

舗装版下で発生するポンピング現象における基礎的小型模型実験

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

ポンピングは図-1に示すように、舗装版の目地やひび割れから雨水が浸透し、路盤が飽和した状態で交通荷重が作用することにより路盤材が噴出する現象で、路盤の浸食から段差や角欠け、ポットホールが発生などにつながることから重要な問題と認識されている。本研究では、ポンピングによる路盤の浸食プロセスを可視化することを目的として、小型土槽を用いた室内舗装実験を実施した。

2. 実験方法

本実験の舗装模型の土槽は図-2に示すように、内寸200×90×100 mm、肉厚10 mmの透明アクリル製である。表層版は2枚の透明アクリル板で、版厚は2 mmとし、その間にひび割れを模した目地を1 mm設けた。本実験では車輪通過方向に対して、目地手前の版をアプローチ版、目地後の版をリーブ版と呼称する。移動荷重による舗装版のたわみ・復元と、それに伴う路盤材の動きを観察することを目的としていることから、路盤材が動きやすい条件として、緩詰め飽和砂（ケイ砂6号）で模型地盤を作成した。路盤材の土質条件は表-1のように、含水比 $w=33.3\%$ 、間隙比 $e=0.845$ の条件で実施した。飽和砂地盤は水中落下法により作成している。移動荷重は、直径100 mm、載荷幅82 mm、重さ5 kgの鉄製ローラとし、約200 mm/secの速さでゆっくりと移動させた。載荷方向は実際の交通荷重を想定し1方向でのみ行った。

3. 実験結果

(1) 目地からの砂の噴出量

移動荷重を作用させた時に目地を通して表層版上に噴出した砂を回収し、その重量を計測した。図-3は載荷回数と砂の噴出量の関係を示している。図より、砂の噴出量は載荷回数に対して線形的に増加しており、1回あたり0.8 gの割合で噴出した。同一条件で4回の結果を示しているが、ほぼ同じ速さで噴出量が増大していることが確認できる。実験としては再現性のある結果となった。

(2) 舗装版下の浸食形態

載荷回数5回ごとに、土槽側面から写真を撮影し、画像処理によって路盤面付近の浸食形状を計測した。

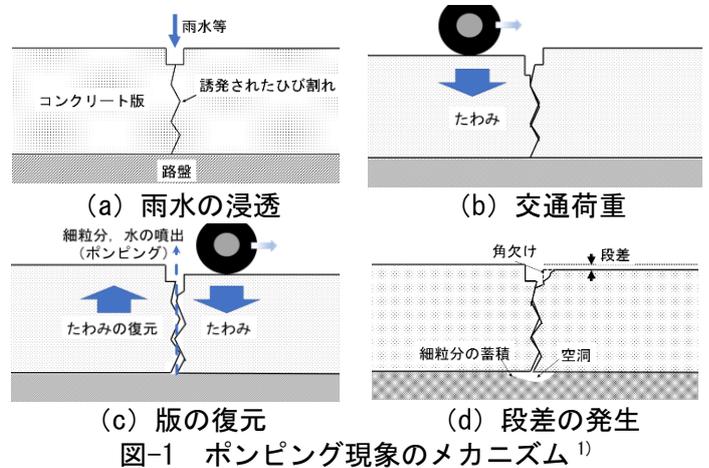


図-1 ポンピング現象のメカニズム<sup>1)</sup>

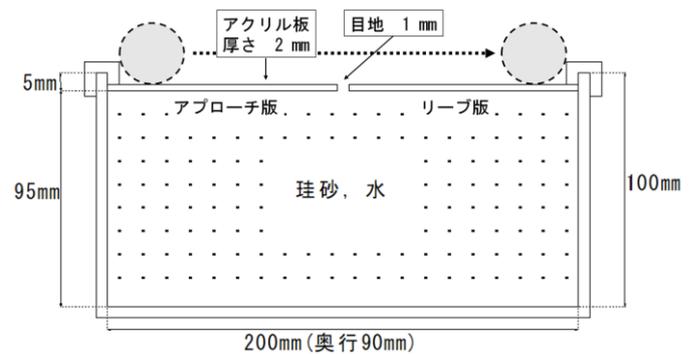


図-2 小型舗装模型実験模式図

表-1 土質条件

材料	ケイ砂6号
粒径	0.2~0.4 mm
比重	2.65
含水比	33.3 %
間隙比	0.845

キーワード 舗装 ポンピング 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 TEL0836-85-9334

図-4は荷重回数10回ごとの路盤面形状を示す。図から荷重回数の増加につれて、深さ方向、水平方向ともに浸食が拡大することがわかる。図-5は、目地直下の浸食深さを示したものである。図から、5回荷重までで、浸食深さが急速に大きくなり、5回荷重から40回荷重までで、浸食深さの増加率は低下した。さらに40回から50回荷重まででは、再度浸食深さの増加率が大きくなることを確認できる。砂の噴出量(図-3)は荷重回数に対して線形的に増加するものの、浸食深さ(図-5)の増加率は増えたり減ったりする原因として、図-4に示すように、浸食形状が深さ方向だけでなく、水平方向へも拡大することに原因がある。

