

## 高速道路と主要地方道における排水性舗装による減音効果

# Effect of noise reduction by drainage asphalt pavement in highway and localway

仲 西 治 雄 Haruo NAKANISHI

沖 山 文 敏 Fumitoshi OKIYAMA

キーワード：排水性舗装，減音効果，道路騒音実態調査

Key words：drainage asphalt pavement，effect of noise reduction，survey of road traffic noise

### 1 はじめに

減音の効果があると言われている排水性舗装が東名高速道路と主要地方道路東京大師横浜線で施工されたため、各々の道路で改修前後の騒音レベル等を調査し、排水性舗装の減音効果を把握した。また、減音のメカニズムについても若干の考察を行った。

### 2 調査場所

図1に東名高速道路測定地点の横断面図、図2に東京大師横浜線の横断面図を示す。道路構造は東名高速道路では堀割り構造、東京大師横浜線は平坦構造であるが、道路中央部に首都高速道路横羽線の高架橋がある。

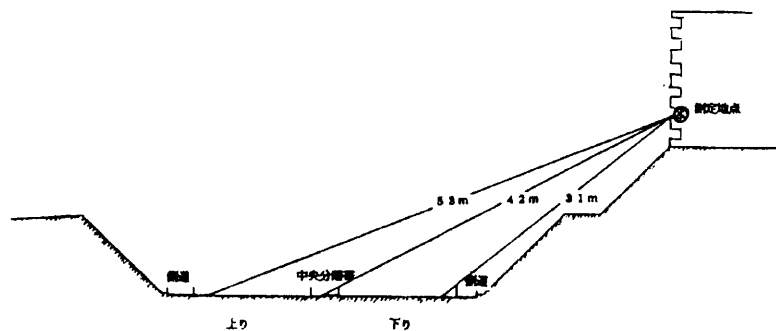


図1 東名高速道路横断面図

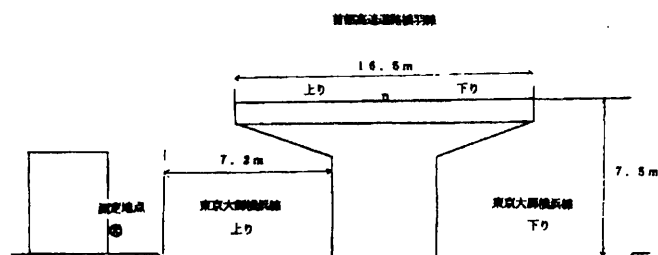


図2 東京大師横浜線横断面図

### 3 調査方法

#### (1) 調査期間

東名高速道路

排水性舗装施工前 1996年10月2日～10月15日

排水性舗装施工後 1996年11月6日～11月19日

東京大師横浜線

排水性舗装施工前 1996年9月12日～9月18日

排水性舗装施工後 1997年2月17日～2月23日

#### (2) 測定方法

測定は、JIS-Z8731に定める騒音レベルの測定方法に準拠し、各正時から10分間、東名高速道路は14日間、また東京大師横浜線では7日間、連続測定しL50、LAeq等を求めた。

### 4 調査機器

積分型精密騒音計 NL-18  
 PCMデータレコーダ RD-120T  
 1/Nオクターブバンドリアルタイムアナライザー SA-28

### 5 調査結果

#### (1) 東名高速道路

図3、図4、図5に交通量、速度、大型車混入率の排水性舗装前及び排水性舗装後の関係を示す。交通量は排水性舗装後の方が各時間帯とも多くなっていた。速度は時間帯により多少の速度差(渋滞による影響)はあるが、85Km/hから95Km/hの間にある。大型車混入率は一部の時間帯(夕方の時間帯)以外は排水性舗装後の方が高い値を示していた。図6に排水性舗装前及び排水性舗装後のL50の騒音レベルを示す。減音量は5.3デシベルから6.4デシベルであり、平均では5.8デシベルであった。

