

乾燥-湿潤および繰返し載荷が透水性舗装の力学挙動に及ぼす影響に関する実験的検討

山口大学大学院 学生会員 ○川口 雄輔 池田 茜
山口大学大学院 正会員 中島 伸一郎 清水 則一

1. はじめに

透水性舗装は、雨水を路床や路盤へと浸透させる舗装であり、都市における水害抑制策として期待されている。しかし雨水が浸透した状態で交通荷重が繰返し作用すると、路床・路盤の支持力低下によって舗装の耐久性が低下することが懸念されている。

本研究では、浸水による舗装の弱化メカニズムを明確にするために、浸水と非浸水状態での透水性舗装モデルの繰返し載荷実験を実施した。また載荷前後および浸水・排水前後で地盤反力係数を測定し、モデルの剛性の変化を調査した。実験結果より、浸水と非浸水状態での繰返し載荷による影響を考察した。

2. 実験の概要

(1) 透水性舗装モデルに対する繰返し平板載荷実験

図-1 に示すような直径 1m×深さ 1m の透水性舗装モデルを作成し、その路面部分に交通荷重を模擬した円形平板載荷（直径 300 mm）を 1Hz の速度で繰返し与えたときの、路面の沈下と舗装内部の応力・水圧を観測する実験^{1),2)}である。

使用材料については、表層は開粒度アスファルト混合物、上層路盤は透水性安定処理混合物、下層路盤はクラッシュラン (C-40)、路床は宇部まさ土を使用している。路床材の宇部まさ土の物性値は土粒子の密度 2.616 g/cm^3 、最大粒径 10 mm、60%粒径 1.7 mm、10%粒度 0.16 mm、最適含水比 11.8 %、最大乾燥密度 1.930 g/cm^3 、室内 CBR27 %、飽和透水係数 $5.5 \times 10^3 \text{ cm/s}$ となっている。

まさ土を路床材とした舗装モデルを 2 個作成し、1 本目（モデル S）は、非浸水状態（Dry）で 100 万回の載荷を実施したのちに載荷を停止し、2 週間かけて浸水（Wet）させ再び載荷した。浸水状態で 8 万回載荷した時点で、載荷面の累積残留変位が 50 mm を超えたため、この時点で実験を終了した（図-2(a)）。

2 本目（モデル T）の実験では、非浸水状態（Dry）で 2 万回、浸水状態（Wet）で 2 万回の載荷を交互に、計 10 万回まで繰返した（図-2 (b)）。

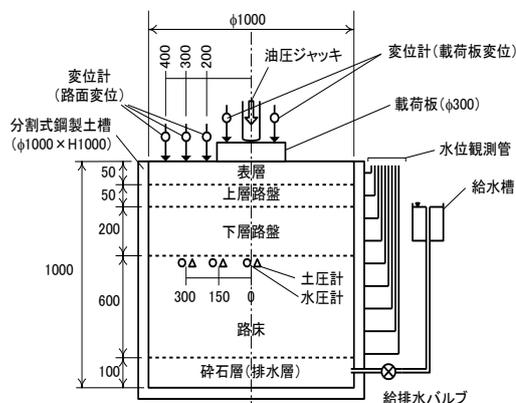
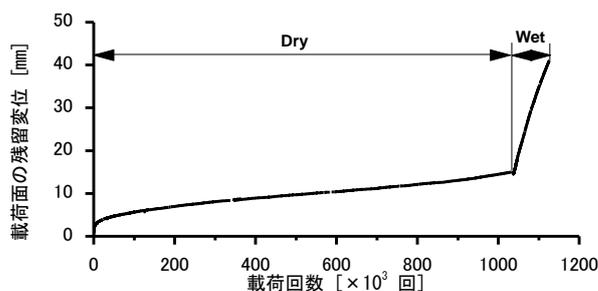
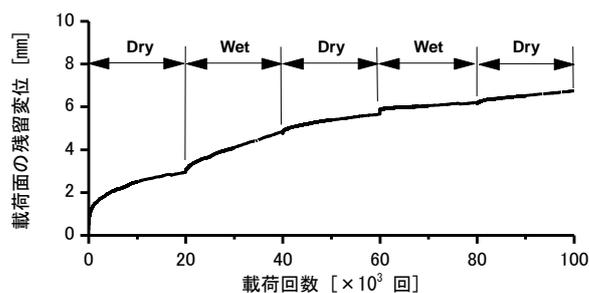


図-1 モデルおよび装置の概略図（単位：mm）



(a) モデル S



(b) モデル T

図-2 載荷回数と載荷面の残留変位の関係

(2) 地盤反力係数の測定

繰返し載荷を行う前と行った後、および浸水（Dry → Wet）・排水（Wet → Dry）を行う前と後に、モデルの地盤反力係数を求める試験を実施した。この試験では、5, 10, 20 kN をピークとする三角波荷重を各 6 回与えた。載荷速度は 0.2, 2, 20 kN/s の 3 種類とした。

