

三郡変成帯の切土のり面に見られる 豪雨崩壊の特徴について — 山口県宇部市の場合 — (その2)

山本哲朗*・高本直邦**

Characteristic of Cut Slope in Sangun Metamorphic Region Failed by Heavy Rainfall-In Case of Ube, Yamaguchi-(Part 2)

Tetsuro YAMAMOTO* and Naokuni TAKAMOTO**

Abstract

From the same standpoint adopted in a previous paper, an investigation was made on schist cut slopes which failed due largely to heavy rain during last year in the Sangun metamorphic region in the Kawakami district of Ube, Yamaguchi.

It was found from the investigation that the most of slopes failed because of plane sliding of surface soil. It was also found that the surface soils are classified as silty sand to silt.

1. まえがき

前報¹⁾において調査した宇部市請川地区の斜面から西1.8kmに位置し、三郡変成帯(狭義の周防変成帯と云う)にある川上地区の丘陵地における片岩からなる切土斜面は請川地区の場合と同様に、豪雨時に崩壊を繰返し発生している。著者らは当地区の切土斜面の崩壊について地質学、土質工学および防災工学の観点から立って現地調査を行った。

本文では最初に個々の斜面の崩壊事例を記述し、その後で片岩切土斜面の崩壊の特徴をまとめた。さらに、斜面の岩石および表層土の諸特性を記載した。

2. 調査した斜面の概要

調査した切土斜面は宇部市南部の川上地区に位置し、その延長距離は約500mである。この斜面は先の報告^{1),2)}

で調査した請川地区から南西方向に1.8kmの距離にある。

道路敷設に伴って標高91mの丘陵地の南面が開削されて勾配1割(45°)程度、高さ10m程度の切土斜面(人工斜面)が作られた。

当地区の地質は約2.2億年前の中生代トリアス紀の三郡変成岩類からなる³⁾が、泥質片岩帯内に細長く挟在する蛇紋岩の一部は花崗岩の貫入による接触変成作用を受けており、斜面の地質は複雑である。

3. 崩壊した斜面の事例

昭和61年に開始された斜面の切取り後から、豪雨時に斜面が崩壊し、それに対する復旧工事も実施されている。この8年間に崩壊した6箇所の斜面(斜面I~VI)の場所をFig.1に示す。また、各斜面について崩壊の規模および型、降雨量、対策工はTable 1にまとめて示す。

復旧工はすでに斜面V, VIで施工されている。他の4箇所の斜面は、すべて1993年の7月中旬から8月上旬の梅雨時およびその末期の集中豪雨の際に崩壊したものである。その際の降雨量は斜面崩壊を発生するのに

*社会建設工学科

**社会建設工学科 学部生

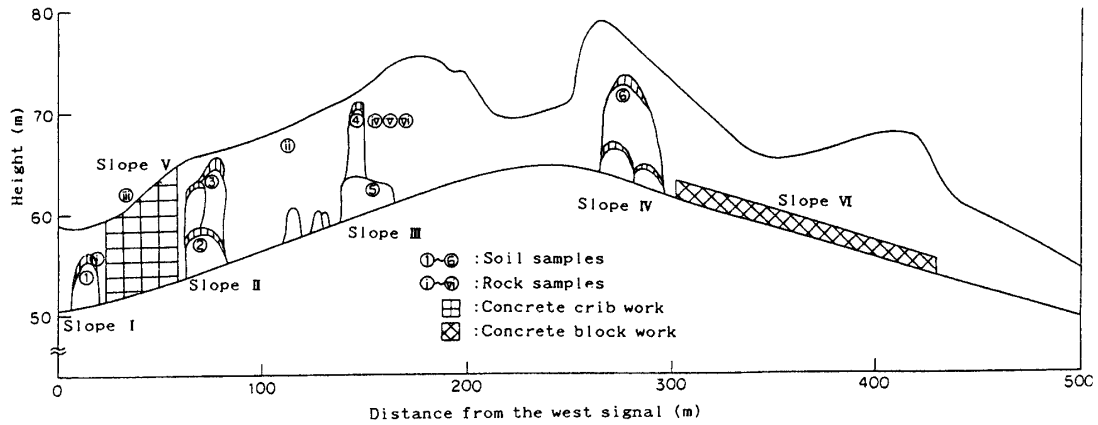


Fig.1 Places of slopes failed, soils and rocks sampled

Table 1 Summary of slopes failed

Slope No.	Dimension of slope				Failure type	Accumulated rainfall		Restoration work	Date
	α (degree)	L (m)	W (m)	D (m)		One day (mm)	Two weeks (mm)		
I	47	8.0	12.0	2.0	Plane slip	51	198	Undecided	1993 8. 2
II	45	20.5	15.0	2.7	"	157	156	"	1993 7.27
III	46	18.0	26.0	2.5	"	51	198	"	1993 8. 2
IV	45	13.0	22.0	1.0	"	"	"	"	"
V	45	18.5	30.0	?	"	-	-	Concrete crib	1991 6
VI	42	41.0	20.6	5.0	Circular slip	4	126	Concrete block	1991 6.15