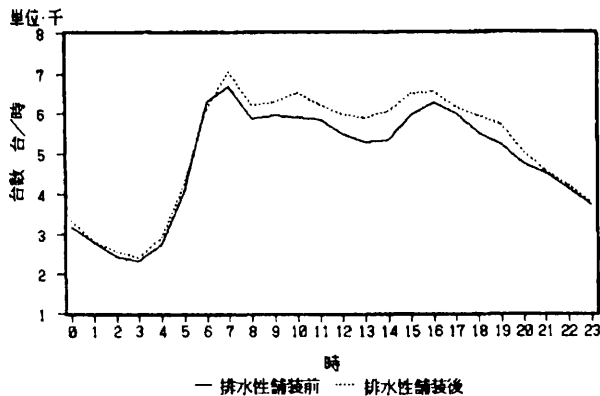


図3 東名高速道路交通量

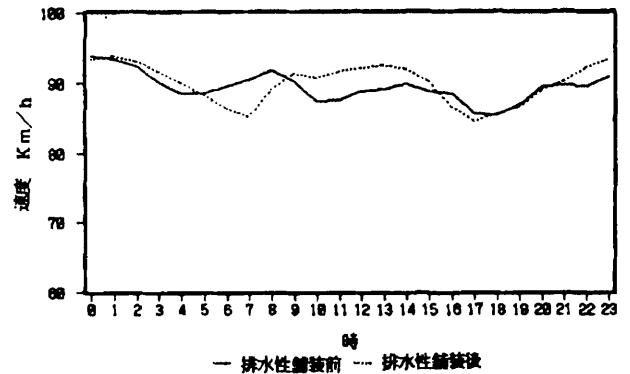


図4 東名高速道路速度

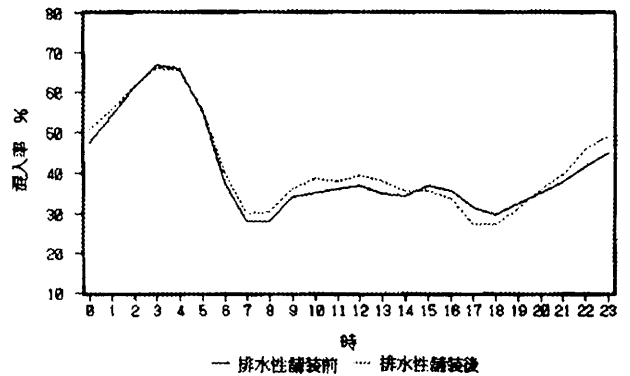


図5 東名高速道路大型車混入率

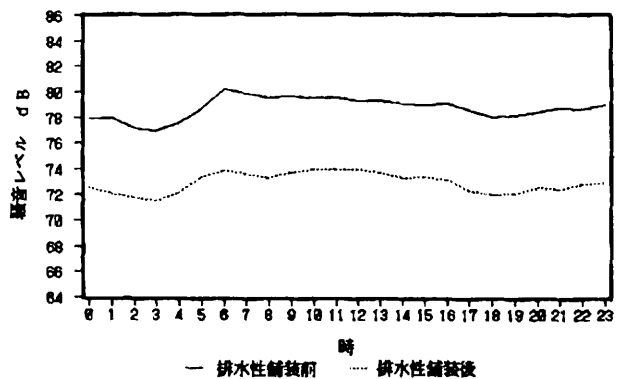


図6 東名高速道路減音効果

#### (2) 東京大師横浜線

図7、図8、図9に交通量、速度、大型車混入率の排水性舗装前及び排水性舗装後の関係を示す。交通量は排水性舗装後の方が多くなっていた。速度は排水性舗装前と後では各時間帯であまり差はなく50Km/hから60Km/hの間にある。大型車混入率は排水性舗装前の方が高い値を示していた。図10に排水性舗装前及び排水性舗装後におけるL50の騒音レベルを示す。減音量は6時の時間帯で0.7デシベルの増加がみられたが、他の時間帯では0.3デシベルから3.6デシベルの減少であり、6時の時間帯を含めた減音量は平均で1.9デシベルであった。

