

防衛大学校(正) 山口晴幸・(学) 廣田成男
三井建設機研(正) 黒島一郎・福田誠

1. はじめに スレーキングを受け粗粒化した泥岩が路床・路盤や盛土材料等の地盤材料として活用される機会が増えてきている。しかし、泥岩は粘土鉱物等が固結堆積して形成されており、顕著なスレーキング現象を呈し工学的に多くの問題を含んでいる。著者ら^{1), 2)}は泥岩母岩の力学特性について報告してきたが、ここでは、粗粒材料としての泥岩の圧縮性と圧縮に伴う粒子破碎特性について考察する。

2. 試料と実験 横須賀市郊外に分布する新第3紀堆積泥岩地帯から、露岩表面で既にスレーキング作用を受け破碎し、ほぼ気乾状態にあった泥岩粗粒材料を採取した。粒度調整して4種類の粒径範囲、 $d=2\sim 4.673\text{mm}$, $d=4.76\sim 9.52\text{mm}$, $d=9.52\sim 19.1\text{mm}$, $d=19.1\sim 25.4\text{mm}$ に区分して実験試料とした。試料の物理的性質は、自然含水比 $w_n=6.04\sim 7.61\%$, $G_s=2.49$, $L.L.=65.5\%$, $P.L.=32.1\%$, 強熱減量 $Li=13.6\%$ であった。厚肉型ステンレス製モールド(直径 $D=150\text{mm}$, 高さ $H=175\text{mm}$)に、各粒径範囲の試料において初期間隙比がほぼ一定になるように、粒子破碎が起こらない程度のエネルギーでタンピング方式で充填した後、 0.5mm/min の変位速度で一次元圧縮試験を実施した。気乾燥試料の他に、水浸期間(T_s)が各種異なる飽和試料や寸法(H/D)の異なる試料についても同様の実験が行われた。

3. 実験結果と考察

(1) 供試体寸法(H/D)の効果 モールドを用いた一次元圧縮試験では周面摩擦が問題となる。そこで、4種類の粒径範囲の試料について直径 $D=175\text{mm}$ モールドに3種類の試料厚さ(H)でそれぞれ充填し、 $H/D=1, 0.6, 0.23$ の供試体についての圧縮試験結果を比較した。図1は鉛直ひずみ $\epsilon_a=20\%$ まで圧縮した後の粒子破碎状況を比較している。粒径が大きくなると多少 H/D の効果が認められ、 $d=19.1\sim 25.4\text{mm}$ 試料では $H/D=1.0$ の場合に粒子破碎性が軽減されている。また、図2に示すように、 $H/D=1.0$ の場合にも、 $d=2\sim 4.76\text{mm}$ と $d=4.76\sim 9.52\text{mm}$ の両試料の供試体上, 中, 下部での粒度分布に

