

山口県における花崗岩類からなる切土斜面の豪雨時崩壊の特徴

山口大学工学部 正会員 山本哲朗
 山口大学大学院 学生会員 ○高本直邦
 株式会社浅沼組 濱本哲夫
 株式会社コプロス 土肥 純

1. まえがき

1993,1995 両年の梅雨期、山口県内では豪雨による斜面の崩壊が頻発した。このうち切土、自然両斜面にわたって崩壊件数の最も多く見られたのが、花崗岩類からなる斜面であった。本報告では、花崗岩類からなる切土斜面の崩壊例を挙げ、その表層を構成する土試料の物理定数、せん断強度などの土質工学的性質および岩石を同定した結果を述べる。

2. 崩壊事例と各斜面を構成する岩石

表-1 に調査した6地点の崩壊規模、崩壊発生日、降雨量等を示す。崩壊規模の最も大きかったのは美祢Aで、この斜面は比較的大きな谷部にあり、集水地形をなしていた。長さ50m、幅130m、深さ2.0mで崩壊している。表に示した斜面のうち、崩壊規模の小さいものについては、その多くが切り取り時において既に表層が著しく風化しており、切り取りから3年以内に崩壊している。

表-2 には各地点で採取した岩石と、その造岩鉱物を示す。すべては花崗岩類に分類されるが、細分化すると各採取地点ごとに造岩鉱物がかなり異なっている。美祢の斜面は広島花崗岩類からなるが、熊毛の斜面は領家花崗岩類からなる。両方の岩石の違いは、造岩鉱物の上ではざくろ石が領家帯に特徴的であることから説明されるが、風化した表層土も領家帯のものは黒雲母の結晶がへき開の存在から容易に観察されるものであったのに対し、美祢では斜長石の白い斑晶が目立つものであった。

表-1 各地点の崩壊規模等

地点	斜面番号	崩壊規模				崩壊の型	降雨量 (mm)		対策工	発生日
		勾配α (度)	長さL (m)	幅W (m)	深さD (m)		1日雨量	2週間 雨量		
美祢A	I	—	50.0	130.0	2.0	平面すべり	15.0	367.0	横ボーリング、布田電	1993.8.22
美祢B	I (1)	—	—	—	—	—	—	—	埴土、集水井、集排水ボーリング、井桁擁壁	1987
	I (2)	—	20.0	15.0	—	—	—	—	埴土、集排水ボーリング	1993.6~8
美祢C	I	50	20.5	10.0	2.0	—	—	—	布田電、井桁擁壁、植生土壌	1993 夏
熊毛	I (1)	40	15.0	15.0	—	—	0.0	179.0	—	1995.5.30
	I (2)	40	15.0	40.0	—	—	1.0	71.0	吹付法砂、水路、アンカー、埴土	1995.7.24
宇部	I	—	20.9	10.7	0.8	—	—	—	植生ネット	1995.3以前
	II	45	6.4	6.0	0.8	—	126.5	355.0	未定	1995.7.3
	III	45	7.4	6.0	1.0	—	—	—	—	—
	IV	45	5.5	8.0	0.2	—	—	—	—	—
山口	I	45	10.0	7.0	0.3	—	176.0	373.0	格子棒石詰め	1993.7.27
	II	45	10.0	12.0	0.2	—	206.5	256.0	—	1995.7.2
	III	45	6.8	27.0	1.0	—	—	—	—	—
	IV	45	10.0	6.0	0.3	—	—	—	—	—

表-2 岩石試料とその造岩鉱物

地点	斜面番号	岩石	造岩鉱物
美祢B	I	石英閃緑岩	石英、斜長石、黒雲母、角閃石、単斜輝石、緑泥石、リモナイト
美祢C	I	石英閃緑岩	石英、斜長石、黒雲母、角閃石、単斜輝石、緑泥石、リモナイト
熊毛	I	黒雲母花崗岩	石英、斜長石、黒雲母、白雲母、ざくろ石
熊毛	II	珪質片岩	石英、斜長石、黒雲母、白雲母、電気石、不透明鉱物
宇部	IV	アブライト	石英、斜長石、カリ長石、黒雲母、白雲母、緑泥石

