

外水位変動による河川堤防崩壊メカニズムに関する実験

福島工業高等専門学校	学生会員	○鈴木颯人
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 颯
福島工業高等専門学校	学生会員	殿木雄大

1. 研究背景・目的

近年、日本各地で集中豪雨による災害が相次いでおり、それに伴う河川堤防の破堤も数多く起きている。そのなかでも 2015 年 9 月に発生した鬼怒川の堤防決壊は記憶に新しい。河川堤防は沿川住民の生活を洪水から守るために極めて重要な防災施設であり、安全性を確保する必要がある。しかしながら、堤防決壊のメカニズムについて十分に解明されていなく、さらには、現在の指針による設計法は近年の気象変動に対して対応しているとは言い難く、堤防決壊のメカニズムの解明が急務である。

そこで本研究では、模型実験を用いて、河川堤防の破壊メカニズムの検討を行うとともに、2 つの水位上昇速度に伴う外水位上昇による土構造物の破壊メカニズムを検討した。またその際、水位上昇速度の違いによる破壊形態への影響を実験的に検討した。

特に、盛土内の浸透による浸潤面形成と基礎地盤内で起こるパイピング現象（水みち）に着目し、降雨による外水位変動によってどのように破壊に近づくかを考察した。

2. 実験概要

図-1 のように 1.0m×0.7m0×.5m のアクリル土槽内に 0.1m の基礎地盤と盛土（高さ；0.2m，勾配；1:1）を作製した。盛土部には珪砂 6，7，8 号を 5:2:5 で混合した試料を使用した。また盛土作成時、図-1 に示す通り各点に土壌水分計を設置し含水比の計測を行った。なお、各点の番号は CH の番号を示している。

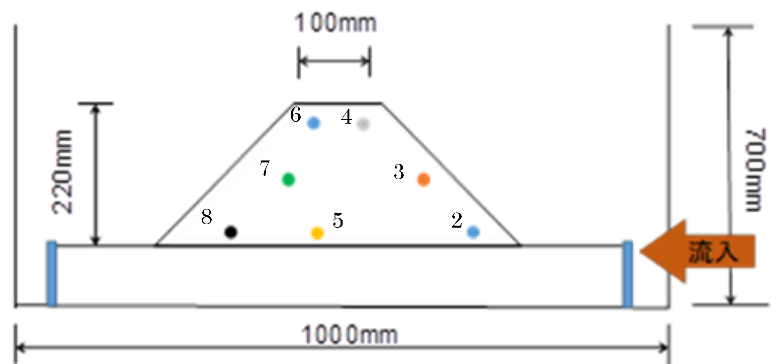


図-1 土層・盛土の寸法

実験手順は、土層左側から設定した流量で水を流し込み、水位上昇を行う。水位上昇の速度は東北関東豪雨時の鬼怒川の雨量データ²⁾を参考に、観測された水位上昇速度の

遅い場合 case1(3.5cm/min)と設定し、またその 2 倍の水位上昇速度を case2(7.0cm/min)と設定し実験を行った。

3. 結果および考察

水位上昇速度が速い場合 case1(3.5cm/min)と遅い場合 case2(7.0cm/min)それぞれにおいて、水位上昇開始から越流にいたるまでビデオ撮影を行った。図-2 は case1，図-3 は case2 を示している。結果は①～④それぞれの速度において土壌水分計の値が上昇したタイミングを撮影したものである。case1(3.5cm/min)と case2(7.0cm/min)それぞれの結果から考察を行う。

キーワード：模型実験，降雨強度，外水位変動

連絡先：〒970-8034 福島県いわき市平上荒川長尾 30 金澤研究室

TEL 0246-46-0827

まず case1 の結果から、水位上昇とともに堤内地側まで浸潤面が形成され、時間経過とともに法先（堤内地）から上方へ浸潤面が形成されていることが確認できる。また図-4 から、CH2, 5, 3, 8, 7, 4, 6 の順に含水比が上昇していることが読み取れる。これは、図-2 で浸潤面が形成されるタイミングと一致しており、同様の結果が得られている。

次に case2 の結果から、図-3 より堤外地法尻部分から円弧を描くように浸潤面が形成されていき、立ち上がった形状で浸透が進み堤内地側に浸潤面が達する前に越流に崩壊するのが確認された。また、浸潤面の形成に伴い CH2, 3, 4 の順に含水比が上昇していることが読み取れる。さらに、CH5, 6, 7, 8 までは浸潤面が到達していないことがわかる。しかしながら、図-5②、③のそれぞれのタイミングをみると、CH5, CH8 が、浸潤面が形成されていないにもかかわらず若干ではあるが含水比の上昇がみられる。このことから盛土部と基礎地盤との間に水みちが形成されていたことが推測できる。

