

## 地震被災事例による重力式・矢板式岸壁の現行耐震設計法の検証

国土技術政策総合研究所 正会員 ○竹信 正寛 宮田 正史  
 国土技術政策総合研究所 佐藤 裕司  
 港湾空港技術研究所 正会員 野津 厚 小濱 英司  
 (株) エコー 安田 将人 住岡 直樹

### 1. 目的

港湾における重力式・矢板式岸壁のレベル1地震動に対する耐震設計は、港湾毎のサイト特性を考慮した確率論的時刻歴波形として規定される、工学的基盤における地震動波形を用いて、岸壁の地震時水平変形量を許容値程度（重力式：10cm，矢板式：15cm）に抑えることを目標として設定されている照査用震度を算定し、当該震度に基づき震度法により断面諸元を決定する方法が用いられている<sup>1)</sup>。

しかし、本照査用震度は、二次元地震応答解析を用いた岸壁水深7.5m-14.5mの範囲におけるキャリブレーションによって構築されており、被災事例に基づく妥当性の検証はなされていない。本研究では、過去43年間の港湾における岸壁の被災・無被災事例を収集し、現行耐震設計法の妥当性について検証を行った。

### 2. 被災事例の収集

本研究で検証対象とした地震数、および検証対象施設数を表-1に示す。岸壁の構造形式は重力式岸壁および矢板式岸壁である。各施設の壁高、鋼材規格等の断面諸元や地盤条件、地震時における岸壁水平変形量や液状化の発生有無等の情報を過去の地震被災報告書<sup>例えば2)</sup>を用いて収集した。

表-1 検証対象とした地震および検証対象施設数

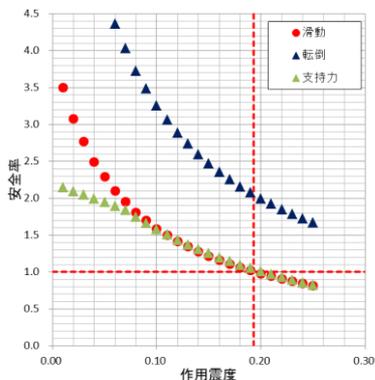
検証対象とした地震数：13 (1968年～2011年)	重力式岸壁		矢板式岸壁	
	検証対象施設数	左記のうち被災施設数	検証対象施設数	左記のうち被災施設数
	101	78	54	30
水深範囲	1.5m～14.6m		3.5m～13.0m	

### 3. 入力地震動の推定

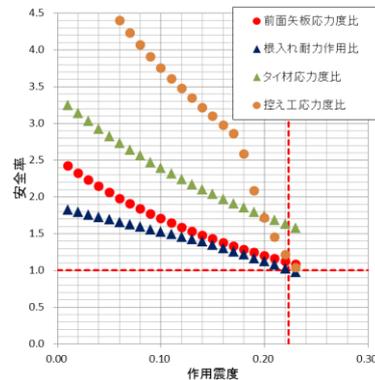
検証に際し、各地震発生時において検証対象施設に作用したと想定される入力地震動の推定を行った。本研究では、検証対象施設の工学的基盤における、法線直交方向の加速度時刻歴波形を入力地震動として設定した。入力地震動は、対象港湾における地震記録を用いて、強震計位置と対象施設位置のサイト特性の違いを考慮して補正した上で、最終的には工学的基盤へ引戻すことにより推定した。

### 4. 限界震度と作用震度を用いた被災検証

岸壁の被災検証の手法として、以下に定義する岸壁の限界震度と作用震度の大小関係と、表-1に示す岸壁の被災の発生有無の関係に着目して整理することとした。検証対象岸壁の許容水平変形量（重力式：10cm，矢板式：15cm）を超過した施設は被災施設、それ以下の場合は無被災施設と判定した。なお、上記の水平



(a) 重力式岸壁の場合の一例



(b) 矢板式岸壁の場合の一例

図-1 限界震度の設定手法

キーワード 岸壁，地震被害，照査用震度，被災検証

連絡先 〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1 国土技術政策総合研究所 港湾施設研究室 TEL 046-844-5029

変形量は、現行基準<sup>1)</sup>において、各岸壁の標準的な許容変形量として示されているものである。

限界震度は、施設の設計断面に対し、徐々に水平震度を増加させて設計計算を行った際に、いずれかの照査モードによる安全率が1.0を下回る（または、作用応力に対する許容応力の比が1.0を下回る）震度として定義（図-1参照）した。

一方、作用震度は、3. に示す推定地震動を用いて計算した現行設計法<sup>1)</sup>による照査用震度を指し、地震時に当該震度が対象施設に作用したと仮定した。

### 1) 重力式岸壁に関する被災検証結果

図-2に、重力式岸壁における検証結果を示す。図中の▲は被災施設、▼は無被災施設であることを示す。図-2(a)には、重力式岸壁の検証対象施設のデータを全てプロットした結果を、また、図-2(b)には、照査用震度算定式のキャリブレーション対象外である水深7.5m未満の施設を(a)のプロットから除外した結果を示す。