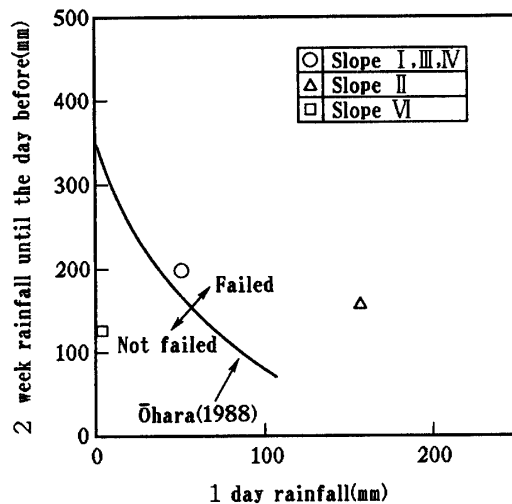


Fig.2 The amount of accumulated rainfall until slopes failed

十分なものであった⁴⁾(Fig.2)。ただ、斜面VIについては過去のデータから見て非崩壊の降雨量の領域で崩壊が発生している。

以下に、それぞれの斜面の崩壊状況および復旧工について少し詳しく述べる。

〔斜面I〕勾配77°の片理面を有する軟岩状の泥質片岩の岩盤上で、その著しく風化した表層土層が平面すべりを発生して崩壊した斜面である。その状況はPhoto.11に示す。

〔斜面II〕1993年7月27日の豪雨の際に斜面先の近傍で偏平状に破碎した表面のつるつるした滑石岩を含む表層土層が、小規模の崩壊(長さ(L)=7.3m, 幅(B)=9.3m, 深さ(D)=1.7m)を発生した。こうして斜面全体が不安定な状態になり、その後の豪雨時に再度、大規模な平面すべりによる崩壊が発生した。その規模はL=20.5m, W=15mにも達し、滑落崖の高さは3mであった。これに伴い、排水路工が破損した。

Photo.2はその時の斜面の状況である。

[斜面Ⅲ] 斜面Ⅱと同様に、偏平状のやや風化した滑石岩が表層土層と一緒に比べて比較的新鮮な滑石岩の岩盤（岩盤分類でC₄級、土工区分で中硬岩）上で平面すべりを発生して崩壊した斜面である。

Photo.3は滑落崖近傍のすべり面の状況である。



Photo.1 The state of failure of slope I

なお、斜面ⅡとⅢの間にあり、やや風化したホルダー状の片理面のない蛇紋岩のホルンフェルスが露出している斜面には崩壊は発生していない。

[斜面Ⅳ] 泥質片岩の風化した表層土層が、軟岩状の岩盤上で平面すべりを発生して崩壊した斜面である。これに伴い、排水路工および金網張芝工が著しく破損した。

[斜面Ⅴ] 1991年6月に平面すべり崩壊が発生した斜面であり、復旧工にはコンクリート枠が施工された。

[斜面Ⅵ] 当地点において最も早い時期（1990年6月）に円弧すべりによって崩壊した最も規模の大きい斜面である（Fig.3）。その大きさは、L×B×Dがそれぞれ41.0m、20.6mおよび5.0mである。

この斜面は山腹の裾野に位置し、集水場所に当たっているため、他の斜面に比較して泥質片岩は顕著に風化し、それによって生成した厚さ約5mのシルト、一部に粘土を含む表層土層（N値は10程度）と軟岩状の泥質片岩の岩盤との境界部にすべり面をもつ円弧すべりが発生した。片岩の片理面は勾配60°で、流れ盤の向きと一致する。

この大規模な崩壊後には、斜面は2割5分（38.7°）に切り直され、斜面先部では大型コンクリートブロック工が併用された。

以上に述べてきたように、片岩からなる切土斜面の崩壊は平面すべりおよび円弧すべりの2つのタイプで発生している。平面すべりは斜面Ⅵ以外の斜面で発生し、比較的厚さの薄い表層土層と軟岩状の岩盤との境界にすべり面が発生して崩壊する型である。崩壊の規模は小さいが、発生件数の多いことが特徴である。

