

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

Innovative proposal for overtopping protection of irrigation pond by using Smart Gabion

○小林秀一*・小林龍平*・高橋直哉**・鈴木哲也***・森井俊廣***

KOBAYASHI Shu-ichi, KOBAYASHI Ryuhei, TAKAHASHI Naoya, SUZUKI Tetsuya and MORII Toshihiro

1. 耐越水性能の創出

水資源が場所と時期で偏在する国内にあって、ため池は「水土」基盤を構成する重要な要素の一つである。近年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

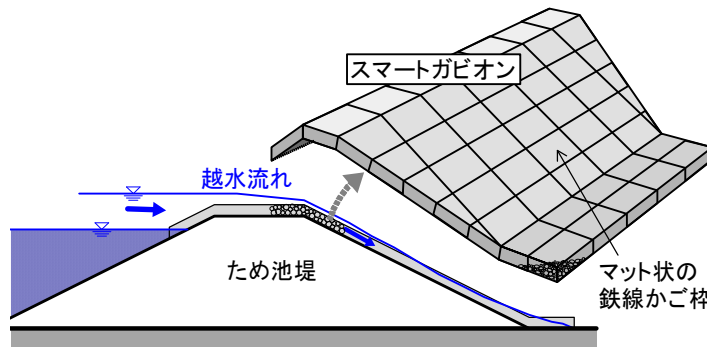


図1 スマートガビオンを用いたため池堤の耐越水補強工

耐越水性能を新たに創出するのが現実的である。それを効果的に実現するのが耐越水補強工であり、具体的には、図1に示すように、鉄線かご枠マットタイプの平張り石礫層をため池堤の天端および下流斜面に敷設し、越水流れによって生じる斜面土の浸食を抑制し堤体損傷が起きないようにする。

鉄線かご枠に石礫材を詰めた構造体は蛇かご（ガビオン）と呼ばれる。石礫材を詰めた単純な構造体であるが、過酷な越水掃流力のもと構造安定性を保ちながら流れを水理的にうまくコントロールし、堤体斜面土の浸食損傷を安全に抑制できることから、これらの有能（スマート）さを強調して、かごマット状石礫層を「スマートガビオン」と呼称する。これにより広く農業農村整備分野からの関心を得て、効果的な耐越水補強工として普及を図っていきたい。

2. 想定される越水量ならびに越水掃流下におけるスマートガビオンの構造安定性

全国110か所のフィルダムにおける設計洪水流量の調査²⁾から、図2に示すように、おおよそ標準的には0.5km²以下、最大限に見積もっても1km²以下の流域面積のため池では、単位堤頂長当たりの越水流量は0.1~0.2m³/s/m程度と推定される。

これを上回る越水流量でかつ傾斜角を20°と30°として、大型傾斜水路を用いて越水実験を実施した(図3)。厚さ0.3mないし0.5m、かつ粒径100~200mmで石詰めされる石礫層とすれば、掃流下で構造安定性を確保しながら想定される最大越水量を安全に処理できること、また護岸設計の構造モデルにより無次元限界掃流力を逆算すると0.25ほどにもなり、鉄線かご枠によって大きな構造安定性を有することが明らかとなった³⁾。