最後に、case1 では盛土部全体に浸潤面が形成され、底部からの水の浸透によって堤内地法尻部分から崩壊しているのに対して、case2 では、堤内地まで浸潤面が到達する前に越流が起き崩壊していることがわかる。

以上の結果より、case1, case2 ともに浸潤面形成のタイミングと含水比の上昇のタイミングが一致しており、また含水比に着目すると、case2 は全体的に低い値となっている。このことから、case2 では case1 と比較して、浸透した水の量は少なく、水の浸透が崩壊形態に及ぼす影響は少ないと考えられる。

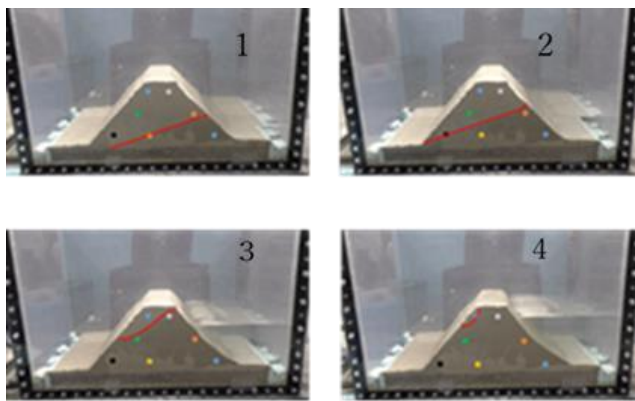


図-2 case1 (3.5cm/min) の様子

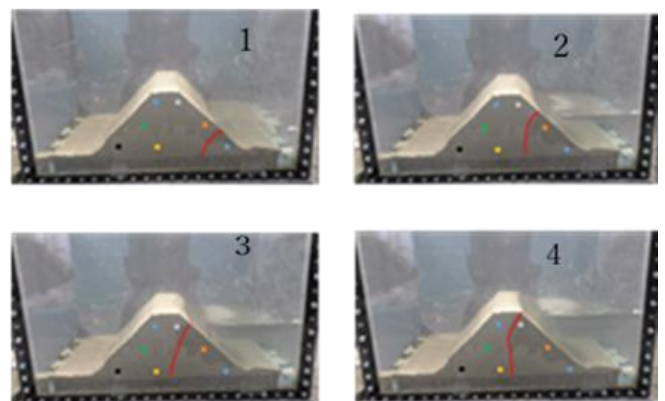


図-3 case7 (7.0cm/min) の様子

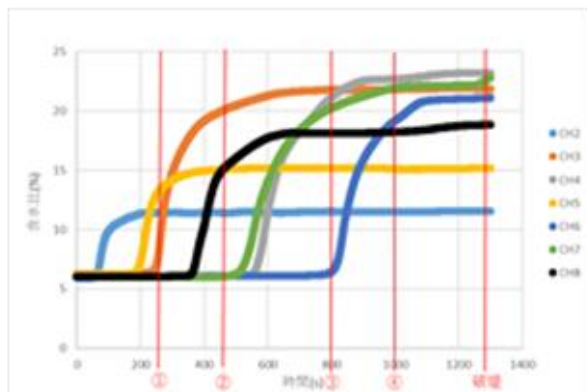


図-4 case1 の含水比の推移

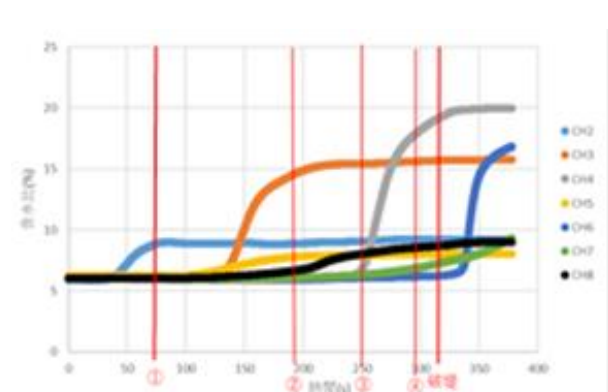


図-5 case2 の含水比の推移

4. 参考文献

- 1) 国土技術センター、河川堤防の構造検討の手引き（改訂版），pp.8-9，平成 24 年
- 2) 鬼怒川堤防調査委員会、鬼怒川堤防調査委員会報告書，pp2-11，平成 28 年