

岡山県東大戸地区農地地すべり災害復旧工事について

農林水産省資源課 永田 聰
復建調査設計岡山支社○山田 琢哉

田中 元

1. はじめに

平成5年度は、記録的な冷夏と長雨により、全国的にも農地や、農作物に大きな被害が出た。岡山県下でも6月下旬からの梅雨による集中豪雨とひき続く長雨により、各所で地すべり災害が発生した。岡山県南西部の笠岡市に位置する地すべり防止区域東大戸地区（農林水産省構造改善局所管、昭和36年指定、面積162.0ha）の田渡ブロックでは、長さ250m、幅100mの大規模な地すべり災害が発生し、田・畑などの農地をはじめ、農道、農業用水路、ため池などに大きな被害を与えた。この地すべりは発生当初極めて活発な変動を示した後、長期にわたって緩慢な動きを続けた。その被害の規模や変動の特徴は、岡山県内でも近年まれに見るものである。この地すべりの地質的背景、発生機構を解明しつつ、地すべり活動の大きさに応じて段階的に対策工を実施してきた経緯について報告する。

2. 地形地質の概要

2.1 地形

東大戸地区周辺は、標高150m程度の起伏の小さな丘陵状山地からなっている。地すべりは山頂部から沖積低地に至る勾配5~10°程度の緩斜面上に位置している。緩斜面は山頂に近い標高110~150m間はやや急勾配（10°程度）を示し、標高110m付近に明瞭な勾配変換点（遷緩点）が見られる。これは、この付近より上方には相対的に侵食に対する抵抗力の大きい礫岩層がキャップロック状に分布しているためと考えられる。地すべりの滑落地形はこの勾配変換点付近に集中しており、地すべりの侵食前線となっている。この変換点より下方は勾配5°程度の地すべり性緩斜面で、地すべりブロックの細分化が進み、二次滑落崖や地すべり末端部の流動化した地形が認められる。

2.2 地質

図1に東大戸地区地質平面図を示す。当地区周辺に分布する地質系統を整理すると、表1の通りとなる。古生層粘板岩及び白亜紀流紋岩類、花崗岩類などの基盤岩の上を、層厚約150mの第三紀層がほぼ水平に覆っている。第三紀層は礫岩、砂岩、泥岩（凝灰質泥岩）などからなるが、時代や堆積環境は不明確である。当地区周辺での地質層序は表1の通りで、下位より下部礫岩層、中部泥岩層、上部礫岩層に区分される。この内、中部泥岩層は厚さ50~60mで新鮮部は青灰色~緑灰色を示す軟岩I程度の岩質であるが、一般に地表下数mは強風化し黄灰~褐灰色の粘土となっている。この粘土は多量のスメクタイトを含むことから当地区周辺では、笠岡粘土と呼ばれ、ベントナイト鉱床として採掘が進められている。図2に災害箇所で行ったボーリングコアのX線分析による粘土鉱物組成を示す。泥岩層中には多量の膨潤性粘土鉱物であるスメクタイトが含まれており、吸水膨張により軟弱化しやすいこの泥岩の性質がすべり面形成と密接に関係しているものと考えられる。すべり面直下の強風化泥岩について繰り返し一面せん断試験を行った結果が図3であるが、ピーク強度から残留強度への強度低下率が著しく大きいことがわかる。

表1 東大戸地区周辺の地質系統一覽表

地質時代	地質名	記号	特 徴
第四紀	沖積層	al	沖積低地に沿って分布。標高30~50m。粘土・シルトが主体。
新第三紀	第三紀層	上部礫岩層	標高80~120m以上に分布。地表付近では強風化し、砂~礫混り砂~砂礫状となる。一部レンズ状の泥岩を挟む。層厚50m以上。
		中部泥岩層	標高50~100m付近に分布。地表付近では強風化し、粘土状となる。地表下数m以深は比較的新鮮で軟岩I程度の岩質。一部レンズ状の砂岩を挟む。数箇所ベントナイト鉱床として採掘されている。層厚50~60m。
		下部礫岩層	標高50m付近に分布。基盤岩上を覆う基底礫岩であるが、欠如する所も多い。地表付近では強風化し砂礫状となる。
中生代白亜紀	花崗岩	+ Cr +	区域の東方に分布。新鮮部分は軟岩I~II程度の岩質であるが、強風化部はマサ土化している。
中生代白亜紀	流紋岩	v v v v R v v v v	区域の西方に分布。亀裂が発達し、地表付近では軟岩I~II程度の岩質である。
古生代	粘板岩	~ ~ ~ ~ Pl ~ ~ ~ ~	区域の西方~南方に分布。亀裂が発達し、軟岩I程度の岩質。

