補強土壁の降雨作用およびこぼれだしが性能に与える影響

（国研）土木研究所　正会員○藤田智弘　新田武彦　佐藤　登　宮武裕昭

１．はじめに

近年は従来の経験工学に基づく設計範囲を越える大規模な道路土工構造物等が増加し，災害時に長期間道路機能が失われることが懸念されている．これらの構造物については，マネジメントするうえで不可欠な崩壊のシナリオを早急に形成することが求められている．

補強土壁は崩壊のシナリオの整理が不十分であり，盛土材のこぼれだしが生じた補強土壁の修復の必要性の判断方法や修復方法等が確立されていない[1)]．本研究では，補強土壁の盛土材のこぼれ出しによる崩壊のシナリオの明確化を目的として，盛土材がこぼれ出す原因となる，隣接する構造物との取合い部におけて壁面変位等による目地の開きを実大の補強土壁に模擬したうえで降雨の作用を与える実験を行った．本論文では，その実験概要を紹介する．

２．実験概要

実大模型は(国研)土木研究所の敷地内のピットに構築した．壁高 H＝6.0m 規模の補強土壁である．補強材は鋼製の帯状補強材を用いた．図-1 に実大模型の概要，および表-1 に実験ケースを示す．既設構造物を想定した縁切り部に幅 0.3m の壁面材開口部を設けた．開口長は 0m～6m で設定した．盛土天端から 3m の高さに降雨装置を設置し，26.3mm～34.1mm の時間雨量で，最大 2500mm の総雨量を作用させた．各ケースの間は降雨を停止し，盛土内の水位が安定したのを確認し，次ケースへと移行した．模型の盛土材は，盛土の不良（盛土材料の品質不良，または盛土の施工不良など）を想定して締固め管理値は補強土壁の盛土材の締固め管理基準よりも低い 85%とした．また，排水施設の不足・不良を想定して，壁背面排水層は未設置とした．なお，補強土壁に接するピットの側壁および底面からは雨水は排水されない．

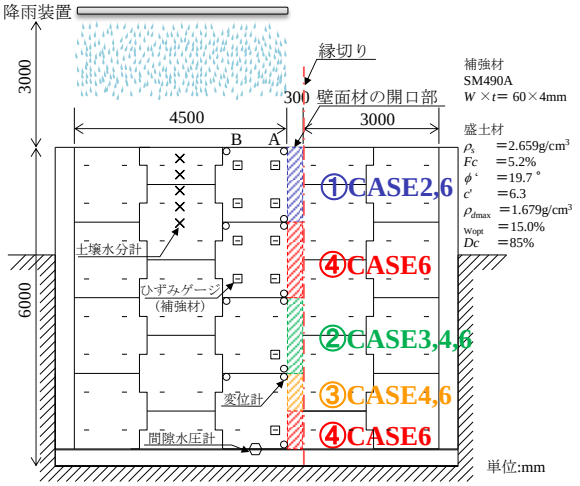

図-1 実大模型の概要

表-1　実験ケース

ケース名	時間雨量 (mm/hr)	総雨量 (mm)	開口長 (m)	開口位置 (図-1)
CASE1	26.3	約 1700	0	―
CASE2	27.6	約 1500	1.5	①
CASE3	27.6	約 2000	1.5	②
CASE4	29.7	約 2000	2.25	② ③
CASE5	34.1	約 2500	0(閉塞)	―
CASE6	33.2	約 1600	6.0	①～④

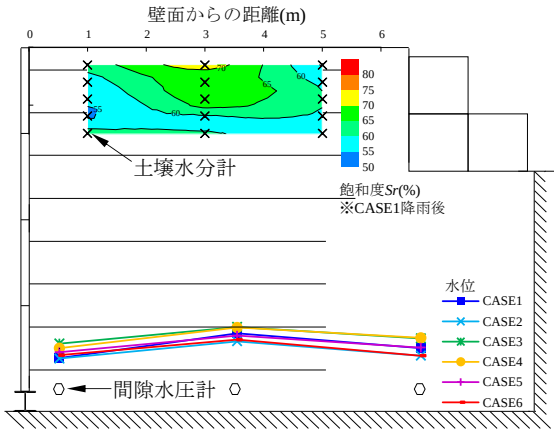

図-2 水位と飽和度(CASE1)の状況

３．実験結果

図-2 に各ケースの最高水位および，CASE1 の降雨終了時の飽和度分布(深度 1.5m まで)を示す．形成された水位は，壁面から 3.5m 内部で最大 1.14m，壁面から 0.5m内部で 0.85m であった．飽和度は Sr=51.0%～72.4%で分布しており，降雨開始後 12 時間までに深度 1.5m までに飽和度すべてが頭打ちとなった．

キーワード　補強土壁，実大実験，降雨，盛土材こぼれ出し

連絡先　〒305-8516　茨城県つくば市南原 1-6　（国研）土木研究所 地質・地盤ｸﾞﾙｰﾌﾟ 施工技術ﾁｰﾑ　TEL029-879-6759

© Japan Society of Civil Engineers

図-3 に開口時のこぼれ出し状況，図-4 に CASE4，6 終了時のこぼれ出し範囲を示す．H=4.5～6m を開口させた CASE2，H＝1.5～3m を開口させた CASE3 では，こぼれ出しは発生しなかった．H=0.75～3m を開口させた CASE4 では，こぼれ出しは即座には発生せず，降雨開始後の総雨量約 800mm(約 26 時間後)から水位の形成と共に盛土材がこぼれ出しはじめた．飽和した盛土材は，流動化して急速に空洞が形成された．CASE4 では最終的に約 0.4m^3（補強領域の体積比 0.3%）が漏出した．H=0～6m まで開口させた CASE6 では，降雨開始後の総雨量約 650mm(約 19 時間後)からこぼれ出しはじめ，最終的に約 2.6m^3（補強領域の体積比 1.8%）が漏出し，最終的には盛土天端が陥没するまでに至った．残留した盛土部は急勾配で残留した．

