

舗装版下で発生するポンピング現象における路盤侵食過程

山口大学大学院 学生会員 ○重廣 和輝
 学生会員 三宅 佑典
 正会員 中島 伸一郎

1. はじめに

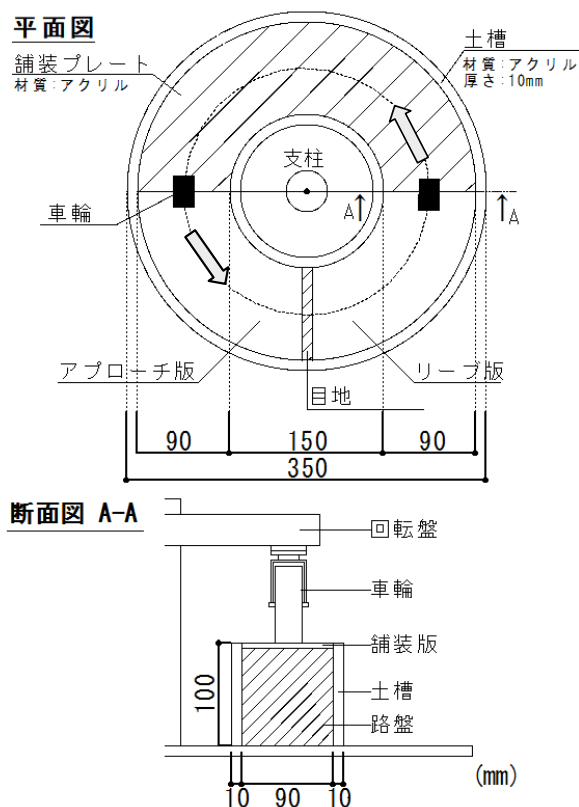
舗装が破壊する原因の一つにポンピング現象がある。ポンピング現象が発生すると図-1のようにひび割れから砂が噴出し、舗装版下で空洞が発生することで路盤の支持力を失い、破壊へとつながる。ポンピング現象のメカニズムに関してはこれまで開削調査の結果から推測されている¹⁾が実際の発生過程を観察した研究は少ない。そのため本研究ではこれまで回転式輪荷重載荷装置²⁾を用いて実験を行うことでポンピング現象のメカニズムを調査してきた。今回はポンピングにより発生する路盤侵食の形態の経時的変化の考察を行う。



図-1 ポンピング発生状況

2. 実験方法

本研究で使用する回転式輪荷重載荷装置を図-2に示す。模型は円形の土槽の上を車輪付きの回転盤が軸を中心に回転することで載荷する仕組みである。土槽は載荷時の路盤挙動を確認できるようにアクリルで作成している。本研究は侵食の進行を観察することが目的であるため、路盤材には粒度が揃って動きやすい材料である珪砂6号を採用した。路盤の上には舗装版を模したアクリル板を設置している。アクリル版には舗装のひび割れを模した目地を入れている。土槽の斜線部には舗装版を固定するため、樹脂で作成した治具を入れており、実際の舗装で発生するたわみの復元を可能にしている。回転盤の上には重りを載せている。本研究では図-2に示すように、荷重進行方向に対し目地手前の版をアプローチ版、目地奥の版をリーブ版と呼称する。

図-2 回転式輪荷重載荷装置図面²⁾

実験条件を表-1に示す。実験では載荷100回行い、目地付近の土槽側面の様子を撮影した動画から、載荷10回ごとの路盤浸食形態（路盤表面形状）を模写することで侵食過程を観察する。また侵食形態の変化原因を考察するために実験時に撮影した動画から載荷時の路盤粒子挙動の解析を行う。

表-1 実験条件

荷重	6600 g		
荷重載荷速度	1.5 km/h	間隙比	0.72
舗装版目地幅	2 mm	含水比	32.7 %
舗装版厚さ	5 mm	飽和度	100 %

キーワード 舗装 ポンピング 侵食 模型実験 維持管理

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

3. 実験結果

荷重 10 回ごとの侵食形態（路盤表面形状）を図-3 に示す。図は実験開始時の舗装版底面位置を Y 軸の 0, 目地中心を X 軸の 0 としている。図の縦横比は 2 : 1 である。荷重進行方向に着目すると、荷重回数 10 回目は主にアプローチ版下で侵食が発生している。荷重回数 70 回目以降、侵食形態は変化し、アプローチ版下と比較しリーブ版下での侵食が大きくなっている。

これらの原因を考察するために路盤の様子を撮影した動画から粒子追跡を行った。図-3 より侵食形態の変化点である荷重回数 0-10 回（図-4）、60-70 回時（図-5）の粒子追跡を行った。図中の各粒子径路において青丸が粒子始点、赤丸が粒子終点である。図-5 上部の点線は実験開始時の舗装版位置を示し、同形の実線はその時点での舗装版位置を示す。図-4 から荷重初期には粒子が沈下するとともにリーブ版方向に移動している。図-5 からリーブ版下の粒子が舗装版上に噴出する様子が確認できた。

