

## レール放射音の音響特性とその評価法

北川敏樹 D.J. THOMPSON

鉄道騒音の主音源の一つである転動音は、車輪とレール表面上の凹凸に起因した加振力が両者を振動させ発生する音である。転動音に係わる現象を解明するため、アレイ指向性マイクロホン（以下、アレイ装置）を用いた現地試験やTWINS等の理論モデルを用いた解析が行われている。本報告では、レール振動から発生する音を測定し、その音響特性の評価を行った（図(a)）。その結果、レール振動が遠方まで伝搬される周波数域（800Hz以上）では、レールを伝搬する曲げ波と音の波数の比で決定される特性の方向にレールは音を強く放射した。したがって、アレイ装置を用いた転動音の測定を行う場合、この周波数域では、正面方向に鋭い指向性を有するアレイ装置はレール放射音の大部分を測定していないことがわかった。また、レール放射音の特性を模擬するためには、レールを伝搬する曲げ波の振幅と位相を考慮した相関性点音源列で構成した音源モデルが適切であることが明らかになった（図(b)）。

(鉄道総研報告, 2010年9月号)

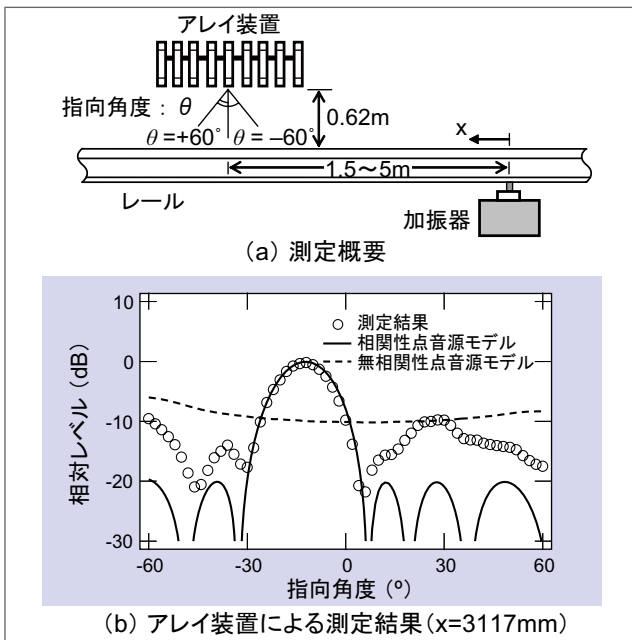


図 レール放射音の測定概要と結果(上下方向振動, 2000Hz)

## コンクリート高架橋における構造物音の予測手法

半坂征則 佐藤大悟 間々田祥吾 鈴木実 長倉清

桁部材の振動に起因する構造物音を予測することが求められている。構造物音予測のためには構造物の振動解析が必要であるが、有限要素法などの従来の手法では構造物に対して音の領域に係わるkHzオーダーの周波数まで精度良く解析できないなどの課題を有することが認められた。そこで、曲げ振動解析を構造物全体に拡張した新たな振動解析手法およびそれによる振動解を用いた構造物音予測手法を開発した。開発した振動解析手法は、構造物を部材ごとに分割したうえで簡単な要素でモデル化したこと、および振動解の形として振動モードを考慮した試行関数を導入することにより高周波数範囲まで効率良く計算できるようにしたことを特徴としている。新幹線コンクリート高架橋の床版近傍騒音の計算と実測を行った結果、計算値は実測値に近い値を示し（図）、同予測手法によりコンクリート高架橋の構造物音が概ね予測できることが認められた。

(鉄道総研報告, 2010年9月号)