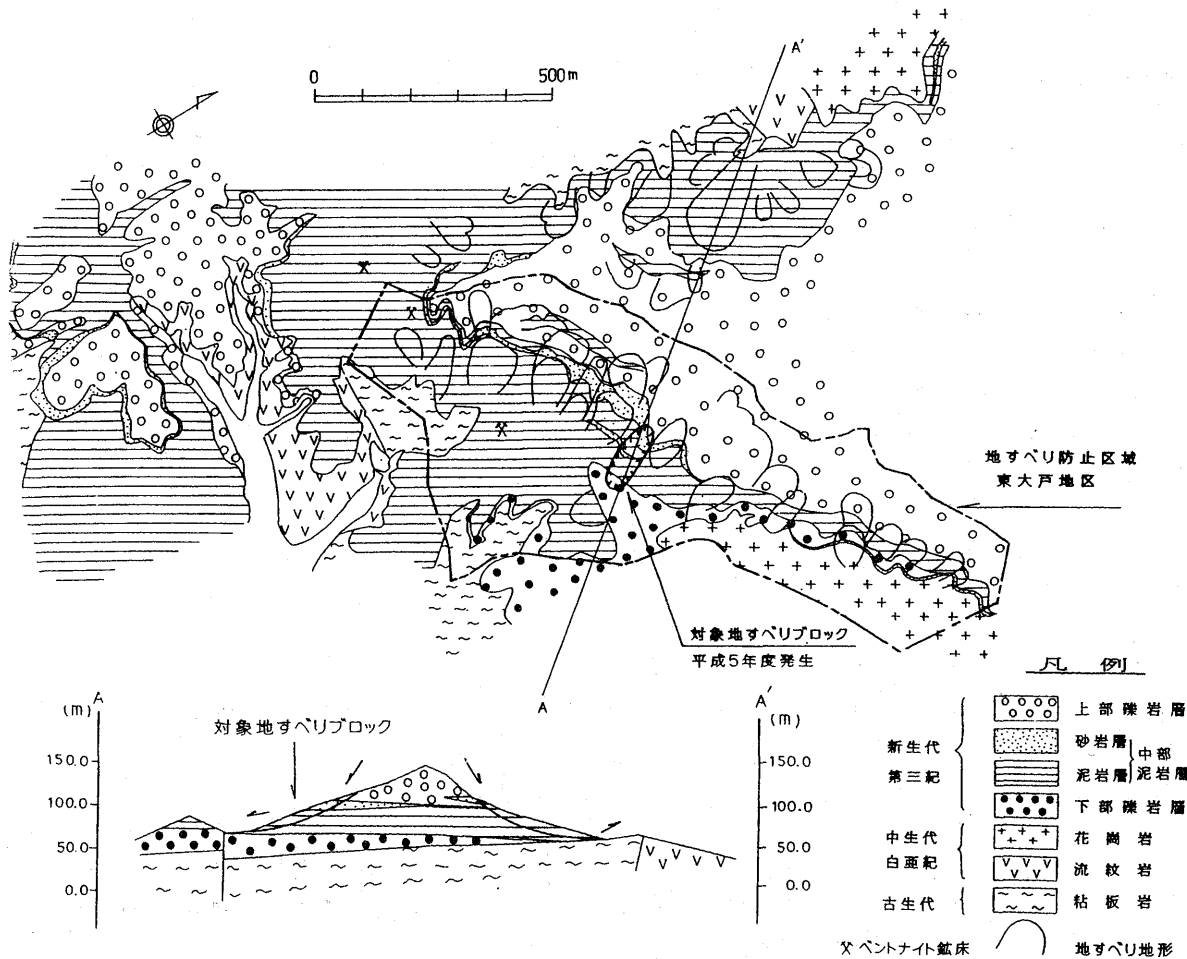


図1 東大戸地区地質平面図

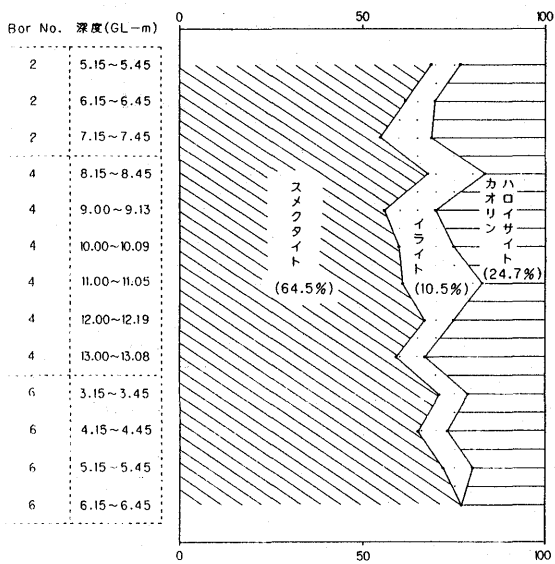


図2 泥岩の粘土鉱物組成

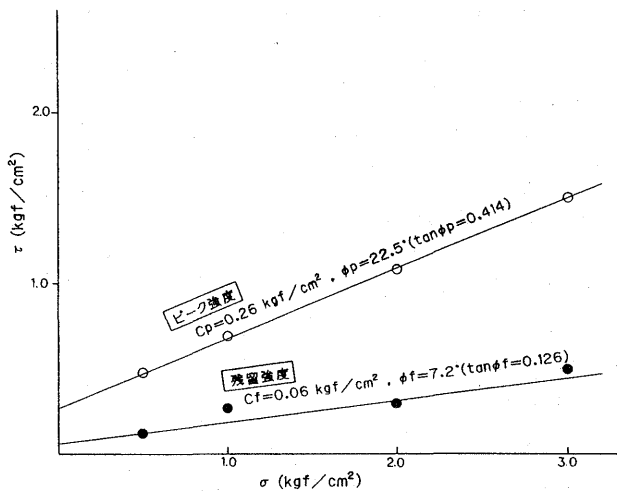


図3 強風化泥岩の一面せん断試験結果

3. 地すべり発生の経緯

地すべりの発生から現在までの観測結果を図4に示す。当地すべりは、頭部に位置するため池の決壊から始まった。発生直後の変動は極めて激しく、最盛時には頭部変位量が約40cm/日を示し、日々地形が変化した。最終的には頭部で約20m、末端部で約50mの累積変位を示した。滑落崖下には明瞭な陥没帯が生じ、次第に拡大した。やや遅れて末端部付近の農業用水路に変状が生じ、ついに土塊はこの水路を押し出した形で下方の田へ広がった。平成5年10月以降はこのような激しい動きはおさまったものの数mm/日の確定的な動きが、平成6年6月頃まで継続した。この激しい変動期間には、パイプ打ち込みによる簡易調査をボーリング調査の代替として行った。

平成6年6月より本格的な地すべり調査を開始し、ボーリング調査、地すべり観測の結果から、地すべり機構断面図を作成した。その結果は図5に示す通りである。過去の地すべり活動の記録によると地すべり地の下半部は再活動型地すべりと判断できる。しかし、ため池決壊箇所を含む最頭部付近は、被災前の地形図では尾根地形を呈し、しかも観測による頭部付近の移動方向も主割線から西へずれていること、発生時の変動が極めて激しかったことなどから、初めて滑動したいわゆる初生型地すべりと判断している。この初生型地すべりの不安定化の要因は、長期の雨による泥岩の劣化の進行、クリープ変位による強度低下に加えて、ため池からの逸水が考えられる。そして、図5に示すように3つの独立した運動ブロックS1、S2、S3が次々と連動波及していったものである。