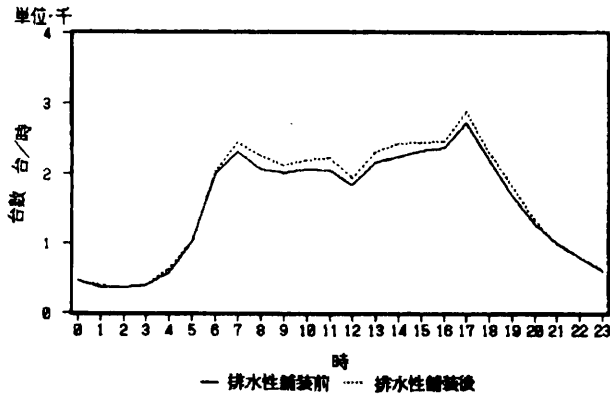


図7 東京大師横浜線交通量

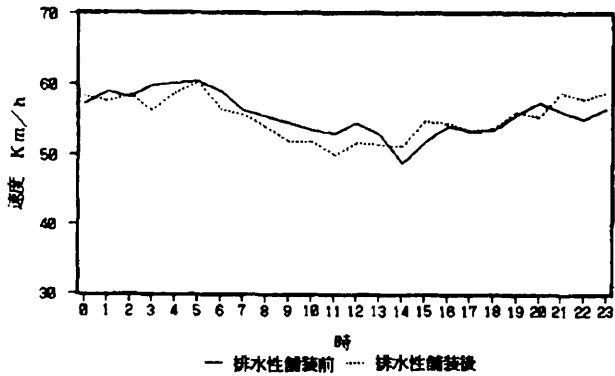


図8 東京大師横浜線速度

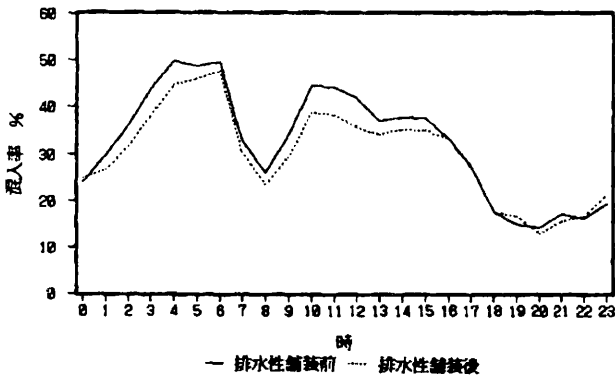


図9 東京大師横浜線大型車混入率

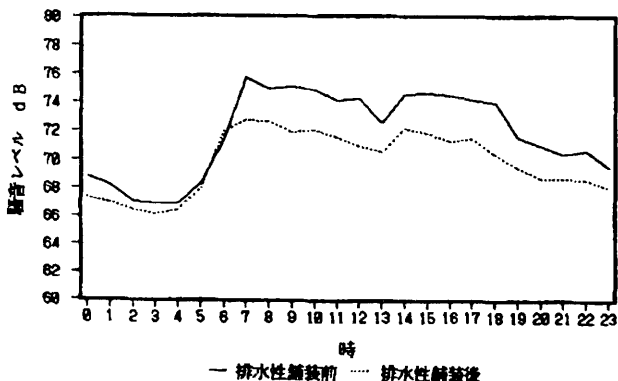


図10 東京大師横浜線減音効果

(3) 周波数分析結果

図11, 図12に東名高速道路と東京大師横浜線における排水性舗装前と後の周波数分析の結果を示す。分析条件はA特性で測定時間は10分間、サンプル間隔は1秒で各周波数の平均値を算出する。東名高速道路では各周波数帯で排水性舗装後の方が低い値であるが、特に500Hzから8KHzの周波数帯でレベル差が大きかった。

