

高架道路の裏面で反射した音の交通騒音レベルに 対する影響についての検討

真藤 利孝

東山 克美
(本社建築本部見積部)

平野 滋

繩岡 好人

Study on the Effect of Reflected Sound under the Surface of an Elevated Road

Toshitaka Shindo Katsuyoshi Higashiyama
Shigeru Hirano Yoshihito Nawaoka

Abstract

When an elevated road runs parallel above another road, the reflections from the under-surface of the elevated road cause an additional increase in the noise level. The authors studied the influence of reflections on the noise level by means of model tests and the control of reflection with absorbing materials. The results are given below. (1) The influence of reflections is small on the peak value and L_5 in noise level. (2) The noise level L_{50} is increased 2 to 4 dB by reflections. (3) If absorbing materials with absorption coefficient above 0.6 are applied to the undersurface of the elevated road, the noise level L_{50} increased by the reflections will be reduced to the level without the elevated road.

概 要

この研究は、日本碍子(株)の委託研究により実施したものである。高架道路が一般道路の上に平行して建設されるとき、一般道路を走行する自動車の騒音が高架道路の裏面で反射し、その結果交通騒音レベルが上昇する。そこで様々な道路条件および道路周辺条件について模型実験を行ない、交通騒音レベルが、高架道路の裏面で反射した音によりどのような影響をうけるかについて検討した。また反射音の防止方法の一手段として、高架道路の裏面の吸音処理について検討した。結果として次のことがわかった。(1) 高架道路の裏面で反射した音は、交通騒音レベルのピーク値および90%レンジの上端値に影響を比較的及ぼさない。(2) 中央値は、吸音してない高架道路の裏面で反射した音の影響により2~4dB 上昇する。(3) 吸音してない高架道路の裏面で反射した音の影響により上昇した中央値は、高架道路の裏面に吸音率0.6以上の吸音材を貼ることによりほぼ高架のない状態にもどすことができる。

1. まえがき

高架道路が一般道路の上に平行して建設されるとき、一般道路を走行する自動車の騒音が高架道路の裏面で反射し、その結果交通騒音レベルが上昇する。さらに、このような道路条件下では、高架道路の裏面で反射する音の他に、道路周辺にある建物による多重反射音も問題となることが多い。

そこで、様々な道路条件および道路周辺条件について移動点音源を用いた模型実験を行なった。これにより得たデータを電算機処理し、交通騒音レベルと交通量との関係を求めた。これらの実験結果および計算結果に基づ

いて、交通騒音レベルが高架道路の裏面で反射した音によりどのような影響をうけるかについて検討した。また、反射音の防止方法の一手段として、高架道路の裏面の吸音処理についても検討した。

2. 模型実験

2.1. 実験した道路条件および道路周辺条件

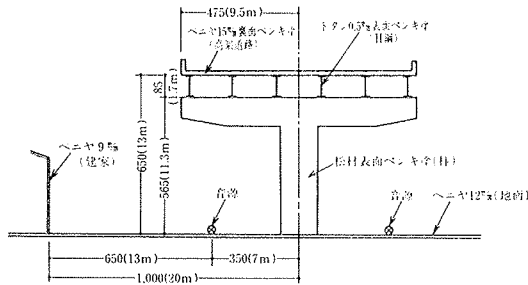
実験は、道路条件および道路周辺条件の組み合わせにより、図-1に示す9ケースについて行なった。

2.2. 実験方法

道路構造および道路周辺の建物は、実物の1/20スケールモデルを用いた。模型の概要を図-2に示す。

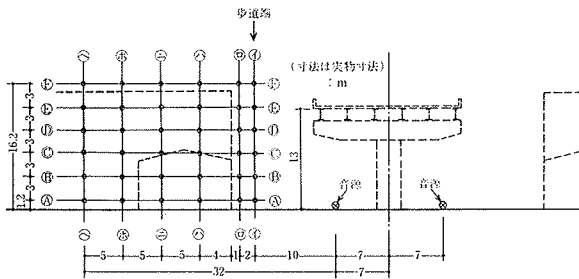
周辺条件 道路条件	建家なし	2階家あり	ビルあり
高架なし			
高架あり			
高架表面 吸音処理			

