

## モルタル吹付け工の維持補修時における斜面崩壊のシミュレーション

武蔵工業大学大学院 学○鈴木将文  
(独)労働安全衛生総合研究所 正 伊藤和也 正 豊澤康男  
武蔵工業大学 正 末政直晃

## 1. はじめに

高度経済成長期に風化・浸食・落石防止の為に斜面に多く施工された法面保護工は、施工から既に数十年が経過しており、老朽化により維持・補修を行う必要がある<sup>1)</sup>。特に高度経済成長期に多く施工されたモルタル吹付け法面の補修・改修工事では、既設の法面を撤去し、新たに法面保護（モルタル吹付け工や景観を考慮し植生が行える法枠工など）を行うことが一般的である。しかし、老朽化した法面は、吹付け面背後の岩盤が経年経過による風化・劣化により砂礫化していることがある。元来、抗土圧構造物ではない法面保護工にこのような風化した地山による土圧が作用する可能性がある場合の維持補修作業は、どのように行うことが大切なのか把握する必要がある。実際に、このような法面の補修・改修工事において、既設法面の撤去が起因となった労働災害が報告されている。

そこで本研究は、過去の災害事例を参考に災害状況をモデル化した遠心模型実験を行い、法面保護工の維持補修工事中において斜面崩壊に至るメカニズムについて検討を行った。

## 2. モデル化

過去の災害事例を遠心模型実験において再現するにあたり、本実験では、①経年経過による地山の風化・劣化の再現と②モルタル吹付け面の維持補修作業の再現を行った。

地山を経時的に風化する状態の再現方法として、デンプンがジアスターゼ(消化酵素)により糖に分解する性質に着目した(写真-1)。遠心模型実験では、軽量骨材に市販のデンプン糊とジアスターゼを混合し、デンプン糊の粘着力を低下させることにより、モルタル吹付け背面の岩盤が経時的に風化する状態を再現する。また、風化していない地山については強固と仮定し、石膏の斜面を作製した。

モルタル吹付け面のモデル化を行うに当たって、重量を考慮し、厚さ 0.2mm のアルミニウム板を使用した。事前に10mm 間隔で切り込みを入れておくことによって小割りされている状態を再現し、斜面崩壊抑制システムを使用することによって維持補修作業を再現した。斜面崩壊抑制システムとは、5 つのベロフラムシリンダーを対象となる斜面勾配と同じになるように設置し、空圧によりロッドを載荷させ斜面を抑えることでモルタル吹付け面が健全な状態を再現し、除荷することで瞬時にモルタル吹付け面を不安定化させ小割り



写真-1 デンプンの分解状態  
(左:分解前 右:分解後)

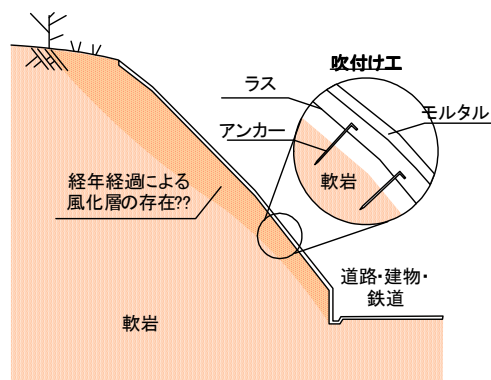


図-1 想定した災害現場概略図

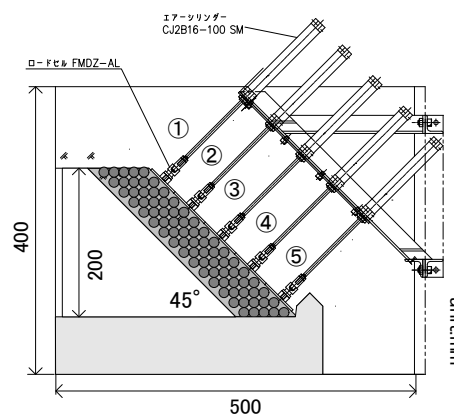


図-2 実験概略図

表-1 実験条件

|     |           |
|-----|-----------|
| ケース | 小割り作業開始位置 |
| 1   | 斜面上部(①→⑤) |
| 2   | 斜面下部(⑤→①) |

キーワード モルタル吹付け工、風化、斜面崩壊

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 武蔵工業大学地盤環境工学研究室 TEL03-5707-2202

された状態を再現するシステムである。

### 3. 遠心模型実験

#### 3.1 実験方法

本実験に使用した遠心模型実験装置は独立行政法人労働安全衛生総合研究所が所有する NIIS Mark-II Centrifuge である。図-1 は、実際に災害が発生した現場の概略図であり、本実験では、この災害現場を最終到達遠心加速度 40G に設定し、実地盤高さ 8m、斜面角度 45° の斜面をモデル化した。実験概略図を図-2 に示す。

