

港湾護岸の耐震性判定法に関する一手法

京都大学防災研究所 正 佐藤忠信
京都大学 大学院 学 〇辰巳安良

1. まえがき

護岸構造物の中でも、大阪に見られるように地盤沈下地帯では、過去に何度かがさ上げが行われたために、トツプヘビーの複雑な断面形状になって、地震時の安定性はかなり損なわれているのが現状であると考えられる。このような地域に設けられている護岸構造物の耐震強度の算定には、静的震度法が用いられるが、検査断面の数が増えると、この方法は実用的でないと考えられる。ここでは、数量化理論によって、過去の護岸構造物の震害を要因別に評価し、その結果に基づき、構造特性と地盤特性に主眼を置いた耐震判定基準を作成するための基礎資料を提供する。

2. 数量化理論と解析資料

港湾構造物、特に岸壁、突堤、護岸構造物の大地震時に受ける被害がどのような要因に支配されるかを明らかにするため、数量化理論Ⅱによって十勝沖なるとに新潟地震の被害例を用いて解析を行った。まず、地震時における構造物被害の程度を格付する。この格付は港湾技術研究所の震害調査報告資料に基づいて行い、表-1のようにな種類に分類した。これは、被害後の断面が原形に比べてどれだけ変形しているかという観点から震害を評価したものである。

つぎに、この震害に影響を及ぼしたと考えられる要因を選びださなければならぬが、ここでは、表-2に示したような5個の項目を考える。地盤特性としては表層の厚さ、表層の平均N値を取り上げた。構造特性としては、構造の高さと構造形式を取り上げた。各項目を数個の範時に分け、全部で19個の範時に分類した。いま、サンプルの番号を i 、各項目の番号を j 、各項目内の範時の番号を k とし、変数 x_{jk} を考える。これは、各範時が震害にどのような重みを持っているかを表す変数であって、これを数量化理論によって決定する。重み係数が求まると、各サンプルの震害度を表現する合成変量 α_i が〇印の付いている場所の重み係数の和として与えられる(例えば $\alpha_{34} = x_{12} + x_{23} + x_{31} + x_{46} + x_{52}$)。この α_i の値と、表-1に示した震害の分類との相関が最も良くなるように重み係数 x_{jk} を求めればよい。

表-1 震害の分類

震害の分類	震害の評価	被害の程度
1	0	無被害
	I	本体には異状はないが付属構造物に破壊や変状が認められる。
2	II	本体にかなりの変状が起った
3	III	形をとめていながら、構造物本体に破壊が起ったと考えられるもの。
	IV	全壊して形をとめないもの。

表-2 震害要因とその細目

項目	範時	重み係数	デ-7 N ₀		
			22	34	46
地盤 (軟弱層厚)	0~5m	x_{11}			
	5~10m	x_{12}		〇	〇
	10~m	x_{13}	〇		
表層の 特性	砂質土 (N値) 0~10	x_{21}			
	10~20	x_{22}	〇		
	粘性土 (N値) 0~10	x_{23}		〇	〇
	10~20	x_{24}			
構造の 高さ	0~4m	x_{31}		〇	
	4~8m	x_{32}	〇		
	8~m	x_{33}			〇
構造 形式	鋼矢板	x_{41}			
	盛土	x_{42}			
	重力式	x_{43}	〇		
	重力式	x_{44}			
	T-トン	x_{45}			〇
	重力式擁壁	x_{46}		〇	
震度階	IV	x_{51}			〇
	V	x_{52}	〇	〇	
	VI	x_{53}			

3. 解析結果

解析に用いたデータの総数は128で、二の中からサンプルを抽出し、重み係数を決めた。表-3にサンプル総数128, 106, 97の3種類の重み係数が表示されている。まず、サンプル総数が128について考える。各項目の中で重み係数の大きい範疇が、その項目の中での支配的要因になっていることを考慮すると、地盤は層厚が厚くなるほど、 N 値は小さくなるほど、震度階は大きくなるほど、震害の危険度が増加していることがわかる。構造の高さに関しては、常識的な傾向とは異って、構造の高さが低いほど震害が大きくなる傾向を示している。これは、過去の震害例を単純に数学的に処理し得られたものであり、サンプルの性質に偏りがあるためと考えられる。実際の基準作成においては工学的判断を加味しなければならない。