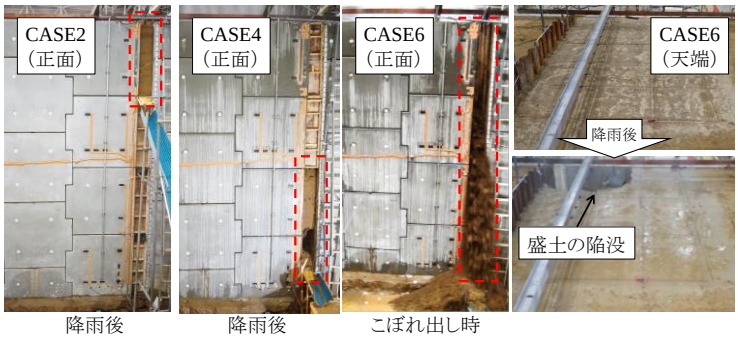

図-3 こぼれ出し状況

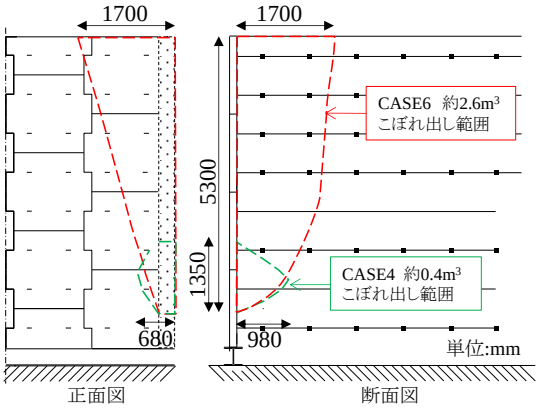

図-4 こぼれ出し範囲

図-5 に CASE1 の降雨前後およびこぼれ出しが発生し CASE4，6 の降雨後の補強材の張力および各ケース降雨前後での壁面変位を示す．補強材の張力は CASE1 の降雨前後で最大 1.8kN 増加しており，降雨により壁面の作用土圧が増加した影響と考えられる．CASE6 の降雨後の張力は初期状態と比較して最大 7.4kN 程度低下しており，補強効果が失われていると考えられる.その一方で，壁面に作用する土圧も低下しており，補強材が引き抜ける，壁面材が脱落するなど補強土壁の脆弱的な崩壊には至らなかった．また，CASE6 の降雨後の壁面変位は，測線 A(開口部に近い測線)では盛土側に最大約 6mm 倒れ込む挙動となった．定点カメラによると，盛土材がこぼれ出す際に補強材が下方側へ引き込まれ，壁面材が盛土側に倒れ込む挙動が観測されている．また，CASE4 の降雨の張力分布と壁面変位は，CASE6 の降雨後と比べて CASE1 の降雨後の値からの有意な変化は見られなかった．

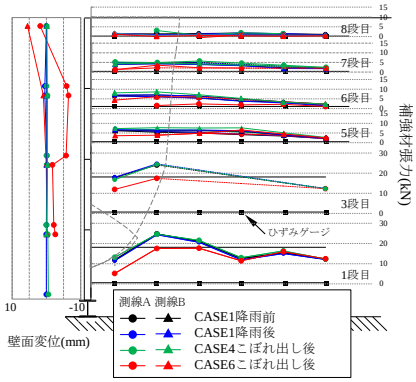

図-5 壁面変位及び補強材の張力分布

図-6 に各ケースの補強材に作用した最大応力度を許容応力度で除した値を示す．降雨の繰り返し作用における張力の変化は小さく，また許容応力度に達するような大きな作用は発生しなかった．

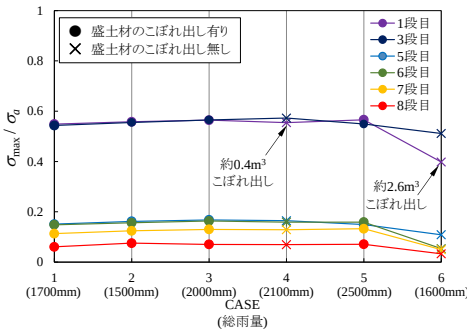

図-6 総雨量と補強材張力の変化

4．まとめ

本実験で得られた知見を以下に示す．

・補強土壁壁面に開口部があっても即座に盛土材がこぼれ出さない．

・降雨の作用で飽和して流動化した盛土材は，開口部から急速にこぼれだすため，特に水位が形成されやすい盛土下部の開口部から盛土材がこぼれ出し，盛土が空洞化しやすい．

・盛土空洞化は降雨の作用で進行するが，補強効果が失われる一方で土圧も同時に失われるため，補強土壁自体は必ずしも脆弱的に崩壊するものではない．

・盛土空洞化の進行を放置すると，盛土天端の陥没を伴うこぼれ出しに至ることがある．

参考文献 1) 補強土壁の維持管理手法の開発に関する共同研究，平成 28 年 3 月

© Japan Society of Civil Engineers