

農業用ロックフィルダムにおける大規模地震の耐震性能検証

Seismic Performance Verification of Agricultural Rockfill Dams Under Large-Scale Earthquakes

○千賀 暢朗*

三浦 亨*

吉田 弘明**

SENGA Nobuaki

MIURA Toru

YOSHIDA Hiroaki

1. はじめに 日本の農業用ダムは、灌漑用水の供給や洪水調整などの多面的な機能を持つ一方で、大規模地震時の安全性が重要な課題となっている。特に、R6年1月1日に発生した令和6年能登半島地震（M7.6）は、北陸地方の農業用ダムに大きな影響を及ぼした。本研究では、令和6年能登半島地震における寺家ダムの地震による被害調査を実施し、堤体天端における地震計の微小加速度データにより剛性変化を評価した。さらに、観測地震波形を用いた解析により、既往の耐震性能照査との比較を行った。

2. 能登地震による寺家ダムの被害調査

2.1 ダム概要 寺家

ダム(石川県珠洲市三崎町)は、国営農地開発事業「珠洲第二地区」(S53~H3年度)に基づき築造された農業用ダムである。

本ダムはR4年度にL2地震動に対する耐震性能照査（以下R4.L2）を実施し、所定の耐震性能を確認。その後、R5.5にM6.5、R6.1.1にM7.6の地震（以下R5地震、R6地震）を経験し、R6地震では基礎地震計で671.2gal、天端地震計で999.8galと、過去最大の加速度を記録した。

2.2 ダムの被害調査 現地調査の結果、天端舗装のクラック、リップラップのズレ、地覆コンクリートの開きが確認された。UAV測量や開削調査により、堤体最大断面付近の最大沈下量は21cmであったがその他大きな変形はなく、クラックも遮水性ゾーン天端には至らず、遮水性は維持。地震による堤体沈下や小規模崩壊は確認されたが、天端高さや法面の安定性、観測値の正常性から、ダム機能は保持されていると評価された。

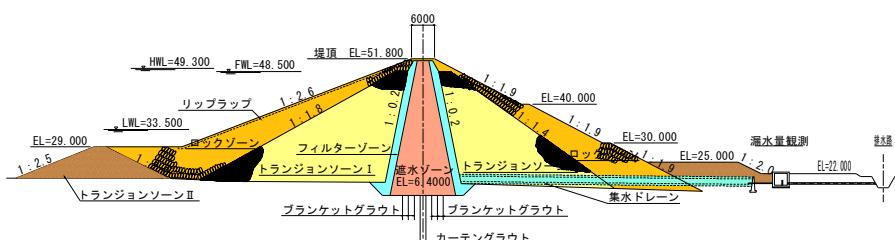


図.1 寺家ダム標準断面図

Jike Dam Standard Section

表.1 寺家ダム(中心遮水ゾーン型ロックフィルダム)諸元表
Specifications of Jike Dam (Central-core rock-fill dam)

ダム諸元		貯水池諸元	
堤 高	35.4m	流 域 面 積	1.1km ²
堤 頂 長	221.0m	満 水 面 積	75,000m ²
堤 体 積	154千m ³	総貯水容量	620千m ³
ダム天端高	EL. 51.8m	有効貯水容量	570千m ³
洪水吐形式	側溝式自由越流式	設 計 洪 水 位	WL. 49.3m
設計洪水量	43m ³ /s	常 時 滿 水 位	WL. 48.5m



写真.1 被害状況(天端舗装のクラック)
Condition of damage (cracks in the crest pavement)

*NTC コンサルタンツ(株) NTC Consultants Inc

キーワード：土の動力学的性質、土構造物の地震時挙動

**北陸農政局 西北陸土地改良調査管理事務所

3. 地震計データの解析と耐震性能評価

3.1 振動特性の変化 既往の研究では、大規模地震は堤体の剛性低下や固有振動数の変化を引起すとされる¹⁾²⁾。本研究では、データ数の多い1gal未満の微小地震データを用いて振動応答剛性係数 K_{dr} （固有振動数 f/天端加速度 a）を定義し、経時変化を整理した。その結果、R5・R6 地震後に K_{dr} 値の低下傾向が確認さ

