

最大速度を指標とした護岸・岸壁の簡易被害評価法

(株)大林組技術研究所 正会員 副島 紀代
 (株)大林組技術研究所 正会員 ○江尻 譲嗣
 (株)大林組技術研究所 正会員 松田 隆

1. 目的

重要な各種プラント施設が立地する臨海部の埋立地の護岸・岸壁構造物は、建設年代も古く十分な耐震性能が確保されていない場合が多い。兵庫県南部地震では、護岸・岸壁の背後地盤の液状化やそれに伴う側方流動を主因として、護岸・岸壁が海側に数 m もはらみ出したり、背後地盤が大きく沈下するという甚大な被害が発生した。近年の頻発した地震においても震度 5 強程度の揺れでも相当数の被害が発生している。護岸・岸壁が被災し大きな変形が生じると、地震直後の復旧資機材の海からの運搬ルートが断たれてしまい復旧に遅延が生じることや背後地盤の重要構造物や施設に地盤変状による被害が波及することが懸念される。以上から護岸・岸壁構造物の十分な耐震性能を確保することは極めて重要な課題と考えられる。また、護岸・岸壁構造物は、延長が長く同一埋立地内でも建設年代や地盤条件により多様な構造形式が用いられている。限られた地盤情報の下で、これら多様な護岸・岸壁構造物に対して耐震対策優先順位付のためのスクリーニングを合理的に行うためには、被害に影響の大きい主要パラメータを用いた簡易被害評価法が不可欠である。ここでは護岸・岸壁構造物の被害と正の相関性が高い背後地盤の地表面最大速度を地震動指標とした簡易被害評価法を提案する。

2. 簡易被害評価法

図-1 に護岸・岸壁の簡易被害評価のフローを示す。

簡易被害評価に用いる主要なパラメータは、護岸形式、地表面最大速度 V 、背後地盤の液状化層厚、護岸・岸壁の直下の置換砂の液状化の有無、設計震度である。護岸形式は、重力式と鋼矢板式の 2 種類で、実被害事例から地震動や背後地盤の液状化範囲が同じ場合は後者の最大はらみ出し量がやや大きくなる。地表面最大速度 V は、護岸背後地盤の非線形 1 次元重複反射応答解析により算定する。液状化の判定は、文献 1) の手法を用いるが、地中せん断応力分布は上述の応答解析結果を用いる。背後地盤の液状化層厚については、液状化判定の結果、 $F1$ 値が 1 未満となる層の層厚の総和とした。護岸・岸壁直下の置換砂の物性については、施工要領はわかるものの N 値等の物性が不明な場合が多い。そこで置換砂が有る場合は、

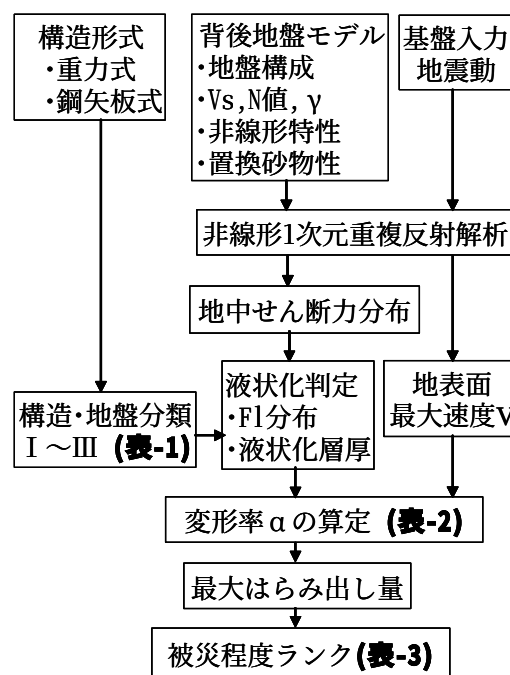


図-1 護岸・岸壁の簡易被害評価フロー

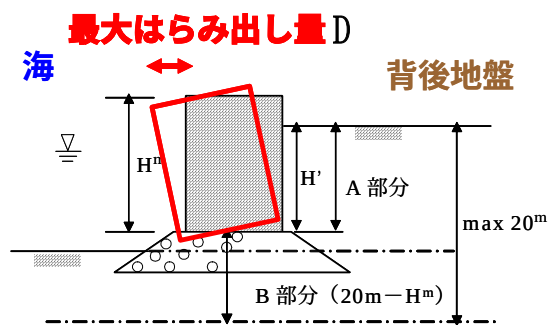


図-2 最大はらみ出し量の定義

兵庫県南部地震で置換砂が液状化したと推定されているポートアイランドや六甲アイランドの事例を参考に N 値を 10～20 の範囲で仮定する。被災判定は、図-2 に示すように護岸・岸壁の天端の海側への最大はらみ出し量 D により行う。

表-3 には被災程度を判断するための被災ランク²⁾を示す。

キーワード 護岸・岸壁, 臨海部埋立地, 簡易被害評価, 最大速度, 液状化, 最大はらみ出し量

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組技術研究所土木構造研究室 0424-95-1090

表-1 重力式の構造地盤分類

部分	A部分	F1≤1.0の部分の合計 層厚が1/2×H' 未満	F1≤1.0の部分の合計 層厚が1/2×H' 以上
B部分			
F>1.0 (置換砂非液化化)		I G	II G
F1≤1.0 (置換砂液化化)		II G	III G

