

モルタル吹付け工の維持補修時の斜面崩壊に関する遠心模型実験

武蔵工業大学大学院 学○鈴木将文

(独)産業安全研究所 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・補修を行う必要性がある。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り斜面全体が崩壊し法面にて作業をしている労働者が被災する事故が報告されている。

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. 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産業安全研究所が所有する 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を 50G に設定し、実地盤高さ 13.5m、斜面角度 60° の斜面をモデル化した。実験概略図を図-2 に示す。本実験では、モルタル吹付け面、小割り作業、風化砂礫の 3 点に着目しモデル化を行った。一般的にモルタル吹付け斜面の改修工事では、既設モルタル吹付け面を小割り(50cm×50cm 程度に細かくすること)・撤去した後、新たに岩盤にモルタルを吹付けることにより法面を保護する。本実験では、一定加速度場にて上記のような工程を再現するために、エアシリンダーによる斜面崩壊抑制システム(図-2)を開発した。斜面崩壊抑制システムは 5 つのペ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载荷で斜面を抑えることで法面保護が健全な状態を、除荷することで瞬時に不安定化させるシステムである。今回、モルタル吹付け工の維持補修をモデル化するために、モルタルは、重量及び破壊時に脆性的な挙動を示す発砲スチロール(厚さ 10mm)を使用し、事前に 3cm 間隔で 5mm の切込みを入れ小割りされている状態を再現した。また、ラス・金網部をモデル化するために釘を発砲スチロール背面に設置した。経年経過により岩盤が風化した状態は火山灰質砂を含水比 18%、150kPa にて締固めることによってモデル化をし、また、未風化岩盤については鉄を用いてモデル化した。

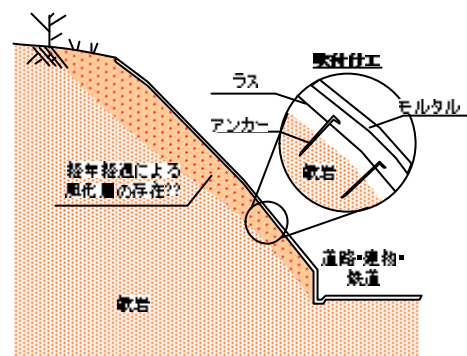


図-1 想定した吹付け斜面

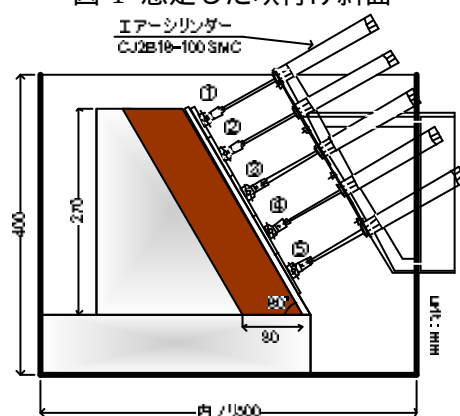


図-2 実験概略図

実験は、小割り作業手順の違いによる斜面の変形挙動に着目した。実験条件を表-1 に示す。本実験は、遠

心模型実験中の風化砂礫の天端の沈下量を測定するために、変位計を法肩に取り付けた。また、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 カメラと崩壊時の瞬時の挙動を把握するために高速度ビデオカメラを設置した。