これら粒子経路の原因は舗装版のたわみ方にある。図-6 に荷重回数 55 回時の舗装版鉛直方向変位を示す。各舗装版のたわみ始めから最大値に達するまでの時間に着目すると、アプローチ版では長くリーブ版では短い。荷重初期にはアプローチ版が漸次たわむことにより粒子が押し込まれる形でリーブ版側に移動する。荷重後半には舗装版と路盤面に隙間ができリーブ版の急激なたわみにより間隙水圧が増大し、噴出することが考えられる。

4. まとめ

本研究ではポンピング現象の路盤侵食形態の経時的变化を確認した。その結果、まずアプローチ版下が侵食され、最終的にリーブ版下が侵食する過程が確認できた。この原因としては両舗装版のたわみ方の違いがあり、たわみ時間、たわみ速度が影響を与えると考えられる。

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) 重廣和輝, 中島伸一郎：ポンピング現象メカニズム解明のための小型模型の開発, 第 34 回日本道路会議, 3115, 2021.

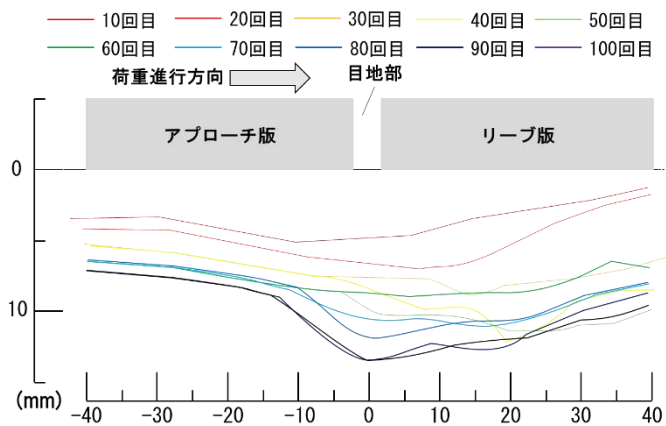


図-3 経時的路盤侵食形態の変化

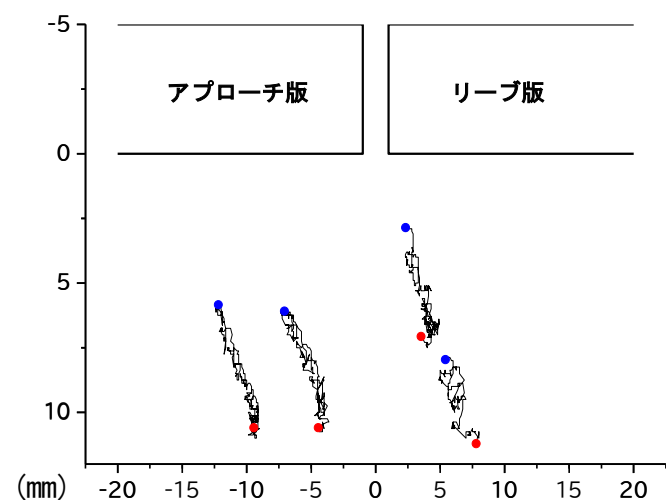


図-4 荷重回数 0-10 回時の粒子挙動

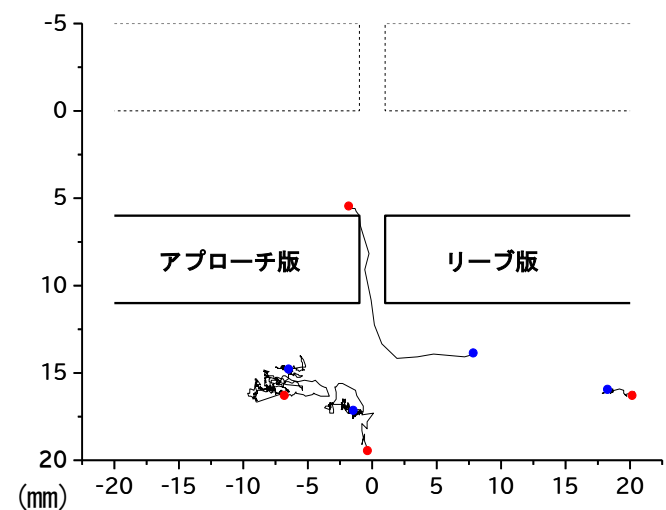


図-5 荷重回数 60-70 回時の粒子挙動

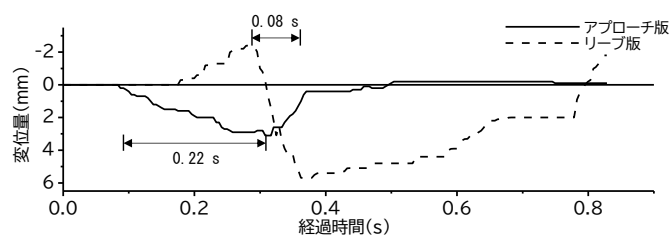


図-6 荷重回数 55 回時の舗装版変位