

# 模型実験による道路騒音の伝搬の検討

Propagation of road traffic noise by scale model

石井 聖光\*・山口 道征\*

Kiyoteru ISHII and Michimasa YAMAGUCHI

## 1. は し が き

都市における交通騒音問題の実態は、交通状況、道路周辺の建物の状況などが極めて複雑多岐に渡るため、研究に当ってこれを解析し整理した形で理論と対応させることが大切で、単純化したモデルによって理論と実際を一つ一つ結びつけてゆくことが問題解決の早道であろう。

このためには合理的な実験計画と交通騒音を対象とした模型実験装置の開発が必要である。この研究に当ってわれわれは室内音響の分野で多年に渉って蓄積した音響模型実験技術をもとに、交通騒音を対象とした実験装置の整備、拡充を行ってきた。

本実験を開始する前に予備的な模型実験を行ない良好な結果をえた。現在これをもとに本実験を始めようとしているが、本文では現在までの経過を報告する。

## 2. 模型実験法

### (1) 相似則の問題

音の模型実験では、模型と実物の間の相似則を満たすために、模型の寸法と音の波長の関係を実物の場合と同じにすることが必要である。したがって  $1/n$  模型では  $1/n$  の波長の音、すなわち  $n$  倍の周波数の音を用い、さらにこの  $n$  倍の周波数の音について実物と同じ吸音率をもつ材料を使い、また  $1/n$  の伝搬距離について同じ減衰がおこるようにすることが必要である。

筆者らの研究室では音楽堂などの室内音響に関する模型実験のために吸音材を開発し、また媒質として空気かわりに窒素を用いることによって音の伝搬にともなう空気中の吸収を相似させることに成功しており、交通騒音など屋外における騒音の伝搬の模型実験についても、これらに応用することによって技術的にはほぼ完全に相似則を満たすことができる。しかし実験の簡便さなどの理由から媒質に窒素を用いることは広い屋外をシミュレートした実験では無響室全体を置換しなければならないため、実際問題として大きな困難があるので、高音部での伝搬にともなう吸収は別途必要に応じて補正することとし、窒素置換を行なわない無響室で実験した。

### (2) 計測機器

a. 音源：セナーダイオードを用いた白色雑音発生器

を雑音信号源とし、増幅して自動車騒音の指向性に相似させたスピーカを道路模型に取り付けた。すなわち昭和46年に谷田部の日本自動車研究所のテストコースで実測したトラック、バスの騒音指向性<sup>1)</sup>と西独で測定された乗用車騒音の指向性<sup>2)</sup>が、垂直面では低音部で無指向性に近く、高音になるにつれて上方が弱くなることに着目して、ステレオなどの高音用スピーカとして用いられるホーン付動電型スピーカのホーンを取除いて無指向性に近づけ、高音部での指向性を調整するためにグラスウールを取付けた。これを道路模型に20ヶ並らべて取付けた外観は図1のようで、スピーカ1ヶの垂直指向性と周波数特性の実測結果は図2、3のようであった。

b. 受音機器：模型実験ではマイクロホンの寸法も音場を乱さないために現場測定用のものの  $1/n$  程度にすることが望ましい。しかしマイクロホンを小型にすると感度が著しく低下するので直径6mmのコンデンサマイク

