

# 豪雨時のため池の決壊予測手法と被災事例を用いた予測結果の検証 Method of evaluating small earth dam's breach and its verification comparing an actual dam failure

○堀俊和\* 毛利栄征\* 松島健一\* 有吉 充\* 上野和広\* 古島広明\*\* 青木寛明\*\*

T. Hori\*, Y. Mohri\*, K. Matsushima\*, M. Ariyoshi\*, K. Ueno\*, H. Kojima\*\*, H. Aoki\*\*

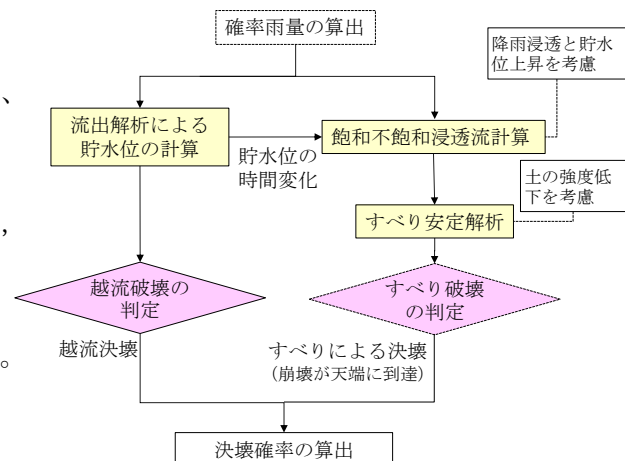
**1. はじめに** 近年、全国に頻発している集中豪雨により数多くのため池で被害が発生し、下流域に多大な被害を及ぼしている。本報告では、既に提案している越流破壊とすべり破壊を考慮したため池の決壊予測手法を用いて、実際のため池の被災事例を対象に、決壊確率を算定し、実際の破壊現象と比較して、予測手法の妥当性を検証した結果について述べる。

## 2. 決壊確率の算定方法

**Fig.1** に筆者らが提案している豪雨時のため池の決壊確率算定方法<sup>1)</sup>を示す。算定の手順は以下の通りである。①始めに、岩井法等により確率雨量とハイレートグラフを求める。②次に、貯留関数法による流出解析を行い、洪水吐や緊急放流孔からの放流を考慮して、貯水位の時間変化を求める。③算定した貯水位と降雨量から、飽和不飽和浸透流解析を行い、間隙水圧と湿潤重量の増加を考慮して有効応力法による安定解析を行う。各確率雨量のハイレートグラフに対して、非定常で解析を行い、貯水位と安全率の時間変化から越流破壊またはすべり破壊の有無を判定する。

**3. 検証の対象としたため池** 検証したため池は、堤高 10.7m の均一型堤体であり、2002 年に梅雨前線豪雨により総雨量 217mm の降雨（120 年確率降雨）で決壊寸前となった（**Fig.2**）。被災直後の調査では、貯水位は天端に達し、若干の越流を伴いながら下流斜面にすべりが発生していた。

**4. 再現解析のパラメータの決定** **Table1** および **Fig.3** にため池の諸元および解析パラメータ、解析メッシュを示す。安定解析に用いるパラメータ（せん断強度、透水係数）については、原位置せん断試験や原位置透水試験により測定した。流出解析



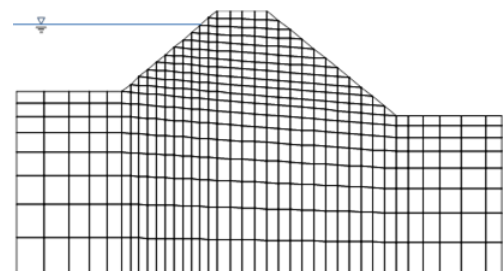
**Fig.1** 決壊確率算定のフロー



**Fig.2** 検討の対象とした被災ため池

**Table1** 被災ため池の諸元と解析パラメータ

堤高(m)	10.7
天端幅(m)	4
下流斜面勾配	1.5
飽和透水係数 (cm/s)	$8.99 \times 10^{-4}$
湿潤単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	17.27
内部摩擦角 (度)	28
粘着力 (kN/m <sup>2</sup> )	6.8
洪水吐の型式	水路流入式
越流部幅 (m)	0.5



**Fig.3** 被災ため池解析メッシュ

[\*農研機構農村工学研究所] [\*National Institute for Rural Engineering] [\*\* (株) オサシ・テクノス]  
[\*\*OSASI Technos] [ため池, 豪雨, 決壊予測, 越流, すべり]

のパラメータについては、2011 年（ため池は復旧済み）の大雨時に観測した貯水位とアメダスデータを用いて、集水域についての貯留関数法のパラメータを決定し（Fig.4），2002 年の被災時のパラメータとして用いた。また、入力するハイエトグラフとして、被災時の実測雨量と岩井法で算出した 5～200 年確率雨量（降雨波形は決壊時の実測雨量として時間最大雨量を確率変数とした）を用いた（Fig.5）。