4. 地すべり対策工

図6に対策工計画平面図を示す。以下に計画の概要を説明する。

4.1 暗渠工（応急対策）

平成6年度当初の観測では、頭部及び末端部の伸縮計で数mm～数10mm/月の比較的大きな変位が続いており、本格的な対策工事を実施するためには、この変位を停止させる必要があった。地すべり活動が終息しない最大の要因は、頭部陥没帯～中央部にかけて地下水が供給され滞留しているためと考えられたため、まず応急対策として暗渠工（深さ3m）による地下水排除工事を実施した。対策効果としては地下水位低下に加え、末端部や側部のすべり面が浅くなっている箇所ですべり面を直接的に砕石で置き換えることによる強度増加を期待した。掘削工事中、短時間で周辺土塊が押し出すために、5～10m単位で掘削し、その後直ちに砕石を埋め戻す段取りで行い、約2箇月半で総延長約700mの暗渠工を完成させた。地すべり地内を縦断する幹線暗渠工が頭部陥没帯に達した時点で約8m³/日の排水が認められ、地下水位も除々に低下傾向を示し、地すべり変動も末端部付近以外はほぼ停止した（図-4）。

4.2 集水井工、杭工（恒久対策）

応急対策と並行して行ったボーリング調査、地すべり観測により、地すべり中央部から頭部にかけてはすべり面が5～7mと深くなっていることが確認された。応急対策により地すべり活動が小康状態となった時点ですべり面付近からの直接的な排水を目的とし、集水井工を2基実施した。集水井工実施に伴い、地下水位は急速に低下した。降雨時には瞬間的に地下水位は上昇するものの最大22l/分の排水が見られ、無降雨時にはGL-4m付近まで地下水位は低下する状態となり、排水対策としては良好な効果が得られた。さらに不足する安定度に対して、杭工による抑止対策を実施した。杭工は農地、農道、農業用水路復旧に伴う土工による地すべりへの影響を安定計算により評価した上で、3つの運動ブロックに対してそれぞれ1列ずつ、計3列実施した。

4.3 農地・農道・農業用水路の復旧計画

農地、農道、農業用水路の復旧計画に当たっては、原位置に復旧した場合、地すべり頭部への盛土や末端部での切土が必要となるため、農地復旧については高さを下げ、農道や農業用水路については迂回させるといった計画を立てて、極力地すべりへの影響を小さくした。また頭部に残った滑落崖は崩壊が続くため、土留工を計画している。以上の復旧工事は現在進められているところである。