3. 表層土の性質

図-1、2に、それぞれ美祿Cおよび熊毛Iの斜面の表層土に対して行った一面せん断試験の結果を、表-3に各斜面を構成する表層土の物理定数を示す。美祿Cの自然状態および飽和状態の供試体は試料を乱さず採取したものであるのに対し、湿潤状態の供試体は、液性限界の1.5倍の含水比で一日水浸した後、圧密し再整形したものである。自然状態で $\phi_d=51.9^\circ$ 、 $c_d=18.2\text{kPa}$ であったのに対し、水浸によって $\phi_d=28.1^\circ$ 、 $c_d=0\text{kPa}$ と著しく強度が低下しているのがわかる。また湿潤状態では飽和状態に近い強度を示し、排水条件の下では供試体作製時の乱れの影響はあまりないものと考えられる。この表層土には、粘土分は含まれておらず、低液性限界シルトに分類される。

熊毛の斜面では乱さない試料の採取が困難であったため、供試体は乱した試料を過圧密状態とならないようせん断箱に詰めたものを自然状態、さらにそれを一日水浸したものを飽和状態とした。自然状態で $\phi_d=30.1^\circ$ 、 $c_d=0\text{kPa}$ であり、飽和状態で $\phi_d=25.7^\circ$ 、 $c_d=0\text{kPa}$ という結果が得られた。

表-3に示す山口、宇部の斜面は、いずれも広島花崗岩類からなる。ほとんどの表層土がシルトないしはシルト質砂に分類されるが、宇部の斜面の中には粘性土、粘土混じり礫に分類されるものもあった。比重に関して見ると、美祿地区の土試料のものが他の地点より若干大きい、これは美祿地区の石英閃緑岩に含まれる角閃石(比重 3.1~3.3)が影響しているのではないかと考えられる。

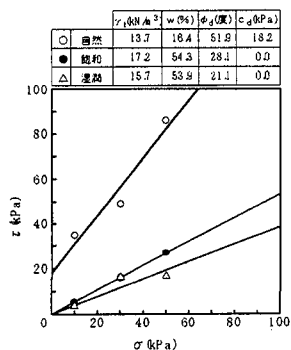


図-1 美祿Cの強度定数

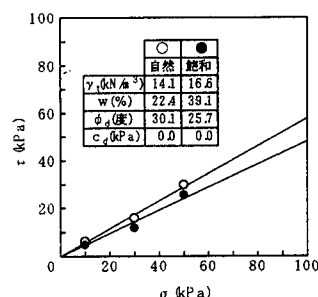


図-2 熊毛の強度定数

表-3 土試料の物理定数

地点	斜面番号	試料番号	G _s	U _c	D _{max} (mm)	D ₅₀ (mm)	F _{gravel} (%)	F _{sand} (%)	F _{silt} (%)	F _{clay} (%)	w _L (%)	w _p (%)	I _p	土質分類
美祿A	I	1	2.71	19.1	9.50	0.11	0.0	56.0	37.0	7.0	40.6	27.1	13.5	S M
美祿B	I	2	2.72	4.69	4.75	0.043	0.2	35.3	60.4	4.1	41.6	34.3	7.3	M L
	"	3	2.73	3.39	4.25	0.012	0.0	23.0	72.0	5.0	43.7	27.7	16.0	M L
美祿C	I	4	2.73	5.00	19.5	0.060	5.0	35.0	60.0	0.0	41.8	28.6	13.2	M L
熊毛	I	5	2.66	80.0	2.00	0.20	0.5	66.4	22.1	11.0	34.8	NP	NP	S M
	"	6	2.63	45.3	6.80	0.29	6.1	67.0	20.4	6.5	—	NP	NP	S M
	"	7	2.69	22.9	4.75	0.29	3.1	73.9	19.0	4.0	—	NP	NP	S M
	II	8	2.63	619	4.75	0.050	0.7	47.4	26.4	25.5	50.9	34.5	16.4	M H
宇部	I	9	2.64	61.3	10.0	0.074	12.1	37.1	39.2	11.6	41.2	22.5	18.7	C L
	II	10	2.63	317	14.3	0.55	22.9	42.7	19.4	15.0	36.0	21.4	14.6	S M
	"	11	2.62	96.8	19.3	2.1	52.1	39.9	4.0	4.0	—	NP	NP	G-C
	III	12	2.65	227	9.6	0.20	13.2	44.0	24.8	18.0	33.0	19.7	13.3	S M
	IV	13	2.63	390	16.0	0.32	20.5	40.9	19.6	19.0	38.1	23.8	14.3	S M
山口	I	14	2.62	147	16.4	1.4	42.1	43.4	9.5	5.0	36.2	NP	NP	S-M

4. まとめ

山口県内で1993年と1995年の豪雨時に崩壊した花崗岩類からなる切土斜面について岩石学的、土質工学的観点から調査した。その結果、対象とした斜面は広島花崗岩類あるいは領家花崗岩類とかなり、それらの違いが表層土の物理定数、および強度定数に明確に影響を及ぼすことがわかった。