

東京都立大学 正会員 国井隆弘

1. まえがき

本報告は現在東京23区内に存在している自然の崖、切土・盛土による崖、あるいは崖の一部が擁壁で保護されているも全体として崖と見なせる崖等の中で、関東地震クラスの大地震の際に、どの程度の数の崖が崩れるかについて個別的に検討したその方法および結果である。

人工の材料からなる構造物でさえもその地震時の破壊を推定することが困難とされているのに、まして短期間に4000件余(件数の定義は後述)の崖の崩壊予測をおこなうなんて……と考えるのは筆者一人では無いと思われる。しかし、それでは、たとえ1~2箇所の崖について十分な調査解析をおこなったからと言って完全に崩壊の有無を予想できるかと問われれば、多少の不安はめぐい切れないであろう。それにもし予測が可能であるとしても、数千の崖に対してこれをおこなうのは不可能に近いと言える。

しかしながら一方では、誰が見ても怖いと感じる崖があることも確かであり、実際に崩壊した崖を見ても崩壊しなかった崖との間に何らかの差が見られる場合もある。<sup>1)</sup>

大地震の来襲が考えられるならば、より危険な崖を早く見つけ出し、補強等の対策をおこなう必要性を感じないわけにはいかない。それに、たとえ不完全にせよ、ある地区の崖に対して何らかの方法で崩壊予測を進めておけば、来たるべき崩壊時の結果から定められた予測方法の修正が可能となり、その修正された方法が他の地区の崖に少なからずの資料を供するとも考えられる。

ここで報告するのは、以上述べてきた立脚点での崩壊予測の方法の一提案であり、またその結果である。この方法が最良のものであるとは考えられないが、今までこの種の試みが必要しも十分におこなわれたいとは考えられないためここに報告する機会を得たい。各方面からの遠慮ないご意見・批判を期待する。

2. 対象とした崖

本来この種の調査においては、できれば全ての崖を対象とするのが望ましいと考えられるが、ここでは諸般の都合により一般宅地に直接関係したものが選ばれた。従って河川敷内、港湾の護岸、鉄道用地内、公園地内のおよび道路敷地内の崖で直接一般宅地に関係しないものは除外された。さらにまた、調査の対象は最高の高さ3m以上かつ傾斜角が30度以上の崖に限られた。

崩壊予測は一件一件の崖に対して個別的におこなわれたわけであるが、その一件の定義は以下による。<sup>2)</sup>

- a. 道路で区切られている場合、そこで区切る。
- b. 屈曲点(おおむね30度程度)で区切る。
- c. 地形のなり立ちからみて、区切るのが妥当である場合、そこで区切る。
- d. 長く連続する場合 20~30mで区切る。

表1はこの様にして数えられる崖の件数および最高の高さ、崖の傾斜角を区ごとにまとめたものである。

図-1は崖の最高の高さ、図-2は崖の傾斜角の件数分布である。

表1 調査対象の崖

区名	件数	平均最高高 <small>(m)</small>	平均傾斜角 <small>(度)</small>
千代田	51	9.7	42
港	289	9.7	53
新宿	125	7.2	50
文京	266	8.3	55
台東	57	4.3	56
品川	274	6.3	65
目黒	47	5.2	53
大田	904	5.7	61
世田谷	865	7.5	53
渋谷	110	5.6	57
中野	68	5.8	59
杉並	549	5.1	58
豊島	40	5.6	49
北	376	8.4	57
板橋	152	5.7	68
荒川	67	7.1	61
練馬	73	5.0	63
合計	4323	6.8	57

### 3 調査方法

一件一件の崖の特徴—たとえば規模、土質等—は各役所が調査員を直接崖に対面させて記録させることにより明らかになった。崩壊予測の結果が最終的には被災者人口にまで及ぶことも考えられるため、調査項目は多岐にわたるが、ここで報告するのは、このうち崩壊予測に直接関係するもので、表2の項目である。

