

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 松島 健一

我が国の膨大な農業水利施設の中には、老朽化ため池のように現在の設計基準を満たしていないものが数多く残され、毎年のように自然災害による被害が発生している。そのため、従来工法のみならず、新しい補強技術を積極的に導入し、経済的で耐久性の高い補強対策を講じていく必要がある。本研究では、全国に20万箇所以上あると言われるため池など、早急な補強対策が必要な水利構造物を対象に、自然災害（地震、豪雨による越水）に強いため池堤体を開発するため、ジオシンセティックスおよび土嚢積層システムを用いた改修技術の適用性について検討している。

本論文では、第一に、設計の基本となるジオシンセティックスと土質材料からなる複合材料の強度変形特性を把握するとともに、高い強度発現を生み出すメカニズムを解明し、効果的なジオシンセティックスや土嚢の配置および土質材料の特性が検討された。第二に、ため池堤体など、重要な水利構造物を対象に補強メカニズムから導き出された新しい改修技術を考案し、耐震性および堤体越流に対する耐侵食性の観点から、現場レベルでの有効性が検証された。

まず、ジオグリッドにより引張り補強された土質材料の補強メカニズム解明においては、補強材端部を制御できる大型直接せん断試験を開発することにより、既往研究では把握できなかった補強材引張り力の再配分過程と定着長の影響が評価された。これにより、変形量が小さい段階～大きな段階までの補強材引張り力と強度発現の関係が明らかになった。

- a) 土にひずみ軟化前（変形量が小さい状態）では、土のダイレタンシーによる引張り拘束によって強度が増加する。
- b) 土のひずみ軟化後（終局的な状態）も、補強材がせん断変位を拘束するため、強度低下が生じず、土の脆性的な挙動が改善される。

さらに、高い引張り補強効果を引き出すには、供試体膨脹量が大きく、せん断変位量が大きい段階まで高い強度が維持でき、かつ、引抜け抵抗力が大きい大粒径材を使用することが有効であることが解明された。この補強原理は土嚢の拘束メカニズムにも共通し、大粒径材を使用することで、圧縮剛性の改善ならびに土嚢自体のせん断破壊を抑制することができることがわかった。

次に、土嚢積層システムが抱える以下の2つの設計上の課題解決を図るため、土嚢積層体の圧縮・水平せん断試験を実施し、強度・剛性に優れた土嚢積層システムについて検討された。

- 1) 土嚢は終局的な圧縮強度は高いが、圧縮変形量が極めて大きい。
- 2) 圧縮強度に比べて滑動抵抗力が遙かに小さい。

その結果、土嚢の圧縮剛性を改善するためには、同一の圧縮変形量に対して高い拘束効

果を発揮させることが重要であり、それには、3つの要件、①扁平形状、②引張剛性の高い土嚢材、③十分な締固めが有効であることを明らかにした。

さらに、上記の土嚢を傾斜積層することにより、設計上の課題であった滑動抵抗力の問題を解決し、強度・剛性に優れた土嚢積層システムを開発した。

実用段階においては、実物大の振動実験および越流破堤実験により土嚢積層システムとジオグリッドを適切に組み合わせた堤体構造により、耐震性や耐侵食性に優れた改修技術を実現した。さらに、実用化のための設計・施工技術を開発し、復旧事業に結びつけている。

以上、本論文は、ジオシンセティックスを用いた土質材料の補強メカニズムを解明し、強度・剛性に優れた土嚢積層システムを開発して、ため池に適用するなど、基礎研究から応用までの課題解明を行ったものであり、学術上寄与するところが大きい。よって、審査委員一同は本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。