

背面が劣化したモルタル吹付け工の補修に関する小型模型注入実験

東京都市大学大学院 学○蓮沼佑晃 学 秋元宏仁
 横浜市 (元 東京都市大学) 廣田京介
 東京都市大学 正 伊藤和也 正 末政直晃
 強化土エンジニアリング (株) 正 佐々木隆光

1. はじめに

国土の約 7 割が山地や丘陵地である日本は、インフラ網を整備するにあたり、切土・盛土やトンネルなどの土構造物の整備が不可欠であった。その中で、法面安定化対策として施工されたモルタル吹付工は、工期が短く施工が簡易的であるため、昭和 40 年代から現在に至るまで多用されてきた¹⁾。モルタル吹付工の問題として、吹付法面の経年劣化によるひび割れや剥離の発生、風化による背面地盤の土砂化などが挙げられる。モルタルのみが劣化している場合は、劣化箇所を発見後、ただちに補修・補強を行うことが可能である。一方、背面地盤が劣化している場合はモルタル吹付け面に加えて背面地盤の改良が必要となる。モルタル吹付工は抗土圧構造物として設計されていない。そのため背面地盤の土砂化はモルタル吹付け面に土圧を作用させることから早急な対応が必要となる。

本研究では、背面地盤の劣化に対する効率的かつ効果的な修復技術の開発を検討する第一段階として、風化法面を模擬した小型模型注入実験を行い、その結果について考察した。

2. 土木構造物におけるアセットマネジメントの吹付工への適用

アセットマネジメントとは、土木構造物を資産(アセット)とみなし、建設・維持・補修・更新を含めて、その費用・便益を総合的に評価する方法である²⁾。アセットマネジメントの概念を図-1 に示す。図において縦軸は性能指標、横軸は経過時間である。橙色線は従来の考え方を表しており、機能停止または事故が発生してから再施工する考え方である。一方、青線はアセットマネジメントの考え方で、構造物が要求性能を下回る前に補修を行い、構造物の長寿命化を図る考え方である。本研究では、この概念をモルタル吹付工の背面地盤劣化について適用し、適切な維持補修について検討する。

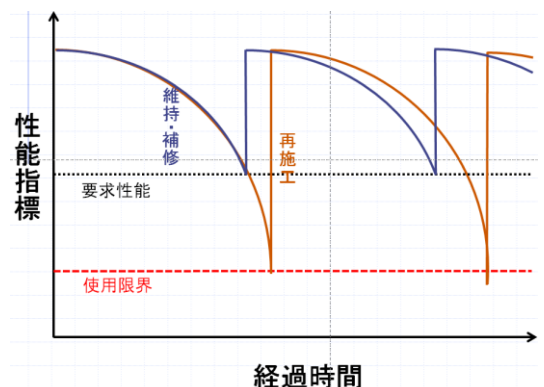


図-1 アセットマネジメントの概念

玉國³⁾は、老朽化した吹付けモルタル面の背面地盤の劣化対策として、ライフサイクルコストを考慮して再施工した場合とグラウト注入によって対策した場合の工事費と工期を定量的に比較している。図-2⁴⁾はそれぞれの工事費と工期について示したものである。注入工法は再施工する場合と比較して、工事費用で約 1530 円/m²、工期で約 56 日/1000m²の短縮となることが示された。これらの検討に加えて、持続可能な維持補修費用の支出を考えると注入工法による補修は老朽化した吹付工の維持補修対策として適していると考えられる。しかし、背面地盤の劣化度合いの違いが対策工法の適否に与える影響は不明な点が多い。

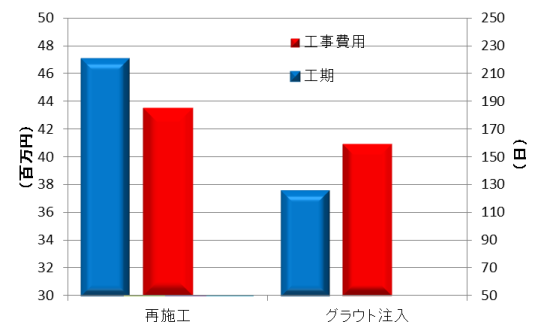


図-2 工事費用・工期の比較¹⁾

そこで本報告では、劣化度合いを変化させた背面地盤に注入材を注入し、その浸透挙動を観察し、効率のよい注入位置および補修時期について検討するために、小型模型を用いた注入材の浸透可視化実験を行った。

キーワード モルタル吹付工 アセットマネジメント 背面土砂化

〒158-8557 東京都世田谷区 玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL : 03-5707-2202 E-Mail : g1218070@tcu.ac.jp

3. 小型模型を用いた浸透可視化実験

3-1. 実験概要

実験装置の概略図を図-3 に示す。未風化の岩盤を模擬したアクリル板の斜面上に表面地盤を模擬したガラス玉を配置し、その上にモルタル吹付を模擬したアクリル板を設置した。注入材は可視化する目的で色付きのゼラチンとして、実施工時に岩盤に注入される注入材と同様の粘度（約 $2.5\text{mPa} \cdot \text{s}$ ）となるようにゼラチンの濃度と温度⁴⁾を調整して使用した。実験ケースを表-1 に示す。ガラス玉を直径 30mm, 5mm 以下の 2 種類とし、モルタル吹付法面の上部または下部の 2 ヶ所から注入を行う合計 4 ケースの実験を行った。なお、ガラス玉直径 30mm のケースは、空隙が大きく劣化度が高い地盤、直径 5mm 以下のケースは、空隙が小さい密な地盤を再現した。