図一 実験した道路条件および道路周辺条件



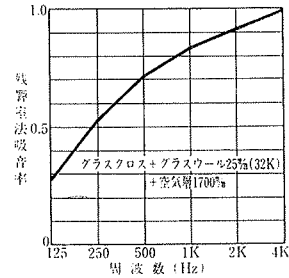
図二 模型の概要

一般に、自動車騒音の騒音レベルに対し、400 Hz と 1,000 Hz の成分が比較的相関があるといわれている。従って、模型実験は、実物の 400 Hz, 1 kHz に対応して、中心周波数 8 kHz, 20 kHz の 1/3 オクターブバンドについて行なった。また、実験に用いた音源は、市販ツイータを改良した円筒ホーンスピーカであり、モータにより一定速度で移動する。音源の走行場所は、上下車線とも一車線と考え、歩道端から実物で 10M のところとした。受音点の高さは、周辺建物のほぼ各階の窓の高さとなるように選んだ。音源走行位置および受音点位置を図一 3 に示す。



図三 音源走行位置と受音点位置

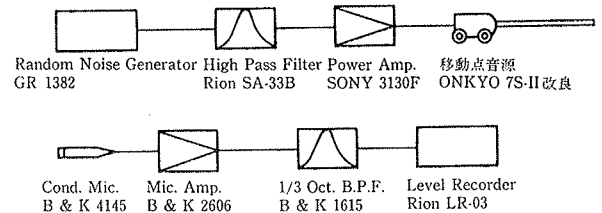
反射音の防止方法の一つに高架道路裏面の吸音処理が考えられる。従って、ここでは背後空気層 1700 mm をもつ 16 種類の吸音材の残響室法吸音率を実物大で測定し 400 Hz と 1 kHz で最も吸音効果のあるものを選定した。測定方法は、JIS-A-1409「残響室法吸音率の測定方法」に基づいた方法を用いた。図一 4 に選定した吸音材



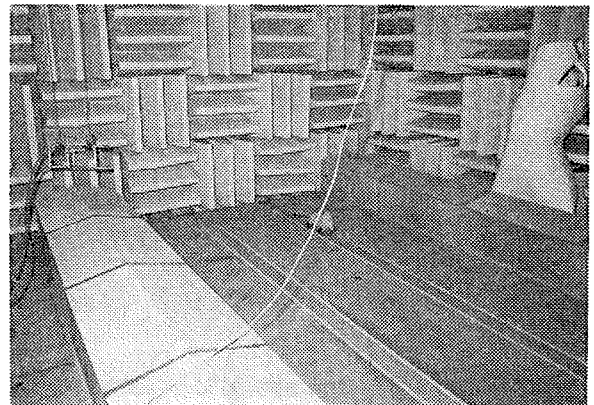
図四 選定した吸音材の吸音率

実物	材料名	周波数(Hz)	400	1K
	ガラスクロス+GW25m/m(32k)+空気層1700m/m		0.64	0.82
模型	材料名	周波数(Hz)	8K	20K
	軟質ウレタンフォーム 10m/m		0.65	0.80

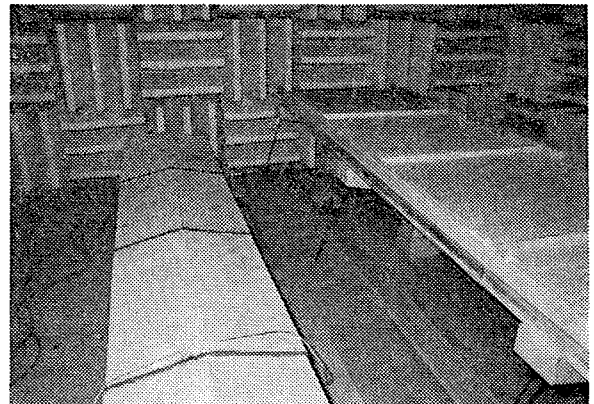
表一 模型と実物の吸音率の対応



図五 測定系統ブロック図



写真一 道路条件：高架なし，周辺条件：2階屋



写真二 道路条件：高架あり，周辺条件：2階屋

の吸音率を示す。

模型用吸音材は、厚さ 10 mm の軟質ウレタンフォー

ムを用いた。実物との吸音率の対応を表-1に示す。

測定は、図-5に示した測定系統ブロック図に従って行なった。実験は、図-3に示した各車線毎に音源を走行させ、各受音点毎の中心周波数8kHz、20kHzの1/3オクターブバンド幅の音源レベル変動パターンを観測する。これにより、各受音点における自動車単独走行条件の音源レベル変動パターンが得られる。

2.3. 実験結果

交通騒音レベルに対する反射音の影響度合ならびにその吸音対策の効果は、騒音レベルの中央値と90%レンジの上下端値により評価した。

騒音レベルには、8kHz成分と20kHz成分（実物で400Hz成分と1kHz成分）とが同じ割合で寄与すると考える。従って、音源の出力ならびに空気吸収によるレベル減少分が、上の二つの周波数帯域間で等しくなるように実験値を補正した。ここで、音源の出力の補正とは、8kHzの20kHzに対する相対出力音圧レベル値11.5dBの補正をすることである。また、空気吸収によるレベル減少分の補正とは、20kHzにおける空気吸収による単位メートル当りの音圧レベル減少分0.5dB/mの補正をすることである。ちなみに、実験を行なった無響室の温度は8°C前後、湿度は55%前後である。

