

# 熱海網代トンネル騒音対策（そのⅡ）

真 藤 利 孝  
加 藤 幸 雄  
吉 田 克 雄  
平 野 滋

## 概 要

本報告書は網代トンネル（自動車用）の騒音対策を検討したもので、自動車がトンネル内を走行するときの騒音がトンネル入口付近の民家に影響しないよう、その対策を検討したものである。前報においてトンネル内の騒音伝播性状と対策案について模型実験による検討を報告したが、本報においてはトンネルの吸音処理後の測定結果について報告し、吸音対策による効果を確認すると同時に模型実験が実物と相似した良好な結果が得られたことを示す。また測定結果と模型実験との対応からトンネル内の騒音伝播性状を数値解析し、トンネル内の音場分布を示す計算式を見だし、トンネルの吸音対策による減音量は数値計算できることを報告する。

## 1. 序

前報に報告したが熱海網代トンネルの概略を述べると、当トンネルは全長 525m（全長直線）で、断面は半径 4.6mの円の一部分である。なおこのトンネルは伊東側は海岸であるので騒音は問題とならないので、熱海側のみ対策を行えばよい。

騒音対策として次の項目を実施した。

1. 熱海側トンネル入口から50mまで、天井に吸音体をつける。
2. 入口よりトンネル全長の1/2までの腰壁部（トンネル断面の円弧部分1/4のずつ、両側で1/2）を吸音処理する。

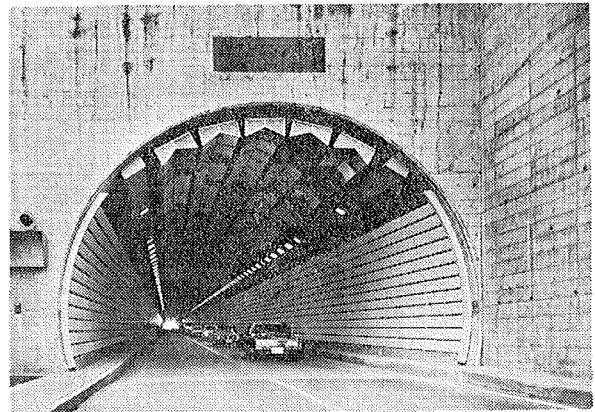
## 2. 現場測定

### 2.1. 測定方法

騒音対策を実施した後についても対策前の測定と同様にトンネル内で一定音圧レベルのノイズを発生する音源を次々と移動させ、トンネル入口と苦情の出ているもよりの旅館前で、レベル変化を測定した。音源はライトバンにスピーカーを下向きにセットし（高さはライトバン床位置）、トンネル入口より40mピッチで道路の中心を移動し、オクターブバンドごとに測定した。測定は45年4月16日の夜間に行ない、一般の車は通行止して測定したため他の騒音の影響は全くなかった。

### 2.2. 測定結果

模型実験との比較、減衰量の数値検討などを行なうには測定結果がトンネルの影響のみ現われている必要がある。測定はトンネル入口と入口より45m離れた旅



図一 天井、壁を吸音処理した網代トンネル  
館前で測定したが、ここではトンネル入口での測定結果のみを示し検討することにする。

対策前における音源位置1、（トンネル入口より40m点）でのレベルを基準±0dBとして、対策前のレベルと対策後のレベルを図示したのが図一2である。またダンプカーが時速50km/hで走ったときの旅館前（トンネル入口より45m点）でのA特性レベルの変化を、対策前後について図一3に比較図示した。

### 2.3. 検討

測定結果から次のようなことがいえよう。

- ダンプカーが50km/hで走行したときの旅館前でのレベル変化は、対策前トンネルにはいってから出るまで8ホンの減衰だったものが対策後には28ホン減衰している。
- 吸音体の効果は全周波数にわたって認められ、入口に最も近い測点1（トンネル入口より40m点）において、7～10dB前後の減衰が得られた。

○腰壁の吸音処理による効果は 250, 500Hzにおいて認められるが、他の周波数域ではほとんど認められない。これは壁の吸音特性から十分予想される結果となっている。

以上、この騒音対策はほぼ期待どおりの結果が得られたといえよう。

### 3. 模型実験との対応

前報において、ヒューム管による模型とコンクリート仕上げのままのトンネルの減衰量の対応は、よく対応していることを示したが対策後についても比較すると、仕上げ材の吸音特性より表一に示す周波数で対応するはずである。

