

ガビオンマットレスを用いたため池越水保護工の安定性モニタリング

Stability monitoring of overtopping protection using gabion mattresses

○小林龍平*・小林秀一*・板垣知也*・高橋直哉**・小林千佳子**・森井俊廣***

KOBAYASHI R., KOBAYASHI S., ITAGAKI T., TAKAHASHI N., KOBAYASHI C. and MORII T.

1. はじめに

ため池堤の天端および下流斜面に鉄線かご枠詰め層を平張り状に敷設し、斜面土の水食を防止し堤体損傷が起きないようにしながら越水流れを安全に放流できる図1の越水保護工の開発を進めてきた^{1,3)}。構造安定性や水食防止機能等の課題検討を通して技術フローや実装化に向けた小規模ため池を対象に試験施工を実施して、施工後の安定性モニタリングを継続している⁴⁾。本報は、地震後の試験施工箇所の滑り安全性とガビオン越水保護工の構造安定性について推察するとともに、安定性モニタリング結果について示す。

2. 西谷堤のすべり安全性

2024年1月1日16:10に発生した令和6年能登半島地震(M7.6, 最大震度7)により、新潟県においても大きな震度と共に液状化を中心に戦災が生じた。西谷堤より北北西5.2kmに位置する見附市昭和町観測点での強震観測データは表1の通りである⁵⁾。観測点からの距離が短く、堤高が3.5mと小さいことから、堤体斜面が向かう東西方向の最大加速度152.8galがそのまま堤体に作用したと設定して、円弧すべり法により堤体の安全性を調べると、図2となる。水平震度は最大加速値より0.156となり、ガビオン越水保護工(厚さ0.3m, 嵩単位体積重量16.6kN/m³)

は堤体斜面に表面荷重として作用するとしている。図2より、かなり大きな加速度が加わったが、堤体はおおむね安全な状況であったことが確認できる。

3. ガビオン越水保護工の構造安定性

ガビオン保護工は単純に堤体表面に被覆敷設したものでアンカーピンなどによる固定は行わないため、たとえば前田らによる護岸張ブロックの遠心載荷実験⁶⁾で観察されたように、地震動を受けると浮きやはがれが起きた可能性が考えられる。そうなると、堤体土に対するせん断摩擦が効かなくなつて鉄線かご枠には大きな引張り力が作用することになる。ガビオンの嵩単位体積重量を14.5kN/m³とすると、堤頂部のせん断摩擦力(摩擦係数は0.6)の斜面方向成分と斜面に沿つた滑動力によって生じる引

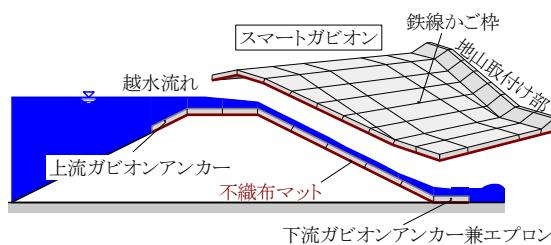


図1 ガビオンマットレスを用いた越水保護工

表1 見附市昭和町観測点における強震観測データ

都道府県	観測点名	震度	最大加速度(gal)			震央距離 (km)
			南北	東西	上下	
新潟県	見附市昭和町	5強	139.2	152.8	31.5	145.1

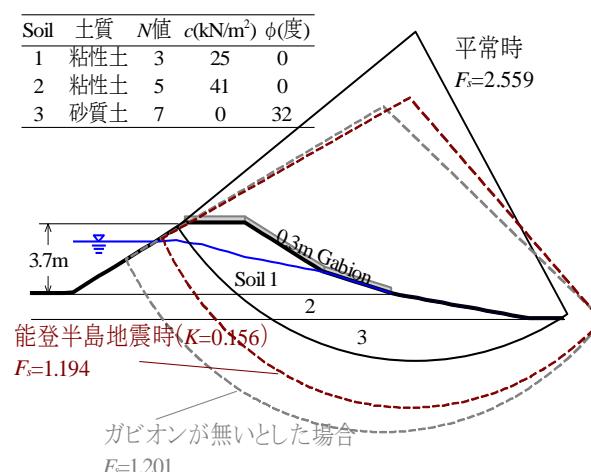


図2 能登半島地震時に想定される堤体の円弧すべり安全率

*(株)水倉組 Mizukura-gumi Co. Ltd., **東網工業(株) Tomo-kogyo Co. Ltd., ***新潟大学名誉教授 Prof. Emeritus, Niigata University
キーワード: ため池堤体, 越水保護工, ガビオンマットレス, モニタリング

