移動観測による地すべり斜面の管理基準値

A Proposal of the Warning Criterion for the Landslide Crisis Depended on the Observation Data of Sliding Distance

丸 山 清 輝* 小 嶋 伸 一*
Kiyoteru MARUYAMA Shinichi KOZIMA

Abstract

In this paper, it was studied on improving of warning criterion for landslide. For improving of warning criterion, it was investigated on some actual criteria and landslide movement data. As the result, every landslides have different time to fracture, if they move at same velocity. Therefore, an adequate criterion has to decide for each landslide. It was proposed a forecasting method of time to fracture using some factors of landslide configuration.

キーワード: 移動観測*, 管理基準値*, 地すべり滑落余裕時間予測法*

1. ま え が き

わが国では、毎年のように豪雨、融雪、道路建設等の土工等により地すべり災害が発生している。これらの地すべり災害では、地すべり動態観測が実施され、この観測結果をもとに、応急対策、緊急対策、避難等の判断が成されている。その際には、どの種の計測器で、どの程度の変動値を記録したならば、どのように対処すべきかの判断基準（管理基準値）が重要である。

現在、管理基準値としては、各現場毎に設けた基準値、学会等で発表された基準値等がある。しかし、経験によるものが多く、現状では、地すべり災害毎に専門家の判断に頼らざるを得ない場合が多い。

そこで、管理基準値の精度向上を図ることを目的として、建設省の各地方建設局、北海道開発局、都道府県、道路公団等における管理基準値の設定状況の調査及び、移動観測データをもとにした地すべり斜面の管理基準値の検討を実施した。本報文では、その結果を示す。

2. 管理基準値の設定状況

管理基準の設定に用いられる計測器としては、伸縮計、地盤傾斜計、孔内傾斜計、雨量計等が挙げられる。この中で、伸縮計は、道路公団の調査によれば、圧倒的に多く用いられていると報告されている¹⁾。これは、他の計測器に比べて、計測が簡単であることや地すべりの移動量を直接知ることができるためと考えられる。したがって、今回の調査では、伸縮計による管理基準値の設定状況を中心に調査した。調査は、建設省の各地方建設局、北海

道開発局、都道府県、道路公団等が管理する現場について実施した。その結果、地すべり防止区域に関連した地すべり地（以下「地すべり地関連」とする）が15ヶ所、道路に関連した地すべり地（以下「道路関連」とする）が9ヶ所、ダムに関連した地すべり地（以下「ダム関連」とする）が7ヶ所の各データが得られた。

表-1には、地すべり地関連の移動量をもとにした管理基準値を示した。管理基準値の設定は、注意、警戒、避難、立入禁止の全ての段階について設定されているものと、注意、警戒、避難及び立入禁止までのもの、警戒

表-1 地すべり地関連の管理基準値

No.	注意	警戒	避難	立入禁止
1		4mm/h 20mm/D		
2	1mm/D	10mm/D	2mm/h*2h 4mm/h	10mm/h 専
3	1mm/D	10mm/D	4mm/h*2h	10mm/h 専
4	1mm/D	10mm/D	2mm/h*2h 4mm/h	10mm/h 専
5	1mm/D	10mm/D	2mm/h*2h 4mm/h	10mm/h 専
6	1mm/D	10mm/D	2mm/h*2h 4mm/h	10mm/h 専
7	1mm/D*7D	12- 17mm/D	2mm/h*2h 4mm/h	
8	1mm/D	10mm/D	2mm/h*2h 4mm/h	10mm/h 専
9			2-4mm/h	
10			4mm/h	
11			4mm/h	
12			2mm/h	
13	10mm/D	2mm/h	4mm/h	
14		4mm/h 20mm/D		
15	対策施設施工中の管理基準値 作業中止-深礎工近辺の移動計で1mm/D h:時 D:日 H:月 専:専門家の判断			

