

鬼無里の地すべりについて

局・治山課 樫花川第一治山事業所 小 倉 治 重
 民有林直轄治山係 佐々木 恵 一

要 旨

治山事業は人間生活と自然とを調和させるために治山技術をつかって施業される。

近年、山地災害の多発化で人間生活が常に脅かされており、当地域の和奈出沢、宮沢地すべり地上部滑落崖の工事未着工地の復旧についても、村当局、地域住民は一日も早い防止対策を待ち望んでいる。

これらの要望にこたえるために、本地域の防止工法を検討し対策を講ずるとともに、過去の実績を勘案し、鬼無里村の地すべり形態別工法を体系づけたものである。

はじめに

鬼無里村は長野県の北端部に位置し、樫花川の源流を占める山村で、村内一帯が地すべりの常襲地として知られ、昭和26年より長野営林局が民有林直轄地すべり防止事業を実行している。

地質的には第三紀(中新生後期)の水内層群一棚層に属し、地層は複雑で様々な形態があり、地すべりはその地層内部の原因によって発生するもので、設計者の考えによって地すべり対策工事も異なる場合があるなど、極めて困難な地域である。

鬼無里村の地すべりで代表的な和奈出沢、宮沢上部の未着工地(図-1)の工法を確立する段階で、過去に実行した工事の実績を検討分析し地帯別工法を体系づけしたので発表する。

1 地すべりの考察

昭和48、49年飯縄山(1,197m)の山頂附近の北側斜面に突然大音響をともなって地すべりが発生し、流下した上塊が泥流となって多量に流出し、その都度下流住民は避難するという災害状況であった。

当地域は地質的には第三紀層に属し、泥岩、砂岩の互層からなり、その上部に凝灰角礫岩ないし火山砂岩で形成され、それらの火山砕屑物を主とする崩積土が10~20mの厚さで覆っている。

このような地層から地下水は、上部砕屑物層を逐て岩盤深部にまで達し、岩盤内部の粘土化した軟弱層に作用し発生する地すべりと考えられる。

地すべりの誘因を弘化4年(1847)の善光寺地震以降管内に発生した大規模地すべり23件(図-2)について調査すると、梅雨期または融雪期に発生するものが主で、48年の地すべりで両次に流出した上砂は200万㎡と推定される。この土塊が泥流となって流下するためには、通常の含水比40%程度の状態から滑動する含水比77%に達するよう、約20万トンの水の供給が必要である。短時間におけるこの多量の水の供給は、降雨、融雪の地表水から8万トン、地下水から12万トンと推定され(図-3)、地下水の果す役割が重視される。この点について、実態調査を行った結果、標高1,050m附近の湧水点(図-4参照)が深く関係することが解明される。地すべり地下部の湧水点

附近で、最も著しい間隙水圧をうけているところに、融雪、降雨等による多量の水の供給が加わって、さらに間隙水圧が高められ、この附近から地すべりが発生して、順次斜面上部に段階的に地すべりが拡大していくのが第一のケースで、推積土塊の厚いほど規模は大きい。

第二のケースは、上部の湧水点の水の供給源となって下方は地すべりを発生させるものである。第三のケースは小溪流の縦横浸食から、山腹斜面の平衡を失って発生する地すべりがある。(図-5参照)