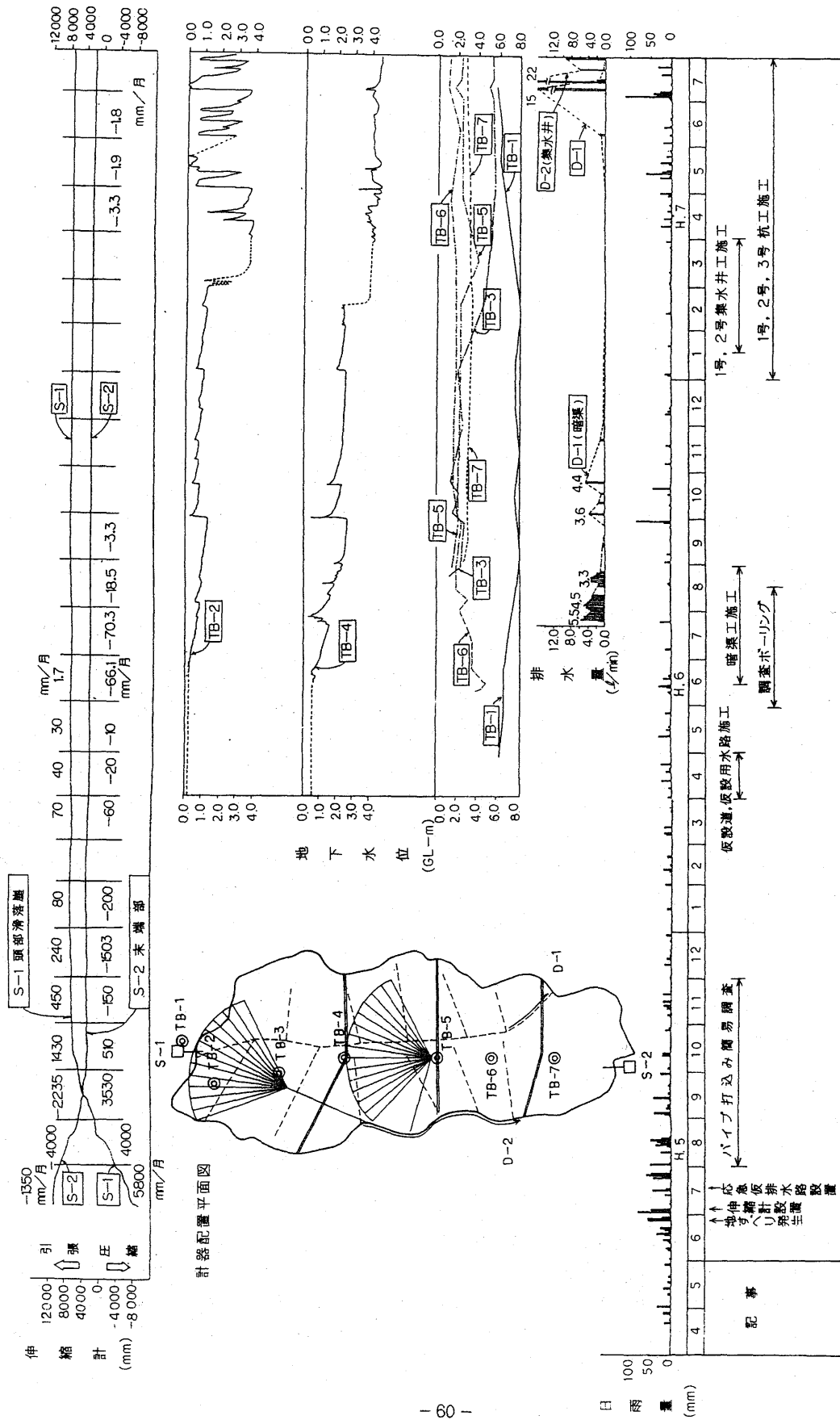


図4 地すべり観測結果図

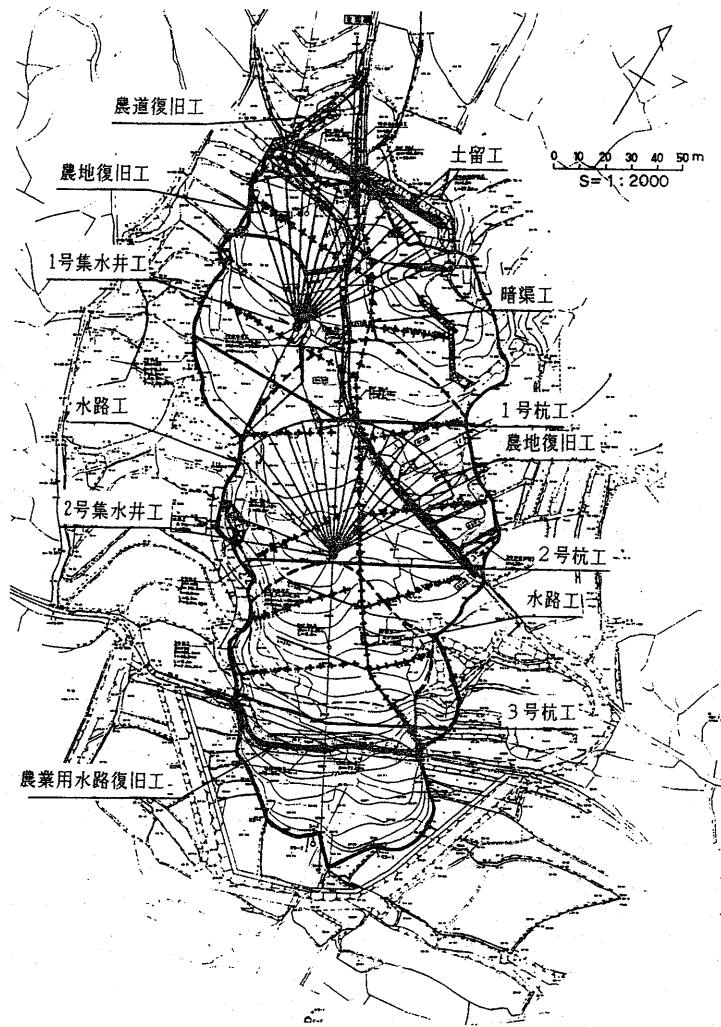


図6 対策工計画平面図

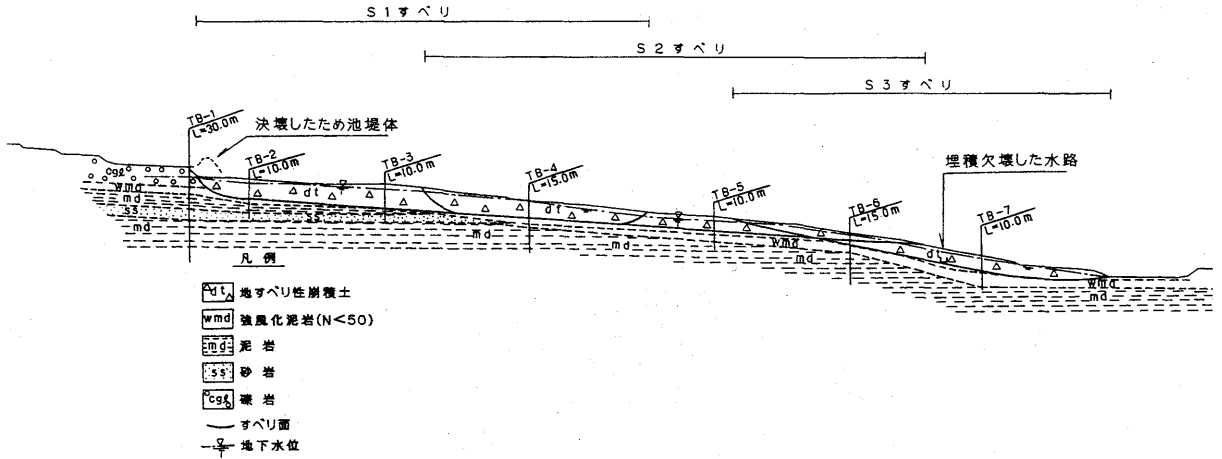
5. あとがき

平成5年度に著しい変動を伴う地すべりを発生させた地質的要因としては、吸水することにより著しく強度の低下をもたらすスメクタイトを多量に含むすべり面の存在、地下水の供給源となりうるいわゆるキャップロック状の礫岩層の存在などがあげられる。一方、誘因として、貯水池の漏水をもたらした老朽ため池の存在も見逃すことはできないだろう。

東大戸地区には大小様々のため池が多数存在している。江戸時代以降に築堤されたものが多く、中には地すべりにより発生した陥没地に水をためたものなどがある。近年、耕作地の放棄に伴い、このような老朽化したため池の維持管理も十分に行われにくくなり、漏水状態が放置される箇所も多い。今後は同様な土地利用条件を有する周辺地域も含めて、ため池の維持管理が地すべり地の保全に重要な課題となってくるものと考えられる。

6. 参考文献

永田聰、田中元、山田琢哉（1993）：岡山県東大戸地すべりについて、第33回地すべり学会研究発表講演集P. 79



時期	模式平面図	模式断面図	備考
被災前 ~H5.6			数10年前に活動した履歴のあるS2ブロック上方の斜面でクリープ的な変位が進み頭部にあったため池に亀裂が生じ、その下方斜面に向けて大量の水が供給された。
被災直後 H5.6~7			ため池決壊による地下水位上昇により初生的に発生したS1ブロックが大きく滑動した。(1次すべり)
被災後1ヶ月 H5.7			S1ブロックの滑動により休眠状態であったS2ブロック頭部への統荷及び地下水の供給が起こりS2ブロックの再活動が始まった。(2次すべり)
被災後数ヶ月 H5.7 ~ H5.10			再活動したS2ブロックは含水し斜面下方に向けて大きく滑動した。基盤岩がやや急勾配で分布するS2ブロック末端では土塊がさらに細分化する状態に発展した。
被災後数ヶ月以降 H5.10~			S2ブロック末端部は細分化し舌端部すべりとして表層の軟弱層をまきこみながら斜面下方まで滑動した。(3次すべり)

図5 地すべり断面図及び発生機構模式図