

八千代松陰高等学校 正員 小西 敬
東京都立大学工学部 正員 国井隆弘

1. まえがき

河川堤防は、都市部のごく一部にみられる特殊堤防を除けば大半は盛土で築堤される。堤防は過去の地震において少なからず被害を受けてきているものの、その地震時安全性については必ずしも十分な結論が得られていない。本報告は、盛土堤防の地震時における被害に対して「数量化Ⅱ」理論を用いて検討を行なったものである。

2. 解析方法

(1) データの概要 — 資料は、1964年新潟地震における信濃川、阿賀野川、最上川の各水系の河川堤防の被害調査を行なった際の調査報告を基本データとした。本解析で対象としたデータ数は、地震後堤防の形状変形等を調査測量した地点を1つとみなし、全部で172地点に関する資料を採用した。

Table 1 被害のグループの設定

	Group	Mean for the Data in Each Group
E1(m)	1. 0~0.7 2. 1.2~	0.24 1.61
E2(m)	1. 0~0.3 2. 1.0~	0.09 1.74
E3(%)	1. 0~10 2. 30~	3.6 54.2

E1=Max.Crack
E2=Mean Subsidence
E3=Collapse

Table 2

Criterion		E1	E2	E3	Criterion		E1	E2	E3
Item	Category	Weighting Coefficient			Item	Category	Weighting Coefficient		
X1(m)		-0.251	-0.052	-0.075	CY2 (m)	1. ~1.0	-0.481	-0.182	-0.152
X2(m)		0.006	0.016	0.012		2. 1.0~3.0	0.432	-0.406	-0.164
	3. 3.0~5.0					0.201	-0.421	0.007	
	4. 5.0~					-0.036	0.471	0.170	
CX3 (m)	1. ~20	0.045	-0.122	-0.121	CY3 (m)	1. ~2.0	-0.127	0.524	-0.250
	2. 20~25	0.078	-0.055	0.148		2. 2.0~3.5	-0.087	-0.018	0.100
	3. 25~	-0.134	0.220	-0.032		3. 3.5~5.0	-0.092	-0.171	0.080
CX4	1. ~0.40	-1.008	-0.193	0.048		4. 5.0~	0.302	-0.131	-0.044
	2. 0.40~0.50	0.128	0.022	-0.022	CY4 (m)	1. ~10.0	0.904	-0.144	0.112
	3. 0.50~	0.369	0.076	-0.003		2. 10.0~12.5	-0.594	-0.003	-0.054
CX5	1. ~0.45	0.266	0.133	0.058		3. 12.5~	-0.367	0.094	-0.058
	2. 0.45~0.55	-0.100	-0.257	-0.043	CZ1	1. Yes	0.052	-0.312	0.051
	3. 0.55~	-0.168	0.299	0.017		2. Unknown	-0.072	0.002	0.092
CY1 (m)	1. 0	-0.500	-0.532	-0.228		3. No	0.008	0.240	-0.118
	2. 0~1.0	0.548	-0.141	-0.052	CU1 (km)	1. ~30	0.748	1.076	1.375
	3. 1.0~3.0	0.145	0.097	0.022		2. 30~50	-0.193	-0.625	-0.659
	4. 3.0~	-0.290	0.596	0.309		3. 50~	-0.614	-0.591	-0.632

X1=築堤高, X2=天端幅, CX3=堤敷幅, CX4=表法勾配, CX5=裏法勾配

CY1=貫入抵抗区分Ⅰの層厚, CY2=Ⅱの層厚, CY3=Ⅱの深度, CY4=Ⅲの深度

CZ1=旧河道上, CU1=震央からの距離

(2) 外的基準について — 河川堤防の被害の状況を示す指標として、堤軸方向の単位長さ当りに対する、堤体に発生した最大の亀裂深さ(m) : E1, 堤体天端の平均的な沈下量(m) : E2, 堤体の崩壊(%) : E3 を考えることにした。E3 の堤体の崩壊(%)とは、堤体の崩壊面積を堤体の横断面積で除した値(百分率)である。これらE1, E2, E3の指標を用いれば、堤防の震災後の実態を表現することができ、また被害に至った過程もある程度想像できるものと思われる。外的基準としては、それぞれの被害の程度、およびサンプルの分布状態を考慮したグループ(表1参照)を設定して解析を行なった。