交通騒音レベルは、走行速度を60km/hとし、交通量が500、1,000、2,000、4,000、8,000台/hの各各について計算した。このときの車間間隔は等車間間隔とした。交通量が上のように変化したときの各受音点における5秒毎の交通騒音レベル変動パターンは、補正した自動車単独走行条件の音源レベル変動パターンを電算機によりレベル合成して求めた。5秒毎のレベル変動パターンの例を図-6に示す。

各条件下での騒音レベルの中央値および90%レンジの上下端値は、5秒毎のレベル変動パターンよりレベルの累積度数曲線を描き得た。ここに各条件とは、受音点、交通量、道路および道路周辺の条件を示す。

図-6より、次のことがわかる。

(1) 道路条件の変化による交通騒音レベルのピーク値変動は比較的小さい。すなわちピーク値は、ほぼ自動車の正面通過時に現われるが、この場合、音源からの直接音が大きく、高架道路の裏面で反射した音の影響が抑えられたと考えられる。

(2) 裏面を吸音処理していない高架道路があるときは、その交通騒音レベルの中央値および90%レンジの下端値が高架道架がないときのものと比較して2~4dB上昇する。

(3) 吸音していない高架道路の裏面で反射した音の影響により2~4dB上昇した中央値および90%レンジの下

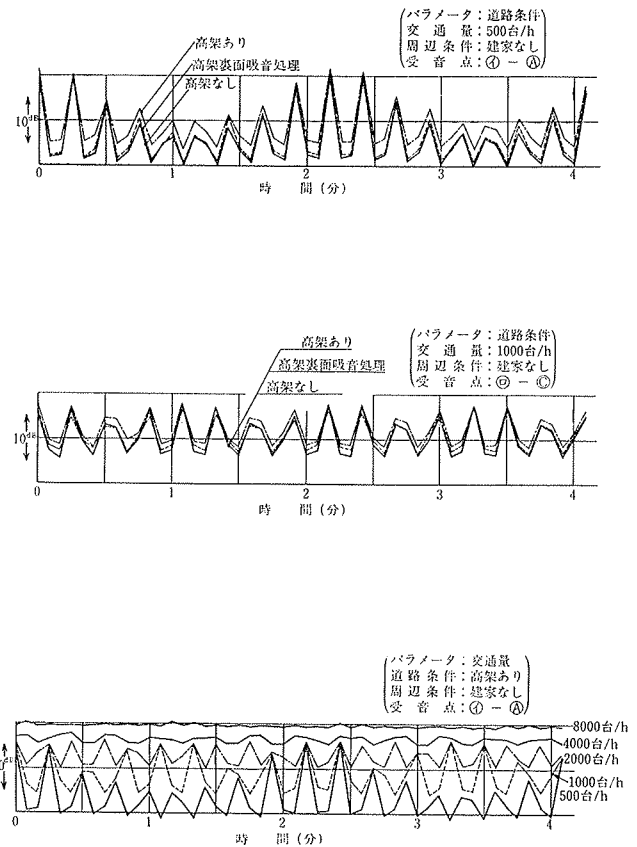


図-6 5秒毎の交通騒音レベル変動パターン例

端値は、高架道路裏面を吸音処理することにより、ほぼ高架道路がなかった状態にもどすことができる。

(4) 交通量を8,000台/h以上とした場合、中央値と90%レンジの上下端値とでは、レベル差がほとんどない。

道路条件による変動を受け易い中央値について以下検討する。

交通量、道路および道路周辺条件を変えることにより騒音の伝般性状がどのように変わるかについて検討した。図-7にこれらの例を示す。図-7は、交通量が500台/h道路条件が高架なし、周辺条件が建家なしの場合を0dBとして、各場合の等騒音レベル曲線を描いたものである。図-7より次のことがわかる。

(1) 道路に沿って5段建てのビルがある時、あるいは全く建家がないところに、裏面が吸音処理してない高架道路が建設された場合、道路際の騒音レベルは、2~3dB上昇する。

(2) 道路に沿って2階家があるところに裏面が吸音処理してない高架道路が建設された場合、反射音の影響は2階屋の前でもあまりないが、屋根勾配に沿ったところでは、騒音レベルが大きく上昇する。

