

III-254

粗粒土の圧縮特性について

北海道工業大学 正員 神谷光彦

1. まえがき

粗粒材料は砂のようによく淘汰されたものと異なり、粒子内部に亀裂や空隙を有するものが多い。そのため、フィルダムの底部などのように高い応力を受けるところでは、粒子破碎による圧縮沈下を生ずる。また、軟岩などの盛土では、低い応力でもこの圧縮沈下が顕著であることが知られている。粗粒材料の圧縮特性や粒子破碎は粒子の形状、硬さ、間隙比、水分状態などに影響される。そこで、本報告は硬さや形状の異なる種々の粗粒土を用いて圧縮試験を行い、圧縮特性と粒子破碎との関連性を調べたものである。

2. 実験試料および実験方法

実験に用いた試料は表-1に示す8種で、粒度分布は

表-1 試料の物理的性質

最大粒径を15.9mm、最小粒径を2.0mmとして、粒径加積曲線が直線となるように調整したものである。試料のうちEはコンクリート用骨材で形状は球形であり、他はロック材を破碎したもので、角張った形をなしている。表の比重は表乾比重、スレーキング率は乾湿スレーキングを5サイクル繰り返した後の粒度分布の変化をMarsalの破碎率¹⁾で示したもので、すりへり率はロスアンゼルス試験機によるすりへり量をおなじ破碎率で示したものである。

試料名	合成比重	合成吸水率	スレーキング率	すりへり率	初期間隙比	
					乾燥	飽和
E	2.55	2.3	1.4	32.3	0.472	0.463
F	2.09	17.9	12.3	92.4	0.961	-----
H	2.41	6.7	4.0	57.7	0.739	0.749
I	2.63	0.7	4.5	30.3	0.566	0.612
M	2.61	2.2	4.8	40.2	0.675	0.690
N	2.19	12.2	10.7	35.7	0.892	0.913
T	2.73	3.6	11.7	40.2	0.666	0.741
Y	2.06	17.3	14.2	----	0.772	-----

試料の水分状態はは気乾と表面乾燥飽水の2つであり、各試料の初期間隙比は表-1に示す。供試体は径10cmの締固め用モールドに試料を3層に分けていれ、各層ごとにモールドの側面を10回づつたたくことにより締固めて作製した。圧縮試験は静的荷重によって行い、16段階に分けて載荷し、最大荷重は49MPaとした。圧縮沈下量は、各荷重載荷1分経過後に測定したが、沈下が継続しているときはさらに1分後に測定した。試験終了後は、粒子破碎を調べるためにふるい分け試験を行った。

3. 実験結果とその考察

図-1に気乾試料の $e \sim \log p$ 曲線を示す。初期間隙比の大きい試料は圧縮による間隙比の変化量も多いが、圧縮応力が大きくなるとその差は小さくなり、一定の間隙比に近接するような傾向がみられた。そこで、

$e \sim \log p$ 曲線を図中のモデル図のようにすると、3つの部分に分けることができる。すなわち、Iは初期の間隙比の変化の少ない領域で、変形は主に粒子の再配列に依存する部分である。IIは粒子破碎が卓越し、破碎した粒子が間隙を埋めていくため、最も間隙比が変化する領域である。IIIは間隙がほぼ細粒子で充填され、粒子破碎が徐々に少なくなり、間隙比の変化量も少なくなっていく領域と解することができる。赤司らはII、IIIの部分直線を延長した交点 Y_2 に対応する点の間隙比を粗粒材料の最小間隙比と定義している²⁾。そこで、初期間隙比 e_0 と $e \sim \log p$ 曲線の領域IIの傾きを圧密のそれと同様に圧縮指数 C_c としたときの関係および領域IからIIに変化する点の圧縮応力 Y_1 の関係を図-2に示す。

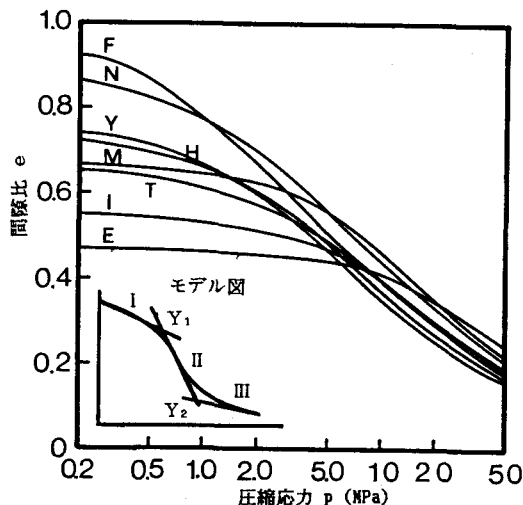


図-1 気乾試料の $e \sim \log p$ 曲線

初期間隙比と圧縮指数の間に直線関係があることは粘性土で報告されているが³⁾、粗粒土の領域IIにおいても、粒子形状の異なるEを除き、同様の関係が成り立ち、初期間隙比が粒子破碎による間隙比の低下を支配するとみることができる。また、初期間隙比が大きくなる