### 4 震度の想定

都区内の震度分布を想定するにあたっては、地盤が有している周波数特性の把握から進められた。山の手台地の281箇所の崖(比高5~30m、相互の間隔0.3~1km)を選び、その付近で得られる最も深い地質資料をもとに液動法による地盤の周波数応答特性を計算した。

計算に用いた各地層の単位体積重量、地盤剛性に関するせん断波(S波)の速度を表3に示す。なる、減衰効果を表す定数(Q)は20.0と仮定された。これにより得られた応答倍率の例を図-3に示す。

この281地点での1次卓越周期の平均値は0.34 sec、平均応答倍率は5.82である。各地域の震度を想定するには、まず震源および地震規模を仮定する必要がある。ここでは関東地震(1923)級を対象とすることにして、震源距離100km、マグニチュードM=7.9を仮定した。

以上の諸量を用いれば金井式<sup>3)</sup>により、地表最大加速度が323galと計算され震度0.33に相当する。この値を標準震度として、各地点の震度は地盤応答倍率の平均値5.82に対する比を0.33に乗じることにより決定された。

震度は大多数の地域において0.30~0.35の間の値となる。図-4は震度のおおまかな分布を示している。

震度は大多数の地域において0.30~0.35の間の値となる。図-4は震度のおおまかな分布を示している。

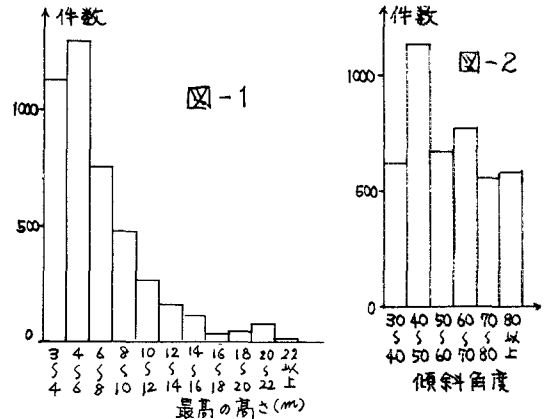
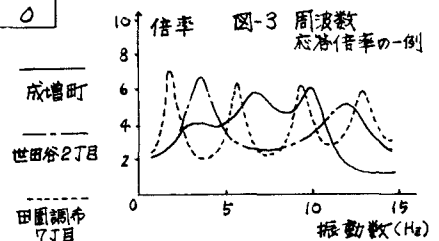


表2. 調査項目および重み点数

項目				重み	項目				重み		
No.	名称	内容・位置		点数	No.	名称	内容・位置		点数		
1	最高の高さ(奥割)	0以上8未満(m)		0	6	変形状態	きれつ	法面	有	3	
		8~12		1				上部	無	0	
		12~14		2				がり	中部	有	3
		14~16		3					下部	有	3
		16~18		4					無	0	
		18~20		5					法面	有	3
20以上		6	上部	無			0				
2	傾斜角	0~20(度)		0			中部	有	3		
		20~40		1			下部	有	3		
		40~50		2			無	0			
		50~60		3			無	0			
		60~70		4			無	0			
70以上		5	擁壁	無	0						
3	土分質	自然・切土 盛土が含まれる		0 4	7	崩壊歴	有		2		
4	擁壁位置	なし		0			無		0		
		上・中・下	1	8			調査員	危険性・大	4		
5	形状	たて断面	等斉凸・凹		0 2	中		2			
		よこ断面	等斉凸・凹	0 2	小	0					
		オーバーハング	有	3							
			無	0							





<オニ法・危険度重み点法>

円弧すべりにもとづくオニ法が露度、崖の高さおよび傾斜角に注目した方法であり、崖が有している潜在的な崩壊危険性を明らかにすることは前述した。オニ法はオニ法では判定できない様な崖の崩壊危険度要因から崩壊に対する危険度を算出しようとするものである。