(3) 道路に沿って建家がなかったところに建家ができるとき、建家前の騒音レベルは2~5dB上昇する。

(4) 高架道路の裏面に吸音材を貼ったときの騒音伝搬性状は、高架道路がないときの性状とよく似たものとなる。

(5) 反射音の影響による騒音レベルの上昇は、交通量により異なる。交通量が1,000台/h以上のときのレベル上昇は2 dB前後であるが、交通量が500台/hのときのレベル上昇は3 dB前後となる。また、高架道路の裏面を吸音処理したときの効果は、500台/hのときの方が1,000台/h以上のときよりも大きい。しかし、交通量が少ないときの伝搬性状は、あまり規則的な減衰性状を示していない。

3. 結び

数種の道路条件および道路周辺条件について模型実験を行なった。計算により交通量と交通騒音レベルとの関係を求めた。実験結果および計算結果に基づいて交通騒音レベルが高架道路の裏面で反射した音によりどのような影響をうけるかについて検討した。また、反射音の防止方法の一手段として、高架道路の裏面を吸音処理したときの効果についても検討した。検討した結果、次のことがわかった。

道路条件の変化による交通騒音レベルのピーク値変動は比較的小さい。道路条件により変動を受け易いのは中央値であり、中央値について次のことがわかった。

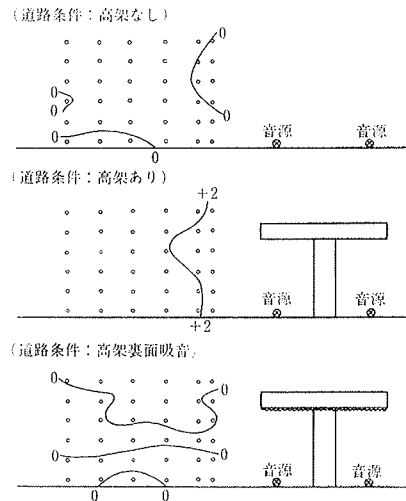
(1) 道路に沿って5階建てのビルがあるとき、あるいは全く建家がないところに、裏面が吸音処理していない高架道路が建設された場合、道路際の騒音レベルは2~3 dB上昇する。2階屋があるときには、反射音の影響は2階屋の前でもあまりないが、屋相勾配に沿ったところでは、騒音レベルが大きく上昇する。

(2) 道路に沿って建家がなかったところに建家ができただけの場合、建家前の騒音レベルは2~5 dB上昇する。

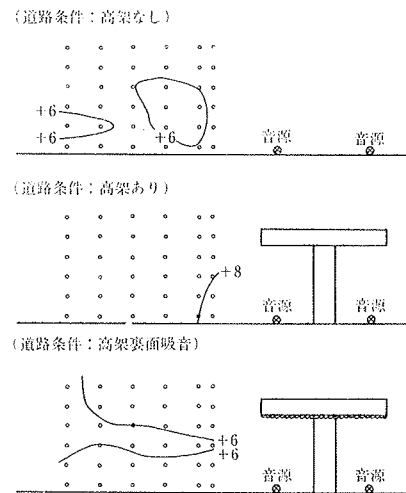
(3) 吸音していない高架道路の裏面で反射した音の影響により2~4 dB上昇した中央値は、高架道路の裏面に0.6以上の吸音率をもつ吸音材を貼ることにより、ほぼ高架道路がなかった状態にもどすことができる。

(4) 反射音の影響による騒音レベルの上昇は、交通量により異なる。交通量が1,000台/h以上のときのレベル上昇は2 dB前後であるが、交通量が500台/hのときのレベル上昇は3 dB前後となる。また、高架道路の裏面を吸音率0.6以上の吸音材で処理したときの効果は、交通量が少ないときの方が大きい。

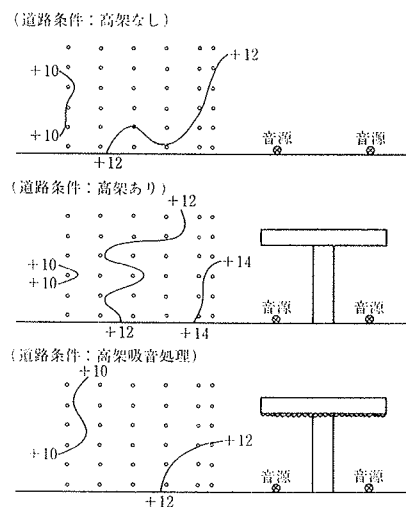
(交通量：500台/h)



(交通量：1000台/h)

