

スマートガビオンを敷設したため池堤の斜面安定性

Slope stability of earth embankment covered with Smart Gabion

小林千佳子*・高橋直哉*・小林秀一**・小林龍平**・稲葉一成***・○森井俊廣***

Kobayashi, C., Takahashi, N., Kobayashi, S., Kobayashi, R., Inaba, K. and Morii, T.

1. スマートガビオンの開発・実装化に向けた技術課題

頻発する豪雨出水により越水損傷を受け、多くのため池が危険にさらされている。際限なく増えるようにもみえる降雨量を前に、越水は許容するとして、現在のため池堤体自身に越水に耐えられる能力、つまり耐越水性能を新たに創出するのが現実的な対策の一つになる。その具体的な案として、図1に示すように、ため池堤の天端および下流斜面に鉄線かご枠マットタイプの平張り石礫層（スマートガビオン）を敷設し、斜面土の浸食を抑制し堤体損傷が起きないようにしながら洪水による越水流れを安全に放流できる耐越水補強工を提案した¹⁾。実装化に向けては、①越水掃流に対するスマートガビオンの構造安定性²⁾、②低減された流速状況における斜面土の浸食抑制効果、③ため池堤の斜面安定性への影響および④スマートガビオン自体の表層すべりに対する安定性を定量評価する必要がある。本文では、スライス法と平面ひずみ応力・変形解析に基づき、上記の技術課題③に関する検討の成果を報告する。

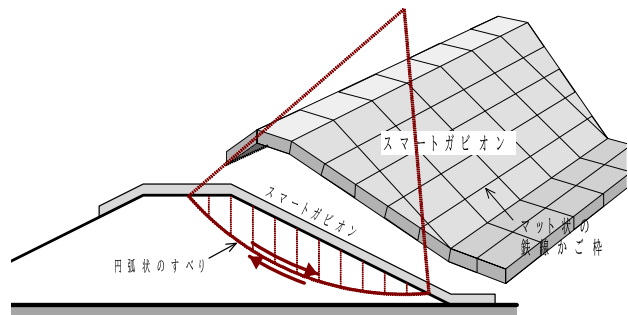


図1 スマートガビオンを用いたため池堤の耐越水補強工

2. ため池堤の斜面安定性に及ぼすスマートガビオン敷設の影響

ため池堤の深さ 2~4m 位置における鉛直応力はだいたい 30~60kN/m² であり、ここに 0.3~0.5m 厚のスマートガビオンを敷設すると 5~9kN/m² ほどの応力増分が生じ、堤体斜面の応力状態とすべり安定性に影響を及ぼすことになる。図2に示すように、 N 値 10 程度の砂質系強風化岩基盤に築造された高さ 8m および 4m の粘性土系堤体 (N 値 3 程度に設定) を想定し、円形すべり面スライス法³⁾によりスマートガビオン敷設にともなう安全率 F_s の変化を調べた。アンカーなどを用いて固定することはしないため、スマートガビオンは鉛直下向きの上載荷重（表面荷重）としてモデル化している。図3に、ため池堤の高さ、スマートガビオンの厚さおよび震度係数の条件を組み合わせた 8 ケースについて F_s をまとめる。総じて、スマートガビオンを敷設することにより斜面安定性が劣悪化することはないと判断できる。地震時には押え盛土的效果により F_s の低下を抑えることができそうであるが、これは上記の表面荷重としてのモデ

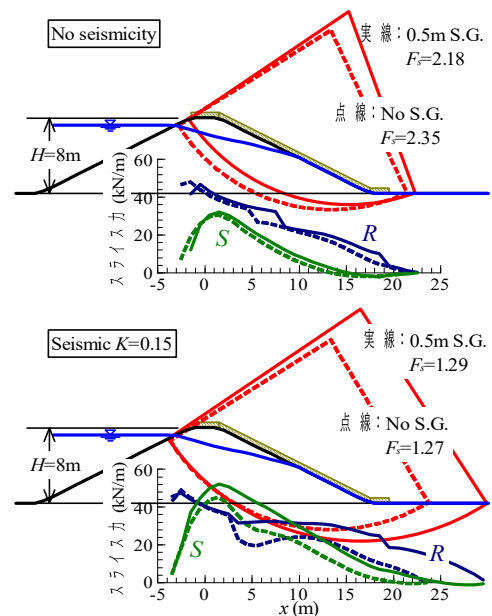


図2 スマートガビオン(0.5m厚)敷設時のため池堤の斜面安定性

*東網工業株式会社 Tomokogyo Co. Ltd., **株式会社水倉組 Mizukuragumi Co. Ltd., ***新潟大学自然科学系 Institute of Science and Technology, Niigata University

