

III-17 早明浦ダム貯水池における岩盤すべり面の鉱物組成と強度特性

香川大学工学部	正会員	長谷川修一
香川大学工学部	学生会員	○西野勝裕
香川大学工学部	正会員	山中稔
香川大学大学院工学研究科	非会員	渡辺弘樹

1. はじめに

地すべりの安定解析では、ボーリング等によって得られるすべり面構成物の強度定数を使用して地すべりの安定解析を行うことは少なく、滑動中の地すべりの安全率を仮定して、逆解析によって強度定数を推定している。しかし、現在安定している地すべりブロックの安全率の評価は難しいのが現状である。本研究では、現在安定している柚ノ木地区の地すべりブロックを対象に、すべり面の鉱物組成・強度定数・同一すべり面における強度のばらつきについて検討を行った。

2. 研究方法

本研究では、空中写真判読により地すべり地形を抽出し、現地踏査から地すべりの範囲を決定した。調査地では、切土斜面に2種類の露出したすべり面（すべり面A・B）を確認した（図-1）。そこで、すべり面における硬度の測定・試料採取を行い、X線回折・土質試験によってすべり面の含有鉱物および物性値を調べた。また、物性値については、同一すべり面におけるばらつきについても検討を行った。

3. すべり面の土壌硬度

切土に露出したすべり面に対して山中式土壌硬度試験を行った。調査箇所として、すべり面Aで6地点、すべり面Bで3地点、それぞれすべり面上・中・下で測定した。その結果、すべり面Aでは測定地点によってコーン圧入深さに20mm近く差が生じ、硬度にばらつきが認められた（表-1）。また、すべり面AよりBのほうがやや軟質であり、全体的にすべり面下部のほうが硬質であった。

4. すべり面の粘土鉱物組成

今回対象とした地すべりブロック内において、すべり面で16試料、断層破碎帯等で10試料採取し、X線回折を行った。その結果、崖錐堆積物や断層破碎帯（図-2）で膨潤性粘土鉱物であるスメクタイトと緑泥石の混合層鉱物が含まれていたものの、すべり面では膨潤性粘土鉱物が認められなかった（図-3）。

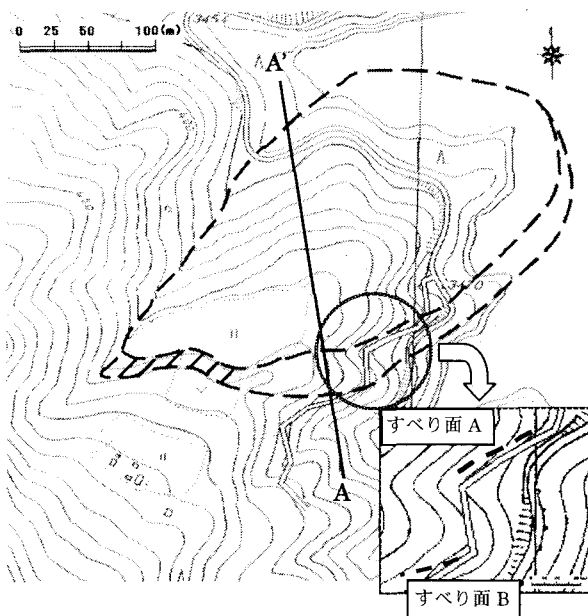


図-1 調査位置図

表-1 土壌硬度試験結果

		すべり面 A							すべり面 B				
		1	2	3	4	5	6	平均	7	8	9	平均	
測定位置	上	18.7	16.0	10.3	23.8	12.7	19.8	16.9	17.3	15.7	13.0	15.3	
	中	22.0	21.0	13.3	25.3	14.0	21.3	19.5	15.3	13.0	14.0	14.1	
	下	20.8	23.8	13.0	21.0	17.0	27.3	20.5	22.0	20.3	16.0	19.4	
(単位:mm)													

(単位:mm)

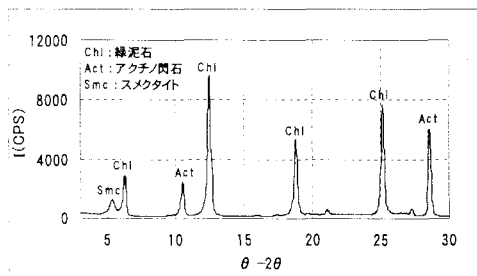


図-2 断層破碎帯粘土化部のXRD チャート(EG 処理後)

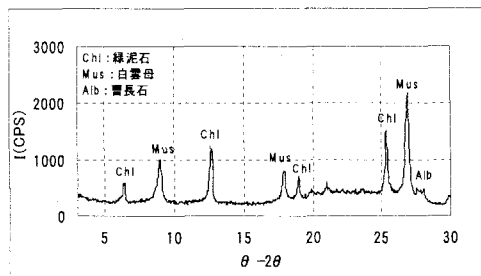


図-3 すべり面構成物のXRD チャート(EG 処理後)

5. すべり面の強度特性

(1)物理試験

物理試験の結果を表-2に示す。特徴としては、すべり面Aは土の工学的分類体系がSFG（細粒分質礫質砂）・GFS（細粒分質砂質礫）、すべり面BではCL（粘土（低液性限