* 建設省土木研究所

または避難のみのもの等と部分的に設定されているものがある。注意段階における管理基準値は、1 mm/日が6件と一番多く、1 mm/日が7日間継続した時が1件、10 mm/日が1件となっており、日移動量により設定されている。警戒段階における管理基準値は、10 mm/日が6件と一番多く、4 mm/時または20 mm/日が2件(1件は警戒及び避難)、12-17 mm/日が1件、2 mm/時が2件(1件は警戒及び避難)となっており、注意段階と同様に日移動量により設定されている場合が多い。また、避難段階における管理基準値は、2 mm/時が2時間継続した時または4 mm/時が6件と一番多く、4 mm/時が3件(2件は避難及び立入禁止)、2-4 mm/時が1件、4 mm/時が2時間継続した時が1件となっている。立入禁止段階では、専門家の判断による10 mm/時が設定値となっている。また、避難及び立入禁止の段階では、注意及び警戒段階と異なり、時間移動量の値が設定されている。この他、対策工事中の管理基準値(作業中止)として、深礎の近辺に位置する移動計による1 mm/日が設定値とされている。

表-2には、道路関連の移動量をもとにした管理基準値を示した。点検段階では0.02 mm/日または0.5 mm/月、応急対策・調査の段階では0.1 mm/日または2 mm/月と0.1 mm/日、対策の実施段階では1 mm/日または10 mm/月と1.0 mm/日が各々設定値とされている。また、通行止めの管理基準値としては、2 mm/時の3件と2 mm/時または10 mm/日の1件が各々設定値とされて

表-2 道路関連の管理基準値

No.	点検	応急対策・調査	対策実施	通行止め
1	0.02mm/D 0.5mm/M	0.1mm/D 2m/M	1mm/D 10mm/M	
2	0.02mm/D	0.1mm/D	1mm/D	
3				2mm/h
4				2mm/h
5				2mm/h
6				2mm/h 10mm/D
7	対策施設工中の管理基準値-作業中止 10mm/D			
	対策施設工中の管理基準値			
	警戒 4mm/D			
	作業中止 地すべり末端及び地中での工事 2mm/h 10mm/D			
8		その他の工事	4mm/h 20mm/D	
9	対策施設工中の管理基準値-作業中止 10mm/D			

h:時 D:日 M:月 専:専門家の判断

表-3 ダム関連の管理基準値

No.	観測強化及び巡視	試験湛水中止
1	1mm/D*3D(引張)	3mm/3D
2	0.6mm/D*3D(圧縮)	専門家と協議
3	0.4mm/D	
4	0.4mm/D*3D	専門家と協議
5	0.4mm/D*3D	専門家と協議
6	4mm/h	
7		1mm/D
		専門家と協議
		1mm/D
7	0.4mm/D*3D	専門家と協議

h:時 D:日

いる。この他、地すべり対策工事中の管理基準値として、警戒段階で4 mm/日、作業中止段階で10 mm/日と、作業場所により、地すべり斜面末端及び地中での作業の場合は2 mm/時または10 mm/日、それ以外では、4 mm/時または20 mm/日が各々設定値とされている。

表-3には、ダム関連の移動量をもとにした管理基準値を示した。観測強化及び巡視段階では、0.4 mm/日が3日間継続した時が3件、0.4 mm/日と1 mm/日(引張)が3日間継続した時または0.6 mm/日(圧縮)が3日間継続した時が各1件となっている。また、試験湛水中止については、3日間の累積が3 mmと1 mm/日が管理基準値となっているが、全て専門家と協議することになっている。

以上のことをまとめると、次のようになる。

地すべり地関連については、注意及び警戒段階では日移動量、避難及び立入禁止段階では時間移動量をもとに管理基準値が設定されている。また、管理基準値は、注意段階が1 mm/日、警戒段階が10 mm/日、避難段階が2 mm/時が2時間継続した時または4 mm/時、立入禁止段階が10 mm/時が多く各々設定値とされている。

