

技術報文

新潟県中越地震におけるため池・土構造物の被害状況

独立行政法人農業工学研究所 毛 利 栄 征
堀 松 島 俊 和
一

1. はじめに

新潟県中越地震では、新潟県内に大きな被害をもたらした。上下水道や一般道路などのライフラインの被害は甚大でその被害規模の把握にも多くの時間を要し、緊急的な支援活動が長期間にわたった。また、農業施設についても多くの被害が発生し、新潟県特有の養鯉池の被害やため池、水路などの農業基幹施設の被害のために継続的な営農に支障をきたす地区もあった。

ため池は全国に約 21 万箇所存在し、受益面積が 2ha 以上の比較的大きな池は約 6 万 5 千箇所とされている。平成元年のため池台帳では北陸地方に約 1 万箇所のため池が登録されている。新潟県中越地震では、新潟県内のため池に大きな被害が集中した。その被害総数は 561 箇所、76 億円に達する。

2. 被害の概要

新潟県が発表している平成 16 年 11 月時点での農地・農業用施設の被害概要では、45 市町村で 14,848 箇所、89,518 百万円となっている。図-1 にはため池の、図-2 には水路の被災分布を示したが、ため池、水路とも小千谷市、山古志村の被害数が多かった。内訳はため池、水路等の農業用施設が 10,780 箇所、農地が 1,503 箇所、農業用施設の工種別では水路が 4,491 箇所、ため池が 561 箇所、頭首工 63 箇所となっている。ため池の被害は山古志村で 194 箇所、小千谷市で 118 箇所、栃尾市で 65 箇所、その他で 69 箇所となっている。この他にも生活関連施設が 21 市町村で、農業集落排水処理施設等 7,320,651 百万円、公共土木施設が 3 市町村で、地すべり防止施設 1,056 百万円の被害が発生している。

3 ため池の被害概要

新潟県中越地方に発生した地震は、マグニチュード 6.8、

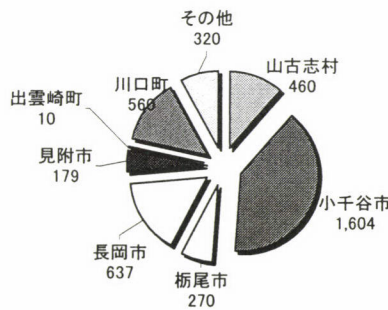


図-1 ため池の市町村別被災数

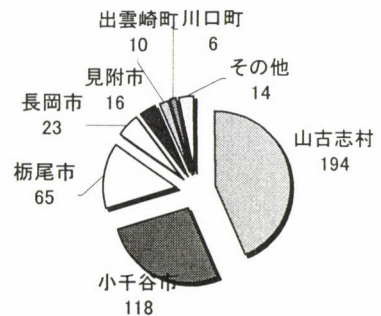


図-2 水路の市町村別被災数

川口町の震度計では震度 7 が観測されるなど、大きな

地盤震動によって数多くのため池が様々な変状を受けた。地震動に起因する堤体の沈下に伴って、上流側貯水の越流や法面のすべり、あるいは、上流法面保護ブロックのすべりなどの被害が散見され、さらに堤体の決壊に至る場合も発生している。また、かろうじて破堤を免れたため池においても、堤体には亀裂やすべりの兆候が見られ、今後の復旧規模を特定するために開削による詳細な調査の必要な状況も確認された。

3.1 びわ崎池(栃尾市赤谷地区)

びわ崎池は、集落から 500m ほど上流に位置する沢を堰きとめた池で池敷周辺部は急峻な地山で囲まれており、堤高 16m の大規模なため池である。写真-1, 2 に示すように天端には堤軸方向に 2 本の大きな亀裂(上流側と下流側)が発生しており、上流側の亀裂部の段差は 50cm、幅は約 20cm に達する。この天端亀裂は 1m 以上の深さでその底には水が溜まっている。下流側の亀裂は数センチの幅であるが、亀裂に沿ってグラウトの痕跡が見られる。すなわち、過去に実施したグラウト面に沿って亀裂が進展していると思われる。また、下流の法面中腹部(天端から 7m 下)に堤軸平行に亀裂が発生しているが、植生のためにその規模や天端の亀裂との連続性は確認することができない。