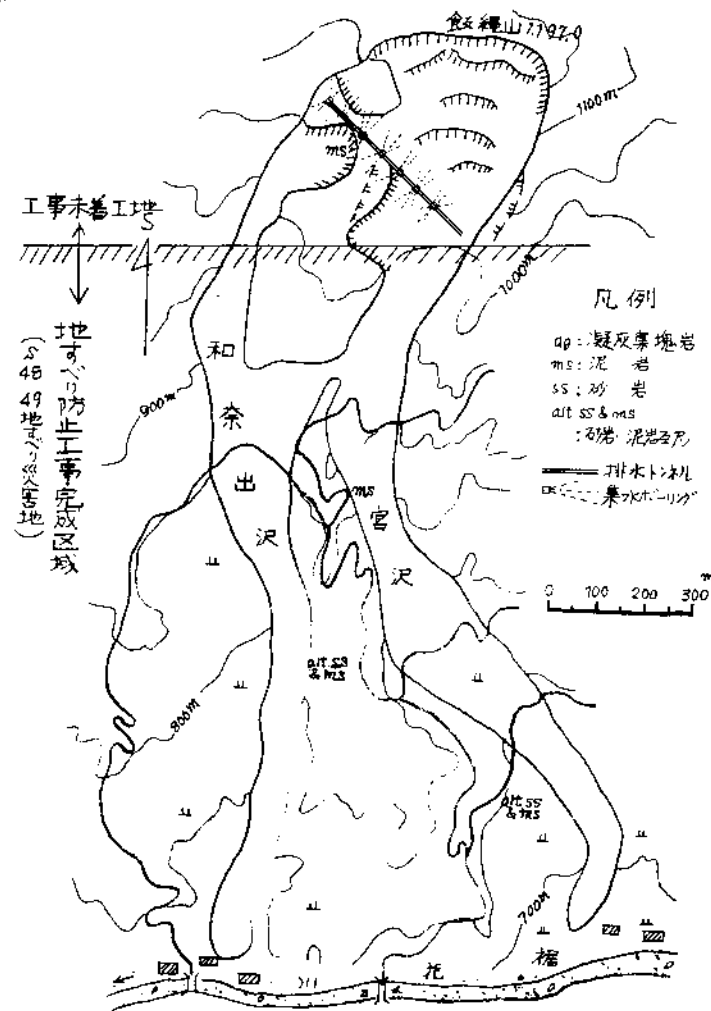
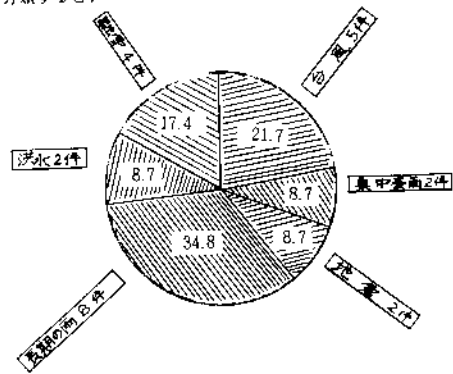


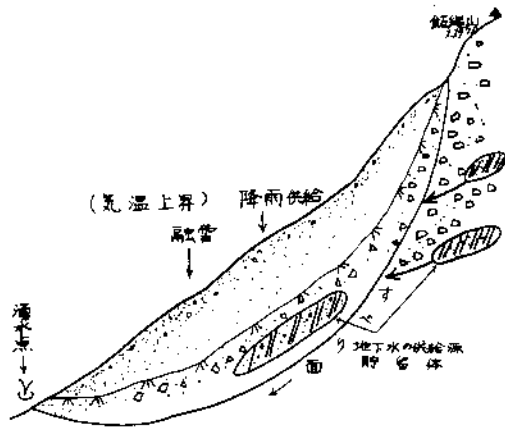
図-1 和奈出沢・宮沢平面図

弘化4年(1847年)の善光寺地震は北信一帯を襲ったもので、その後発生した大規模地すべり23件について誘因別に分類すると、



※ 梅雨期又は融雪期に発生するものが12件で52.2%を占めている。

図-2 地すべりの誘因別分析



$$\frac{\text{融雪+降雨}}{8\text{トン}} + \frac{\text{地下水}}{12\text{トン}} = 20\text{トン}$$

