

観測地震動による耐震性能照査手法の検証

－実際の観測地震動を用いた頭首工の耐震性能照査結果と被害状況の比較検証－

内外エンジニアリング 株式会社

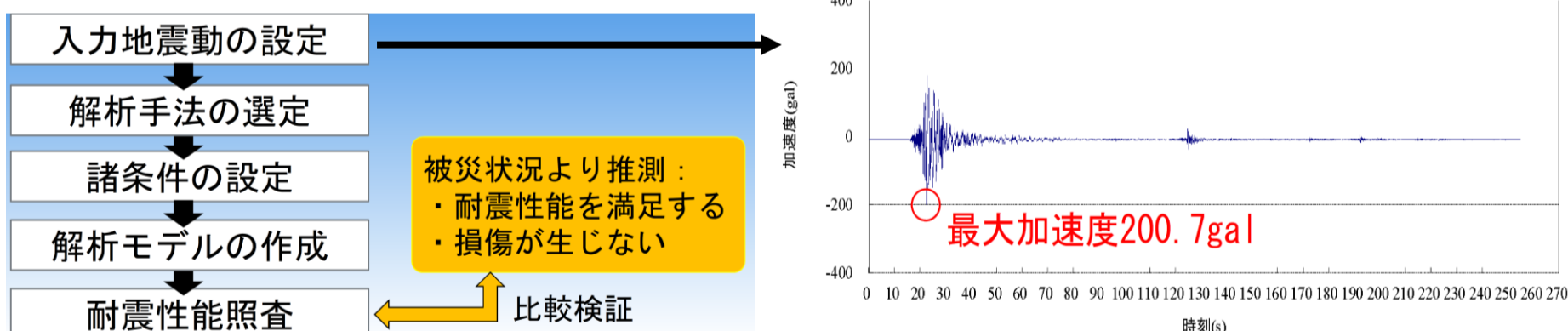
概要

近年耐震検討及び耐震化対策の需要が高まる中で、数多くの施設の中から耐震対策の要否や優先順位を決定するためには、まず各施設の耐震性能不足の程度を把握することが必要となる。その際、より実態に即して評価することが、耐震対策の効率的な実施やコスト縮減につながる。様々な工種で耐震設計の手法が確立されているが、頭首工の被災による検証実績は少ない。本報では、実際の観測地震動を用いて頭首工の耐震性能照査を行い、照査結果の損傷状態が実際の被災状況と整合するかを比較検証した事例を報告する。

対象施設の概要と被害状況

■**対象施設概要**：施設構造は洪水吐(B25m×H2.8m×2門)、土砂吐(B10m×H3.3m×4門)を有する両岸取水施設であり、耐震性能照査は代表的な堰柱(H6.5m)を対象とする。

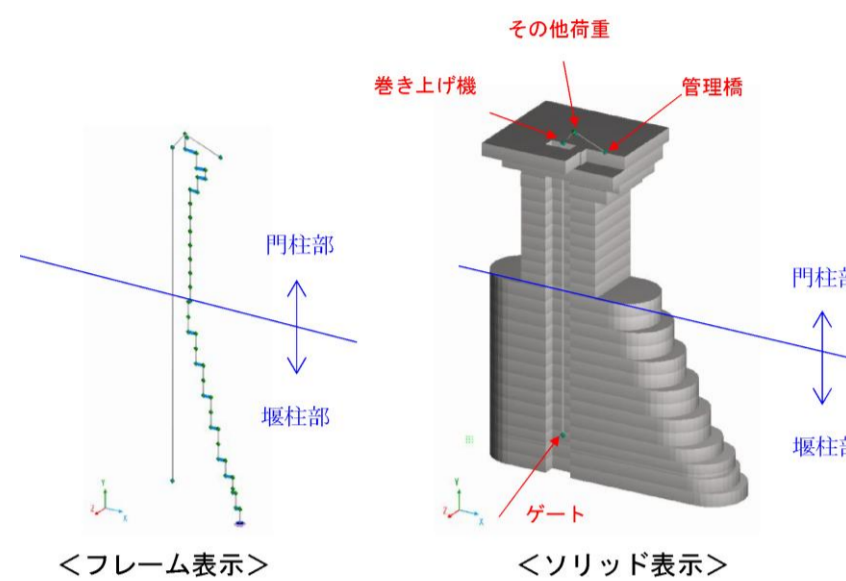
■**対象施設の被害状況（地震発生後の状態）**：施設近傍では近年発生した大規模地震（内陸活断層型地震）で震度6弱程度が観測され、対象施設においても地震動の影響を受けていることが推測されたが、現地調査結果より、ひび割れ等もなく、地震による損傷が確認されなかった。このことから、対象頭首工が発生した地震動に対して十分な耐震性能を満足していると考えられる。