(3) 項目と範ちゅうについて — 堤防の地震被害に及ぼす主要な項目として、本解析では堤防の断面形、スウェーデン式サウンディング試験結果から得られている貫入抵抗(きわめて軟弱な地盤から堅い地盤へと4つの段階Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ,Ⅳの区分で与えられる)をもとにした表層地盤の土質、河道の変遷、および震央からの距離に関する11項目を考慮した。堤防の中の材質、締め固めの程度など、堤防の被害に影響を及ぼすことは想像できるが、これらのパラメータ明らかになっている数は限られているため、主要な影響を及ぼす因子としては表2に示す11項目に着目した。ここでは震央からの距離としては、Abeによって求められている震源断層を採用し、望月・他による方法で求めた。項目である築堤高、天端幅については範ちゅう化を行わずそのまま用い、その他の項目についてはサンプルの分布状況、また今後の有用性も勘案し、それぞれの範ちゅうを設定した。なお、項目間の独立性は各項目についての偏相関係数を計算することにより、ほぼ保たれていることが確かめられた。

3. 解析結果

「数量化Ⅱ」による解析結果を表2、表3、および図1、図2に示す。沈下、崩壊にもっとも直接的に影響を及ぼす項目は、震央からの距離であることが明らかにされた。また貫入抵抗区分Ⅰの層(N値0~2の粘性土、N値0~4の細砂、中砂と推定される地層)が3m以上存在し、さらに区分Ⅱの層(N値2~6の粘性土、N値4~15の細砂、中砂)が5m以上存在するような地盤では被害がより大きくなることも定量的に示された。亀裂の発生には沈下、崩壊とは異なる要因パターンが認められ、法面の勾配、また区分Ⅳの層(N値10以上の粘性土、N値25以上の中砂、粗砂)の深度の影響を受ける傾向もある。

解析上の精度としては、的中率82%~93%で判別可能で、被害の状況と説明するのに、本解析で選択した項目と範ちゅうの妥当性を示しているものと考ええる。

引用文献

- 新潟地震災害調査報告(最上川), 東北地方建設局酒田工事事務所, 1966. 3
- 新潟地震による河川堤防被害(阿賀野川)について, 建設省北陸地方建設局新潟工事事務所, 1964, 10
- 新潟地震調査報告, 土木研究所報告125号, 建設省土木研究所, 1965. 6
- 新潟地震震害調査報告, 土木学会, 1970
- Katouki Abe : A Fault Model for the Niigata Earthquake of 1964
- 望月・他 : 1923年関東大地震における木造家屋の被害の検討, 日本建築学会論文報告集270号, 1978. 8

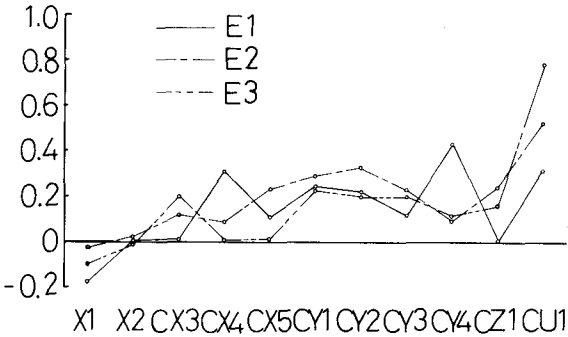


Fig.1 外的基準に対する各項目の偏相関係数

Table 3 グループ別の統計量

Group	Mean	Std.Dev.
E1 1	0.674	0.754
E1 2	-0.558	0.819
E2 1	-0.700	0.664
E2 2	0.800	0.663
E3 1	-0.695	0.413
E3 2	1.303	0.508

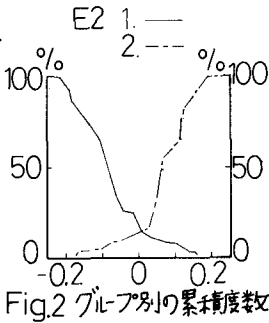


Fig.2 グループ別の累積度数