東京大師横浜線でも各周波数帯で排水性舗装後の方が低い値であり、特に4KHzと8KHzで差がみられた。

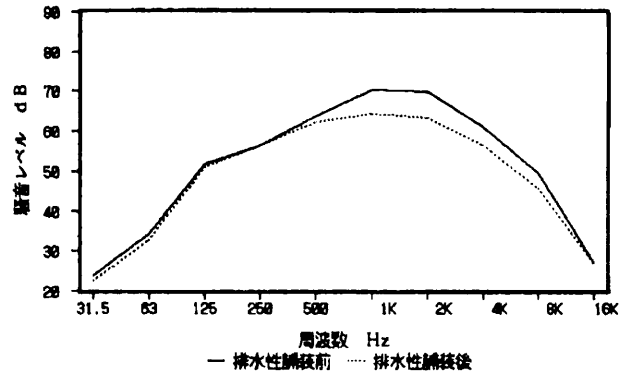


図11 東名高速道路周波数分析

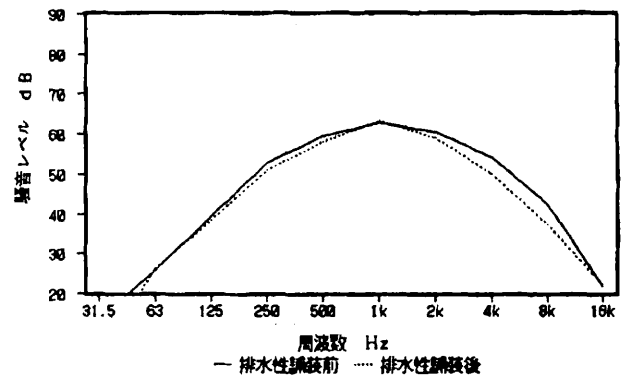


図12 東京大師横浜線周波数分析

(4) LAeqとL50の相関

東名高速道路における排水性舗装前と排水性舗装後のLAeqとL50の相関はR<sup>2</sup>乗でそれぞれ0.98,0.95と高い値を示していた。図13, 図14に相関を示す。

東京大師横浜線では排水性舗装前後のLAeqとL50の相関はR<sup>2</sup>乗でそれぞれ0.81,0.76で東名高速道路に比べ相関は低い値を示していた。図15, 図16に相関を示す。

