

切土耐震補強箇所における降雨時安全度調査

東日本旅客鉄道（株） 正会員 ○久保井 公彦 中村 宏
 JR 東日本コンサルタンツ（株） 正会員 田中 祐二 狹田 彰二
 中央開発（株） 正会員 神原 隆則

1. はじめに

盛土耐震補強箇所の降雨時安全度を文献 1) に整理した。本稿では、切土斜面の降雨時安定性評価を目的に、既に棒状補強材で耐震補強設計された斜面で安定検討を実施したので報告する。

2. 検討箇所の選定

切土斜面検討の背景を以下に示す。

- ①弱層が無い切土は、盛土より安定度が高いため、勾配が 1 : 1.0 ~ 1.5 の切土は検討対象外とした。
- ②首都圏の切土では、切土頂部は舗装道路等になっており、切土頂部からの流入水や浸透水は比較的少ない。
- ③のり尻に 1 : 0.3 程度の急勾配土留め壁（高さ 2m 以上）が存在する切土で、L1 耐震診断(kh=0.2)を実施した結果、殆どの切土で安全率 $F_s > 1.1$ となったが、一部の高切土箇所で $F_s = 0.94 \sim 0.99$ 程度となった（図-1）。

以上から、③に示す最も安全率が小さい箇所（図-2）において降雨時の安全度を評価することで、耐震補強対象切土全体の降雨時安全度が推定できると考えた。

3. 浸透流解析

当箇所では、耐震設計時に 2017 年 12 月までサクシオン計測と浸透流解析を併用して挙動を再現し、不飽和強度設計を実施している²⁾³⁾。本検討では再現済の 2017 年 12 月 31 日を初期状態とし、その翌日から設計降雨の作用期間に設定して、下記 3 パターンを作用させて切土内部の有効飽和度分布を求めた（図-3）。

①1991 年の実降雨

年間雨量が過去 30 年間における年間降雨量の上位であるとともに、多雨期における累積降雨量の勾配が大きいことから選定した。

②短期型降雨

文献 4) に示される短期型降雨であり、1000 年確率に相当する作用 II を用いた。

③長期型降雨

文献 4) に示す長期型降雨とし、②同様に 1000 年確率に相当する作用 II を用いた。

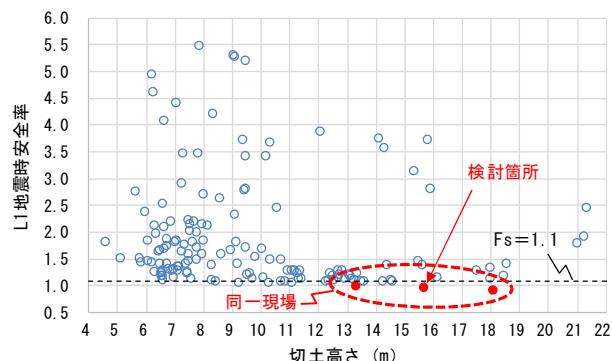


図-1 自立性の判定結果 (L1 地震時)

