

# 環境工学に関する最近の研究開発

環境工学研究部  
部長 飯田 雅宣

## 1. はじめに

環境工学は、環境問題を解決するための技術を扱う工学である。鉄道には、地球環境、沿線環境、駅環境、車内環境と、対象とする空間スケールに応じた様々な環境問題があり、鉄道総研では、車両、施設、電気等、各技術分野が連携し、広範囲に研究を進めている(図1)。ここでは、沿線環境問題(図2)を中心に、その他の問題も含め、最近の研究開発の状況を紹介する。

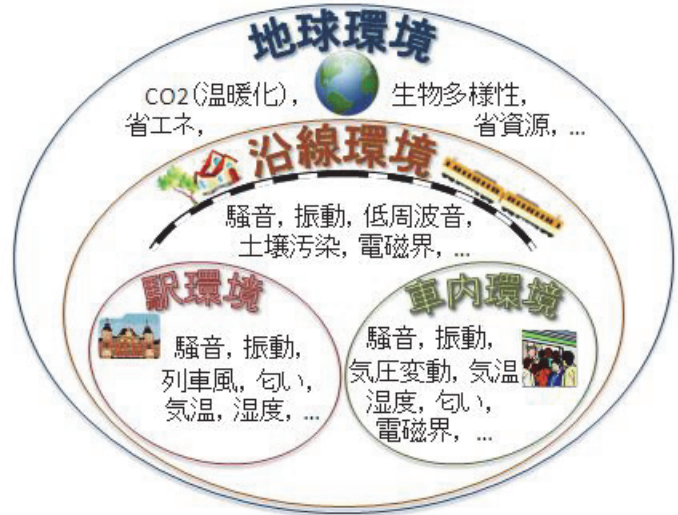


図1 鉄道の環境問題

## 2. 沿線騒音

環境庁(現、環境省)より、昭和50年に新幹線鉄道騒音に係る環境基準が告示され、平成7年に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が出されている。現在、新幹線騒音の主要な音源は、空力音、転動音、構造物音であり、在来線の主要な音源は、転動音、構造物音、主電動機ファン音である(在来線では、急曲線区間におけるきしみ音、レール継目部の衝撃音などの特殊条件で発生する騒音も重要である)。

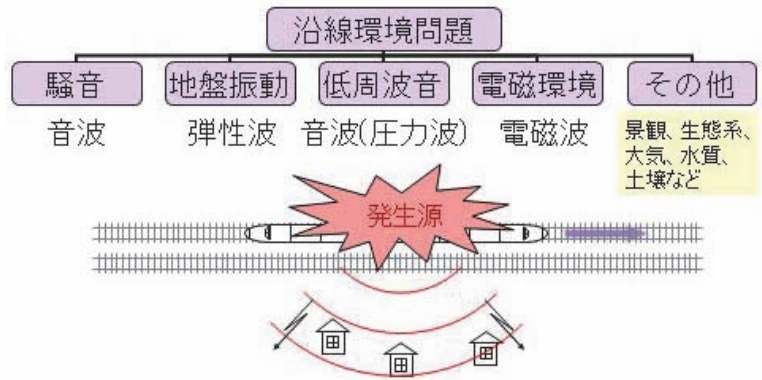


図2 鉄道の沿線環境問題

鉄道総研では、これら各音源の分離解析法および各音源に対する予測評価手法と低減対策の研究を行っている。以下に、研究課題の例を挙げる。

(1) 速度向上時、大規模改良時、新線建設時等の事前の騒音予測評価ツール

新幹線騒音の予測評価手法、在来線騒音の予測評価手法、トンネル坑口騒音の予測評価手法、高所空間における騒音の予測評価手法、騒音測定値に及ぼす家屋等周辺状況の影響評価手法

(2) 音源分離のための計測法

風洞試験及び現車試験用の音源分布計測のハードウェアおよびソフトウェア（各種マイクロホンアレイ、楕円体型反射板式指向性マイクロホン）

(3) 空力音の評価と対策

風洞試験による空力音の評価法（図3）、空力音の数値シミュレーション、集電系空力音の低減対策、車体間隙部および台車部の空力音低減対策、多孔質材による空力音低減対策（図4）