れ、一時的な剛性低下の可能性が示唆された（図.2 参照）。

3.2 地震応答解析による耐震性能評価 R6 地震観測波形を用いた動的解析を実施し、R4.L2 照査と比較した。最大応答加速度は R4.L2 時の 2,193.1gal に対し、R6 地震では 1,842.3gal と小さく、応答倍率や最大せん断ひずみも減少した。一方、R6 地震は地震継続時間が R4.L2 時（約 6 秒）の 8 倍（50 秒）と長く、堤体沈下量が 0.182m から 0.947m へ増加した。地震継続時間の影響を考慮する重要性が明らかとなった。（図.3 参照）

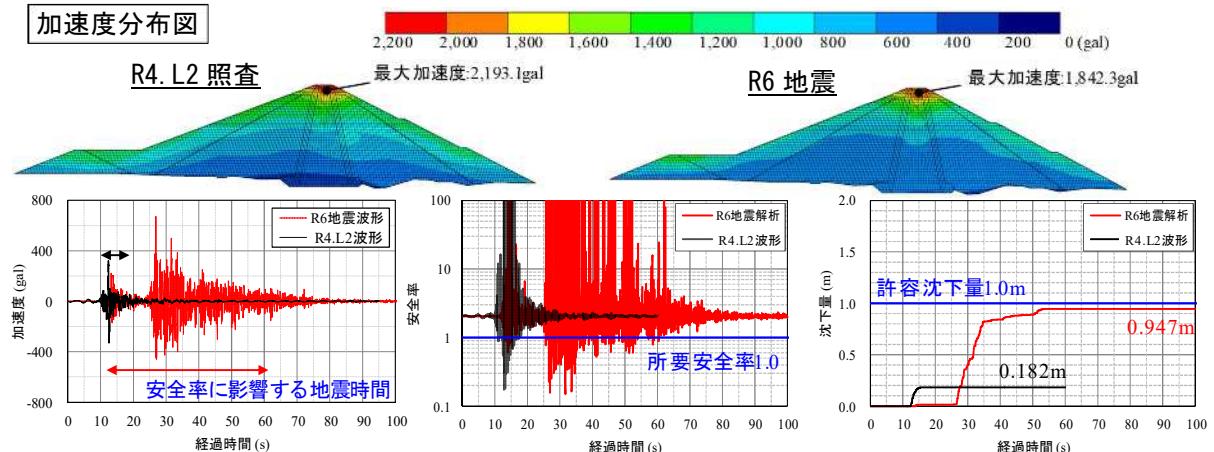


図.2 地震記録と振動応答剛性係数の履歴
Seismic Records and the History of Vibration Response Stiffness Coefficients

4. おわりに 令和 6 年能登半島地震における寺家ダムの被害調査、地震計データ解析、耐震性能評価を実施した。ダムは堤体機能を維持し、微小加速度データでは剛性変化の早期検出の可能性が見出された。観測地震波形を用いた解析により、地震継続時間の重要性が明らかとなった。今回の解析による堤体沈下量は実測沈下量よりも大きな値となったが、解析では安全側評価となることを考慮すれば、解析の妥当性についても確認されたものと考える。今後は更なる地震計データの解析と有効活用、AI 技術によるモニタリング強化等の取入れにより、耐震評価の精度向上と予防保全の迅速化が期待される。

引用文献

- 1) 田頭博昭、川井忠彦、小川真、他. 「嵩上げしたフィルダムの地震時挙動に関する遠心載荷模型振動実験」. 農業農村学会大会講演要旨集, 2013. pp. 598-599.
- 2) 安田成夫、中森康介. “運動型大規模地震に対するロックフィルダムの耐震性能照査手法の検討.” ダム工学, 第 29 卷, 第 3 号, 2019. pp. 230-240.