左岸地山と堤体の境界部には、亀裂が発生しており堤体が沈下していることが分かる。池敷周辺の地山には山腹崩壊が発生しており、多量の土砂が池内に流入している。これらの、崩落土砂の影響によって貯水位は急激に上昇したものと考えられるが、かろうじて決壊を免れている。天端の亀裂はかなり深部に達するものと考えられ、上流法面肩の沈下状況から上流法面にも滑りが発生している可能性がある。天端下流側の亀裂は、グラウト面に沿ったものの様であるが、下流法面に亀裂が認められること、また天端下流法肩が下流側に下がっていることから、余震によって新たな滑りが発生する危険性が指摘される。このため、亀裂に雨水が浸入しないように、シートによる保護を行うとともに、洪水吐の堰を壊して水位を下げるなどの緊急的な処置を実施している。本格的な復旧計画に向けて下流法面の状況を確認するとともに、亀裂の深さを確認して堤体天端の亀裂との連続性を把握して、開削断面の規模を特定する必要がある。

3.2 梨ノ木堤(見附市島切窪地内)

このため池は平成 4 年度に改修されたもので、改修の一般的な構造を採用しており、前刃金による表面遮水型ゾーン形式、貯水池側は張りブロックによる法面保護工、洪水吐はコンク



写真-1 びわ崎池天端の状況



写真-2 天端の開口亀裂

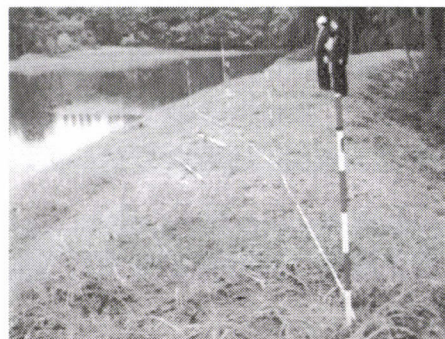


写真-3 天端の亀裂の状況

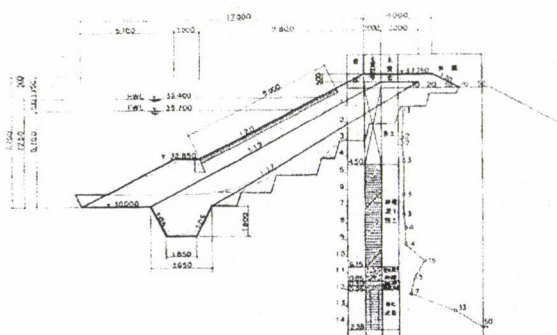


図-3 堤体の断面

リート三面張構造の整備が行われた。

写真-3のようにため池堤体天端に堤軸方向にクラックが確認された。確認された深さは約1m程度あり、図-3の断面図から推測すると遮水層の刃金土まで到達している可能性があり、亀裂深さの追跡を行う必要がある。上流法面の保護ブロック間に約5cmの開口が見られるが、法先部の基礎部分が沈下した影響で発生した可能性が高い。また、このため池の特徴として左右岸の堤体厚が異なり、堤体が薄い左岸部に被害が集中していた。

3.3 野田ため池（通称野田ダム）

このため池は、最大震度7を記録した北魚沼郡川口町に位置しており、上越新幹線の脱線事故が発生した魚沼トンネルの直上に位置している（図-4）。野田ため池は、昭和41年に国鉄隧道工事の補償工事として築造されたが老朽化が著しく、昭和56年に改築され昭和60年に完成している。

構造は均一型として再築堤を行い、ブロックマットによる上流側法面の護岸工が施され、洪水吐と取水施設はコンクリート構造で整備した。被害の概要は農道を兼ねた堤体全体が約50cm沈下しており、上下流法面に堤軸方向の亀裂が多数発生している。特に左岸の地山との接続部には

