

降雨に対する土構造物の安定性に関する研究

防衛大学校建設環境工学科 学 ○中瀬古篤

正 平川大貴 宮田喜壽

1. はじめに

地球温暖化や気候変動の影響に伴って、近年では降雨量の増大や局所化¹⁾による土構造物の降雨被害の拡大が懸念されている。拡大する降雨リスクに対して、社会基盤構造物である盛土構造物の高安定化に向けた検討は社会的に大きな課題である。本研究では腹付け盛土の降雨時安定性の向上を目的に、まず盛土構造物の降雨時安定性の現状を室内模型実験・室内変形強度試験を実施して検討した。

2. 実験の概要

本研究では図-1に示す山砂($D_{\max}=2.0\text{ mm}$, $D_{50}=0.2\text{ mm}$, $F_c=0.2\%$)を用いた。降雨浸透模型実験では、高さ $1,250\times$ 長さ $1,700\times$ 奥行き 800 mm の平面ひずみ土槽の中に高さ 300 mm の支持地盤を構築し、その上に法面勾配 $1:1.8$ 、盛土高 500 mm の斜面を構築した。支持地盤・盛土ともに、突固め試験 A-b 法(JIS A 1210)における最適含水比 $w_{\text{opt}} (=17.2\%)$ 、締固め度 $D_c=90\%$ ($\rho_d=1.45\text{ g/cm}^3$)となるように締固めた(図-2)。基準締固めエネルギー $1E_c$ 、 $D_c=90\%$ は多くの土構造物の締固め管理で規定される値である²⁾。模型概要を図-3に示す。本研究での模型斜面は水平地盤上にある地山斜面への腹付け盛土を想定している。この様な腹付け盛土の降雨時安定問題は、1)盛土表面からの雨水の浸透と表面浸食に対する安定性と、2)湧水に対する安定性の2種類について検討する必要がある。本研究ではこれらの要因を個々に検討するため、まず①湧水を模擬した浸透実験を行い、その後②湧水を継続しながら降雨実験を実施した。なお、本研究における模型盛土では、法尻部での排水ブランケットや法肩・法尻排水溝を設置していない。この条件は盛土構造物の表面および土中水の排水性能よりも降雨・浸透量が多い場合での現象とも類似性が高いと考えられる。

一方、湧水によって地下水位面が上昇することに伴う法尻部のサクシオンの喪失に関して、盛土材の力学特性に基づき土構造物の降雨時安定性を考察するために、本研究では三軸圧縮試験も実施した。三軸試験においても含水状態を w_{opt} に固定し、 D_c を約 $90\sim 100\%$ の範囲で変化させた供試体を突固め法によりそれぞれ作成した。三軸

