

舗装版下で発生するポンピング現象における路盤締固め度の影響

山口大学大学院 学生会員 ○重廣 和輝

山本 耕希

正会員 中島 伸一郎

1. はじめに

ポンピング現象が発生すると舗装版は支持力を失い、さらなる交通荷重により破壊に至る。ポンピング現象は舗装版のたわみに伴い路盤粒子が移動し目地から噴出する現象である。路盤内の粒子の挙動を現場で観察することは困難であるため本研究では図-1に示す回転式輪荷重載荷装置¹⁾（以下、実験模型）を用いてポンピング現象のメカニズム解明にあたっている。

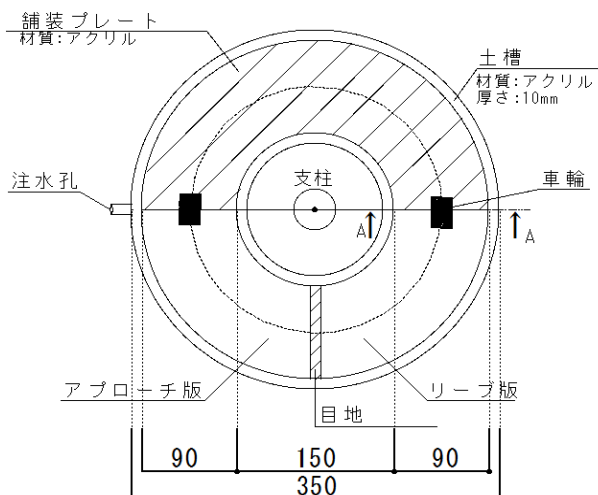
これまで、実験模型を使用した飽和した珪砂 6 号を路盤模擬材とした実験で、図-2のようにポンピングが生じることを確認している。ポンピングに影響する要因として検討すべき項目として、土質と含水比と締固め度が挙げられる。今回は、締固め度に着目した実験の結果を報告する。

2. 実験方法

本研究で使用する実験模型（図-1）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アクリルで作成している。路盤材の上には舗装版を模したアクリル板を使用している。アクリル板には舗装のひび割れを模した目地を入れている。路盤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いる。実験模型を用いた予備実験²⁾（図-2）により、載荷によりポンピングによる路盤噴出が発生したことを確認した。本実験では載荷速度 1.5 km/hr、舗装版厚さ 5 mm、舗装目地幅 2 mm、載荷重 65.3 N/輪、載荷回数 200 回の条件で予備実験と同一の実験を行う。

本研究では路盤材として珪砂 6 号と岩国まさ土を飽和させた状態で使用する。路盤材の物理特性を表-1に、各路盤材の粒径加積曲線を図-3に示す。表-1より、均等係数は珪砂 6 号で 1.92 であり粒度が揃っていることが分かる。また曲率係数を確認すると珪砂 6 号 ($U_c' = 4.81$) は粒度分布が悪く、岩国まさ土 ($U_c' = 1.03$) は粒度分布が良い材料であることが分かる。本実験では締固めにくい（粒度分布が悪い）珪砂 6 号と締固めやすい（粒度分布が良い）岩国まさ土で載荷実験を行い、路盤材

平面図



断面図 A-A

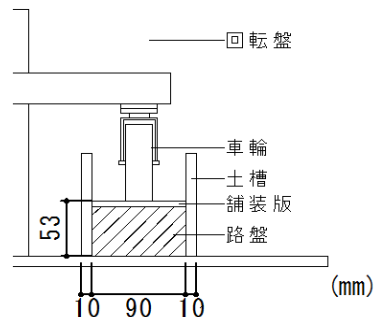
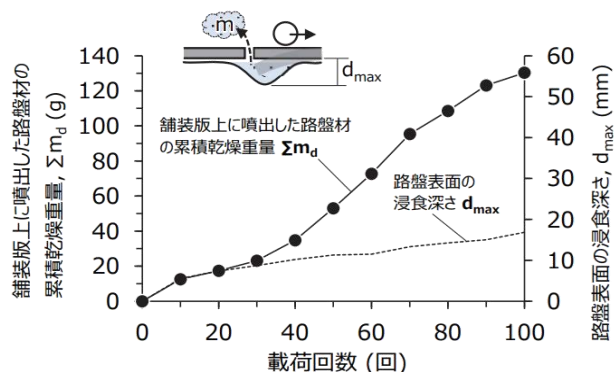
図-1 回転式輪荷重載荷装置¹⁾

図-2 ポンピング模型実験による目地からの路盤材噴出量と路盤表面の浸食深さ（舗装版厚 5 mm、目地幅 2 mm、輪荷重 65.3 N/輪、車輪周回速度 1.5 km/hr²⁾）

キーワード 舗装 ポンピング 路盤 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 TEL 0836-85-9334

の締固め度の違いがポンピングに与える影響を、路盤材噴出量を指標とし評価を行う。ここで路盤材噴出量とは、実験終了時に舗装版上に堆積している目地から噴出した砂の乾燥重量である。