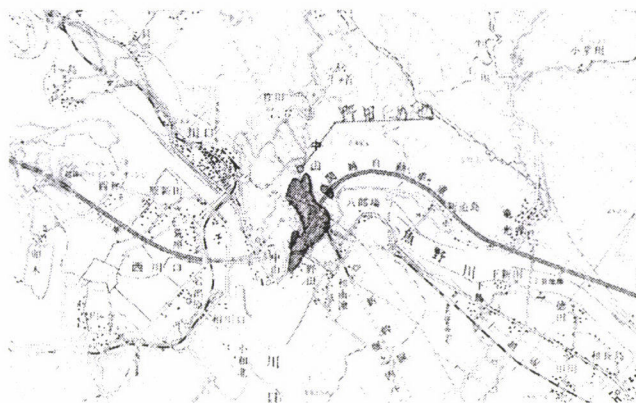


図-4 野田ため池位置

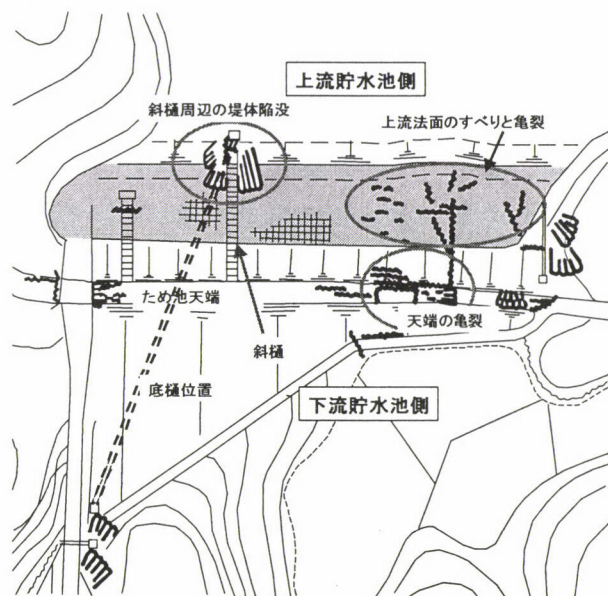


図-5 野田ため池の被害の状況

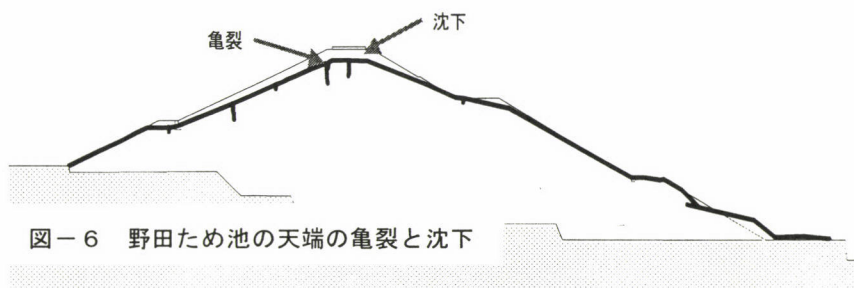


図-6 野田ため池の天端の亀裂と沈下



写真-4 天端の沈下と変形

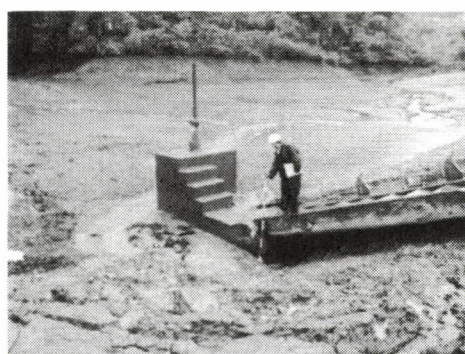
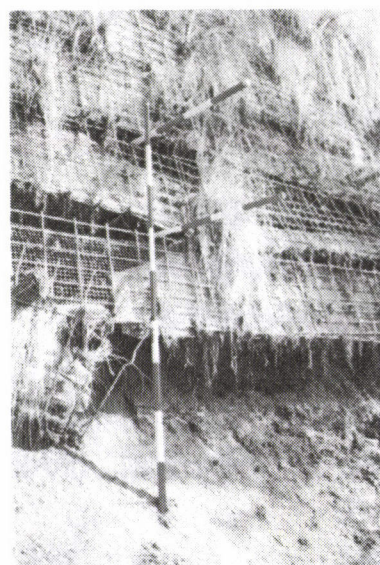


写真-5 斜樋部の被害状況

局部的な崩壊が集中し、堤体軸方向に亀裂が帯状に発生している（写真－4）。また、斜樋が設置されている管理階段は法面中央部で亀裂が入っており、地震時の堤体挙動に追従できずに折損したものと考えられる。また、この斜樋の上流端に設けられている取水ゲートと底樋（堤体下部を下流側に横断する取水用の樋管）の接続部は完全に離脱しており、貯水が流入しているため堤体土に大きな陥没が発生している。底樋の堤体中央部の状況については、調査中であるが折損している可能性も否定できない。

3.4 ため池の復旧

以上の様にため池で共通している被害は、堤体の沈下と亀裂、および法面のすべり崩壊である。地震発生当時、満水位だった池が多く、堤体内の間隙水圧が高い状況だったため、上流側法面の被害も多い。一方、堤体天端の亀裂については、堤体の大きな変状によって発生したもので、その規模については地形、震源距離、震度の諸条件が大きく影響する。地震時のため池堤体の亀裂幅と深さの関係は兵庫県南部地震の時の災害調査によって報告されているが、亀裂の深さは天端からのロッド挿入による検査データよりもさらに深く、天端から鉛直に少なくとも2m以上に達しているとしている。これらの過去の事例を参考に被害を受けたため池の復旧は、亀裂やすべりの発生した部分を開削して完全に取り除き新たに築堤することを基本とする。このため、亀裂が深くまで入っている場合やすべりが深い場合には、大規模な開削工事となる。旧堤体との接続部分については、旧堤体を段切りに開削して新堤体との接続部のなじみを良くするなどの処置が重要である。特に、底樋などの取水施設の復旧を行う場合については、樋管と埋戻し地盤との接触面が水みちにならないように粘性土を用いた入念な締固めが不可欠である。また、開削断面が上下流方向に設置されるため、旧堤体とのなじみについては、さらに入念な対応が要求される。



