

神奈川大学工学部 正会員 ○荏本孝久
都立大学 工学部 正会員 国井隆弘

1. はじめに

傾斜地の多い地形を有する地域では、土地を有効に利用するために必然的に傾斜地に石積・RC等の擁壁構造をもつ人工斜面を用いて道路や宅地が形成される場合が多い。これらの人工斜面の力学的な解析には土圧論等の理論的な解析方法やF.E.M.による数値解析が実施されている。一方、1978年の伊豆大島近海地震では、東伊豆町・河津町を中心とした被災地域で比較的小規模の小さい斜面も含めて多数の人工斜面が崩壊等の被害を受けた。筆者らは、地震後の被害調査結果に基づいて、統計的な解析手法を用いて道路の人工斜面の地震時の被害発生の要因について検討を加えたので報告する。

2. 調査結果

地震後の道路斜面の被害調査の概要ならびに調査結果については、すでに報告されている。その結果、調査された被害斜面の総件数は約800件で、特に被害の集中した東伊豆町・河津町地区においては無被害斜面も含めた斜面の調査を実施し総件数は、山側1056件、谷側1221件で、そのうち被害斜面は山側225件、谷側85件で、山側斜面の被害率が高かった。

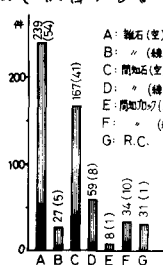


図-1 構造別分布(山側)

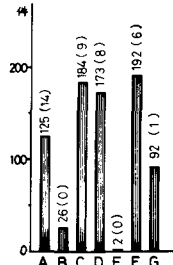


図-2 構造別分布(谷側)

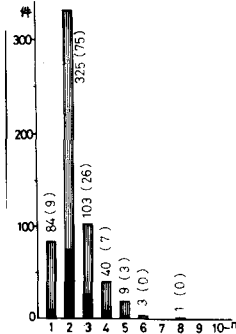


図-3 斜面の高さ別分布(山側)

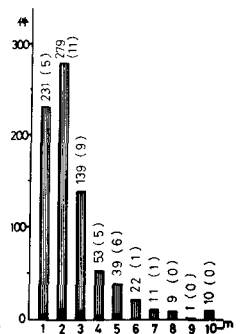


図-4 斜面の高さ別分布(谷側)

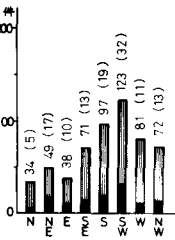


図-5 斜面の方向別分布(山側)

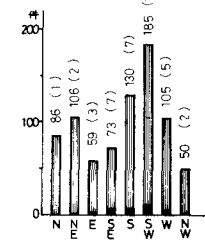


図-6 斜面の方向別分布(谷側)

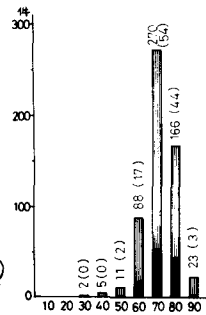


図-7 斜面の角度別分布(山側)

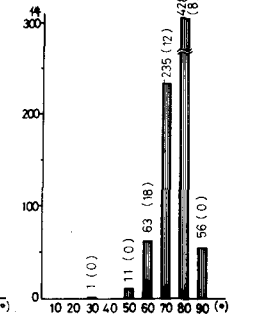


図-8 斜面の角度別分布(谷側)

総件数
(山側): 565件
(谷側): 794件

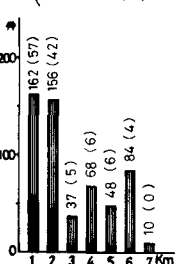


図-9 震源距離に対する斜面の分布(山側)

被害件数
(山側): 120件
(谷側): 38件

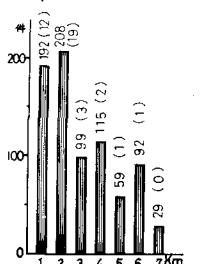
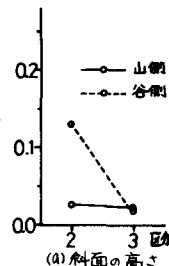
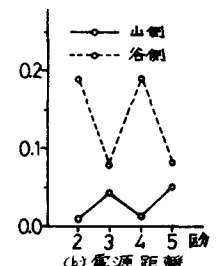


図-10 震源距離に対する斜面の分布(谷側)



(a) 斜面の高さ



(b) 震源距離

図-11 カタリ-区分数に対する偏相関係数の変化

3. 人工斜面の分布

本研究は、上記調査結果より、人工斜面に着目し、その地震時の被害発生の要因について検討を加えた。図1～図10に人工斜面の特性別の分布を示した。総件数は山側565件、谷側794件で、うち被害斜面は山側120件、谷側38件である。構造別では、山側斜面は雑石・間知石の空積擁壁が多く、被害件数も多い。一方谷側斜面では、間知ブロック練積と間知石練・空積擁壁が多く分布している。また斜面の高さでは、山・谷側斜面ともに1～3mで、斜面の角度では70°～80°の傾斜を有する斜面が多い。斜面の方向はSW～S方向の斜面が比較的多く分布している。そして、被害斜面の件数は、震源距離の近い斜面ほど増加している。

4. 解析方法

人工斜面の被害の発生要因を統計的に解析手法によって検討するために数量化理論Ⅰ類を用いることとした。解析を進めるにあたって、外的基準を斜面の被害中としてアイテム・カテゴリー区分を設定する。図-11は、斜面の高さと震源距離についてカテゴリー区分数を変化させた場合の外的基準に対する偏相関係数の変化を示したものである。区分数によって差異が見られたため、本研究では、偏相関係数の高い方の区分数を採用することとし、表-1に示すアイテム・カテゴリー区分を設定した。また、同表中に単純集計によるサンプル数の分布を示した。図12～図13は、設定されたアイテム・カテゴリー区分による解析結果であり、外的基準に対する各アイテムの偏相関係数を示してある。この結果、山側ではI-1、I-7が高い値を示し、谷側ではI-3、I-4、I-7が比較的高い値を示し、それ以外の外的基準に対する寄与度が高いと考えられる。