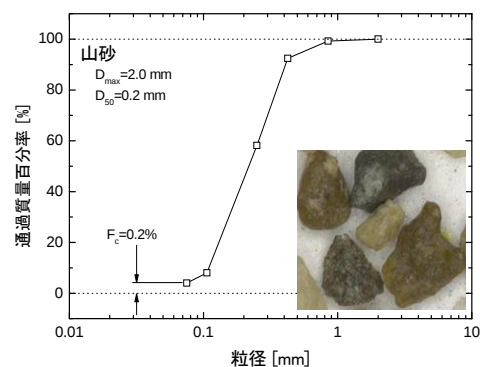


図-1 使用材料(山砂)の粒径分

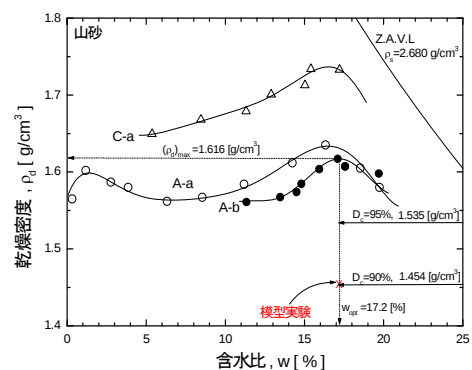


図-2 締固め曲線

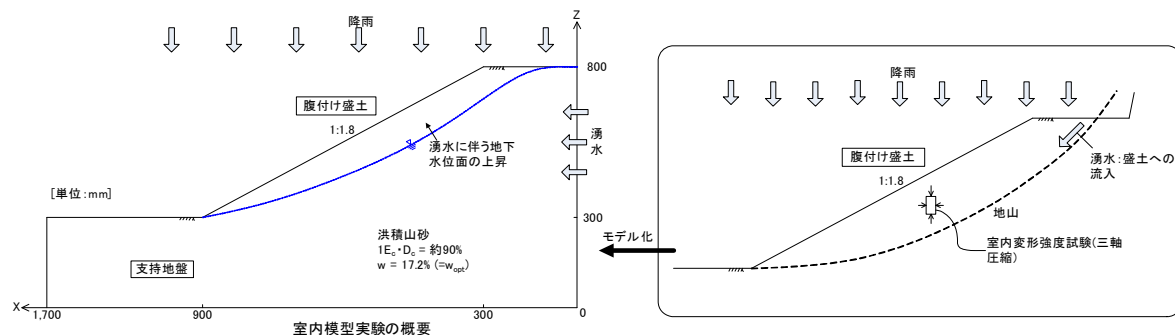


図-3 降雨浸透実験の概要

キーワード 腹付け盛土, 降雨, 浸透

連絡先 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水-10-20 防衛大学校システム工学群建設環境工学科 Tel : 046-841-3810

圧縮試験では、A)無降雨時を想定した不飽和・排気排水試験と、B)降雨に伴ってサクションが喪失した状態を想定した飽和・排水試験を行った。圧密条件および拘束圧条件は、模型実験を考慮して初期側圧係数 $K = \sigma_3/\sigma_1 = 0.5$ 、初期有効拘束圧 $\sigma_3 = 50$ kPa とした。

3. 実験結果と考察

図-4 に降雨浸透実験での模型盛土の変形状態を示す。地下水位面を盛土高と一致させて模型盛土に湧水を模擬した浸透流を与えたところ、浸透直後から法面の変形が生じ、浸透開始後約2時間で法尻部が崩壊した(図-4a)。湧水によって盛土の地下水位面が上昇して法尻部への通水が確認されてから法尻部の変形が顕著になり、流動的な変形が生じた。さらに、浸透流をそのままに降雨強度約120 mm/hourの降雨を模型盛土に与えたところ、降雨開始後約1分で法面の浸食および流動が生じ、法面部の崩壊が拡大した(図-4b)。降雨による法面の浸食は、変状が生じ始めた箇所に表面水が集中し、それに伴って浸食も局所化した。すなわち、腹付け盛土の降雨時安定性を向上させるには、以下に示す個々の対策が必要であると考えられる；

A) 盛土内に浸透する水量の抑制(排水)

B) 盛土内へ浸透した水を、土粒子と分離して排水(分離、排水)

C) 法面表面を流下する表面水による浸食の抑制(保護、補強)

一方、土構造物の降雨時安定性の向上に向けて、盛土材物性の着目し、締固め条件について考察する。図-5 に三軸圧縮試験結果の例として飽和・排水条件における偏差応力 $q \sim$ 軸ひずみ $\varepsilon_a \sim$ 体積ひずみ ε_{vol} 関係の例を示す。それぞれの供試体に対して最大偏差応力 q_{max} を求め、 $q_{max} \sim D_c$ 関係として整理した結果を図-6 に示す。図-6 より、本研究で用いた砂質土において $D_c = 90\%$ 程度の中密の密度条件では不飽和状態から飽和・排水条件となるとサクションの低下によって q_{max} は約80%に低下する。設定 D_c 値を増加させると不飽和および飽和・排水条件ともに q_{max} (図-6)と初期剛性(図-5)が大きくなるため、必要で十分な締固めを行うことは降雨時安定性の向上につながると考えられる。