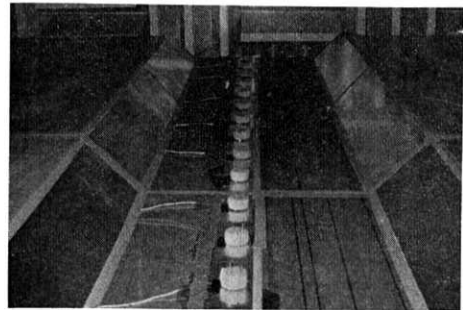


図1 音源のスピーカを取付けた道路模型

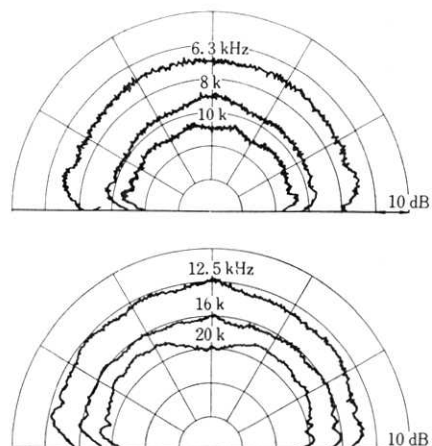


図2 スピーカの垂直指向性

\* 東京大学生産技術研究所 第5部

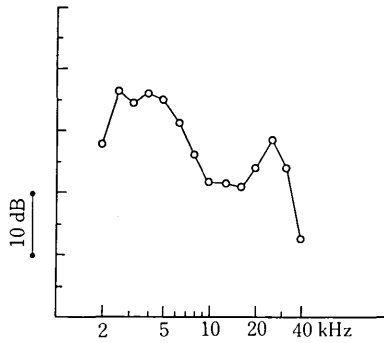


図 3 スピーカの周波数特性

ロホン (Bruel 社, 4135 型) を用い, これを増幅してから自乗積分回路を通して音のエネルギー平均値を求めた。

c. 音像移動装置: これは道路模型に取付けたスピーカを順次切り換えて自動車走行をシミュレートした移動する騒音を発生させる装置である。この装置には 10 台の自動車に相当する独立した白色雑音発生器 10 台を持ち, これらは 10 系統の独立した音像移動用切換装置に接続されている。各系統は 20 接点に順次切り換えられ, その切換速度は各系統ごとに任意に変えることができる。これら 10 系統 20 接点を接点ごとに混合して 1 系統 20 出力として 20 台のメインアンプを経て前記のスピーカへつながれている。切換速度は電子制御モータによる連続可変で, 道路模型の縮尺に合せて走行速度をメータで直読できるようになっている。この装置の構成図は図 4 のようであり, この装置を利用すれば異なる速度と騒音の 10 台の車が走行する場合のシミュレーションを行なうことができる。

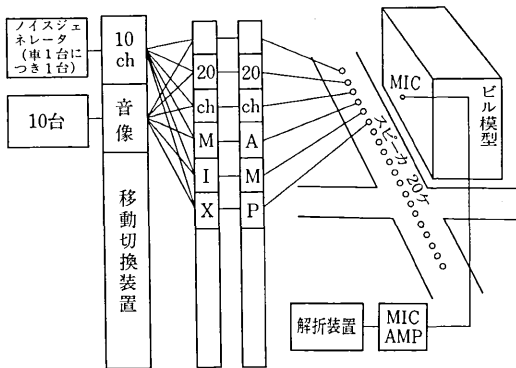


図 4 音像移動装置の構成図

### 3. 模型実験

#### (1) 開放平坦道路からの騒音伝搬

野原の中央を高速道路が走っている場合のように, 広く開けた平らで凹凸のない地形の所に真すぐ設けられた道路からの騒音の伝わり方については既に多くの研究があり, 理論と実験の結果もよく一致している。

そこで今回試作した実験装置の性能をテストするには

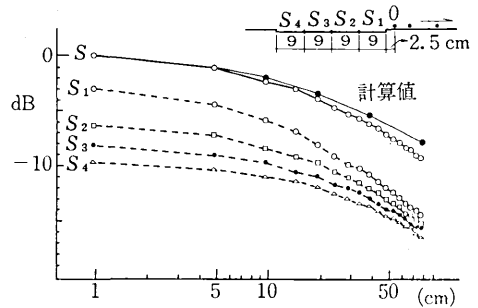


図 5 模型実験による開放平坦道路からの騒音の伝搬特性

このように伝搬特性が明らかな場合について模型実験を行なって実験結果が理論や現場測定結果と一致するか否かを確認することが必要である。

そこで幅 14.4 m の 4 車線道路 (1 車線幅 3.6 m) の 1/40 模型について, 車頭間隔 16 m で同じパワーの騒音を発生する車が走行する場合について, 道路から直角方向の騒音の距離減衰の測定を行なった。この結果は図 5 のようで,  $S_1 \sim S_4$  は 4 つの車線のうち一つを車が走行したときの距離減衰の実測値であり,  $S$  はこれらを加算したもので, 道路端から 1 m の点を基準にして計算値と比較するとよく一致している。なおこの計算には次の式を用いた。

$$\text{音圧レベル} = \text{PWL} + 10 \log_{10} \left( \frac{1}{2dl} \right) \tanh 2\pi \left( \frac{l}{d} \right)$$

