

繰返し載荷条件下における透水性舗装の変形特性に関する実験的検討

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

1. はじめに

透水性舗装は、舗装体を通して雨水を路床に浸透させ、地中に還元する機能をもっている。しかし、雨水浸水と交通荷重により、舗装の早期破損が懸念されることから、透水性舗装の車道への適用は少なく、設計手法が確立されていない。そこで、まず浸水条件下での透水性舗装の変形特性を明らかにする必要がある。本研究では、浸水した透水性舗装の変形特性を明らかにすることを目的として、透水性舗装模型に対して交通荷重を模擬した繰返し平板載荷試験¹⁾を実施した。本報告では、載荷回数の増加に伴う、路面の残留変位および弾性変位の結果を示し、舗装の変形メカニズムについて考察した。

2. 透水性舗装模型実験の概要

透水性舗装模型は、図 1 に示すように直径 1000 mm×深さ 1000 mm の軸対称円筒模型である。各層の層厚と使用材料を表 1 に示す。また、路床材料の物性値を表 2 に示す。路床には強度と透水性の異なる 3 種類の材料を選択した。載荷荷重は、交通荷重を 300 mm の剛性円板を用いた定点載荷によって模擬し、普通道路における標準荷重である 49 kN を最大値とする 1.0 Hz の正弦波（荷重制御）で与えることとした。また、載荷回数は最大 10^6 回とした。ただし、載荷板に設置した 2 本の接触式変位計のうちいずれかが計測容量（50 mm）を超えた場合には、その時点で載荷を終了した。実験ケースは 3 種類の路床材ごとに非浸水条件（乾燥模型：作製後、そのままの模型）で 2 回と、浸水条件（浸水模型：模型作製後、下層路盤面以下を飽和させた模型）の模型で 3 回の実験を行った。基本的な計測項目は、載荷荷重、載荷面変位、路面変位、路床面における土圧と間隙水圧である。

3. 実験結果と考察

図 2 は、本実験における載荷回数と載荷面変位の模式図である。以下の説明では、各載荷サイクルにおいて、荷重がゼロ（除荷）になっても載荷面に残留する沈下量のことを残留変位と呼ぶ。また各載荷サイクルでの最大変位と最小変位の差のことを弾性変位と呼ぶ。

3.1 載荷面の変位

図 3 に、載荷回数と載荷面における残留変位との関係を示す。図より非浸水模型の残留変位は路床材料によらずほぼ同じであり、載荷回数 10^6 回で 10～20 mm である。一方、浸水模型の残留変位は非浸水模型に比べ、顕著に増加しており、また、同じ載荷

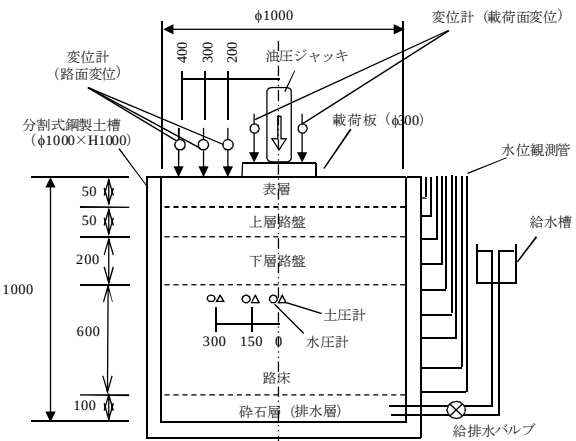


図 1 模型および装置の概略図（単位：mm）

表 1 層厚および使用材料

	層厚	使用材料
表層	50mm	ポリマー改質アスファルトH型使用 開粒度アスファルト混合物(13)
上層路盤	50mm	ポリマー改質アスファルトII型使用 透水性安定処理混合物(30)
下層路盤	200mm	クラッシュラン(C-40)
路床	600mm	①江戸崎砂(細砂) ②霞ヶ浦砂(粗砂) ③関東ローム(シルト)
排水碎石層	100mm	碎石(C-40と川砂を混合したもの)

表 2 路床材料の物性値

	江戸崎砂	霞ヶ浦砂	関東ローム
土粒子の密度 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}

回数時の残留変位は、路床材料によって差が見られる。これより、路床および下層路盤の浸水がアスファルト舗装の塑性変形挙動に大きく影響することが確認できた。

3.2 路面での残留変位と弾性変位

図 4 に載荷回数と路面で計測した残留変位、弾性変位の関係を示す。今回は載荷面の残留変位（図 2）で増加傾向が顕著に見られた浸水条件の関東ローム模型の場合を示した。

図 4 (a) より、残留変位については、載荷位置中心から 0 mm、200 mm の位置では、載荷回数の増加に伴って増加している。一方、載荷面から離れた位置にある 300 mm、400 mm では、残留変位はほとん

