

豪雨時の多数アンカー式補強土壁の安定性評価について

豊田工業高等専門学校 環境都市工学科 高岡 翔
 正会員 小林 睦

1. はじめに

筆者らは、多数アンカー式補強土壁の降雨時安定性を調べるために、浸透流を受ける補強盛土の遠心力場模型実験を実施してきた。アンカープレートサイズおよび裏込め地盤の相対密度を変化させたところ、この種の補強土壁は地下水の上昇に伴う全土圧の増加とアンカープレート周辺の有効応力の低下による引抜き抵抗力の低減により安定性を失うことが分かった。不安定化メカニズムを計算される安全率から評価すると、補強盛土全体の安全率が1を下回るような地下水位の条件下で模型盛土が崩壊に至ったこと、その際引抜きに対する安定性が確保されていない下部のタイバーが引抜きを起こしたことから、適切に崩壊現象を捉えることができた。

ところで、斜面崩壊における降雨タイプは盛土内に浸透流が発生する継続型と表層部から飽和領域が拡大していくような衝撃型に分けられる¹⁾。一連の実験的検証²⁾では、アンカー式補強土壁の引抜きに対する安定性照査において、裏込め地盤が飽和に至るとアンカープレートが引き抜けることから、衝撃型の豪雨を受けると補強盛土全体の安定性が確保されていても、上段が崩壊に至ることが考えられる。そこで報告では、衝撃型の降雨を再現するシステムの確立とともに、豪雨時の多数アンカー式補強土壁の不安定化メカニズムを調べるための遠心力場散水実験について述べていく。

2. 実験システム

図-1に実験システム図を示す。模型縮尺は1/50であり、これに50gの遠心加速度を付与すると、幾何学的寸法は50倍になる。すなわち、模型盛土高16cmの補強盛土の実規模換算高さは8mである。裏込め盛土は、相対密度75%になるように空中落下法により作製し、所定の位置にタイバーおよびアンカープレートを設置した。また、タイバー設置層の模型地盤前面に色砂を敷き、これに等間隔に切れ目を入れることで、遠心力载荷中の模型地盤の挙動の観察を容易にした。壁面パネルはセロファンフィルムで連結し、パネル同士の連結部からの漏水を防ぐとともに盛土内に浸透流が発生した場合の下流側水位を規定した。裏込め地盤内には、浸潤面および地下水の動向を探查する目的で電気探查法を応用したコンダクティビティセンサー(CS)を設置してある。ファンクションジェネレータ(FG)を用いて最上部の端子より、地盤内に電圧を入力している。

表-1に実験条件を示す。本研究では、降雨強度を変化させて散水シミュレーションを実施した。大雨警報が発令される程度の豪雨30mm/hrとその倍程度の時間雨量60mmを再現した。なお、遠心力場の浸透現象に関する相似則を考慮して、散水雨量は50倍に設定した。

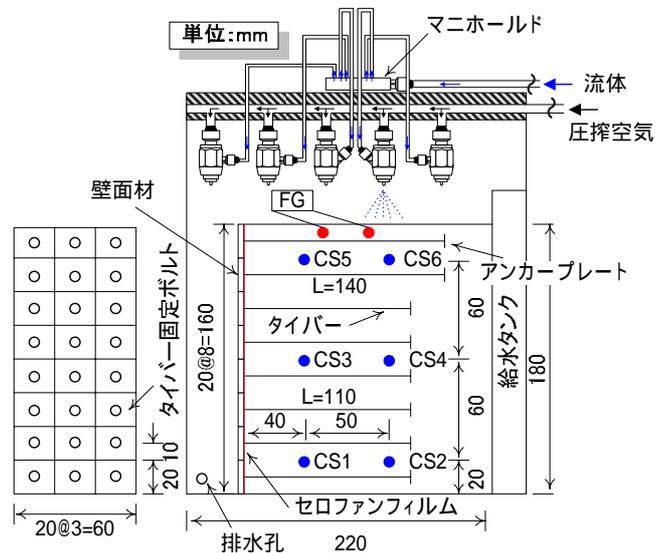


図-1 実験システム

表-1 実験条件

実験コード	降雨強度 (mm/hr)	散水時間 (hour)	総雨量 (mm)
D75R30	30	150	4500
D75R60	60	50	3000

散水時間は実規模換算値である

3. 実験結果および考察

図-2 に遠心力場散水シミュレーション実施中の CCD カメラで撮影した画像を示す。画像は、実験終了直前のものである。ケース D75R60 では、終了



図 2 D75R30
(最終形態：150 時間後)



