

大林道路㈱ ○森石一志 京都大学[院] 大西有三 京都大学[院] 西山哲
 京都大学[院] 矢野隆夫 関西電力㈱ 田中裕 ㈱建設企画コンサルタント 竹本恒行

Experimental research on the unsaturated seepage characteristics of granular materials

Kazushi MORIISHI, Yuzo OHNISHI, Satoshi NISHIYAMA,
 Takao YANO, Yutaka TANAKA and Tsuneyuki TAKEMOTO

1 緒言

都市環境改善の一手法として注目されている透水性舗装は、地下水の汲み上げによる地盤沈下に対する地下水の涵養を目的として導入された。しかし、Fig.1に示すように、雨水をアスファルト混合物層、路盤層を介して路床まで浸透させるという構造から、雨水の浸透による路床の軟弱化が懸念され、適用箇所は歩道や軽交通道路に限定されていた。現在では、平成16年5月に施行された「特定都市河川浸水被害対策法」の施行に伴い、重交通道路への適用が検討されている。しかし、車道部へ適用するには、舗装体や路床の強度低下や透水性能の維持などの多くの課題がある。

著者らは、粒状路盤材の強度低下について明らかにした¹⁾。しかし、透水性能に関しては、明らかにされていないため、検討を行う必要がある。また、透水性能は飽和透水係数で評価するのが一般的である²⁾ため、実際の降雨を想定して評価する場合は、舗装体内部が不飽和の状態を考察する必要がある。

そこで本研究は、透水性舗装の透水性能の評価を行うために必要な不飽和浸透特性を、舗装材料のひとつである粒状路盤材の水分保持特性および不飽和透水係数を測定した。

2 実験概要

2.1 使用材料

本研究で使用した粒状路盤材の粒度分布をFig.2に示す。粒状路盤材は、切込碎石と比較材料として再生碎石とした。これらは一般的に舗装の下層路盤で使用されている骨材で、それぞれ最大粒径が40mmの切込碎石（以下、C-40）および、再生碎石（以下、RC-40）を用いた。また、その粒度は舗装設計施工指針³⁾および舗装再生便覧⁴⁾で規定されている粒度範囲（Fig.2のSpec.limits）の中央（以下、中央粒度）とした。また、供試体の締固め度は、舗装現場での施工管理における下層路盤の品質の合格判定値が95%以上であることより³⁾、下限値である95%で作製した。

2.2 試験装置

(1)水分保持特性試験

地盤材料の保水性を測定する手法には、土中法、吸引法、加圧法、および遠心法など多々の手法が提案されている⁵⁾。本研究ではこれらの方法の中でも、測定範囲が

広く、低い吸引圧まで測定可能である加圧法を用いた。加圧法は供試体に正の空気圧を負荷して平衡に達するまで排水させ、その時の供試体における含水率と、負荷した空気圧の関係から水分保持特性を求める手法である。本研究で作製した試験装置をFig.3に示す。

(2)飽和—不飽和透水試験

試験装置は工藤らの実験方法⁶⁾を参考にFig.4に示すようなものを使用した。一定流量を供給するため、給水装置としてマリOTT瓶を用いた。また、給水ノズルを使用し、供試体断面に均等に給水できる構造とした。

3 試験結果

(1)水分保持特性試験

水分保持特性試験の結果をFig.5に示す。マトリックスポテンシャルが-0.1mから-0.2mにかけて急激に飽和度が低下している。これは、骨材間の間隙が大きく、間隙サイズの分布が狭く（類似したサイズの間隙が多く）、平均的な間隙径が大きいため、マトリックスポテンシャルの低下に伴い急激な脱水が生じ、空気が侵入すること

