

GIS を用いた地震時ため池の決壊リスク評価に関する研究

大規模地震，決壊危険度

愛媛建設コンサルタント (正) ○ 坪田 沙希
愛媛大学大学院理工学研究科 (正) ネットラ P. バンダリ

1. 背景・目的

日本は 1995 年の兵庫県南部地震や 2011 年の東北地方太平洋沖地震といった大規模地震被害を経験しており現在に至ってもなお，その傷跡を残している。大規模地震発生のみならず集中豪雨等により多くの人命・財産が失われる被害が多発している。そこで，本研究では地震時ため池の決壊危険度評価について考える。ため池決壊危険度の判定方法として建設省河川局(1978)による方法が用いられてきた。しかしながら，この方法はランクの分け方が大まかであり，同ランクにおいて被害が異なるという問題が発生すると考えられる。そこで本研究では大規模地震発生時の詳細な評価手法の確立を目指し，従来の手法との比較・検討を行い，今後実現可能かを検討する。

2. 研究対象地

本研究で着目したため池には 2 つの種類がある。本研究では山の地形を利用して 1 ヶ所のみ堤でせき止めて造った谷池を対象とする。今回，GIS によって作成したため池の箇所数は徳島県が 633 箇所，香川県が 3,521 箇所，愛媛県が 1,904 箇所，高知県が 236 箇所である(図-1)。分布傾向として瀬戸内式気候にため池が集中しており，主要河川が少ない香川県では平地にため池部分を掘り下げて周囲を盛り上げて，四方を堤防で囲った皿池が平野部分に多く分布している。データベース作成・解析ツールとして GIS ソフトの ArcGIS10.0 を使用する。

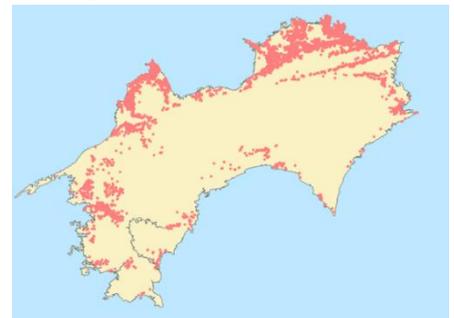


図-1 四国のため池分布状況

3. ため池の決壊危険度評価

建設省河川局による手法は堤防の高さ，平均幅，堤防の締め固め度，地盤種別などの要因から堤体の耐震性と基礎地盤の耐震ランクを組み合わせることで堤判定し，想定される地震動の大きさを考慮し地震時の危険性を評価している。この手法を参考に表-1 にため池危険度の一次評価を示す。のちに想定地震時の危険性の評価として，表-2 を使用し地震時の堤防の危険性を評価する。ここで，建設省河川局の手法の妥当性の評価として東北地方太平洋沖地震によって決壊した福島県のため池 3 箇所で行なった。表-3 に決壊したため池の堤体諸元を示す。評価の結果，青田新池危険度ランク B 評価，藤沼ダム・中池が危険度ランク A 評価であった。このことにより，決壊したため池すべてに対して A 評価ではなかった。堤体耐震性の分類における定義域設定に問題があるのではないかと考えられる。

表-1 堤防耐震性の一次評価

堤体の耐震性 基礎地盤の耐震性	1. 堤防高(H) ≥ 6m 且つ平均幅 ≤ 3H 且つアースダム	2. 以外のもの	3. 堤防高(H) < 3m 且つ平均幅 > 6H もしくは重力式ダム
I 旧河道，旧湖沼などの地震時に液状化しやすい地域	a	a	b
II 沖積層	a	b	C
III 岩盤・洪積層	b	c	C

表-2 ため池の危険度評価

一次判定	～震度 5 弱	震度 5 強	震度 6 弱	震度 6 強
a	C	B	A	A
b	C	C	B	A
c	C	C	C	B

A: ため池の破壊による災害発生の危険性が高い
B: ため池の破壊による災害発生の危険性がやや高い
C: ため池の破壊による災害発生の危険性は低い

表-3 決壊したため池の堤体諸元

ため池名	所在地	築造年度	堤体諸元
青田新池	本宮市	不明	堤高 8.3m、堤長 275m、貯水量：1 万 7 千 m ³
藤沼ダム	須賀川市	昭和 24 年完成	堤高 18.5m、堤長 133m、貯水量：150 m ³
中池	須賀川市	明治時代	堤高 11.4m、堤長 85m、貯水量：1 万 5 千 m ³

4. 相対危険度評価

本研究では新しい評価手法として相対危険度評価を提案した。この手法は各パラメータの危険度の最小値を

0, 最大値を 1 として各ため池の危険度ランクを相対的に位置づける方法である. 各パラメータの値が高くなるほど危険度が高い場合の危険度算出方法は式(1)のようになる. また, 次式は図-2 で表すことができる.

$$R_{X(i)} = \frac{X(i) - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (i = 1, 2, 3 \dots) \dots \dots (1)$$

