

現場条件を考慮した災害復旧技術に関する動的遠心実験 (その2)

独立行政法人土木研究所 正会員 ○久保 哲也、森 芳徳、宮武 裕昭

1. はじめに

近年、豪雨や地震による道路盛土等の道路土工構造物の災害が大規模化し、交通機能が遮断され、復旧までに時間を要することで物流に支障を来すことや集落の孤立等の社会的影響が拡大する場合がある。被災によって遮断された交通機能は、早期に回復することが求められ、復旧には被災現場の状況に応じて交通機能を効率よく且つ迅速に回復できる工法の選定が必要とされる。既往の研究から道路盛土崩壊等の災害現場における応急復旧方法として、施工性や資材調達の迅速性の観点から大型土のうを用いた応急復旧が用いられていることが確認されている¹⁾。今回、実現場の施工条件を考慮するため動的遠心力模型実験を実施したので概要について報告する。なお、現場条件を考慮するための災害復旧現場関係者へのヒアリング及び実験ケースの設定を(その1)、実験の実施及び結果を本稿(その2)で報告する。

2. 実験結果

本実験では、災害復旧現場を経験した実務者を対象に実施したヒアリング結果を基に、実現場の施工条件等を考慮したモデルケース(表-1)を設定し、本復旧の構造体为本設構造物としての安定性が損なわれないことを確認する目的として動的遠心力模型実験を実施した。

本実験では、入力加速度 500gal 加振した際に、安定勾配タイプ(CASE-5~8)の腹付盛土にはすべり破壊が生じた。一方、補強土タイプ(CASE-1~4)では変状が生じたものの、すべり破壊までには至らなかった。また、全てのケースにおいて、天端の切り盛り境付近には段差・クラックを確認した。500gal 加振後におけるCASE-6の盛土状況を図-1に示す。加振後における盛土の挙動を把握するために画像解析を実施した。補強土タイプ、安定勾配タイプの解析範囲(メッシュ)を図-2に示す。図-3は画像解析より求めた250gal 加振後と350gal 加振後における盛土の相対変位分布を、図-4は同条件におけるせん断ひずみ分布を示す。何れのケースにおいても、土粒子の変位量は盛土下部では微小であり、盛土上部で多く生じる傾向を得た。安定勾配タイプでは、腹付盛土にも変位が多く生じることを確認した。大型土のうの挙動は、隣接した大型土のうや、大型土のうと大型土のうを設置した付近の盛土箇所の変位が同程度であり、一体的に挙動していると想定される。加振後の盛土は、補強土タイプではCASE-3, 2, 4 安定勾配タイプではCASE-7, 8, 6の順で変形が多く生じた。これらの結果より、盛土の変形は盛土の湿潤状態に影響し、排水性能を有する大型土のうは、盛土の変形抑制効果に有効であることを確認した。大型土のうの配列については、腹付盛土形状の違いで異なる結果を得た。補強土タイプでは配列の増加により変形抑制効果が発揮されたが、安定勾配タイプでは変形抑制効果

表-1 実験ケース

ケース	腹付盛土形状	土のう配列	基礎排水領域	土の中詰め材
CASE-1	補強土	無し	全面	—
CASE-2	タイプ	2列	部分	透水
CASE-3	(勾配1:0.5)	2列	部分	不透水
CASE-4		2、3列	部分	透水
CASE-5	安定勾配	無し	全面	—
CASE-6	タイプ	2列	部分	透水
CASE-7	(勾配1:1.0)	2列	部分	不透水
CASE-8		2、3列	部分	透水

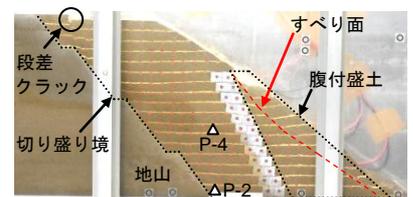


図-1 加振後の状況 (CASE-6)