写真－6 補強土壁工の法先部の崩壊状況

4 補強土の被害概要

道路や宅地では、盛土部に大きな変形を生じ、崩壊に至るような大きな被害を受けた箇所がある。特に、山間部の急峻な斜面に設けられた一般道路や林道では、盛土部の路肩沈下が極めて多く、さらに斜面の崩壊に引きずられて補強盛土部分が大崩壊する現象も見られた。

栃尾市の長岡振興局管内の林道被害の状況は、表－1に示すように、管内のほぼ1/4の路線に被害を受けており、被害総額は19億7千万円に達する。

表－1 長岡地域振興局管内の林道被害状況

	市町村数	路線数	箇所数	被害額（千円）
被害発生状況	12	51	243	1,969,000
管内の現況	21	189		

4.1 道（道院線）の事例

栃尾市林道道院線は栃堀薬師山から南西に延びる尾根の中間付近からさらに北に派生する小尾根が続く地帯で、地盤は砂質土を主体としている。この林道は補強土壁工を用いて平成11年

に復員 4.0m の道路を 6.5m に拡幅・改築したもので、地山から盛り上げて縦断勾配を確保して稜線上に設置されているが、盛土部分だけでなく地山とともに 200m にわたって崩壊した。地震に伴う大きなゆれによって小尾根全体が北側にずれ落ちている。図-8 に補強土壁工区間の断面図を示すが、山の背の尾根上部に盛土を構築し補強土壁で法面の安全性を確保したもので、写真-6 にあるように、補強土壁工の法先部、すなわち地山部分が沈下・すべりを生じたため補強土部分も大崩壊したものと考えられる。補強土壁工は壁面材と補強材が一体となっている格子鉄筋を盛土中に敷設してその安定性を保つジオウォールを採用している。格子鉄筋が破断しているところはなく、盛土の補強領域の背面からのすべりと地山そのものの大きな変形によって補強土部分が崩壊したものと判断できる。狭い尾根に沿って構築されている林道は、写真-7 のように全体が地山と一体となって大きく沈下しているため、縦断勾配を維持した復旧は不可能に近い。被災区間の前後の路面との接続を考慮して、全体的に路盤高さを低くして、補強盛土を道路両側に設置することによって復旧することが考えられる。

4.2 県道（小千谷—虫亀線）

小千谷市から虫亀にいたる県道の一部に補強土壁工法を用いている。小千谷市と山古志村の境界に近い路線で、首沢（つむりさわ）地区の道路は曲率の小さいカーブの部分を盛土によって路線を拡幅するとともに、法面はテールアルメ工法によってその安全性を確保している。盛土の高さは 10m 以上で上部は 2 車線のアスファルト舗装道路となっている。写真-8 に示すように壁面工の中腹部のパネルが前方にせり出し、パネル間の接続部の隙間には地下水の滲出痕がある。また、重力式擁壁との接続部は、目地が開いており背面部には空洞が認められる。道路線形に応じて屈曲させているパネル部分

