

キャピラリーバリア型盛土の斜面浅層部に用いた貝殻層の浸食抵抗に関する基礎的研究

茨城大学 学生会員 ○大埜 明日香  
 茨城大学 学生会員 浅野 太我  
 茨城大学 正会員 小林 薫  
 茨城大学 正会員 安原 一哉

1. はじめに

近年、気候変動により災害が激甚化している。中でも線状降水帯や台風などによる短時間強雨が引き起こす土砂災害や水害の被害は甚大なものとなっており、災害対応の緊急性や必要性は高まる一方である。雨水浸透に関わる土砂災害、破堤などの対策となる技術の一つとしてキャピラリーバリア（以下、CB）がある。このCBは、図-1に示す様に盛土斜面の浅層部に上層に細粒な土、下層に粗粒な土を敷設した層状地盤である。これにより雨水など地盤内への浸透遮断と排水機能を活かして、盛土斜面の安定性を確保できる<sup>1)</sup>。また、筆者らはこのCBを構成する粗粒な土の代替材に破碎貝殻が活用できることを明らかにしている<sup>2)</sup>。一方、気候変動による「今まで経験したことがない」という短時間強雨が頻繁に聞かれる中、堤防の越流水や盛土斜面への多量の流下水による浸食などの被害も見受けられる。本研究は、盛土斜面の浅層部に破碎貝殻を用いた貝殻型CB盛土について、CB構造を有しない盛土の実験結果と比較して、短時間強雨時などにおいて盛土斜面を流下する表面水による表層地盤の浸食抵抗に関する簡易な室内実験を実施した。

その結果、貝殻型CB盛土は、盛土斜面を流下する表面水により表層部の土は浸食されるが、破碎貝殻層は比較的大きな浸食抵抗力を有し、それ以深への浸食を防止・抑制できることを確認した。

2. 実験概要

本実験では、アクリル土槽（66 cm×37 cm×6 cm）に斜面勾配 1 : 1.5 の盛土を想定し、図-2、3に示す様な土層を作製した。最下層に基礎地盤に見立てた粘土層を詰め、その上に最適含水比 ( $w_{opt} = 11.3\%$ ) にした珪砂6号を乾燥密度  $\rho_d = 1.334 \text{ g/cm}^3$  に締固めた盛土を作製した。盛土天端はコンクリート舗装等に見立てた粘土で覆い、片側法面も粘土で覆った。また、貝殻型CB盛土の浸食抵抗を比較検証するための実験は、もう一方の片側法面を、(1)CB構造を有しない盛土斜面と(2)貝殻型CB盛土斜面の2つの条件で行った。破碎貝殻 ( $\rho_s = 2.671 \text{ g/cm}^3$ ) は、青森産のホタテ貝殻を砕いて、粒径 1~2 cm に粒度調整したものを 1.0 cm 厚で図-4の様敷き詰めた。その上に表層（厚さ 1cm）として盛土内部と同様に珪砂6号で仕上げた。次に、実験時における法面を流下させる表面水は、盛土の右側法面側の水位を上昇させ、盛土天端を通過させた水を左側法面に流下させる方式とした。水位一定時における流下水流量は平均して  $q = 5.37 \text{ cm}^3/\text{秒}$  であった。

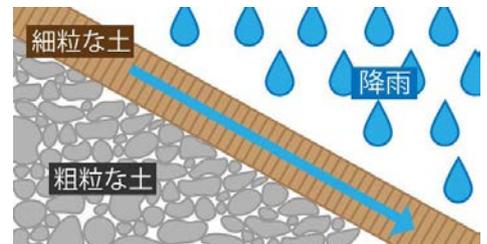


図-1 傾斜キャピラリーバリアの概要

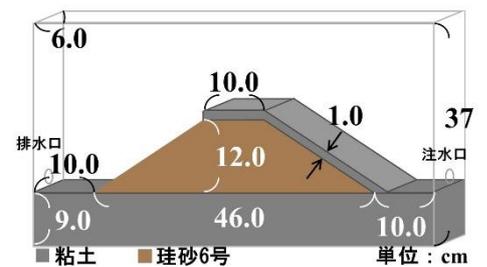


図-2 CB構造を有しない盛土寸法

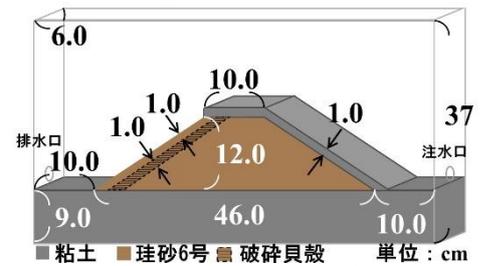


図-3 破碎貝殻によるCB型盛土寸法



図-4 破碎貝殻層

キーワード 短時間強雨, 環境, キャピラリーバリア, 盛土, 浸食

連絡先 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 茨城大学工学部都市システム工学科 E-mail :17t5014l@vc.ibaraki.ac.jp

