

氏名	ほり 俊 かず 堀 俊 和
学位の種類	博士 (農 学)
学位記番号	論農博第 2529 号
学位授与の日付	平成 16 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文題目	農業用ため池の豪雨災害に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 青山 咸康 教授 河地利彦 教授 三野 徹

論 文 内 容 の 要 旨

日本国内に20万箇所以上存在するとされている多くのため池は、いわゆる土堰堤と呼ばれる、ダムの規格以下の中小規模土構造物が貯水池の主構造物をなすものである。このような土堰堤のうちの多数が老朽化により、特に豪雨時に様々の被災を受け災害発生の引き金となっている。本論文は、このようなため池の豪雨時災害発生のメカニズムを解明し、さらに被災防止策の提案を行ったものである。老朽ため池の被災原因は、豪雨および地震に大別される。この10年間の被災調査結果をみると前者が90%程度と圧倒的に多く、豪雨がため池の安全性を脅かす最大要因となっていることが分かる。本研究では、このような視点から、老朽ため池が豪雨によってどのようなメカニズムで被災するかを、多数の事例調査を行って、その要因が(1)浸透破壊、(2)すべり破壊、(3)越流破壊の3つに分類できることを示し、各々の発生メカニズムを各種の室内実験により解析・実証した。また、現場の目視観察からは判定できない欠損の進行を地中レーダーにより検出・識別する手法を提案した。

浸透破壊とはハイドロリック・フラクチャリング(水理破碎)、ボイリング、パイピングといった土堰堤内浸透流の特殊挙動が原因となって生じる破壊の総称である。多くの事例から、この現象の発端となる現象は大小のパイピングホールの発生であることを示し、これが長期間にわたり拡大進展し、豪雨を契機に被災が顕在化すると結論を得た。

すべり破壊とは、豪雨時に貯水位が上昇し、これが浸潤面上昇を招くと共に、堰堤斜面への多量の降雨浸透作用と相互作用を生じて、堰堤の下流斜面のすべり安全性を低下させ、すべり破壊を導く現象のことである。ここでは浸潤面上昇と斜面への雨水浸入がどのように斜面を不安定にさせるかを、室内模型実験により検証・論証した。

越流破壊とは、豪雨による洪水流入量がため池の洪水吐能力を超え、洪水が土堰堤を流下することにより、斜面が浸食・流亡作用を受け、断面破壊～決壊に至るような被災を招く現象のことである。この問題は洪水吐能力設定の問題と、土堰堤斜面の耐浸食性とに分けられる。多くの現実のため池の場合、その規模ゆえに厳密な洪水流出解析に基づく規模の洪水吐を備えていない事が多い。従って問題解決には土堰堤の下流斜面の安定化が重要となることを指摘している。論文の全体構成は次のようになっている。

第1章は序論であり、日本と海外におけるため池災害を比較し、国内では豪雨被災が大半を占めるが、海外のレポートによれば地震被災の割合が高まる事を示した。第2章では、国内における豪雨災害の特質を現場調査データから分析した。その結果被災は、浸透破壊、すべり破壊、越流破壊の3つに類別できることを示し、それらの被災事例件数の割合は、およそ2:1:1であることを示した。第3章では、浸透破壊に関する現場調査と解析を示した。ハイドロリック・フラクチャリングとは土堰堤内部に生じている潜在的亀裂や、低応力ゾーンへ貯水が圧力をもって浸透し、新たな亀裂の発生や既に存在する亀裂の進展を招く現象のことである。この現象は従来 Terzaghi が論証したボイリング現象と混同されていたが、1975年の米国 Teton ダム決壊事故の主要因と結論され、以後この現象の重要性が認識されたものである。浸透破壊を生じたと推定される被災ため池の多くに、複数個のパイピングホールが堤体の上流から下流へ貫通している事実を示した。このホールの

発生はハイドロリック・フラクチャリングによるものと考え、その発生と進展のメカニズムを室内模型実験により検証した。すなわち、一定拘束圧下の粘性土供試体に細管から圧力水を注入させ、破碎発生時の様子を軟X線で観察することによって、この現象は一挙に被災を導くものでなく、逐次的にホールの進行を促すものであることを示した。第4章ではすべり破壊の問題を扱い、現場における事例と貯水・降水実験の可能な室内模型試験の結果を引用して、その破壊メカニズムを論じた。第5章では、越流破壊の問題を現場での事例を分析することなどで論じた。第6章では、地中レーダーを活用することにより、目視できないパイピングホールの検出が可能な事を示した。第7章では、以上に行った分析の取りまとめと結論を示した。

論文審査の結果の要旨

ため池はダムの規格以下の小規模で歴史的な土堰堤を主要構造とする貯水池であり、その水田灌漑に果たす役割の他、地域の環境に果たす効果が評価されているところである。この研究は特に老朽化したため池が豪雨時被災する事例が多い事に着目し、57箇所の被災ため池の事例を検証することによって、その被災原因を浸透破壊、すべり破壊、越流破壊の3つに分類し、それぞれの破壊メカニズムを実験で検証した。評価できる点は以下の5点である。

1. 豪雨被災の半数近くを占める浸透破壊の現場を調査することによって、その発端が、色々な規模でのパイピングホールの発達にあることを指摘した。またその発達の基本メカニズムはハイドロリック・フラクチャリングにあるとし、粘性土におけるハイドロリック・フラクチャリング試験を行った。

2. 上記ハイドロリック・フラクチャリングの実験結果から、この現象による亀裂の進展は、瞬時に広がる亀裂の発達が、浸入水圧の増加につれ、間歇的に起こることを見出した。このことから、一度の豪雨浸透によりパイピングホールが貫通するのではなく、貯水位の上昇下降の反復により段階的に、また長期間に亘り浸透破壊が進展するものと推論した。

3. 降雨・貯水池模型実験によりすべり破壊の発生メカニズムを明らかにした。すべり破壊は豪雨時の急速な貯水位上昇に伴う浸潤線の上昇が、堰堤下流斜面に達した時に生ずることを確認し、さらに降雨による雨水浸透が浸透水の流れを、堰堤の通常設計時に考慮するのとは異なった状態にさせることを指摘した。すなわちすべり破壊では、貯水位の状態と降雨パターンの組み合わせが、破壊を支配する大きな因子となることを示した。

4. 越流破壊の発生要因については、洪水吐規模の不適切な設定が最大要因となることは論を待たないが、各種の条件からこれを適正化することの困難な場合が多いことを考慮し、下流斜面の耐浸食性向上が被災防止に効果的であるとしたこと。例えば、下流斜面全体を蔓性植物で緊密に覆うと、越流に対して高い抵抗力のあることを示した。

5. 地中レーダーにより堰堤内部を通る、不可視のパイピングホールを検出できることを示した。

以上のように、本論文は、豪雨時のため池被災の現場調査と室内実験から、ため池の破壊原因を明確にしたものであり、ダム工学、防災工学、施設機能工学に貢献するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成16年2月16日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。