

透水性舗装の変形特性に関する模型実験

京都大学 正会員 中島伸一郎
 土木研究所 正会員 小橋秀俊

1. はじめに

降雨による雨水を舗装体内に取り込んで貯留浸透させる透水性舗装は、都市水害抑制策¹⁾、都市環境改善策²⁾のひとつとして期待されている。しかし、これを車道に適用しようとする場合、雨水浸透と繰返し交通荷重とで路盤・路床が弱化し、通常の舗装に比べて短命化することが懸念される^{たとえば3)}。本研究では、雨水が浸透した状態で繰返し交通荷重を受ける透水性舗装の変形特性を把握することを目的として、透水性舗装模型に対する繰返し平板載荷試験を実施した。

2. 実験概要

図1に示すように、直径1000mm×深さ1000mmの分割式の鋼製土槽内に、表層、路盤、路床からなる透水性舗装模型を作製した。路床材料の異なる3種類の模型を2個ずつ作製し、一方は乾燥状態（乾燥模型：作製後、そのままの模型）で、他方は浸水状態（浸水模型：模型作製後、下層路盤面以下を飽和させた模型）で繰返し載荷試験に供した。

路床材料には、山砂（江戸崎産）、川砂（霞ヶ浦産）、関東ローム（江戸崎産）を用いた。物性値を表1に示す。路床の施工含水比は最適含水比とし、重量を管理しながら1層10cm厚で段階的に締め固めることにより締固め度95%程度の均質な路床を施工した。

浸水条件での実験に用いる模型は、表層まで打設したのちに、模型最下部に設置した給排水バルブから10cm程度の水頭差を与えながらゆっくりと給水し、最終的には下層路盤面まで水位を上昇させた。水位の上昇には、川砂路床で1週間程度、山砂路床で1ヶ月程度、関東ローム路床で3ヶ月程度の時間を要した。このような浸水は、実際の透水性舗装における雨水浸透を正確に表現したものではないが、路盤・路床にとっては最も過酷な条件に相当する。

載荷試験では、図2に示すように直径300mmの剛性円板を介して、油圧ジャッキにより、0~49kNの正弦波荷重を1.0Hzの速度で最大1,000,000回与えた。

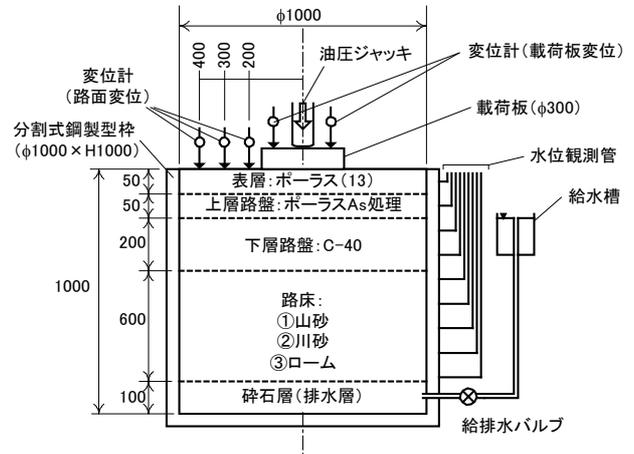


図1 模型および装置の概略図(単位:mm)

表1 路床材料の物性値

	山砂	川砂	ローム
土粒子密度 ρ_s [g/cm ³]	2.689	2.706	2.702
最大粒径 D_{max} [mm]	4.75	9.50	2.00
60%粒径 D_{60} [mm]	0.19	0.57	0.03
10%粒径 D_{10} [mm]	0.015	0.255	
最適含水比 w_{opt} [%]	17.0	17.6	72.7
最大乾燥密度 ρ_{dmax} [g/cm ³]	1.737	1.685	0.850
室内CBR [%]	20	11	2
飽和透水係数 k [cm/s]	3.2×10^{-4}	1.8×10^{-2}	3.3×10^{-6}

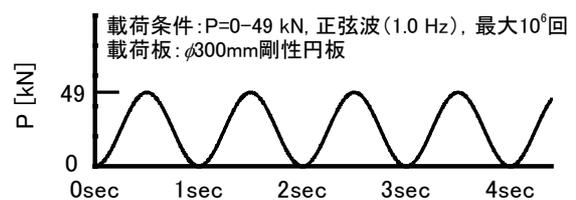


図2 載荷条件

なお、試験中は給排水バルブは閉じている。

3. 実験結果および考察

(1) 載荷板変位 載荷板変位の測定結果から、各載荷サイクルにおける残留変位と変位振幅を図3に示す。残留変位は載荷面の塑性変形量を、変位振幅は載荷面の弾性変形量を表す。図3(a)より、いずれの路床材の場合も、浸水模型の載荷面の残留変位は乾燥模型の5

