

小規模模型を用いた堤防の越流破壊に関する研究

徳島大学大学院 学生会員 ○有田 稔 徳島大学大学院 正会員 武藤裕則
 徳島大学大学院 正会員 田村隆雄

1. 研究背景と目的

河川堤防とは、「計画高水位以下の水位に対して流水の通常の作用に対して安全な構造物」として設計され、超過洪水に耐えることを前提に設計されていない構造物である。そのため、近年の洪水の影響により、日本各地で越流破壊による大規模な水害の発生が報告されている。越流破壊を防ぐための1つの手法として、流水が堤体を越流しても長時間崩壊しない難破堤堤防を設計する技術が求められている。本研究では堤体材質の違いが越流破壊に及ぼす影響を検討し、粘り強く壊れないための堤体材料の条件、または、拡幅プロセスの特徴を検討することを目的として、実験時間と施工コストを大幅に軽減可能な小規模模型用い、越流破壊実験を行った。

2. 実験設備及び方法

水路長4m、水路幅80cmの長方形断面の直線水路である(図-1参照)。堤体は、高さ10cm、天端幅10cm、法勾配1:2のものを、堤外地(通水路)幅10cm、堤内地(氾濫域)幅20cmとなるように設置した。堤体材質の違いが越流破堤時の堤体崩壊時間、堤体拡幅に及ぼす影響を検討するため、模型直上に崩壊部全体が映るようにビデオカメラを設置し記録した。表1に実験条件を示し、図-2に使用した材料の粒径加積曲線を示す。

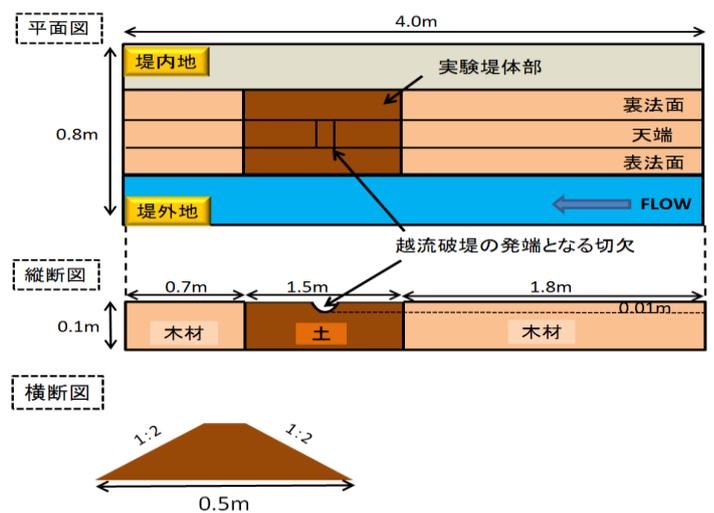


図-1 実験水路概要図

表1 実験条件

Case-1			Case-2		
主材料	Percentage	副材料	主材料	Percentage	副材料
真砂土(M)	100	0	真砂土	75	DLクレイ
海砂(U)	100	0	(M)	70	(D)
抗菌砂(A)	100	0		65	35
珪砂3号(K)	100	0		50	50

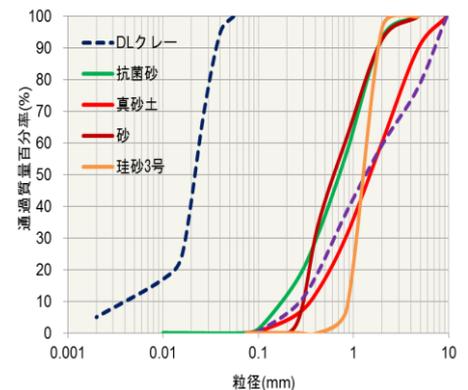


図-2 粒径加積曲線

3. 堤体材質が破堤プロセスに与える影響について

図-3にCase-1の堤体の崩壊時間を記録した。真砂土を主材料としたCase-Mが最も堤体崩壊時間が長かった。真砂土は、他の主材料と比べて間隙比が小さく、塑性指数の値と内部摩擦角が大きい粘り強い材料であった。また、珪砂(3号)が主材料であるCase-Kでは、越流破壊が起こる前に浸透による堤体破壊が起こったため評価できなかった。Case-Kは間隙比が大きく、水が通りやすい材料であったためと考えられる。海砂と抗菌砂の間隙比はほとんど差がなかったが、崩壊時間は海砂

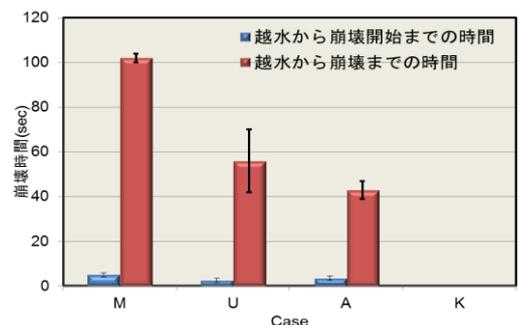


図-3 Case1 堤体崩壊時間

の方が長かった。

図-4に Case2 の堤体崩壊時間を示した。真砂土を単独で使用した場合に比べて、副材料である DL クレイを混合させた場合、堤体崩壊時間が大幅に伸び、DL クレイを 30%混合させた Case-MD30 が最も長かった。また、Case-MD30 でピークを迎えた後、DL クレイの割合を増加させていくと堤体崩壊時間が短くなっていった。また、DL クレイを 50%混合させた Case-MD50 では、拡幅が始まるとあらゆる箇所でクラックが入り、水に濡れると非常にもろい堤体となった。