(4) 転動音の評価と対策

転動音の予測評価手法（図5）、レール防音材による低減対策

(5) 構造物音の評価と対策

構造物音の予測評価手法（図5）、制振材による鋼鉄道橋の低騒音化、各種防振軌道（D型弾性まくらぎ直結軌道、フローティング・ラダー軌道など）の開発（図6）

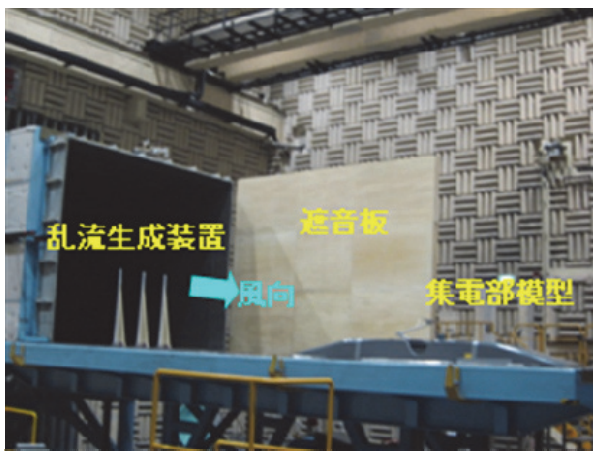


図3 風洞試験による空力音の評価

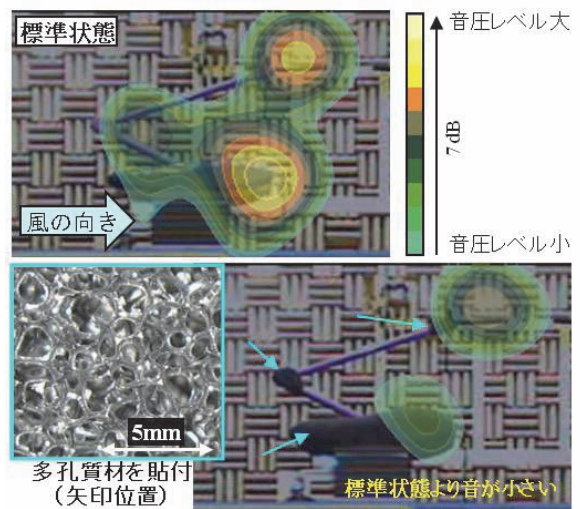


図4 多孔質材によるパンタグラフ空力音の低減

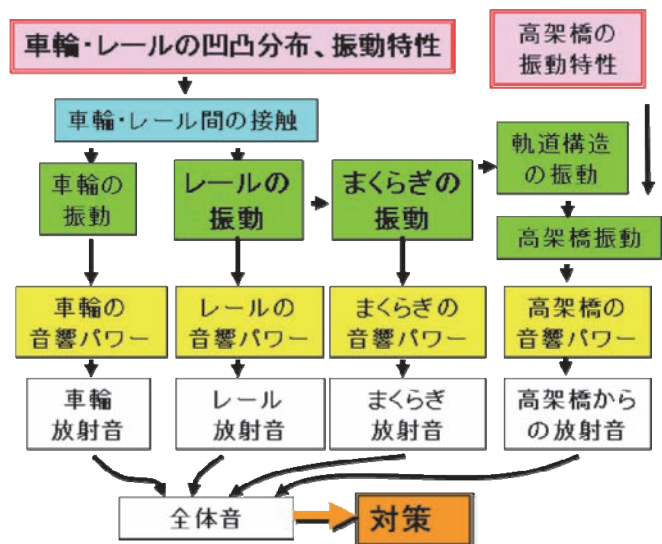
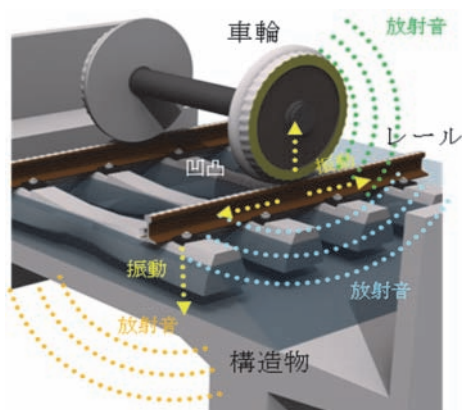


図5 転動音・構造物音の発生メカニズムと予測評価手法

### 3. 沿線地盤振動

新幹線の振動については、昭和 51 年に環境庁より勧告がなされ、振動の評価指標および対策の指針が示されている。地盤振動は、地平、盛土、高架橋、トンネルなど種々の状況で発生し、その大きさは地盤条件にも依存する。鉄道総研では、地盤振動の予測評価手法と低減対策の研究を行っている。以下に、研究課題の例を挙げる。

