

神奈川大学 工学部 正会員 ○ 荻本孝久
東京都立大学工学部 正会員 国井隆弘

1. はじめに

1978年1月14日に発生した伊豆大島近海地震(M7.0)は、直下型の中規模地震で顕著な地震断層が出現した東伊豆町稲取地区を中心に被害が発生した。筆者らは、地震発生直後から伊豆半島の中央部地域の主な道路に面した山・谷側の斜面(道路斜面)の詳細に被害調査を実施し、被害が集中した地区についての被害分布・被害状況および震源距離と被害発生頻度の関係に関する報告を行った。本報告では、主に統計解析手法による被害集中地区の人工斜面に関する被害発生要因の数量化解析と全調査地区の自然斜面(切盛土を含む)の被害発生頻度と震源距離と地形との関係に関する検討結果を報告する。これらの結果は、今後発生が予想される同程度の地震に対する道路斜面の被害防止に貴重な知見と与えるものと思われる。

2. 調査概要と道路斜面の被害分布

被害箇所は規模の大小によらず道路山側斜面の崩壊・谷側斜面の崩壊と路面の沈下等の通行障害を生じた箇所を1件としている。最終的に被害調査地域は伊豆半島中央部のほぼ全域に亘る市・町道と主要地方道で、この地域の南および北側では被害が激減する。被害の分布と便宜的に算定された震源線の位置を図-1に示す。

また、被害が集中的に発生した東側地区の東伊豆

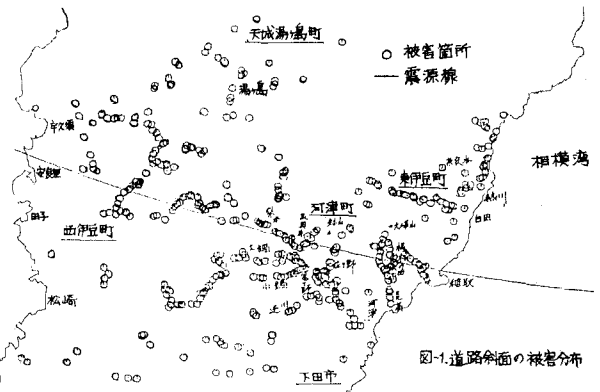


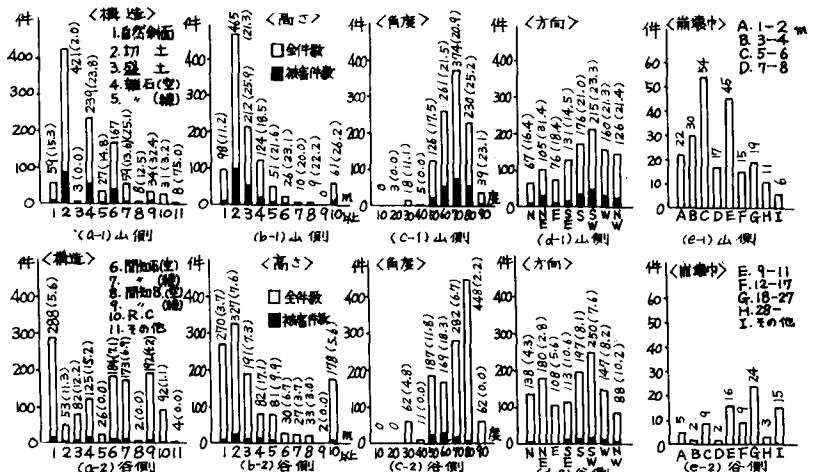
図-1. 道路斜面の被害分布

・河津町および下田市北部の地区(以後A地区)では、被害の有無に拘わらず全斜面の調査を実施した。調査項目は、斜面の有する特性を明確にするために、各斜面の構造・高さ・傾斜角・複合構造・方向と被害斜面について被害種別・規模(崩壊中)を調査した。

3. 道路斜面の被害

状況の概要

A地区においては調査道路延長上の全斜面の志的調査が実施された。その結果から同地区での山・谷側別・斜面の特性別および被害規模別に見た全斜面・被害斜面の状況を図-2に示す。総件数は山側1056件/谷側1221件で、うち被害件数は山側225件(21.3%)、谷側85件(7.0%)で強固な構造が多い谷側斜面の被害率が低い。構造別には、山側の間知ブロッグを除外すれば雑石・間知石空積の被害率が高く、高さ・傾斜角については山側では相対的に高かった急傾斜になるにつれて被害率が高くなるが谷側では45度で50-60度の斜面の被害率が高くなる傾向を示す。



総件数: 1056件(山側)・1221件(谷側) 被害件数: 225件(山側)・85件(谷側)

図-2. 道路斜面の被害状況 () 内被害率 %

4. 数量化工類による被害発生要因の解析

A地区における山・谷側の道路斜面の被害率が斜面の有している特性によって差が生じていることから、同地区の人工斜面に対して被害の発生に関与していると思われる要因(アイテム)と各要因に属する項目(カテゴリ)を設定して、被害の規模(外的基準)に対する影響度と数量化工類により逆に検討した。

