

模型盛土の散水実験による盛土内水位に関する実験的評価

鉄道総研 ○ (正)阿知波秀彦 (正)杉山友康
 (正)太田直之 (正)布川 修
 国土館大学 (フェロー)岡田勝也

1. はじめに

降雨時における斜面の不安定化は雨量と密接な関係があると考えられることから、降雨時の土中水の挙動を把握することが重要である。本報告では、降雨時における盛土内の土中水分挙動の把握を目的として実施した模型盛土の散水実験の結果を述べる。実験では盛土の透水性が異なる場合、およびのり面防護工によりのり面が遮水される場合について、水位および水分量の変動を把握した。

2. 実験概要

実験のために作製した模型盛土の概略を図1に示す。のり面勾配が1:1.5である単線純盛土の半断面形状とし、奥行きを1mとした。模型盛土の作製にあたっては、所定量の盛土材を撒出した後1層あたり10cmの厚さになるように転圧を行い、層毎に密度を管理して、盛土全体が均一になるようにした。表1に模型盛土の初期条件を示す。盛土の透水係数 k が大・中・小の三種類になるように模型を作製することとし、その目標値は各々 $k=5 \times 10^{-3}(\text{cm/s})$ 、 $k=2 \times 10^{-3}(\text{cm/s})$ 、 $k=5 \times 10^{-4}(\text{cm/s})$ とした。ここで、透水係数が大の値は、実験に用いた砂質土で可能なかぎり緩い密度になるように盛土した場合の透水係数である。

模型底面には盛土内の水位を測定するための水位計（ピエゾメータ）を、また模型内部には飽和度を測定するための土壌水分計（TDR センサー）を設置した。

以上のようにして作製した模型盛土に、それぞれ散水強度 $r=10, 40, 80(\text{mm/h})$ で散水したときの水位および飽和度の経時変化を測定した。このとき、各実験ケースとも一定の強度で散水し、総散水量が $R=180(\text{mm})$ になるように各々散水時間を調整した。また、遮水率を変更する場合は、模型上方に設置された遮水板の設置間隔および大きさを調整した。

3. 実験結果

(1) 盛土内水位の上昇量

図2に散水停止時におけるのり面中央付近の水位 h (M-4)と盛土の透水係数 k との関係を示す。図2から、 $r=10(\text{mm/h})$ および $r=40(\text{mm/h})$ の場合、透水係数が中位の盛土の水位が最も高くまで上昇することがわかる。また、透水係数 $k=1 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-2}(\text{cm/s})$ の範囲で水位のピークが現