道路関連については、点検、応急対策・調査、対策の実施段階では日移動量が、通行止めについては時間移動量をもとに各段階の管理基準値が設定されている。また、管理基準値は、通行止めでは2 mm/時が多く設定値とされている。

ダム関連の管理基準値は、観測強化及び巡視の各段階では日移動量で0.4 mm/日が3日間継続した時、試験湛水の中止では観測データ及び巡視結果をもとに専門家と協議して決められている。

3. 移動観測データによる管理基準値の検討

管理基準値設定段階の注意、警戒、避難、立入禁止等は、地すべりが滑落するまでの余裕時間により分けたものである。当然のことながら、注意段階では余裕時間は長く、立入禁止段階では短い。また、注意～立入禁止段階における処置内容は、今回の管理基準値設定状況調査によれば、表-4に示すことを実施することとしている。注意段階では、観測計器の点検や巡視の開始等を実施し、地すべりの動きであるかどうかの認定に主眼が置かれた内容となっている。警戒段階では、地すべりの動きであることが確認されたことから、常時監視、対策工の検討

表-4 注意～立入禁止段階における処置内容

注 意	警 戒	避 難	立入禁止
・観測計器の点検 ・観測計器の増設 ・巡視の開始 ・情報提供の開始	・常時監視 ・巡視の増加 ・対策工の検討 ・避難の準備 ・専門家との協議	・避難開始 ・交通止め ・工事の中止	・立入禁止

等を実施することとしている。また、避難段階では、地すべりの動きが活発化したことから、避難開始、工事の中止等を実施することとしている。この他、立入禁止段階では、地すべりの滑落が間近であることから、立入禁止を実施することとしている。

したがって、各管理基準値を設定する際には、実例に基づいて注意～立入禁止までの各段階に見合う地すべり滑落余裕時間が確保された管理基準値を設定する必要がある。

移動観測データによる地すべりの滑落時間の予測は、斉藤・上沢の予測法²⁾をはじめとして、幾つかの方法^{3)~8)}が提案され、滑落間近の状態では精度良く予測された事例がある^{9),10)}。しかし、地すべり発生初期での滑落時間の予測は、いずれの方法も精度が良いとは言えない。そこで、移動観測データを用いて、できるだけ早い時期から滑落時間の予測ができる方法の開発を目差して検討した。なお、移動観測データは、今回の管理基準値設定状況調査から得られたものと、文献に掲載されているものを用いた。

3.1 移動観測データ

移動観測データは、安居山（福井県）¹¹⁾、崎方（長崎県）、柳谷（愛媛県）^{10),12)}、JR山陰本線（奈良～長門大井、山口県）、JR東北本線（浅虫、青森県）^{2),13)}、小八重（宮崎県）¹⁴⁾、陣出（山梨県）¹⁵⁾の7ヶ所の地すべり地のものである。

図-1、2には検討に用いた移動観測データを示した。

図-1 移動観測データ(1)

図-2 移動観測データ(2)

移動観測データは、管理基準値を移動速度をもとに検討するために、応力状態の変化が少なく（降雨等により移動量の増減のないもの）、地すべり滑落時間が明確であり、地すべり地の平面図または主測線縦断面図が得られているものを用いた。

3.2 移動速度と地すべり滑落余裕時間との関係

地すべり地表面移動量をもとにした管理基準値の設定では、今回の管理基準値設定状況調査からも分かるように、月移動量、日移動量、時間移動量等が用いられている。これは、管理基準値として移動速度を用いた場合、時々刻々と変化する地すべり斜面の状況を任意の時間毎に把握することができるためと考えられる。

土がクリープ破壊する場合の時間とひずみとの関係は、三軸クリープ試験結果によれば、図-3(a), (b)に示すようになり、軸ひずみ速度が漸減する第一次クリープ領域、軸ひずみ速度が定常となる第二次クリープ領域、軸ひずみ速度が増加し破壊に至る第三次クリープ領域とに区分される。