図 3 D75R60
(最終形態：50 時間後)

時点での補強土壁の下部から 3 段目のパネル(タイバー設置位置は、下段から 3 本目のライン)が前方に 3mm 程度前方に変位していることが確認された。これは、筆者らが別報²⁾で明らかにしてきた不安定化メカニズムと同様に、地下水の上昇に伴って増加する壁面パネルの全土圧に対して、有効応力の低下によるアンカープレートの引抜き抵抗力の低減によって不安定化したものと推察される。一方で、壁面同士の連結と最下部壁面パネルと土槽との摩擦抵抗力によって、壁面が崩壊するには至らなかった。

ところで、両実験ケースともに浸潤線が地表面と平行

に降下していないことが観察された。また、図-4 に示すケース D75R60 における降雨散水実験中の CS の時刻歴より、同高さに設置しているセンサーの反応時間が異なることが確認できる。ここで、CS のサンプリング周期は 5Hz であり、前後の出力値の差を電気伝導度変化として整理している。実験映像より確認したところ、浸潤領域の通過および地下水位が上昇した時点で CS の電気伝導度変化率が急変していることから、CS は適切に地盤状態の変化を捉えているといえる。このように、散水実験中の映像および各 CS の経時変化より、今回の実験ケースでは浸透現象は 3 次元的に進行したと推察される。

本報告では、衝撃型の豪雨を再現して表層付近が飽和した場合の補強土壁の不安定化メカニズムを実験的に検証しようとしたが、次の二つの点から適切な浸透現象をモデリングするには至らなかった。浸潤線の下降の様子が容易に観察できるように乾燥砂を用いたことから、地盤の透水係数が大きくなったことと、降雨散水装置の容量が降雨強度 60mm/hr であったことから、衝撃型の豪雨ではなく継続型の降雨、すなわち浸透流が発生していくような降雨現象を再現するにとどまった。

4. まとめ

補強土壁の上層部分が飽和した状態を再現するために、薄い不透水層を中央部に敷き、さらに安定計算で考える壁面パネルの挙動を再現するために、アンカープレートの引き抜けが生じやすいように壁面パネルは独立して設置する。崩壊挙動が実験的に検証できれば、パネル連結の効果を改めて評価していく。

《参考文献》

- 1) 小林睦, 廣岡明彦, 西垣美歩子: 豪雨時の盛土斜面の崩壊機構に関する遠心力場散水シミュレーション, 地盤工学会誌, Vol. 56, No. 10, pp. 34-37, 2008
- 2) 小林睦, 三浦均也, 鈴木貴大: 降雨浸透時の多数アンカー式補強土壁の安定性評価について, 第 44 回地盤工学研究発表会講演概要集, CD-ROM, 2009

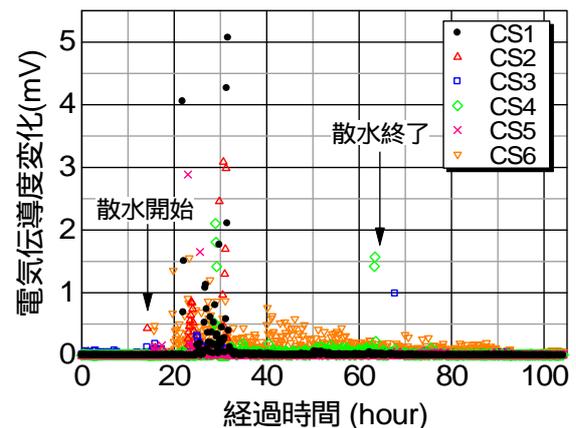


図 4 CS の時刻歴