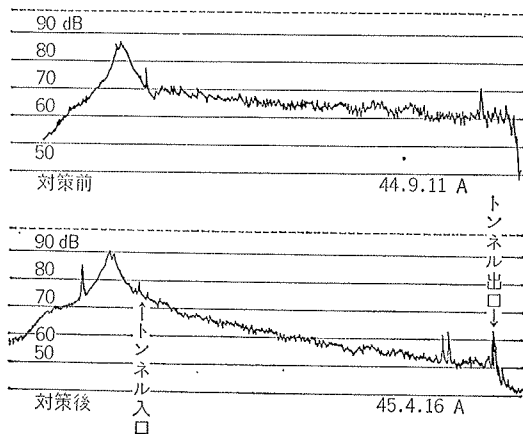
表一は模型に使用した吸音材と同じ吸音率を有する実物の周波数域を示したもので、空気による吸収、波長による影響を除けば、模型実験と実物は対応しなければならない。

|     | 模 型     |         | 実 物                 |
|-----|---------|---------|---------------------|
| 吸音体 | グラスウール  | 吸音率1.14 | 吸音率1.14→全周波数域1.25以上 |
| 壁   | モルトプレーン | 吸音率0.43 | 吸音率0.43→250,500Hz   |

表一 模型と実物の吸音率対応

壁の吸音処理による効果として、模型による結果と実物 250, 500Hzの減衰量を比較すると単位長さ当たりの減衰量はよく対応している。

吸音体の効果は模型に最も近い吸音率である4000Hz

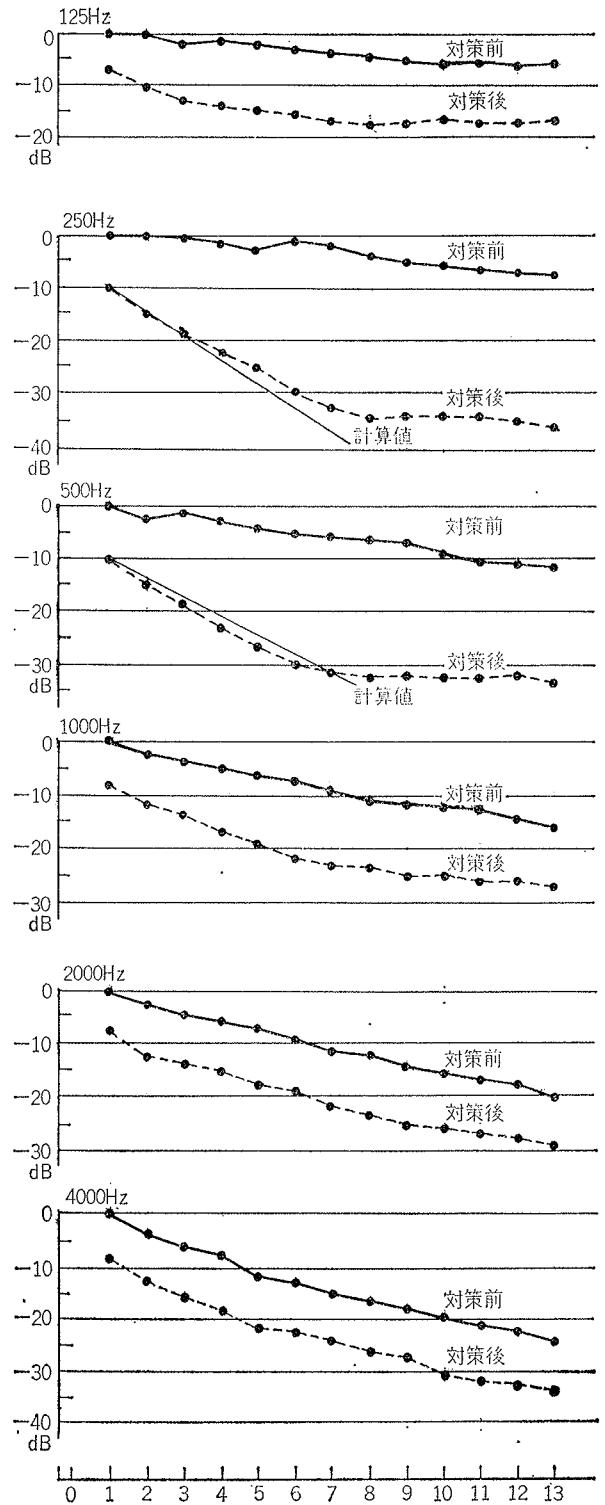


図一3 ダンプカーが50km/hで走行時、トンネル入口より45m点レベル (A特性) ( $\alpha = 1.25$ )の測点1, の減衰量は7dBであり、模型実験( $\alpha = 1.14$ )での減衰量7dBに一致している。