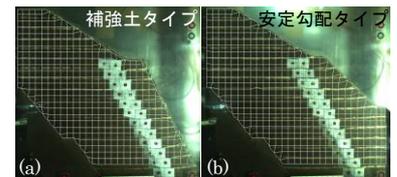


図-2 画像解析範囲 (メッシュ)

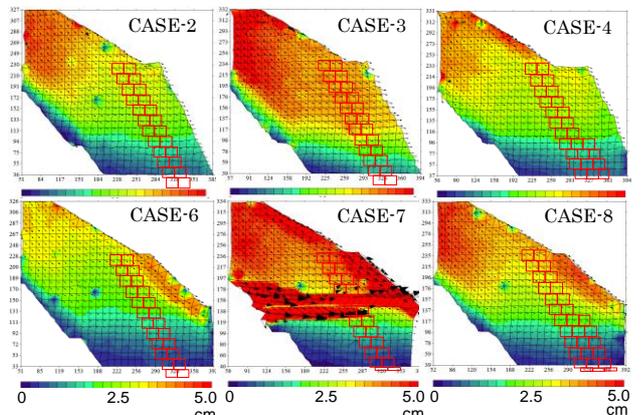


図-3 相対変位分布

は微小であり、盛土上部で多く生じる傾向を得た。安定勾配タイプでは、腹付盛土にも変位が多く生じることを確認した。大型土のうの挙動は、隣接した大型土のうや、大型土のうと大型土のうを設置した付近の盛土箇所の変位が同程度であり、一体的に挙動していると想定される。加振後の盛土は、補強土タイプではCASE-3, 2, 4 安定勾配タイプではCASE-7, 8, 6の順で変形が多く生じた。これらの結果より、盛土の変形は盛土の湿潤状態に影響し、排水性能を有する大型土のうは、盛土の変形抑制効果に有効であることを確認した。大型土のうの配列については、腹付盛土形状の違いで異なる結果を得た。補強土タイプでは配列の増加により変形抑制効果が発揮されたが、安定勾配タイプでは変形抑制効果

キーワード 災害復旧, 大型土のう, 動的遠心実験

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (独)土木研究所 TEL 029-879-6759

があまり得られなかった。せん断ひずみ分布については、何れのケースにおいても補強材が敷設されていない地山付近の盛土箇所や腹付盛土（安定勾配タイプ）で顕著に見受けられ、無補強領域に応力が集中したと考えられる。

図-5 は、500gal 加振後における地山側に位置する大型土のうの変形モード（水平変位）を示す。ここで、CASE-1 の水平変位は、大型土のうの標点と同箇所の標点を捉えた。補強土タイプでは盛土下部からはらみ出す変形モードを、安定勾配タイプでは盛土中段あたりから急激に水平変位が増加する変形モードを示した。これは、腹付盛土の土塊重量の違いによる押え盛土の効果が考えられる。補強土タイプの最大水平変位は、34~48cm 程度、安定勾配タイプでは36~55cm 程度の残留変位が生じた。

図-6 は、一例として CASE-2 の中段における隣接した大型土のうの応答変位（500gal 加振時）を示す。隣接した大型土のうの応答変位は、振幅の大きさが異なるものの、概ね同位相の傾向を示した。補強土タイプでは、CASE-3 を除いた CASE-1, 2, 4 において、盛土上部と中段の応答変位は概ね同位相の傾向を得た。一方、安定勾配タイプでは、CASE-5 を除き盛土上部のみ同様の傾向を得た。大型土のう背面の盛土と大型土のうの応答変位についても、補強土タイプでは、盛土上部と中段では概ね同位相の傾向を示しており、一体的に挙動しているものと想定される。但し、大型土のう背面の盛土と大型土のうの振幅には差が生じており、大型土のうと盛土間には隙間が生じている可能性が懸念される。安定勾配タイプでは、隣接した大型土のうと同様に盛土上部のみ同位相の傾向を得た。これらの結果より、隣接した大型土のうや、大型土のう背面の盛土と大型土のうとの応答変位は、腹付盛土形状の影響を受ける傾向が見受けられた。また、補強土タイプでは、大型土のうの排水性能が不透水となることで波形が乱れ、各々の応答変位には位相差が生じる傾向を得た。

