

Ⅲ-A20

礫配合砂のリング・一面せん断試験とせん断帯構造の考察

岐阜大学大学院 学生会員 塚田晃大
 岐阜大学工学部 フェロー 宇野尚雄
 岐阜大学工学部 正会員 神谷浩二
 名古屋市役所 正会員 岡本三典

1. まえがき

直接せん断試験は、3軸試験などに比較して強度推定精度が悪く、重要な判定資料にし難い面がある。一方、地滑り地帯の粘土に対するリングせん断試験は定評があり、大歪みに対して有効とされている。これに対して、本報告は砂質土及び同試料と金属板との摩擦抵抗に関して、リングせん断試験の結果得られた特徴および一面せん断試験前後の砂試料の間隙径分布推定に基づく構造変化について報告するものである。これは、推進工事における地盤土質の推進管への抵抗力の合理的評価のための研究の一環として実施している。

2. 使用した土試料

長良川から採取した、(A)粗粒材（最大間隙比 0.846, 最小間隙比 0.643）、(B)砂質土（最大間隙比 1.484, 最小間隙比 0.846）、の2種類を配合して表-1に示す4ケースの配合試料と粗粒材のみ、及び金属板との摩擦抵抗ケース2種類の試料とした。これらの粒度分布は図-1に示す。表-1の w_i は初期含水比、間隙比3ケの値は垂直応力が、リングせん断では $\sigma=0.5, 1.2, 2.0$ kgf/cm²、一面せん断では $\sigma=0.2, 0.5, 0.9$ kgf/cm²、に対応し、セット時、圧密後=せん断開始時、せん断強度時の間隙比 e_0, e_1, e_f を表す。表-1には試験結果も併記してある。せん断試験時の試料密度の制御が不十分で、バラツキがあるが、図-2のようにクローンの直線式に良く当てはめられ、推定される強度定数としての粘着力、内部摩擦角はそれぞれ表中に記入されている。

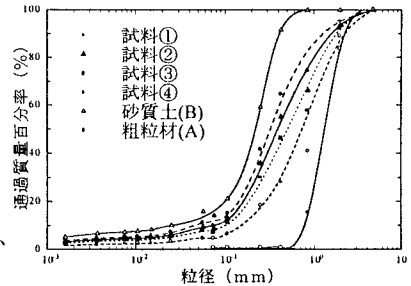


図-1 試料の粒度

表-1 土試料の状態と得られた強度結果

一面せん断						リングせん断							
ω_i	e_0	e_1	e_f	ϕ	c	試料	(A):(B)	ω_i	e_0	e_1	e_f	ϕ	c
(%)					(kgf/cm ²)			(%)					(kgf/cm ²)
12	1.476	1.399	1.380	29.3	0.369	①	3:7	12	1.136	1.021	0.760	34.6	0.0021
	1.191	1.097	1.068					12	1.005	0.719	0.492		
	1.236	1.025	0.985					12	1.197	0.863	0.600		
12	1.242	1.161	1.148	38.8	0.276	②	4:6	12	1.005	0.882	0.686	33.3	0.0037
	1.095	0.981	0.949					12	1.032	0.818	0.599		
	1.022	0.906	0.871					12	1.130	0.815	0.560		
12	0.988	0.961	0.921	39.6	0.241	③	5:5	12	0.901	0.797	0.629	34.4	0
	0.947	0.920	0.867					12	0.957	0.777	0.578		
	1.053	0.954	0.924					12	0.949	0.748	0.491		
④						④	7:3	4	1.054	0.923	0.815	36.1	0
								4	0.949	0.790	0.683		
								4	0.920	0.684	0.633		
粗粒材	10:0	気乾	0.911	0.846	0.904	39.2	0.0301						
			0.816	0.754	0.837								
			0.819	0.742	0.836								
金属板 + ①	3:7	12	1.440	1.207	1.028	22.2	0.0351						
			1.363	1.046	0.904								
			1.584	1.027	0.855								
金属板 + 粗粒材	10:0	気乾	0.964	0.823	0.742	18.2	0.0049						
			1.039	0.895	0.852								
			1.069	0.842	0.796								

3. リングせん断試験と一面せん断試験の結果

表-1、図-2及びせん断変位とせん断応力との関係（粗粒材のみの場合を図-3に例示）から次のような事項が観察される。

1. 砂質土に対するリングせん断試験のせん断変位は 10～15mm（せん断歪み 0.5～0.75）で強度が発揮される。

2. 相対密度の小さい試料①～③では圧縮され、垂直変位 1mm の後、徐々に 2mm 程度に圧縮量が増加する。試

リングせん断試験、一面せん断試験、砂質土、間隙径分布、粗粒成分

〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1 TEL: 058-293-2421 FAX: 058-230-1891