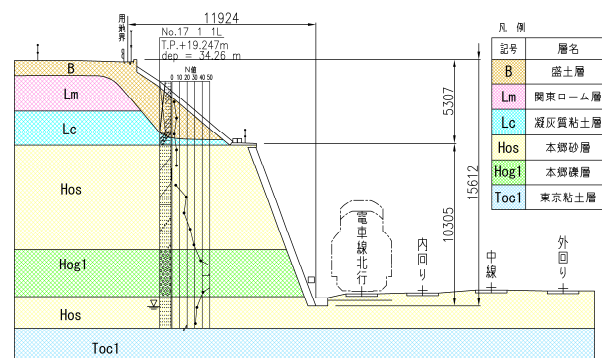
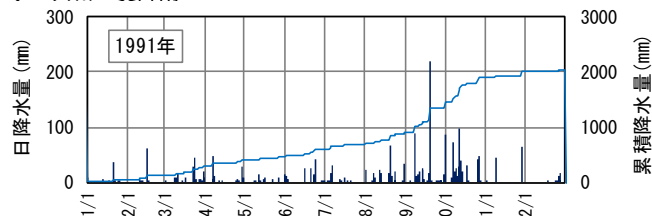
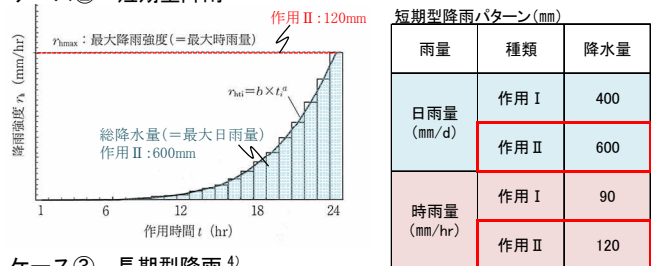
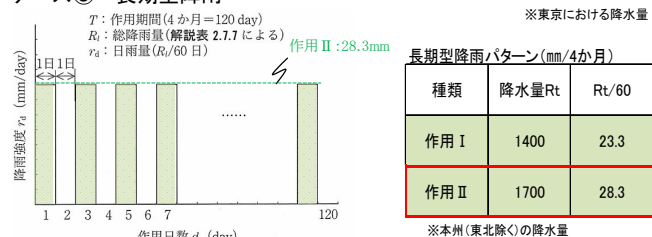


図-2 検討箇所の概要

ケース① 実降雨

ケース② 短期型降雨⁴⁾ケース③ 長期型降雨⁴⁾図-3 降雨パターン⁴⁾

キーワード：切土、不飽和土、浸透流解析、安定解析、耐震補強

連絡先：〒163-0231 東京都新宿区西新宿 2-6-1 新宿住友ビル 31 階 TEL 03-6276-1251

東日本旅客鉄道株式会社 構造技術センター 耐震土構造 PT

図-4にLm層、Hos層の有効飽和度が最大となる（ケース①）切土斜面全体の有効飽和度のコンターを示す。当箇所は多層地盤であるため、各層の有効飽和度のピークにタイムラグが生じている。

4. 安定解析

安定解析におけるモデルの構築方法、検討手法および検討結果について以下に列記する。

- ・Lm層とHos層の有効飽和度が最大となる時刻を抽出（図-4）した後、安定解析上は安全側を考慮して、各層における有効飽和度の最大値をすべて含む有効飽和度コンター（図-5）を作成した。
- ・各層の内部摩擦角 ϕ' ($^{\circ}$)、粘着力 c' (kN/m^2)は、別途実施した不飽和三軸試験から、各層の有効飽和度に応じた c' と ϕ' (飽和度によらず一定)を組み合わせた土質定数（図-6）で安定解析を実施した。
- ・安定解析は、棒状補強材が打設される前（無補強時）と棒状補強材が打設された後（補強後）で行い、補強効果の確認も併せて行った。
- ・各ケースの安定解析結果を表-1に、ケース①における検討結果の概要図を図-7に示す。検討の結果、最も安全率(Fs)が低くなったのはケース①であった。

5. まとめ

本検討により得られた知見を以下に示す。

- (1) ①～③の降雨時シミュレーションによる浸透流解析の結果、①1991年の降雨を作用させた場合に、切土地山の有効飽和度が最も大きくなった。
- (2) ①～③の安定解析結果より、ケース①の安全率(Fs)が②③よりも小さくなるが、無補強時でも $Fs \geq 1.2$ となった。補強後は $Fs \geq 1.67$ となった。
- (3) ①～③の安定解析結果より、耐震補強後は無補強時より降雨時の安全率Fsが0.3～0.5程度大きくなった。

6. 終わりに

切土頂部からの流入水、地すべりや土石流が懸念される箇所においては、本検討結果を参考とするには課題が多く、個別の検討が必要である。

参考文献

- 1) 中村他：盛土耐震補強箇所における降雨時安全度調査，第55回地盤工学研究発表会，2020.3（投稿中）
- 2) 油谷他：不飽和土質定数による耐震設計に向けた高切土斜面の飽和度計測その他，第54回地盤工学研究発表会，2019.7.
- 3) 油谷他：高切土耐震補強におけるサクシオン計測と浸透流解析を併用した地山安定度の検討，第74回土木学会年次学術講演会，2019.9
- 4) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 土構造物，丸善，2007.1

