

平成 13 年芸予地震により被災した東広島市におけるため池調査

山口大学工学部
山口大学大学院
(株)日特建設
(株)広測コンサルタント

正会員
学生会員
正会員
正会員

山本哲朗
宮崎晃一 勝部安昭
寺山 崇
三浦壹章 ○中野利春

1. はじめに 2001 年 3 月 24 日 15 時 28 分頃、2001 年芸予地震（M6.7）が発生し、広島県内で死者 2 名、中国・四国地方の 7 県で負傷者 287 名が出た¹⁾。東広島市においては震度 5 強が観測され、地盤の亀裂や崖崩れといった地盤被害のほかに、農業用ため池の被害が発生した。著者らは被災ため池を中心にして、非被災ため池を含め、合計 10 基のため池について現地調査を行った。本報告では、まずそれぞれのため池の概要を述べ、次いで、堤体土の諸土質工学的性質とため池被害との関係についての考察を記述する。

2. 調査ため池 東広島市には 2,038 基のため池があり、そのほとんどが農業用水に使用されている。今回の地震の際、東広島市役所敷地内で観測された加速度は、南北方向 244 gal、東西方向 273 gal、上下方向 151 gal であった²⁾。これにより合計 37 箇所のため池が被災した³⁾。著者らはこのうち 6 基のため池の被害状況を調べた。すなわち、9 月 17 日、18 日に被災した前田池、小野池、京塚池、蒲田上（かたうえ）池、秀ノ池および中ノ池の調査を実施した。また、11 月 10 日には、被災していなかった大久保ダム、刈又池、千足池および吉郷大池についても調査した。また、被災ため池については、堤体土の諸土質工学的性質を調べた。表-1 に各々のため池の貯水量、堤体の諸量、標高、築堤年および被災状況を示した。図-1 に示すように、被害は一箇所に集中しているのではなく、東広島市全域にわたって発生していた。

3. ため池被害の特徴 今回発生したため池被害は、堤体クラックおよび法面崩壊が発生した程度であった。前田池、京塚池、蒲田上池、中ノ池は比較的規模が小さく、かつ古いたため池であった。小野池は規模が大きく、また築堤年も比較的新しいため池であったが、標高 325 m の山腹に位置していたために他のため池よりも地震動の影響を強く受けたものと考えられる。また、クラックの大部分は堤体の長さ方向にほぼ平行に発生していた。ため池付近に位置する墓石が移動した方向からその地点での

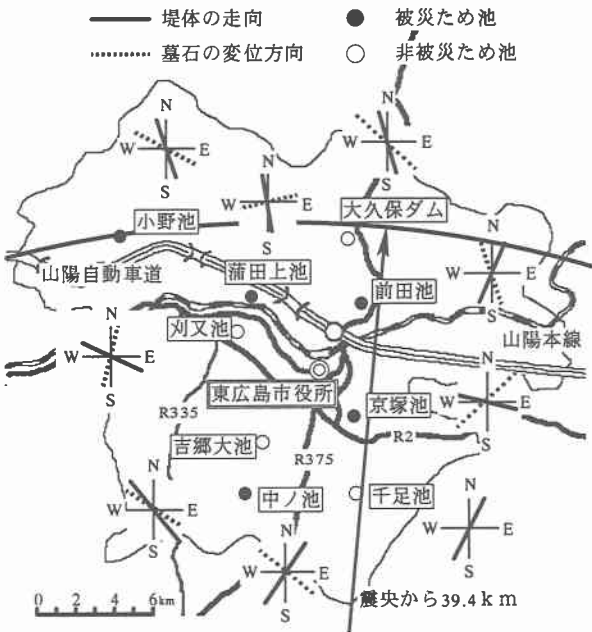


図-1 ため池の位置

表-1 堤体の諸量

ため池	貯水量 (千 m ³)	堤長 (m)	堤高 (m)	堤頂幅 (m)	表法勾配 (°)	裏法勾配 (°)	標高 (m)	築堤年	被害状況
小野池	450.5	218.0	15.7	6.0	24	27	325	1953	クラック
蒲田上池	0.2	24.0	1.7	1.6	40	36	250	?	クラック
前田池	0.8	53.0	2.5	1.6	29	40	235	?	クラック
中ノ池	17.8	64.0	5.7	3.6	29	27	220	?	クラック・法面崩壊
秀ノ池	26.6	116.0	4.9	2.0	34	36	220	?	法面崩壊
京塚池	13.1	168.0	4.5	3.4	34	42	220	?	クラック
大久保ダム	191.5	171.0	16.4	3.6	22	27	290	?	無
刈又池	68.1	86.0	5.1	5.6	27	27	250	?	無
千足池	102.9	138.0	9.4	6.6	27	27	245	?	無
吉郷大池	44.4	260.0	2.5	4.0	73	40	220	?	無

