

舗装のポンピング現象に関する小型模型実験

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

舗装の劣化現象の一つにポンピング現象がある。ポンピング現象の例を図-1 に示す。ポンピングは路床土が輪荷重の繰り返しの影響によって泥土化し、路盤にくい込み、さらに目地やひび割れ部分から表面に吹き出す現象²⁾である。ポンピングが発生すると路盤のエロージョン（舗装版下の空洞化）が進み、舗装の劣化が急速に進行することが古くから知られているが、メカニズムの解明は不十分である。本研究では、ポンピングとそれに伴う路盤の浸食のプロセスを模型実験上で再現することを目的としている。



図-1 ポンピング現象の例¹⁾

2. ポンピングに関する既往の研究

既往の研究によれば、ポンピングが生じるための必要3条件は、①路床土質と②自由水の存在と③輪荷重である³⁾。すなわち、路床土が細粒分を多く含み、含水飽和度が高い条件で繰り返し交通荷重を受けると発生しやすいと言われる。そのメカニズムは図-2のように想定されており⁴⁾、交通荷重による舗装版の上下運動により、路盤内の過剰間隙水圧が上昇して、細粒分が水とともに目地から噴出する。しかし、このメカニズムは破損した舗装の開削調査から間接的に推測されたものに留まっている⁵⁾。

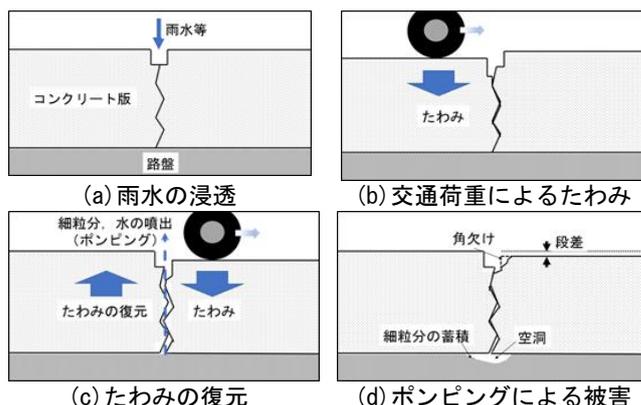


図-2 ポンピングのメカニズム⁴⁾

3. ポンピング模型実験

本研究ではポンピング時の版の動き、砂粒子の動きなどを可視化し、既往研究が想定するメカニズムを検証する。模型化にあたり①2次元鉛直断面をモデル化し、②舗装版の動きや粒子の動きが肉眼レベルでも観察できるような条件とすることを優先して単純化した。

模型を図-3 に示す。土槽は現象を可視化できるようアクリルで作成し、飽和砂には珪砂 6 号を使用している。上面には舗装版を模した透明アクリル板を 2 枚、2 mm の目地間隔を開け設置する。载荷はゴム車輪を使用した。実験パラメータは载荷条件のみを考慮した。つまり荷重の大きさ (1, 2 kgf)、载荷方法(目地直上での定点载荷, 1 方向载荷, 往復载荷) と载荷回数 (5, 10, 20 回) である。载荷実験中の砂粒子の動きを、ルーペとカメラを使用して観察するとともに、実験後の舗装版上面の砂の噴出量を観察した。

図-4は、4種の载荷方法について、载荷荷重2 kgfで20 回载荷した直後の上面写真である。図-4 (a)に着目すると実験前は舗装版と路盤が密着状態にあったものが、図の赤丸部分で離れていることが観察できる。ここから、輪荷重によって路盤が浸食されたことが確認できる。移動荷重が载荷されている図-4 (a), (b), (c) と、定点荷重が载荷されている図-4 (d)を比較すると、図-4 (a), (b), (c)では目地周辺の舗装版下で路盤が浸食し

キーワード 舗装 ポンピング 模型

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

T E L 0836-85-9334

ていることが確認できる一方で図-4(d)では確認できなかった。このことから定点載荷よりも移動荷重の方が、ポンピング発生しやすいことが分かる。それぞれの載荷方法における浸食が発生している幅の最大値を表-1に示す。表から載荷力、載荷回数が大きくなると、浸食領域が大きくなるという結果が出た。

図-5にポンピング時の路盤粒子の動きの観察結果を示す。図から移動荷重がアプローチ版、リーブ版上それぞれに載荷された時、版下の水や路盤粒子の一部が目地方向に移動し、それらが押し出される形で版上に噴出することが分かった。その後図-5(c)のように、荷重がアプローチ版を離れる時に、噴出されなかった水と粒子がアプローチ版下に移動した。この時に図-4(a), (b), (c)のリーブ版下で見られる浸食が発生したと考えられる。