3. 実験結果

実験は、小割り作業による地盤の変形が、収束傾向になったことを確認しながら斜面崩壊抑制システムのロッドをあげ、小割り作業を行った状態を再現した。

実験結果と崩壊時の様子を図-3 と写真-1 に示す。斜面上部から小割り作業を行ったケース 1 は、ロッド をあげた直後から沈下が急激に上がり始

めたが、収束傾向が 10 分経過しても見られなかったため、ロッド をあげ、直後に崩壊に至った。斜面下部から小割り作業を行った場合ケース 2 は、ロッド をあげた後、突然崩壊に至った。ケース 1、ケース 2 とも破壊形状として、モルタル背面の土砂を伴った崩壊であり、また、モルタル吹付け面が滑落する形状を示した。斜面上部と斜面下部から小割り作業を行った際の 50G 到達後の経過時間と沈下量の関係を図-4 に示す。図-4 より、小割り作業を行う毎に沈下量が増加している傾向が見られる。これは、側面からの拘束がなくなり、風化砂礫の土圧がモルタル吹付けに作用することにより、変形が生じていることを示している。ケース 1 においてロッド をあげた際に沈下量が収束しなかった。これは小割りされた状態になったことにより、上載荷重による沈下とともに側面への孕み出しが生じているためと考えられる。両ケースの崩壊直前の様子を写真-2 に示す。小割り作業の手順に関係なく模擬モルタル吹付け面の下部が孕み出して崩壊が発生していることが分かる。これは風化砂礫の自重がモルタル下部に作用し応力集中しているためと考えられる。従って、小割り作業を斜面下部から行うことは、法面下部の小割りされたモルタル吹付け工の下部に応力が集中するため、法面全体が不安定化すると考えられる。

4. まとめ

老朽化したモルタル吹付け法面の維持補修時における斜面崩壊について、吹付け面背後に風化岩盤がある場合やその既設吹付け面の撤去時における法面の不安定性を検討するため、遠心模型実験を行った。

1)モルタル背面の岩盤が風化している場合、小割り作業はモルタル吹付け面を弱体化させ、モルタル背面の風化土砂を伴った急激な崩壊が起きる可能性がある。

2)小割り作業を斜面下部から行うことは、小割り作業時は土圧が最下部に集中しており、労働災害が発生する原因になるため、斜面上部から斜面の変形を確認しながら小割り作業を行うことが望ましいと考えられる

5. 参考文献

1)佐藤亜樹男，松山裕幸，長尾和之，山本高司(2004)：切土のり面吹付けコンクリートの安定性について(その 2)―背面地山の劣化―，土木学会第 59 回年次学術講

ロットNo	破壊箇所	
	ケース1	ケース2
		

×:崩壊箇所

図-3 崩壊した箇所

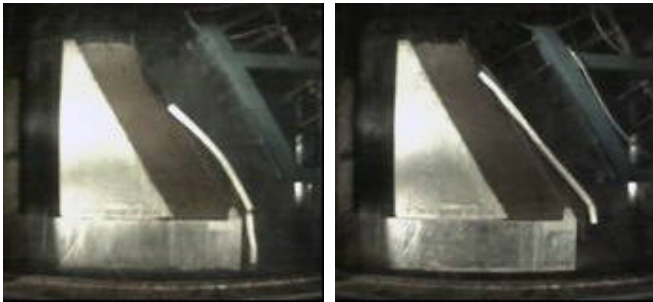


写真-1 崩壊時の様子(左:ケース 右:ケース)

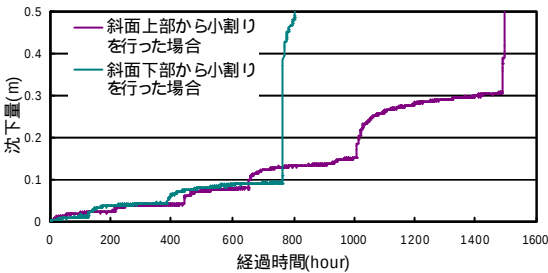


図-4 経過時間-沈下量関係

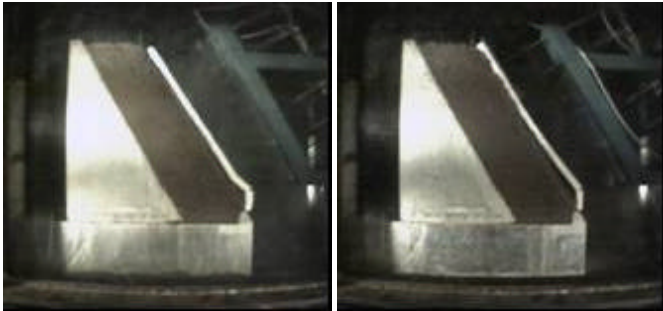


写真-2 崩壊直前の様子(左:ケース 右:ケース)