

降雨と地震の複合作用を受けるため池堤体に関する遠心模型実験 Centrifuge Model Experiments for Small Earth Dams Subjected to Rainfall and Earthquake

○阿部春輝* 眞木 陸* 泉 明良** 澤田 豊* 堀 俊和** 河端俊典*

Haruki ABE, Riku MAKI, Akira IZUMI,

Yutaka SAWADA, Toshikazu HORI, Toshinori KAWABATA

1. はじめに

我が国は地震大国であり、特に、南海トラフでは今後30年以内に70～80%の確率で巨大地震が発生すると予測されている。また、近年増加している集中豪雨に伴う豪雨災害が増加している。今後、地震や豪雨が同時に発生し、複合的な災害が発生する可能性がある。既往の研究により、先行降雨の影響で盛土の耐震性が低下すること¹⁾に加え、地震後の降雨により新たな斜面崩壊が発生すること²⁾が示唆されている。しかしながら、ため池における降雨と地震の複合作用に関するメカニズムは未解明である。本研究では、先行降雨がため池の耐震性に及ぼす影響と地震後の降雨がため池の安定性に及ぼす影響を解明するため、遠心模型振動実験を実施した。

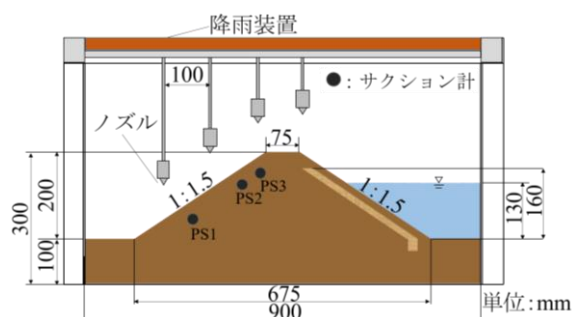


図1 土槽断面
Cross section of container

2. 実験概要

実験には、幅1000mm、高さ500mm、奥行き300mmの剛土槽を使用した。土槽内に、図1に示すような、締固め度95%の斜面勾配1:1.5の傾斜遮水性ゾーン型の堤体を作製した。堤体材料は浅間砂であり、刃金土には笠間土を使用した。表1に堤体材料である浅間砂の材料物性を示す。本実験での実験ケースを表2に示す。実験は40Gの遠心力場で実施した。今回、新たに作成した降雨装置を使用し、降雨強度が平均25mm/hで一定となるよう検定を実施した。Case1, Case2の結果から先行降雨の影響を検討し、Case3, Case4の結果から加振後の降雨の影響について検討を行う。

3. 実験結果と考察

1) 先行降雨が耐震性に及ぼす影響

表1 堤体材料物性

Parameter of embankment material

パラメータ	単位	値
最適含水比 w_{opt}	%	17.2
最大乾燥密度 ρ_{dmax}	g/cm ³	1.68
土粒子密度 ρ_s	g/cm ³	2.70
最大粒径 D_{max}	mm	4.75
透水係数 k	cm/s	5.73×10^{-5}
粘着力 c'	kN/m ²	7.1
内部摩擦角 ϕ	°	40.3

表2 実験条件

Experimental condition

ケース	実験順序	加振レベル (gal)	積算雨量 (mm)
Case1	加振	300	0
Case2	降雨→加振	300	250
Case3	降雨	0	250
Case4	加振→降雨	500	250

*神戸大学大学院農学研究科 Graduate School of Agricultural Science, Kobe University

**農研機構農村工学研究所 Institute for Rural Engineering, NARO

キーワード ため池, 遠心模型実験, 降雨

Case1 (加振のみ) では、下流側法面にいくつか大きなクラックが発生したものの、断面形状の変化はほとんど発生しなかった。一方、Case2 (降雨→加振) では、図 2 に示すように、下流側法先において、加振後、比較的大きな変形がみられ、すべり面が発生していることが確認された (図 3)。また、先行降雨により、堤体内水位が平均 2cm 上昇しており、それに伴う飽和度の上昇で、図 4 に示すように下流側法面でのサクシオン消失が確認できる。さらに、加振時、下流側の基盤で正の過剰間隙水圧が上昇しており、せん断強度が低下していたことが考えられる。これらのことから、先行降雨により堤体の耐震性が低下し、下流側法先で顕著であることが明らかとなった。