料④では最初1mmの圧縮の後、増加は少ない。

- 粗粒材のみでは変位10mm（せん断歪み0.5）程度で強度に達して、それまでに僅かの圧縮を経て膨張変位0.5～1.0mmに至る。
- 強度に関しては、内部摩擦角で粗粒材が5割までは $\phi=34^\circ$ 前後で変化は生じないが7割、10割では増加し、かなりの粗粒材が含まれないと粗粒材の効果が現れない。
- 金属板との摩擦抵抗に関しては、土試料のみの場合

に比較して、試料①のとき $\phi=22.2^\circ$ で強度的には $\tan(22.2^\circ)/\tan(34.6^\circ)=0.605$ の低減比、即ち約6割までに減少となり、粗粒材のときは $\phi=18.2^\circ$ で約4割までに減少となった。異種材料との摩擦抵抗はかなり大きいと考えていた予想より小さめであった。粗粒材のみとの場合の方が低減が大きいことは注目されたが、粒形や粒子接点数等が影響するものと考えられる。

- リングせん断試験結果に対して、一面せん断試験結果で得られる大きな粘着力と比較すると、極めて大きな差が認められると言えよう。

4. 一面せん断試験前後の土試料の構造変化（間隙径分布変化）

一面せん断試験（下部可動型）前後の砂試料を乱さないようにして、そのまま「含水比～サクシオン」関係の水分特性曲線を測定した後に、せん断面以下の下半部の砂試料の間隙径分布に換算する「水分法」により¹⁾、試験前後の試料の間隙構造変化を推定して、せん断に伴う構造変化を考察した。図-4は水分特性曲線から間隙径分布曲線を算出した結果得られる間隙径の密度関数 $f(d_m)$ を描いたものである。密度関数 $f(d_m)$ はその間隙径が全間隙体積中に占める体積割合を示すので、分布関数の面積総和が間隙率に等しい性格を有する。図-4中の記号説明「前3:7(0.2)」は「せん断前」、「試料①の配合3:7」、「垂直応力0.2kgf/cm²」を意味する。これらの結果得られた事項は、

- せん断前後の分布変化の激しいのは、試料①～③の中では配合4:6の試料②が最も大きい。応力が低い0.2kgf/cm²のとき最多頻度の間隙径が0.075mmから0.085mmへと変化するが、分布形がフラットになる。0.5kgf/cm²のとき最多頻度の間隙径は0.060mmから0.075mmへ、0.9kgf/cm²のとき0.06mmから0.08mmへそれぞれ緩むが、その間隙径の存在頻度が高くなり、間隙径が均等化する。
- 拘束力としての垂直応力が低いときは分布形がフラットになるのに対して、高くなると分布形がシャープになり、ある間隙径の頻度が高くなる傾向を示している。

5. あとがき

砂質土に対するリングせん断試験の特性、一面せん断試験前後の間隙径分布の変化特性など興味ある結果が得られた。

参考文献 1) 宇野尚雄・神谷浩二・田中宏路：「空気圧入法」と「水分法」による砂の間隙径分布、土木学会論文集、No. 603/III-44, pp. 35-44, 1998.

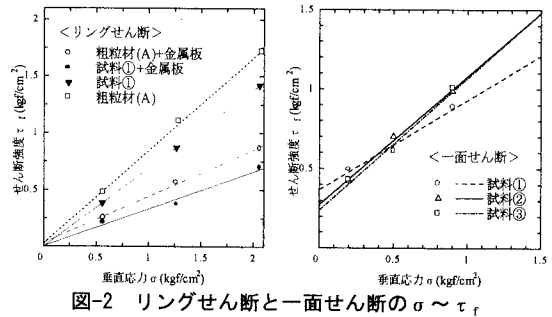


図-2 リングせん断と一面せん断の $\sigma \sim \tau$

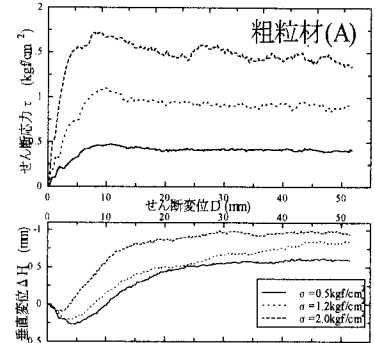


図-3 リングせん断の変位 $D \sim$ 応力 τ

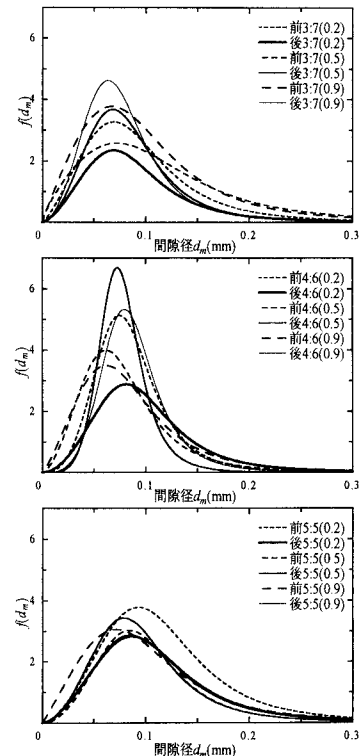


図-4 一面せん断前後の試料の間隙径分布