斉藤・上沢は、定常クリープ速度と破壊余裕時間（土質試験では載荷から破壊までの時間であり、地すべり現場ではクレツの発生から滑落までの時間）が近似的に逆比例することを実験的に明らかにし、両者の関係から(1)式を提案している²⁾。

$$\log_{10} t_r = 2.33 - 0.916 \log_{10} \dot{\epsilon} \pm 0.59 \dots \dots \dots (1)$$

ここで、 t_r : 破壊余裕時間（分）

$\dot{\epsilon}$: ひずみ速度（/分）、である。

また、(1)式は、第三次クリープ領域にも成立するものとして、地すべり滑落余裕時間の予測法を提案している²⁾。

図-3(a) 軸ひずみ速度と経過時間との関係¹⁶⁾

図-3(b) 軸ひずみと経過時間との関係¹⁶⁾

(1)式では、ひずみ速度(単位時間内の移動量 Δl /移動量測定区間長 l)を用いており、移動量測定区間長は通常 10 m として取り扱われている場合が多い。しかし、地すべり移動量は、一般に頭部クラックを挟んで測定されるものであり、地すべり地塊が一体となって移動している場合は、移動量測定区間長が 10 m あるいは 15 m であっても同じである。したがって、移動量をひずみに変換すると、同じ移動量であっても移動量測定区間長が異なった場合には、異なったひずみが得られ、矛盾が生じることになる。このことから、管理基準値は、ひずみではなく移動量をもとに設定することになる。ここでは、用いたデータが日単位であることから、日移動量と地すべり滑落余裕時間との関係について検討した。

地すべりの移動は、図-3(b)に示すようなクリープ曲線を示すことは少なく、図-4 に示すようになる場合が多い。このため、図-4 に示すような地すべり移動に対しても地すべり滑落余裕時間推定法が必要である。

移動速度から地すべり滑落余裕時間を推定する場合、土がクリープ破壊するまでの軸ひずみが図-3(a)に示すようになることから、同じ移動速度であっても、属する

クリープ領域によって地すべり滑落余裕時間が異なるため問題となる。しかし、地すべりが滑落する際には、必ず第三次クリープ領域を経る。したがって、地すべり滑落余裕時間は、第三次クリープ領域での移動速度との関係を検討すれば求められると考える。ただし、同じ移動速度であっても、属するクリープ領域によって地すべり滑落余裕時間が異なるため、第一次クリープ領域では余裕時間が長くなり安全側となる。このことから、余裕時間を正確に求めるためには、観測された移動量が、どのクリープ領域に属するかを移動速度の推移から判断する必要がある。

図-5, 6 は、図-1, 2 に示した各地すべりの移動観測データをもとに日移動量と地すべり滑落余裕時間を求め、両者の関係を示したものである。なお、地すべり滑落余裕時間は、各地すべりの滑落時点から日移動量を求めた時点間毎に算出した滑落までの余裕時間である。日移動量と地すべり滑落余裕時間との関係は、各地すべりとも両対数グラフ上でほぼ直線関係にあり、逆比例していることが分かる。この結果は、斉藤・上沢が明らかにした第二次及び第三次クリープ領域におけるひずみ速度と破壊余裕時間の関係と一致するものであり²⁾、日移動量が

図-4 沖見地すべり(新潟県)移動観測結果

図-5 日移動量と地すべり滑落余裕時間との関係(1)

ら地すべり滑落余裕時間が求められると考える。

図-5, 6 には、各地すべりの日移動量と地すべり滑落余裕時間との関係を示す勾配 1.0 の直線が記入してある。なお、勾配 1.0 は(1)式をもとに決めた値である。各地すべりの日移動量と地すべり滑落余裕時間との関係は、切片が異なるものの、両対数グラフ上において勾配が 1.0 の関係式でほぼ表わされることが分かる。しかし、各地すべりの日移動量と地すべり滑落余裕時間との関係の一つにまとめ、地すべり滑落余裕時間の予測式を作成したとしても、プロットされた点は、かなり大きな幅となって図上に分布することになる。

