

数量化理論による水路護岸の地震被害要因について

東海大学海洋学部 正員 ○ 惠本 克利  
東海大学海洋学部 正員 浜田 政則

1 はじめに

ガス、水道、電力等のライフライン施設の耐震性に関しては、既に多くの研究がなされて来ている。特に、ライフライン施設のうち地下埋設管路の地震時挙動と耐震性については、液状化など地盤破壊の影響を含めて検討が進められている。しかしながら、埋設管路が河川を横断する管路部についての検討は、あまり進められていないのが現状である。管路部の耐震性を考える場合、兩岸部の護岸自体の安定性の検討が重要な課題の一つとなる。著者らは既往の大地震による水路護岸の被害を調査し、数量化理論によって被害要因を数量的に解析したので報告する。

2、中被害（滑り・前傾）を2〜3、大被害（崩壊など）を3以上、崩壊や水没で、殆ど原形を留めないものを5とした。これらのデータから、各カテゴリーが被害に対し、どの程度のウェイトを占めるのか、それを数量化し、重み係数として表す。そして、その指定震害度 $\bar{Y}$ 等から得た、重み係数をもって、逆に推定震害度 $\bar{Y}$ を予測する。重み係数を得る考え方としては、まず任意の重み係数を各カテゴリーに与え、各被害事例が該当するカテゴリーの重み係数を全て足し合わせて得られる値を、とりあえず、推定震害度 $\bar{Y}$ と置く。（式（A）参照）そこで、予め定めてあった指定震害度 $Y$ との相関を見る。そして、各カテゴリーの

2 数量化理論による

震害の解析

解析に用いた資料は、'26 関東大地震、'64 新潟地震、'68 十勝沖地震及び、'78 宮城県沖地震による水路護岸の被害記録31事例であり、主に現存の埋設管路に関わりの深い石積護岸を対象とした。

表1に示す様に被害要因との関連が予想されるアイテム（項目）を抽出し、事例ごとに各アイテム内で該当するカテゴリー（範疇）を、決定する。更に被害の度合を指定震害度（ $Y$ ）として定める。軽被害（亀裂・孕み出し）を1〜

表1. サンプル護岸の特性と指定震害度

サンプル番号	項目 範疇 被害場所	地盤		液状化		構造形式			裏込め		基礎		勾配		震度			サンプルの 指定震害度		
		3	4	有	無	空	練	張	コ	玉	普	割	直	く	0	0.2	4		5	6
K1	荒川	○	○																	5.0
2	外堀	○	○																	4.5
3	内堀	○	○																	4.0
4	内見	○	○																	1.8
5	月島	○	○																	3.0
6	亀島	○	○																	3.5
7	新川	○	○																	3.0
8	日本橋	○	○																	5.0
9	海面(芝浦)	○	○																	5.0
10	海浜	○	○																	5.0
11	川	○	○																	4.0
N1	信濃川 I	○	○																	5.0
2	信濃川 II	○	○																	5.0
3	信濃川 III	○	○																	5.0
4	信濃川 IV	○	○																	4.8
5	旧信濃川	○	○																	4.0
6	中ノ口川	○	○																	4.3
7	白新線鉄橋上流	○	○																	2.4
8	青竜寺川	○	○																	4.8
9	栗ノ木川	○	○																	4.8
T1	鶴川(西幹線)	○	○																	2.5
2	鶴川(東幹線)	○	○																	2.2
3	鶴川(西幹線)	○	○																	3.0
4	秩父別第一幹線	○	○																	3.5
5	函館五稜郭跡	○	○																	3.2
6	富良野山手幹線	○	○																	1.8
M1	名取川河口部	○	○																	2.0
2	定川	○	○																	4.5
3	出来川	○	○																	3.0
4	広瀬川	○	○																	1.5
5	定川河南町	○	○																	4.0

K; 関東大地震(1926) N; 新潟地震(1964) T; 十勝沖地震(1968) M; 宮城沖地震(1978)

重み係数を変えて再度行い、得られたYと $\bar{Y}$ の相関を前回のものと比較し、相関性が高い方を取る。この過程を繰り返し、最も相関性が高くなった時の重み係数を、真の重み係数として採用する。

$$\bar{Y} = X_1 + X_2 + \dots + X_m = \sum_{j=1}^m X_j \dots\dots\dots (A)$$

$$X_j = \sum_{k=1}^{l_j} \delta(jk) \alpha(jk)$$

$\delta(jk)$   $\left\{ \begin{array}{l} 1 : \text{カテゴリーに該当} \\ 0 : \text{カテゴリーに非該当} \end{array} \right.$

$\alpha(jk)$  : カテゴリーの重み係数

$l_j$  : アイテムXのカテゴリー数

重み係数の決定により、各アイテム内での重み係数のレンジも得られる。これは、各アイテムの重要度に置き換えることが出来、このレンジの極めて小さいアイテムは、被害要因との関連が薄いも

のとして判断され、省かれる。表1はその最終的な結果でもある。重み係数を式(A)に代入し、図1を得る。相関係数は0.8である。

### 3 解析結果と判断基準

解析の結果、被害要因に占めるウエイトの最も高いアイテムは、裏込めの土の種類であり、以下、勾配、構造形式、液状化、震度、基礎形式の順であり、相関係数が0.8である事からも、ある程度、信頼の置けるものと思われる。

表2は、図1を簡略化したものであるから、実際にこの被害予測方法が用いられた場合、次の様なケースが出てくる可能性がある。推定で、中被害であったものが、実際には大被害となっているものが、4件見られる。今後、より多くのデータを収集して予測式を、企る予定である。

表2. 推定震害と実際の震害

推定震害度	A	0	2	20
	B	3	2	4
	C	0	0	0
		C	B	A
実際に見られた震害度				

A:大被害 B:中被害 C:軽被害  
数値は該当する被害事例の数を示す

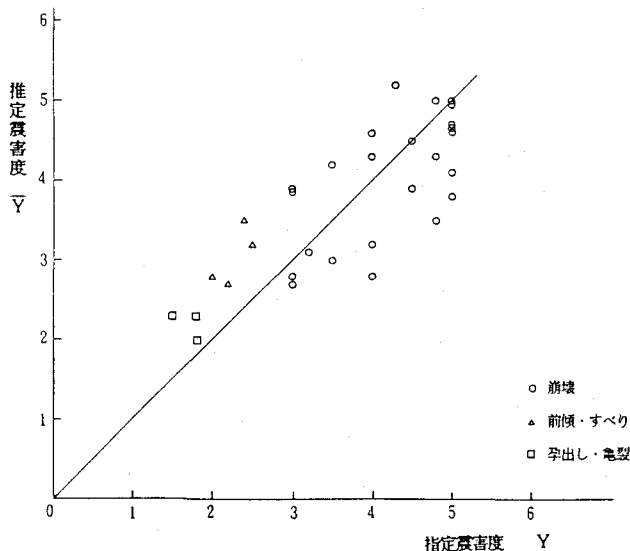


図1. 指定震害度と推定震害度の相関

#### (参考文献)

- 1) 林 知己夫, 駒澤 勉: 数量化理論とデータ処理
- 2) 土木学会: 関東大地震震害調査報告 大正12年
- 3) (社)土木学会: 新潟地震震害調査報告 昭和39年
- 4) 十勝沖地震調査委員会: 十勝地震調査報告 昭和27年
- 5) (社)土木学会東北支部: 宮城県沖地震調査報告 昭和53年
- 6) 東京都々市消防局: 地震に関する地域危険度調査報告