#### (1) 地盤振動の予測評価手法

新幹線地盤振動の速度依存性の評価法、軌道不整と地盤振動の関係解明、トンネルからの地盤振動の伝播特性（図 7）、沿線建物における地盤振動予測

#### (2) 地盤振動の低減対策法

各種振動対策（車両軽量化、低ばね軌道パッド、地中壁等）の低減効果評価法、防振軌道（D型弾性まくらぎ直結軌道、フローティング・ラダー軌道など）の開発（図 6）



フローティング・ラダー軌道



D型弾性まくらぎ直結軌道

図 6 構造物音、地盤振動の対策例

### 4. 沿線低周波音

現在、低周波音に対して、公的な環境基準はないが、環境省は、平成 16 年に低周波音問題対応の手引書を公表している（環境省では、100Hz 以下の可聴音と 20Hz 以下の不可聴音を含めて低周波音と呼んでいる）。新幹線の低周波音としては、トンネル微気圧波が代表的であり、整備新幹線の環境アセスメントにおいても評価項目の一つになっている。以下に、研究課題の例を挙げる。

#### (1) トンネル低周波音の評価と対策

トンネル微気圧波の予測評価手法、トンネル微気圧波の低減対策（トンネル緩衝工、列車先頭部、図 8）、トンネル低周波音の現象解明と対策（トンネル突入・退出波、トンネル枝坑通過波、トンネ

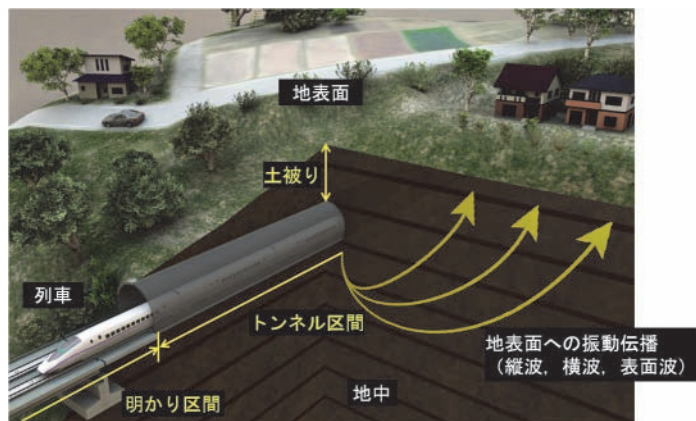


図 7 トンネルからの地盤振動

ル連続波など、図9)

(2) 明かり区間低周波音

列車通過時圧力変動の予測評価と対策、明かり区間低周波音の現象解明（空力低周波音、構造物低周波音）、明かり区間近傍構造物通過波の予測評価と対策

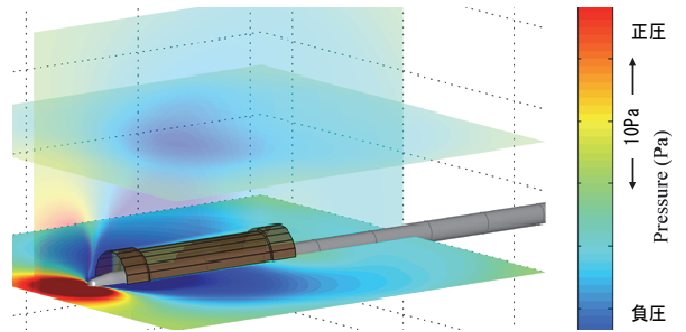


図8 トンネル微気圧波低減対策（緩衝工と先頭部）

図9 短いトンネルから発生する圧力波の解析

### 5. その他の環境問題

以上述べた沿線での騒音・振動に関わる諸問題以外にも、環境に関わる様々な課題に取り組んでいる。以下に、研究課題の例を挙げる。

(1) 温熱環境

駅の温熱環境の予測評価法、地下鉄・トンネルの温熱環境の予測評価法

(2) 空気抵抗（地球温暖化防止、省エネルギー）

新幹線車両の空気抵抗の評価と低減対策、在来線車両の空気抵抗の評価と低減対策（図10）

(3) 電磁環境

電気鉄道の電磁界に関する規格・ガイドラインの調査、電磁界の安全性評価

### 6. おわりに

鉄道は、エネルギー効率の高い、地球環境に対して優れた交通機関であるが、大型重量物である列車が高速で走行するため、沿線、駅、車内の環境に様々な影響を及ぼす。これらの諸問題を緩和・低減して、鉄道の発展に貢献する所存である。



図10 在来線先頭車両の空力特性改善に関する走行試験