ちなみに、図-5, 6 に示すように JR 山陰本線（奈古～長門大井）と安居山、柳谷、小八重、東北線（浅虫）とでは、同じ日移動量であっても地すべり滑落余裕時間は、1～2 桁も違っている。このことは、現在、管理基準値がほぼ一律な値で設定されているのに対して、一律に設定するには無理があることを示すものである。また、このままの両者の関係では、日移動量から地すべり滑落余裕時間を精度良く求めることはできない。しかし、切片を地すべり地形を表わす数値等で求めることができれば、予測式の精度を向上させることができると考える。

3.3 地すべり地形を考慮した地すべり滑落余裕時間の予測

図-7 には、地すべり滑落前 1～5 日間の累積移動量と斜面長（主体となって移動している地すべりブロックの頭部から末端までの長さ）との関係を示した。図から、地すべり滑落前 1～5 日間の累積移動量が大きな地すべりは、斜面長が長いことが分かる。このことは、斜面長が長くなると地すべり滑落前の移動距離も大きくなることを示すものであり、図-6 に示した安居山と JR 山陰本線（奈古～長門大井）での日移動量と地すべり滑落余裕時間との関係と一致すると考える。そこで、地すべり斜面長と図-5, 6 に示したグラフの切片 a との関係について検討した。

図-8 には、地すべり斜面長と切片 a との関係を両対数グラフ上に示した。両者は、直線関係にあることが分かる。したがって、図-8 に示した地すべり斜面長と図-5, 6（地すべり滑落余裕時間予測グラフ）に示したグラフの切片との関係は、(2)式で表わされると考える。

図-6 日移動量と地すべり滑落余裕時間との関係(2)

図-7 地すべり滑落前 1～5 日間累積移動量と斜面長との関係

図-8 地すべり斜面長と切片との関係

$$a = 0.204L^{1.616} \dots\dots\dots(2)$$

ここで、 a ：地すべり滑落余裕時間予測グラフの切片
 L ：地すべり斜面長（主体となって移動している地すべりブロックの頭部から末端までの長さ：m），である。

以上のことから、地すべり滑落余裕時間は、(3)式で表わされ则认为る。

$$\log_{10} T_r = \log_{10} a - \log_{10} \dot{D} \dots\dots\dots(3)$$

ここで、 T_r ：地すべり滑落余裕時間（日）
 a ：地すべり滑落余裕時間予測グラフの切片であり、(2)式で求められる。
 $\dot{D}$ ：主体となって移動している地すべりブロック頭部の日移動量（mm/日），である。

図-9～11には、(2)、(3)式を用いて地すべり滑落余裕時間を予測した結果を示した。予測した時間は、安居山、小八重については、15～20日前の時点から実際の時間にほぼ近い値であり、概略的ではあるが、(2)、(3)式により地すべり滑落余裕時間を予測できることが分かる。したがって、地すべり滑落余裕時間を求める方法としては、地すべり移動が第三次クリープ領域に入った初期の段階あるいは、第三次クリープ領域でも十分に移動観測データが収集できていない段階では、今回提案した方法により概略的な時間を予測する方法が、また、典型的な三次クリープ曲線が得られた段階では、斉藤・上沢の方法等を用いて正確な時間を予測することが各々考えられる。ただし、(2)式の地すべり斜面長 L は、予測精度の良否に影響することから、地すべり地の現地踏査及び動態観測結果等をもとに慎重に求める必要がある。また、(2)式はデータ数が不十分であることから、データを蓄積し信頼度を上げる必要がある。

3.4 移動観測データによる管理基準値

移動観測データをもとに地すべり斜面の管理基準値を設定することを目的として、管理基準値設定状況調査及び移動観測データによる地すべり滑落余裕時間の予測法の検討を行った。その結果、管理基準値は、地すべり地関連、道路関連、ダム関連では、各々異なった値が設定されているものの、各関連毎にはほぼ一律な値が設定されていることが分かった。しかし、地すべり地の移動観測データをもとに地すべり滑落余裕時間の予測法について検討した結果では、同じ日移動量であっても地すべり毎に地すべり滑落余裕時間が異なっており、管理基準値はこのことを考慮して設定することが考えられる。以下に、地すべり地関連の管理基準値設定の考え方について示した。