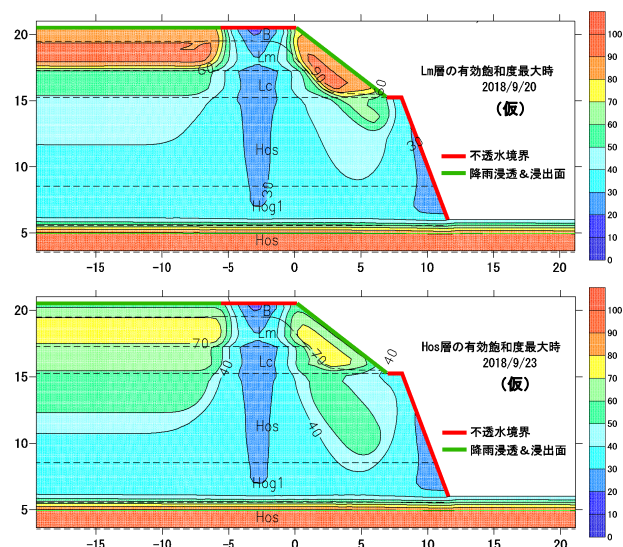


図-4 ケース①の有効飽和度コンター

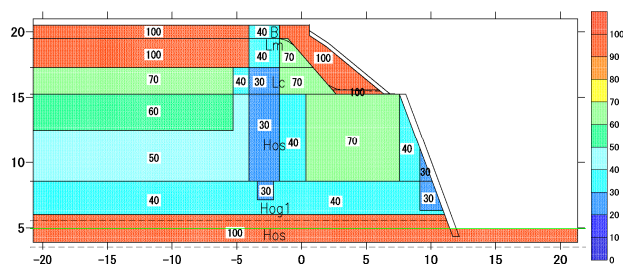


図-5 安定解析上の有効飽和度区分（ケース①）

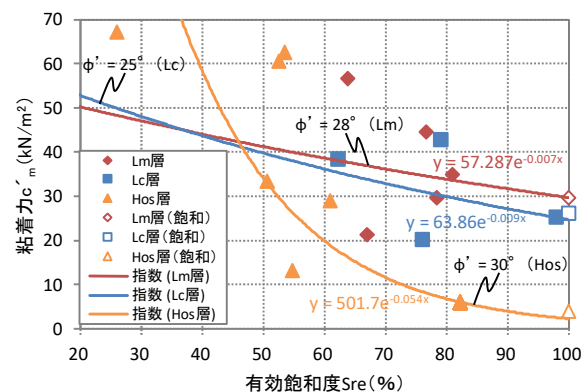


図-6 各安定解析における地盤物性値²⁾

表-1 各ケースの安全率Fs

区分	ケース		
	①	②	③
無補強時	1.220	1.439	1.391
補強後	1.675	1.934	1.712

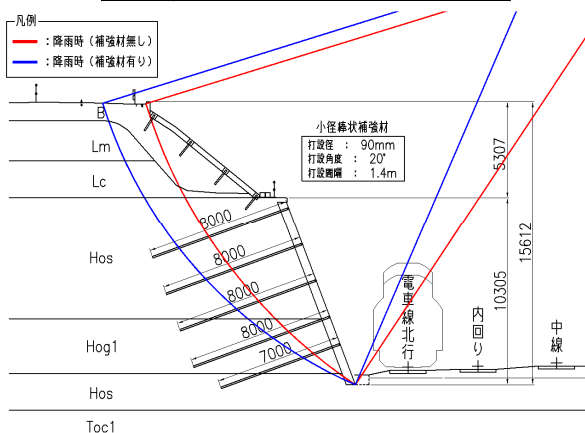


図-7 検討結果（ケース①）