張り力は 23kN/m 程度となる。西谷堤の鉄線かご枠仕様（底網と蓋網の網目 0.075m , 底網鉄線径 $\varphi 6\text{mm}$ ・蓋網 $\varphi 4\text{mm}$, 亜鉛メッキ鉄線 S 種）ならびに鉄線の許容引張り強さ 145N/mm^2 より, 底網および蓋網が最大限発揮できる引張り抵抗力はそれぞれ 53.3kN/m および 23.7kN/m , 合計 77.0kN/m であるから, 仮に地震動時にガビオン保護工が浮いた状態になったとしても, 鉄線かご枠に作用する引張り力に何ら問題を起こすことなく安全に対処し得たと推察される。

4. 安全性モニタリング結果の評価

写真 1 に示すような能登半島地震発生後のガビオン保護工の安定性モニタリングを行った。計測には地上レーザースキャナー (LS 測量) を用いて、前年度 (2023 年 4 月) に実施した LS 測量結果と比較して地震による大きな沈下や変形が生じていないか調査した。図 3 に示すような高低差を可視化したヒートマップを作成したところ平均で 0.014m の沈下が見られた。また、図 4 に示すようなガビオン保護工の外形線を地震前後で比較したところ、折れ点の平面上の変位は平均して 0.023 m であった。ガビオン保護工に特別大きな変状は生じていないことが確認できた。これは、西谷堤自体に地震時におけるすべり安定性が確保されていたことと、上記のように、仮の推察として、ガビオン保護工にせん断摩擦力が働くくなりいわば斜面上で宙づりになった状態が瞬間に生じていたとしても、かご枠鉄線の引張り強度が十分に大きなものであり鉄線かご枠としての構造安定性が適切に確保されたことによるものと考えられる。

5.まとめ

能登半島地震の強震観測データから西谷堤のすべり安全性はおおむね安全な状態であった。ガビオン越水保護工の地震動を受けた際の引張作用に対してガビオン保護工の引張抵抗力を推察した。また、点群データを用いて安定性モニタリングしたところガビオン保護工に特別大きな変状が生じていないことを確認した。今後も安定性モニタリングを継続していくたい。

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体の越水保護工の開発, 農業農村工学会誌, 92(4), 2024.
- 2) 小林龍平他:越水破壊のメカニクスに基づくため池堤体の効果的な越水保護, 第 73 回農業農村工学会大会講演会, 2024.
- 3) 森井俊廣他:ため池堤体の鉄線かご枠石詰め層に生じる越水流れの水理解析, 農業農村工学会論文集, 318 (92-1), I_13-20, 2024.
- 4) 小林龍平他:ため池堤の越水保護工の試験施工と安定性モニタリング, 農業農村工学誌, 91(11), 48-49, 2023.
- 5) 地震本部 データ公開ポータルサイト <https://www.jishin.go.jp/database/portal/>
- 6) 前田真宏・村上章・藤澤和謙:ため池における法面保護工による堤体安定性向上効果, 農業農村工学会論文集, No. 312 (89-1), pp. I_149-I_163, 2021.



写真 1 能登半島地震発生後のガビオンマットレスの状況

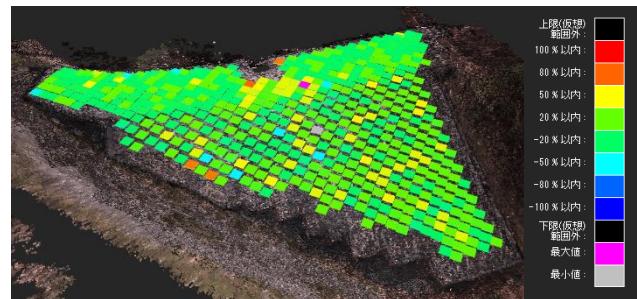


図 3 能登半島地震発生後の点群データを用いた変状確認

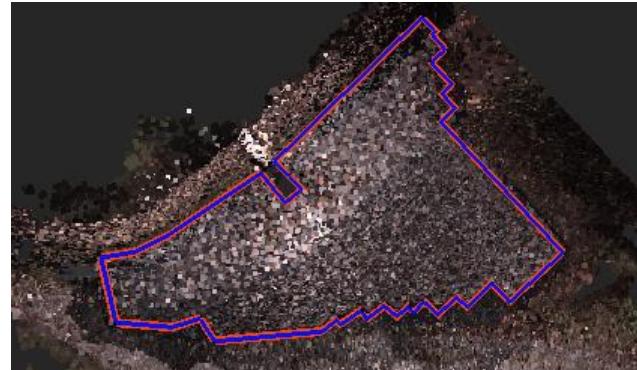


図 4 ガビオンマットの外形線の比較