

四国の各地質帯の地すべり地の粘土鉱物と強度特性

愛媛大学工学部 正 矢田部龍一・横田公忠・八木則男
松山市役所 正 ○黒川直樹

1. まえがき

近年山間地における高速道路などの大規模な建設工事や、大規模な宅地開発などによる、地すべりの危険性がいっそう増加している。そこで、地すべりの発生機構を解明することは、いっそう切実な問題となっている。多くの地すべり地は粘性土をすべり層として移動しているので、地すべりの発生機構の解明や適切な対策工の施工には、すべり層粘性土の力学特性を調べておく必要がある。そこで、本研究では四国の各地質帯の地すべり地の粘土鉱物、強度定数などの特徴を把握するため、すべり面の粘性土の物性試験およびせん断試験を行った。

2. 試料および実験方法

用いた試料は、御荷鉾帯の沢渡地すべり地と相川地すべり地、三波川帯の梅原地すべり地、川井地すべり地、八幡浜市の深層部、和泉層群の粒野の30試料である。

実験はピーク強度に対応する強度定数 ϕ' を求めるため圧密非排水三軸試験、残留強度に対応する強度定数 ϕ_r を求めるため一面せん断型リングせん断試験装置を行った。三軸試験は粒野以外は、420 μ m 通過試料を液性限界の2倍程度の高含水比で練り返し、真空脱気を行った後、0.8 kgf/cm² で予圧密を行い、直径3.5 cm、高さ8.0 cmに成形した後に、(また、粒野地区の試料においては不覚乱でありワイヤソートストレートエッジを用いて、直径5 cm、高さ10 cmの円柱状に成形したものを)、飽和度を高めるために、通水、脱気を2日間行った後に、)等方圧密圧力2.0、3.0 kgf/cm² で圧密を行った。せん断時には飽和を高めるためB. P. 2.0 kgf/cm² を作用させた。Skemptonの間隙水圧係数B値は0.95以上である。リングせん断試験は420 μ m 通過試料を用いた。リングの内径は10 cm、外径16 cm、試料の高さは2 cmで、高さ1 cmのところではせん断される。せん断速度は0.445 mm/minでおこなった。X線回折の測定条件は30 kV、15 mAで、ターゲットにCu、フィルターはNiを使用した。走査速度は1°/minで行った。

表1 試験結果

3. 試験結果と考察

物性試験、三軸試験、およびリング試験の結果を表1に示す。

御荷鉾帯の沢渡、相川と三波川帯の梅原は密度が2.9以上で非常に高い。川井、八幡浜は2.7~2.8、和泉層の粒野は2.6~2.7である。

また、いずれの地区も塑性指数は低いが粒野が最も低塑性であることがわかる。

		WL(%)	WP(%)	I _p	G _S	ϕ'	ϕ_r	粒度(%)		
								<5 μ	5-75	75 μ m
沢渡B13	27.5m-28.0m	37.4	23.1	14.3	2.98	27.2	14.1	6.5	8.5	85.1
沢渡B13	29.35m-30.0m	37.6	23.9	13.7	2.94	23.1	13.6	16.7	12.5	70.8
沢渡B15	5.41m-6.0m	44.9	18.1	26.8	2.94	29.7	22.1	21.8	8.2	70
沢渡B15	9.6m-10.0m	36.3	22.1	14.2	2.94	25.2	20.1	17.4	14.9	67.7
沢渡B15	14.5m-15.0m	31.2	18.4	12.8	2.85	28.2	25.2	13.4	10.7	75.1
相川	4.7m-7.7m	35.1	13.6	21.5	2.97	29.5		47.1	43.1	23.4
川井	10.3m-10.5m	51.1	28.8	22.3	2.78	22.1	21.4	47.9	22.2	29.9
川井	14.4m-14.6m	32.6	19.3	13.3	2.75	22.9	31.3	35.8	29.6	34.6
八幡浜	1138m-1140m	21.8	12.7	9.1	2.79		27.1	17.2	20.1	62.7
梅原 表層		68.5	50.8	17.7	2.76	39.6	32.8	6.84	12.1	81.1
梅原B1	4.0m-5.0m	36.3	16.9	19.4	2.87	38.1	37.6	13.5	18.5	68.1
梅原B2	5.0m-6.0m	48.8	31.2	17.6	2.99	35.1	31.3	18.3	15.8	66.1
梅原B3	6.0m-7.0m	32.7	20.1	12.6	2.82	21.7		9.5	23.4	67.1
粒野	No. 2 GL-8.5m						27.9			
粒野	No. 2 GL14.5m	22.8	11.9	10.9	2.69		29.2	14.2	26.2	59.6
粒野	No. 2 GL20.5m				2.94		22.7	13.1	28.8	58.1
粒野	No. 4 GL-4.0m	16.6	10.0	6.6	2.68		27.7	7.6	24.0	68.4
粒野	No. 4 GL-9.0m	16.3	11.6	4.7	2.73	22.8	37.5	12.9	29.4	57.7
粒野	No. 5 GL18.0m				2.65		31.6			
粒野	No. 5 GL-27.5	30.5	13.6	16.9	2.64	24.5	22.3	14.1	33.4	52.5