図-3 地すべりと水の供給源

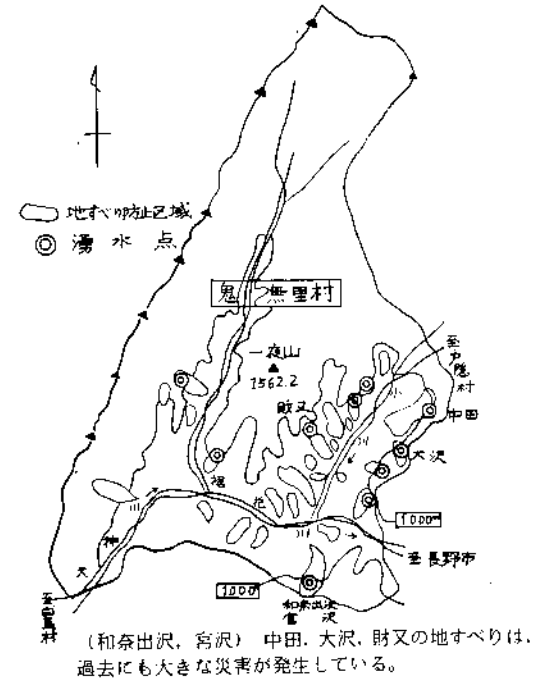


図-4 地すべり防止区域と湧水点

II 形態別分類

鬼無里村の地すべりは、次の三つのタイプに分類することができる。

地層の深い土塊すべりと、比較的すべりの浅い流動性すべり、さらにもう一つはこの中間型であり、この分類にしたがって、57年度までに実行した24か所の地すべり防止区域について区分すると、つぎのようになる。

- すべり層の浅い I型……20か所84%
- 中 間 II型……2 “ 8 “
- すべり層の深い III型……2 “ 8 “

このような考え方および、24か所の地すべり防止区域の実行結果を分析し、地すべり形態、地すべり面の深さに合った対策工法の体系づけを行った。

表-1 1種選定基準に基づく対策工法と実績

種別 防止区域名	分類	深 度	深 間 工	土 留 工				水 路 工	暗 き 工	排 水 工	集 井 水 工	杭 打 工		立 折 水 体 工
				杭	擁壁	蛇籠	丸太					丸太	鋼管	
中 田	II	5	●					●		●	●	○		
大 沢	III	8	●					●			○		●	
矢 平 沢	I	2	●	○	●	○	○		●					
町 入	"	"	●	○	●		○		●					
財 又	II	4	●					●				○		
原	I	2	●	●	●	●	○		●					
長 崎 人 沢	"	"	●	○	○	○	○		○					
誘 引 沢	"	"	●	○	●	○	○		○					
矢 下 沢	"	"	●	●	●	●	○		○					
滝 沢	"	"	●	○	○	○	○							
矢 崎 沢	"	1	●	○	○	○	○		○					
滝 の 人 沢	"	2	●	○	○	○	○		○					
別 府 沢	"	"	●	○	○	○	○							
小 鬼 無 里	"	"	●	○	●	○	○		●					
松 原 矢 平	"	"	●	○	○	●	○		○					
寺 沢	"	"	●	○	○	○	○							
曲 尾 沢	"	"	●	○	○	●	○		●					
和奈出沢・宮沢	III	8	●				○	●		●	●		●	●
坂 の 沢	I	2	●	○	○	○	○		○					
土 口 沢	"	"	●	○	○	●	○		●					
ツルオ沢	"	1	●	○	●	○	○		●					
日 照 田	"	"	●	○	○	○	○		○					
小 佐 出 沢	"	"	●	○	○	○	○		○					

●印は同基準に対し実行してあるもの

表-2 形態別工法一覧表

地すべり発生区分	分類	深度区分	工 種	地すべり防止区域名	備 考
流(動す比較的地すべり)	I	I 1~3m未達	深間工、暗き工、土留工(丸太土留工含む)	矢平沢、町入、原、長崎人沢、宮沢(小川入)、矢下沢、滝沢、矢崎沢、滝の沢、別府沢、小鬼無里、松原矢平沢、寺沢、透引沢、曲尾沢、坂の沢、土口沢、ツルオ沢、日照田、小佐出沢	20か所 84%
		II 3m未達	深間工、土留工、暗き工、水路工、排水工、丸太杭打工	中田、財又	2か所 8%
岩盤すべり	III	6m以上	深間工、水路工、鋼管杭打工、排水工、集水井工、土留工、立体排水工	(和奈出沢、宮沢) 大沢	2か所 8% 和奈出沢と宮沢は同一地区とみなす。