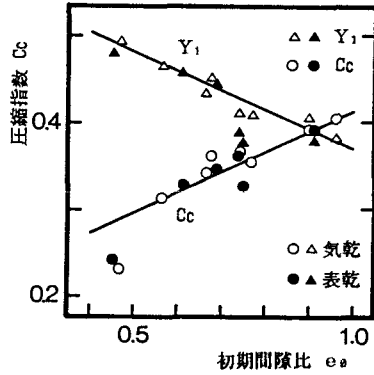


図-2 初期間隙比と C_c , Y_1 の関係

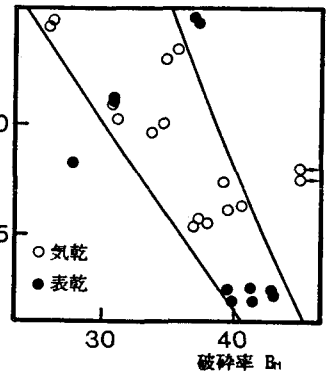


図-3 破碎率と最終間隙比の関係

と $e \sim \log p$ 曲線の一次変化点 Y_1 は小さくなる傾向がみられ、初期間隙比の大きい試料では粒子破碎が卓越するし始める領域が小さい圧縮応力より始まることを示している。それゆえ、同一の方法で締固めた供試体の初期間隙比を調べることで、粗粒土の粒子破碎の難易度の概略を知ることができる。

つぎに、粒子破碎との関連性をみるために、試験後の Marsal の破碎率 B_r と 49MPa で圧縮したのちの最終間隙比 e_r との関係を図-3に、初期と最終の間隙比の変化量 Δe との関係を図-4に示す。締固め試験などでは、破碎率と締固め後の間隙比との間に一義的な関係があることは種々報告されており⁴⁾、本実験でも試料Fを除き同様であった。しかし、試料Fは溶結凝灰岩であり、非常に細かい粒子からなっており、このような試料では小さな圧縮応力より破碎が始まり、大きな粒子が残らず破碎されてしまうため、間隙の大きさも小さくなり、粒子の移動が拘束され、また、細粒化したものの破碎強度が増し、破碎の進行も遅くなるため、間隙比もある程度の値に留まってしまうことが考えられ、それゆえ、他の試料と異なった結果になったものであろう。しかし、間隙比の変化量をパラメータにすることにより、図-4に示すように、試料Fも含めて、破碎率との間にほぼ一義的な関係がえられた。これは、最終間隙比にはあまり変化がないため初期間隙比が大きい試料ほど粒子破碎が容易であるという前述の結果を、破碎率からも示したものである。

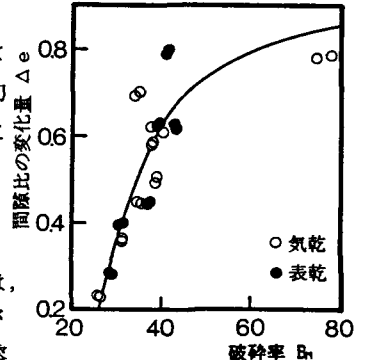


図-4 破碎率と間隙比の変化量との関係

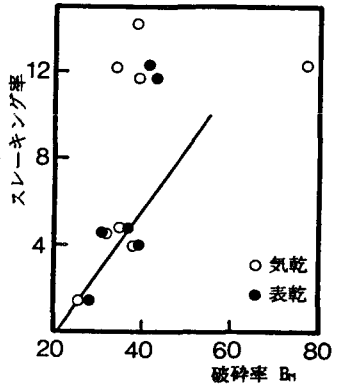


図-5 破碎率とスレーキング率の関係

つぎに、試料の物理的性質である比重、吸水率、スレーキング率、すりへり率と粒子破碎の関係について検討を行ったが、いずれも相関を見いだすことは困難であった。その1つの例として、試験後の破碎率 B_r とスレーキング率の関係を図-5に示す。破碎率はスレーキング率の小さい試料との間ではほぼ比例関係がみられたが、大きくなると相関性は示さなくなる。これは、粒子破碎の機構の相違によるものと考えられ、それゆえ、粒子破碎の表現法も含めて、異なった破碎機構の間での関連性についてさらに検討する必要がある。

参考文献 1) 土質工学会(1982): 「ロックフィル材料の試験と設計強度」, PP80~82

2) 赤司六哉, 相場 明(1976): 砂の相対密度と工学的性質に関するシボシウム発表論文集, pp.109~116

3) 例えば, 渡辺 進, 井元美晴(1962): 土と基礎, Vol.10, No.9, pp7~11

4) 例えば, 岸 洋一(1985): 北海道開発局土木試験所月報, No.391, pp.18~26