

ため池の耐震性能照査結果に影響を与える要因の分析

株式会社ユニオン ○堀 朱実
吉村 伸一

1. はじめに

岐阜県内の農業用ため池の数は令和4年3月31日時点で2,234箇所となっており、そのうち1,349箇所が防災重点農業用ため池に指定されている。今後発生が予測されている東海・東南海・南海地震等の大規模地震により、ため池の破堤による下流地域への被害が懸念されており、耐震対策が急ピッチで進められている。



県内のため池

堤体が不安定であると評価されたため池は、堤体盛土が不安定となる要因に応じて適切な対策を施す必要がある。本論では、これまでに当社で実施した65箇所のため池の耐震性能照査の結果をもとに、全ての照査結果(ケース①)と、堤体すべりに注目した33箇所のため池(ケース②:図-1参照)、基礎を通るすべりに注目した32箇所のため池(ケース③:図-2参照)の計3ケースについて、それぞれの照査結果に影響を与える要因を分析し、特に着目すべき要因や傾向について考察した。

2. 耐震性能照査結果の整理

対象としたため池は、令和2年度以降に実施した岐阜県内にあるため池65池である。これらのため池について、堤高、法勾配、堤体盛土と基礎地盤のせん断強度定数、常時満水位時の最小安全率等のデータを整理した。

表-1 ため池堤体の諸元(ため池数:65)

		最小値	最大値	平均値
堤高(m)		1.30	14.70	5.29
法勾配 (1:n)	上流側	0.30	2.80	1.69
	下流側	0.30	2.50	1.64
堤体盛土部 せん断強度	粘着力C' (kN/m ²)	0.61	26.60	9.64
	内部摩擦角φ' (°)	22.60	41.90	33.32
堤体基礎部 せん断強度	粘着力C' (kN/m ²)	0.00	28.40	6.87
	内部摩擦角φ' (°)	27.10	42.00	35.28
最小安全率 Fs	上流側	0.761	3.236	1.604
	下流側	0.590	2.617	1.306

整理したデータの最小値、最大値、平均値は表-1のとおりとなる。

ため池の堤体形式は均一型(45池)と傾斜遮水ゾーン型(20池)の2種類となっており、堤高は1.30m~14.70m、平均値は5.29mとなっている。

なお、粘着力C'と内部摩擦角φ'の値は最小安全率となるすべり円弧上にある土層の値を平均したものとした。

3. 分析結果

表-2 ため池堤体の諸元と安全率との相関係数(全体)(ケース①:65池)

(1) 上下流の安全率と各要因との相関

65池の上下流の安全率と堤高、法勾配、せん断強さの相関係数を求めた

安全率	堤高	法勾配(1:n)		堤体盛土部		堤体基礎部	
		上流側	下流側	C'	φ'	C'	φ'
上流側	-0.40	-0.34	-0.29	0.57	-0.02	0.46	-0.01
下流側	-0.47	-0.38	-0.13	0.51	0.02	0.32	0.09

結果(表-2参照)、堤体の粘着力C'とは正の相関がみられ、堤高と法勾配とは若干の負の関係性が見られたが、内部摩擦角φ'とはほとんど相関関係はなかった。特に、堤体盛土部の粘着力C'と安全率には高い相関関係がみられた。

(2) 堤体すべりに注目した場合の上下流の安全率と各要因との相関

65池のうち、堤体すべりに注目した33箇所のため池では、粘着力C'と安全率の正の相

関がさらに顕著に現れた。堤体土の粘着力 C' が大きくなると安全率も大

表-3 ため池堤体の諸元と安全率との相関係数 (ケース②:33池)

	堤高	法勾配 (1:n)		堤体盛土部	
		上流側	下流側	C'	ϕ'
上流側	-0.20	-0.20	-0.25	0.79	-0.09
下流側	-0.38	-0.35	-0.04	0.73	-0.06

きくなる傾向があることが分かる(図-3)。一方で、同じせん断強さを示す内部摩擦角 ϕ' とは相関はみられなかった。また、堤高、法勾配にみられる負の相関は顕著になることはなかった。