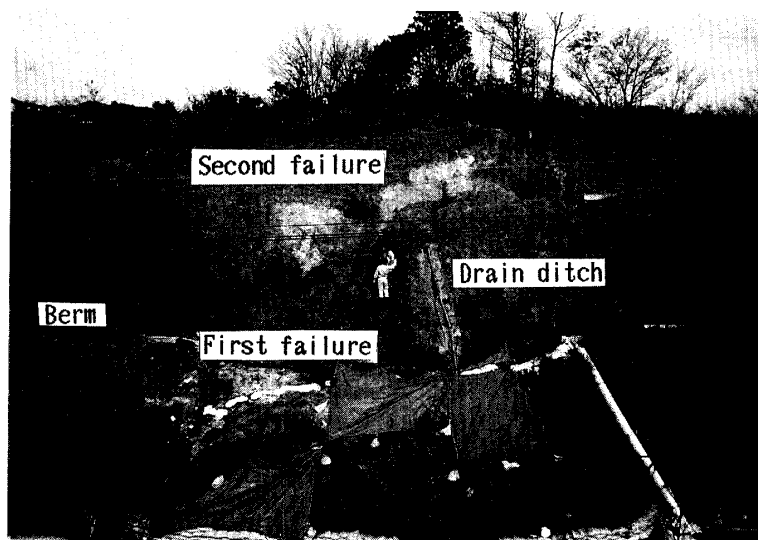


Photo.2 The state of failure of slope II

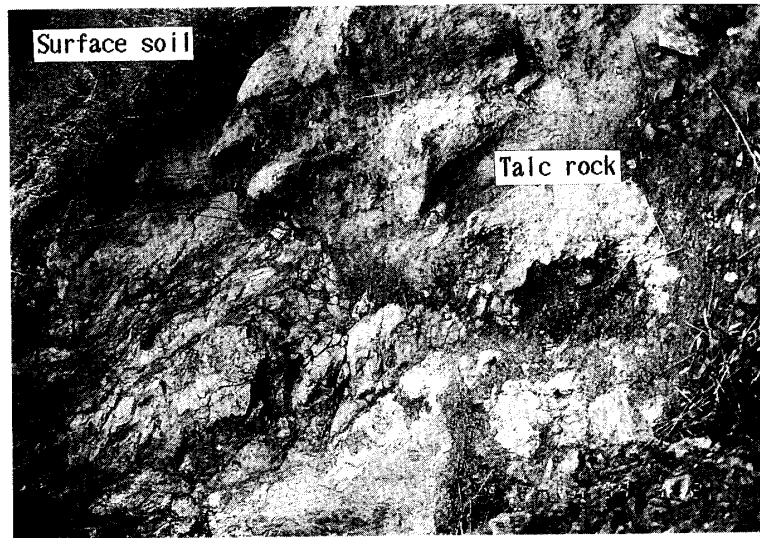


Photo.3 The state of vicinity of main scarp at slope III

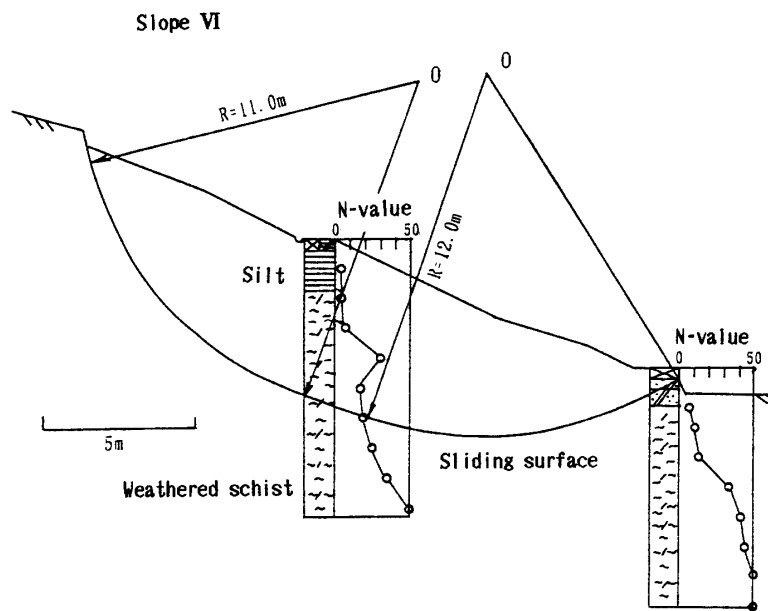


Fig.3 Sliding surface of slope VI

円弧すべりは特に集水場所で片岩が著しく風化して厚く堆積した表層土層が軟岩状の岩盤との境界ですべり面を発生して崩壊する型である。規模は大きいが、発生件数の少ないことが特徴である。