載荷圧力と載荷板変位の関係をグラフに描き、その回帰直線の傾きを地盤反力係数とした。

3. 実験結果

模型 T における載荷板の弾性変位と路床面土圧（載荷板直下）を図-3、図-4 に示す。図より、模型が非浸水状態（Dry）の時は載荷板の弾性変位、路床面土圧ともに、ほぼ一定の値を示しているのに対して、浸水状態（Wet）では増加傾向を示す。

図-5、図-6 は模型 T における地盤反力係数の測定結果（載荷荷重 20 kN，載荷速度 0.2 kN/s）と、測定時に路床面で観測された路床面土圧を示している。

図-5 より、浸水状態（Wet）での載荷前後では非浸水状態（Dry）の場合に比べ、地盤反力係数が大きく低下することが確認できる。また、浸水過程（Dry→Wet）、排水過程（Wet→Dry）の前後での地盤反力係数を比較すると、浸水時は地盤反力係数が変化しないのに対して、排水時には地盤反力係数が大きく上昇する。図-6 より、路床面土圧は非浸水状態での載荷前後は路床面土圧がほぼ変化しないのに対して、浸水状態での載荷前後には路床面土圧が大きく増加している。浸水過程・排水過程による路床面土圧の変化について見ると、浸水前後（Dry→Wet）も排水前後（Wet→Dry）も路床面土圧は同程度に低下する傾向が見られる。

4. まとめ

実験結果から載荷板の残留変位と弾性変位および路床面土圧の変化傾向をまとめたのが表-1 である。表より、②浸水状態（Wet）での繰返し載荷によって弾性変位が増加し、路床面での土圧も上昇するという事は、浸水によって模型内部の材料の軟化が生じているものと推測される。一方で排水過程（Wet→Dry）では弾性変位の減少、土圧の低下がみられ、飽和していた材料が不飽和化することで、剛性が上昇していることを意味していると思われる。これらのメカニズムの詳細については今後、数値解析等で検討していく必要がある。

参考文献

- 1) 中島，小橋，岸田，木村：浸水した透水性舗装の変形特性に関する実験，土木学会舗装工学論文集，No.14，pp.41-48，2009.
- 2) 池田，中島，中田，清水：浸水・非浸水条件における透水性舗装の変形特性の評価および必要舗装厚の検討，土木学会論文集，E1，Vol.68，No3，pp.I_29-I_35，2012.

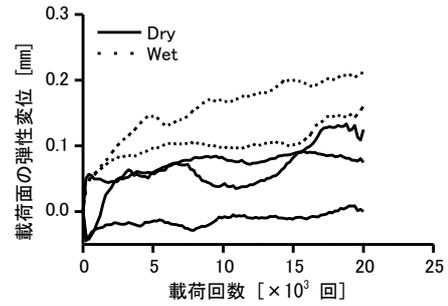


図-3 模型 T の載荷面の弾性変位

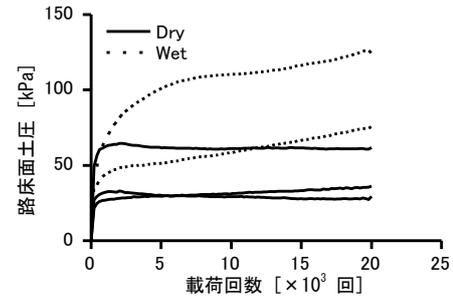


図-4 模型 T の載荷面の路床面土圧

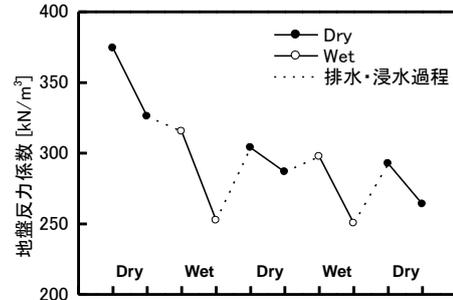


図-5 模型 T の試験実施順の地盤反力係数の推移

(載荷荷重 20 kN，載荷速度 0.2 kN/s)

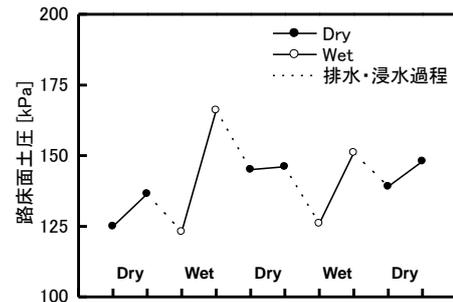


図-6 模型 T の試験実施順の路床面土圧の推移

表-1 繰返し載荷試験および地盤反力係数測定結果に基づく舗装模型の応力・変形の傾向に関するまとめ

	残留 変位	弾性 変位	路床面 土圧
①非浸水状態 (Dry)	微増	一定～微増	一定
②浸水状態 (Wet)	急増～微増	増加	上昇
③浸水 (Dry→Wet)	-	一定～増加	一定～低下
④排水 (Wet→Dry)	-	減少	低下