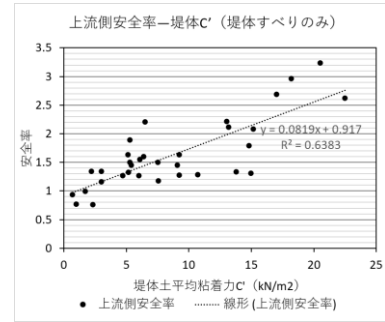


図-3 上流側安全率と粘着力 C' の関係

(3) 基礎を通るすべりに注目した場合の上下流の安全率と各要因との相関

65池のうち、基礎部を通るすべりに注目した32箇所のため池では、堤高と法勾配とは負の相関がみられ、堤体の基礎部の粘着力 C' と正の相関がみられた。とくに、堤高と安全率に最も高い相関関係が見られ、堤高が高くなると安全率が小さくなる傾向があることがわかる(図-4)。

表-4 ため池堤体の諸元と安全率との相関係数 (ケース③:32池)

安全率	堤高	法勾配 (1:n)		堤体盛土部		堤体基礎部	
		上流側	下流側	C'	ϕ'	C'	ϕ'
上流側	-0.68	-0.64	-0.34	0.27	0.1	0.45	-0.01
下流側	-0.67	-0.43	-0.28	0.22	0.21	0.32	0.09

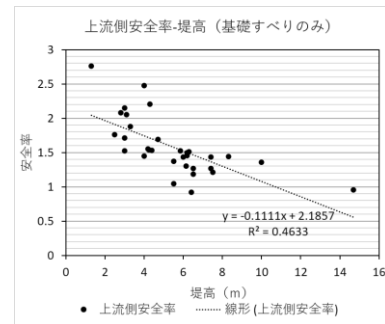


図-4 上流側安全率と堤高の関係

(4) 盛土部のすべりと基礎部のすべりの要因の違い

堤体の盛土部ですべり円弧が発生するため池と、基礎部から盛土部にかけてすべり円弧が発生するため池がある(図-1、図-2)。それぞれに安全率と相関関係にあると考えられる条件は、堤体の盛土部ですべり円弧が発生するため池は盛土部の粘着力 C' 、基礎部から盛土部にかけてすべり円弧が発生するため池は堤高であることがわかった。基礎部からすべり円弧が発生するため池は、盛土部でのすべりのように粘着力 C' が影響してくるのではなく、堤高や法勾配などのすべり土塊の形状の影響が卓越すると思われる。

4. おわりに

堤体の盛土部ですべり円弧が発生するため池は盛土部の強度が、基礎部から盛土部にかけてすべり円弧が発生するため池はすべり土塊の形

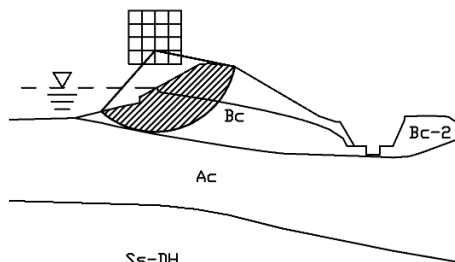


図-1 ケース②: 盛土すべり断面図

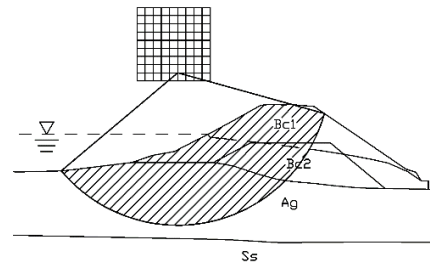


図-2 ケース③: 基礎すべり断面図

状がそれぞれ安全率に影響する傾向がわかった。堤体の耐震性能照査を行う際には、すべりの種類に応じて、強度や堤体形状等を総合的に評価することが大切である。

また、堤体の盛土部ですべり円弧が発生するため池の場合、求めた C' の値が安全率に大きく影響を及ぼすため、土質試験の精度向上や、得られた試験値の適切な評価等を十分に行う必要がある。