

鋼製透過型砂防堰堤を構成する鋼管部材および骨組構造の耐荷性能に関する研究

國領, ひろし

<https://hdl.handle.net/2324/4784723>

出版情報 : Kyushu University, 2021, 博士 (工学), 論文博士
バージョン :
権利関係 :

氏 名 : 國領ひろし

論 文 名 : 鋼製透過型砂防堰堤を構成する鋼管部材および骨組構造の耐荷性能に関する研究

区 分 : 乙

論 文 内 容 の 要 旨

鋼製透過型砂防堰堤は、1970年後半に初めて建設されて以来、これまで荒廃した山間部の溪流や土石流発生の高危険性の高い溪流に数多く建設され、土石流災害の防止に大きく貢献してきた。急峻な地形を有し、台風、地震や火山活動が頻発する我が国では、土砂災害の発生件数も年々増加傾向にあり、2007年の「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説」では、土石流・流木捕捉のための砂防堰堤は、透過型の砂防堰堤が基本とされていることから、鋼製透過型砂防堰堤の需要は今後益々増加するものと考えられる。一方、近年では気候変動に起因するとされる集中豪雨や台風勢力の増大により、土石流の規模も甚大化し、これまでに建設されてきた鋼製透過型砂防堰堤が損傷を受ける事例が散見されるようになってきた。

鋼製透過型砂防堰堤に対する現行の設計基準は、100年超過確率の降雨により発生する土石流規模を対象に、許容応力度法を基礎として体系化されており、未だ性能設計には移行されていない。また、鋼製透過型砂防堰堤は土石流中の巨礫等の衝突を受ける構造物であることから、鋼製透過型砂防堰堤を構成する各部材に対しては土石流中の巨礫の衝突に対する安全性が要求される。このため、「土石流・流木対策設計技術指針」では、鋼製透過型砂防堰堤の構造面からリダンダンシー（冗長性）の必要性が示されている。しかしながら、鋼製透過型砂防堰堤が損傷を受けるような大規模な土石流や土石流のばらつきに対する安全性照査法およびリダンダンシーの定量的な評価法は未だ開発されておらず、これらの評価法は鋼製透過型砂防堰堤を計画、設計するうえで重要な安全性評価項目として期待され、基礎的検討の必要性が高まっている。

そこで本研究は、鋼製透過型砂防堰堤を構成する鋼管部材および骨組構造の耐荷性能に関する基礎的検討を行うものである。すなわち、まず鋼製透過型砂防堰堤を構成する鋼管部材として、鞘管支持による鋼管部材および礫衝突を受けるフランジ継手を有する鋼管部材について、その耐荷性能を実験および解析的手法を用いて検討する。次に、鋼製透過型砂防堰堤の骨組全体としての保有耐力を明らかにし、そのうえで大規模土石流などの大規模外力に対する安全性照査法を提案する。さらに、鋼製透過型砂防堰堤としてのリダンダンシーおよびロバストネスを定義し、それぞれの定量的評価法を提案するものである。

本論文は7章で構成され、本研究における各章の内容と成果の概要は以下のようになる。

第1章「序論」では、本研究で対象とする鋼製透過型砂防堰堤の現状とこれに関係する既往研究および設計基準類を整理し、現行設計法とその問題点について述べた。そのうえで、鋼製透過型砂防堰堤の安全性の観点から、鋼製透過型砂防堰堤を構成する部材および構造全体に対する耐荷性能、およびその安全性評価法に関する研究の必要性を示した。

第2章「鞘管に支持された鋼管部材の耐荷性能」では、平面格子構造の鋼製透過型砂防堰堤で用

いた鞘管支持による鋼管部材を対象に、実大静的載荷実験および FEM 解析によりその耐荷性能を検討した。これより、鞘管支持構造は載荷の進行とともに固定支持状態に近い耐荷性能を示すことを明らかにした。さらに、鞘管支持による鋼管部材に対し、局部変形を考慮した現行設計式の適用が可能であることを示した。

第3章「フランジ継手を有する鋼管部材の耐荷性能に関する実験的検討」では、フランジ継手を有する実物大の鋼管部材を対象に、載荷位置を変化させた静的および動的載荷性能実験を行い、その損傷状況と耐荷性能を検討した。これより、載荷位置が継手に近い場合には、継手から遠い場合に比べてせん断力の影響が大きいことを明らかにした。また、FEM による再現解析を行い、実験結果をほぼシミュレートできることを示した。

第4章「フランジ継手を有する鋼管部材の耐荷性能に関する解析的検討」では、フランジ継手を有する鋼管部材を対象に、礫の衝突位置の違い、および載荷方法（静的および衝突載荷）の違いによる耐荷性能を解析的に検討した。これより、継手に礫が直撃する場合は、継手間の鋼管に礫が衝突する場合に比べて継手の損傷が大きいことを明らかにした。また、フランジ継手に対し、3つの補強モデルを提案し、その有効性について示した。

第5章「鋼製透過型砂防堰堤の耐荷性能と保有耐力照査法」では、まず構造形状の異なる3つの鋼製透過型砂防堰堤モデル（2次元骨組モデル）を対象に、増分弾塑性解析を行い、構造形状の違いが耐荷性能に与える影響を明らかにした。次に、大規模土石流などの大規模外力に対する鋼製透過型砂防堰堤の新たな安全性照査法として、エネルギー一定則を用いて構造全体の塑性域までを考慮した保有耐力照査法を提案した。

第6章「鋼製透過型砂防堰堤のリダンダンシーおよびロバストネスの定量的評価」では、鋼製透過型砂防堰堤としてのリダンダンシーを部材消失前の余剰耐力比と部材消失後の残存耐力比、ロバストネスを偏心載荷による耐力低下率と定義した。また、構造形状の異なる3つの鋼製透過型砂防堰堤モデル（3次元骨組モデル）を対象に、正面載荷および偏心載荷による耐荷性能を増分弾塑性解析により明らかにした。そのうえで、リダンダンシーおよびロバストネスによる定量的評価法の適用性を示した。

第7章「結論」では、本研究で得られた成果を総括し、今後の展望について述べた。