

頭首工の耐震設計手法の比較に関する基礎検討 A Fundamental Study on Comparison of Seismic Design Methods for a Weir

○岩崎賢史^{*}，若林 孝^{*}，珠玖 隆行^{**}，西村 伸一^{**}，柴田俊文^{**}

IWASAKI Kenji, WAKABAYASHI, Takashi, SHUKU Takayuki, NISHIMURA Shin-ichi and SHIBATA Toshifumi

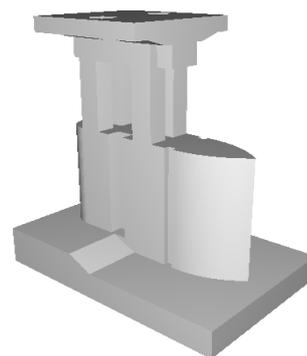
1. はじめに

近年，東南海地震の発生が懸念されており，レベル2地震動に対する既設頭首工の安全性について定量的に評価し，適切な対策を施すことが求められている．現在，頭首工の耐震設計は地震時保有水平耐力法（以下，保耐法とする）をベースに検討することと定められているが，この方法は道路橋などを対象にして開発された方法であるため，構造の異なる頭首工への適用には注意が必要であり，複雑な振動モードが支配的な場合やより精緻な検討を行う場合は動的解析を行うことが望ましい．しかし頭首工の耐震設計への動的解析の適用例は極めて少なく，曖昧な基準のまま用いられていることもある．そこで動的解析による頭首工の耐震設計に関する1つの指針を提案すべく，本研究では保耐法および動的解析により解析結果にどのような違いが生じるのかを検討する．

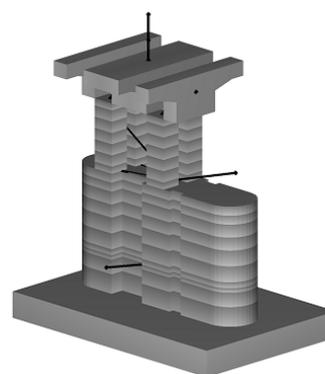
2. 耐震計算の条件

保耐法では，構造物の一部に塑性化が生じることを許容しつつ，地震による荷重を静的に作用させ安全性の検討を行う．それに対し，動的解析は地震力を実際と同様に時々刻々と動的に変化する波として入力することで構造物の安全性を検討する設計法であり，複雑な振動モードが支配するときなどに適用される．本研究では，土木研究所資料中の解析例¹⁾を2種類の方法（保耐法および動的解析）により再現し，レベル2地震動（タイプIおよびタイプII）に対する照査を行う．その解析結果を比較することで，解析手法によりどのような違いが生じるのか検討する．

Fig.1 は，各解析手法においてモデル化した頭首工を表している．本研究では，保耐法の計算には株式会社 Forum 8 社の「水門の設計」を用い，動解には同じく株式会社 Forum 8 社の「Engineer's Studio」を用いた．なお，紙面が限られているため，詳細な設計条件は割愛するが，検討は，頭首工の設計（土



(a) 地震時保有水平耐力法



(b) 動的解析手法

Fig.1 モデル化した頭首工

^{*}日化エンジニアリング株式会社 Nikka Engineering Co., Inc.

^{**}岡山大学大学院 環境生命科学研究所 Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University

Key word: 頭首工，耐震設計

地改良基準)^{2),3)}、および道路橋示方書⁴⁾に従って実施した。

3. 解析結果の比較

代表的な照査結果の比較を Table 1 に示す。保耐法においては「安全」と判定された部材も、動的解析では複数の照査で設計外力が耐力を上回る結果となった。Table 2 にまとめた堰柱基部の断面力を比較すると、動的解析では地震動タイプの違いが応答値にさほど影響していないことがわかる。しかし門柱の曲げ照査では、その影響が顕著に表れているため、同じ構造物中の部材においても、地震動タイプの違いによる影響の受けやすさが大きく違うことが分かる。

残留変位照査の比較を Table 3 にまとめる。ただし地震時保有水平耐力法による水流方向の照査では、門柱が先に塑性化したため、残留変位照査も門柱に対して行っている。そのため比較は、堰柱基部より上部を対象にした、水流直角方向のみで行う。表より、地震時保有水平耐力法および動的解析の残留変位照査結果を比較すると、許容残留変位に違いはほとんど生じていないが、残留変位に大きな違いがあることが分かる。厳しい検討結果となったのは地震時保有水平耐力法であり、特にタイプ II においては解析手法の違いが顕著に表れている。

4. まとめ

本稿では、頭首工の耐震設計手法として、地震時保有水平耐力法と動的解析に着目し、設計手法の違いが、耐震検討結果に及ぼす影響を検討した。その結果、耐震設計手法の違いにより、結果が大きく異なる可能性が示唆された。本研究では基本的な検討にとどまったが、今後より詳細な比較を行うことによって、両手法の特性を明らかにし、効率的な耐震設計を実現したいと考えている。

■参考文献：1) 独立行政法人土木研究所 耐震研究グループ (2008)：土木研究所資料 地震時保有水平耐力法に基づく水門・堰の耐震性能照査に関する計算例、2) 社団法人 農業土木学会 (2004)：土地改良施設 耐震設計の手引き、3) 社団法人農業農村工学会 (2008)：土地改良事業計画設計基準および運用・解説 設計 頭首工基準、基準の運用、基準および運用の解説、技術書、4) 社団法人日本道路協会 (2012)：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編、丸善出版。

Table 1 照査結果

部材	保耐法		動的解析	
	Type 1	Type 2	Type 1	Type 2
門柱	全て OK	全て OK	曲げ照査で NG	曲げ照査で NG
堰柱	全て OK	全て OK	塑性率照査で NG	塑性率照査で NG

Table 2 堰柱基部の断面力

Type	設計手法	曲げモーメント (kN·m)		せん断力 (kN)	
		応答値	許容値	応答値	許容値
I	保耐	659850	900379	59107	95734
	動解	485074	928399	41255	92432
II	保耐	854391	905715	85653	95734
	動解	493025	918280	39129	93417

Table 3 残留変位の比較

タイプ	解析方法	残留変位	許容値
I	保耐法	35.7mm	204.3mm
	動的解析	21.904mm	204mm
II	保耐法	190.4mm	204.3mm
	動的解析	44.263mm	204mm