本実験で珪砂路盤では水中落下法⁴⁾にて作成したあと、土槽に振動を与えて締固め度を調整した。まさ土路盤では、最適含水比に調節した砂を、6層(8 mm/層)に分けて突き固めた。土槽側面の注水孔からゆっくり水を注ぐことで飽和させた。

3. 実験結果

各载荷終了後の路盤材噴出量を図-4に示す。縦軸には载荷終了時の路盤材噴出量を、横軸は路盤作成時の締固め度を示している。珪砂6号では締固め度が上昇するにつれ路盤材噴出量が線形的に減少し、締固め度97 %を超えるとほとんど噴出しなくなった。珪砂6号のように、粒径範囲が狭く、密実に詰まりにくい材料は、粒子が動きやすく、ポンピングが生じやすいが、丁寧に締め固めれば、耐ポンピング性能を向上させることが可能であることを示している。ポンピングによりひとたび路盤表面の浸食が始まると、舗装版のたわみが大きくなって、ポンピングと浸食が加速的に進行する。一方、岩国まさ土では、締固め度90 %の実験でも载荷回数200回では噴出がほとんど発生しなかった。岩国まさ土のように、粒径範囲が比較的広く、密実に詰まりやすい材料は、土の構造骨格が安定しているために、舗装版からの刺激によって粒子が動きにくく、ポンピングと路盤表面の浸食が進まないと言える。

4. まとめ

- ・路盤材に珪砂 6 号を用いて路盤締固め度によるポンピング現象への影響を確認したところ、締固め度が大きくなることで、粒子間が密になり動きにくくなることでポンピングが発生しにくくなることが確認できた。
- ・岩国まさ土のように粒径範囲が比較的広く密実に詰まりやすい材料は比較的小さな締固め度でもポンピングによる噴出や浸食がほとんど発生しないことが分かった。

謝辞：本研究は、JST 次世代研究者挑戦的研究プログラム JPMJSP2111 の支援を受けたものです。

参考文献

1) 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.

2) 三宅佑典, 重廣和輝, Yanjinlkham CHAGNAADORJ, 中島伸一郎: ポンピングにおける路盤粒子の動きに関する基礎的実験, 土木学会論文集 E1, Vol.78, No.2, pp.I_256-I_263, 2023.

3) 野添重晃, 橋詰豊, 金子賢治, 熊谷浩二, 堀江征信: 短繊維混合補強土の最適混合率に及ぼす粒径の影響, ジオシンセティックス論文集, Vol.28, pp.143-148, 2013.

4) 島田正夫: 横型砂地盤の作成方法に関する研究, 室蘭工業大学技術部報告, Vol.9, pp.3-8, 2002.

表-1 路盤材の物理特性

	珪砂 6 号	岩国まさ土
土粒子密度(g/cm³)	2.650 ³⁾	2.611
最大乾燥密度(g/cm³)	1.554 ³⁾	1.868
最適含水比(%)	13.9 ³⁾	14.0
均等係数(D ₆₀ /D ₁₀)	1.92	94.87
曲率係数((D ₃₀)²/(D ₁₀ ・D ₆₀))	4.81	1.03

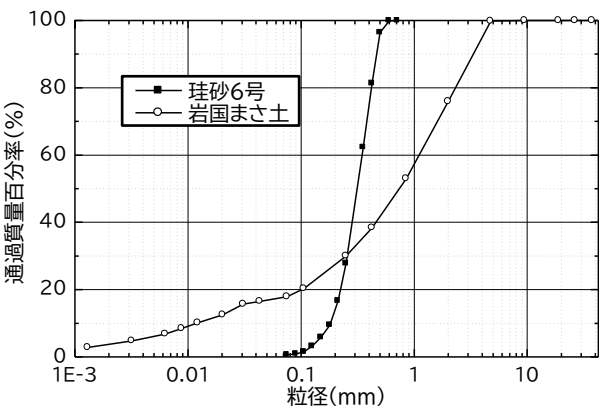


図-3 実験で使用した路盤材の粒径加積曲線

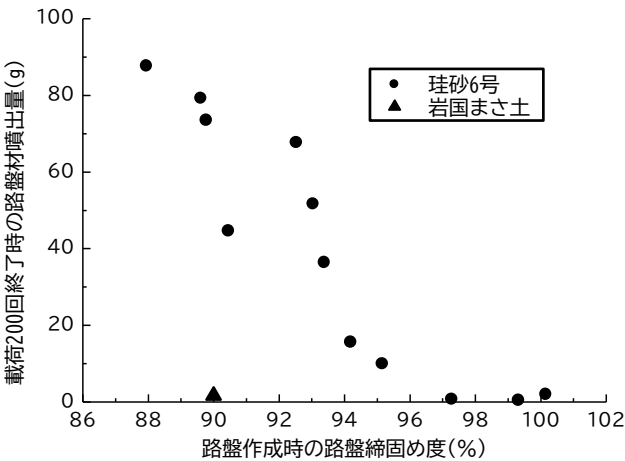


図-4 路盤材締固め度に対する路盤材噴出量