHOは、過剰な騒音への曝露が、心疾患を含む様々な健康影響の誘因になっているとして、ヨーロッパの政策当局者が同ガイドラインを用いるよう勧めている。また、世界の他の地域でも適用できるとしている。

同ガイドラインは、道路騒音、鉄道騒音、航空機騒音、風力発電機の騒音、レジャー騒音に分けて、それぞれ数値を示している。

このうち、鉄道騒音についてはLdenで54dB以下、Lnightで44dB以下（注）とされている。

ちなみに、道路騒音についてはLdenで53dB以下、Lnightで45dB以下、航空機騒音についてはLdenで45dB以下、Lnightで40dB以下、風力発電機についてはLdenで45dB以下、レジャー騒音（騒音の大きい娯楽のための施設、スポーツや音楽のイベントなどのほか、音量の大きい音楽の個人的な聴取も含む。）についてはLAeq 24hで70dB以下とされている。

（注）Lden（エルデン）とは、時間帯補正等価騒音レベルのことで、日中（7:00～19:00）に対し、夕方（19:00～22:00）の騒音については+5dB、夜間（22:00～翌7:00）の騒音については+10dBの重み付けをして評価するもの。

Lnightは、夜間における等価騒音レベルのこと。

## 2 鉄道騒音の音源と対策

鉄道騒音については、在来鉄道と新幹線とで、それぞれ特徴があるが、ここでは、まず在来鉄道を中心に音源と対策について、次に、新幹線に特有な音源と対策について、記述する。

### (1) 鉄道騒音の音源と対策

- 鉄道騒音に関するデータとしては、平成7年の指針が通知される以前のやや古い測定結果ではあるが、以下の数値がある。

（列車速度：90km/h、観測点：近接側軌道中心からの水平距離12.5m、一列車通過時の時間重み特性Sでの最大値）

平地区間（バラスト軌道、防音壁なし） 82～87dB

高架橋区間（バラスト軌道、防音壁あり） 71～76dB

高架橋区間（スラブ軌道、防音壁あり） 75～80dB

- 鉄道騒音の音源については、①車輪とレール、②駆動系（主電動機等）、③構造物に分かれる。

その詳細と対策は、以下のとおりとなっている。

- ① 車輪とレールについては、転動音、レールの継目で起こる衝撃音、急曲線区間でのきしみ音（きしり音）などがある。

このうち、転動音については、車輪とレールに微小な凹凸があるため加振力が生じ、双方が振動することによって発生する。

対策としては、使用に伴い凹凸が大きくなる（車輪の「フラット化」、レールの波状磨耗など）ので、車輪を真円に近づける転削、レールの削正を行う。これらの管理による転動音の低減効果は、最大で7.5dBとされる。

- ・ レールの継目での衝撃音に関しては、継目部の騒音が中間部と比較して5～8dB大きいというデータがある。

その対策として、ロングレール化（継目の溶接）によって継目の隙間をなくす方法が一般的である。ロングレールの端は伸縮継目としてレールが斜めに重なって接続されている。

伸縮継目の片方はトングレールという先端が尖ったレールを用い、もう一方の受けレールは、トングレールに斜めに重なって接続しながら外側に反向曲線状に曲げられている。温度変化によるレールの伸縮は、受けレールで対応する。

- ・ 急曲線区間でのきしみ音については、車輪への制振リングの取り付け、塗油、散水で対応している。

② 駆動系では、電車の場合、主電動機ファン音が問題となる。

主電動機ファン音は、主電動機と同軸で高速回転する冷却用ファンから発生する空力音で、M車（電動車）からの騒音レベルは、速度の6乗に比例する。

旧国鉄車両に多かった外扇形モータ（冷却用ファンがモータ枠の外側にあるタイプ）では、鉄道騒音のうち主電動機ファン音がもっとも大きい音源であった（12.5m地点で78.5dBの鉄道騒音が発生、うち主電動機ファン音の寄与度は83%と推定）。

その後、ファン構造の改良が進められ、内扇形モータ（冷却用ファンがモータ枠の内側にあるタイプ）では、12.5m地点で72.5dB、主電動機ファン音の寄与度は33%と、外扇形と比べ騒音が減少した。

