

クロム鉱滓の一次元圧縮特性

徳島大学工学部 正会員 山上拓男
徳島大学工学部 正会員 鈴木 壽
高知県土木部 正会員 ○梅原靖司

1.はじめに クロム鉱滓は工業薬品の製造工程で産出される残滓で、最近では、化学的により安定にするために1200～1300度の焼成処理が行われるようになり、そのために一度に多量の鉱滓を処理できる地盤材料への利用法が検討されてきた^{1)～7)}。しかし、これまでは最大粒径を19.1mmとしたせん頭粒度試料に対する標準締固め試験（A-b法）と中型三軸圧縮試験（直径10cm, 高さ20cmの供試体）から、その締固め特性と強度・変形特性は詳細に調べられてはいるものの、最大粒径60mm程度となる原粒度に対する力学特性は未だ明らかにされていない。そこで、本研究では、この原粒度試料にも適用可能な大型一次元圧縮試験機を新たに作製し、力学的に最も単純な一次元の圧縮・膨潤特性を、載荷速度、繰返し荷重および粒子破碎の影響などを踏まえて明らかにする。また、圧縮荷重一定下の気乾試料に水を付加し、コラップス現象が生じるか否かを調べるための水浸試験も行う。

2.用いた試料 図-1はクロム鉱滓の原粒度の粒径加積曲線を示したものである。その均等係数 U_c および曲率係数 U_c' はそれぞれ15.33, 0.33であり、日本統一土質分類法によると「階段粒度の砂（SPs）」に分類される。

3.試験装置 図-2は、実験に用いた大型一次元圧縮試験装置の構造を示している。この試験機の外形は、高さ160cm, 幅70cm程度であり、モールドの内径および高さは共に30cm程度である。さらに、載荷上盤・下盤には、ポーラスストーンが取り付けられており、両面排水が可能となっている。載荷装置としては、ペロフラムシリンダを用いており、2.5kgf/cm²程度まで載荷可能である。

4.試験結果 図-3(a)は、気乾試料に対する間隙比 e と載荷圧力 p の関係を示したものである。図に示すように、間隙比は初期の0.5kgf/cm²の載荷圧力までに大きく減少しており、最終的な間隙比の減少の約半分程度となっている。そのため、この部分における載荷速度の影響が懸念されるので、初期の載荷圧力を0.25kgf/cm²とした場合の試験も行い、その結果を同図(b)に示した。

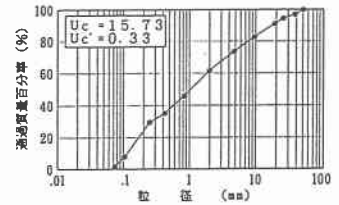


図-1 粒径加積曲線

A. ペロフラムシリンダ B. 圧力計 C. レギュレーター
D. モールド E. 供試体 F. ロードセル
G. 変位計 H. 水槽 I. パソコン

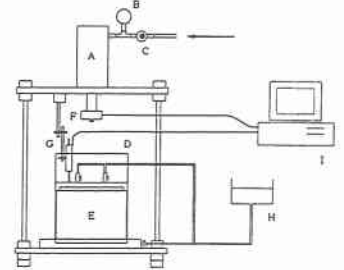
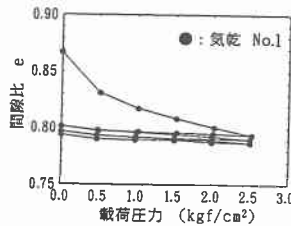
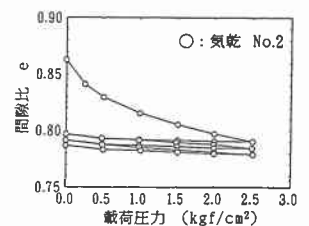


図-2 試験装置の構造

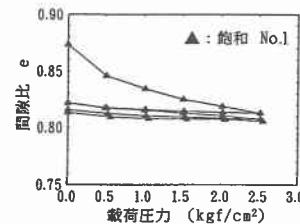


(a)初期載荷圧力0.5kgf/cm²

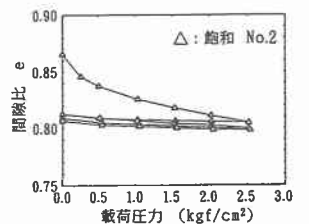


(b)初期載荷圧力0.25kgf/cm²

図-3 間隙比～載荷圧力関係（気乾試料）



(a)初期載荷圧力0.5kgf/cm²



(b)初期載荷圧力0.25kgf/cm²

図-4 間隙比～載荷圧力関係（飽和試料）

これらの図を見比べると、両者の $e \sim p$ 関係は非常に近い関係にあり、このことから載荷速度の影響はないと言える。これらと同様な飽和試料に対する試験結果は、図-4(a),(b)である。これら4つの図より、一段階目の除荷過程以降はほとんど弾性的な挙動を示すことが分かる。これらから載荷・除荷の繰り返しによる影響もないと言える。