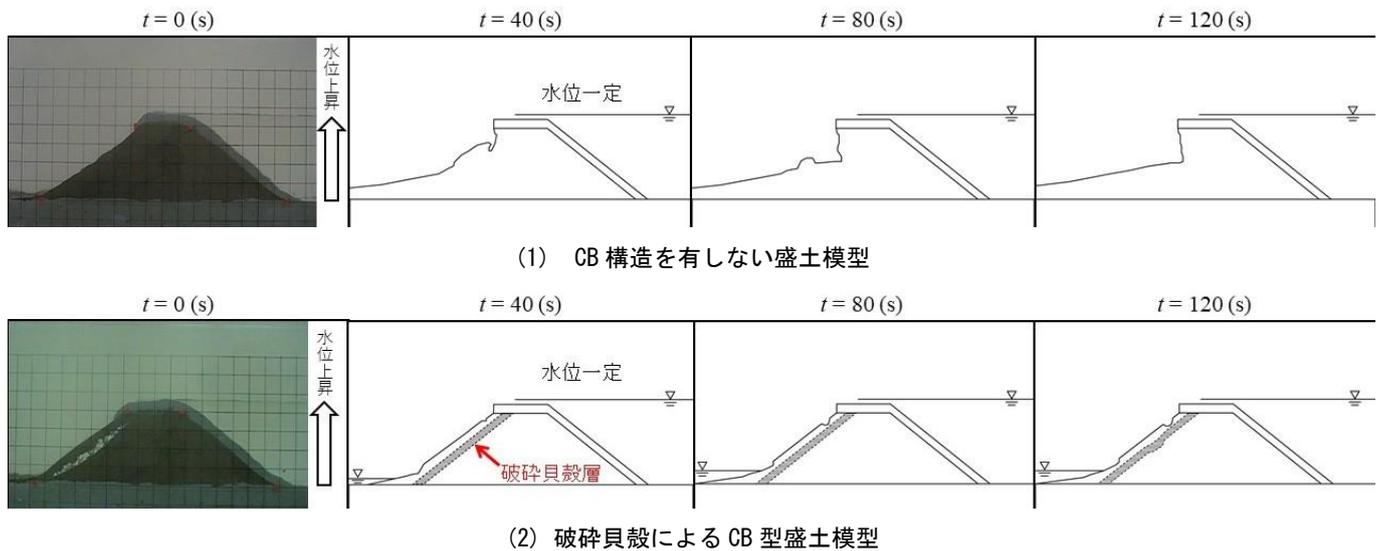


図-5 貝殻型CBの有無による流下する表面水による盛土斜面の変状観測結果

### 3. 実験結果

図-5 に本実験における裏法面模型の斜面形状の変化の概要を示す. 図-5(1)はCB構造を有しない盛土, 図-5(2)は破碎貝殻によるCB型盛土の実験結果である. また, 図-5中の $t$ は斜面を水が流下し始めてからの経過時間を示す. 図-5(1)のようにCB構造を有しない盛土の場合, 40秒経過時点で浸食が始まり, 80秒経過したころには斜面が大きく浸食・変状し, 120秒を経過後は盛土の半断面が崩壊した. 今回の実験では, 斜面上部から浸食がはじまり, 徐々に変形が大きくなりながら斜面全体を崩壊させる様な過程であった. 一方, 図-5(2)に示す様に貝殻型CB盛土の場合, 40秒経過時点では流下する水による影響はほとんどなく 80秒経過後は斜面上層の表層の砂層のみわずかに浸食がはじまり, 120秒経過後でもほとんど破碎貝殻層以深は浸食されなかった. CB構造を有しない盛土の場合と同じように斜面表層の一部が浸食したものの, 破碎貝殻層が浸食されないことで大きな浸食にならずに斜面の崩壊は起きなかった. CB構造を有しない盛土と比較して貝殻型CB盛土の斜面の安定性は比較的高いことが明らかになった. 図-6に示す様に流下開始から2400秒(40分)経過しても盛土斜面は崩壊しなかった. 2400秒経過した時点では破碎貝殻層以深の浸食はほとんどなく, 破碎貝殻層の浸食抵抗力が比較的大きいものと考えられる.

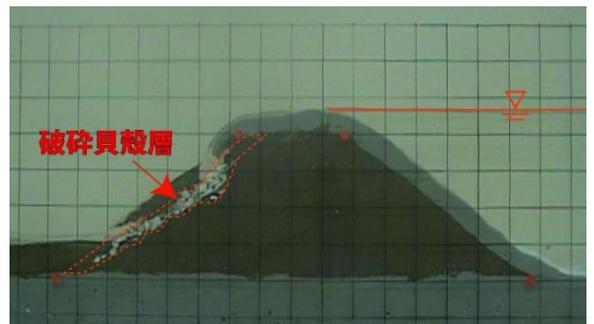


図-6 貝殻型CB盛土斜面の変状観察結果( $t=2400$ 秒)

### 4. まとめ

今回実施した実験の結果より, 貝殻型CB盛土は流下する表面水に対して比較的大きな浸食抵抗力を有しているものと推察される. これにより, 短時間強雨時など, 盛土斜面を流下する表面水が発生しても, 破碎貝殻層より以深に浸食することが防止・抑制や盛土が大変形を生じるまでの時間が長くなるなどから, 盛土斜面の安定性向上に大きく寄与できる可能性がある. 今後は, 斜面勾配, 破碎貝殻の粒径や厚さおよび流下水量などによる詳細な浸食抵抗力について定量的に評価し, 早期に社会実装できる様に研究推進する所存である. また, 過去に例の無い短時間豪雨時等, 不測の事態で流下する表面水に対応するため, コンクリートやシート等で盛土斜面を覆うことは現実的であるとは言いがたい. 自然材料である貝殻を用いて対策が可能ならば, 防災面だけではなく, 環境面, 特に資源(水産系副産物)の有効活用という面からも大きく貢献できるものと考えられる.

謝辞: 本研究は, JSPS 科学研究費(19K04593)の助成を頂いた. ここに記して謝意を表す.

#### 参考文献

- 1) 佐藤武斗: 降雨時におけるキャピラリーバリア構造の盛土の安定性への影響, 平成28年度不飽和土研究会研究発表論文集, pp. 29-34, 2016.
- 2) 小林薫, 中房悟, 西村友良, 森井俊広: 水産系副産物(貝殻)の保水性に着目した土質代替材への利用に向けた基礎的研究, 土木学会論文集B3(海洋開発), Vol. 67, No. 2, pp. I-382-I-387, 2011.