

越流許容型ため池堤体の構造的特徴と施工試験

Structural features of earth dams allowing overtopping and a full-scale construction test

松島健一*山崎真司**毛利栄征* Aqil Umair*龍岡文夫***

MATSUSHIMA Kenichi*, YAMAZAKI Shinji**, MOHRI Yoshiyuki*, AQIL Umair* and TATSUOKA Fumio***

1. はじめに

近年では集中豪雨や地震によるため池の決壊によって下流地域への二次災害の危険性が高まり、防災上の大きな課題となっている。これらの問題に対応するには、従来工法だけでなく新たな設計概念を取り入れた経済的で災害に強い工法が必要になる。そこで、決壊の原因の一つである越流現象に注目し、一時的な越流を許容できるため池堤体を提案してきた。本研究ではその堤体の構造的な特徴や実証試験による施工性などについて紹介する。

2. 構造形式と施工性

構造形式 堤体は土嚢とジオシンセティックスを組み合わせた構造となっている(図-1)。土嚢形状は薄平状で、土嚢本体から付随するテール及びウイング部から構成されている。土嚢は堤体斜面に内側に向かって傾斜するように積層してある。土嚢のテールおよびウイングはそれぞれ背面土および隣接する土嚢に敷き込まれている。さらに、堤体下流斜面には部分的に透水性の高い材料を中詰め材とした長尺土嚢が配置されている。

実証試験では図-2に示すように、再生砕石(RC-40)と関東ロームの2種類を中詰め材とした土嚢を用いて高さ3.2m、上流勾配1:1.8、下流勾配1:1、奥行幅21m(うち再生砕石区間:10m(越流部含む)、関東ローム区間:11m)の堤体を構築した。堤体材料には関東ロームを用いた。土嚢形状は高さ200mm幅650mm奥行2,300mm、テール部1,000mm、ウイング部750mmで構成されている。また、下段から1,2段には再生砕石を中詰め材とする長尺土嚢を配置した。完成後の様子を写真-1に示す。

施工性の確認 土嚢の作成には、煩雑な作業が多く、これを改善する必要があった。本施工では写真-2に示すようにバックホウに装着した中詰め材投入機を用いて、所定位置に設置した土嚢袋に中詰め材を投入する方法を考案した。この方法では従来必要な投入・運搬の作業が省略でき、大幅に施工性を向上することが可能である。土嚢の転圧は、土嚢間に再生砕石を目詰めした後に、同じくバックホウに装着した転圧機によって15°の傾斜面に対して垂直に転圧を行った(写真-3)。この方法では法肩も安全に十分な転圧が可能であった。

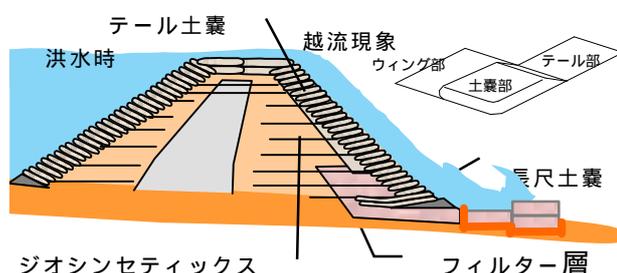


図-1 土嚢形状および堤体構造
Structure feature of small earth dam with soil bags

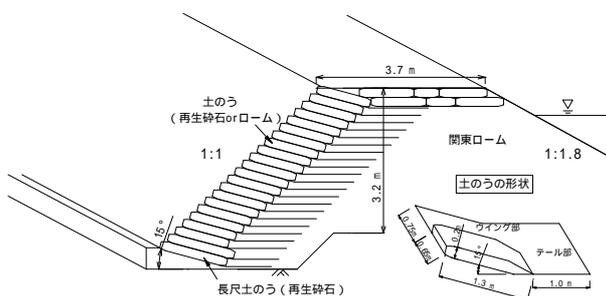


図-2 実証試験
Details of prototype test



写真-1 完成後の様子
The small earth dam after construction



写真-2 中詰め材投入の様子
Filling of soil into soil bag



写真-3 転圧の様子
Compaction of soil bag

3. 特徴

構造的安定性 土嚢の圧縮特性（締固め有・無）を図-3 に示す¹⁾。土嚢は土嚢材による引張補強効果によって内部の中詰め材が拘束を受けることにより、高い圧縮強度を発揮するが、圧縮剛性が低いことに問題がある。土嚢の強度発現メカニズムによると（図-4）、土嚢材に動員される引張力に起因して圧縮強度が増加するため、圧縮量が増大するほど剛性が増加する（図-3）。そのため、圧縮剛性を高めるには、今回提案した土嚢のように、あらかじめ転圧によって引張力を働かやすくし、土嚢の厚みを薄くして拘束効果を高めることなどが有効になる。