管理基準値は、注意、警戒、避難、立入禁止、の各段階毎に設定する必要がある。注意段階では、管理基準値

図-9 地すべり滑落余裕時間の予測(1)

図-10 地すべり滑落余裕時間の予測(2)

図-11 地すべり滑落余裕時間の予測(3)

として1 mm/日が多く設定されているが、地すべりの動きであるかどうかの認定を目的とするため、伸縮計の精度等を考慮すると、この値を一律に設定することは妥当であると考ええる。また、警戒～立入禁止段階では、管理基準値を一律に設定したのでは、地すべり滑落余裕時間が地すべり毎に異なってくるため、被害を大きくすることも考えられる。したがって、地すべり地毎に警戒～立入禁止の各段階に見合った地すべり滑落余裕時間を確保した管理基準値を設定する必要がある。このための一つの方法として、今回提案した方法を用いることが考えられる。

4. まとめ

管理基準値の精度向上を図ることを目的として、管理基準値の設定状況調査及び、移動観測データをもとにした地すべり斜面の管理基準値の検討を実施した。その結果は、以下に示す通りである。

(1) 管理基準値の設定状況の調査では、次のことが分かった。

① 地すべり地関連については、注意及び警戒段階では日移動量、避難及び立入禁止段階では時間移動量をもとに管理基準値が設定されている。また、管理基準値は、注意段階が1 mm/日、警戒段階が10 mm/日、避難段階が2 mm/時が2時間継続した時または4 mm/時、立入禁止段階が10 mm/時が多く各々設定値とされている。

② 道路関連については、点検、応急対策・調査、対策の実施段階では日移動量が、通行止めについては時間移動量をもとに各段階の管理基準値が設定されている。また、管理基準値は、通行止めでは2 mm/時が多く設定値とされている。

③ ダム関連の管理基準値は、観測強化及び巡視の各段階では日移動量で0.4 mm/日が3日間継続した時、試験湛水の中止では観測データ及び巡視結果をもとに専門家と協議して決められている。

(2) 移動観測データをもとにした地すべり斜面の管理基準値の検討を行った結果では、次のことが分かった。

① 地すべり地の移動観測データをもとに日移動量と地すべり滑落余裕時間の関係について検討した結果では、同じ日移動量であっても地すべり毎に地すべり滑落余裕時間が異なっており、管理基準値はこのことを考慮して設定することが考えられる。

② 日移動量と地すべり滑落余裕時間との関係は、両対数グラフ上で逆比例の直線関係にあり、地すべり毎に切片が異なるものの、勾配が1.0の関係式では表わされる。

③ ②における切片は、地すべり斜面長（主体となつて移動している地すべりブロック頭部から末端部までの長さ）から(2)式で求めることができると考える。

④ 地すべり滑落余裕時間は、(2)、(3)式で求めることができると考えられ、地すべり発生初期あるいは十分に移動観測データが収集できていない段階で有効であると考ええる。

⑤ 地すべり地関連の管理基準値の設定の考え方としては、注意段階では、地すべりの動きであるかどうかの認定を目的とするため、管理基準値を一律に設定することができると考える。しかし、警戒～立入禁止段階では、各段階に見合った地すべり滑落余裕時間を確保した管理基準値を地すべり毎に設定する必要がある、(2)、(3)式を用いた方法が有効であると考ええる。