図-7 は、盛土底盤における地山との境界付近に設置した P-2（実線）及び盛土の中間に位置する P-4（破線）の各加振時における過剰間隙水圧（最大値）の変化を示す。補強土タイプでは、CASE-3 の P-2 で計測された過剰間隙水圧は同計測箇所のお他ケースと比較して高い値を示しており、盛土下部では大型土のうの排水性能の影響が顕著に見受けられた。CASE-4 では、盛土下部の過剰間隙水圧が CASE-2 と大差ない傾向を得た。但し、図示していないが、CASE-4 は盛土中段付近から過剰間隙水圧に差が生じる傾向（減少傾向）を得た。安定勾配タイプでは、CASE-7, 8 の P-2 で計測された過剰間隙水圧が CASE-6 より高い値を示した。一方、P-4 では CASE-8 の過剰間隙水圧が低い値を示しており、大型土のうの配列の増加による影響が伺える。

5. まとめ

本設構造物としての大型土のうを用いた復旧対策手法について、動的遠心模型実験により本復旧の変形挙動について検証した。一体的な挙動を得るためには、排水性能を有する大型土のうの適用、または大型土のうの配列の増加が有効であると考えられる。但し、長期的な観点では、交通荷重、降雨及び地震等の外的作用により、大型土のうと盛土間において隙間の発生等が懸念されることから、今後は、実大モデルを構築して懸念事項の検証等を行い、大型土のうを用いた恒久的な災害復旧対策技術の確立を目指す。

参考文献

- 1) 久保ら：大規模土砂災害による被災現場の効率的な復旧法の検討，ジオシンセティックス技術情報，2014 年 11 月，Vol. 30, No. 3

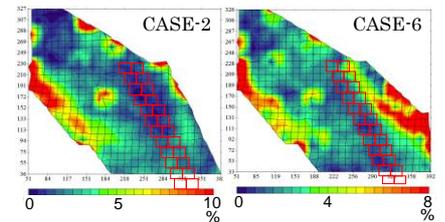


図-4 せん断ひずみ分布

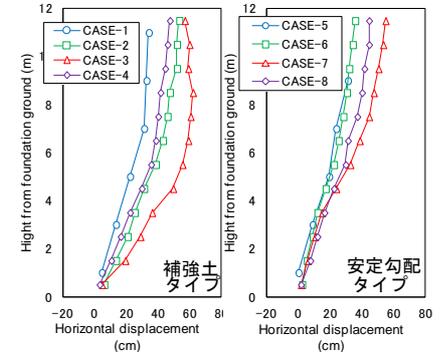


図-5 大型土のうの水平変位

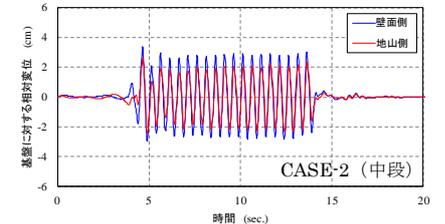


図-6 隣接する大型土のうの応答変位

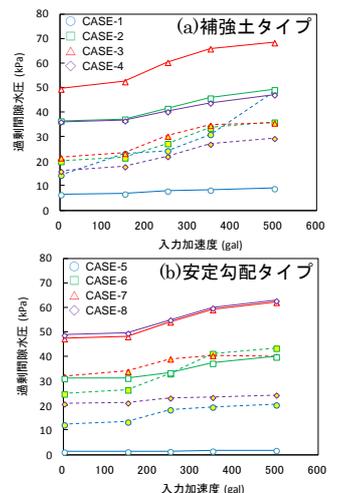


図-7 過剰間隙水圧（最大値）