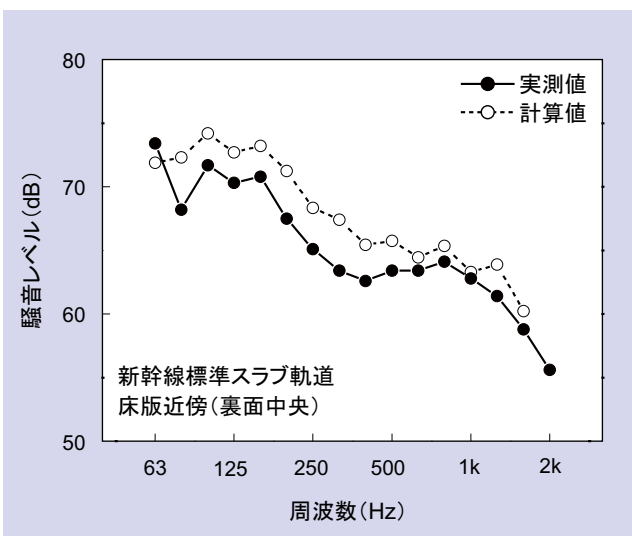


図 床版近傍(裏面中央)点の騒音の計算値と実測値

## 風洞試験における流れ場の非定常測定と音源構造の推定

宇田東樹 山崎展博 高石武久

高速鉄道における空力音は、全体の騒音レベルに対する寄与度が高く、より一層の低減が求められている。空力音の発生源は流れ場中の渦度の非定常運動であり、これを実験的に測定することができれば、空力音の発生メカニズムや詳細な音源構造に関する知見が得られ、今後の騒音低減に役立つと考えられる。

本報告では、小型風洞において、流れ場を高時間分解能で測定し、空力音源を予測する手法を開発した。これを用いて円柱まわりの空力音源に関して、マイクロホンによる実測音圧と本手法による推定音圧とを比較した。その結果、円柱のエオルス音周波数において強い相関が認められ、本手法の有効性が確認された(図1)。また、図2に示すような空力音源の分布を求め、遠方場における音源位置別の空力音の寄与度を算出した。さらに、円柱の軸方向に関しても空力音源のコヒーレンスおよび位相構造を算出し、その影響を評価した。

(鉄道総研報告, 2010年9月号)