次に、気乾試料、飽和試料の比較を行う。図-5(a)は、初期の載荷圧力を 0.5 kgf/cm^2 とした場合の結果である。○が気乾試料、△が飽和試料で、図のように、クロム鉱滓では天然の材料とは異なり気乾状態の方が沈下し易い結果となっている。また、図-5(b)は同様な比較を初期の載荷圧力を 0.25 kgf/cm^2 とした場合の結果であり、この場合も同様な傾向が見られる。飽和状態は力学的に最も条件が悪い場合に相当し、その場合の圧縮性が低いということは工学的に好ましい材料と言える。

クロム鉱滓等の粗粒材料の力学特性は、粒子破碎の影響を大きく受けるので、ここでは、一次元圧縮試験に対する粒子の破碎性を検討する。そのために、一次元圧縮試験の前後でふるい分け試験を実施し、粒子の破碎性を確認した。図-6はその結果を各粒度階における残留率で表したものである。図に示すように全体的には細粒化の傾向にあるが、その絶対量は非常に小さく工学的な見地から粒子破碎はないと言える。

最後に、水浸試験による影響を述べる。図-7は水浸試験における $e \sim p$ 関係を示したものである。すなわち、気乾試料に対して拘束圧を 2.5 kgf/cm^2 に保ち、その状態で水を付加した。図-8はその水浸過程の時間と間隙比の関係を示している。図から水浸過程における沈下量はほとんど無く、水浸におけるコラップス現象は全く無いと言える。

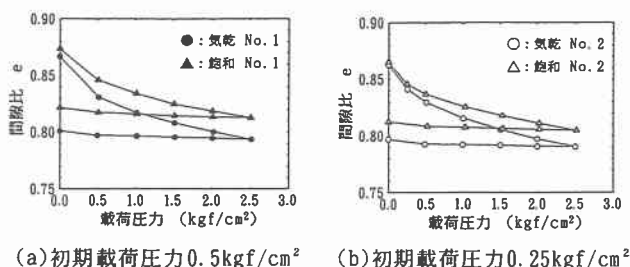


図-5 間隙比～載荷圧力関係（気乾・飽和の比較）

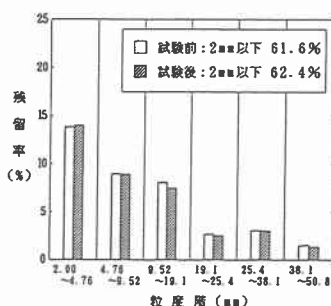


図-6 各粒度階の残留率

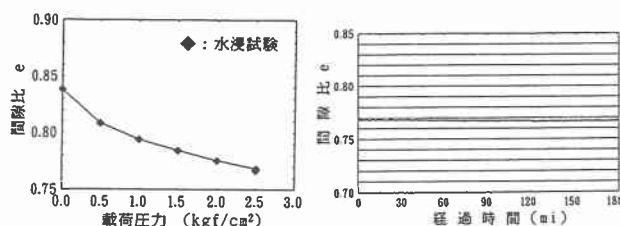


図-7 間隙比～載荷圧力関係 図-8 時間～間隙比関係

5. おわりに クロム鉱滓の大型一次元圧縮試験からは通常天然材料では最も圧縮性が高くなるはずの飽和試料に対する沈下量が逆に最も小さくなることが分かった。また、コラップス現象などを調べる水浸試験からは、水の付加による沈下は全く発生しないことが明らかにされた。さらに、載荷・除荷試験を繰り返すとすぐに弾性的挙動に移行すること、試験前後の試料に粒子の破碎性がほとんどないことなども明らかにされ、これらの特性は工学的に好ましいと考えられる。

【参考文献】 1) 中正・山上・河野・安芸: 焼成処理されたクロム鉱滓の土質工学的特性について (第1報), 平成4年度土木学会中国四国支部研究発表会講演概要集 2) (第2報), 第27回土質工学研究発表会発表講演集 2分冊の1 3) (第3報), 土木学会第47回年次学術講演会第3部 4) (第4報), 平成5年度土木学会中国四国支部研究発表会講演概要集 5) (第5報), 第28回土質工学研究発表会発表講演集 2分冊の1 6) (第6報), 土木学会第48回年次学術講演会第3部 7) (第7報), 平成6年度土木学会中国四国支部研究発表会講演概要集