

矢板式岸壁の地震時被災確率評価式の提案

広島大学工学部建設環境学科 学生会員 ○吉川 祐子
広島大学大学院工学研究科 正会員 一井 康二

1. はじめに

地震災害時の港湾施設の役割には、緊急物資や被害復旧資機材などの荷揚げ、遮断された陸上交通を補完する海上交通ターミナルとしての利用などがあり、港湾施設は重要な役割を担っている。しかし、それぞれの施設が地震にも十分な機能を発揮するためには、早期の耐震調査と必要に応じた耐震対策実施が不可欠である。

そこで耐震対策の検討に利用するため、本研究では、矢板式岸壁の地震被災確率の評価法を検討し、地震動レベルと被災確率の関係を表した脆弱性・カーブを提案する。

2. 降雨による地盤の固有振動数の変化についての検討

本研究では、耐震性評価の前提条件における不確定性を考え、脆弱性・カーブを作成した。具体的には、乱数を発生させて、ばらつきを与えた多数の仮想的なケースを考える。その際、パラメータ毎にばらつきの分布を検討しておく必要がある。検討するパラメータとしては、経験的に最も耐震診断結果に大きな影響を及ぼす地震動レベル指標と地盤物性とした。

そして、解析手法としてチャート式耐震診断システム 1) を使用し、パラメトリックスタディにより被災確率を算定する。本研究の脆弱性・カーブでは、地震動特性を考慮し、地震動レベル指標として(1)式に示す速度の PSI 値を採用した。

$$\text{速度の PSI 値} = \sqrt{\int_{-\infty}^{+\infty} v^2(t) dt} \quad (1)$$

また、種々の断面に対する脆弱性・カーブを作成する。さらにはその脆弱性・カーブを(2)式に示す 2 つのパラメータで表現できる簡易式にまとめる。

$$F(a) = \phi[\ln(a/c)/\varsigma] \quad (2)$$

ここで、 $F(a)$ は加速度 a における被災確率であり、 ϕ は正規分布の累積分布関数である。 c および ς は、構造物固有のパラメータである。

3. ばらつきの検討

地震動レベル指標のばらつきの検討には、防災科学技術研究所の基盤強震観測網 Kik-net より、近年の被災地震 5 つから地震記録を使用した。また、岸壁が被災するような大きな地震動のみを対象とするため、震央距離約 100km までの地震観測記録とした。5 つの地震について、距離減衰式の誤差を無次元化して評価することとし、誤差と推定値の比の分布を検討した。図.1 に上記 5 つの地震から合計 73 データのばらつきをヒストグラムで表したものを示す。これより、地震動レベルについては、誤差の推定値に対する比の分布が正規分布に従うと仮定しても問題ないと考えた。

地盤物性のばらつきの検討には、既往の研究 2)より技術者の判断によるばらつきを考えた。ここでは、盛土 A・B に対するアンケート調査結果より、表.1 に示す結果が

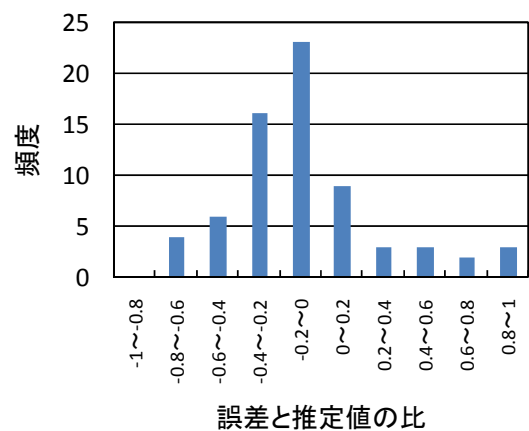


図.1 ヒストグラム

得られた。

そして、本研究では地盤物性の指標である等価 N 値上記内部摩擦角の変動係数が同じであると仮定し、各等価 N 値に対して変動係数を用いてばらつきを与えた。

表.1 内部摩擦角の平均値とばらつき

盛土A		盛土B	
平均	28.2	平均	29.7
標準偏差	5.9	標準偏差	5.3
標本数	76	標本数	76
変動係数	0.21	変動係数	0.18

4. フラジリティ・カーブ

まず、被災事例をもとにフラジリティ・カーブの検討を行った。ここでは、フラジリティ・カーブを検討するための仮想的な被災あるいは無被災の事例として、各 PSI (1,5,10,20,30,40,50,60,80,100) に対し、1000 ケース、合計で 10000 ケースが妥当であるという結果を得た。図.2 に釧路港の漁港埠頭南岸壁に対して算定したフラジリティ・カーブを示す。

次に、種々の断面に対するフラジリティ・カーブを作成し、さらにはそのフラジリティ・カーブを(2)式で示した 2 つのパラメータで表現できる簡易式にまとめた。具体的には、控え工形状が 2 通り、等価 N 値が 3 通り、設計震度が 3 通り、D1/H (海底面以下の液状化層厚/壁高) が 3 通りのバリエーションを考え、合計 54 ケースの断面に対してフラジリティ・カーブを提案した。表.2 に、提案したフラジリティ・カーブのパラメータの一部を示す。

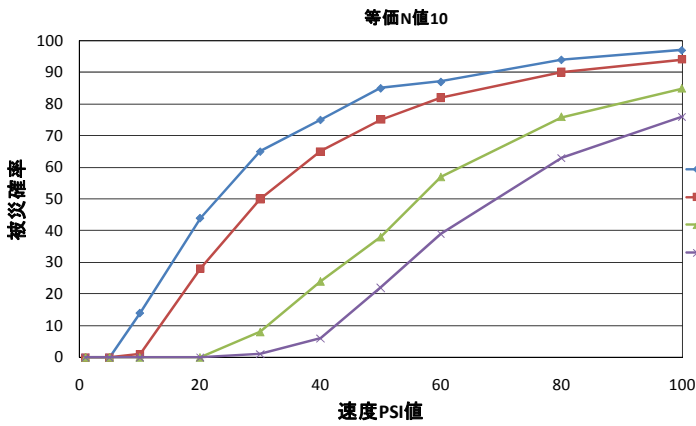


図.2 フラジリティ・カーブ

表.2 パラメータ例

直杭式	ケース番号	N値	kh	D1/H
	1	10	0.1	0.5
	2		0.1	1
	3		0.1	1.5
	4		0.2	0.5
	5		0.2	1
	6		0.2	1.5
	7		0.25	0.5
	8		0.25	1
	9		0.25	1.5
	10	15	0.1	0.5
	11		0.1	1
	12		0.1	1.5
	13		0.2	0.5
	14		0.2	1
	15		0.2	1.5
	16		0.25	0.5
	17		0.25	1
	18		0.25	1.5
	19	20	0.1	0.5
	20		0.1	1
	21		0.1	1.5
	22		0.2	0.5
	23		0.2	1
	24		0.2	1.5
	25		0.25	0.5
	26		0.25	1
	27		0.25	1.5

5. まとめ

液状化層厚、等価 N 値、設計震度、控え工形状を変化させた 54 ケースの断面に対し、フラジリティ・カーブを算定した。また、算定したフラジリティ・カーブは、2 つのパラメータからなる簡易式で表現することができた。

参考文献：

- 1) 神戸港湾空港技術調査事務所：チャート式耐震診断システム
- 2) 一井康二，秦吉弥：耐震性検討のための地盤調査と調査結果の解釈についての課題，土木学会論文集投稿中