今後は、更にデータの蓄積を行い、今回提案した地すべり滑落余裕時間予測法の精度を向上させたい。

参考文献

- 1) 財高道路調査会：地すべり危険地における動態観測施工に関する研究（その2）報告書（日本道路公団委託）、昭和62年2月
- 2) 斉藤迪孝：斜面崩壊発生予知に関する研究、鉄道技術研究報告、No. 626、1968年2月
- 3) 五十嵐武、近藤政司、丸山清輝、上原慎一郎：地すべり斜面崩壊予測装置について、第19回地すべり学会研究発表論文集、pp. 20～23、昭和55年11月
- 4) 江口正紀、近藤政司、丸山清輝：三軸クリープ試験による崩壊予測の試み、第22回地すべり学会研究発表論文集、pp. 190～191、昭和58年7月
- 5) 福岡輝雄：表面移動速度の逆数を用いた降雨による斜面崩壊発生時刻の予測法、地すべり、Vol. 22, No. 2, pp. 8～13、1985
- 6) 川村國夫、浅丘 顕、西本俊治：地すべり予知のためのパソコン利用、土と基礎、Vol. 34, No. 7, pp. 49～54、1986
- 7) 大村 寛、土屋 智：すべり面拡大モデルによるクリープ現象の解析、地すべり、Vol. 25, No. 1, pp. 1～6、1988
- 8) 林 拙郎：移動計測による崩壊発生時期の予測、地すべり学会関西支部シンポジウム“地すべり・斜面崩壊の予知予測”論文集、pp. 1～30、平成3年6月
- 9) 山田剛二、小橋澄治、草野国重：高場山トンネルの地すべりによる崩壊、地すべり、Vol. 8, No. 1, pp. 11～24、1971
- 10) 関 信雄：国道33号線柳谷地区岩盤斜面崩壊に対処して、地質と調査、pp. 30～35、1980年第3号
- 11) 渡 正亮：安居山（福井）の地すべり運動、施工技術、第6巻第7号、pp. 109～112、1973
- 12) 堀伸三郎、成田 賢、関 信雄：一般国道33号柳谷地区斜面崩壊の予測、地質学論集、No. 28, pp. 259～272、1986
- 13) にゅうす、鉄道土木、Vol. 8, No. 9, pp. 62～63、1966
- 14) 中・古生層分布地域での切土の面調査の方針、宮崎県、平成2年9月
- 15) 山梨県下部町役場：昭和58年度町単道路工事地質調査委託報告書、1984
- 16) Finn, W. D. L. & Snead, D.: Creep and Creep Rupture of an Undisturbed Sensitive Clay, Proc. 8th Int. Conf. on Soil Mech. & Found. Eng'g., Moscow, Vol. 1-1, pp. 135～142, 1973

（原稿受理日 平成5年1月29日）

堆積層における新規地すべりの発生予知

「地すべり」Vol. 31, No. 1 (通巻第117号) pp. 1～9, 1994年(平成6年)6月

玉田 文吾, 福田 順二

新規の堆積層地すべりは、素因と誘因とによって、地層の特定部に連続したせん断破壊面(地すべり面)が形成されることによって発生するが、この過程が地すべり予知と密接な関係がある。素因としては、地殻変動によって特殊な地層中に形成された潜在すべり面の存在が主なものであるが、これは一般に単位長に対して0.15～0.25の未破壊部分を含有しているため、誘因が働く毎に未破壊部分のクリープ破壊が連鎖的に発生し、せん断面の連続化が進行する。これによって先端部(受働域)の隆起と破壊、始端部(主働域)の亀裂と段差とが、地表面の進行性変状として数年前から顕著になる。これらの変状について連続的な観測と測定ができれば、一時的な現象の中断などはあるが、発生時間は別として、位置、規模についての予知は可能である。

土の一面剪断試験により作られた剪断層の構造

「地すべり」Vol. 31, No. 1 (通巻第117号) pp. 10～20, 1994年(平成6年)6月

岸本良次郎

一面剪断試験機により、種々の発達段階にある剪断層を作り、その構造を軟X線写真により観察した。破壊段階やクリープの段階に達した剪断層には、剪断面が多数樹枝状に密集している。さらにこれら剪断面にはそれぞれ、多数の小規模の剪断面が種々の仕方でも連鎖している。

