

降雨強度を考慮した盛土構造物の応力挙動の把握

福島工業高等専門学校 学生会員 ○中村 えみか
 福島工業高等専門学校 正会員 金澤 伸一
 福島工業高等専門学校 学生会員 鈴木 聡恵
 福島工業高等専門学校 学生会員 五十嵐 日菜

1. はじめに

近年、我が国では、集中豪雨が起因となる土構造物の崩壊事例が数多く報告されている。しかしながら、その崩壊メカニズムは十分に解明されておらず、盛土破壊メカニズムの検討が求められる。さらに、集中豪雨による土構造物の崩壊は、降雨直後と時間遅れで発生するものにわけられる。そこで本研究では、時間遅れで発生する土構造物の崩壊のメカニズムを検討するため、集中豪雨による盛土内部の応力挙動の解析を行う。その中でも、不飽和状態の盛土に集中豪雨を与えた場合、どのような挙動を経て破壊に近づいているかを把握することで、最終的に豪雨に対する盛土の安全性についての評価を行う。

2. 研究方法

本研究では、空気溶存型の不飽和土／水／空気連成有限要素解析コード(DACSAR-MP)を用いて締固め、降雨・蒸発履歴を考慮した築堤解析を行った。また、築堤過程における降雨が、降雨量によって盛土の初期応力にどのような影響を及ぼすか検討する。なお、本研究においての初期応力とは築堤完了時の応力状態のことを示す。

(1) 解析条件

表-1に解析で用いた材料パラメータを示す。ここで、 λ ：膨潤指数、 κ ：圧縮指数、 $M=(p'/q)$ ：応力比 n_E ：ECモデルのフィッティングパラメータ、 a ：不飽和化による圧密降伏応力の倍率を決定するパラメータ、 m ：不飽和透水係数式の形状パラメータ、 S_{r0} ：吸着水が占める飽和度、 k_a ：透気係数、 v ：ポアソン比、 G_s ：土粒子比重、 k_w ：飽和透水係数、 p'_{sat} ：不飽和化による圧密降伏応力、 e_0 ：初期間隙比である。

図-1に、解析対象となる盛土とその解析領域を示す。解析領域は、縦15m×横30mの基礎地盤と天端幅3m、下端15m、高さ6mの盛土を想定する。一層30cmの撒き出し後、荷重条件500kPaとして各層に载荷と除荷を行うことで締め固めを表現する。含水比は最適含水比24%に設定し、また、変位境界は基礎地盤の下端を鉛直・水平を固定とし、平面ひずみ解析を行う。水理境界は上下左右を比排水境界とする。そして、基礎地盤は地表面まで飽和度90%とする。図-2に、水分特性曲線を示す。

表-1 材料パラメータ

λ	κ	M	m	S_{r0}	$k_a(\text{m/day})$	$p'_{sat}(\text{kPa})$
0.13	0.013	1.33	0.8	0.15	1.0	50.0
n	n_E	a	v	G_s	$k_w(\text{m/day})$	e_0
1.0	1.3	10.0	0.33	2.7	0.01	1.0