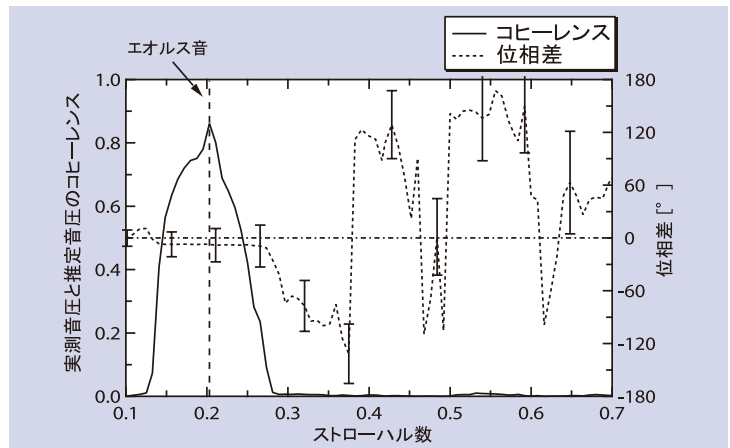


図1 マイクロホンによる実測音圧と推定音圧との比較

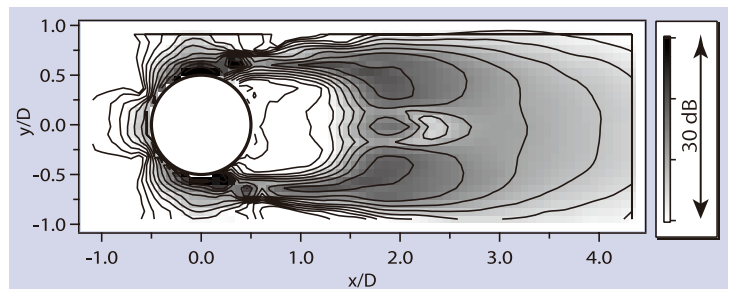


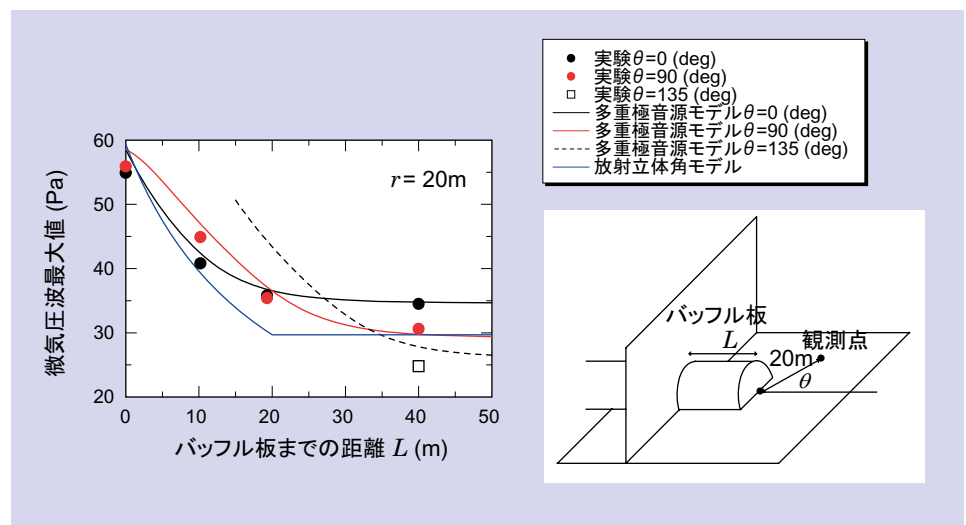
図2 本手法により算出された円柱周りの空力音源分布

## トンネル坑口周りの地形を考慮した微気圧波放射モデル

宮地徳蔵

本報告では、トンネル坑口まわりの地形がトンネル微気圧波に与える影響を精度よく再現するため、境界積分表示式に基づく理論解析を行い、新しい微気圧波予測モデル(多重極音源モデル)を提案した。次に、本モデルを検証する模型実験を行い、地形の影響を簡略化していた従来の予測モデル(放射立体角モデル)に比べて、本モデルはやや簡便性に欠けるが、微気圧波の予測精度がより向上することを確認した。

(鉄道総研報告, 2010年9月号)



## トンネル内圧縮波と列車の交差時に発生する車内衝撃音

福田傑 宮地徳蔵 高見創 斉藤実俊 菊池淳

長大スラブ軌道トンネル内を走行する列車が対向列車のトンネル突入により形成されトンネル内を伝播する圧縮波と交差するとき、車内で衝撃音が発生することがある。そこで車内の衝撃音とトンネル内を伝播する圧縮波を同時に測定し、現象解明と低減対策の検討を行った。

その結果、長大スラブ軌道トンネルで急峻化した圧縮波が列車と交差するときに車内の音圧に鋭いピークが生じ、それが車内で衝撃音として聞こえることが確認された。そして、車内の衝撃音の音圧や体感と圧縮波の波面圧力勾配最大値関係より、列車からみた圧縮波の波面圧力勾配最大値がおよそ 25 kPa/s を超えると車内で衝撃音が発生することが明らかになった(図)。さらに低減対策法として、測定を実施した列車とトンネルを対象に、数値計算によりトンネル坑口の明り巻部に設置する開口部の効果を調べた。その結果、対向列車突入時対策により圧縮波の波面の圧力勾配を小さくすることで、車内衝撃音が低減可能であることがわかった。

(鉄道総研報告, 2010年9月号)

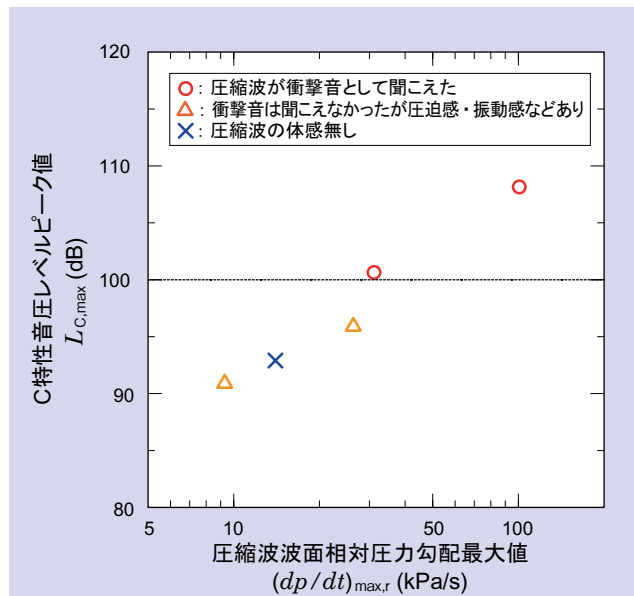


図 列車からみた車外の圧縮波の相対圧力勾配最大値  $(dp/dt)_{max,r}$  と車内衝撃音のC特性音圧レベル(時間重み特性:FAST)ピーク値  $L_{C,max}$  の関係

## のり面雑草抑制機能を有する植物の探索

早川敏雄 志村稔 京谷隆

のり面などの雑草は、見通しの低下や景観の悪化などをもたらすため、適切に管理することが求められている。除草剤の使用が制限される風潮のなか、最近では天敵などの自然界の仕組みを雑草管理に利用することにも関心が持たれるようになってきた。本研究では、植物が根や葉から化学物質を分泌して競争相手である他の植物の成長を阻害するアレロパシーと呼ばれる機能に注目し、のり面でも生育できそうな植物の中からアレロパシー作用が強い植物を選抜することを試みた。茎葉部から溶出する物質によるアレロパシー作用を比較した結果、いくつかの候補植物の中からキク科の植物を選定した。また、この植物がもつアレロパシー物質について若干の検討をした結果、カテ