4. 斜面の岩石および表層土の特徴

Fig.1中、①～⑥の箇所にて採取した岩石試料について偏光顕微鏡観察およびX線回折試験を行い、その同定を行った。同様に、斜面IからIVにおいて①～⑥で採

取した表層土試料について一連の物理試験を行った。

それらの岩石および造岩鉱物名はTable 2に示す。この内、滑石岩(岩石⑤)、蛇紋岩のホルンフェルス(岩石⑥)については顕微鏡写真をそれぞれPhotos.4,5に示し、また両者のX線回折図をそれぞれFigs.4,5に示す。また泥質片岩のX線回折図はFig.6に示す。

片岩は明瞭な片理面を有し、風化し易い岩石である。滑石岩は扁平状に破碎している。両岩石のこういう性質は斜面のすべりを発生する素因である。一方、蛇紋岩のホルンフェルスには片理面は見られず、風化はそれ

Table 2 Result of identification of rocks

Slope No.	Sample No.	Rock	Mineral
I	i	Pelitic schist	Muscovite, Chlorite, Albite, Quartz, Carbonaceous material
III	iv	Talc rock	Talc, Opaque mineral
	v	Talc rock	Talc, Toremolite, Opaque mineral
	vi	Toremolite rock	Toremolite, Chlorite, Opaque mineral
V	iii	Serpentinite hornfels	Olivine, Clinopyroxene, Serpentine, Toremolite, Muscovite, Carbonate mineral, Opaque mineral

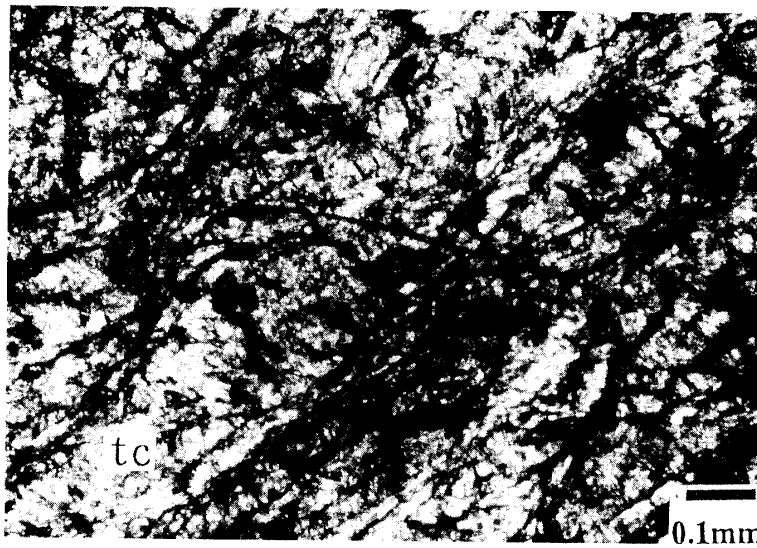


Photo.4 Photograph of polarization microscope of talc rock (cross nicol);tc,talc

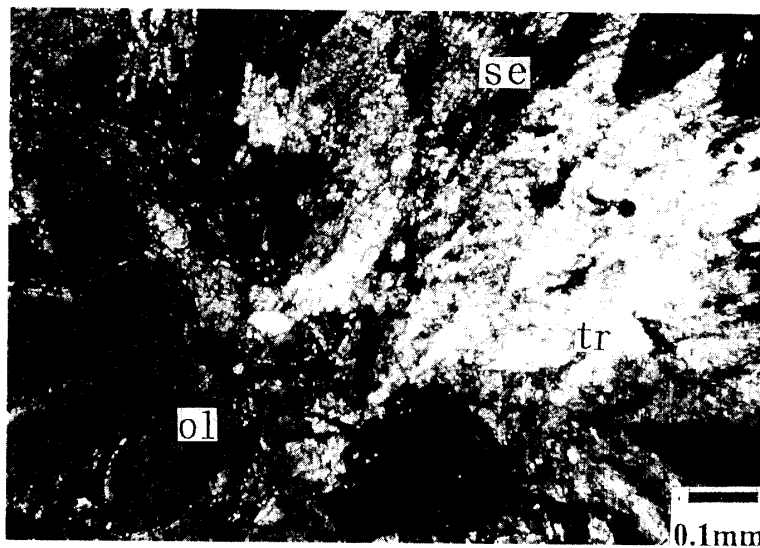


Photo.5 Photograph of polarization microscope of serpentinite hornfels (cross nicol); ol,olivine; se,serpentine; tr,tremolite