以上の結果より、こうしたたぐいの模型実験がかなりの精度で実物に対応し、模型実験による検討が十分実用的であることがわかる。

### 4. トンネル内の音場

当初トンネルのような形状内の音場が明らかでなかったため、対策の検討に当たり模型実験を行ない、この結果に従って実施案を決定したが、何通りかの模型



図一2 実物減衰量測定結果

実験, 実物測定の結果から, トンネル内の音場分布を検討してみると, 次のようなことがいえよう。

- トンネル内にある吸音率を有した材料で仕上げると, その吸音率に応じて距離に比例して減衰する。
- 入口付近に集中して大きな吸音力を有する吸音体を取り付けると, 音源がトンネル中央部へ移動しても常に一定の減衰量が得られる。(今回の例では入口より50mの間に吸音体を設けたが, この間の減衰は距離に比例して減衰しているであろうが, トンネル全体の減衰特性からみると, レベルを一様に減衰させるようにみえる。)

以上のことからトンネル内の音の減衰は内張りダクトの減衰に近似していることがわかる。

内張りダクトの減衰量は次式で得られる。

$$\Delta l = K \cdot \frac{P}{S} \text{ (dB)}$$

$\Delta l$ : 1m当たりの減衰量

S: ダクト断面積

P: ダクト周長

K: ダクト内平均吸音率で定まる定数

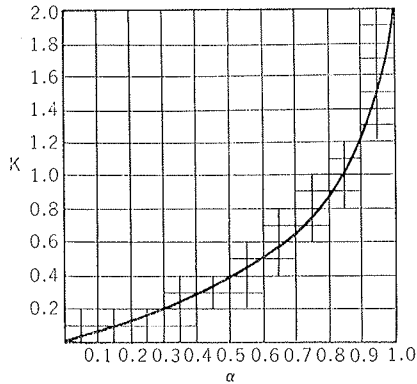


図-4 残響室法吸音率  $\alpha$  に対する K

トンネルの模型実験による結果の3例と, 実物の結果のうち, 模型の吸音率に対応する 250Hzと 500Hz について, トンネル内の平均吸音率を求めて上式により減衰特性を計算し, 模型のものを図-5に, 実物については図-2に破線で示した。

これを見ると全体的によく一致しているといえよう。また吸音体をつけた部分の減衰量については, トンネル入口より45m離れた旅館前での測定結果から推定すると, 対策前に比して約10dB 程度と推定される。前式によって40mの減衰量を算出すると  $k=0.4$ , 40mで 9dB となり, これもほぼ満足しているものと思われる。

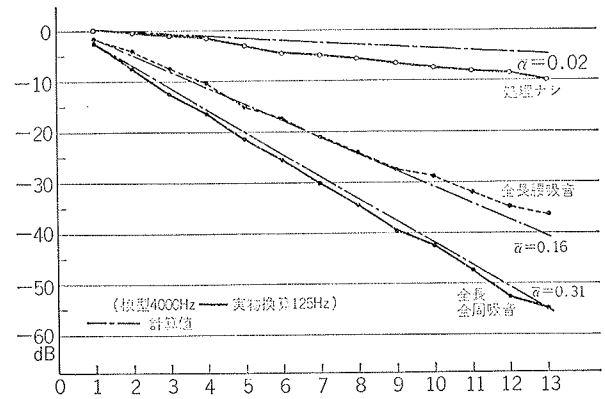


図-5 模型実験による減衰量と計算値

## 5. 結 語

トンネルの騒音対策について次のようなことがいえる。

- トンネル入口付近に集中して吸音体を取り付けると音源がトンネル中央部へ移動しても有効であり, トンネル全体として見ると, あたかもレベルを一様に下げたようになる。
- トンネルの壁, 天井に吸音材を張ると, 吸音材が張ってある間を音源が移動すると, その吸音率に応じて距離に比例して減衰する。

トンネル内に吸音材を張ることによって得られる減衰量は次式で得られる。

$$\Delta l = K \cdot \frac{P}{S} \text{ (dB)}$$

$\Delta l$ : 1m当たりの減衰量

S: トンネル断面積

P: トンネル周長

K: ダクト内平均吸音率で定まる定数

(図-4より求める)

結びとして, このような対策の実現に多大の労をとられた佐藤正大所長の御熱意に敬意を表するとともに, 種々御協力いただいた, 静岡県熱海道路建設事務所の方々に謝意を表します。また測定に協力いただいた, 当社米永所長以下工事事務所の方々にもあわせて謝意を表します。

## 参考文献

- 高速道路トンネルの騒音制御と内装 (建築音響, 1966年 No. 6 中道文基)
- 建築計画における音響処理の問題, (建築雑誌, 1959年9月, 前川純一)
- 廊下に沿っての音圧分布 (NHK 技研報告, 1962年3月 山本照二)