キーワード 透水性舗装, 変形特性, 載荷試験

連絡先 〒615-8530 京都市西京区京都大学桂 京都大学次世代開拓研究ユニット TEL: 075-383-7539

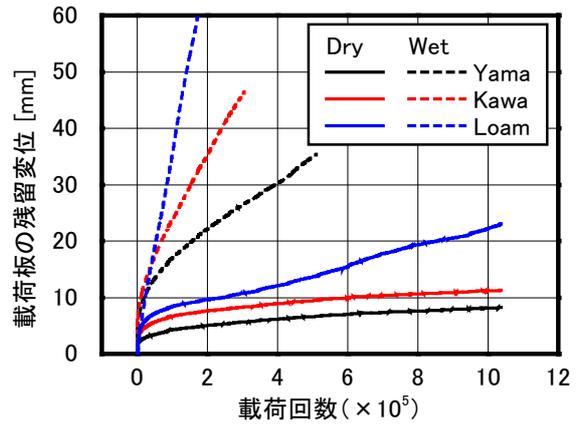
～6倍の速さで増大している。すなわち、雨水浸透した状態で繰返し荷重を受けると、舗装の変形は早まることが確認された。また、乾燥・浸水模型それぞれについて路床材による残留変位の差異を見ると、表1に示す路床 CBR の大小(山砂>川砂>ローム)に対応した変形が発生していることが確認できる。

つぎに、載荷面の変位振幅については、図3(b)より、ロームの浸水模型のみ載荷回数とともに急激に増大した。一方、他のケースの変位振幅は0.5～1.0 mmの範囲であり、載荷回数による変化は小さい。山砂、川砂のケースにおける塑性変形が、浸水によって大きく増大した(図3(a))のに対し、弾性変形量は浸水によってほとんど変化していないことは特徴的である。すなわち、浸水による影響が、路床の剛性低下という形では明確に表れていないことになる。ただし、図3(b)内右上に示す拡大図からわかるとおり、乾燥模型の変位振幅が載荷回数に対して一定もしくは低下傾向にあるのに対し、浸水模型の場合は増加傾向にはある。

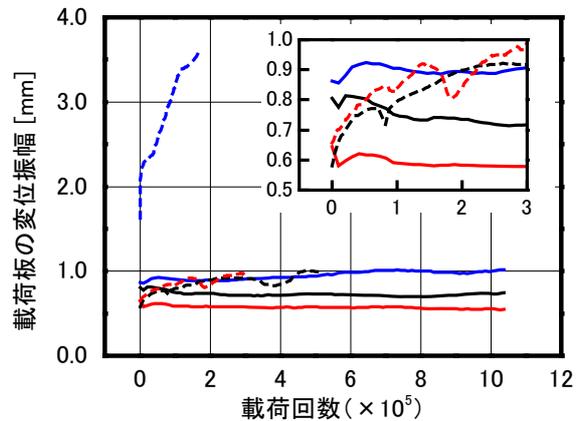
(2) 路床面の変形量 図4は、実験終了後に路床面の沈下状況をレーザプロファイラで測定したものである。図より、ロームの場合は路床面が大きく変形しており、最大沈下量は実験終了時における載荷面の残留変位の40～50%に相当する。このことから、ロームのケースにおける舗装の変形には、路床材の支持力の低さおよび浸水による支持力の低下が大きく影響していると推測される。一方、山砂の場合は、路床面の沈下は小さく、また、乾燥模型と浸水模型とでほとんど差がない結果となった。図3(a)より、山砂のケースにおける載荷面の残留変位は、浸水によって大きく増大しているにもかかわらず、その変形は路床面にはほとんど表れていないことになる。このことから、山砂のケースにおける浸水時の舗装の変形は、路床材の弱化というよりも、下層路盤の弱化によるものであると推測される。

4. まとめ

透水性舗装模型に対する繰返し平板載荷試験の結果、舗装体内に浸水することで舗装の塑性変形が増大することが確認された。ただし、載荷板の変位振幅を見る限り、「浸水による路床の弱化(路床剛性の低下)」という現象は、路床材がロームの場合を除いて明確ではない。また、実験後の開削調査の結果、路床材が山砂のケースでは、浸水により載荷面の塑性変形は大きく増大したものの、路床にはほとんど影響が表れておら



(a) 載荷板の残留変位



(b) 載荷板の変位振幅(凡例は(a)と同じ)

図3 載荷回数と載荷板変位の関係

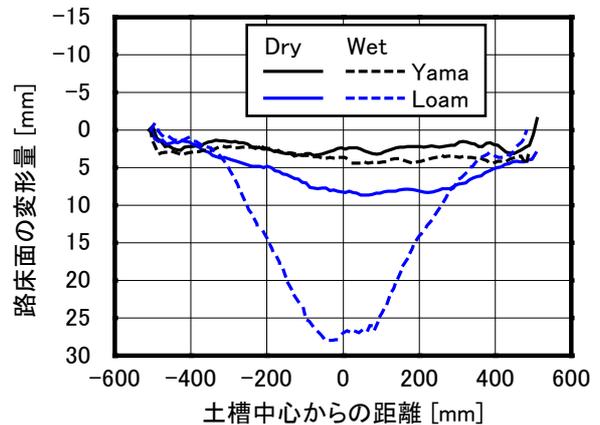


図4 レーザプロファイラによる路床面変形量の測定結果

ず、このようなケースでは、路盤材の浸水弱化が大きく影響しているものと推測される。

謝辞：研究の遂行にあたりご助言いただいた京都大学 細田尚教授、京都大学 木村亮教授に深く感謝の意を表します。本研究は科学技術振興調整費の支援によるものである。

参考文献

- 1) 伊藤ら：土木学会舗装工学論文集, Vol.12, pp.91-98, 2007.
- 2) 西山ら：日本ヒートアイランド学会論文集, Vol.2, pp.22-28, 2007.
- 3) 佐藤ら：地盤工学会誌, Vol.56, No.12, pp.62-72, 2008.