実験条件を表-1 に示す。過去の災害事例ではモルタル吹付け面の小割り作業を行うことによって、崩壊に至っており、小割り作業が斜面崩壊の起因になっているものと考えられる。そこで、本研究では、小割り作業手順の違いによるモルタル吹付け面に作用する圧力変化に着目し実験を行った。

本実験は、遠心模型実験中のモルタル吹付け面に作用する圧力を測定するために、斜面崩壊抑制システムの各ロッド部にロードセルを設置した。また、風化岩盤の沈下量を測定するために、変位計を法肩に取り付け、風化岩盤の崩壊形状を、視覚的に把握するために土槽の正面と側面に CCD カメラと高解像度カメラを設置した。

#### 3.2 実験結果

実験は、遠心加速度が40G に到達した後、1 時間放置して変形挙動を確認した後、小割り作業を開始した。小割り作業は 20 分間隔に実施することとした。

斜面上部より小割り作業を行った実験ケース 1 は、上から 3 番目のモルタル吹付け面を小割りした直後に小規模な崩壊が発生し、アルミニウム板がロッド④を覆ってしまい、今後実験を行うのは困難と判断し、実験を終了した。また、斜面下部より小割り作業を行った実験ケース 2 は、下から 3 番目のモルタル吹付け面を小割りした約 8 分後に斜面下部が孕み出し突然モルタル背面の風化岩盤を伴った崩壊に至った。このことから、モルタル吹付け背面の地山が風化している場合、小割り作業直後は、斜面が安定していた場合でも、時間が経過すると地山が突然崩壊に至る危険性があることが考えられる。

図-3、図4に遠心加速度が 40G に到達した後の経過時間とモルタル吹付け面に作用した土圧の関係を示す。これらの図より、法面の形状によってモルタル吹付け面に作用する土圧の分布は異なるが、小割り作業を施すことによって、その他のモルタル吹付け面の土圧が増加していることが分かる。これは、側面からの拘束がなくなったため、風化岩盤の土圧がモルタル吹付け面に作用したと考えられる。図-3 より、斜面上部の小割り作業を行った直後に 2 番目の小割り箇所のモルタル吹付け面に作用している土圧も低下している。これは、斜面上部が小割りされたことによって、風化岩盤が下方向に土圧が集中し、モルタル吹付け面と接触しなくなったためだと推定される。

また、実験終了後、土槽内にデンプン糊とジアスターゼが反応した物が排水されており、遠心模型実験中にデンプンとジアスターゼが反応することにより粘着力が低下し、地盤の強度低下を確認できた。

### 4. 結論

モルタル吹付け工の維持補修作業は、モルタル吹付け面を弱体化させ、モルタル吹付け背面の地山が風化している場合、小割り作業後、地山が突然崩壊に至る危険性がある。そのため、維持補修作業前の地山の風化度合いなどを把握しておくことが重要であると考えられる。

#### 参考文献

1) 社団法人日本土木工業協会：建設業データ集，<http://www.dokokyo.or.jp/data/data.html>

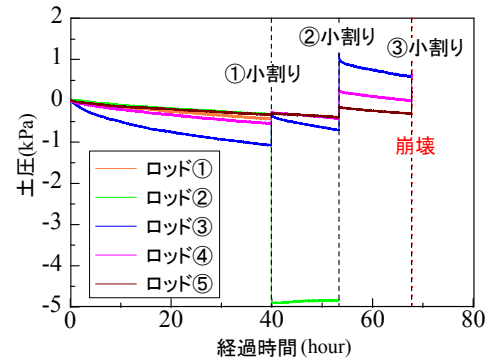


図-3 経過時間-土圧の関係(ケース 1)

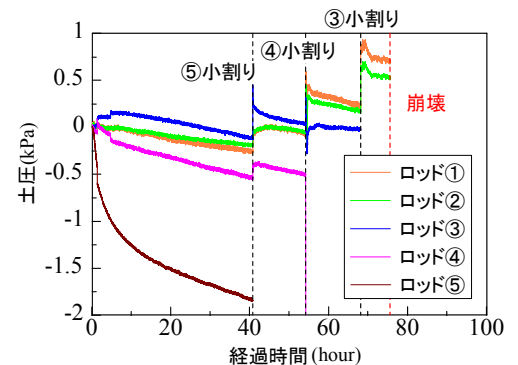


図-4 経過時間-土圧の関係(ケース 2)