

V-54 球の充填モデルによる吸音特性の検討

福田道路機技術研究所 正会員 ○水野卓哉
 同 正会員 帆苅浩三
 長岡技術科学大学 正会員 丸山暉彦

1. 本研究の概要

近年における深刻な自動車交通問題の対策として、交通車両の安全確保や交通騒音の低減を目的とした排水性舗装が各方面で注目されており、現在様々な検討がなされている。

本研究は、球の理論充填モデルを用いることにより排水性舗装の基本的な吸音特性の把握を目的とした。実験では、等大球を使用して理論充填を行った供試体(以下モデル供試体とする)と、実際の排水性舗装アスファルト混合物を用いた供試体(以下排水性供試体とする)の2種類の供試体構成を設定した。この両供試体構成のパラメーターとして、「最大骨材粒径」「空隙率」「厚さ」の3つを設定し、日本工業規格により規定されている管内法による吸音率の測定を実施し供試体構成の差異による吸音特性について考察した。

2. 本実験の供試体構成パラメーター

表-1 本実験の供試体構成パラメーター

	モデル供試体	排水性供試体
空隙率	26, 40, 48%	20, 25%
骨材粒径	3/8, 5/8inch	13, 20mmTop
厚さ	4, 8 cm	4, 8 cm

表-1に本実験で設定した供試体構成パラメーターを示す。

モデル供試体は、等大の硬質クロムメッキ製のベアリング球を使用し瞬間接着剤にて固定して作製した。モデル供試体の配合は等大球の単粒配合としたため、ベアリング球の直径を6号碎石の中心径に相当する 3/8インチ(9.6mm)と、5号碎石の中心径に相当する 5/8インチ(15.9mm)の2種類とした。空隙率は充填方式を変えることにより、1球当たり6点接触させたもの(空隙率48%)、8点接触させたもの(空隙率40%)、12点接触させたもの(空隙率26%:最密充填)の3種類設定した。

排水性供試体はランマーの突固めにより作製した。骨材の最大粒径は13mmと20mmの2種類とした。13mmと20mmの配合の粗骨材部分は、各々13mm~5mm、20mm~5mmとした。また、空隙率は実用的な20%と25%の2種類とした。なおモデル供試体の空隙はすべて連続空隙であるが、排水性供試体には独立した空隙も含まれる。

3. 実験結果

3-1. モデル供試体の吸音率測定結果

図-1、図-2に空隙率40%、26%におけるモデル供試体の吸音率測定結果を示す。

2つの図から、モデル供試体の全体的な吸音特性は、最大粒径は吸音率に、厚さはピーク吸音周波数に大きな影響を与えるが、空隙率にはあまり影響のないことが分かる。

最大粒径について見ると、5/8インチの供試体の場合、ピーク吸音率は40~50%、3/8インチの供試体の場合、80%以上の高い値が得られているのが分かる。

厚さについて見ると、8cmの供試体の場合、ピーク吸音周波数は800Hz付近に、4cmの供試体の場合、1600Hz付近に現れている。またその吸音傾向は、いずれもかなりシャープな形状となっていることが分かる。

さらに空隙率48%の供試体の吸音特性は、空隙率40%の供試体の吸音特性とほぼ同様であることが確認されている。

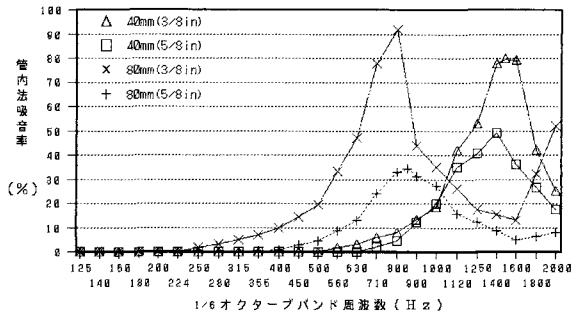


図-1 モデル供試体の管内法吸音率測定結果 (空隙率40%)

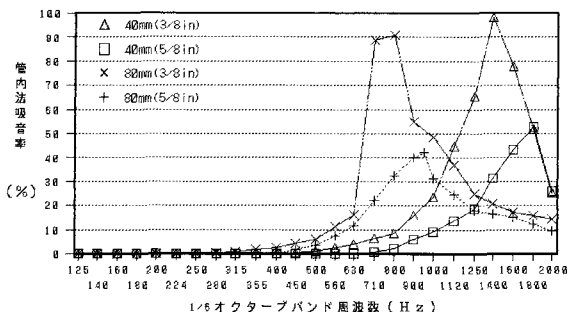


図-2 モデル供試体の管内法吸音率測定結果 (空隙率26%)