地震動の方向を推定し、それと堤体の向きとの関係を調べた。その結果を表-2に示す。また、図-1にも堤体方向と推定した地震動の変位方向を記している。これにより、被災ため池および非被災ため池の両者とも、地震動の変位方向は堤体方向に対して $42^{\circ} \sim 87^{\circ}$ の範囲の角度をなしていることがわかる。このことから、クラックの発生と地震動の向きとの間にはある程度相関性が認められる。またこれ以外にもため池付近の地形、土質条件といった因子がクラック発生に影響したものと考えられる。

4. 堤体土の諸土質工学的性質 中ノ池を除く被災ため池の堤体土から採取した土試料について諸物理試験を実施した。土試料はいずれもクラックから 1.0m 以内のところで採取した。堤体のまき土はシルト質砂 (SM) あるいは粘土質砂 (SC) に分類される。

地盤の硬軟を調べるため、被害の発生したすべてのため池の堤体で簡易動的コーン貫入試験を実施した。簡易動的コーン貫入試験はクラックから 1.0 m 以内、もしくは崩壊法面の真上において実施した。図-2 に各堤体土の N_d 値の深さ分布を示す。図-2 から、大部分は N_d 値が 10 以下である。とくに、秀ノ池ではこの傾向が強い。この結果は 1997 年台風 9 号によって決壊した山口県むつみ村のため池で得られたものとほぼ同様であった⁴⁾。このことは法面崩壊が発生した一つの大きな素因として考えられる。

また、堤体土の不攪乱試料を採取することができたため池については、その室内一面せん断試験 (圧密排水条件) を行った。その結果、小野池堤体土の内部摩擦角 $\phi_d = 40.3^{\circ}$ 、粘着力 $C_d = 27.0$ kPa、京塚ため池堤体土では $\phi_d = 32.8^{\circ}$ 、 $C_d = 4.5$ kPa という強度定数が得られた。

5. まとめ 今回調査した 6 基の被災したため池のうち、震央

から最も遠いものは 39.4 km の位置にあった。この距離内でも被災しないため池もあった。被害の内訳は、クラックの発生が 4 件、法面崩壊が 1 件、両者の合わさった崩壊が 1 件であった。堤体材料はすべてまき土であり、それらはシルト質砂～粘土質砂に分類される。堤体土の N_d 値は深さ 2.5～3.0 m 付近までは 10 以下と小さなものであった。これは被害の生じた一つの素因であるといえる。また、クラックはすべて堤体方向に平行に対して発生しており、この向きは墓石の移動方向から推定した地震動の変位方向と $42 \sim 87^{\circ}$ の角度をなすことがわかった。同じ傾向は被害の発生しなかったため池でも認められた

参考文献

- 1) 自治省消防庁：インターネット閲覧資料 (<http://www.fdma.go.jp/>)，2001。
- 2) 科学技術庁防災研究所：インターネット閲覧資料 (<http://www.k-net.bosai.go.jp/>)，2001。
- 3) 私信：東広島市役所農林局，2001
- 4) 山本哲朗・榊井明・芋岡敏彦・松本直：1997 年台風 9 号によって決壊したため池の堤体調査事例，土と基礎，Vol.46，No.5，pp.40～42，1998。

表-2 堤体および地震動の向き

地点名	堤体の方向	墓石の変位方向	震央からの距離 (km)
小野池	N20° W	N62° W	39.4
蒲田上池	N10° W	N77° E	35.6
前田池	N24° E	N19° W	36.4
中ノ池	N55° E	N52° W	26.4
秀ノ池	—	N42° E	30.8
京塚池	N76° W	N42° E	31.6
大久保ダム	N16° W	N48° W	37.2
刈又池	N65° W	N14° E	34.2
千足池	N27° E	N28° E	27.1
吉郷大池	N40° W	N58° W	27.4

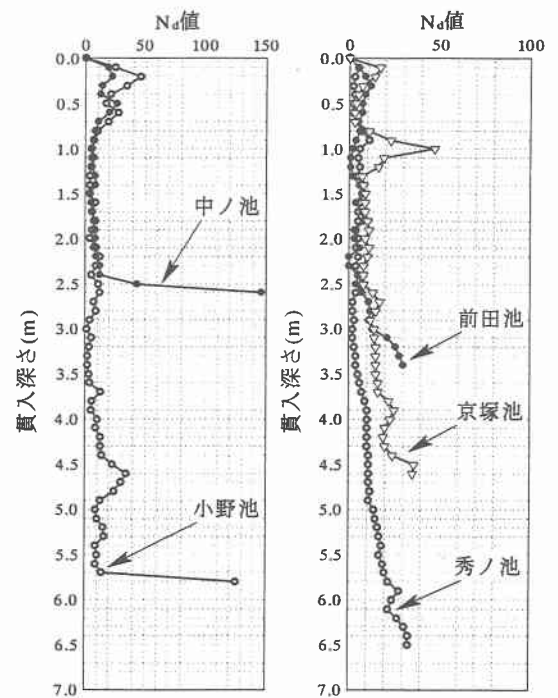


図-2 堤体土の N_d 値の分布