2) 地震後の降雨による安定性の低下

Case3 (降雨のみ) では、堤体内水位が上昇し、下流側法面に浸潤線が浸出した。しかしながら、それに伴う変形は少なく、堤体形状の変化はほとんど見られなかった。一方 Case4 (加振→降雨) では、図 5 に示すように、下流側法面において、降雨による流動、浸食に起因する変形が大きいことが確認された。Case4 では、降雨の前段階の加振時に堤体が大きく変形し、クラックが多数発生しており、降雨後の変形は、加振によって生じたクラック部分付近で顕著であった。これらのことから、地震により、堤体斜面の安定性が低下し、降雨時に変形が進行することが明らかになった。特に、加振時に発生したクラック部分から変形が大きくなることが明らかになった。

4. まとめ

ため池堤体の先行降雨による耐震性の低下と、地震後の降雨による安定性の低下を確認するため、遠心模型振動実験を実施した。その結果、先行降雨の影響で下流側法面の耐震性が低下することが明らかとなった。また、地震後の降雨により、堤体の変形が大きくなることが明らかになった。

参考文献

1) 一井康二 (2005): 降雨による盛土の耐震性低下に関する実験的研究, 土木学会地震工学論文集, **28**, pp.188-195

2) 沖村 孝, 鳥居宣之, 永井久徳 (1998): 地震後の降雨により発生した斜面崩壊メカニズム考察, 建設工学研究所論文集, **40-B**, pp.97-114

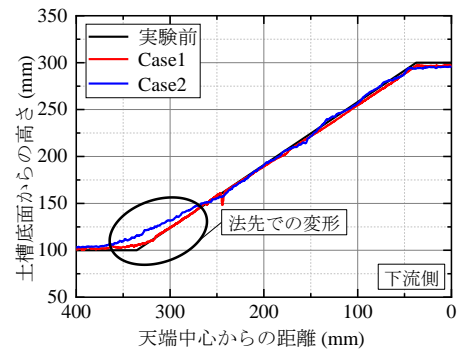


図 2 中央断面の変形
Deformation along central section

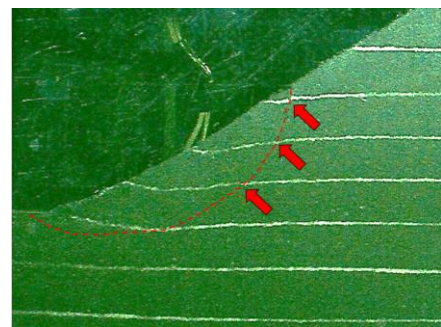


図 3 下流側でのすべり面
Slip surface for downstream slope

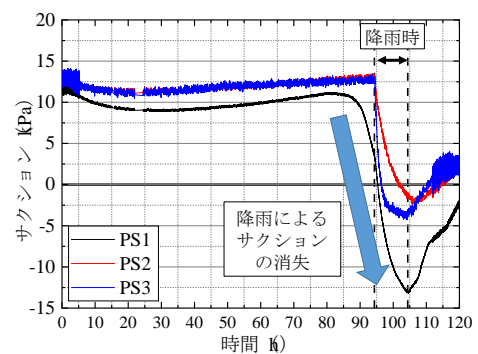


図 4 降雨によるサクシオンの消失
Suction reduction caused by rain

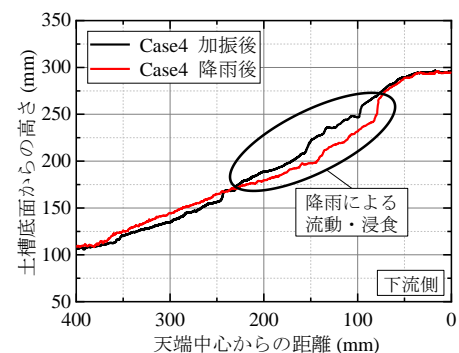


図 5 加振後の降雨での変形
Deformation caused by rain after vibration