3-2. 実験結果と考察

本実験は、注入位置および粒径(劣化度)の異なる 4 ケースについて映像による比較を行った。下部から注入したケースにおいて、劣化度が高いケースは、劣化度が低いケースと比較し、注入材が上部に到達するまで時間を要する結果となった。これは、劣化度が高くなると空隙の体積が大きくなり、多量の注入材が必要となるためであると考えられる。また、上部から注入したケースでは、両ケースにおいて注入後少し時間が経過してから下部に注入材が到達して溜まっていく様子が見られた。case1 および case2 における注入開始 10 秒後の様子を写真-1, 写真-2 に示す。写真を比較すると劣化度の高い case1 において注入材が若干早く下部に到達することが確認できた。これは、空隙が大きいほど注入材が通過しやすくなるためだと考えられる。しかしながら、注入材が下部に到達した後の挙動は下部から注入したケースと同様に劣化度が高いケースの方が上部に到達するまで時間を要する結果となった。この結果から、劣化度が高いケースは劣化度が低いケースと比較し多量の注入材が必要であり、注入時間つまり施工期間が延びる可能性が示唆された。

4. まとめ

実験より、劣化度の高い背面地盤に対する注入工法は劣化度の低い場合と比較して工期が長くなり、注入材を多量に使用するためライフサイクルコストの点から適さない可能性があることが示唆された。また、注入を行う際に注入圧によって吹付面が崩壊するリスクも高まる。そのため、定期的に法面点検を実施し、劣化が過度に進行する前に注入工法による補修を行うことがアセットマネジメントの観点から望ましいと考えられる。今後、より具体的な条件を設定して検討していきたい。

参考文献

- 1) 玉國和広：老朽化吹付モルタル法面の補修・補強対策の検証，平成 19 年度国土交通省国土技術研究会 <http://www.mlit.go.jp/chosahokoku/h19giken/program/kadai/pdf/innovation/inno3-07.pdf> 2) 大津宏泰：建設分野におけるリスク工学の適用性とその展望，土木学会論文集，No.728，pp.1-16，2003. 3) 杉山博一，米山一幸：溶液型グラウト材の浸透挙動に関する室内実験および解析検討，清水建設研究報告，Vo.90，pp. 75-83，2013 4) 京都電子工業株式会社：技術資料 ゼラチンの硬化過程における粘度変化，2013

表-1 実験ケース

case	斜面角度	注入位置	ガラス玉直径 (mm)	注入材
case1	60°	上部	30mm	ゼラチン
case2			5mm以下	
case3		下部	30mm	
case4			5mm以下	

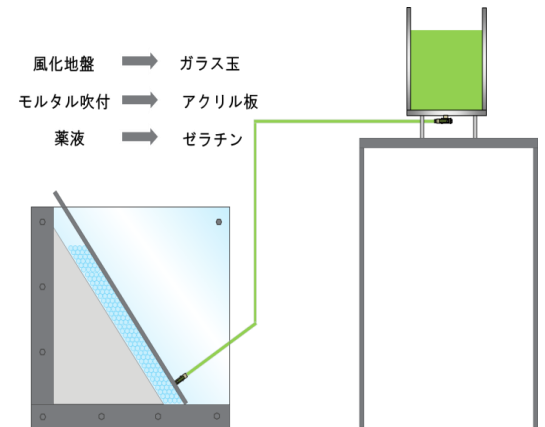


図-3 実験装置概要

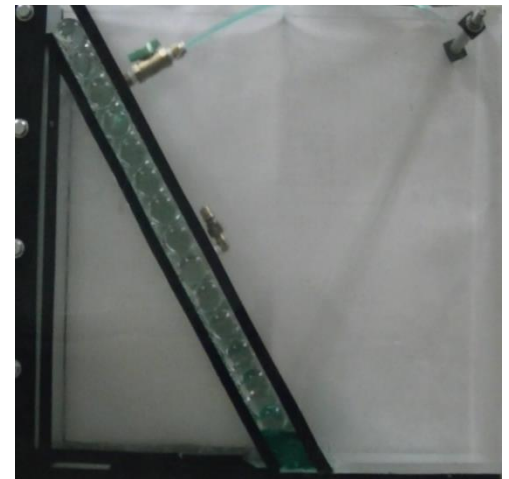


写真-1 case1 10 秒経過時

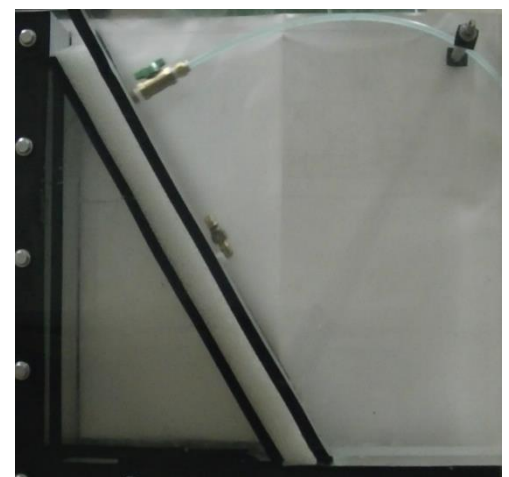


写真-2 case2 10 秒経過時