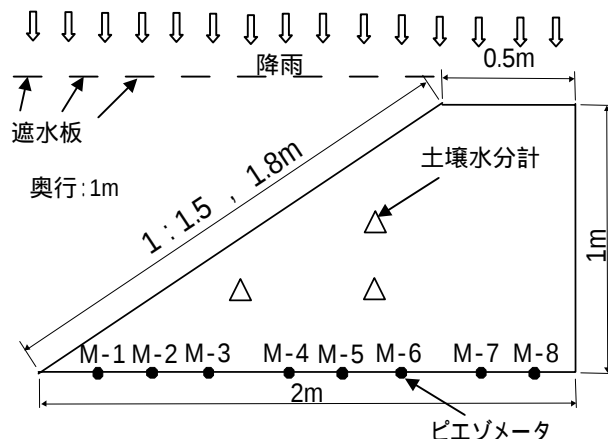


図1 模型盛土（側面図）

表1 模型盛土の初期条件

実験ケース	締固め (透水性)	散水強度 r (mm/h)	乾燥密度 ρ_d (g/cm ³)	透水係数 k (cm/s)	含水比 w (%)	遮水率 C_r (%)
L10	緩(大)	10	1.306	4.55×10^{-3}	16.9	0
L40	緩(大)	40	1.302	5.63×10^{-3}	16.7	0
L80	緩(大)	80	1.238	8.06×10^{-3}	16.1	0
M10	中密(中)	10	1.414	1.93×10^{-3}	16.4	0
M40	中密(中)	40	1.333	3.49×10^{-3}	14.2	0
M80	中密(中)	80	1.416	2.04×10^{-3}	17.4	0
D10	密(小)	10	1.540	3.45×10^{-4}	16.7	0
D40	密(小)	40	1.490	5.18×10^{-4}	16.4	0
D80	密(小)	80	1.469	6.79×10^{-4}	16.1	0
M40c10	中密(中)	40	1.420	1.40×10^{-3}	17.1	10
M40c50	中密(中)	40	1.388	2.15×10^{-3}	16.1	50
M40c70	中密(中)	40	1.382	2.25×10^{-3}	16.0	70

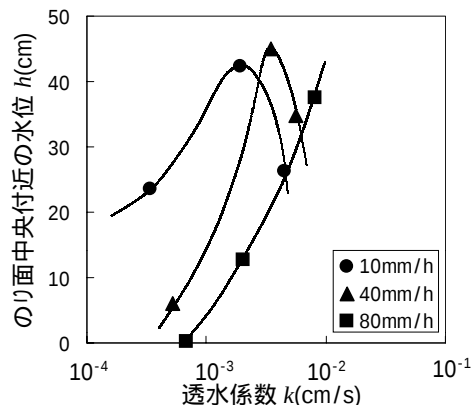


図2 散水停止時におけるのり面中央付近の水位と透水係数との関係

キーワード：散水実験，透水係数，水位，のり面防護工

連絡先：〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL 042-573-7263 FAX042-573-7398

れるものと推定される。

(2) 盛土内水位の低下過程

図3に盛土内水位の経時変化の概念図を示す。いずれの実験ケースにおいても、盛土内水位は散水停止後に最高水位に達し、その後水位が低下する傾向を示した。図3において最高水位を h_{max} (cm)、最高水位から t 時間後の水位を h_t (cm) とする。このとき、散水停止後の水位の低下傾向を定量的に表すために、水位残存比 $W_r (= h_t / h_{max} - 1)$ を用いる。図4に代表的な水位残存比 W_r の経時変化の例として、実験ケース L10 ののり面中央付近の水位 (M-4) の例およびその近似曲線を示す。図からわかるように水位残存比 W_r は、指数関数により近似でき、 $W_r = \exp(-At)$ の関数で表すことができる。これらの結果から水位は概ね指数関数的に低下しており、指数関数を用いることで水位の低下傾向を表すことができると考えられる。

各実験ケースにおいて同様に水位残存比を求め、 $W_r = \exp(-At)$ の関数により近似して係数 A をそれぞれ求めた。透水係数 k を横軸に、係数 A を縦軸として、近似により求めたこれらの結果を図5に示す。ばらつきはあるものの透水係数 k と係数 A とはほぼ比例関係にあり、その関係は $A = 23.6k$ となる。よって水位残存比 W_r は、 $W_r = \exp(-23.6kt)$ と透水係数を用いて表現され、これは盛土の透水係数がわかれば、その盛土の水位の低下傾向がある程度予測できることを示すものである。

(3) のり面遮水による土中水分量の低減効果

実験ケース M40、M40c10、M40c50、M40c70 における、散水終了時での盛土内水位面以下の領域の水分量 V_w とのり面遮水率 C_r との関係を図6に示す。水位面以下の領域の水分量 V_w は、模型盛土の初期乾燥密度 ρ_d と盛土内の水位面以下の領域の飽和度 S_r とから求めた。

遮水率 $C_r = 0(\%)$ の遮水していない実験ケース (M40) と遮水率 $C_r = 10(\%)$ の実験ケース (M40c10) とはほぼ同じ水分量であるが、遮水率 $C_r = 50(\%)$ の実験ケース (M40c50) は遮水していない実験ケースのおよそ8割に、また遮水率 $C_r = 70(\%)$ の実験ケース (M40c70) ではおよそ3割に水分量が低減することがわかる。この結果から、遮水率 C_r が50%を超えると遮水による土中水分量の低減効果が顕著に現れることがわかる。