図-5 に崩壊幅の時間的変化を示す。Case1-M と Case2-MD20 のどちらの Case も、崩壊幅は裏法尻から先行して拡大し、それに続いて裏法中央、天端中央という順に拡大した。Case-M の裏法中央と天端中央の崩壊開始時間には違いがあるが、一定の時間が立つと崩壊幅が等しくなり、それ以降は、ほぼ同時に崩壊が進行していく傾向が見られた。DL クレイを 20%混合させた Case2-MD20 では、時間が経過するに連れ、崩壊が進行したり、止まったりを繰り返しながら崩壊が進行した。また、崩壊の後半部分から裏法尻、裏法中央、天端中央の 3 点の崩壊幅がほぼ等しく崩壊していった。

本研究では、堤体材料を評価するために土質実験(粒度試験、液性限界・塑性限界試験、土の締固め試験、密度試験、一面せん断試験)を行い、堤体崩壊時間の実験結果と土質実験結果を利用して相関分析を行った。図-6 に崩壊時間と均等係数 U_c の相関図を示す。ほとんどの Case において正の相関が見られたのは堤体崩壊時間と均等係数 U_c であった。

4. まとめ

- ・主材料の間隙比が大きい場合、越流破壊より先に浸透破壊が起き、間隙比が小さい材料の場合は、堤体崩壊時間が長くなる。
- ・副材料に細粒分で構成される DL クレイを使用し、30%混合させると、最も崩壊時間が長くなり、さらに DL クレイの混合割合を増加させると堤体崩壊時間が短くなる。
- ・全 Case において、裏法尻から先行して崩壊幅が拡大し、それに続いて裏法中央、天端中央という順に崩壊幅が拡大していった。
- ・堤体崩壊時間と土質指標の間に、ほとんどの Case において強い正の相関が見られたのは、堤体崩壊時間と土の均等係数 U_c であった。

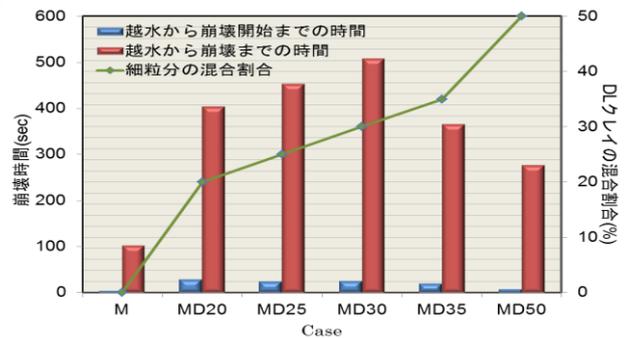
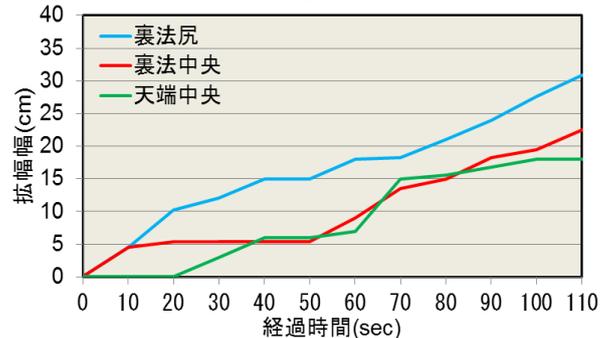
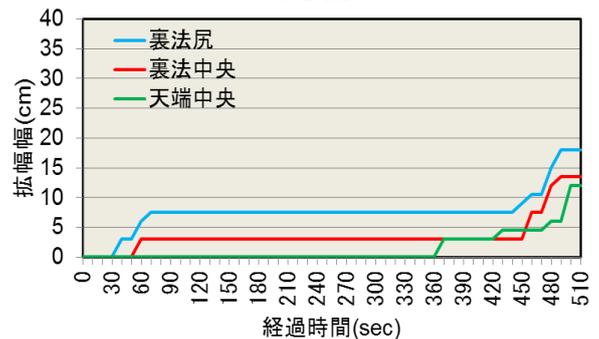


図-4 堤体崩壊時間



Case1-M



Case2-MD20

図-5 崩壊幅の時間的変化

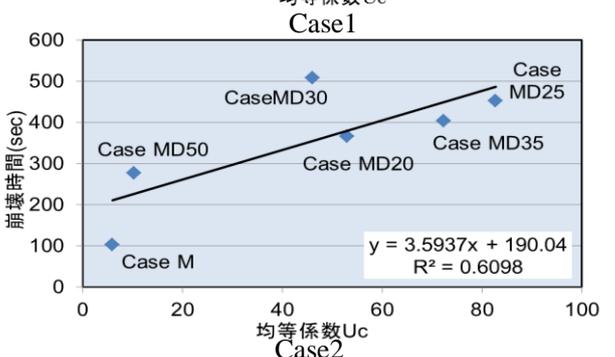
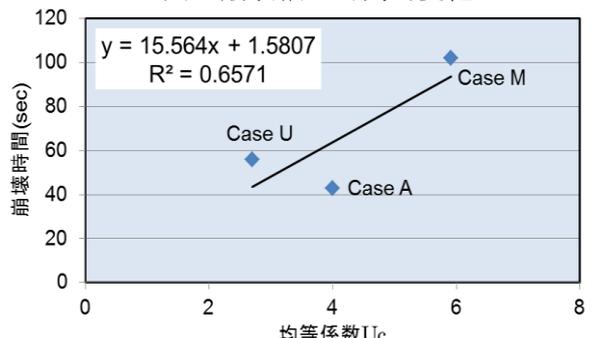


図-6 崩壊時間と均等係数 U_c の相関図