熱水性脈状粘土化帯と地すべりとの密接な関係－北海道金華峠地すべりの例－

「地すべり」Vol. 31, No. 1 (通巻第117号) pp. 21～28, 1994年(平成6年)6月

前田 寛之

金華峠地すべりは、旧期地すべり地形の下部ユニットが再活動したものであり、その新・旧期地すべりはそれぞれ“粘質土地すべり”と“崩積土・粘質土地すべり”に相当する。これらの地すべり粘土はおもに多量のモンモリロナイトからなり、その鉱物の大部分は基岩の流紋岩溶岩の節理に沿う熱水性脈状モンモリロナイト・カオリナイト帯に由来すると考えられる。したがって、これらの地すべりは熱水変質帯の産状や性状と密接な関連をもつ事例でもある。

成層斜面の安定解析手法と斜面崩壊への適用

「地すべり」Vol. 31, No. 1 (通巻第117号) pp. 29～36, 1994年(平成6年)6月

渡辺 康二, 小川 正二

同じ岩質で構成され、比較的深くまで風化が進んでいる斜面について「成層斜面の安定解析法」を適用する手法を検討し、実際の斜面崩壊に適用した結果について述べている。

豪雪地帯の地すべり地における融雪水量の変動特性

「地すべり」Vol. 31, No. 1 (通巻第117号) pp. 37～44, 1994年(平成6年)6月

松浦 純生, 竹内 美次, 落合 博貴, 梁瀬 秀雄

地すべり発生の重要な誘因となる融雪水量の実態を把握するため、豪雪地帯の地すべり地で積雪を中心とする気象観測を実施してきた。その結果、①冬期間の降水量の分布特性と降水種、②積雪初期および融雪期における積雪底面からの融雪水の流出特性、③平年および少雪年における融雪水量の変動特性などが明かとなった。

移動観測による地すべり斜面の管理基準値

「地すべり」Vol. 31, No. 1 (通巻第117号) pp. 45～51, 1994年(平成6年)6月

丸山 清輝, 小嶋 伸一

地すべりの管理基準値の精度向上を図ることを目的として、管理基準値の設定状況調査及び、移動観測データをもとにした管理基準値の検討を実施した。その結果、同じ日移動量であっても、地すべり毎に滑落余裕時間が異なっており、地すべり毎に管理基準値を設定する必要があることが分かった。そして、その方法として、地すべり地形を考慮した地すべり滑落余裕時間の予測法を提案した。

地すべり地のエコロジカルな土地利用に関する提言

「地すべり」Vol. 31, No. 1 (通巻第117号) pp. 52～55, 1994年(平成6年)6月

岡村 俊邦

鹿児島8月6日災害における土砂災害調査報告

「地すべり」Vol. 31, No. 1 (通巻第117号) pp. 56～63, 1994年(平成6年)6月

北原 一平, 河村 和夫, 佐口 治

平成5年8月6日に鹿児島市を中心に発生した土砂災害について、写真判読を中心に災害特性調査を実施し、報告した。調査内容は、降雨特性調査、地形・地質特性調査、および写真判読による崩壊発生特性調査である。今回の災害は長雨後の集中豪雨が原因であったが、日雨量の確率規模は20年～30年である。崩壊の発生箇所は地形・地質によって、シラス台地面浅谷の谷壁の斜面崩壊、シラス台地周辺部の斜面崩壊および山地の斜面崩壊に区別される。最も人的被害が大きかったのは山地に区別される竜ヶ水急傾斜地である。シラス台地の土砂災害がほとんど表層崩壊であるのに対し、山地部の災害の特徴は斜面崩壊と土石流が混在していることである。写真判読によると、この地区における土石流に対し、治山・砂防施設の効果が明らかに発揮されているところが多く確認される。しかし、地形的な制約からハード対策では限界があり、総合的なソフト対策の検討も必要であるものと考えられる。