

水資源開発公団
(財)日本農業土木総合研究所
フジタ工業(株) 技術研究所
同 上

正会員 山崎 晃
三宅克之
正会員 中村正博
正会員 ○池見 拓

1. はじめに

筆者らは、1983年日本海中部地震に係わる農業用ため池の悉皆調査データをもとに、数量化理論Ⅱ類による地震被害の要因解析を実施し、地震被害の程度を簡便に予測する方法を提案している¹⁾。この解析では、青森・秋田両県の当該地震によって被害を受けたため池のデータはもちろんのこと、被害を受けなかったため池のデータも用いられている。悉皆調査の範囲は気象庁の震度階Ⅴの範囲とほぼ一致しているが、これまでの解析では、震央距離120km未満と120km以上の二つのグループについての個別の解析²⁾以外には、地震動の強さを考慮した要因解析は行っていない。そこで、地震被害の要因としての地震動の強さについて検討するため、新たに震央距離をアイテムに加えた要因解析を行った。本報告では、震央距離を考慮しない解析³⁾と今回の解析の結果を比較し、地震被害の要因としての震央距離について考察を加える。

2. 要因解析

解析は、日本海中部地震に係わる青森県と秋田県の農業用ため池のうち、堤体の形式が均一型に該当する1146カ所のため池を対象として実施した。ため池の築造年代、堤体の規模、基礎地盤の土質や被災前後の状況など悉皆調査から得られた36項目にわたるデータの内から、23項目が要因解析のアイテムとして用いられた。一方、個々のため池が受けた地震動の強さに関する詳細なデータは、この悉皆調査からは得られていないので、地震動の強さを表わす尺度として、ここでは当該ため池の震央距離を採用した。表-1は、主なアイテムについてカテゴリーごとにサンプルを集計したものである。外的基準である地震被害の程度は大被害A、小被害B、無被害Cの3分類とした⁴⁾。1146カ所のため池のうち、大被害Aに属するものは142カ所、小被害Bに属するものは24カ所、無被害Cに属するものは980カ所であった。一連の要因解析の目的は、過去の震害からため池の地震による被害要因を把握するとともに、数あるため池の中から大被害を受ける可能性の高いため池を簡便に選びだすことにある。そこで今回の解析では、数量化理論Ⅱ類によって、大被害Aと小被害または無被害(B+C)の判別を行った。

3. 解析結果の比較

表-2と表-3はそれぞれ震央距離をアイテムに加えた解析と震央距離をアイテムに加えなかった解析から得られたため池堤体の被害判定表である。これらの判定表にみられるアイテムは、4ステップにわたる解析の手順を踏み、アイテム間の相関が高いものや、被害程度との相関が比較的低いアイテムを削除することによって、判定に必要なアイテム数の絞りこみを行った結果、最終的に残ったものである。表-2の震央距離を除く7個のアイテムは、表-3のアイテムと同じである。被害程度と各アイテムの相関を

表-1 主なアイテムとサンプルの内訳

「アイテム」 の分類	被害程度 計(カ所) A+B+C	大被害 A(カ所)	小被害 B(カ所)	無被害 C(カ所)	A (%) A+B+C
「堤高」(m)					
0.0-5.0未満	695	77	14	604	11.1
5.0-10.0未満	356	56	9	291	15.7
10.0-15.0未満	65	8	1	56	12.3
15.0以上	30	1	0	29	3.3
「堤頂幅」(m)					
0-3未満	422	26	2	394	6.2
3-4未満	372	57	12	303	15.3
4以上	352	59	10	283	16.8
「堤頂幅/堤高」					
0.0-0.6未満	379	31	4	344	8.2
0.6-1.0未満	403	71	10	322	17.6
1.0以上	364	40	10	314	11.0
「上流法面勾配」(割)					
0.0-1.5未満	409	17	5	387	4.2
1.5-2.0未満	359	36	4	319	10.0
2.0以上	378	89	15	274	23.5
「基礎地盤の地質年代」					
第三紀	465	26	4	435	5.6
洪積世	356	74	9	273	20.8
沖積世	325	42	11	272	12.9
「基礎地盤の土質」					
硬岩・軟岩	390	15	1	374	3.8
砂・砂質土	132	36	12	84	27.3
粘土・砂礫質粘土	624	91	11	522	14.6
「堤体の沈下の有無」					
有	117	36	8	73	30.8
無	1029	106	16	907	10.3
「震央距離」(km)					
100未満	249	52	8	189	20.9
100-120未満	369	61	2	306	16.5
120-140未満	347	13	14	320	3.7
140以上	181	16	0	165	8.8
計	1146	142	24	980	12.4

みると、震央距離は上流法面勾配に次いで2番目に偏相関係数が大きく、地震被害に大きな影響を与える要因の一つであると考えられる。カテゴリースコアが小さいほど耐震性に劣るということが出来るが、表-2の震央距離におけるカテゴリースコアによれば、「0~100km未満」と「100~120km未満」では、比較的耐震性が低く、「120~140km未満」では耐震性が高くなっている。また、表-1に示す各カテゴリーの大被害の比率 $A/(A+B+C)$ が大きいものほど耐震性が低い結果となっている。