動画撮影によって得られた路盤材粒子の動きを図-6に示す。アプローチ版荷重中に荷重が目地に近づくにつれて、表層版のたわみが大きくなり、路盤材粒子は図-6(a)のようにリーフ版下へ移動する。移動荷重がリーフ版上に移動した瞬間に、リーフ版が急激にたわむことにより路盤材が噴出する。この時路盤材粒子は図-6(b)に示すように、リーフ版からアプローチ版へ旋回する動きを見せた。移動荷重が目地から少し離れると図-6(c)に示すように、アプローチ版下一下方の路盤材粒子を目地付近へ運ぶような動きを見せた。その後荷重がさらに移動すると、図-6(d)のようにアプローチ版下一上方の路盤材粒子を目地付近へ運ぶような流動的な動きを見せた。

4. まとめ

本研究では、舗装のポンピングを模擬した小型模型実験を実施し、移動荷重の荷重に伴う砂の噴出量の変化および路盤表面付近の浸食形状の変化および粒子の移動形態を可視化した。実験の結果、10回荷重以降において、ほぼ線形的に増加しており、浸食形状は荷重回数の増加につれて、深さ方向、水平方向ともに浸食が拡大することがわかった。路盤材の動きの可視化により、荷重による表層版のたわみが、緩くなった路盤材を流動的に動かす様子を把握した。

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.

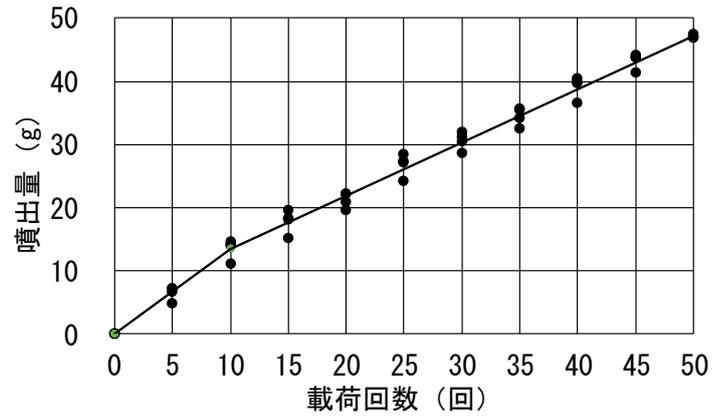


図-3 荷重回数と噴出量

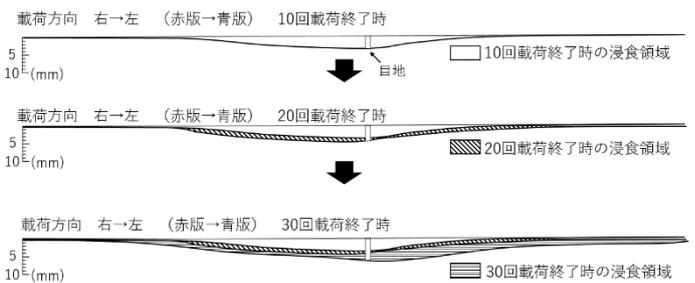


図-4 荷重回数10回毎の浸食形状の推移

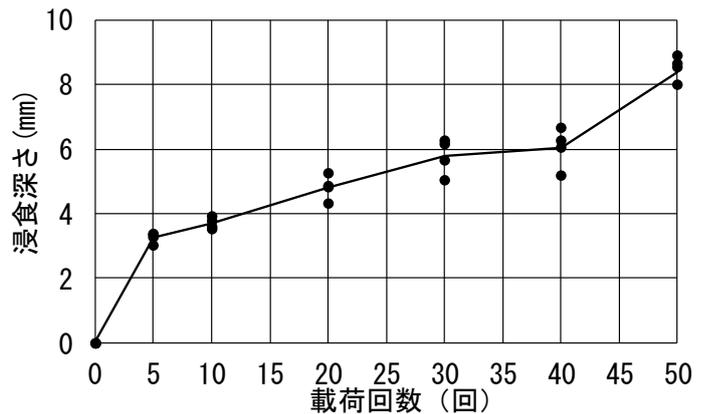


図-5 荷重回数と浸食深さ

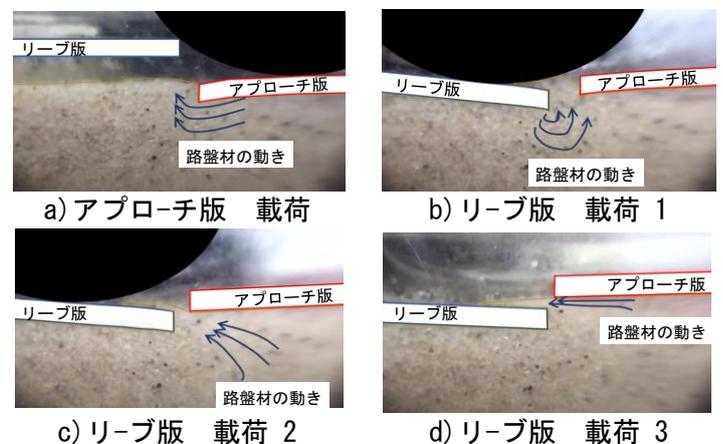


図-6 ポンピングによる路盤材粒子の動き