また、この表には、それぞれの項目に対しレンジが示してあるが、この値が大きいほど、その項目の震害におよぼす影響の大きいことを示している。サンプル数128の群から表層の N 値が震害に最も大きな影響を与えることが判明する。つぎに、サンプル数106の群を見ると、これは表層の N 値の影響を取り除いて解析を行ったものであるが、表層の層厚が最大の震害要因になっている。さらに97のサンプル群では、層厚の影響も取り除いてあるが、構造形式が最大の震害要因となった。

図-1はサンプル数128の合成変量を震害の分類ごとに示したものである。この図における分類3は構造物が完全に崩壊するが、何んとかの処置をほどにさなればぎり、そのままでは使用不能のものを表わしている。このような震害を受ける構造物は、合成変量にして50前後の値でもってほぼ分離できることがわかる。

謝辞：本研究を遂行するに当たり、範疇の設定に関して幾たびとなく有益なご討議をいただいた京都大学教授岸田 徹先生、土岐憲三先生に感謝します。

表-3 解析結果

項目	範 疇	128			106			97		
		重み係数	X_{jk}	レンジ	重み係数	X_{jk}	レンジ	重み係数	X_{jk}	レンジ
地 盤 (軟弱層厚)	0~5m	16	-6.4		9	-17.7		—	—	
	5~10m	65	8.4	31.4	55	6.1	40.4	55	5.1	17.9
	10~m	47	25.0		42	22.7		42	23.0	
表層の 特性	砂質土	0~10	63	8.4	63	6.1		59	5.1	
	N 値	10~20	13	-12.0	—	—	3.6	—	—	4.9
	粘性土	0~10	43	6.6	43	2.5		38	0.2	
	ρ_c 値	10~20	9	-30.2	—	—		—	—	
構造の 高さ	0~4m	25	25.7		22	28.3		18	26.3	
	4~8m	60	8.4	22.0	43	6.1	23.4	40	5.1	21.2
	8~m	43	3.7		41	4.9		39	8.6	
構造 形式	鋼矢板	45	8.4		40	6.1		35	5.1	
	盛土	35	19.7		21	26.5		19	33.3	
	ブロック積	13	3.1	29.7	12	4.9	34.1	12	7.8	35.3
	コンクリート板	9	32.5		8	36.9		8	40.4	
	ケーソン	18	9.6		17	11.2		17	12.1	
	動力式擁壁	8	2.8		8	2.8		6	15.5	
震度階	IV	33	-14.3		32	-16.2		32	-15.6	
	V	90	8.4	23.4	69	6.1	33.7	65	5.1	20.7
	VI	5	9.1		5	17.5		—	—	
適中率 (%)		72.0			73.6			74.2		

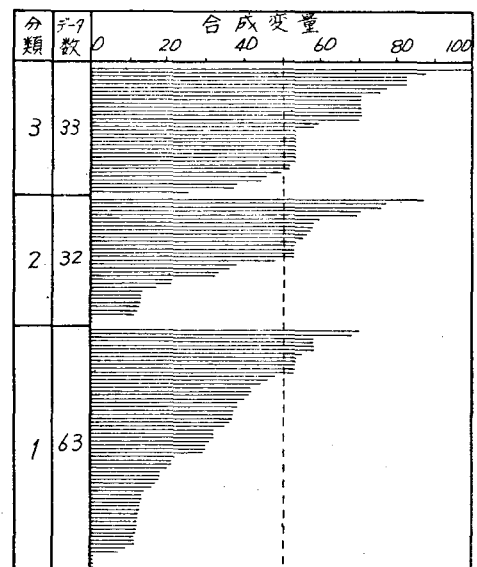


図-1 震害の分類と合成変量の関係