

ため池の地震時の下流域におけるリスク評価

Risk evaluation in downstream area of earth fill dams due to earthquake

○寄鍵東加* 西村伸一** 珠玖隆行** 柴田俊文**

KIYARI Haruka, NISHIMURA Shin-ichi, SHUKU Takayuki and SHIBATA Toshifumi

1. はじめに

本研究は、地震発生～ため池破堤による氾濫被害までの一連の現象をモデル化し、ため池の地震時リスク評価を行うことを目的としている。第一に、岡山県における 50 年間の南海地震に対応するハザード曲線を求めている。さらに、地震応答解析を実施し、推定された応力状態に円弧すべり解析を適用することによって、ため池堤体のフラジリティ評価を行っている。これらから、今後 50 年における損傷確率を算定している。また、地震が発生し、ため池が破堤した際の氾濫解析を実施し、周辺地域の浸水被害額を算定している。損傷確率と浸水被害額から地震時リスクを算定し、堤体の改修前後の地震時リスクを比較することによって改修効果を評価している。

2. 損傷確率

ため池堤体サイト H における損傷確率をハザード曲線とフラジリティ曲線から算定している。本研究では、改修前と改修後の堤体断面の解析を行っている。

堤体のモデルを Fig.1 に、解析に用いた定数を Table 1 に示す。堤体内間隙水圧を推定するために AC-UNSAF¹⁾を用いて浸透流解析を行い間隙水圧分布を確定した。その結果に基づいて、動的有限要素法 LIQCA²⁾による弾性有効応力解析を行い、堤体内の応力状態を推定している。解析に用いた入力地震波としてレベル 2 地震動タイプ 1-I 種地のモデルを入力している³⁾。今回用いている入力地震波を Fig.2 に示す。計算された有効応力に基づいて円弧すべり解析を行い、堤体の破壊確率を求め、損傷解析を行った。

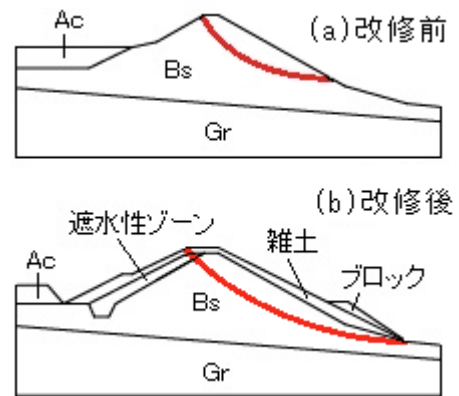


Fig. 1 解析対象ため池の断面
Analytical sections of earth-fills

Table 1 解析に用いた材料定数
Material properties for analysis

材質	ヤング率 (kN/m ²)	粘着力 (kN/m ²)	内部摩 擦角(°)	単位体積重 量(kN/m ³)	透水係数 (m/s)	ポアソ ン比
Bs	12,349	0	30	20.9	8.5×10^{-6}	0.3
				19.8		
Ac	1,000	0	37.4	15	2.7×10^{-8}	0.3
Gr	25,000,000	200	50	23	6.1×10^{-7}	0.3
遮水性ゾーン	16,800	0	37.4	20.9	1.0×10^{-10}	0.3
ブロック	16,800	200	50	23	8.5×10^{-6}	0.3
雑土	16,800	0	37.4	20.9	8.5×10^{-6}	0.3

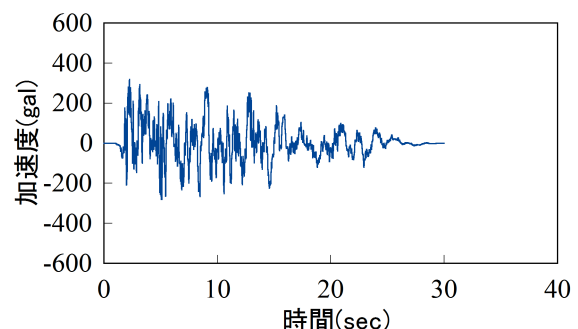


Fig. 2 サンプル地震波(海洋型)
Sample seismic wave

*岡山市 Okayama City,**岡山大学 Okayama University, キーワード：ため池, 南海地震, リスク評価

ハザード関数は J-SHIS⁴⁾から入手したデータを用いて作成している．損傷確率は次式(1)によって定義される．

$$P_f(a) = -\int_0^a \frac{dH(\alpha)}{d\alpha} \cdot F(\alpha) d\alpha \quad (1)$$