$X(i)$ をため池の各パラメータの値, X_{\min} をため池の各パラメータの最小値, X_{\max} をため池の各パラメータの最大値とする. また, 各パラメータの相対危険度の和を合計危険度 (HazardLevel: HL) として算出する. 式(2)に合計危険度の式を示す.

$$H_{L(i)} = R_{V(i)} + R_{H(i)} + R_{L(i)} + R_{B(i)} + R_{Geo(i)} + R_{PGA(i)} \quad (i = 1, 2, 3 \dots) \dots \dots (2)$$

$H_{L(i)}$ を合計危険度, $R_{V(i)}$, $R_{H(i)}$, $R_{B(i)}$, $R_{L(i)}$, $R_{Geo(i)}$, $R_{PGA(i)}$ を貯水量, 堤防高さ, 平均幅, 堤防長さ, 地盤, 想定最大加速度の各々の相対危険度とする. パラメータの選定については, GIS で作成したため池データの貯水量, 堤防高さ, 堤防長さ, 平均幅と南海地震を想定した最大加速度, 地盤種別の計 6 つのパラメータを採用した. 合計危険度のヒストグラム図を図-3 に示す.

5. 相対危険度評価結果・考察

相対危険度評価において危険と判断したため池は 350 箇所であった (図-4). 図より, 地震動が高い地域や軟弱地盤地域に危険度が高いため池が集中しており, 貯水量・地盤種別・最大加速度が合計危険度への影響度が高いと考えられる. また, 従来手法との比較を行ったところ, 四国地域におけるため池の危険度分布に差が生じていることが確認できる. 図-5 に従来手法による危険度 A のため池分布図を示す. 相対危険度評価ではため池が多く分布している瀬戸内式気候帯に危険度が高いため池が多く分布していることに対して従来手法は想定最大加速度が高いエリアに比較的集中している. このことにより, 危険度域設定により差が生じたと考えられる.

6. 総括・今後の課題

従来手法と相対危険度評価の比較より, 危険度域の設定が決壊危険度評価に影響があると考えられる. 今後の課題として評価方法について大規模地震を想定したときは余震等の複数回の地震動, 各パラメータの合計危険度に対する影響度について考慮し, また決壊後のリスク評価については決壊時の下流域 (集落・ライフライン等) への影響や二次災害を考慮した評価を行い, 検討する必要がある. 相対危険度評価の正当性について実際に決壊したため池があるエリアとの比較・検討が考えられる.

参考文献

1) 国土交通省河川局: 国土交通省河川局(案), 2005

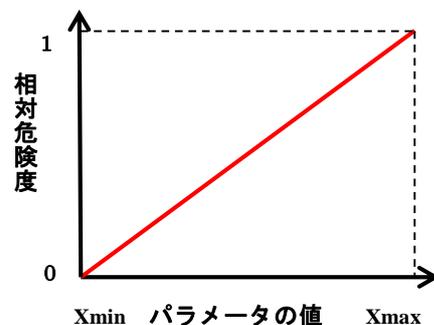


図-2 相対危険度イメージ図

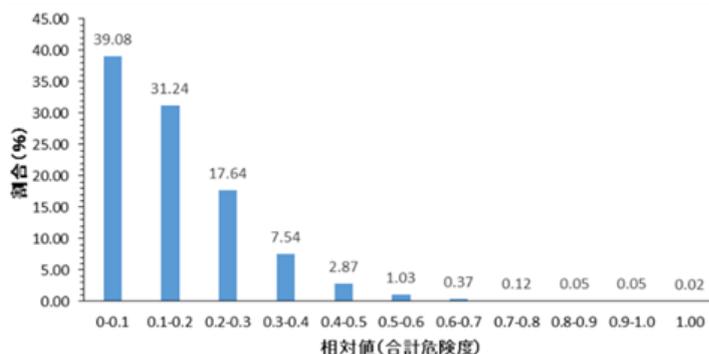


図-3 合計危険度のヒストグラム

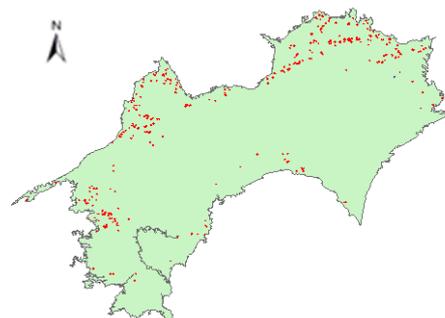


図-4 危険度が高いため池分布図 (相対危険度評価)

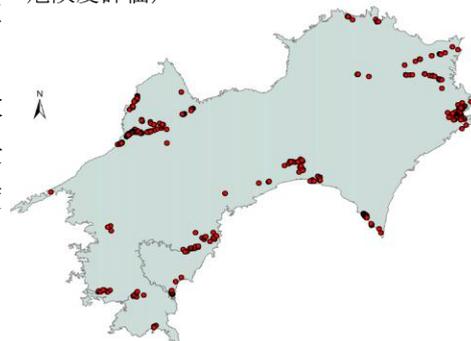


図-5 危険度 A のため池分布図 (建設省河川局による手法)