現在では、ファンを使わない全閉型主電動機が開発されている。主電動機について、永久磁石電動機の採用などで、モータを小型化、高効率化し、発熱量を減らすとともに、発生した熱は、熱伝導により主電動機の表面に伝え、放熱フィンなどから放熱する仕組みとなっている。更なる低騒音化に加え、電動機内部に塵埃（じんあい）が侵入せず保守省力化にも資するため、導入が進んでいる。

③ 構造物騒音は、車輪・レール間で発生した振動が構造物に伝わって放射される音である。コンクリート橋と鋼橋では、一般的に後者の方が構造物音は大きい。

対策としては、①で挙げた車輪・レール間の加振力低減がある。

さらに、レール・構造物間の振動伝達を遮断する対策があり、バラスト軌道では、バラストの下へのバラストマットの敷設、コンクリート・マクラギの下をウレタンゴムなどの軟らかい材料で覆った有道床弾性マクラギを用いるなどの対策がある。また、コンクリートを用いるスラブ軌道は、砕石を敷くバラスト軌道より騒音・振動が大きく出るため、上記のほか、吸音効果を狙ったスラブ軌道への砕石の散布やレールの下への低ばね軌道

パッドの取付けなどの対策がとられている。また、最近では、ラダーマクラギ（後述）をコイルバネで支持したフローティング・ラダー軌道の導入も進められている。

このほか、橋梁（きょうりょう）部材の制振、鋼橋下面への遮音板の設置などがある。

- ・ コンクリート構造の高架橋では、防音壁を設置するのが通常であるが、その形状についてみると、直立型のほか、より騒音低減効果が高い逆L字型、Y字型などがあり、新幹線では逆L字型防音壁の設置が進んでいる。

また、騒音低減効果をさらに高めるため、吸音パネルや干渉型防音装置を設置するようになっている。

吸音パネルは、メーカーにより様々な素材を用いているようだ。2枚の板の間にグラスウールなどの吸音材を挟むものや、2枚の板のうち鉄道側が吸音素材でできているものなどがある。

干渉型防音装置は、入射音と反射音を干渉させて騒音を減衰させるものである。

- ・ このほか、上記の防音壁では高層建築物への音の遮蔽が難しい（特に、複々線など高架橋の幅が広い場合）ため、線路と線路の間のレールの近接位置に低い防音壁（線間防音壁又はレール近接防音壁）を設置して、車両下部からの騒音を防ぐことも行われている。

- 上記①～③を通じて、車両の軽量化も有効であり、最近製造される車両の構体（主構造）は、普通鋼より板厚を薄くできるステンレス鋼やアルミニウム合金を用いるものが大半を占めている。

これは、高速化への対応、省エネや軌道への負担軽減にも資する。なお、普通鋼では腐食防止のため塗装が必要だが、ステンレス鋼もアルミ合金も、基本的には塗装が不要のため、塗料の溶剤による環境問題も抑えることができる。

- ・ 台車については、初期の鋳鋼製台車枠から溶接組立台車枠へ、また最近では、ボルスタ（枕ばり）がなく、構造がより簡略化されたボルスタレス台車の導入が進んでいる。

## (2) 新幹線騒音の音源と対策

走行中の新幹線からは、空力音、転動音、集電音、構造物音など多種多様な騒音が発生する。

転動音は速度の2～3乗に比例するのに対し、空力音は速度の6乗に比例する。このため、車両下部音の音源別寄与度を見ると、275 km/h では転動音が8割以上を占めるが、360 km/h では空力音が75%近くになる。

- 空力音の低減対策としては、風を切る場所を減らすことが有効であり、車体表面の平滑化のため、台車カバー、ドアや窓の車体との段差解消、車両間の隙間をなくすカバー（車間幌（ほろ）、一部車両では全周平滑幌）の導入などが進められている。

また、パンタグラフについても、「く」の字型をしたシングルアーム・パンタグラフやパンタグラフ・カバー、パンタグラフを支える碍子（がいし）についての低騒音型碍子や碍子覆いなどの対策のほか、1編成当たりのパンタグラフは2基とし、うち1基は折り畳み、1基だけで集電する方式も導入されている。