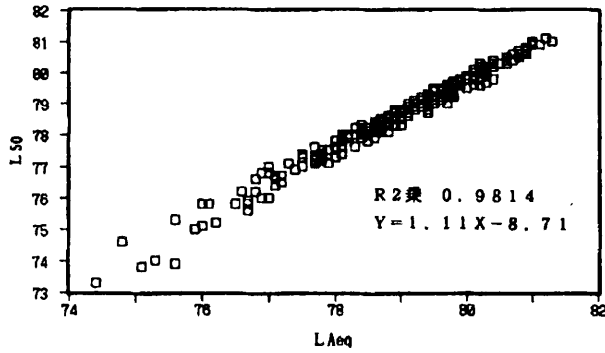


図13 東名高速道路排水性舗装前

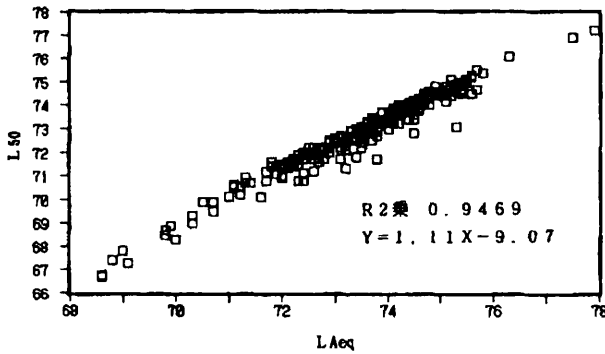


図14 東名高速道路排水性舗装後

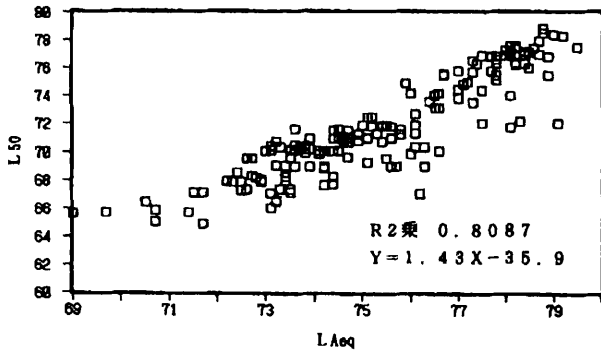


図15 東京大師横浜線排水性舗装前

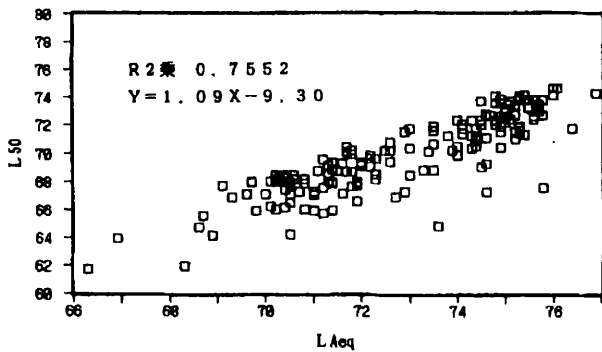


図16 東京大師横浜線排水性舗装後

(5) LAeq評価による減音効果

図17, 図18に東名高速道路並びに東京大師横浜線のLAeq評価による減音量を示す。減音量は平均値で東名高速道路は5.5デシベル, 東京大師横浜線では2.5デシベルの減音量であった。

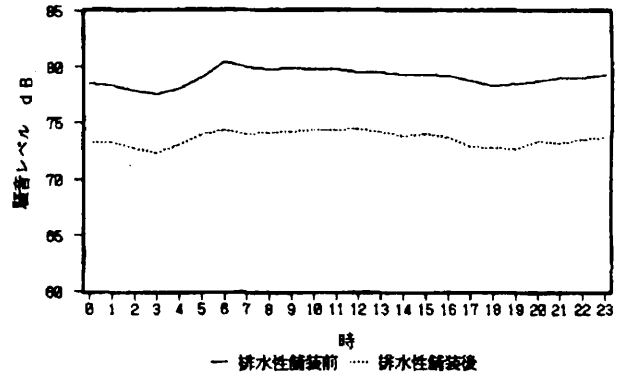


図17 東名高速道路

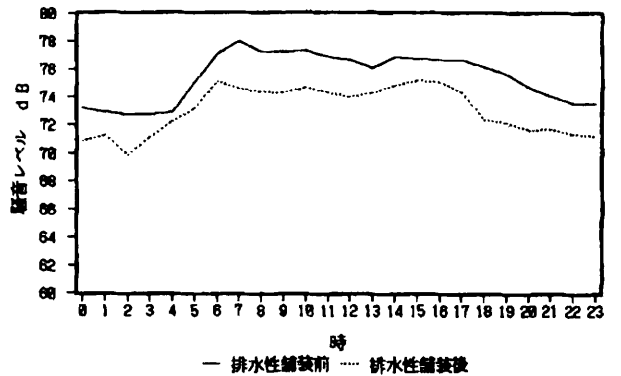


図18 東京大師横浜線

7 考察

(1) 東名高速道路

排水性舗装の減音効果はL50評価の平均で5.8デシベルであった。自動車騒音に寄与する交通量, 速度, 大型車混入率は排水性舗装の前と後では, 速度はほぼ同じで, 交通量および大型車混入率にあっては排水性舗装後の方が高い値を示していた。したがって, 騒音レベルは高くなるか, あるいは横ばいのはずであるが, 実際は下がっていた。ここでは減音の要因について考察する。