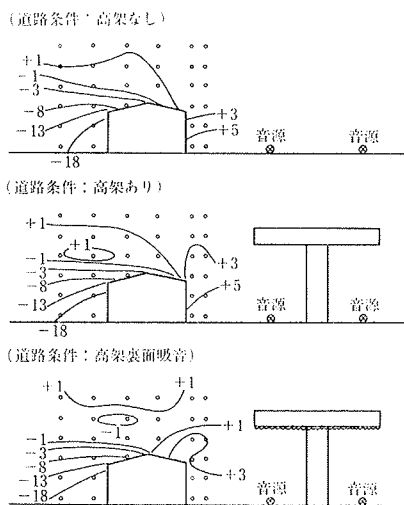


(交通量：2000台/h)

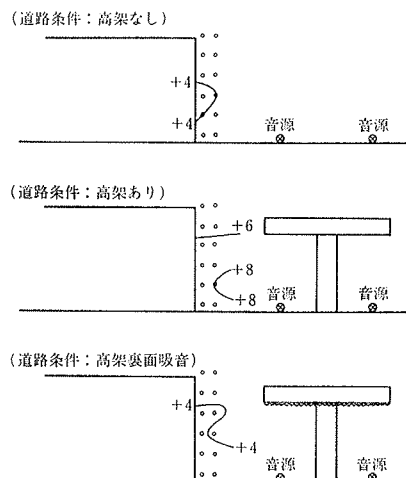


図一7 交通騒音(中央値)の伝搬性状
(周辺条件：建家なし)

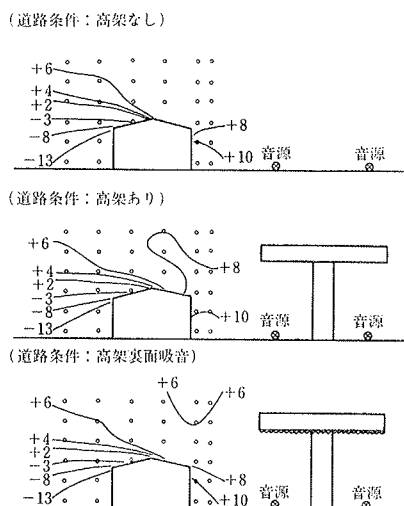
(交通量：500台/h)



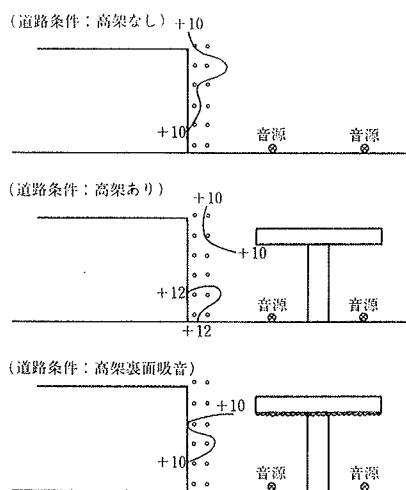
(交通量：500台/h)



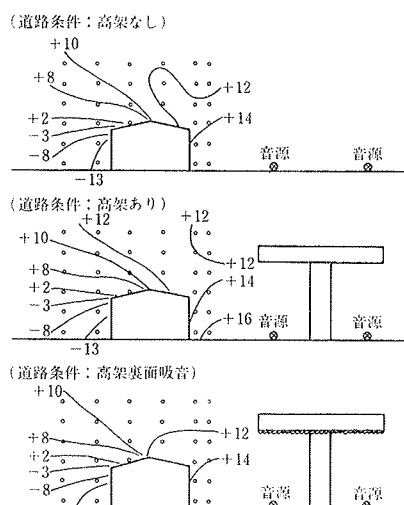
(交通量：1000台/h)



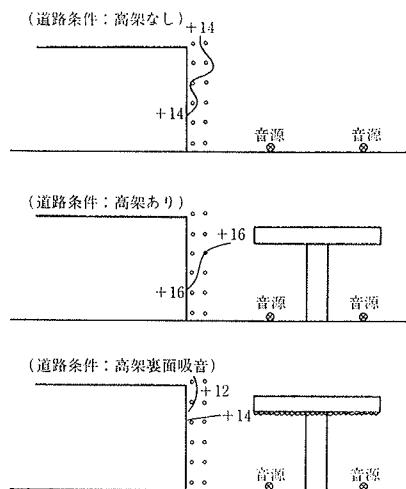
(交通量：1000台/h)



(交通量：2000台/h)



(交通量：2000台/h)



図一7 交通騒音(中央値)の伝搬性状
 (周辺条件：2階層)

図一7 交通騒音(中央値)の伝搬性状
 (周辺条件：5階建ビル)