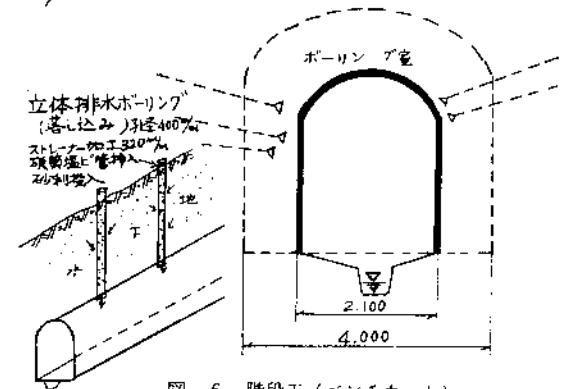
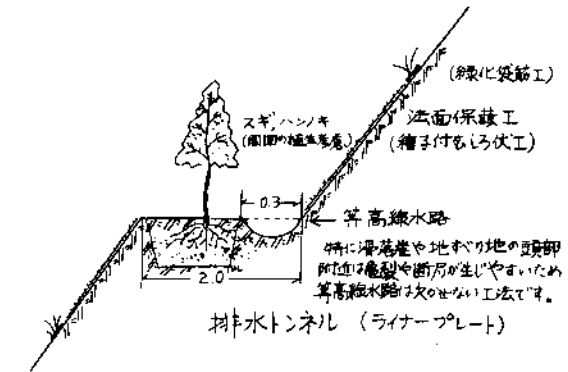


図-6 階段工(ベンチカット)

表-3 地すべり防止区域の移動土壌量の算定表

番号	防止区域名	面積㎡	防止区域面積に対する実工事面積				実面積に対する塊状の換算			すべり山の深さ m	移動土壌量 A	移動土壌量 B	溪間工/本当り固定土壌量	溪間工に固定土壌量	備考
			小	中	大	%	小	中	大						
	中	908,000	25以下	35以下	45以下	50以下	0.8	0.7	0.6	5	1,362,000	68	3,150	214,200	
	大	226,300				45以下			0.6	8	542,400	27	"	85,050	
	矢	55,000							0.6	2	33,000	14	"	44,100	
	町	181,300							0.7	2	88,900	30	"	94,500	
	財	292,000				147,400			0.6	4	327,000	16	"	50,400	
	原	327,600				147,400			0.6	2	176,900	20	"	63,000	
	長崎	124,600					0.8		2	59,800	5	"	15,750		
	宮	65,500				26,200			0.7	2	36,700	5	"	15,750	
	誘引	65,400				26,200			0.7	2	36,700	4	"	12,600	
	矢下	103,000				46,400			0.7	2	64,900	8	"	25,200	
	滝	555,200					0.8		2	314,600	5	"	15,750		
	大崎	260,100				117,000			0.6	1	70,200	1	"	3,150	
	庵の	233,000				104,900			0.6	2	125,900	9	"	28,350	
	別府	137,300				54,900			0.7	2	76,900	3	"	9,450	
	小鬼	74,800				37,400			0.6	1	22,400		"		
	松原	160,700				64,300			0.7	2	90,000	4	"	12,600	
	寺	192,700				67,400			0.6	2	94,400	6	"	18,900	
	曲尾	109,400				49,200			0.6	2	59,100	8	"	25,200	
	小佐	192,900				86,800			0.6	1	52,000	2	"	6,300	
	和奈	635,500							0.6	8	1,525,400	40	"	126,000	
	坂の	137,700							0.6	2	82,900	14	"	44,100	
	七口	117,500				47,000			0.6	2	63,800	8	"	25,200	
	フル	85,100							0.6	1	25,600	3	"	9,450	
	日	137,700				48,200			0.7	1	33,700	3	"	9,450	
	計										5,367,200			954,450 (17%)	

表-4 工種の選定基準

1. 溪間工

治山ダム工、護岸工、水制工がこれに入り、溪床の縦横侵食による溪岸斜面のすべり出しの予防にその主眼がある。すでに地すべりが発生している溪岸斜面について本工法を採用する場合には、工作物に直接地すべり推力が作用することのないよう位置を選定する。
2. 水路工

