

盛土構造物の斜面勾配に着目した崩壊機構に関する検討

新潟大学 学生会員 ○山下 大輝
正会員 金澤 伸一
学生会員 鈴木 颯人

1. 研究背景・目的

近年、突発的豪雨の増加による盛土構造物の崩壊事例が後を絶たない。盛土崩壊による被害は甚大でこれを抑制する必要があるが、盛土の崩壊要因やメカニズムの解明は不十分である。それに加えて、近年では盛土構造物の設計手法として性能照査型設計法の導入が進んでおり、個々の構造物が設計耐用期間を通じて要求性能を満足することを照査する必要がある。このような背景から要求性能の把握を目的とした模型実験を実施してきたが、模型実験では性能照査型設計法に求められる長期間の盛土構造物の挙動把握を行うのは困難かつ非効率である。そこで本稿では、数値解析による要求性能の評価を試みた。しかし、数値解析と実現象の整合性が示されないまま性能評価を行っても、それが十分に信頼できるとは言い難い。そこでまずは模型実験と再現解析を行い、数値解析の有用性を確認する。その後、盛土構造物に求められる要求性能の中でも斜面勾配に着目して、その崩壊機構について検討を行う。

2. 解析条件

空気溶存型の不飽和土/水/空気連成有限解析コード(DACSAR-MP)⁽¹⁾を用いて模型実験の再現解析を行った。図1、表1、図2に使用した有限要素モデル、材料パラメータ、水分特性曲線を示す。本稿では、盛土の斜面勾配に着目した検討を行うため、急勾配盛土(斜面勾配 1:1)と緩勾配盛土(斜面勾配 1:1.8)の2種類を設定した。なお、これらは模型実験に準じて設定した。また、模型実験に倣って締固めを考慮した築造解析を行った。図3に築造解析の流れを示す。一層撒き出した後 10kPa の締固めを 5 回行い、これを盛土高さ 300mm になるまで繰り返すことで再現した。築造後は 80mm/hour の降雨を盛土天端・法面・基礎上面に与えることで降雨解析とした。

3. 数値解析の有用性検討

図4に、再現解析および模型実験での盛土部主要要素(図1参照)における飽和度とサクシジョンの経時変化を示す。なお、斜面勾配 1:1.8 の結果を抜粋している。まずサクシジョンに関しては、再現解析・模型実験ともに、降雨直後に法面でサクシジョンが大きく低下したのち、内部、深部までサクシジョンの低下が進行する結果となり、両者

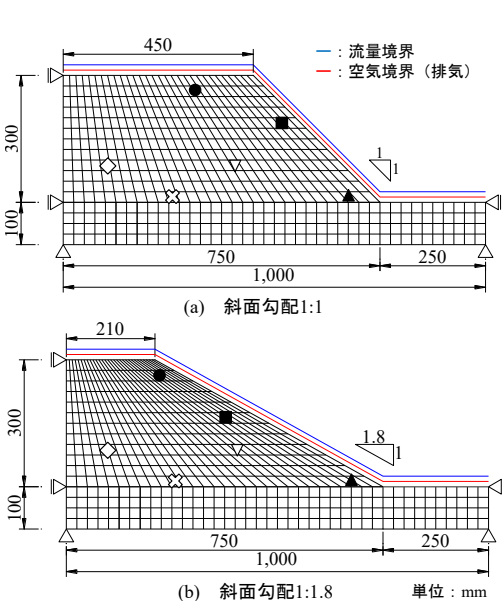


図1 有限要素モデル

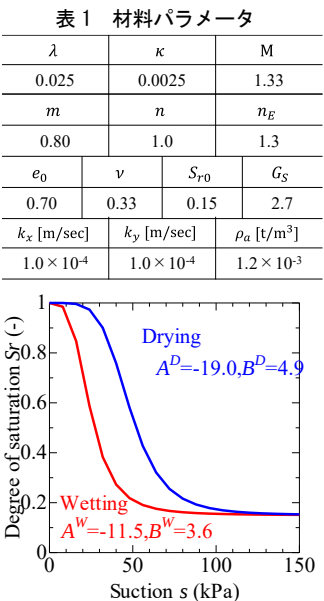


図2 水分特性曲線

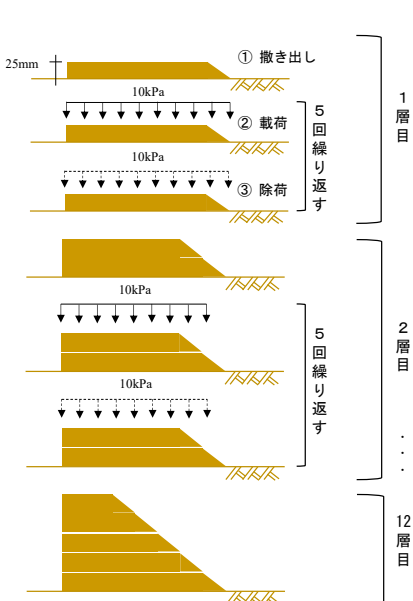


図3 築造解析フロー

キーワード 盛土構造物, 斜面勾配, 数値解析, 降雨解析, 再現解析
連絡先 〒950-2181 新潟県新潟市西区五十嵐2の町 8050
新潟大学工学部 地盤環境研究室 TEL 025-262-7479

の結果に定性的な一致が確認できた。続いて、飽和度に関しては両者の結果に次のような共通点が確認できた。

- ① 法尻部(図中▲)が最も早く飽和
- ② 浸透開始から飽和するまでの時間が概ね 40 分程度
- ③ 法面上部(図中●と■)は同じ挙動で飽和が進行
- ④ 法面付近(図中●, ■, ▲)から内部(図中◇)にかけて飽和が進行