5. 人工斜面の地震時の被害の発生要因

図-15は、3.4において、外的基準との偏相関係数が高いアイテム群から順番にアイテム数を増加させた場合の解析結果の重相関係数の変化と、各アイテムの外的基準に対する偏相関係数の変化を示した図である。山側・谷側斜面ともに各アイテムの偏相関係数は、ほぼ一定値を示し、各々の要因が外的基準に対して安定した寄与度と有している。一方重相関係数の変化より、山側斜面では主にI-7、I-1、I-6、I-2の4要因、谷側斜面では主にI-7、I-4、I-3、I-1の4要因によって重相関係数はほぼ一定値となる。従って、これら4要因が地震時の人工斜面の被害の主要な発生要因と考えられる。また、図16～図17は上記各4要因のみによって解析した結果のカテゴリー数と重相関係数を示している。

6. あとがき

以上の結果より、山側・谷側の人工斜面の地震時の被害の発生要因が各々主に4要因で説明され、特に山側斜面では地震動の強さに関係する震源距離と斜面の構造的特性に関する要因が高い寄与度を示し、谷側斜面では震源距離と斜面の形状的特性に関する要因が高い寄与度を示していると言える。本論文から本研究を進めるにあたって援助して頂いた杉田誠志氏に感謝の意を表します。

<参考文献>

- (1) 総合都市研究1119「1978年伊豆大島近海地震における道路斜面の被害に関する検討」
- (2) 日本道路協会「道路の震災対策に関する調査報告(I)―1978年伊豆大島近海地震災害―」

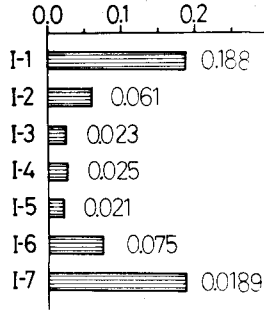


図-12. 外的基準に対する偏相関係数 (山側)

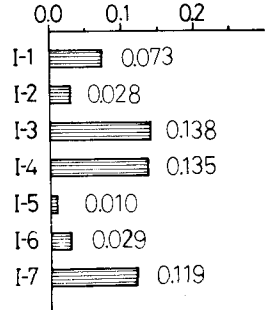


図-13. 外的基準に対する偏相関係数 (谷側)

表-1. アイテム・カテゴリー区分

		山側		谷側	
ITEM	CATEGORY	件数	割合	CATEGORY	件数 割合
I-1 構造	M-11 雑石	206	59	V-11 雑石	130 14
	M-12 間知石	202	49	V-12 間知石	243 17
	M-13 間知石	39	11	V-13 間知石	147 6
	M-14 R.C.	30	1	V-14 R.C.	68 1
I-2 施工	M-21 横積	144	24	V-21 横積	360 15
	M-22 空積	333	96	V-22 空積	288 23
I-3 高さ	M-31 ~2m	339	84	V-31 ~2m	390 16
	M-32 3m~	138	36	V-32 3m~	108 22
I-4 角度	M-41 ~70°	295	69	V-41 ~70°	259 29
	M-42 80°	182	51	V-42 80°	329 9
I-5 方向	M-51 平行	213	48	V-51 平行	214 15
	M-52 垂直	264	72	V-52 垂直	374 23
I-6 構造	M-61 有	132	23	V-61 有	159 15
	M-62 無	345	97	V-62 無	429 23
I-7 震源距離	M-71 ~0.475km	97	39	V-71 ~0.975km	164 12
	M-72 ~1.475km	112	33	V-72 ~1.975km	174 20
	M-73 ~2.475km	108	32	V-73 ~3.975km	137 5
	M-74 ~4.475km	78	9	V-74 4.0~	111 1
	M-75 45°	82	7	—	—
サンプル数	合計	477	120	合計	588 38

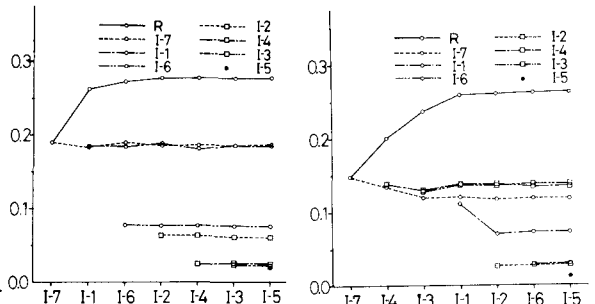


図-15. 重相関係数と偏相関係数の変化

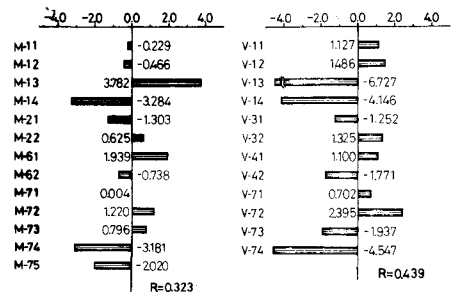


図-16. カテゴリー数 (山側)

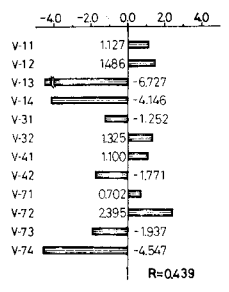


図-17. カテゴリー数 (谷側)