

排水性舗装の空隙の屈曲度に関する研究

福田道路機技術研究所	正会員	帆苅 浩三
同		増井 裕明
長岡技術科学大学	正会員	丸山 暉彦
北海道大学工学部	正会員	姫野 賢治

1. はじめに

排水性舗装の主たる機能は、外気と連通した連続空隙によってもたらされる。すなわち、降雨を吸収して舗装端部に排水させる排水機能と、タイヤ道路騒音の一部を空隙内部に吸収して低下させる騒音低減機能である。これらの機能を物理的な性質で表現すれば、透水性と吸音性ということになる。これらは空隙率と密接な関係があり、これまで多くの研究がなされてきた。しかし、排水性舗装の機能をより向上させ効果的なものとするには、空隙率だけでなく、空隙の径、空隙の長さなどの空隙構造を十分に把握する必要がある。

本研究は、排水性舗装内部の空隙の屈曲性を評価する一手法として管内法による吸音特性に着目し、主に空隙率と空隙の屈曲度との関係について検討を加えたものである。また、参考として、排水性舗装断面の空隙分布を画像処理して求めたフラクタル次元¹⁾との関係についても言及した。

2. 実験概要

2-1. 屈曲度の概念 排水性舗装のような多孔体層の透水や音の伝播を考えると、多孔体層の空隙を一種の空隙管の集まりと仮定して取扱うことが多い。図-1の空隙管モデルに示すように、一般に層中の空隙管は層の空隙の形にしたがってうねり曲がっており、その実長 L は一般に層の厚さ L_0 よりも長くなると考えられ、 L と L_0 の比を屈曲度と呼んでいる。まっすぐな空隙管であれば、 $L/L_0=1$ 、曲がりくねった空隙管であれば、 $L/L_0>1$ となる。したがって、屈曲度の測定には多孔体層の上面から下面までの空隙長の測定が必要になる。

2-2. 空隙長の測定方法 本研究では、空隙長の測定に管内法(定在波法)による垂直入射吸音率の測定原理を応用した。すなわち、音響管に純音を駆動させると入射波と反射波が干渉して定在波が発生する。この定在波は反射面から $1/4$ 波長の奇数倍ごと($\lambda/4, 3\lambda/4, \dots$)に音圧の極小値(吸音率のピーク)を示す。このことは、排水性舗装の空隙を一種の音響管と見立てた場合、吸音率のピークを示すときの周波数(ピーク吸音周波数)は入射波の波長の $1/4$ に相当する周波数であることを意味する。

図-2は排水性舗装の垂直入射吸音率の測定結果を模式的に示したものである。この図からピーク吸音周波数を読み取り、音速=波長×周波数、の関係を用いて簡単に空隙長を求めることができる($1/4$ 波長が空隙長に相当)。

2-3. 吸音試験に用いた試料

実験では、形状や偏平率の異なる3種類の粗骨材(13~5mm)、骨材A(砂利:偏平率=11.3%)、骨材B(碎石:偏平率=8.9%)、骨材C(碎石:偏平率=38.2%)を用いて空隙率を変化させたホイトラッキング供試体を作製し、直径8.5cmの供試体を切り出して吸音率測定用試料とした。

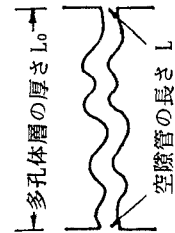


図-1 空隙管モデル

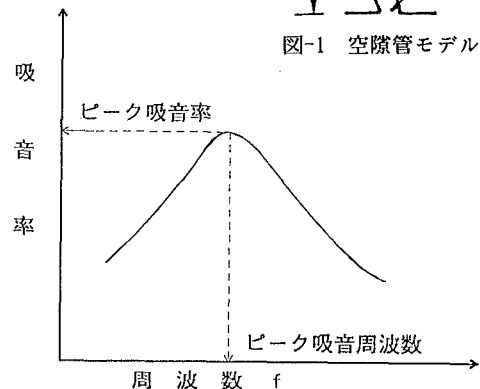


図-2 垂直入射吸音率測定結果の例

3. 実験結果

3-1. 骨材の種類と空隙率 図-3に粗骨材配合割合と空隙率の関係を示す。図より、同一骨材配合割合であっても粗骨材の違いにより得られる空隙率が異なる結果となった。空隙率の大きい順に $B > C > A$ である。空隙率の得やすい骨材としては偏平率の小さい砕石が望ましいが、参考に用いた砂利の場合には、偏平率が小さくても空隙率は極端に得にくくなることが分かった。