キン誘導体がアレロパシーに関与していることを示唆する結果を得た。さらに多くの植物を調べることで、雑草管理に利用できる強力なアレロパシー植物が見つかる可能性がある。

(鉄道総研報告, 2010年9月号)

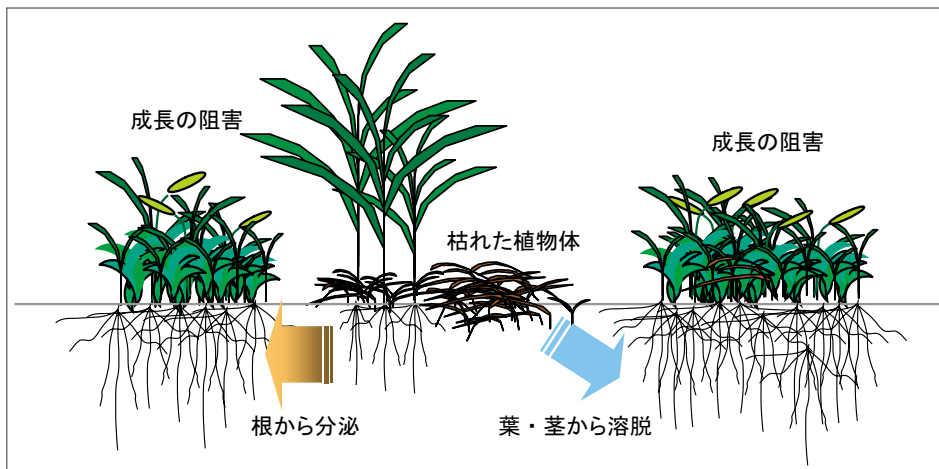


図 アレロパシー作用のイメージ

## 地下水汚染検知微生物センサーの開発

志村稔 池畑政輝 潮木知良 吉江幸子 早川敏雄

微生物を利用した地下水モニタリング技術の開発を目的に、嫌気性細菌を利用したトルエンセンサーの研究開発を行った。嫌気性細菌 *Azoarcus sp.* DSM9506 株は嫌気環境下に於いてトルエンを分解する。この細菌が有するトルエン分解遺伝子に緑色蛍光タンパク質遺伝子やガラクトース加水分解遺伝子を連結してレポーター遺伝子を作成した。緑色蛍光タンパク質遺伝子をレポーター遺伝子として使用すると、トルエンの存在を蛍光として検知できることが分かった。さらに、ガラクトース加水分解遺伝子をレポーター遺伝子とすると、発光性検出薬を用いることによって、発光量からトルエン濃度が推定できることを確認した。トルエンの水質管理目標値は0.2mg/l以下であるが、トルエン濃度0.01~1.0mg/lの範囲において、発光量とトルエン濃度が相関を示した。これらのことから、今回開発した微生物センサーは十分なトルエン検知能力を有していると考えられる。

(鉄道総研報告, 2010年9月号)

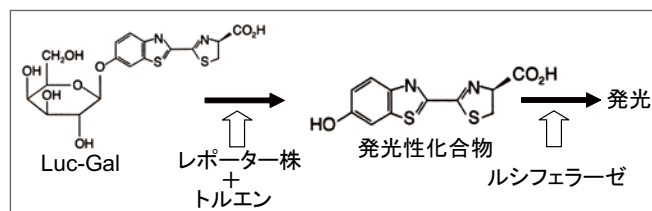


図1 発光によるトルエン検知の原理

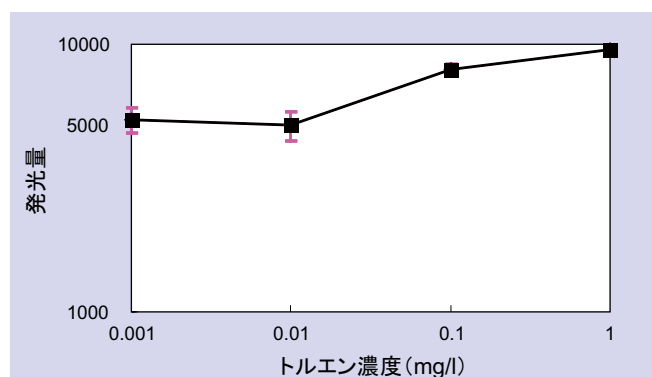


図2 トルエン濃度と発光量との相関

## 駅における浮遊微生物量と衛生環境に関する主観評価との相関

川崎たまみ 京谷隆 潮木知良 伊積康彦 早川敏雄

微生物の存在は、単に視覚的な衛生感を損ねるだけでなく、不快感や空気環境を左右する悪臭の原因となることが報告されている。既報では、一年間にわたって駅構内の空中浮遊微生物量を調べ、空中浮遊真菌量は地下構内にて、空中浮遊細菌は改札付近にて多くなる傾向があること等、その検出パターンが空中浮遊真菌と空中浮遊細菌とは異なることを報告した。本報告では、駅構内の衛生環境に対する主観評価において、駅構内に浮遊している微生物量がどのように影響しているかを相関及び重回帰分析により調べた。

