多孔質混合物の吸音に及ぼす空隙状態の影響

日本道路(株)　技術研究所　正会員　○朴　希眞
日本大学　社会交通工学　正会員　岩井　茂雄

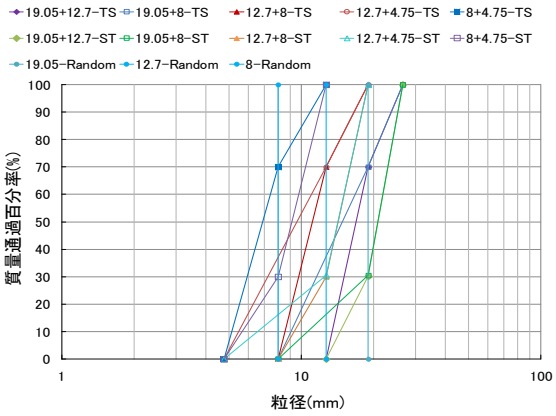
１．はじめに

車両の走行騒音を減衰する要因の１つとして、舗装路面の空隙が挙げられる。この場合，音が多孔質混合物の表面に到達し、空隙内に流入すると摩擦が生じて熱エネルギーに変換され、連続した空隙により共鳴が生じて、音のエネルギーが減衰するといった現象が生じていると考えられる。また、摩擦と共鳴に影響を与える要因としては、多孔質混合物の空隙の形状、大きさ、長さ、分布そして連続性などが挙げられる。しかし、音が空隙を通過する際に生じる摩擦を示す流れ抵抗と、空隙の連続性を示す形状係数[1)]が垂直入射吸音率の特性を変化させることは明らかにされているものの、空隙の形状や大きさが垂直入射吸音率に影響を与えることに関する研究はほとんどない。以上のことから、本研究では、流れ抵抗と垂直入射吸音率に基づいて空隙の形状や大きさが多孔質混合物の吸音に及ぼす影響を明らかにすることとした。

２．実験方法

2－1．多孔質混合物供試体

多孔質混合物の空隙の形状や大きさ(以下空隙の状態という)が吸音に及ぼす影響を明らかにするため、異なる空隙の状態の供試体を作製し検討した。用いた材料は、滑らかな表面を持つスチールボールと凸凹を持った砕石であり、材料の粒度配合率を変えて、空隙の状態を変化させるようにした。本実験では、図－１に示すような粒度とし、スチールボールは、φ19.05、12.7、8、4.75mm の 4 種類、砕石は 19、12、8、4.75mm ふるいにそれぞれ残留した単一粒度の砕石 4 種類を用い、供試体の厚さは 5cm とした。また、図－１で示した粒度のパターンは次の 3 パターンとした。



図－１　本実験の粒度

パターン①：同様なサイズの材料で作った供試体（単粒径供試体）
パターン②：異なるサイズの材料の粗骨材 30%、細骨材 70%(TS)で混合した供試体
パターン③：異なるサイズの材料の粗骨材 70%、細骨材 30%(ST)で混合した供試体

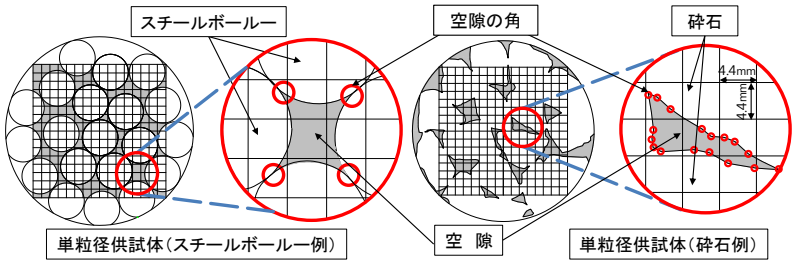
供試体は、スチールボールまたは砕石をモールドに 3 層で分けて敷きならべ、材料および層間を瞬間接着剤で結合し作製した。

2－2．実験方法

垂直入射吸音率は、JIS 1405 に準じて測定した。なお、垂直入射吸音率は、周波数に影響を受けない平均吸音率[2)]により評価した。一方、流れ抵抗 Rs は、気流の速度の影響を受けるため[3)]本研究では、気流速度 0.07m/s の層流状態で流れ抵抗を測定した。

2－3．空隙の状態の分析方法

空隙の状態は、供試体を 3 層に分けて、各層の空隙の形状を空隙の角(カド)になっている部分の数(以下角数という、a Number of Corner in Air Void：NCV)と空隙が占有している面積比により評価した。



図－２　空隙の角数と面積比

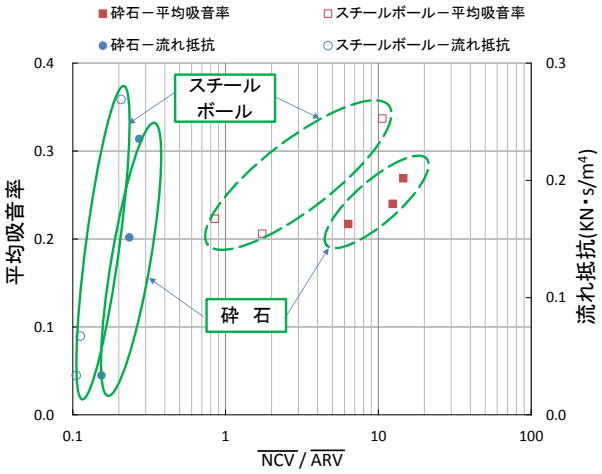
キーワード　配合パターン TS と ST、空隙の状態、垂直入射吸音率、流れ抵抗
連絡先　〒146-0095　東京都大田区多摩川 2－11－20　TEL:03(3759)4872　FAX:03(3759)2250