PWL: 1 台の車からの騒音のパワーレベル

(re  $10^{-12}$  ワット)

$l$ : 道路からの距離

$d$ : 車頭間隔

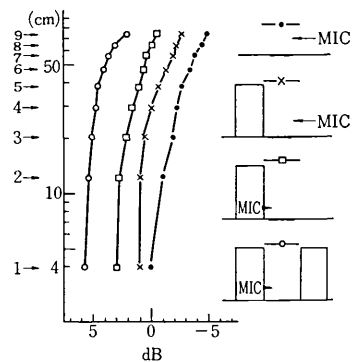


図 6 道路沿い建物の窓面の騒音

(2) 道路沿いの建物の窓面の騒音

道路沿いの建物では、交通騒音が両側の建物の外壁に何回も反射するために窓面では音圧の上昇がみられる。この状況を模型実験で検討するために、前述の開放平坦道路模型の両側に 3.5 m の歩道をとって幅 36 m、高さ 32 m、奥行 18.5 m の建物の 1/40 模型をつくり、これが道路の片側にあるとき、両側にあるときの建物の窓面音圧を測定した。この結果は図 6 のようで、片側のみ建物のある場合約 3 dB、両側の場合約 6 dB の音圧上昇がみられた。また上階へゆくに従う音圧の低下は最上階（9 階）で約 3~4 dB であった。

果であり、一般の交通騒音のスペクトルとの差による補正等は未検討である。建物の窓面音圧については両側の建物間の多重反射と考えて理論計算も試みたが、この実験結果とよい一致をみた。しかしこれらは現在進めている本格的な研究の予備段階として実施したもので、この結果から自信をえて本実験へ進んでいる。

(1972 年 11 月 27 日受理)

参 考 文 献

- 1) 石井, 山口: 日本自動車研究所研究報告, 近刊.
- 2) E. J. Rath'e: Acustica, Vol. 17, No. 5, 1966, p. 268.

4. おわりに

以上の実験は図 3 のようなスペクトルの音に対する結

次 号 予 告 (3 月 号)

研 究 解 説

人動車の特性に関する研究.....平 尾 収

研 究 速 報

ON A METHOD TO OBTAIN DAMPING RATIOS BY THE POWER SPECTRUM OF IMPULSE RESPONSE.....三 井 公 之 彦  
佐 藤 忠 彦

有限要素法による電解反応の解析 第 3 報.....川 井 忠 彦  
藤 井 多 一 昭  
本 多 原 正  
渡 邊 哲

一方向凝固させたアルミニウム—銅合金薄板の結晶方法について.....片 岡 邦 郎  
一 高 山 正 富  
高 山 沢 文 植 雄 外

矯正機の支点配置が矯正材の最終曲率におよぼす影響.....荒 木 甚 一郎  
山 本 直 道

EXPANSION PRESSURES OF EXPANSIVE CEMENTS AND RELATED INFLEUNCING FACTORS.....小 阪 林 一 輔  
伊 藤 好 利 史 治

タングステン粒界構造の電解イオン顕微鏡観察.....石 田 洋 一  
D. A. Smith

耐震ダンパーに関する研究 (第 1 報).....川 股 重 也  
米 田 裕 彦  
半 谷 裕

Al-1% Mg 合金高温クリープ組織における転位の性格.....森 藤 文 雄  
石 田 洋 正 一 夫  
加 藤

研 究 室 紹 介

小 倉 研 究 室.....小 倉 磐 夫