自動車騒音の予測式は一般的には次式で表される。

$$L_{50} = L_w - 8 - 20 \log \ell$$

$$+ 10 \log \{ \pi (\ell / d) \tanh 2 \pi (\ell / d) \} + \alpha$$

L50: 騒音レベルの中央値 dB

Lw: 車から発生する騒音のA特性による平均パワーレベル dB

$$(\text{= } 87 + 0.2V + 10 \log \cdot (a_1 + 10a_2))$$

a1: 小型車混入率, a2: 大型車混入率

$$a_1 + a_2 = 1$$

ℓ: 車線から受音点までの距離 m

- d : 平均車頭間隔 (=1000V/Q) m
- Q : 交通量 台/h
- V : 速度 Km/h
- α : 補正值

上式の  $l, d, Q, V, \alpha$  の項は調査の結果から排水性舗装施工前と後では変化がなく、減音は  $L_w$  の項すなわち車から発生する騒音の平均パワーレベルに起因するものと考えてよい。自動車騒音はエンジン音、排気音、タイヤ音などからなる。このうち、エンジン音、排気音などは排水性舗装施工前と後では通過車両構成上変化ないと判断できる。つまり、平均5.8デシベルの減音は排水性舗装によりタイヤと路面によって生じるタイヤ音が減少したものと考えられる。

タイヤ音は概ね次のように分類できる。

① パターンノイズ

タイヤが転動する際、トレッドパターン内の空気がトレッドの変化にともない圧縮、放出を繰り返すことにより発生する騒音（いわゆるエアポンピング音）、及びトレッドパターンが接地時に路面を連続的に打つ騒音で一般にタイヤ騒音といわれるものは、このパターンノイズをいう。

② スキール

自動車が急発進、急制動、急旋回するときにタイヤのトレッドエレメントが部分的にスリップ限界を越えることにより、路面に対して局部的に自励振動を起こすことによって発生する一時的な騒音。

③ 道路の凹凸による騒音

タイヤが道路上を転動する際、路面の小さな凹凸内の空気が圧縮、放出されることにより発生する騒音のことで、一般にアスファルトやコンクリート舗装路においては、道路表面の凹凸が小さいため、これに起因する騒音は小さいが、特殊な横溝、工所用敷板等の上を走行する際は無視できない。

④ 弾性振動音

路面の大きな凹凸、タイヤのユニフォームリティ不良等により路面またはタイヤ自体が加振されることによる振動音。

⑤ 風切り音

タイヤの進行と回転によりタイヤのまわりの空気が乱気流を起こし、その結果発生する騒音。

以上のうち、ここで問題となるタイヤ音は①のパターンノイズ音であるため、これについて考察をする。

まず、減音要因の第一は、タイヤ騒音はタイヤが路面と接触する際、生じるものであるため、接触面の減少が減音効果をもたらすものと思われる。

いま、図19に示すように、長方形音源（タイヤが路面と接触する際、生じる音源）におけるエネルギー密度  $P$  は、次式で表される。

$$P = \int_{x_1}^{x_2} \int_{y_1}^{y_2} dx dy$$

$x_1=0, y_1=0, x_2=a, y_2=b$  とすると、

$$P = \int_0^a \int_0^b dx dy$$

$$= a \cdot b$$

図19

つまり、タイヤが路面と接触する際に生じる騒音のエネルギーはタイヤと路面の接触面積である。排水性舗装前及び排水性舗装後における表面の路面状態を図20、図21に示す。

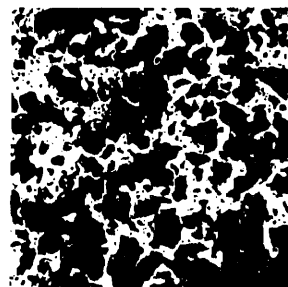


図20 排水性舗装前の表面

図21 排水性舗装後の表面

タイヤと路面の接触面積を計算するため、図20及び図21の接触部分を切りとり、単位長さ10cmに対する面積を表したものが図22、図23である。ここでは、図22の排水性舗装前の接触面積は単位面積あたり8割程度接触する。また、図23の排水性舗装後の接触面積は単位面積あたり6割程度である。