現地調査、問診調査により損傷が確認できない

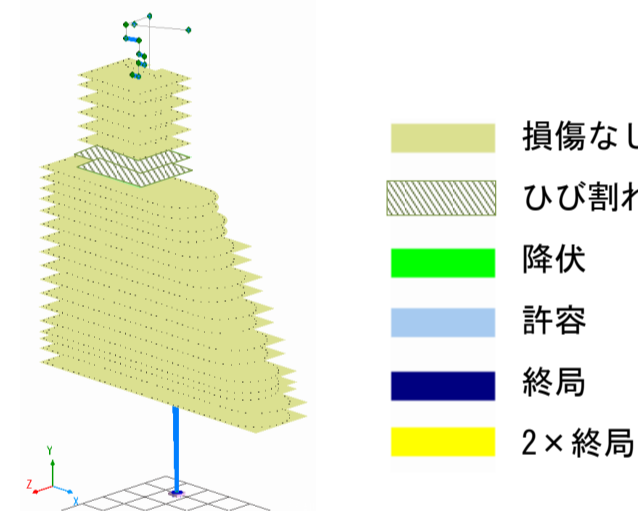
耐震性能照査

■解析モデルと諸条件



項目	設定条件
重要度区分	AA種
耐震性能 (レベル2地震動)	限定された損傷に留める(機能維持)
検討ケース	低水位・閉扉状態(流水・堰軸方向)
耐震計算法	動的解析法
照査法	限界状態設計法
照査項目	耐力、許容残留変位量
解析モデル	線材モデル
力学特性	非線形解析
コンクリート特性	21N/mm ²

■**耐震性能照査結果** 安全性(=応答値/許容値)が1以下曲げ、せん断ともに耐震性能を満足する。



照査項目	照査基準	安全性	判定
曲げ	応答曲率φ < 許容曲率φ _a	φ / φ _a = 0.027	OK
せん断	発生せん断力S < せん断耐力P _s	S / P _s = 0.941	OK
変位	変位δ _R < 許容残留変位量δ _{Ra}	δ _R / δ _{Ra} = 0.000	OK
損傷状態	損傷基準による判定※	-	ひび割れ

■被災状況との比較

被災状況による推定 (Inferred from damage status): 耐震性能を満足する (Satisfies seismic performance), 損傷が生じていない (No damage).
耐震性能照査結果 (Seismic performance check result): 耐震性能を満足する (Satisfies seismic performance), ひび割れ損傷が生じる (Cracking damage occurs).
 Comparison: 整合 (Consistent) / 不整合 (Inconsistent)

考察 (Remarks):
 ・実際の被災状況と概ね整合していると判断する。
 ・計算上の損傷(=耐震性能照査結果)は実際の損傷よりも大きく計算されている。→不整合の要因を推定

不整合の推定要因

- ①計算上の不確定要素を安全側に設定。
 ・設計基準強度(21N/mm²): 実際は21N/mm²以上と確認。
 ・入力地震動: 近傍での地震波形を使用したが大規模地震動はより小さい可能性有り。
 - ②その他の要因: 許容曲率算出時の安全率、せん断耐力算出の補正係数etc...
- 一般的な頭首工の耐震性能照査においても同様に安全側に設定されることが多い

まとめ

・確立された手法による耐震性能照査結果と、実際の被災状況から推定される耐震性能を比較した。その結果、耐震性能照査結果は実際の被災状況と概ね整合していると判断する。但し、不確定要素などの影響により、耐震性能照査結果は実際の損傷よりも大きく計算される傾向にある。不確定要素も含めて耐震性能照査における適切な条件設定を行うため、実際の被災状況との検証を進めることが望ましい。