以上より、飽和度についても模型実験と数値解析で定性的な一致が確認できた。さらに、図 5 に両者の浸潤面形成の様子を示すが、両者ともに浸潤面が盛土天端・法面から内部へと形成されており、こちらも良好な一致が確認できた。よって、実現象と数値解析において定性的な一致が複数確認でき、その整合性を確認することができた。

4. 斜面勾配に着目した崩壊機構の検討

図 6 に斜面勾配 1:1 および 1:1.8 における平均有効主応力の経時変化を示す。これより、法面付近(図中●, ■, ▲, ▽)では斜面勾配に関わらず、降雨浸透に伴った応力の減少が確認できる。これは、飽和度の上昇およびサクションの低下に伴って応力が減少するものと考えられ、斜面勾配によらず法面付近から弱体化が進むことが示唆される結果となった。また、降雨開始から約 20 分経過後、法尻部(図中▲)で大幅な応力減少が確認できる。これは基礎部が先行して飽和する影響で、法尻付近において著しい応力減少が起こったものと推測される。このことから、斜面勾配に関わらず法尻付近が特に弱部となることが明らかとなった。実際、図 7 に示す通り、模型実験においても基礎部が先行して飽和しており、その影響で法尻付近から崩壊することが確認されている。続いて、各斜面勾配での応力状態を比較する。すると、斜面勾配 1:1 に比べて斜面勾配 1:1.8 では、同時刻における各要素の応力値が大きくなっており、急勾配盛土に比べて緩勾配盛土は弱体化の進行が遅いことが確認できた。さらに、盛土崩壊までの時間を比較すると、斜面勾配 1:1 と斜面勾配 1:1.8 では約 5 分の差が確認でき、緩勾配盛土のほうが崩壊に対して安全であることも確認できた。

5. まとめ

本稿では、模型実験とその再現解析を行い、飽和度やサクションの経時変化を比較することで、数値解析の有用性を示した。さらに、降雨による盛土の弱体化は斜面勾配によらず法面から進行し、特に法尻付近が弱部となることが明らかになった。それに加えて、斜面勾配に着目すると緩勾配盛土は急勾配盛土に比べて弱体化及び崩壊に対して安全であることが数値解析により確認された。

参考文献

- (1) Kanazawa S., Toyoshima K., Kawai K., Tachi-bana S. and Iizuka A.: Analysis of mechanical behavior of compacted soil with F.E. method, journal of JSCE, No.68 (2), 2012, pp.291-298.

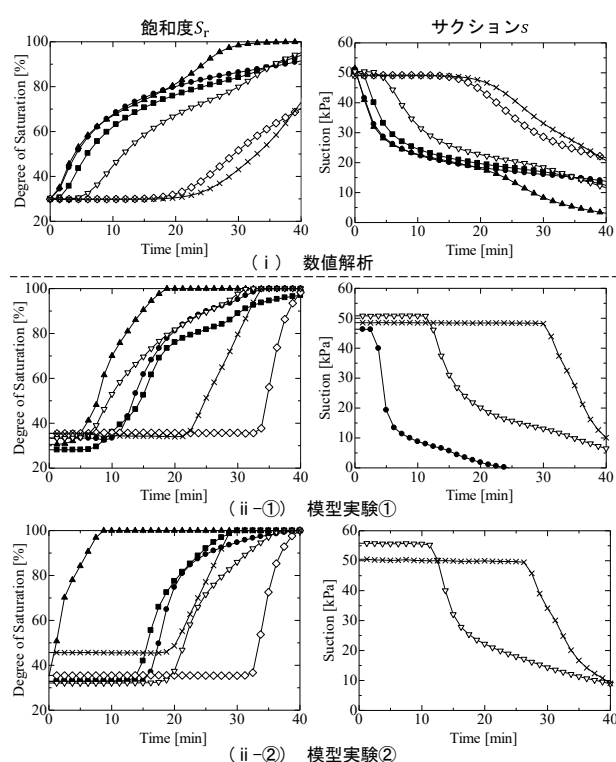


図 4 飽和度・サクションの経時変化

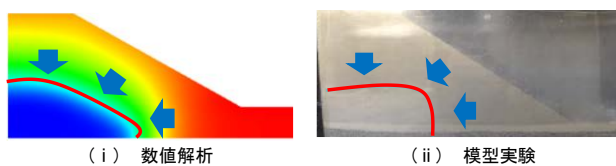


図 5 浸潤面形成の様子

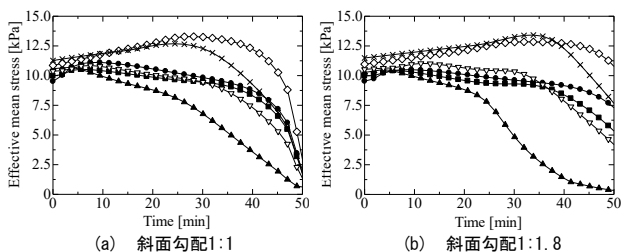


図 6 平均有効主応力の経時変化

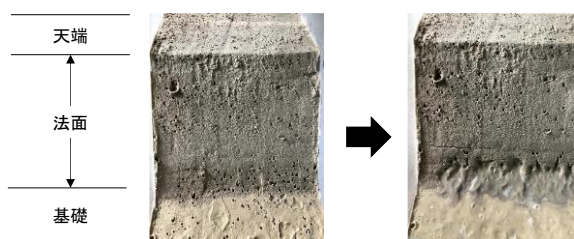


図 7 模型実験における盛土崩壊時の様子