その結果、駅構内の「きれいさ」及び「におい」のいずれについても、空中浮遊真菌量のほうが、空中浮遊細菌量よりも主観評価に対して与える影響が大きく、また「きれいさ」よりも「におい」を評価するほうが、より適切に評価できることが分かった。

(鉄道総研報告, 2010年9月号)

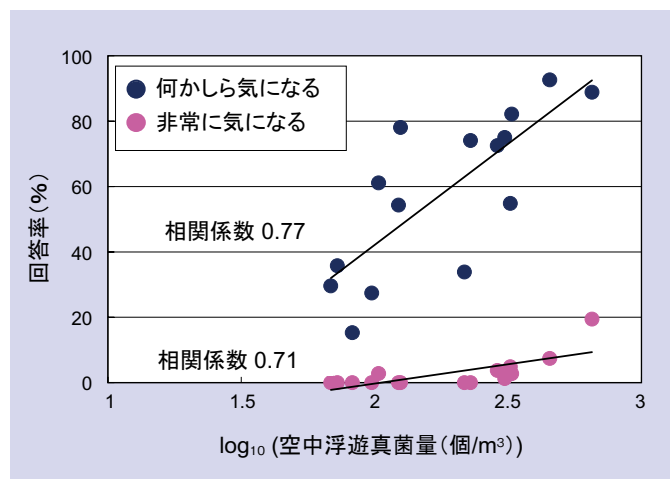


図 「におい」に対する回答率と空中浮遊真菌量の常用対数との相関

## 横風を受ける盛土上の流れの数値シミュレーション

中出孝次 鈴木昌弘

強風時の鉄道の安全・安定輸送を実現するためには、車両の横風に対する空力特性を把握することが重要である。この空力特性は一般的に線路構造物の影響を受けるため、空力特性に関する詳細な知見を得るためには、まず線路構造物により変化を受ける横風の風速分布を調べる必要がある。そこで、本研究では、詳細な流れ場（非定常3次元流れ場）の知見を得ることを目的に盛土上の流れの数値シミュレーションを実施した。接近する自然風（地上面近傍の乱流境界層）を模擬できる専用の流体解析プログラムを開発するとともに、盛土上の流れを対象として風洞実験と同一のモデル・条件に対する流れのシミュレーションを行った。風洞実験結果との比較検証においては、概ね妥当な結果が得られた。また、数値シミュレーションによって盛土付近の詳細な流れ場の情報が得られた。

（鉄道総研報告，2010年9月号）

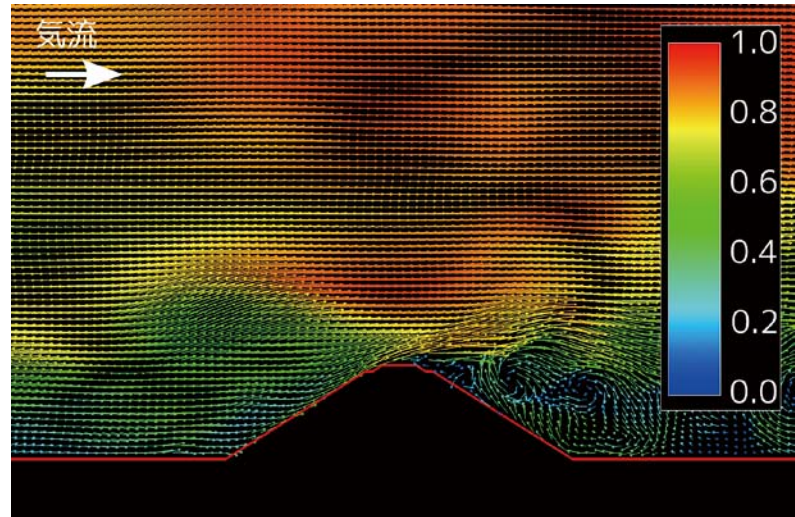


図 瞬時の盛土付近の速度ベクトル  
（線路に対する風向角70°（90°の場合、真横の風）、色は速度の大きさ）