

降雨の休止間隔に着目した鉄道盛土の土中水挙動

鉄道総研 正 会 員 ○ 森 泰樹
 鉄道総研 正 会 員 布 川 修
 鉄道総研 正 会 員 杉 山 友 康
 鉄道総研 正 会 員 太 田 直 之
 国土館大学 フェロー会 員 岡 田 勝 也

1. はじめに

降雨に対する斜面の防災対策には、のり面防護等により斜面の耐力を向上させるハード対策と、斜面崩壊の恐れがある区域に列車の進入を規制するソフト対策がある。斜面崩壊と雨量との間には密接な関係がある場合が多く、そのため、ソフト対策としては雨量を指標とした運転規制が広く用いられている。しかし、近年では、鉄道の安全でかつ安定した輸送を確保するために、降雨時の運転規制をより適正に実施することが求められている。そのためには、降雨時における斜面内の土中水の挙動とそれに対応する斜面の危険度を的確に評価することが重要である。

このような背景のもと、鉄道盛土を模擬した模型を用いた散水実験を行い、降雨が途中で中断する場合について、降雨の中断時間と先に降った雨が降雨中断後の土中水の挙動に及ぼす影響との関係を明らかにした。

2. 実験概要

模型盛土は、不透水性地盤上に造られた鉄道における一般的な単線盛土の半断面形状（長さの縮尺 1/5）を想定しており、のり面勾配は 1 : 1.5、高さ 1m、奥行き 1m、底面幅は 2m である（図 1）。使用した土槽と構築した模型盛土を図 2 に示す。模型盛土の作製にあたっては、目標の密度が得られるように計量した所定量の模型盛土材（表 1）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、層ごとに密度を測定して模型盛土全体が均一になるようにした。模型盛土は、透水係数が大、中、小の三種類となるように作製した。また、底面には模型盛土内の水位を測定するための水位計（ピエゾメータ）を設置し、模型盛土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。

実験の概要を説明するため、降雨によって形成される水位面以下の断面積の経時変化を図 3 に示す。まず、模型盛土内の水位が一定になるまで降雨（以下、先行降雨という）を与え、一定の水位になった時点で一旦降雨を

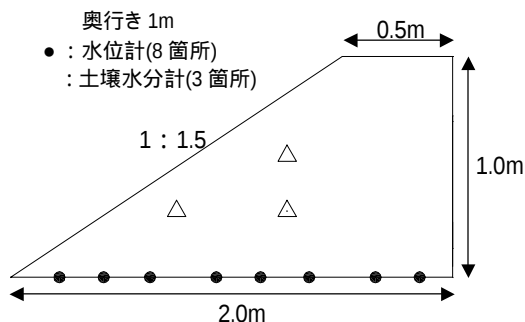


図 1 模型盛土の概略図



図 2 実験に使用した土槽と構築した模型盛土

表 1 模型盛土材の物性値

物理的性質	試験値
土粒子の密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	2.681
最大粒径 $D_{max}(\text{mm})$	4.75
平均粒径 $D_{50}(\text{mm})$	0.247
均等係数 U_c	6.3
最大乾燥密度 $\rho_{dmax}(\text{g/cm}^3)$	1.740
最適含水比 $w_{opt}(\%)$	16.4

キーワード 盛土，散水実験，透水係数，降雨休止

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 （財）鉄道総合技術研究所 TEL 042-573-7263

停止する．その後，盛土内の水位を低下させ，再度盛土内の水位が一定になるまで降雨（以下、後行降雨という）を与える．表 2 に実験条件を示す．各透水係数の盛土において，降雨の休止時間（以下、降雨休止間隔という）を 4～5 ケース設定した．散水強度は，いずれのケースとも 30mm/h とした．