**5. 再現解析結果：**解析結果を Fig.6, 7 に示す。Fig.6 は、実測降雨（120 年確率降雨）を入力値としてすべり安全率と貯水位の時間変化を算定した結果である。解析結果では、水深約 2cm の堤体越流が先に発生し、その後すべり破壊が発生するという予測となった。Fig.7 は、Fig.6 と同様の解析を 5～200 年の確率降雨で行い、確率降雨に対して貯水位の最大値とすべり安全率の最小値をプロットした結果である。Fig.7 から、92.5 年確率降雨で堤体越流が発生し、111 年確率降雨ですべり崩壊が発生するという結果となった。この解析では、決壊確率は 92.5 年と判定される。実際のため池の被災は、120 年確率の降雨の最中に、若干の越流を伴いながら、すべり崩壊していることから、堤体越流からすべりに至る破壊現象については比較的良い整合性があると考えられる。実際のため池では、最終的な決壊（貯留水の流下）には至っておらず、92.5 年で決壊するという判定は安全側であるが、工学的には妥当な判定結果であるといえる。今後は、より多くの事例について、再現解析を実施し、予測手法の妥当性を更に検証していく予定である。

1) 堀俊和ら、豪雨リスクを考慮したため池のライフサイクルコスト算定手法と最適な豪雨対策の選定手法、農土論集, 270, pp57-67. 2010 2008

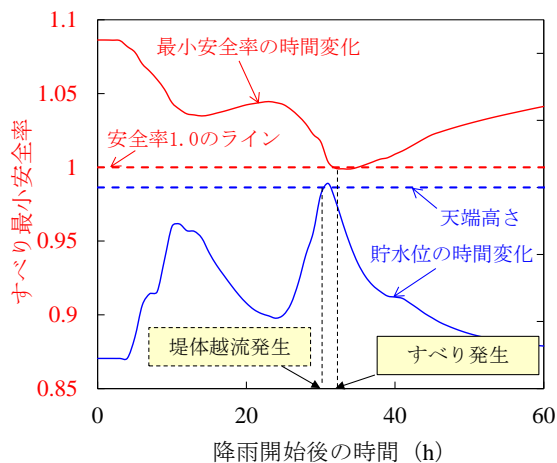


Fig.6 120 年確率降雨発生時の貯水位とすべり安全率の時間変化（実測雨量の場合の解析結果）

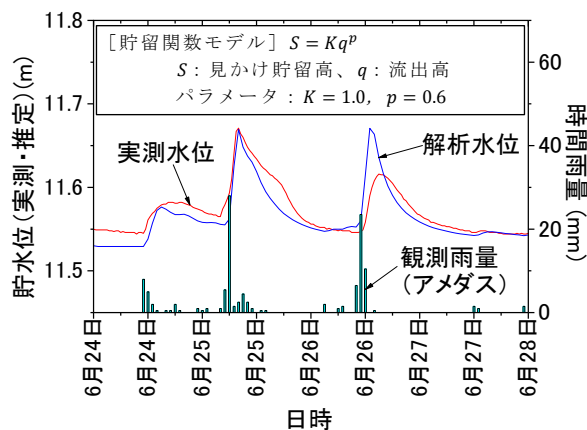


Fig.4 2011 年の大雨時の貯水位観測結果と流出解析パラメータの決定

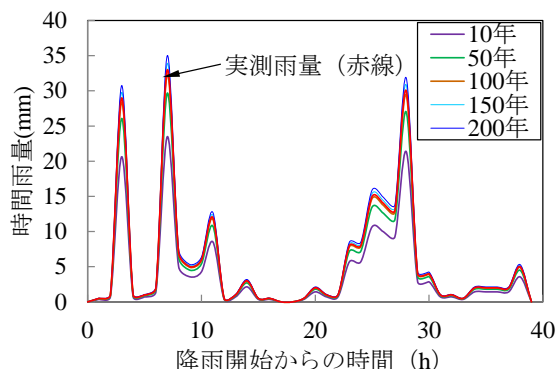


Fig.5 入力ハイエトグラフ（実測雨量と確率雨量）

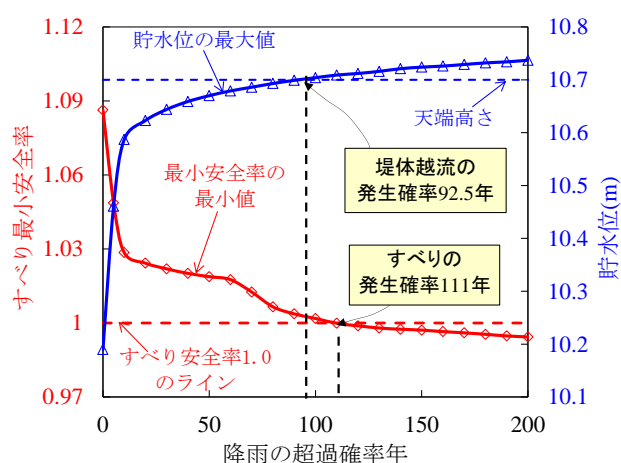


Fig.7 堤体越流とすべりの発生確率算定結果