4. まとめ

本研究では、ポンピング現象のメカニズムに関する基礎的な資料を得るため、小型模型を使用し、様々な載荷条件下で実験を行った。定点荷重より移動荷重で載荷する方がポンピングは起きやすく、さらに移動荷重において、大きな載荷力、多くの載荷回数で荷重を載荷した時にポンピングが起きやすいことが分かった。

参考文献

- 1) Pavia Systems, Inc: Pavement interactive, 2012. <http://www.pavementinteractive.org/pumping/>, 閲覧日 2019/1/24
- 2) 道路用語辞典 日本道路協会編 p725, 丸善株式会社, 1977.
- 3) 森口拓: 空港コンクリート舗装の構造設計法に関する一提案, 港湾技研資料 No.82, 1969.
- 4) 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.
- 5) Dempsey, B.J.: Laboratory and field studies of channeling and pumping, Transportation Research Record 849, pp. 1-17, 1982.

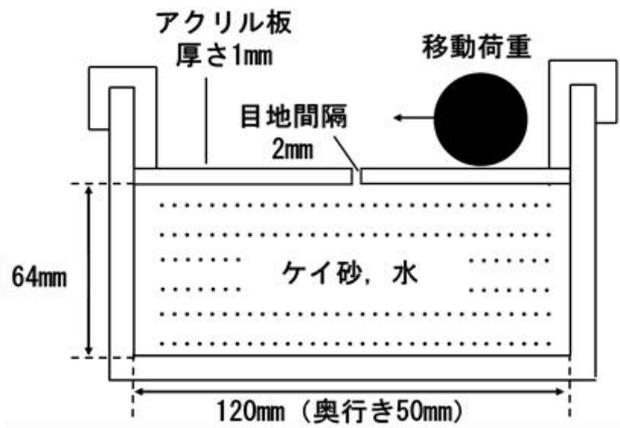


図-3 舗装模型

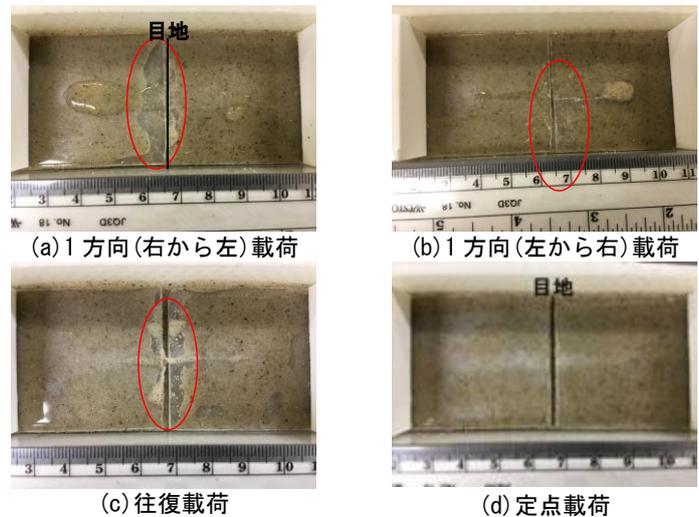


図-4 載荷方向別のポンピング後

表-1 載荷条件別浸食領域[cm]

	右から左	左から右	往復方向	定点載荷
2kgf 20回載荷	1.5	1.0	1.2	0.0
2kgf 10回載荷	1.0	1.0	1.0	0.0
2kgf 5回載荷	0.7	0.8	0.8	0.0
1kgf 20回載荷	0.8	1.0	0.6	0.0
1kgf 10回載荷	0.3	1.0	0.8	0.0
1kgf 5回載荷	0.2	0.5	0.5	0.0

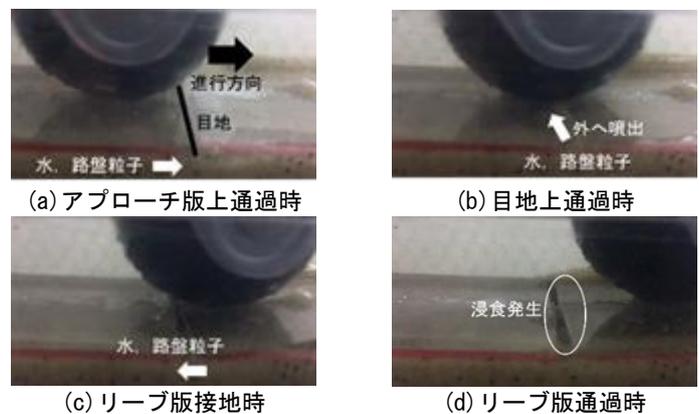


図-5 ポンピング時の路盤粒子の動き