方法は崖の危険度にかかわる項目をいくつか考へ出し、それぞれに危険度重み点を設定し、実地調査で得られている結果から概当する重み点を見出し、それらの総和が崖の危険度を表わすとする考へによる。この項目および重み点数の一例は表2の如くである。これらに露度の重み点(表4)を加えて、それぞれの崖の重み点を求めその重み点の分布を示したのが図-6である。

これらの項目の重み点は筆者の感で決められたもので、これが最適であるという判定手段は無い。しかしながら、そのねらいは露度、高さおよび傾斜角と同等以上の重みをこれら三項目以外の項目に与えようとしたことにある。

図-6によれば全件数において、点数8~9を中心としてほぼ正規分布に似た件数分布がうかがわれる。この図から以下の如く評価される。すなわち、この正規分布の範囲内に含まれる崖はごく普通の危険度を有した崖であり、この分布外に相当する崖は通常のかけよりも特にかげはなれた危険度を有している。したがって、この分布状態から少なくとも崖相互の相対的な危険性は判定され得ると思われる。今かりに通常の危険度の崖の群と危険性の特に高い崖の群との境界を重み点数で20~25と考へれば、この点数以上の点数を有する崖は大多数の他の崖よりも崩壊危険度が高いと言えよう。

6. 結果・考察

オニ法で危険と判定された崖は204件(全件数の4.7%)である。次にオニ法で境界点数を20とすれば危険な崖は320件(7.4%)、境界を25とすれば175件(4.1%)である。オニ法とオニ法で危険とされた件数の和が崩壊予測数であるとするれば、図-6に見られる如く、両方法ともに危険とされた数を差引いて計算すればよい。その結果、崩壊の危険性が考へられる崖の件数は496~366件となる。これは全件数の11.5~8.5%に相当する。

ここで得られた結果は一試算例であり、この方法自体が最適であるかどうかは問題とされるだけでなく、重み点数のつけ方等においても数多くの試みにより最適と思われる重みを見出す必要があるとも思われる。しかしながらこの結果が多少の誤差を含んでいるにせよ、実際に危険な崖の多くを示しているとも考へられる。危険な崖の件数においても、関東地震の時の崖の崩壊推定率11%と比較して大差は無い。

(謝辞) 本報告は文献5)の中で筆者が担当した部分を中心に多少修正したものであり、都立大建築学科 田治米教授のご指導に厚く感謝します。また本報告の4.露度の想定は都立大建築学科 望月利男、同地理学科 田村俊和の両先生の研究成果に依るものでここに掲載させていただき感謝いたします。また東京都総務局災害対策部の方々および各邑役所の関係諸氏には調査機会を得たことおよび資料等に便宜をいただいたことに感謝します。

- (文献)
- 1) 田村・望月・國村：1972年12月4日大島東方沖地震による大島の災害一とくに斜面崩壊について、地学雑誌 Vol. 82, No. 5 (1977), 1913
  - 2) 東京都首都整備局：建築物に関する特別区内のかけ及び擁壁実地調査報告書, 1971, 3
  - 3) 地学学会：日本の地震学の概観, 1967
  - 4) 震災予防調査会報告 オニ100号(丙)上, 1926
  - 5) 田治米, 他：地震時の崖・擁壁の崩壊予測に関する調査, 1973. 11, 東京都防災会議

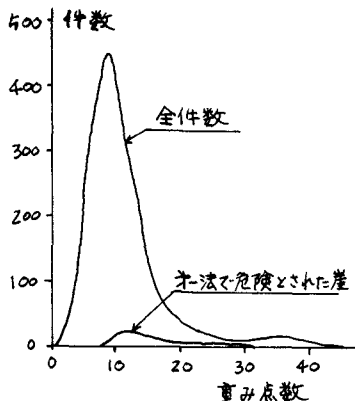


図-6 重み点数の件数分布

表4

露度	重み点数
0.25	0
0.30	1
0.35	2
0.40	3