

舗装版下におけるポンピング現象に関する実験的研究

山口大学大学院 学生会員 ○重廣 和輝
山口大学大学院 正会員 中島 伸一郎

1. はじめに

道路舗装の破損原因のひとつにポンピング現象がある(図-1)。これは図-2に示すように、クラックや目地から雨水が侵入し、繰り返し交通荷重により路盤の細粒分が噴出して、路盤の浸食が進行すると言われている¹⁾。本研究では、ポンピングによる路盤の浸食プロセスを観察するため、小型土槽模型実験を実施した。

2. 実験方法

図-3に示すように、飽和した模擬路盤の上に、目地を有する模擬舗装版をセットし、舗装版に車輪荷重を繰り返し載荷した時の、路盤粒子の動きや浸食状況を観察する実験である。図-4に装置の全体図を示す。土槽は路盤の状況が確認できるよう透明の亚克力で作成し、路盤材には珪砂6号を使用しており、ポンピングを発生させやすくするため飽和させ緩い路盤としている。舗装版には厚さ5mmの亚克力板を用いており、ひび割れを模した2mmの目地を1か所設けている。荷重の載荷は車輪のついた回転盤を、支柱を軸に回転させることで行う。実験条件として今回一つの手輪につき6660gの荷重を載荷しており、載荷速度を1.0 km/h、1.5 km/h、2.0 km/h、2.5 km/hの4パターンで行った。車輪が目地上を100回通過した後の砂の噴出量や移動荷重載荷の際の舗装路盤の粒子の動きを比較する。

3. 実験結果

(1) 目地からの砂の噴出量

各速度での実験ごとに終了時の表層版上に噴出した珪砂を回収しその重量を計測した。図-5に砂の噴出量を表す。実験を4回ずつ行い、その平均を取っている。この図より速度が速くなるにつれ、噴出量が減少する傾向が見られる。これは走行速度が遅くなることで目地付近の荷重載荷時間が長くなり、目地付近の版のたわみ量が增加することが原因であると考えられる。ポンピング現象は版の上下運動のくり返しにより発生するが、たわみ量が増加することにより版の可動域が広くなり、それに伴い噴出量が増加したと考えられる。



図-1 ポンピング発生状況

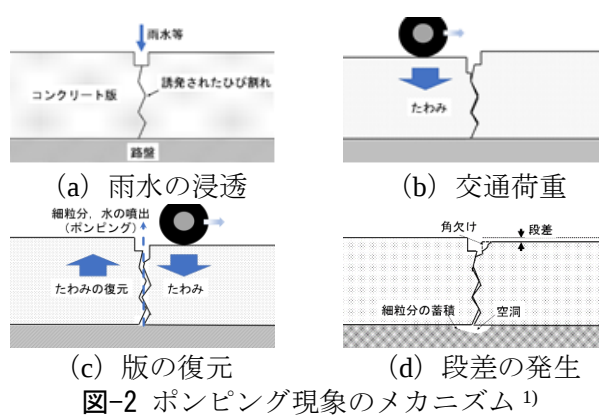
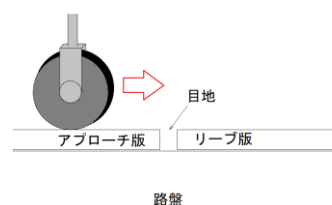
図-2 ポンピング現象のメカニズム¹⁾

図-3 ポンピング模型実験の概念図

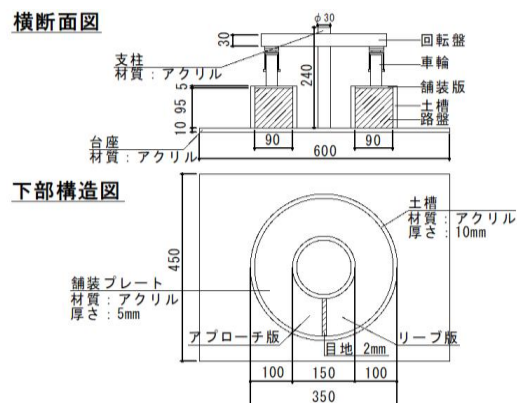


図-4 小型実験装置

キーワード 舗装 ポンピング 浸食 粒子追跡 模型実験

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台2-16-1 山口大学工学部 TEL 0836-85-9334

