

模型実験による盛土の崩壊再現と大型土のうによる復旧効果の検証

日本大学 正会員 ○阿部慶太 正会員 仙頭紀明

1. 研究の背景と目的

近年、豪雨が多発し盛土をはじめとした土構造物の供用に支障が出る被害が増えている。鉄道、道路などの盛土では早期の応急復旧のために迅速に施工が容易な大型土のうを用いることが多いが、その後の本復旧では大型土のうを撤去するため、早期の本復旧が難しくなることや撤去のコストを要することが問題になっている¹⁾。そこで、早期の復旧に向けた研究の一環として、大型土のうによる復旧効果を検証することを目的に、注水と降雨散水による盛土の模型実験を行った。

2. 実験模型と実験条件

2. 1 実験模型

本実験では、アクリル土槽内で図-1 に示すような 1/10 スケールの盛土模型を製作した。高さ 0.50m, 幅 1.25m, 奥行き 0.40m(実物大で高さ 5.0m, 幅 12.5m, 奥行き 4.0m)とし盛土天端には $10.0 \sim 20.0 \text{ kN/m}^2$ の上載荷重を想定し 0.05m 厚の碎石層(約 20~40kg)を設けた。また、地下水の浸透を再現するために水溜めのトレンチを盛土模型の天端または背面に設けた。さらに、盛土天端に鉛直変位計 D4, D5 を奥行方向 200mm 間隔で設置するとともに、盛土底面に水圧計を設置し地下水位の変化を確認した。

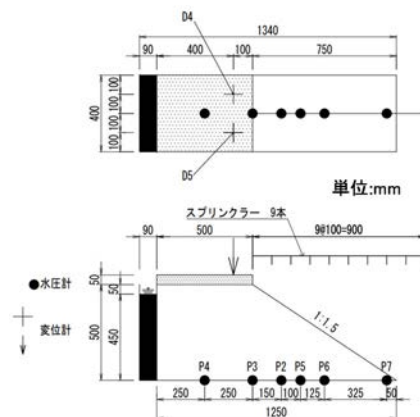


図-1 実験模型 (ケース 3)

2. 2 実験材料

盛土材料は猪苗代砂(山砂)を使用した。材料の物性値を表-1 に示す。
図-2 に透水係数と乾燥密度の関係を示す。この関係に基づき、締固め度
95%, 90%, 80%の透水係数を想定し実験を実施した。

名 称		山砂
土粒子的密度 (Mg/m ³)	ρ_s	2.725
細粒分率	F_c	15.0
均等係数	U_c	44.0
曲率係数	U_c'	2.80
最大乾燥密度 (Mg/m ³)	ρ_{dmax}	1.929
最適含水比 (%)	w_{opt}	12.9

2. 3 実験条件

表-2 に実験条件を示す。締固め度を変えた 3 ケースを実施した。ケース 1 では盛土天端に設置したトレンチから、ケース 2, 3 では盛土背面の水溜めから注水させた。また、ケース 1 では底面に碎石を敷き、ケース 3 では降雨を再現するため、法面のみスプリンクラーによる散水を行った。

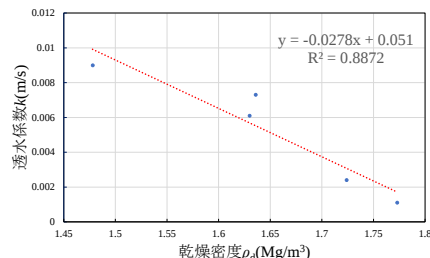


図-2 透水係数と乾燥密度の関係

3. 實驗結果

3. 1 ケース 1

トレンチからの注水量を増やす、排水バルブを閉じて盛土全体を浸水させる等の処置を実施したが、盛土内の地下水は上昇せず実験初期に発生したガリ浸食の進行により崩壊した。この原因として、締固め度が比較的高かったこと、天端から注水したこと、底面の砕石により排水されたことが考えられる。

3. 2 ケース 2

ケース1の結果を踏まえ、背面から2日間かけて注水を行うことで、盛土全体を湿潤状態にし、法先から水が浸出する状態にできたが、最終的にガリ浸食が発生し崩壊した。原因として、締固め度が95%と高かったことが考えられる。

3. 3 ケース 3

写真-1 に崩壊時から大型土のう撤去までの写真, 図-3 に崩壊時から大型土のう撤去後までの地下水位分布と盛土

キーワード 盛土, 降雨, 浸透破壊, 復旧, 大型土のう

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地 日本大学工学部土木工学科 TEL 024-956-8948