解析に用いたアイテム・カテゴリ区分を表-1に示す。数量化工類では、各道路斜面(サンプル)のアイテム・カテゴリ反応より求められる係数行列 $[F]$ 、カテゴリ数量の行列 $[X]$ 、外的基準より求められる定数行列 $[A]$ とすれば、基本式は

$$[F] \cdot [X] = [A] \quad (1)$$

となり、求めるカテゴリ数量 $x_i(j)$ (アイテム j のカテゴリ i)に対して予測されるサンプル数量 α_i は、iサンプルのjアイテムに対するカテゴリ数量を $x_i^{(j)}$ とすれば

$$\alpha_i = \sum_{j=1}^N x_i^{(j)} \quad (N: \text{アイテム数}) \quad (2)$$

となる。また、 α_i と外的基準 A_i との重相関係数は、

$$R = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (\alpha_i - \bar{\alpha})^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (A_i - \bar{A})^2}} \quad (n: \text{サンプル数}) \quad (3)$$

で示される。以上の解析結果を図-3に示す。

山側では震源距離(中)と角度(急)のカテゴリ数量が高く、偏相関係数も震源距離と角度のアイテムが外的基準に強く影響していることがわかる。一方、谷側では高さ(高)・角

度(緩)のカテゴリ数量が高く、偏相関係数も高さのアイテムが強く、次いで角度・震源距離となる。しかし、重相関係数は山・谷側ともに0.5~0.6と比較的低い。これはアイテム・カテゴリ区分の設定により、また十分には被害発生要因を説明できていないためであると思われる。

5. 被害の発生頻度と震源距離と地形の影響

ここでは、全調査資料の中から擁壁構造を有しない切・盛工と自然斜面に対して被害の発生頻度と震源距離と地形との関係を検討した。震源距離(Δ)は、全被害分布より算定された震源線(図-1)よりの垂直距離をとり、地形は傾斜角(θ)で示し被害斜面と無被害斜面では調査道路延長上500m間隔の山側斜面の傾斜角と5m分の地形図上より判読している。また、被害の発生頻度は等震源距離線の帯状地域に含まれる道路延長1kmに対する被害箇所数で示し、斜面の傾斜角との関係を統計的に検討した。図-4は解析結果の一例で、斜面の被害率と Δ および θ の概略的な傾向を示している。図より、同じ Δ でも θ の大きさによって被害率にかなりの差異が見られる。

6. あとがき

本報告の解析結果より、地震時の道路斜面被害に関する傾向が理解された。最後に本研究の調査解析に尽力して頂いた近藤・酒見(都立大)ならびに後藤・藤井(神大)の諸氏に感謝致します。

〔参考文献〕 佐本・国井, 1979「1978年1月伊豆大島近海地震における人工斜面の被害分布」, 土木学会44周年学術講演報告集
吉田信夫, 1974「土木技術者の計画と管理のための予測手法」, 山海堂

表-1. アイテム・カテゴリ区分および外的基準

アイテム	カテゴリ	区 分
1. 擁壁構造	1. 雑石	—
	2. 間知石	—
	3. 間知ブロック	—
	4. R.C	—
2. 施工	5. 弱	空 積
	6. 強	縦横・R.C
3. 高さ	7. 低	1 m
	8. 中	2 m
	9. 高	3 m以上
4. 角度	10. 緩	70°以下
	11. 中	80°
5. 複合構造	12. 急	90°
	13. 有	—
6. 震源距離	14. 無	—
	15. 近	0 ~ 1.4 km
7. 方向	16. 中	1.4 ~ 3.6 km
	17. 遠	3.6 km以上
外的基準	18. 平行	震源線に対し平行
	19. 垂直	〃 垂直
被害規模		崩壊中 (cm)

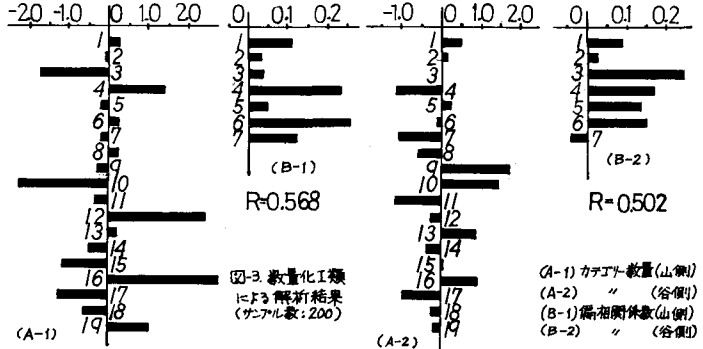


図-3. 数量化工類による解析結果 (サンプル数: 200)

(A-1) カテゴリ数量(山側)
(A-2) " (谷側)
(B-1) 偏相関係数(山側)
(B-2) " (谷側)

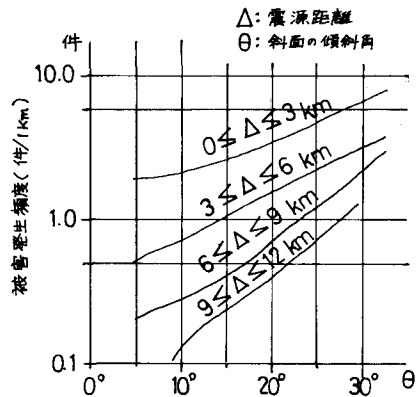


図-4. 被害の発生頻度と震源距離および地形との関係