3-2. 排水性供試体の吸音率測定結果

図-3、図-4に空隙率25%、20%における排水性供試体の吸音率測定結果を示す。

2つの図から、排水性供試体の全体的な吸音特性は、空隙率は吸音率に、厚さはピーク吸音周波数に大きな影響を与えていることが分かる。しかし最大粒径が吸音率に与える影響は、モデル供試体の場合とは異なり、ほとんど影響がない結果となっている。

空隙率について見ると、25%の供試体の場合、ピーク吸音率は70~80%、20%の供試体の場合、ピーク吸音率は40~50%の値が得られている。

また厚さについて見ると、8 cmの供試体の場合、ピーク吸音周波数は 400Hz付近に、4 cmの供試体の場合、ピーク吸音周波数は 800Hz付近に現れていることが分かる。

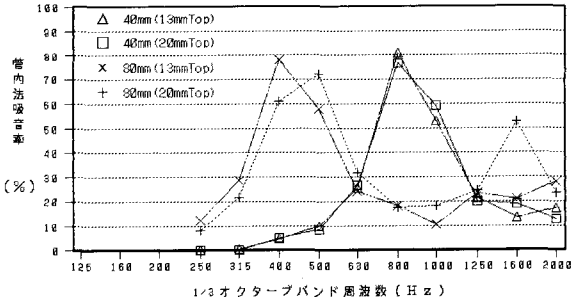


図-3 排水性供試体の管内法吸音率測定結果 (空隙率25%)

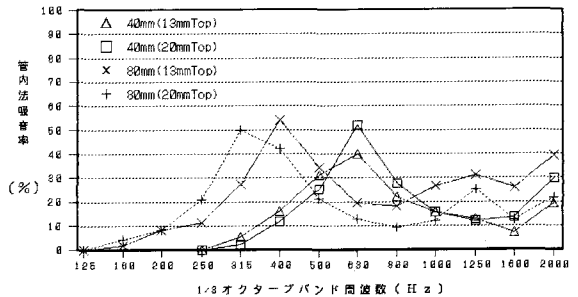


図-4 排水性供試体の管内法吸音率測定結果 (空隙率20%)

4. 考察

一般に吸音材料の吸音機能は、音波が吸音材料に衝突する際に音波の一部が熱エネルギーに変換されることによる音波の減衰と、入射された音波とその一部の反射波との干渉作用(共鳴現象)による音波の減衰とがある。吸音材料の吸音機構はこれら両吸音作用が合成されたものと考えられる。

以下に本実験結果を踏まえ、今回設定したパラメーターが吸音特性に与える影響について考察してみる。

4-1. 最大骨材粒径が吸音特性に与える影響

一般に、空隙率が同等で骨材粒径が小さくなると単位体積当たりの空隙径は小さくなり、空隙個数は増加する。したがって最大粒径が小さくなるほど入射してくる音波の衝突による吸音作用が促進され、音波の減衰が大きくなる。これはモデル供試体において顕著に現れている。しかし排水性供試体の場合、最大粒径が変化しても吸音率に大きな差は生じていない。これは最大粒径が異なるとはいえ粗骨材の最小粒径がいつでも 5mmと等しいことから、単位体積当たりの空隙個数がそれほど変化していないためと考えられる。

4-2. 空隙率が吸音特性に与える影響

空隙率が大きくなると単位体積当たりの空隙個数が増加するため、入射してくる音波の衝突による吸音作用が促進され吸音率は上昇する。しかしこの傾向は、排水性供試体に顕著に現れているものの、モデル供試体にはほとんど見られない。これは、モデル供試体の空隙率(連続空隙率)が最小でも26%と極めて大きいことから、ある一定以上の空隙率が確保されれば、音波の減衰は骨材との衝突による減衰よりも共鳴による減衰が顕著となってくるため、むしろ骨材粒径による空隙径の大きさが重要になるものと考えられる。

4-3. 厚さが吸音特性に与える影響

モデル供試体および排水性供試体の吸音傾向を見ると、いずれもある周波数で吸音のピークをもつ形状となっている。またいずれの供試体も厚さが2倍になるとピーク吸音周波数が1/2になる関係が認められる。この吸音特性は音波の共鳴現象によるものと考えられ、供試体厚さが大きくなるにつれてピーク吸音周波数は低周波領域に移動するようになる。ここで供試体厚さに対応する理論共鳴周波数(音波長の1/4λにおいて共鳴する場合)を求めると、8 cmで1070Hz、4 cmで2140Hzとなる。この理論共鳴周波数と各供試体のピーク吸音周波数の比を求めると、モデル供試体で約 1.3倍、排水性供試体で約 2.7倍となっている。これは各供試体構成に対する実質上の連続空隙長(屈曲度)と考えることができる。

最後に本研究は長岡技術科学大学技術開発センターの研究プロジェクトとして、各種研究機関から構成される「ポーラスアスファルト研究会」の研究活動の一環として位置づけられているものである。