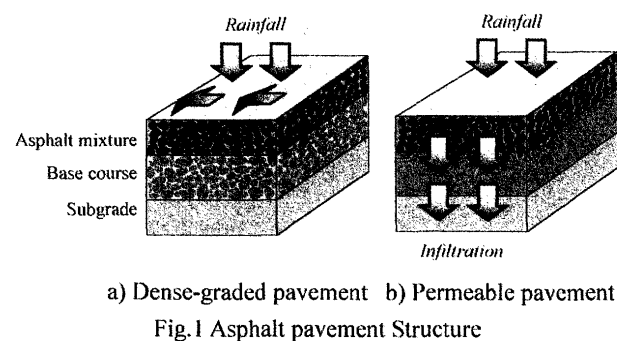


Fig.1 Asphalt pavement Structure

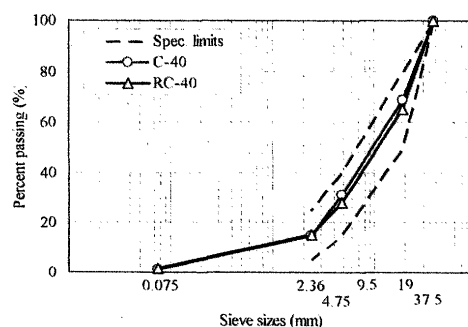


Fig.2 Gradation of the tested granular materials

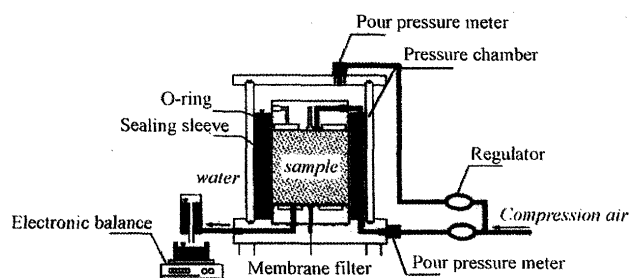


Fig.3 Equipment for water retentivity test

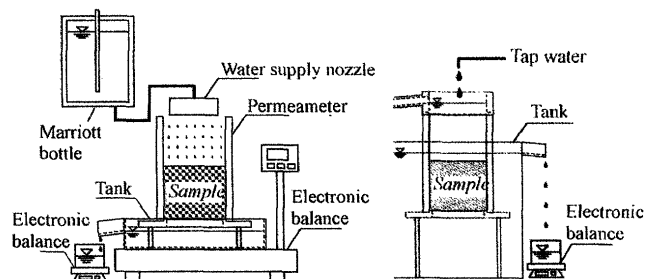


Fig.4 Equipment for permeability test

により、マトリックスポテンシャルが -0.12m 付近から飽和度が急激に低下していると考えられる。これは、既報⁷⁾のアスファルト混合物の傾向と同様であり、土のように粘土分の含有量が多く、間隙サイズが小さい場合には、飽和度が急激に減少を起こさないという傾向とは異なるものである。また、マトリックスポテンシャルが最大になった時の飽和度が約40%程度を保っている。これに対してRC-40は、土の水分保持特性に類似した傾向を示した。これは、骨材表面の粗度、濡れ性などが原因と考えられ、今後の検討課題である。

(2)飽和—不飽和透水試験

飽和透水試験結果を Table.1, 不飽和透水試験結果を Fig.6 にそれぞれ示す。C-40 の不飽和透水係数の方が、RC-40 のそれに比べ飽和度が大きくなるに従い大きな値を示している。それぞれの乾燥密度および間隙比を見ると、C-40 が $1.964\text{g}/\text{cm}^3$, 0.365 で、RC-40 が $1.765\text{g}/\text{cm}^3$, 0.510 であり、密度および間隙率が小さい C-40 の方が小さい結果となった。これは水分保持特性と同様、骨材表面の粗度、濡れ性などが原因と推察される。

比透水係数（不飽和透水係数／飽和透水係数）と飽和度との関係を Fig.7 にそれぞれ示す。C-40 は飽和度が30%付近から徐々に飽和透水係数に近づく傾向が見られ、RC-40 は飽和度が30%付近から80%付近に向けて急な勾配で飽和透水係数に近づくような傾向が見られた。

4 結言

本研究において、水分保持特性試験および飽和—不飽和透水試験を行った結果、C-40 および RC-40 の傾向を示すことができた。今後はこの結果を数値解析に活かして行きたいと考えている。

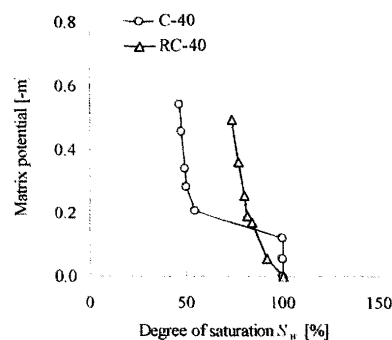


Fig.5 Water retentivity test result

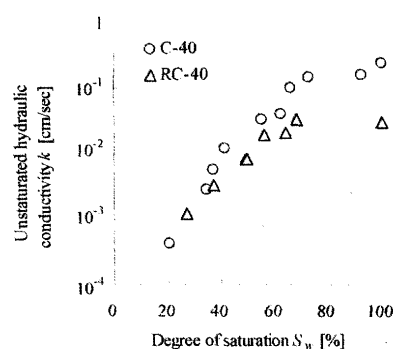


Fig.6 Permeability test result (1)

	Saturated hydraulic conductivity [cm/sec]
C-40	2.53×10^{-1}
RC-40	3.16×10^{-2}

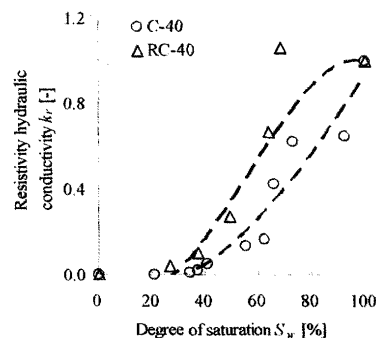


Fig.7 Permeability test result (2)

参考文献

- 1) 森石一志, 大西有三, 西山哲, 矢野隆夫, 石川健: 透水性舗装における路盤材の支持力変化に関する一考察, 第56期学術講演会講演論文集, pp.55-56(2007).
- 2) 独立行政法人土木研究所: 道路路面雨水処理マニュアル(案)(2005).
- 3) 社団法人日本道路協会: 舗装設計施工指針, (2006).
- 4) 社団法人日本道路協会: 舗装再生便覧, (2004).
- 5) 社団法人地盤工学会: 土の保水性試験, 土質試験の方法と解説, pp.118-135(2000).
- 6) 工藤アキヒロ, 西垣誠, 西方卯佐男, 鳥居剛, 浅田昌蔵: 粗粒材の不飽和浸透特性の測定と粒度による影響, 土木学会論文集, No.743, III-64, pp.77-87(2003.9).
- 7) 森石一志, 大西有三, 西山哲, 矢野隆夫, 田中裕, 竹本恒行: ポーラスアスファルト混合物の不飽和浸透特性に関する実験的研究, 第57期学術講演会講演論文集, 投稿中(2008.5).