- 一方、車両下部から発生する空力音や転動音を抑えるため、最近の車両では、車体下部への吸音パネルの設置が始められた。これは、車両下部音が防音壁と車体との間で反射を繰り返す、防音壁外部に騒音が逃げていくことを防ぐ効果がある（約 0.9dB）。なお、吸音パネルは、防音壁より車両に取り付けた方が、コスト面で有利となる。

- 新幹線の高速化に伴って対策が必要とされるようになったのが、トンネル微気圧波である。これは、列車が高速でトンネルに突入すると、トンネル内に圧縮波が形成され、反対側の坑口から外部に向かってパルス状の圧力波を放出するもので、「トンネル・ポン」と言われ、沿線に騒音・振動の環境問題を引き起こす。

その解決に資するため、先頭部のデザイン（ノーズの長さ）やトンネル入口の緩衝工設置などの対策が採用されている。

### (3) その他（最新の研究と対策）

#### ① レール防音材

レール防音材は、現在研究中の対策で、レールの頭頂部を除いた面を覆ってレールからの放射音を封じ込めようとするものである。内側はエチレンプロピレンゴム、外側は制振鋼板の2層構造となっており、レールを挟み込むように装着し、レール近傍で2dB、12.5m地点で1dBの低減効果がある。

#### ② ラダー軌道

従来のレールに対して直角に敷設するマクラギと異なり、プレストレスト・コンクリート（PC）製（注）の縦はりにレールを締結し、縦はりの間は鋼管製継材で繋いだ、梯子状の縦マクラギを用いた軌道のことを「ラダー軌道」という。

ラダー軌道は、PC 製縦はりが本来のレールとともに複合レールを構築する形態となり、剛性が向上するとともに、列車荷重を面で受けるため、横座屈（曲がり・ねじれ）に対する安定性が高く、道床に対する負荷も軽減されることから、安全性と保守の軽減に資する。

ラダー軌道の導入実績は、全国で約 60km になっている。

(注) プレストレスト・コンクリート (PC) は、PC 鋼材(強度が通常の鉄筋の 5～6 倍)を引っ張り、張力を与えた後にコンクリートに固定し、PC 鋼材が元に戻ろうとする力により、あらかじめコンクリートに圧縮力が掛かっている状態 (プレストレス) となったコンクリート材。

通常のコンクリートが、圧縮力には強いが引っ張り力には弱い性質を持つのに対し、PC では荷重が掛かっても、引っ張り力が発生しないか、又は制御することができ、材料のひび割れを防ぐことができる。

- ・ バラスト・ラダー軌道

ラダー・マクラギをバラスト軌道に用いたものが、バラスト・ラダー軌道であり、通常のバラスト軌道と比べて列車荷重が分散されるため、バラストの沈下と砕石の破損を遅らせる効果がある。

- ・ フローティング・ラダー軌道

コンクリート路盤で用いられ、路盤とラダー・マクラギとの間に防振材や防振装置をはさんでラダー・マクラギを支持する方法で、騒音・振動を軽減し、構造物騒音の解消に大きな効果がある。

種類としては、路盤に台座を設置し、下面にポリウレタン防振材、側面に緩衝材を介してラダー・マクラギを支持するもの、低剛性バネの防振装置を設置するものがある。

本稿は、はじめ鉄道騒音の音源やその低減対策について、記述する予定だったが、折りしも、昨年 10 月に WHO のガイドラインが改定され、具体的な数値が新たに示されたことから、これについても簡単に記述した。同ガイドラインは作成されたばかりだが、こんにち環境や健康を守るための取組みが国際的に求められるようになっており (SDGs のような包括的な取組みも進められている)、今後どのような影響があるか注目される。

さて、上記のように、鉄道騒音は様々な音源があるが、それぞれ低減対策が進められている。それらの対策は、同時に車両の高速化、保守の省力化、省エネなどにも資するように作られている。また、対策の進展に伴い、鉄道車両 (例えば、新幹線の先頭形状など) や高架橋、線路なども目に見える変化が起きている。

今後も、更なる対策の進化が期待される。