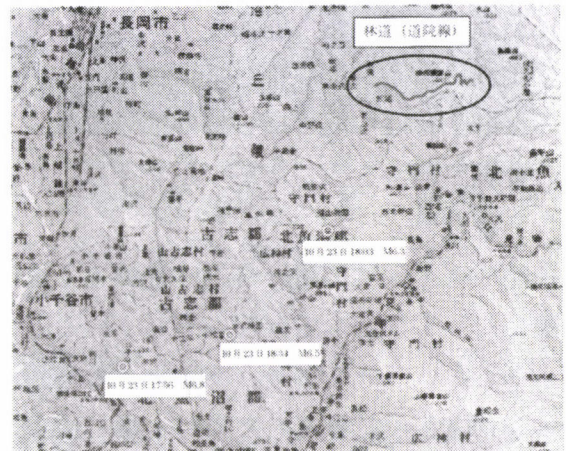


図-7 林道と震源の位置



写真-7 林道道院線の崩壊状況

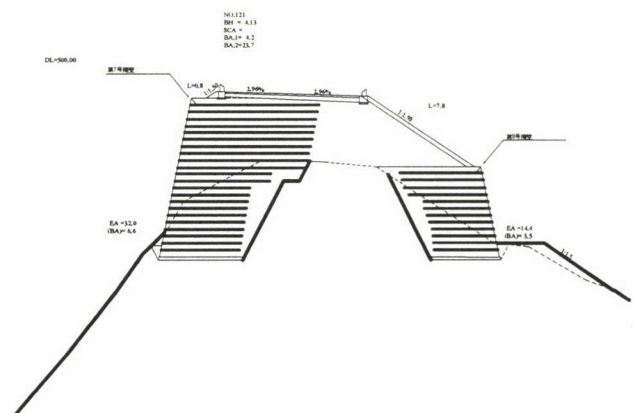


図-8 林道道院線の断面図

は、地震時の大きな揺れによる圧縮破壊の跡が残っている。以上のことから、この曲線部分は地震以前から地山からの地下水が集中し、パネル背面の水位が比較的高く維持されていたために、パネルの斜面側への変形が大きくなり、さらに地震による大きなゆれによって、パネル同士の接触や背面の埋め戻し材の流失を生じて路面の亀裂や陥没を生じたものと考えられる。

5 まとめ

道路や盛土区間に用いられた補強土工法は、地震に対して大きな安全性を有していることが明らかとなっており、山間地での補強土工法の有効性が再認識されたものと思われる。一部には、地山そのものの安全性や地下水処理などの点で、十分な対策がなされておらずこの影響を受けて補強部分を含む崩壊や変形が認められる道路があるが、今後の課題として認識したい。

ため池堤体については、大規模な崩壊は免れているという印象であるが、堤体そのものには亀裂やすべりが発生しており、復旧には大規模な開削と再構築を余儀なくされるものも多い。ため池堤体の設計においては、人工的な材料を強度補強材として挿入することを認めていないが、堤体そのものの安全性を高める必要のあるため池については、補強土工法の技術は大いに参考になる。

特に、地盤が下流に大きく傾斜しているため池などの復旧に当たっては、下流法面勾配をゆるくすることが不可能な場合がある。このような地形的な制約のある地区では、補強土壁を下流法面に用いたため池堤体が有効である。さらに、地震による安全性にとどまらず洪水による堤体越流に対する抵抗性を高めることも極めて重要で、ジオシンセティックスを用いた特殊な土嚢による堤体構築技術は有効な手法のひとつと考えられる。まだ、多くの問題が残されており細部の技術開発と実証が必要であるが、その一例を図-9に示して今後の展開方向のひとつとして紹介する。

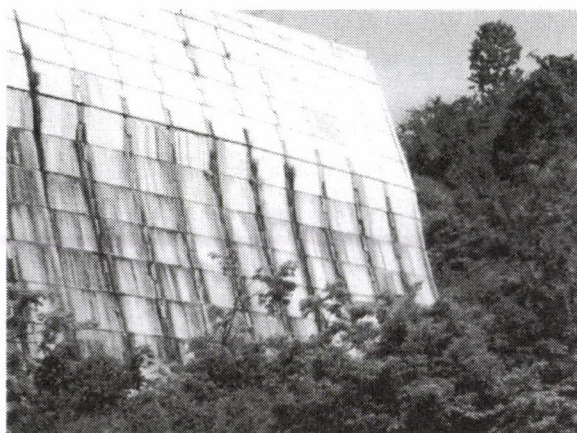


写真-8 テールアルメパネルの変形



写真-9 パネルの圧壊

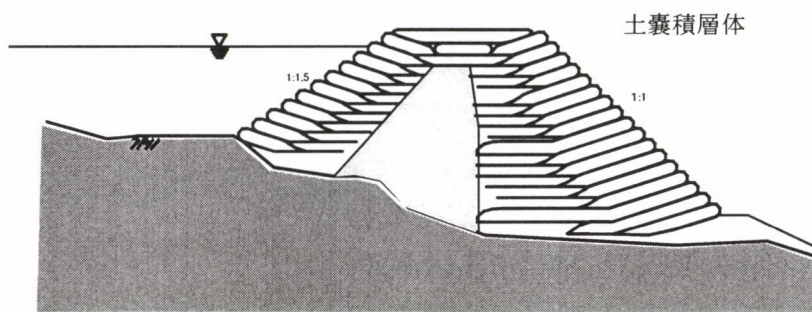


図-9 土嚢を用いた高耐久性ため池のイメージ