3-2. 空隙率と屈曲度 図-4に空隙率と屈曲度の関係を示す。空隙率と屈曲度の関係は、粗骨材の種類による影響はほとんど認められず、2次式で表した場合、 $r = 0.97$ という高い相関係数が得られた。図から、空隙率が20%以下になると屈曲度は急激に大きくなる傾向となった。実用上から考えると、排水性舗装の屈曲度は概ね2~3の範囲にあることが分かる。

3-3. 屈曲度とピーク吸音率 図-5に屈曲度とピーク吸音率の関係を示す。図から、屈曲度とピーク吸音率の関係においても粗骨材の種類による影響は認められず、直線的な関係が得られた。排水性舗装の主たる機能の1つである吸音性は屈曲度が小さいほど大きくなる。

3-4. 粗骨材配合割合とフラクタル次元 図-6に粗骨材配合割合とフラクタル次元の関係を示す。一般的に複雑な図形ほどフラクタル次元が大きくなるので、粗骨材配合割合が増加するほど(空隙率が大きくなるほど)フラクタル次元は小さくなると考えられるが、粗骨材の種類を変えた今回の実験では明確な傾向は得られなかった。ただし、同一粗骨材割合においては、形状の滑らかな砂利のフラクタル次元が小さいようである。

4. まとめ

- ①砂利や偏平率の大きい粗骨材を用いると空隙率は得にくくなる。
- ②屈曲度は粗骨材の種類に関係なく、空隙率、ピーク吸音率との相関が高い。
- ③実用上、排水性舗装の屈曲度は2~3の範囲である。
- ④粗骨材の種類を変えた本実験では、粗骨材配合割合とフラクタル次元には明確な関係は得られなかった。

本研究では、ポーラスアスファルト研究会の皆様方、北海道大学工学部4年生田村将樹君(当時)から多大な労力と御助言を賜りました。ここに感謝申し上げます。

《参考文献》

- 1)姫野ほか、「ポーラスアスファルト混合物の間隙分布特性に関する研究」第20回日本道路会議論文集、pp.678~679、1993.10

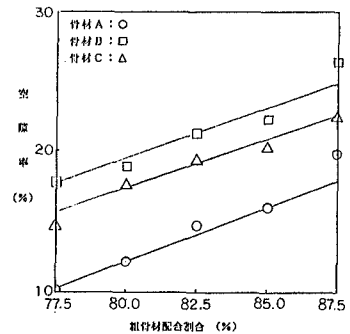


図-3 粗骨材配合割合と空隙率の関係

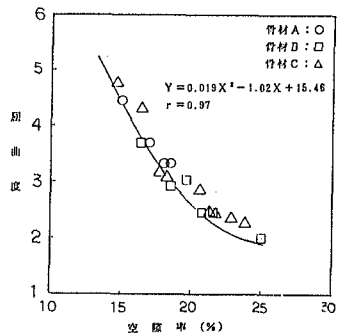


図-4 空隙率と屈曲度の関係

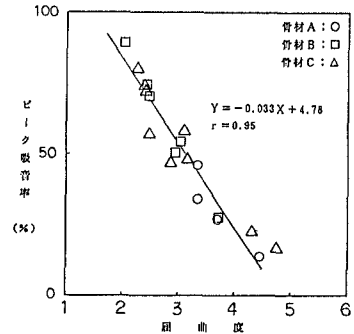


図-5 屈曲度とピーク吸音率の関係

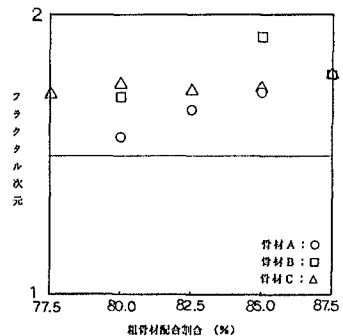


図-6 粗骨材配合割合とフラクタル次元の関係