ここで， a ：地震最大加速度， $H(\alpha)$ ：地震ハザード関数， $F(\alpha)$ ：フラジリティ関数である．推定されたサイト H における，改修前と改修後の今後 50 年間の地震最大加速度の超過確率を表すハザード関数とフラジリティ関数を Fig.3 に示す．

3. 浸水被害

地震によりため池が破堤した場合の，ため池周辺地域の浸水被害を氾濫解析によって推定している．2次元浅水方程式を基礎式とする近似 HLL リーマン解法を用いた有限体積法による洪水解析を行う．この解析より求めた周辺地域の最大浸水深を Fig.4 に示す．この結果から，推定された浸水被害額を Table 2 に示す．

4. 地震時リスク評価

損傷確率と浸水被害額から，サイト H における改修前後の地震時リスクを算定した．地震時リスクは次式(2)で定義される．

$$R = P_f(a) \times C \quad (2)$$

ここで， R ：地震時リスク， $P_f(a)$ ：損傷確率， C ：浸水被害額である．

5. 結果と考察

推定された地震時リスクより，改修前では改修前は最大の地震時リスクが 4 億 3211 万 3 千円，改修後は 4460 万 7 千円となっている．この結果から，改修により 3 億 8750 万 6 千円程度の改修効果が得られることが明らかである．

6. まとめ

ため池の改修前と改修後の断面を対象とし，南海地震を対象とした地震時リスクを評価した．地震時リスクによって，改修に関して考慮すべき地震のレベルや改修効果を合理的に判定できることが明らかとなった．

引用文献 1) 西垣誠：有限要素法による飽和不飽和浸透流解析-AC-UNSAF-プログラム解説およびユーザーマニュアル(2001)，2) LIQCA2D11・LIQCA3D11 (2011 年公開版) 資料(2011)，3) 日本道路橋会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編(2002)，4) 地震防災科学技術研究所：確率論的地震動予測地図，ハザードカーブデータ

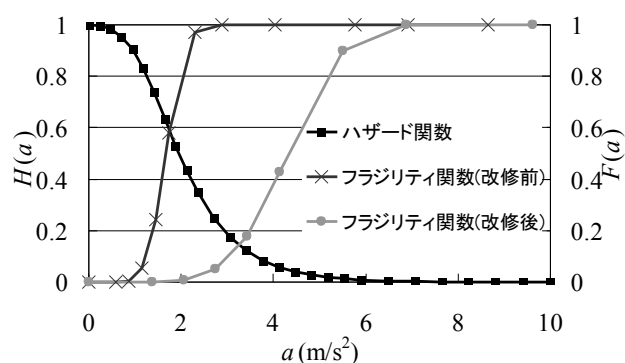


Fig. 3 ハザード関数とフラジリティ関数
Seismic hazard and fragility functions

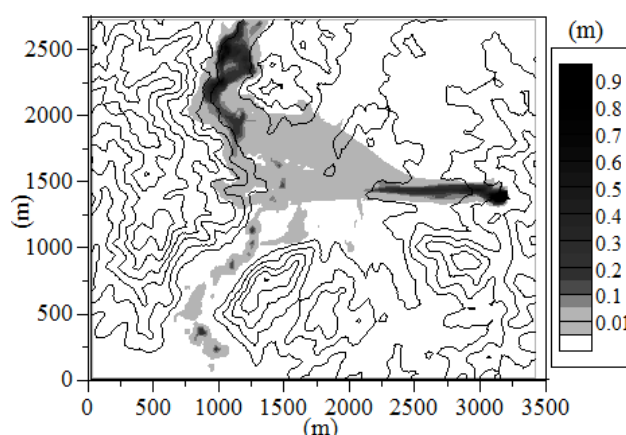


Fig. 4 浸水被害域と最大浸水深
Submerged area and maxim depth of water

Table 2 浸水被害額 Damage cost for submergence		
項目		被害額(千円)
農業部門	農地	7,900
	農作物	15,808
公共部門	住居(家屋・家庭用品)	330,601
	事業所	117,794
	公共建物	4,340
	農業用納屋	144
間接被害	営業停止損失	54,771
	家庭の応急対策	33,029
	事業所の応急対策	22,369
計		586,756