D(cm)の算定は、 $D = \alpha \cdot H^m / 100$ により行う。ここに、 α : 変形率(%)=1.2 $\cdot\alpha_1$, H^m : 護岸高さ(cm)である。

表-1 には、重力式の場合の背後地盤の液化化範囲と置換砂の液化化の有無から求まる構造地盤分類を示す。

表-2 は V と基準変形率 α_0 (%) との関係を示した³⁾⁴⁾⁵⁾。

α_0 に、表-4 に示した設計震度による補正を行い最終的な補正変形率 α_1 (%) が求められる。上式において α_1 を 1.2 倍するのは、護岸・岸壁構造物の総延長距離に対して一般に地盤情報が少ないことの不確定性を考慮したものである。

表-4 設計震度による α_0 の補正

設計震度 K _h	震度相当 地表面最大速度 V ₀ (cm/s)	補正変形率 α_1
耐震設計無	—	下段の $V \geq V_0$ として変形率を算定。
0.10	20	・基礎(置換砂)液化化無(III G 以外及び II G) 地表面最大速度 $V < V_0$; $\alpha_1 = 0.1 \times \alpha_0$ 地表面最大速度 $V \geq V_0$; $\alpha_1 = \alpha_0$ ・基礎(置換砂)液化化有(III G 及び II G) 基礎液化化層厚 5m 未満; V_0, V にかかわらず $\alpha_1 = 0.8 \times \alpha_0$ 基礎液化化層厚 5m 以上; V_0, V にかかわらず $\alpha_1 = 1.5 \times \alpha_0$
0.15	40	
0.20	60	
0.25	80	

表-2 重力式の V と構造地盤分類毎の α_0 の関係

区分	$V < 10$	$10 \leq V < 25$	$25 \leq V < 100$	$100 \leq V$
I G	0	$0.1 \times V$		10
II G		$0.2 \times V$		20
III G		$0.4 \times V$		40

表-3 被災ランク

最大はらみ 出し量 D (cm)	被災 ランク	被災の状況
0	0	無被害
0~25	I	本体に異常はないが、付属構造物に破壊や変状が生じる。
25~70	II	本体にかなり変状が生じる。
70~200	III	形はとどめるが構造物本体に破壊が生じる。
200以上	IV	全壊して形をとどめていない。

3. 評価値と実測値との比較

図-3 は、重力式護岸・岸壁について今回提案した評価法による変形率 α の評価値と過去の地震被害における実測値とを比較したものである。 α の大きな実測値は、ほとんどが兵庫県南部地震のものであるが、簡易被害評価法は、実測値への地震動や地盤情報の不確定性の影響が大きいにもかかわらず、か

なりの精度で実被害を評価可能であることが分かる。

4. まとめ

ここでは、護岸・岸壁構造物の簡易被害評価法を提案した。この評価法は、ほとんどが兵庫県南部地震の実被害データに基づき構築されたものである。今後、さらにより多くの地震における被害データを蓄積し、それに対する検証を行い評価精度を高めていく必要がある。

参考文献

- 1) 道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編, (社)日本道路協会, P.121-125, 2002、
- 2) 上部他: 兵庫県南部地震による港湾施設の被害考察(その 3) 神戸港のケーソン式大型岸壁の被災分析, 運輸省港湾技研資料, No.813, P.127-145, 1995、
- 3) 安田・石原他: 液化化にともなう護岸背後地盤の流動範囲に影響を与える要因, 第 2 回阪神・淡路大震災に関する学術講演論文集, 土木学会, P.113-120, 1997、
- 4) 井合・一井他: 既往の地震事例に見られる液化化時の護岸変形量について, 第 2 回阪神・淡路大震災に関する学術講演論文集, 土木学会, P.259-264, 1997、
- 5) 石原・安田・井合: 液化化にともなう岸壁・護岸背後地盤の流動の簡易予測法, 第 24 地震工学研究発表会講演論文集, 土木学会地震工学委員会, P.541-544, 1997

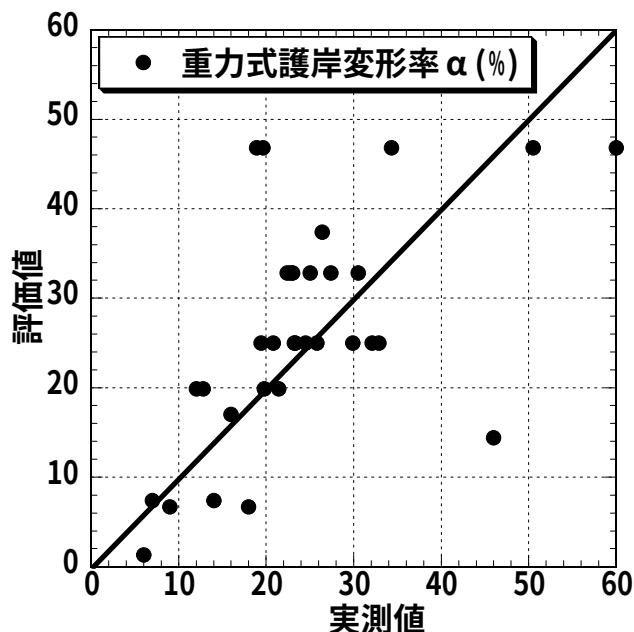


図-3 重力式護岸の変形率評価値と実測値の比較

図-3 重力式護岸の変形率評価値と実測値の比較
 路大震災に関する学術講演論文集, 土木学会, P.259-264, 1997、