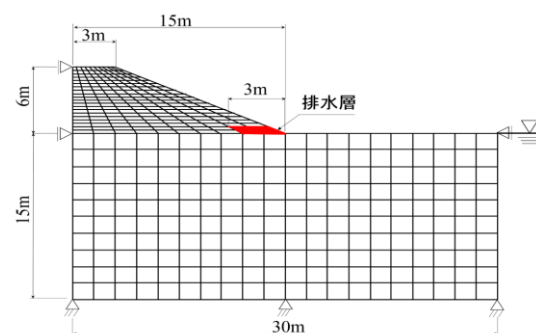


図-1 解析領域

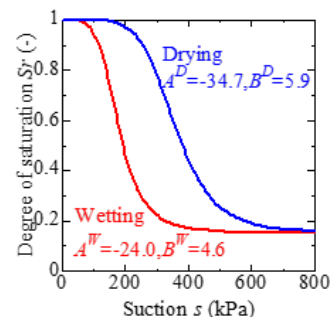


図-2 水分特性曲線

キーワード 盛土構造物 降雨強度 応力解析

連絡先 〒970-8034 福島県いわき市平上荒川長尾30 福島工業高等専門学校
 都市システム工学科金澤研究室 TEL 0246-46-0827

（２） 降雨条件

本研究では、断続的な豪雨を模擬し、10mm, 30mm, 50mm の降雨を 1～10 時間与えて解析を行った。

３． 解析結果および考察

各降雨量を 1 時間与えたときの盛土に着目すると、図-3 より、平均有効主応力は基礎地盤では全体的に高くなっており、圧密の効果が発揮されている。一方で、盛土部分に着目すると、表層部分の有効応力が減少している。これは、降雨によって盛土内の間隙水圧が増加したことが起因していると考えられる。これらより、降雨を受けた盛土の表層部分は弱部になることが示唆される。また、図-4 の間隙比より、降雨量が 10mm から 50mm に増えても変化がないが、表層部分は降雨の影響により膨張傾向にあることが確認された。次に、図-5、図-6 より、降雨量の増加に伴い、盛土の表層部分のサクシオンは減少し飽和度は増加している。また、降雨量が増加すると盛土内部に降雨が浸透することなく、表層流れが生じていることが確認できる。図-7 より、50mm の降雨を受けた盛土表層部には最大7.0%のせん断ひずみが生じているため、すでに表層破壊を起こしている危険性が懸念される。図-8 の限界状態判断比からも、50mm の降雨を与えた盛土表層部では1.3を越えてしまっており表層破壊の危険性が懸念される結果となった。表-2 に降雨量と降雨継続時間との関係を示す。

４． まとめ

本研究で得た知見を以下に示す。

- ① 基礎地盤では圧密効果が十分に発揮されており、今回の条件では降雨の影響を受けるのは盛土表層部である。
- ② 表-2 より、1 時間 10mm では破壊の懸念はないが、30mm の降雨を超えると、盛土表層部に破壊が生じることが懸念される。

５． 参考文献

1) 金澤伸一，五十嵐日菜，飯塚敦：解析による施工時期の違いが盛土の初期応力に与える影響，土木学会論文集 A2，土木学会，Vol.73，pp.489-496，2018。

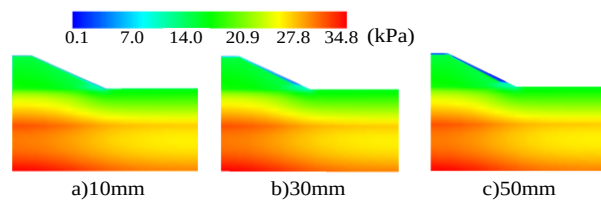


図-1 平均有効主応力 p'

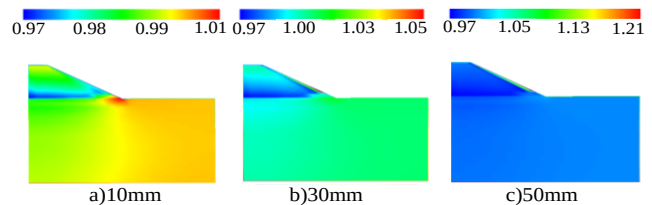


図-4 間隙比 e

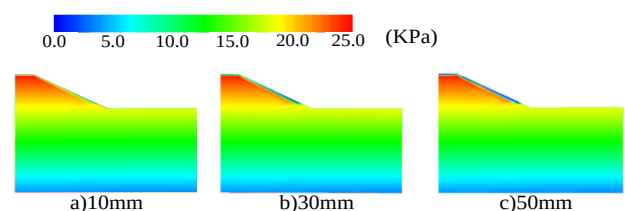


図-5 サクシオン S

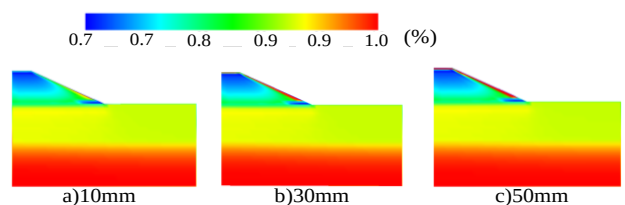


図-6 飽和度 S_r

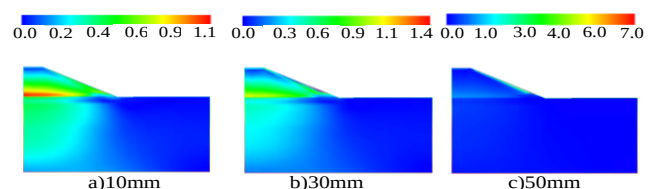


図-7 せん断ひずみ ε_s

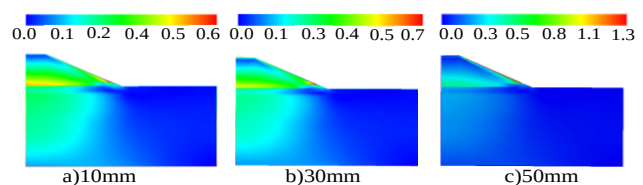


図-8 限界状態判断比

表-2 盛土破壊の評価

		降雨継続時間		
		1時間	5時間	10時間
降雨量	10mm	○	○	○
	30mm	○	×	×
	50mm	○	×	×