

ため池堤体の降雨・浸透模型実験 Model tests of small earth dam embankments during rainfall

○堀俊和* 毛利栄征* 松島健一* 有吉充*

HORI Toshikazu*, MOHRI Yoshiyuki* MATSUSHIMA Kenichi* and ARIYOSHI Mitsuru*

1. はじめに 築造年代が古い農業用ため池では、豪雨時に下流斜面にすべりが発生する事例が多く報告されている。降雨時には天端や下流斜面から降雨浸透が発生するが、浸透に伴いサクシオンが消失して堤体土の強度が低下するといわれている。本研究では、降雨によるサクシオンの消失が堤体全体の安定性にどのような影響を及ぼすかを調べるため、降雨模型実験を行った。

2. 模型実験の方法 実験に用いた模型の形状を Fig.1 に示す。Fig.2 に示す銚田砂（山砂）を用い、含水比 12%、乾燥密度 1.460g/cm³ の堤体模型を作成した。この模型を用いて上流側の貯水位を模型底から 45、80、100、110、120cm と段階的に上昇させて模型内の間隙水圧と変形量を測定した。実験は 2 ケース行った。

Case1 は降雨を作用させずに貯水位を上昇させるケース、Case2 は 5mm/hr の降雨を継続的に作用させながら貯水位を上昇させるケースである。堤体内部にはテンシオメータを 24 個、堤体表面にはレーザー変位計を 12 台設置した。また、模型の側面のアクリル板を通してデジタルカメラによる写真撮影を行い、PIV 解析(White ら,2001)によって断面の変位を算出した。

3. 実験結果 Fig.3、4 にそれぞれ Case1、Case2 の貯水位上昇中における模型表面の水平変位の変化、Fig.5、6 に間隙水圧分布と崩壊形状を示す。

Case1 の結果 : Case1 では、降雨を作用させていないため、Fig.5(a)に示すように天端に高いサクシオンを残しながら浸潤線が上昇した。貯水位 80cm の段階で毛管上昇によって法先が浸潤し、法先に若干の変形が始まる (Fig.3) ものの崩壊は発生しなかった。その後、貯水位 110cm の段階で、下流斜面全体が浸潤すると、下流斜面上端にクラックが発生し、貯水位 120cm の段階で深いすべり面を伴った崩壊が一気に生じて決壊に至った (Fig.5(b))。

Case2 の結果 : Case2 では、降雨を作用させながら貯水位を上昇させたため、天端のサクシオンはほとんど消失した状態で浸潤線が上昇した (Fig.6(a))。貯水位 80cm の段階で法先が変形し始め (Fig.4)、その後、貯水位の上昇とともに下流法先から上流側に向けて小さな逐次崩壊が繰り返し発生し (Fig.6(b))、貯水位 120cm の段階で崩壊が天端に到達して決壊に至った。

4. サクシオンと変形・崩壊パターンに関する考察 Fig.7、8 にそれぞれ PIV 解析を用い

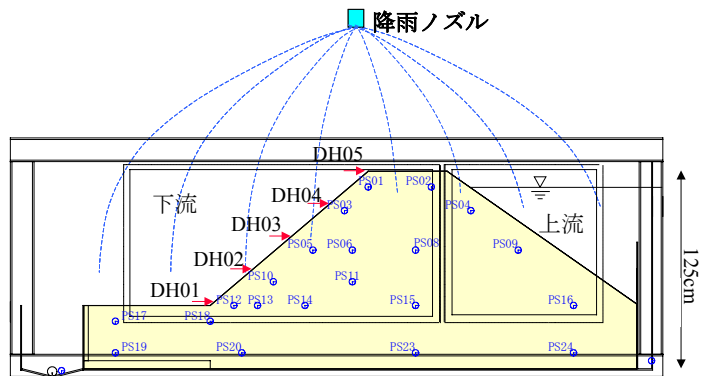


Fig.1 実験に用いた模型の概要図

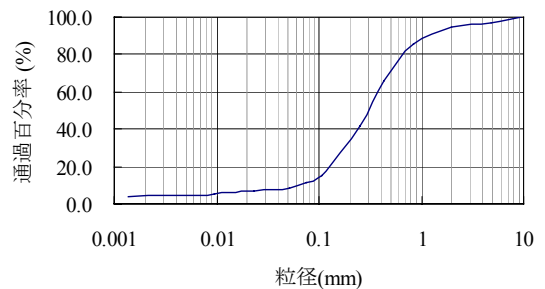


Fig.2 銚田砂の粒度分布

て模型側面のデジタルカメラ画像から算出した崩壊直前の変位分布を示す。Case1 では下流斜面全体に変位が発生し深いすべり面を形成しているのに対し、Case2 では斜面表層部だけに変位が集中していることが分かる。Case1 ではサクシヨンによる強度増加によって表層崩壊が発生しないため、貯水位上昇に伴う浸透力の増加とともに堤体全体に変形が蓄積したものと考えられる。一方、Case2 のように降雨によって斜面表面からサクシヨンの消失による強度低下が発生すると、斜面表層部の安定性が損なわれ、より低い貯水位の段階から表層部の逐次崩壊が発生しやすいものと考えられる。