4. まとめ

腹付け盛土の降雨時安定性を室内模型実験と室内変形強度試験結果から考察を行った。今後は、有効な排水対策と地盤補強方法について検討を行いたい。

参考文献：1)地球温暖化予測情報第7巻，気象庁，2008，2)丸善，鉄道構造物等設計標準・同解説，土構造物，2007。

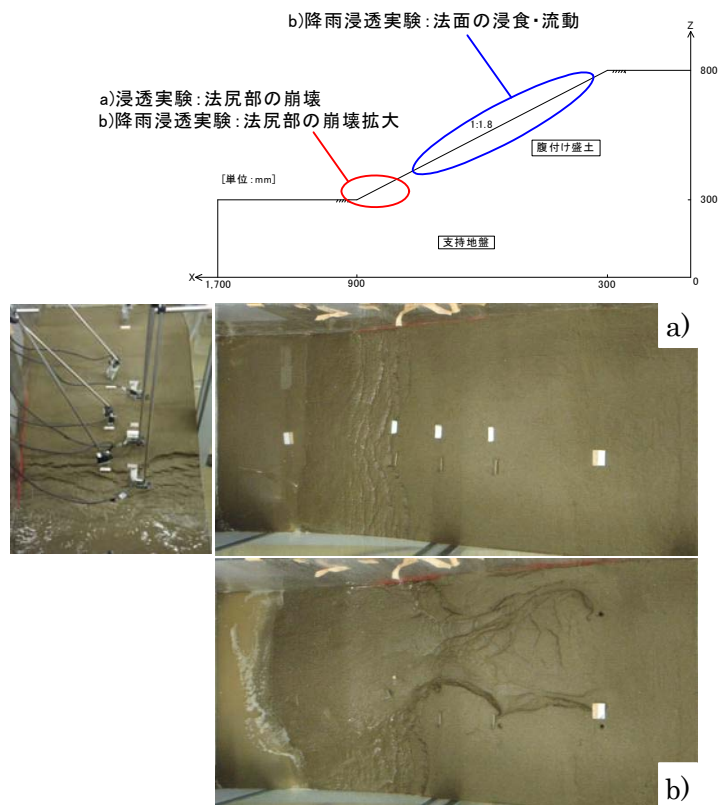


図-4 模型盛土の変形状態：a)浸透実験，b)浸透＋降雨実験

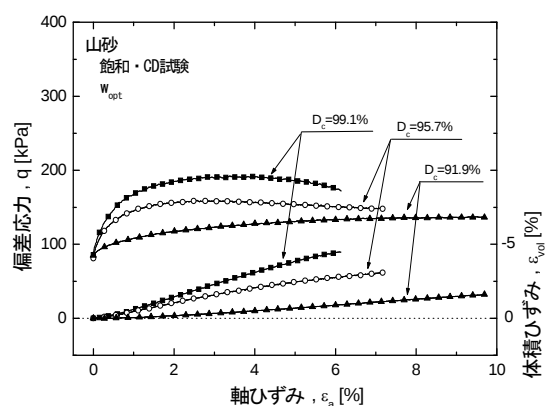


図-5 三軸試験結果の例(CD試験)

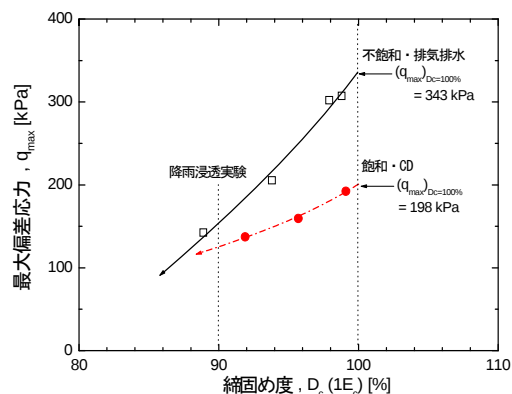


図-6 飽和条件・締固め度が強度に与える影響