4. おわりに

本報告では、降雨による盛土内の水分挙動に関して、模型盛土散水実験により実験的に把握した結果の一例を示した。今後はランダムに降る雨の影響を考慮した実験を行う予定である。

【参考文献】太田ら：模型盛土を用いた散水実験による水位上昇特性，第39回地盤工学研究発表会平成16年度発表講演集，2004.7
阿知波ら：降雨後の盛土内水位の減少過程に関する実験的評価，第39回地盤工学研究発表会平成16年度発表講演集，2004.7

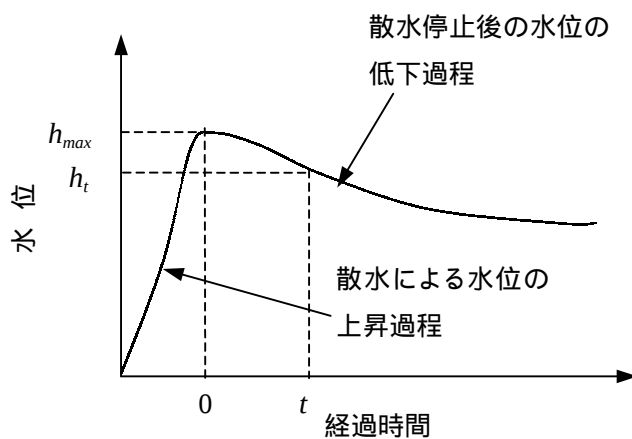


図3 水位の経時変化概念図

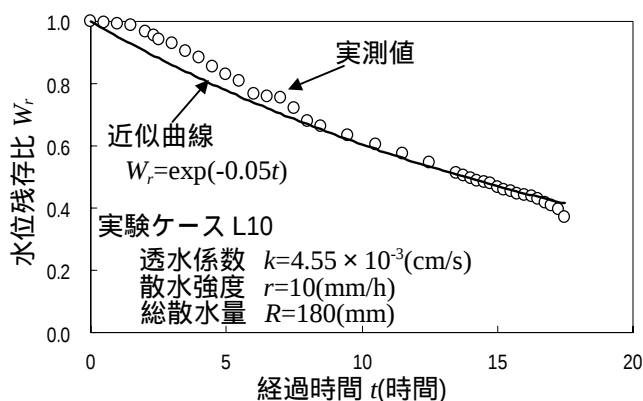


図4 水位残存比 W_r の経時変化

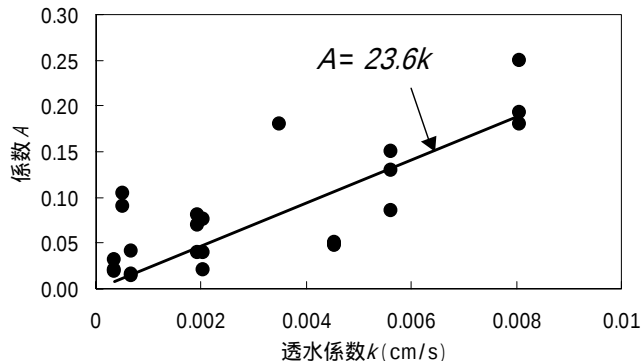


図5 透水係数 k と係数 A との関係

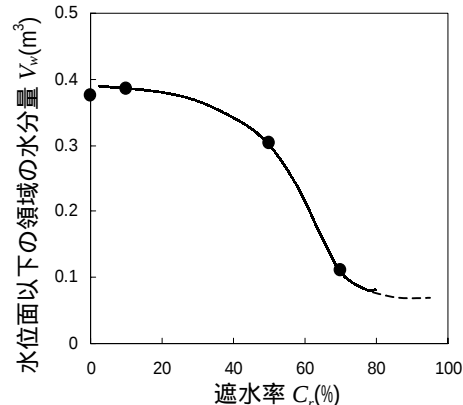


図6 水位面以下の領域の水分量 V_w とのり面遮水率 C_r との関係