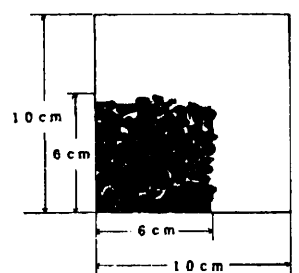
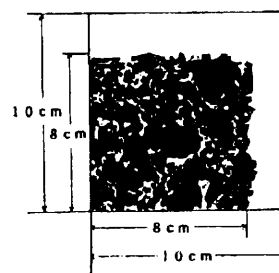


図22 排水性舗装前の接触面積

図23 排水性舗装後の接触面積

したがって、排水性舗装工事施工前及び排水性舗装工事施工後のエネルギー密度  $P_1, P_2$  は

P1 : 排水性舗装工事前のエネルギー密度

P2 : 排水性舗装工事後のエネルギー密度

$$P1 = \int_0^{0.8a} \int_0^{0.8b} dx dy = 0.64 a b$$

$$P2 = \int_0^{0.6a} \int_0^{0.6b} dx dy = 0.36 a b$$

となる。このことから、排水性舗装工事施工前及び排水性舗装工事施工後のパワーレベルの差  $\Delta L_w$  は

$$\Delta L_w = 10 \log_{10} \left( \frac{P2}{P1} \right) = -2.5 \text{ [dB]}$$

すなわち、2.5デシベルの減音となる。

第二の減音要因は、排水性舗装の空隙による音圧レベルの減少と考えられる。図24、図25に示すように排水性舗装工事施工前及び排水性舗装工事施工後の音圧は、排水性舗装工事施工前では路面から完全放射され、排水性舗装工事施工後には一部が路面の空隙に進入するものと思われる。

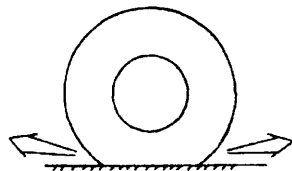


図24

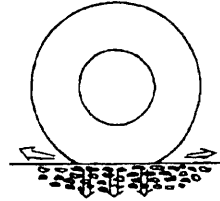


図25

## (2) 東京大師横浜線

減音効果は平均値で1.9デシベルであった。自動車騒音に寄与する交通量、速度、大型車混入率は排水性舗装の前と後ではほとんど変化がなかった。この地点の測定場所は道路から約5メートルで自動車のエンジン音及び排気音の影響が大きいものと思われる。特に6時の時間帯でL50評価による減音効果がみられなかったのは、大型車混入率が5割もあるため大型車のエンジン音及び排気音が原因と考えられる。減音の要因は上述の接触面積と空隙が考えられるが、東名高速道路の走行速度に比べ当該道路の走行速度が低いことなどにより、排水性舗装によるタイヤ騒音の減音効果が東名高速道路に比べ低かったものと思われる。

## 8 まとめ

- (1) 排水性舗装による減音はタイヤ音を主体とする減少によるものと思われ、減音量は平均値（L50評価）で高速道路にあっては5.8デシベル、主要地方道では1.9デシベルであった。
- (2) 減音の要因として、タイヤと道路接触面の減少及び道路空隙への音圧進入の2点をあげたが、各々単独では減音効果はあまり期待できず、両者の相互作用に

よって高速道路ではエネルギー的に1/4程度減少したものである。

- (3) タイヤ音は車両が高速で走行するにしたがって、騒音レベルが大きくなるため、排水性舗装はタイヤ音の割合の大きい高速道路の騒音対策に有効である。
- (4) LAeq評価及びL50評価における減音量の違いは、高速道路はLAeq評価で5.5デシベルでL50評価に比べ0.3デシベル低い値を示していた。東京大師横浜線では逆に0.7デシベル高い値であった。

## 文 献

- 1) 明嵐：排水性舗装の吸音効果による騒音低減量の試算，舗装28-8,1993
- 2) 島他：騒音低減効果の持続性，ポーラスアスファルト研究会，1996
- 3) 菅原，岡部：排水性舗装の騒音低減効果，舗装29-8, 1994