土嚢のせん断特性については（図-5）、水平積み（ $=0^\circ$ ）の場合では応力比が 0.377 と低く、地震時では土嚢の抜け出しや大きな変形を引き起こす可能性が高くなる。一方、傾斜積み（ $=18^\circ$ ）では、水平積みのせん断応力比に比べて約 1.6 倍に強度が増加する²⁾。さらに、テール部は背面土と一体となって背面のすべりの発達を阻害し³⁾、テール部を含む堤体と土嚢の一体化が図られ、擬似的な擁壁として機能することが期待できる。

耐越流性 耐越流性を高めるには、越流水による掃流力によって生じる土粒子の流れ出しを防止することが重要である。そのためには、シート系や植生などの被覆によって土粒子に接触する越水を減速させ、掃流力を極力低下させる。あるいは、土粒子そのものを土嚢などによって拘束する方法等が挙げられる⁴⁾。ため池の場合は、貯水による浸透状態に加え、越水継続時間が長くなると、下流法先部分に飽和状態に移行しやすくなるので、表層付近の有効応力を保持させておくことが望ましい。これらの点で、低拘束領域下でも拘束効果を発揮する土嚢の方が浸透に対しても安定性に優れていると考えられる。

4. おわりに 越流許容型ため池堤体の実証試験を実施し、その施工性を確認した。そして、その構造的な特徴を紹介した。今後は、実大ため池堤体の越流挙動や土嚢の耐候性について検討を踏まえ、現地適用を図っていきたい。

参考文献:1)松島健一ほか：土嚢の圧縮特性に関する研究～ため池堤体への適用性～、第20回ジオシンセティックス論文集, pp.101-108,2005

2)Aqil, U. et. al :Failure mechanism of geosynthetic soil bags in lateral shearing, 第41回地盤工学研究発表会, 第41巻,投稿中

3)松島健一ほか：直接せん断試験による補強土のせん断帯パターンについて, 第37回地盤工学研究発表会, 第37巻, pp.765-766, 2002

4)松島健一ほか：越流許容型ため池の越流実験 -土のうを用いたため池堤体-, 平成17年度農業土木学会大会講演会, pp.606-607, 2005

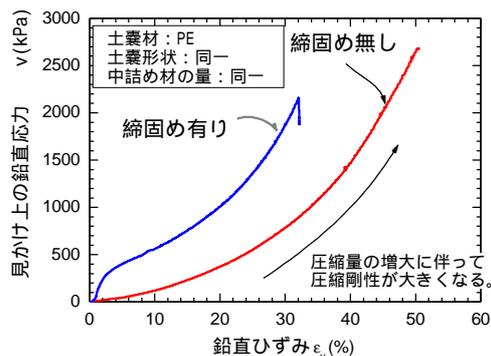


図-3 土嚢の圧縮特性
Compression characteristics of soil bags

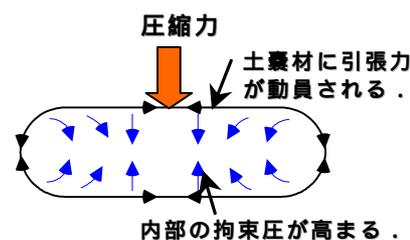


図-4 土嚢の強度発現メカニズム
Mechanism of soil bags during compression

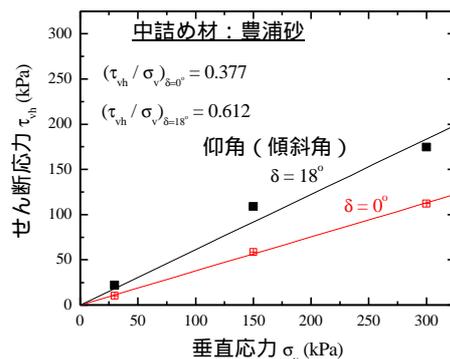


図-5 土嚢のせん断特性
Shear characteristics of soil bags