地震動の強さを表す尺度としての震央距離は地震被害の要因としては重要である。しかしながら、被害の予測という観点からは、表-2に示したような震央距離をアイテムに含んだ判定表は、実際には使えないと考えられる。将来発生するであろう地震の規模や震源を特定し、地震の発生を予知することが一般には難しいからである。前述の震央距離をアイテムに加えた解析とアイテムに加えなかった解析に関する限り、震央距離を除く他の7アイテムが両者とも等しいこと、さらには大被害判別の精度ともいうべき判別の中率についても、前者のそれが74%であるのに対して、後者のそれは72.5%と、さほど遜色ないことから、現状では表-3に示す震央距離を含まない判定表でも十分な被害予測を行うことができるものと考えられる。

4. おわりに

本報告では地震被害の要因としての震央距離について述べた。震央距離を考慮した要因解析と震央距離を考慮しない要因解析の比較から、当該ため池の震央距離は地震被害に影響を及ぼす大きな要因であることが明らかとなった。しかし、地震被害の簡便な予測という観点からは、震央距離をアイテムとして含まなくても十分に被害予測が可能であると考えられる。なお、各アイテム内のカテゴリースコアの相対的な大きさについては、従来の工学的知見と矛盾するものがみられる。例えば、表-2、表-3の上流法面勾配では、勾配が緩いほど耐震性に劣る結果となっている。これは表-1の大被害の比率 $A/(A+B+C)$ をそのまま反映しているものと考えられるが、詳細な考察は別の機会に譲ることとする。

- [参考文献] (1)山崎 晃, 三宅克之, 中村正博, 池見 拓: 農業用ため池の地震時における被害予測, 農業土木学会誌, 第55巻, 第6号, 1987. 6. (2)山崎 晃, 三宅克之, 中村正博, 池見 拓: 地震動の強さを考慮したため池の地震被害の要因解析, 第22回土質工学研究発表会, 1987. 8. (3)山崎 晃, 三宅克之, 中村正博, 池見 拓: 均一型ため池の地震被害の要因解析, 第22回土質工学研究発表会, 1987. 6. (4)山崎 晃, 三宅克之, 中村正博, 池見 拓: 震害調査に基づく被害率に関する一考察, 土木学会第42回年次学術講演会, 1987. 9.

表-2 震央距離を含む被害判定表

アイテム	カテゴリー	カテゴリースコア	レンジ 順位	偏相関係数 順位
堤 高 (m)	0.0~ 5.0m未満	-0.0777	1.0924	2
	5.0~10.0m未満	0.0100		
	10.0~15.0m未満	0.3074		
	15.0m以上	1.0147		
堤頂幅 (m)	0~3m未満	0.3324	0.6630	7
	3~4m未満	-0.0643		
	4m以上	-0.3306		
堤頂幅/堤 高	0.0~0.6未満	-0.0638	0.6528	8
	0.6~1.0未満	-0.2783		
	1.0以上	0.3745		
上流法面勾配 (割)	0.0~1.5未満	0.5347	1.1883	1
	1.5~2.0未満	0.0791		
	2.0以上	-0.6536		
基礎地盤の 地質年代	第三紀	0.2843	0.6806	6
	洪積性(不明含)	-0.3964		
	沖積世	0.0274		
基礎地盤の土質	硬岩・軟岩	0.4070	1.0909	3
	砂・砂質土	-0.6839		
	粘土・砂礫質粘土	-0.1097		
堤体における 沈下の有無	有	-0.9221	1.0270	4
	無	0.1048		
	0~100km未満	-0.3002		
震央距離 (km)	100~120km未満	-0.3160	0.8869	5
	120~140km未満	0.5709		
	140km以上	-0.0372		
判定	判別区分点 $x = -0.76$ 合成変数 f		$f \leq x \cdots A$ $f > x \cdots B + C$	

表-3 震央距離を含まない被害判定表

アイテム	カテゴリー	カテゴリースコア	レンジ順位	偏相関係数順位
堤 高 (m)	0.0~ 5.0m未満	-0.1020	1.2051	2
	5.0~10.0m未満	0.0459		
	10.0~15.0m未満	0.3302		
	15.0m以上	1.1030		
堤頂幅 (m)	0~3m未満	0.4000	0.7996	6
	3~4m未満	-0.0756		
	4m以上	-0.3996		
堤頂幅/堤 高	0.0~0.6未満	-0.0336	0.6852	7
	0.6~1.0未満	-0.3086		
	1.0以上	0.3766		
上流法面勾配 (割)	0.0~1.5未満	0.5989	1.3172	1
	1.5~2.0未満	0.0740		
	2.0以上	-0.7183		
基礎地盤の 地質年代	第三紀	0.3443	0.8364	5
	洪積世(不明含)	-0.4920		
	沖積世	0.0463		
基礎地盤の土質	硬岩・軟岩	0.4424	1.0734	4
	砂・砂質土	-0.6310		
	粘土・砂礫質粘土	-0.1430		
堤体における 沈下の有無	有	-0.9841	1.0960	3
	無	0.1119		
判定	判別区分点 $x = -0.690$		$f \leq x \cdots A$	
	合成変数 f		$f > x \cdots B+C$	