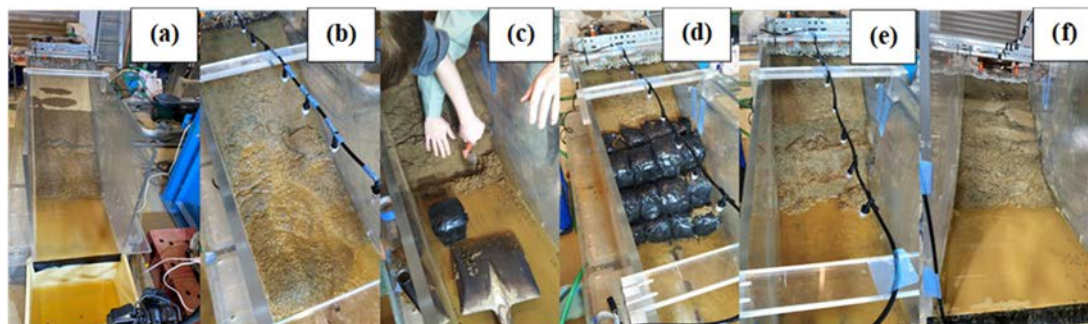


写真1 崩壊時から大型土のう撤去後までの写真

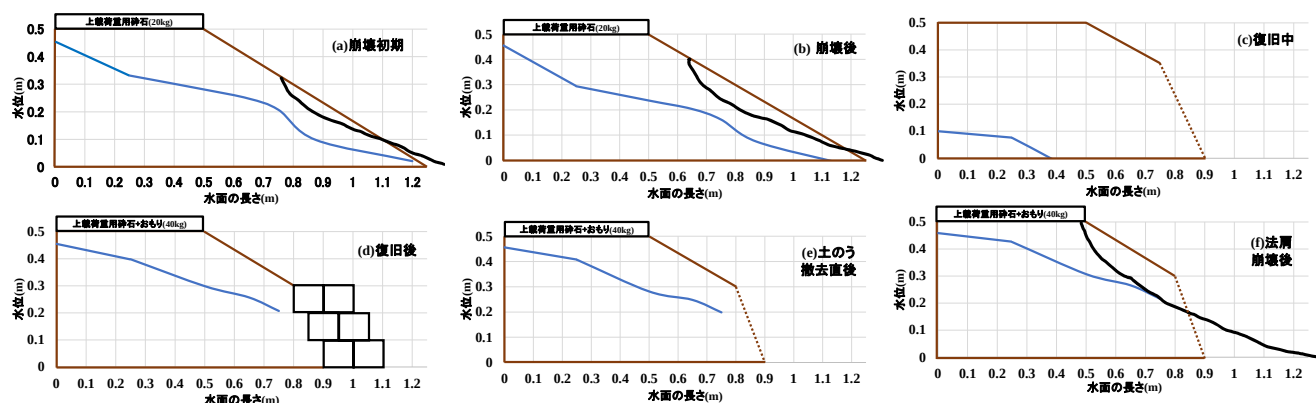


図-3 崩壊時から大型土のう撤去後までの地下水位分布と盛土の状況

の状況、図-4 に盛土天端の鉛直変位の時刻歴を示す。注水及び降雨散水の結果、法先より進行的に崩壊した。この崩壊した盛土を大型土のうにより応急復旧し再び実験を行った。復旧後、20kg の上載荷重に加え、さらに約5kg の錘を10分おきに1つずつ載せ、盛土天端に計40kg の上載荷重を載荷した。しかし、その後も盛土に目立った変状が見られなかったため、降雨散水を止めて大型土のうを即座に撤去したところ、徐々に盛土が崩壊し始め、大型土のうの撤去完了から10分程度で法肩まで盛土が崩壊した。これは、大型土のうにより盛土内の地下水の浸出が抑制され、図-3(d)に示すように地下水位が上昇するとともに、盛土前面を抑えていた大型土のうを即座に撤去したことで応力解放が急激に進んだためと考えられる。

4. 考察

以上の結果より、降雨時の盛土の崩壊は、盛土材の締固め度が低い場合に起こりやすいと考えられる。また、大型土のうによる復旧効果について、復旧後は、降雨による地下水面の上昇、上載荷重の増大に対し、天端変位量の若干の増加は見られたものの全体的には変状にくい一方、大型土のうを撤去すると法肩まで大きく崩壊したことから、大型土のうによる崩壊の抑制効果は相応に大きいと考えられる。一方、大型土のう撤去時において、特に盛土内の地下水位の位置が高く土のうを即座に撤去した場合には、盛土の崩壊リスクについて留意する必要があると考えられる。

5. 結果のまとめと今後の課題

以上から応急復旧時の大型土のうの崩壊抑制効果は大きいことが分かった。しかし、土のう撤去時には盛土の大規模崩壊が懸念されることから、崩壊を防止しつつ効率的に撤去する方法について検討する必要があると考えられる。

謝辞: 本研究を進める上で、元日本大学工学部 菅野稔晃氏、岩井優樹氏、及川健太氏にご助力を頂きました。ここに感謝の意を表します。

参考文献 1) 森ら：大規模土砂災害に対応した新しい災害復旧技術に関する研究，土木学会論文集 F4（建設マネジメント），Vol.72, No.4, I_77-I_87,2016.

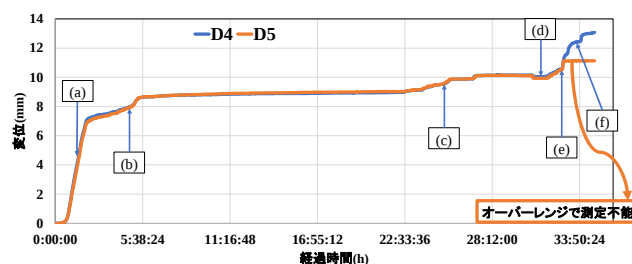


図-4 盛土天端での鉛直変位の時刻歴