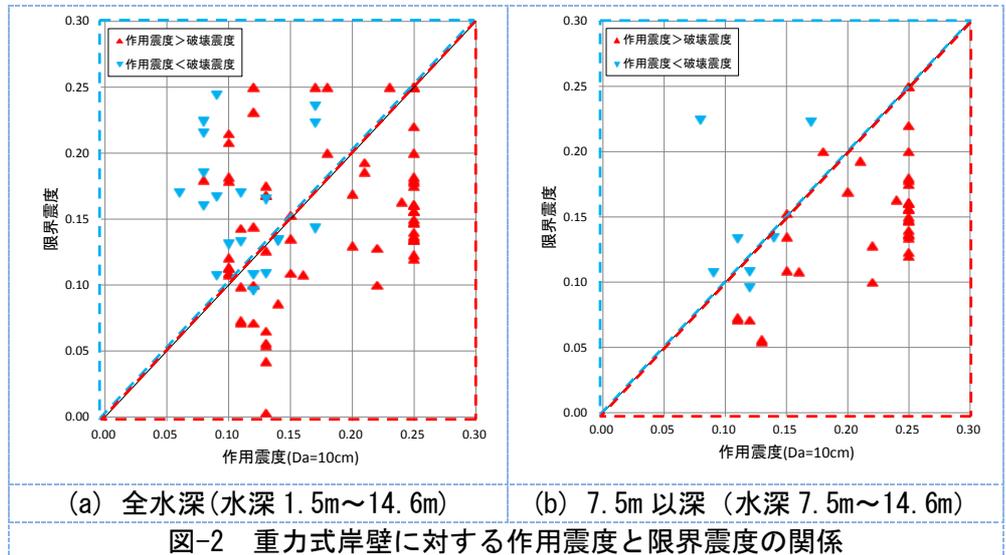


図-2 重力式岸壁に対する作用震度と限界震度の関係

図より、重力式岸壁について

では、現行設計法における照査用震度算定式のキャリブレーション範囲と言える岸壁水深7.5m-14.5mの範囲については、現行設計法は被災・無被災事例との整合性が高いと言える。一方で、岸壁水深が7.5mより浅い施設については、現行基準に記載されている算定式を準用して照査用震度を算定した場合、本検証結果から判断すると、照査用震度を過小評価している可能性があり、照査用震度の算定方法の改善が必要であると考えられる。

### 2) 矢板式岸壁に関する被災検証結果

図-3に、矢板式岸壁における整理結果を示す。矢板式岸壁に関しては、水深が現行基準における照査用震度算定式のキャリブレーション範囲であるか否かによらず、現行設計法と本手法による被災・無被災事例との整合性はあまり高くないことがわかる。この原因については、限界震度の算定方法に起因するものか、作用震度の算定方法に起因するものかは現時点で不明であるが、矢板式岸壁に対する常時の設計手法の妥当性の評価を含め、今後詳細に検討する必要がある。

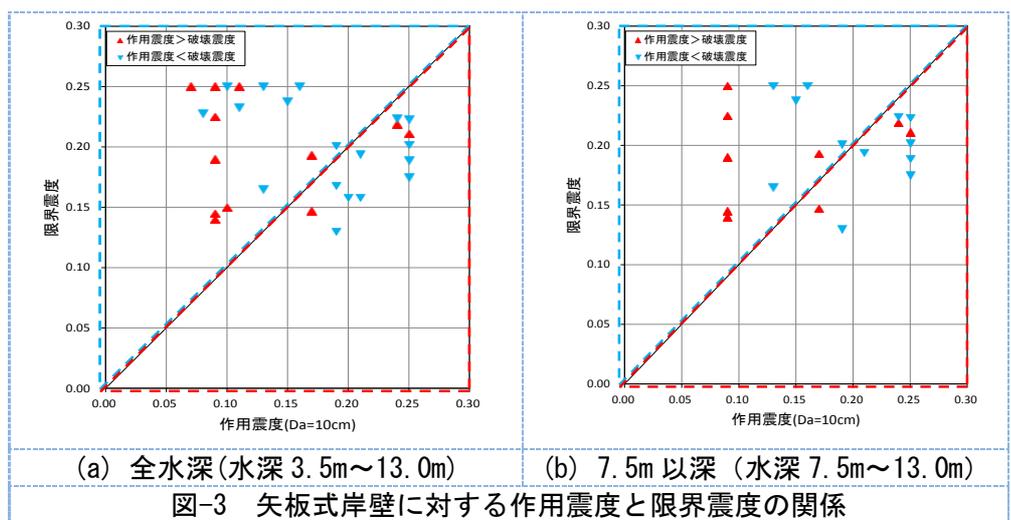


図-3 矢板式岸壁に対する作用震度と限界震度の関係

図より、矢板式岸壁については、水深が現行基準における照査用震度算定式のキャリブレーション範囲であるか否かによらず、現行設計法と本手法による被災・無被災事例との整合性はあまり高くないことがわかる。この原因については、限界震度の算定方法に起因するものか、作用震度の算定方法に起因するものかは現時点で不明であるが、矢板式岸壁に対する常時の設計手法の妥当性の評価を含め、今後詳細に検討する必要がある。

### 参考文献

- 1) 日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説，2007.
- 2) 稲富他：1995年兵庫県南部地震による港湾施設等被害報告，港研資料 No.857，1997.