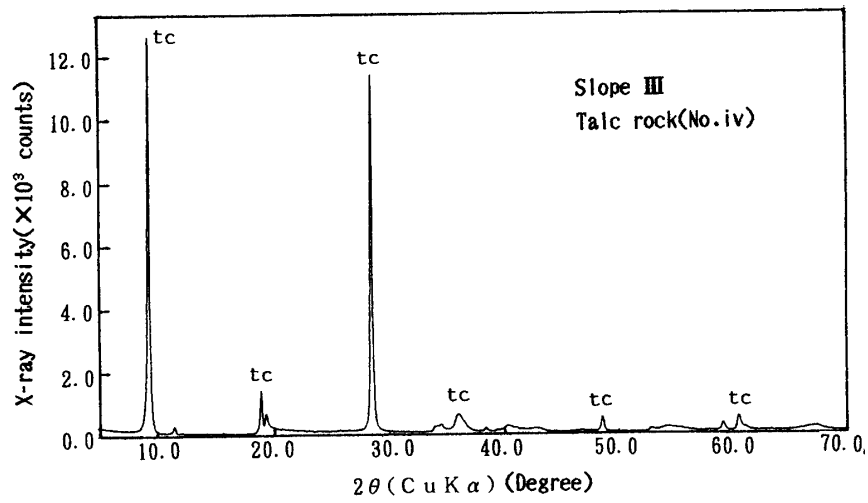


Fig.4 X-ray diffraction pattern of talc rock; tc,talc

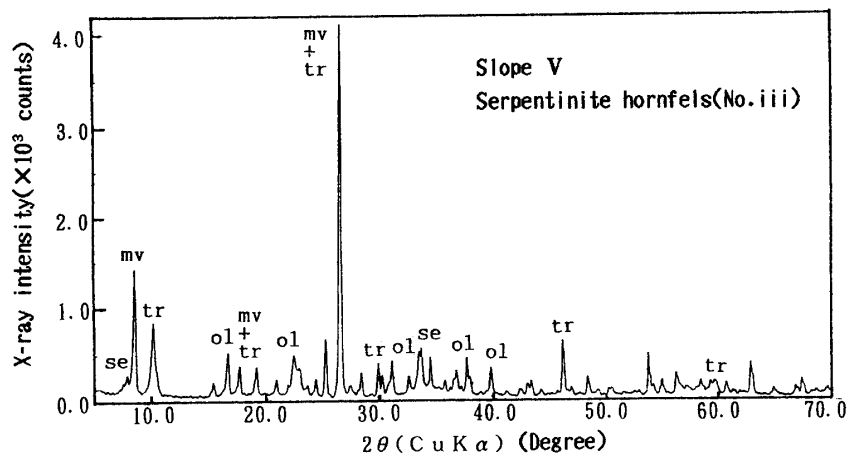


Fig.5 X-ray diffraction pattern of serpentinite hornfels; ol,olivine; se,serpentine;tr,tremolite; mv,muscovite

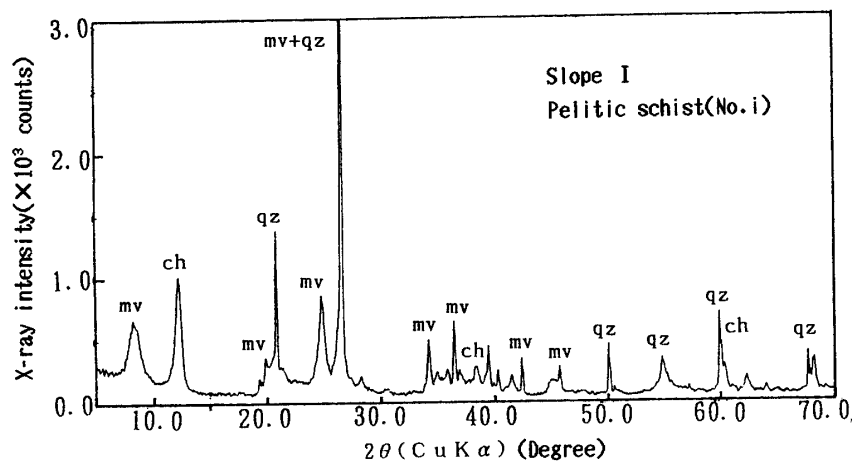


Fig.6 X-ray diffraction pattern of pelitic schist; ch,chlorite;mv,muscovite; qz,quartz