表-2 物理試験結果

すべり面	試料番号	土粒子の密度 G _s (g/cm ³)	自然含水比 W _n (%)	液性限界 W _L (%)	塑性限界 W _p (%)	塑性指数 I _p	粒度				土の工学的分類
							粘土 <5μm (%)	シルト 5~75μm (%)	砂 75μm~2mm (%)	礫 2mm< (%)	
A	1	2.749	13.9	32.6	27.7	4.9	14.0	24.4	35.9	25.7	SFG
	2	2.763	14.4	32.2	17.3	14.9	18.0	29.3	36.2	16.5	SFG
	3	2.681	8.7	32.3	18.3	14.0	8.0	30.3	30.7	31.0	GFS
	4	2.707	10.2	36.3	20.5	15.8	8.0	29.5	39.2	23.3	SFG
	5	2.734	9.3	31.6	23.0	8.6	6.0	27.4	38.2	28.4	SFG
B	6	2.633	11.5	38.7	19.1	19.6	11.0	39.5	22.9	26.6	CL
	7	2.646	13.1	36.0	18.3	17.7	22.0	39.3	28.0	10.7	CL
	8	2.640	15.2	35.7	15.2	20.5	31.0	31.6	30.3	7.1	CL

界))と評価され、分類上では同一すべり面における構成物はほぼ同じであった。また、すべり面によって構成物に違いがみられた。

(2)一面せん断試験

一面せん断試験の結果を表-3に示す。内部摩擦角はすべり面Aの平均が26.2°、すべり面Bでは28.3°となり比較的大きな値となった。また、同一すべり面における内部摩擦角については、すべり面Aでは23.0°~28.0°と5°の差が生じたのに対し（図-4、5）、すべり面Bでは28°程度で比較的まとまった値を示した（図-6）。

表-3 一面せん断試験結果

すべり面	試料番号	含水比		ピーク強度	
		試験前 W0 (%)	試験後 W1 (%)	C _d (kN/m ²)	φ _d (°)
A	1	—	13.2	15.4	25.9
	2	—	12.7	38.4	23.0
	4	—	9.6	24.6	28.0
	5	—	10.5	21.9	27.8
	平均				26.2
B	6	—	11.4	16.6	27.6
	7	—	11.9	9.7	28.5
	8	—	13.6	7.1	28.8
	平均				28.3

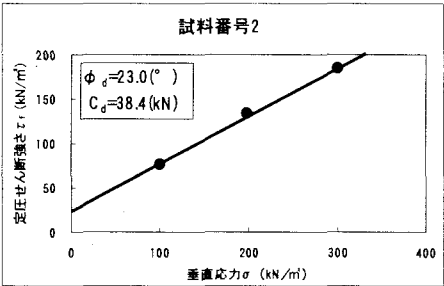


図-4 一面せん断試験結果
(すべり面A)

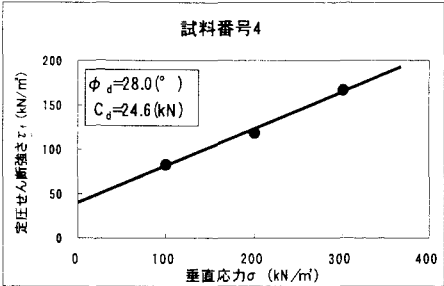


図-5 一面せん断試験結果
(すべり面A)

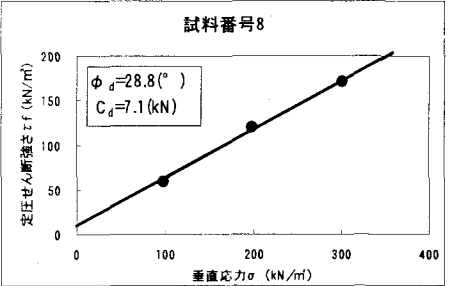


図-6 一面せん断試験結果
(すべり面B)

6. 安定性評価

本地区の地すべりブロックは、かつてA-A'測線方向に滑動し現在の地形になったものと考えられる（図-1）。そこで、最大傾斜方向であるA-A'測線に断面図を作成し、すべり面の形態を調べた（図-7）。すべり面の傾斜角は、露出したすべり面の走向・傾斜より、すべり面Aでは23.2°、すべり面Bでは23.8°となった。以上の結果から、試験によって求めた内部摩擦角が、すべり面Aでは26.2°、すべり面Bは28.3°となったことから、本地区の地すべりが現在安定していることを裏付ける結果となった。

7. 考察

同一すべり面における構成物は、工学的分類上ほぼ同じ結果を示した。しかし内部摩擦角は、すべり面Bではばらつきが小さいのに対し、すべり面Aでは5°のばらつきが生じた。これは、順解析による安定解析において無視できない値である。また、すべり面構成物の内部摩擦角は斜面傾斜より3~5°小さい値となっている。この理由としては、①すべり面粘土が薄層にもかかわらず、それ以外の周辺物質が試験試料に混入した可能性、②かつて地震などの大きな外力が加わった可能性などが考えられる。

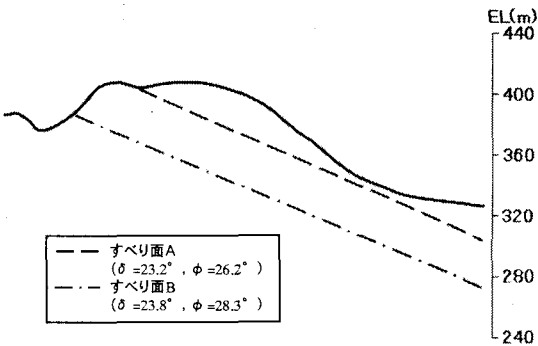


図-7 地すべり断面図（A-A'測線）