一般に舗装が破損する影響は交通荷重載荷時間に反比例する²⁾と言われており、今回の結果はそれに整合する。

(2) 粒子追跡

実験時の目地付近の様子を装置水平方向から荷重載荷時のアプローチ版、リープ版下の路盤粒子の動きが映るよう240フレーム/秒の動画にて撮影した。図-6のような代表的な粒子をいくつか選出し、解析ソフト「ImageJ」で粒子追跡解析を行った。図-7は粒子追跡による舗装版および路盤粒子の水平変位および鉛直変位の経時変化を示している。水平変位は図-6において右向きを正、鉛直変位は沈下方向を正としている。図-7(a)より車輪の移動とともにアプローチ版が徐々にたわみ、車輪が目地に差し掛かった $t=0.27\text{s}$ からリープ版が急激にたわんでいることが確認できる。図-7(b)、(c)より、深度2 mmの粒子の鉛直変位はアプローチ版下もリープ版下も同様の動きを示しており、車輪が目地に差し掛かった $t=0.27\text{s}$ あたりから0.5 mm程度沈下するが、その後は徐々に元の深さに復元している。移動荷重により粒子の鉛直マイナス方向への変位は見られないことから、この深度ではポンピングの影響が小さかったものと思われる。

図-7(a)より、目地通過後のリープ版の急激な沈下方向のたわみに比べて、アプローチ版のたわみの復元は緩やかである。舗装版の端部の固定条件によっては、たわみの復元はさらに強まり、ポンピングが生じやすくなると考えられる。固定条件の影響については今後の検討課題である。

4. まとめ

ポンピングを模擬した小型土槽実験により以下のことがわかった。

- ・荷重速度が速いほど路盤材の噴出量は減少した。移動荷重による舗装版のたわみ量が減少するためであると考えられる。
- ・動画解析により、舗装版や路盤粒子の動きを追跡可能であることがわかった。今回の解析条件では深度2 mmの粒子の変位量は小さく、ポンピングの影響が及んでいないと考えられる。

参考文献

- 1) 国土技術政策総合研究所, 土木研究所: コンクリート舗装の変状に関する技術資料, 土木研究所資料第 4266号, 32p, 2013.
- 2) 土木学会土構造物および基礎委員会「舗装工学」編集委員会編: 舗装工学, 土木学会, pp.54-55, 1995.

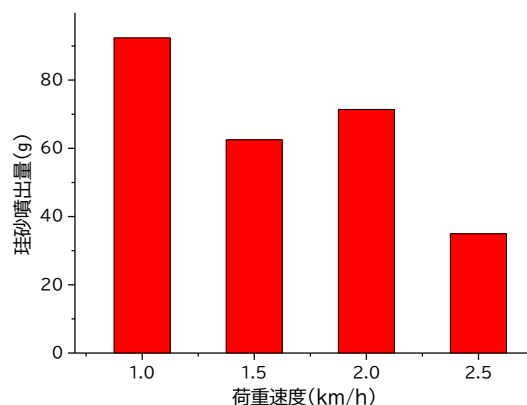


図-5 載荷回数と噴出量

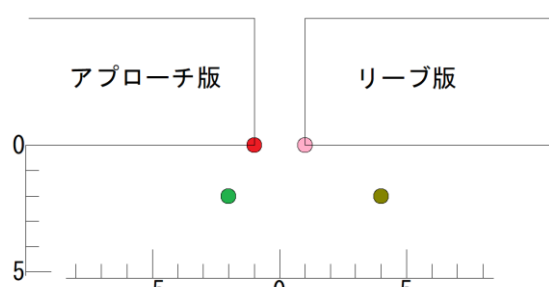


図-6 各粒子位置

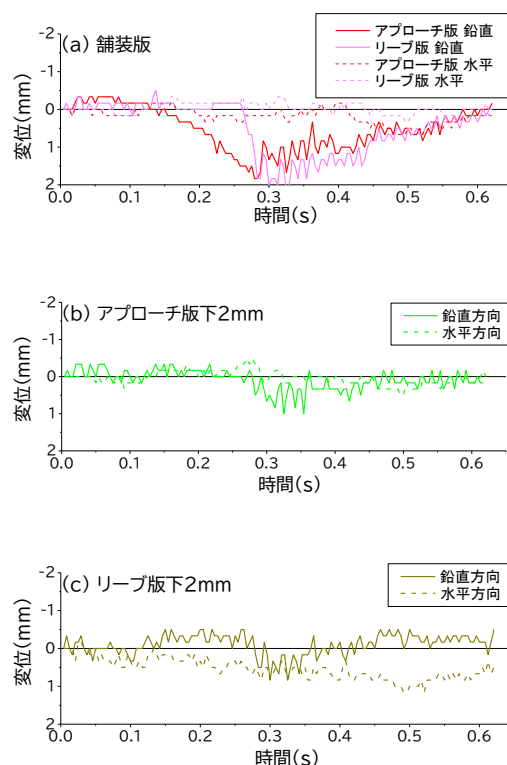


図-7 2.5km/h10 回載荷時の粒子挙動