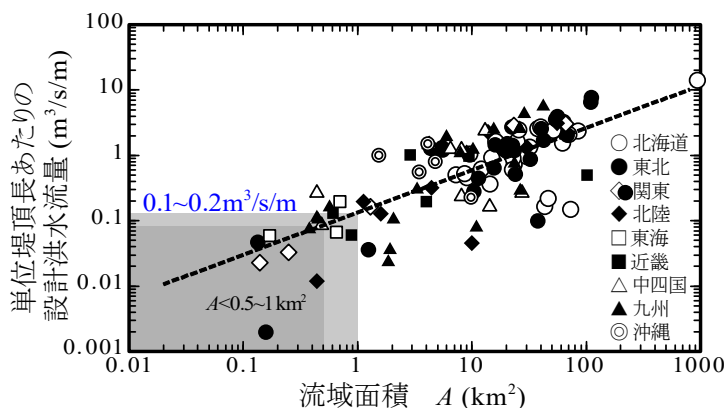


図2 既設フィルダムの単位堤頂長あたりの設計洪水流量と流域面積との関係

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

キーワード：工法・施工，洪水流出，ため池堤，耐越水性能，耐越水補強工，スマートガビオン

3. ため池堤の斜面安定性に及ぼす影響

スマートガビオンの敷設により堤体下流斜面に一樣に表面荷重が作用することになるため、斜面安定性に及ぼす影響の度合いを定量的に評価しておく必要がある。堤高4mと8m規模のため池堤の斜面安定計算(図4に一例を示す。)によると、震度がないケースでは安全率の値は上流側斜面で10~15%程度、下流側斜面で5~10%程度低下する。しかし、震度係数0.15の地震時では様相が変わり、上流側斜面で数%~5%、下流側斜面では0~数%と数値上ではほとんど影響がなく、逆に安全率が増加するケースもみられる。これは、スライスに対し地震時に作用する慣性力とスマートガビオンによる押え盛土の鉛直荷重との相対的なバランスによって起きるものである。総じて、スマートガビオンにより地震耐性が劣悪化することはなく、保持ないし若干の向上が期待できそうである⁴⁾。法尻近傍でスマートガビオンの敷設を延長するあるいは厚さを大きくするのは容易であり、それが越水処理能力に影響することはないため、このような押え盛土の効果を積極的に活用することも可能である。

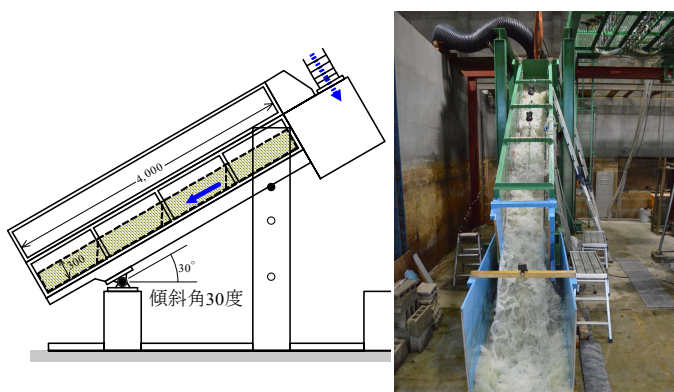


図3 傾斜水路装置の構造概要と実験の様子(水路長4m×幅0.5m, 最大越水流量0.35m³/s/m, 傾斜角20および30°, 粒径100-150および150-200mm)

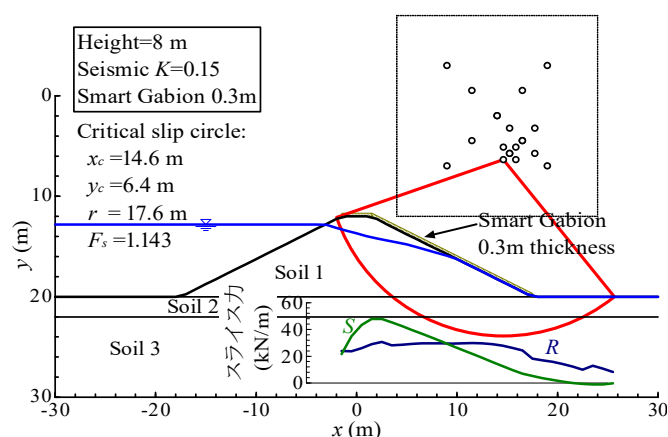


図4 厚さ0.3mのスマートガビオンを敷設した堤高8mのため池堤の斜面安定性(設計震度0.15)

4. まとめ

ため池堤の耐越水補強工として、鉄線かご枠に粒径100~200mmの石礫材を詰めたスマートガビオンを提案した。その越水処理能力、越水流れ下の構造安定性ならびに斜面安定性への影響について、水路実験および斜面安定計算により検討を行い、スマートガビオンのすぐれた実効性を明らかにした。本補強工は、越水を許容したうえでため池堤に耐越水性能(=豪雨耐性)をあらたに創出しようとするものであり、際限なく増加するようにもみえる豪雨・洪水流量に対する有効な対策と位置付けられる。「外付け」・「後付け」の工法であり、低経費で短期に施工できることから、その開発と実装化はため池保管理に十分に貢献しうると考える。

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。事業を所管しご支援いただいている農林水産省農村振興局の関連の皆さま、ならびに傾斜水路実験で技術助言をいただいた農研機構農村工学研究部門の関連の皆さまに厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 森井俊廣: スマートガビオンを用いたため池堤体の耐越水補強工の研究開発, 農業用ダム研究会シンポジウム 2021年11月9日, (公社)農業農村工学会主催, pp.191-212, 2021.
- 2) 農林水産省農村振興局(監): 土地改良ダム総覧, 土地改良建設協会, 2018.
- 3) 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.
- 4) 小林千佳子他: スマートガビオンを敷設したため池堤の斜面安定性, 第71回農業農村工学会大会講演会, 2022.