Table 3 Physical properties and classification of surface soils

Slope No.	I			II		III		IV
	1	2	3	4	5	6	6	
G _s	2.72	2.76	2.73	2.79	2.71	2.77		
U _c	3.7	8.5	6.7	8.7	17.7	10.9		
D _{max} (mm)	9.52	26.5	26.5	9.5	9.5	26.5		
D ₅₀ (mm)	0.02	0.05	0.04	0.03	0.16	0.09		
FC(%)	76.0	61.6	76.6	77.7	43.1	59.9		
F _{clay} (%)	4.5	6.1	6.5	13.0	5.7	4.0		
w _L (%)	48.2	58.2	46.3	57.1	46.5	54.7		
w _p (%)	31.1	45.3	33.8	39.5	33.4	37.6		
I _p	17.1	12.9	12.5	17.6	13.1	17.1		
Soil type	ML	MH	ML	MH	SM	MH		
ρ _{max} (g/cm ³)	1.49	1.56	1.42	1.46	1.66	1.46		
w _{opt} (%)	21.0	21.4	29.1	25.2	17.6	23.5		

ほど進行しておらず、前述したように、この岩石の斜面では崩壊は発生していない。

Table 3は各斜面における表層土試料の諸定数および土の分類結果をまとめたものである。同じ斜面でも土の粒度特性には、かなり差違がある場合もあり、岩石の風化は一概には進行していないことが分かる。土質分類では斜面III(No.⑤)の表層土はシルト質砂(SM)であり、他の斜面はすべてシルト(MLないしMH)である。このように、当地区の片岩からなる斜面も請川地区の場合と同様に、粘土分がきわめて少ない表層土層が崩壊していると言える。これは片岩には粘土鉱物の代表であるカオリナイトに変質していく長石、雲母が元来僅かにしか含まれていないためである。

また、すべての表層土は液性限界 $w_L = 46 \sim 58\%$ 、 $I_p = 12 \sim 18$ の範囲にある。すなわち、それらは塑性図上ではA線の下方でB線の近傍に図示される。

5. 結 論

三郡変成帯(狭義の周防変成帯)丘陵地に位置する宇部市川上地区の片岩切土斜面の豪雨時の崩壊について地質学、土質工学および防災工学の観点から調査し

て、次のような結論を得ることができた。

崩壊の型として2つのタイプが確認された。一つは平面すべりによる崩壊であり、片理面の明瞭な泥質片岩の著しく風化した表層土層、あるいは偏平状の滑石岩の破砕片を含む表層土層がそれぞれ軟岩状あるいはやや風化した岩盤上ですべる場合である。この場合の崩壊の規模は小さい。

二つ目は円弧すべりによる崩壊であり、集水場所において著しく風化した厚い表層土層が、その下位の軟岩状の岩盤との境界付近ですべる場合である。この崩壊の規模は大きい。

斜面の表層土のほとんどはシルトあるいは砂質土の範ちゅうにあり、粘土はごく限られた場所にしか存在しない。

復田には斜面の切り直し、コンクリート枠工あるいは大型コンクリートブロック工が用いられている。

謝 辞

最後に本研究に対して種々御教授を頂いた山口大学工学部島 徹史教授および同教養部西村祐二郎教授に対して厚く謝意を表します。

参考文献

- 1) 山本哲朗：三郡変成帯の切土のり面に見られる豪雨崩壊の特徴について—山口県宇部市の場合—, 山口大学工学部研究報告, Vol.44, No.2, pp.43~53, 1993
- 2) 山本哲朗・瀬原洋一・鶴田和成：三郡変成帯における切土のり面の豪雨崩壊について—山口県宇部市の場合(その1)—, 第33回地すべり学会研究発表講演集, pp.349~352, 1994
- 3) 山口地学会編：山口県の岩石図鑑, 第一学習社, 1991
- 4) 山本哲朗・大原資生：山口県下で発生した豪雨による急傾斜地の崩壊の予測のためのデータベース化, 山口大学工学部研究報告, Vol.40, No.2, pp.71~79, 1990

(平成6年9月26日受理)