3．実験結果

後行降雨量 R_t を先行降雨量 R_0 で正規化した降雨量比 $F_t (= R_t/R_0)$ を用いて，降雨休止間隔と先行降雨の影響度との関係について検討した．なお，先行降雨量 R_0 および後行降雨量 R_t は下記のとおりとした．

$$R_0 = T_0 \times r \quad \cdots \cdots \cdots (1)$$

$$R_t = T_t \times r \quad \cdots \cdots \cdots (2)$$

ここで R_0 ：先行降雨量

R_t ：後行降雨量

T_0 ：先行降雨時間

T_t ：後行降雨時間

r ：散水強度（30mm/h）

図 4 に各透水係数の降雨休止間隔 t と降雨量比 F_t との関係を示す．図 4 より降雨休止間隔を同じとした場合に，透水係数が最も大きい 8.2×10^{-3} cm/s の盛土の降雨量比が大きく，先行降雨の影響を受けにくいこと，透水係数が中位の 1.7×10^{-3} cm/s と最も透水係数が小さい 4.5×10^{-4} cm/s の盛土はほぼ同じ傾向を示すことが分かった．また図には，各透水係数について降雨休止間隔と降雨量比との関係を対数関数を用いて近似した結果を示した．これらより，透水係数が 1.7×10^{-3} cm/s， 4.5×10^{-4} cm/s の盛土については，高い相関で近似できることが分かった．つまり，降雨休止間隔と降雨量比との関係を対数関数で近似することにより降雨休止後の時間経過に伴う土中水の挙動をある程度予測できるといえる．

4．おわりに

降雨が途中で中断する場合について，降雨の中断時間と先に降った雨が盛土の土中水の挙動に及ぼす影響との関係を実験的に明らかにした．今後は，本稿で得られた結果を踏まえて，適正な運転規制を定める方法について検討していく予定である．

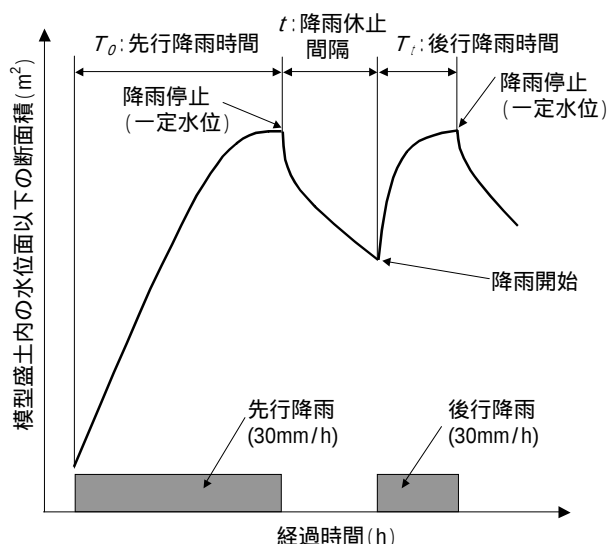


図 3 水位面以下の断面積の経時変化

表 2 実験条件一覧

透水係数 (cm/s)	降雨休止 間隔 (h)	散水強度 (mm/h)
8.2×10^{-3}	0.8	30
	1.3	
	2.4	
	4.7	
1.7×10^{-3}	0.7	
	2.5	
	6.3	
	15.3	
4.5×10^{-4}	51.2	
	2.0	
	12.8	
	34.0	
	110.2	

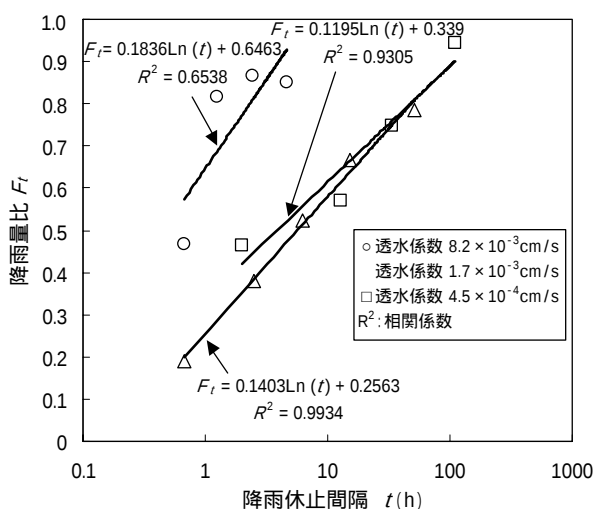


図 4 降雨休止間隔と降雨量比との関係