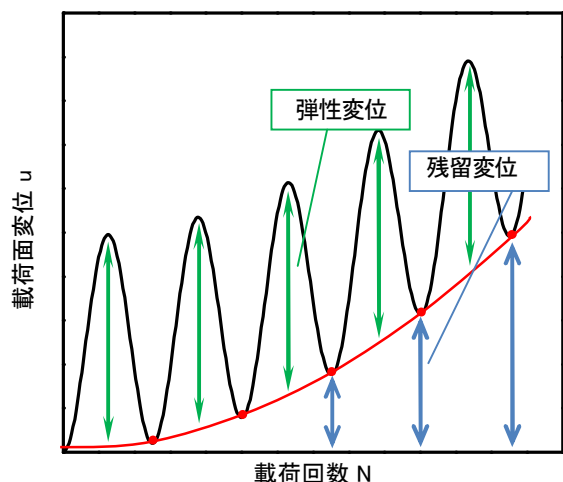


図2 荷回数と荷面変位の模式図

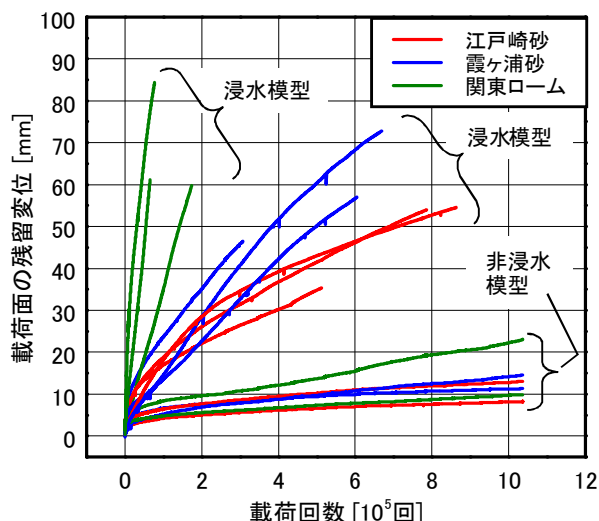
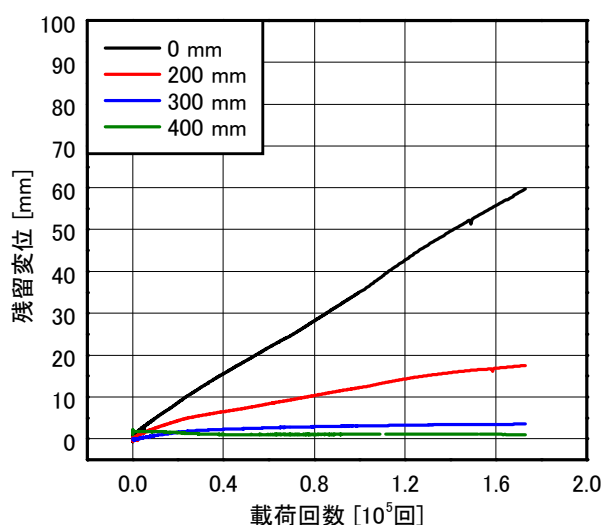
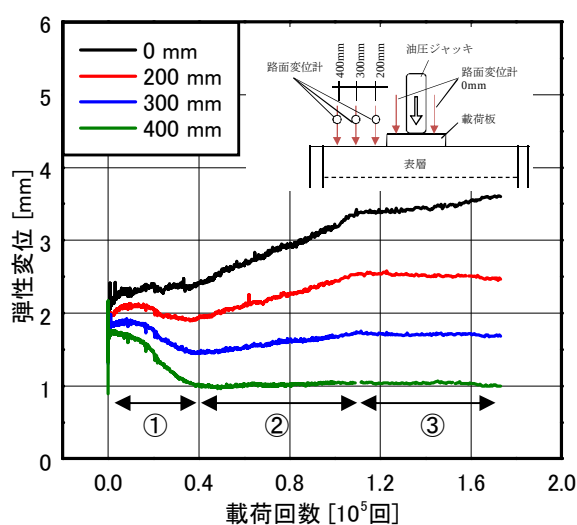


図3 荷面における残留変位



(a) 残留変位



(b) 弾性変位

図4 路面の計測点ごとの変位（浸水模型，関東ローム）

ど発生していない。図4(b)より、弾性変位については、図中に示すような3つの段階(①～③)に分けられる。すなわち、弾性変位が減少傾向を示す段階①、上昇傾向を示す段階②、一定となる段階③である。段階①については、顕著に減少する傾向が見られる。これは、たわみの繰返し(疲労)によりアスファルト混合物層が軟化する結果、弾性変形が荷面の近傍のみ集中するようになる一方、外周部での変形は小さくなることを示している。次に段階②では、弾性変位は増加する傾向にあり、荷面に近い計測点ほど増加率は高い。これは、下層路盤や路床の剛性が高含水条件の下で繰返し荷重を受けることで低下する過程を示し、作用荷重の大きい荷面に近いほど剛性の低下が著しいことを示していると考えられる。段階③では、全ての計測位置で弾性変位は一定となるが、図4(a)に示すとおり、残留変位は単調に増加し続ける。以上の結果をまとめると、アスファルト混合物層が疲労により軟化を示す段階①、路盤・路床の剛性が低下する段階②、舗装全体が塑性流動状態になって残留変形が単調に増

加する段階③、という損傷のプロセスを示していると考えられる。

4. まとめ

- 浸水模型において、荷面における残留変位は、特に関東ロームの模型で著しい増加傾向が見られ、路床および下層路盤の浸水がアスファルト舗装の塑性変形挙動に大きく影響することが確認できた。
- 路面での残留変位については、荷面近傍では、荷回数の増加に伴って増加の傾向が見られたが、外周部では一定となった。路面での弾性変位については、荷初期では疲労によるアスファルト混合物層の軟化により減少傾向が見られ、次第に路盤・路床の剛性が低下し、最終的には舗装全体が塑性流動状態になり一定となった。

参考文献

- 中島伸一郎，小橋秀俊，岸田潔，木村亮：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.