まず、角数 NCV は、図－２に示すように各層の断面写真をもとに各空隙の角を測定して求めた。次に、図－２の空隙の面積が基準面積(図中のメッシュの１個分、本試験では、4.4×4.4mm とした)の何倍に相当するかを求めた。これを空隙の面積比(Area Ratio of Air Void：ARV)と呼ぶこととする。供試体の空隙の状態は、各々３層の平均値で求めた。

３．実験結果および考察

3－1. 空隙状態の評価と単粒径供試体への影響

流れ抵抗 Rs は、角数 $\overline{NCV}$ の増加(つまり気流の摩擦の増加)に伴い増加し、また気流が通過する断面が大きくなる（$\overline{ARV}$ が増加）と気流がスムースに流れることから、低下すると考えられる。そこで、単粒径供試体において、Rs と $\overline{NCV}/\overline{ARV}$ の関係を見たのが、図－３である。

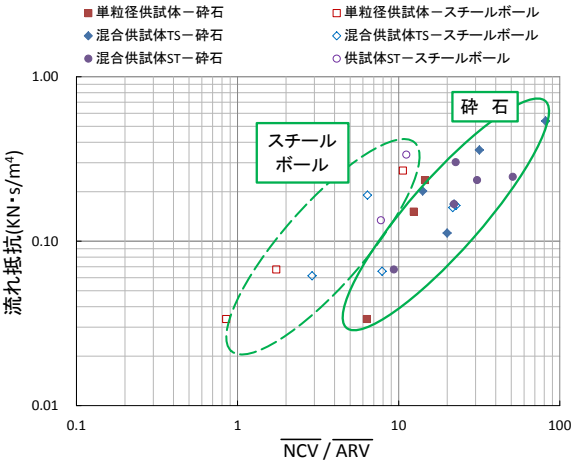


図－３　単粒径供試体の結果

材料の違いによる影響もあるが、スチールボール供試体、砕石供試体のいずれにおいても $\overline{NCV}/\overline{ARV}$ の増加に伴い Rs が増加することが分かる。また、平均吸音率も $\overline{NCV}/\overline{ARV}$ の増加に伴い増加している。これは、Hamet の考案[1)]、「Rs が増加すると垂直入射吸音率のピーク値は低下するが、全体として吸音率が上昇するために、平均吸音率が増加する」と同様の結果と推定できる。本実験でもこのことが確認できた。

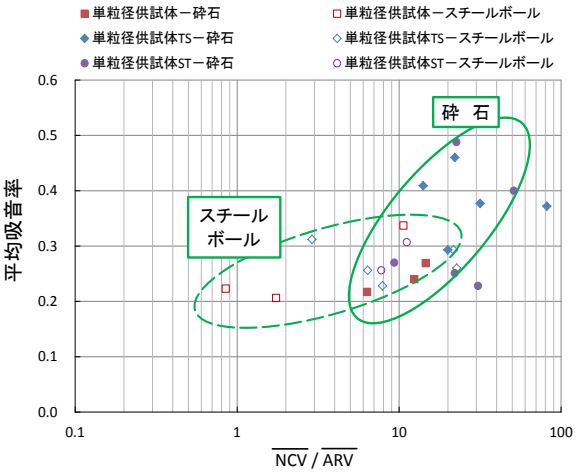
3－2. 空隙状態の混合供試体への影響

図－４に、混合供試体の $\overline{NCV}/\overline{ARV}$ と Rs の関係を示した。図中には、単粒径供試体のデータをプロットした。材料の違いによる差はあるが単粒径供試体と同様に $\overline{NCV}/\overline{ARV}$ の増加に伴い Rs も増加している。



図－４　空隙の状態と流れ抵抗

図－５は、混合供試体の $\overline{NCV}/\overline{ARV}$ と平均吸音率の関係を示している。これも、材料の違いによる差はあるが、$\overline{NCV}/\overline{ARV}$ の増加により平均吸音率が増加する傾向が見られた。これらの結果では、スチールボールと砕石とに違いが生じているが、この原因としてはスチールボールによって形成される空隙の形状は、砕石によって作られる空隙の形状よりもシンプルで、相対的に形状が大きくなることから、同一混合物(粒度)で、作った供試体の $\overline{NCV}/\overline{ARV}$ が少なくなったためと考えられる。



図－５　空隙の状態と平均吸音率

４．まとめ

本検討で得られた、知見をまとめると次のようになる。

- 空隙の状態を NCV、ARV および $\overline{NCV}/\overline{ARV}$ によって示すことができた。
- $\overline{NCV}/\overline{ARV}$ によって、材料毎の平均吸音率への影響を評価できることが示せた。

参考文献

1)　J.F.Hamet, M.Berengier, M. Jacques: ACOUSTIC PERFORMANCES OF PERVIOUS SURFACES, INTERNATIONAL TIRE/ROAD NOISE CONFERENCE, PROCEEDINGS, VOL.1, 1990.
2)　Hee Jin Park, Shigeo Iwai: Influence of particle size distribution on the sound absorption characteristics of porous media, Inter-noise, 2011.
3)　岩井　茂雄、三浦　裕二:透水性舗装によるタイヤ騒音の減衰特性と吸音率の推定、舗装、Vol.32－8、1997.