沢渡の ϕ' は $23 \sim 30^\circ$ 、 ϕ_r は $14 \sim 25^\circ$ 程度である。ピーク強度から残留強度へのせん断抵抗角 ϕ の低下は、B-13の方が激しく、 10° 前後である。梅原の ϕ' 、 ϕ_r はともに 30° を越え、四国の地すべり地の ϕ' は $20 \sim 30^\circ$ 程度であることを考えると、この地区は地すべり粘土化していないと思われる。相川についてはすべり面とその付近を混せて試験したがその値は 29.5° である。川井についてはすべり面とそうでない土を試験した結果、ピーク強度はほぼ同程度であるが、残留強度はすべり面の方が 10° 程度低くなっている。和泉層の粒野はピーク強度は 22.8° と 24.5° 、残留強度は $22.3^\circ \sim 37.9^\circ$ となり、ばらつきがあり、またピーク強度よりも残留強度の方が大きくなっているが、これはリングせん断試験では、せん断面が大きく平均したせん断抵抗角が得られるのに対し、三軸試験では供試体の強度の弱い部分があれば、その部分でせん断されることが、砂岩と頁岩の互層となっているために、試料の採取に際し砂岩が多量に混合しその影響がせん断抵抗角に表れたと思われる。

次に、X線回折結果を表2に示す。

表2 X線回折結果

地層区分	箇所	試料	岩質	粘土鉱物
御荷鉢帯	沢渡	B13-27.5-28.0m B13-29.35-30.0m B15-5.41-6.0m B15-9.6-10.0m B15-14.5-15.0m		クロライト、トレモナイト クロライト、トレモナイト クロライト、トレモナイト クロライト クロライト、トレモナイト、長石類
	相川	4.0-7.0m	緑色片岩	クロライト、トレモナイト
三波川帯	梅原	表層 B2-1 4.0-5.0m B2-2 5.0-6.0m B2-3 6.0-7.0m		クロライト、モンモリロナイト、トレモナイト クロライト、トレモナイト クロライト クロライト、モンモリロナイト
	川井	10.4-10.5m 14.4-15.0m	黒色片岩 黒色片岩	クロライト、イライト、長石類 クロライト、イライト、長石類
	八幡浜	1138-1140m	黒色片岩	クロライト、イライト、長石類
	和泉層	粒野		ハイドロマイカ、クロライト

沢渡はクロライトが主成分であり、トレモナイトも含まれている。B-15-14.5mからは長石類もみられる。沢渡と同じ御荷鉢帯の相川にもクロライトとトレモナイトが含まれている。梅原については、クロライトの他にモンモリロナイトが含まれている。同じ三波川帯黒色片岩の川井と八幡浜にはクロライトとイライト、長石類が含まれる。和泉層である粒野地区は、まだ変成されていないハイドロマイカと、ハイドロマイカから変成されたクロライトが含まれている。

図1に ϕ と I_p の関係を示す。この図からは相関性はみられない。

4. あとがき

今回は四国の各地質帯の粘性土の特性を調べたが、今後はより多くの粘性土を調べ、過去のデータとも比較して検討していく必要がある。

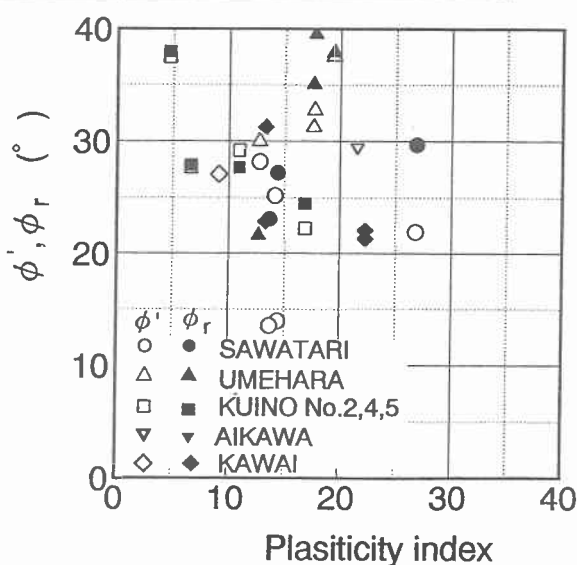


図1 ϕ と I_p の関係