キーワード：ため池堤，耐越水性能，耐越水補強工，スマートガビオン，斜面安定，応力変形挙動

ル化の結果に基づくものであり、地震時に作用すると想定される横方向慣性力を考慮すると必ずしも実際的であるとはいえないかもしれない。

3. ため池堤の応力変形挙動

スマートガビオンの敷設によって堤体内にモビライズされる主応力差 $(\sigma_1 - \sigma_3)_m$ を、破壊時の最大主応力差 $(\sigma_1 - \sigma_3)_f$ と比べることにより、応力度に基づく要素安全率 F_s^e を通して、堤体内の局所的な安全性を知ることができる。図4に、弾性FEM解析による応力分布から算定した、スマートガビオン敷設にともなう要素安全率の変化量 ΔF_s^e を示す。スマートガビオンの自重は鉛直方向の表面荷重として作用させた。土の自重

および震度法に相当する水平方向慣性力は、それぞれ、節点荷重ベクトルの-y方向成分および一律下流方向に向けx方向成分に分配した。スマートガビオンの敷設により F_s^e が低下

するが、その範囲はスマートガビオン直下の斜面表層部に限定される。地震時には、表面荷重が押え盛土的な働きをして、この斜面表層部における安全性の低下を抑えることがわかる。

下流斜面に生じる変位を図5に示す。堤体土の弾性係数は、 N 値との関係から $2,100\text{kN/m}^2$ に設定した⁴⁾。沈下量は堤頂ブリンクで $0.02\sim 0.04\text{m}$ （堤高比で $0.25\sim 0.5\%$ ）とわずかであり、ため池の管理運営に支障をきたすものではないことを確認できた。

4. まとめ

ため池堤に新たに耐越水性能を創出することを目的に、スマートガビオンを用いた耐越水補強工を提案した。その実装化に向け解決すべき技術課題として、堤体の斜面安定性に及ぼす影響を円形すべり面スライス法と応力変形解析により調べた。スマートガビオンの敷設にともない堤体斜面が不安定化するようなことはなく、押え盛土的な効果を期待できる可能性があることを明らかにした。本研究開発は令和3年度官民連携新技術研究開発事業（新技術開発研究）の一環で進めている。ここに記してご支援に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 小林秀一他：スマートガビオンを用いたため池堤の耐越水補強工の開発，第71回農業農村工学会大会講演会，2022。
- 2) 小林龍平他：越水掃流に対するスマートガビオンの構造安定性，第71回農業農村工学会大会講演会，2022。
- 3) 農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準 設計「ダム」技術書〔フィルダム編〕，p. II-97-111，2003。
- 4) 地盤工学会(編)：地盤調査の方法と解説，pp. 686-693，2013。

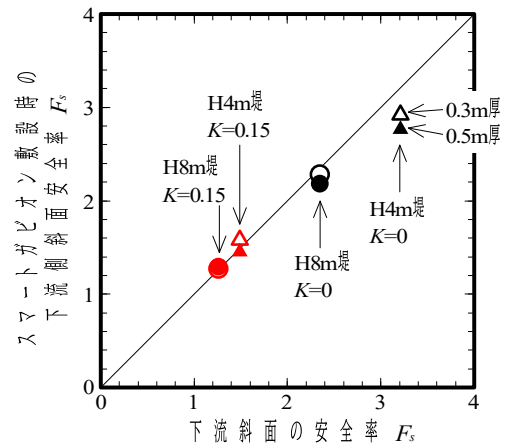


図3 スマートガビオン敷設にともなう安全率の変化

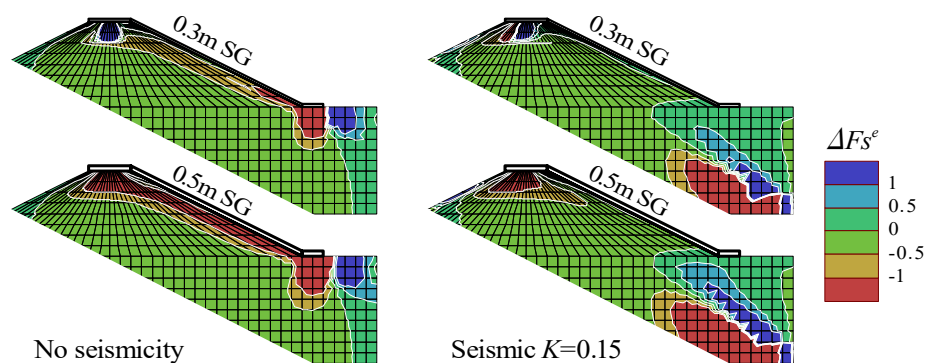


図4 スマートガビオン敷設にともなう要素安全率の変化

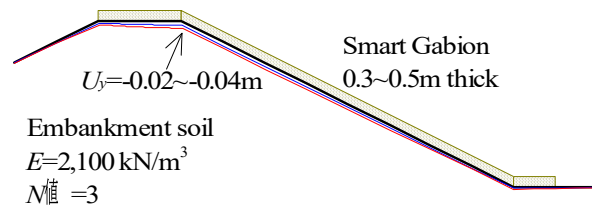


図5 スマートガビオン敷設にともなう堤体表面変位