降水湧水等の集排水及び暗渠工等て地表に誘導された水を速やかに地域外に排除することを目的とし、集水を目的とする集水路は主として山腹を横切って出来るだけ広く地下水を集めるよう計画し、排水路は集めた水を早く地すべり地外に出すよう計画する。

地すべり地外から地すべりのクラックへ流入する水を遮断するために一般に暗渠工を併設する。
3. 暗渠工

2~3m程度の浅い地すべりであれば、暗渠工による効果が期待できる。たゞし、その際暗渠工底面はすべり面深度か、それよりも深い位置に達していることが望ましい。
4. 集水井工

地下水を基盤面上及び、その付近で集水することを目的とし、井戸本体と横穴ホーリング併用の方法が一般的である。

一般工法としては、深さ20~30mを限度とし、基岩面の谷部位置が施工適地点である。
5. 立体排水工

主として滞水層が幾層にも分かれて分布している場合の排水を目的とする。一般に第三紀層の地すべり地帯では、地層が泥岩、砂岩の互層になっている場合が多く、滞水層が幾層にも分布していることがある。このような地層では地下水量が豊富であり、かつ滑動が激しい地すべりにはこの方法が適している。排水トンネルは地すべり層下部で、目的とする滞水層の最下部附近又は、安全な基岩面より低位置に計画し、落し込みボーリングを併用しすべり面に流入する地下トンネル内に誘導する。
6. 擁壁工

溪間工の場合と同様地すべり推力が直接作用しない位置又は、手段を講じた後に施工するもの为前提とし、地すべり舌端部に二次的な押し出しを抑制する。枠工蛇籠工では地すべりを阻止すると言う考え方は無理で、多くの場合表面の浅い(1~2.0m)の流動性の地すべり層あるいは崩壊の法杭を止める程度とする。
7. 杭打工

不動基盤に杭を打ち込んで、杭の抵抗力によって、地すべりを阻止する方法で、排水工等の抑制工のみでは不十分な場合、その不足分を補うため計画する。

工法としては、地表面までの全深度に杭を挿入するのが一般的である。

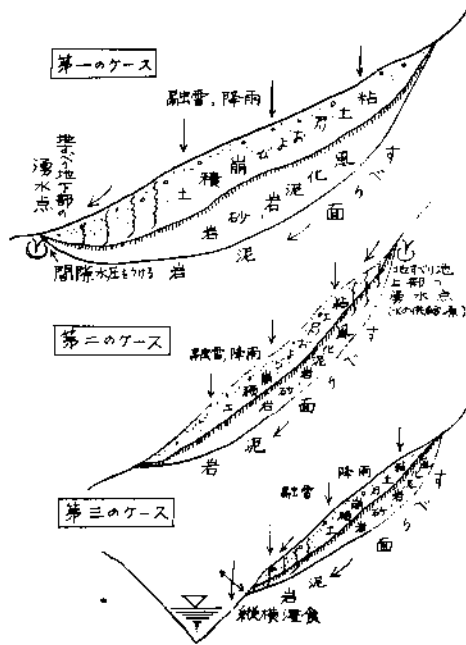


図-5 地すべりの発生機構

Ⅲ 今後の対策

和奈出沢、宮沢地すべりの59年度以降の工事を形態別工法に基づいて分類すればⅢタイプに属し土塊の厚いか所については、地下水の排除を基本に考えるため、図-6のように既設の排水トンネルに口径400mmの縦ボーリング（落し込み）によって、地下水をトンネル内に排水し、地すべりの誘因を排除する。

宮沢上部の滑落崖はⅠタイプに属し、比較的浅いすべり層であるので、階段工を施工して階段面に等高線水路を伏設し、地表水の乱流を防ぎ、暗きょ工は透水性の高い新製品を使用して浅層部の排水を主体とし、土留工により斜面の移動土塊の抑止をはかり、最上部のカブリは法切後、法面保護工緑化をはかる。

なお、簡易な土留工および杭打工については、積極的に間伐材を活用し地域林業の振興に寄与する。

む す び

以上、実行結果および地すべり工事形態別工法について述べたが、今後も、地すべり防止工法の計画、設計に活用していきたい。