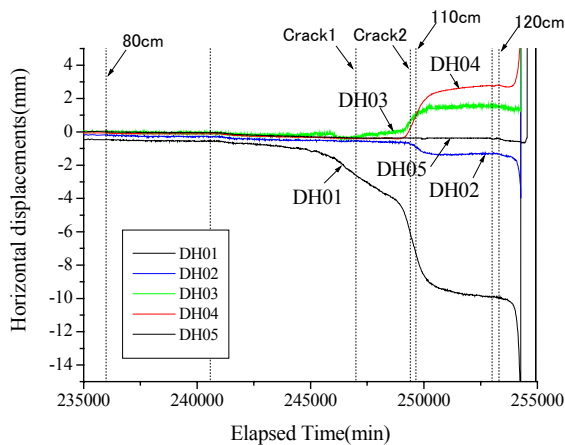


Fig.3 模型表面の水平変位の変化(Case1)

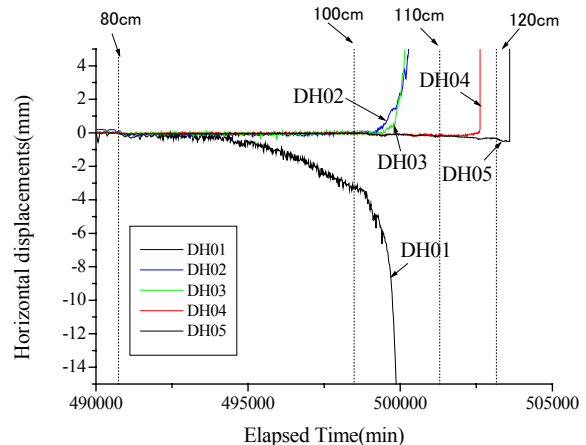
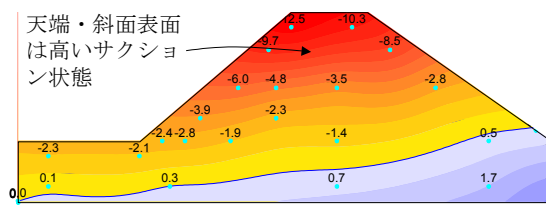
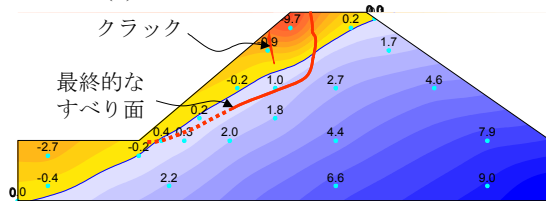


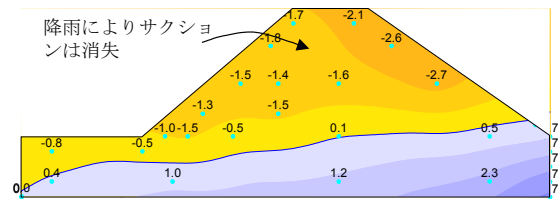
Fig.4 模型表面の水平変位の変化(Case2)



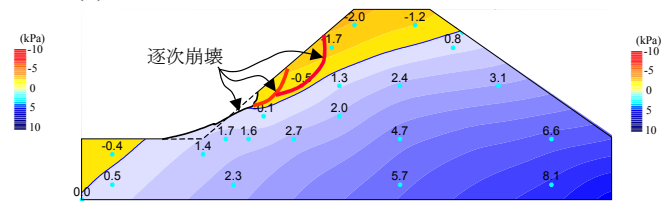
(a) 初期状態 (W.L.=45cm)



(b) 崩壊直前 (W.L.=120cm)



(a) 初期状態 (W.L.=45cm、降雨量 5mm/hr)



(b) 逐次崩壊進行中 (W.L.=110cm)

Fig.5 模型堤体内の間隙水圧分布と崩壊形状 (Case1) Fig.6 模型堤体内の間隙水圧分布と崩壊形状 (Case2)

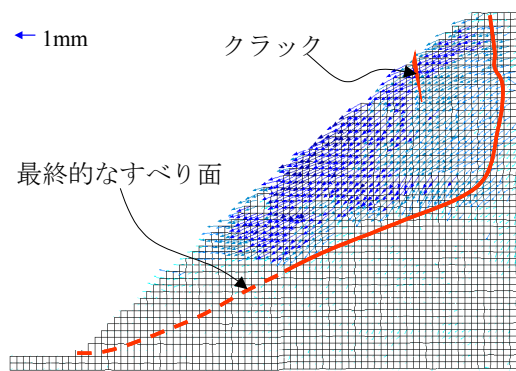


Fig.7 すべり発生前の模型堤体の変位分布 Case1 (W.L.=120cm)

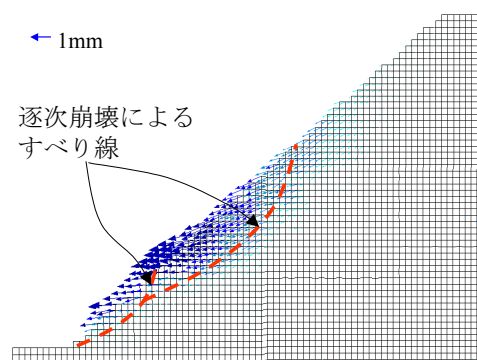


Fig.8 すべり発生前の模型堤体の変位分布 Case2 (W.L.=110cm)

参考文献: D.J.White, W.A.Take, M.D.Bolton, Measuring soil deformation in geotechnical models using digital images and PIV analysis, Proc. 10th Int. Conf. Computer Methods and Advances in Geomechanics, pp997-1002, 2001