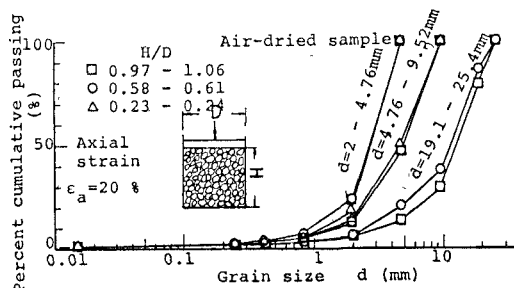


図1 粒子破碎性及び供試体寸法効果

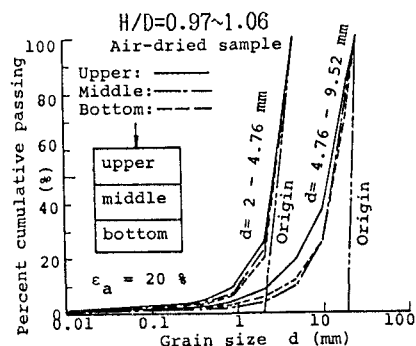


図2 供試体内の破碎性の相違

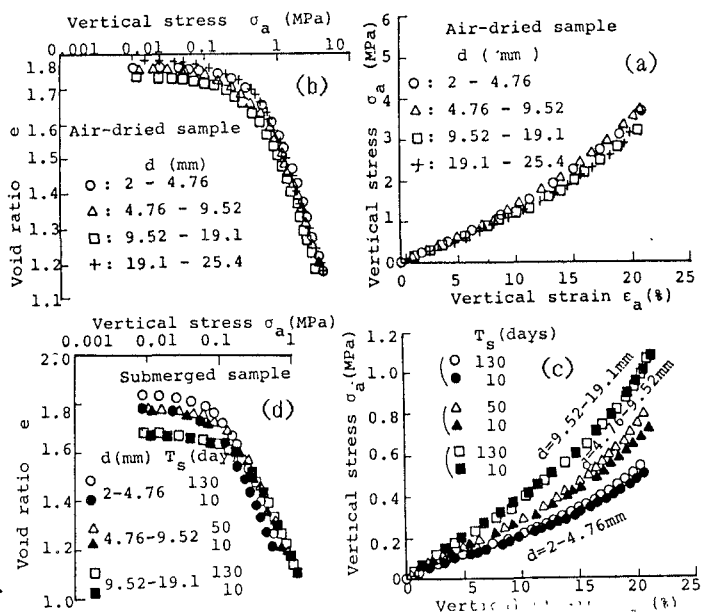


図3 気乾と水浸試料での圧縮特性に及ぼす粒度効果

多少相違が見られる。このことから、実験に用いた試料の粒径範囲とモールドの寸法等との関係において、 $H/D=1.0$ の場合には周面摩擦効果が試験データに反映されるものと考え、以後の試験は $H/D=0.6$ で全て実施した。

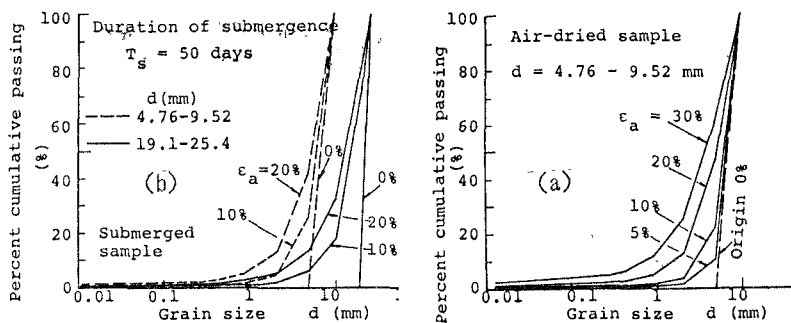


図4 圧縮変形に伴う粒子破碎状況

(2)圧縮性と粒径との関係 各種粒径範囲(d)の気乾と水浸試料についての圧縮応力(σ_a)の増加に伴う鉛直ひずみ(ε_a)と間隙比(e)の変化を図3(a)~(d)に示している。当初、粒径範囲の大きな試料では、小さな試料に比較して粒子接触点数が少ないため、同一ひずみ(ε_a)における圧縮応力が小さくなると予想していた

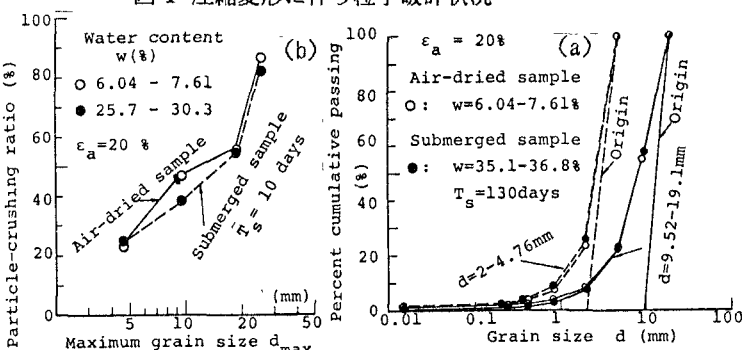


図5 気乾と水浸試料での粒子破碎性の比較

が、図3(a)と(b)に示すように、気乾試料では圧縮性にほとんど粒径効果が認められなかった。一方、あらかじめ水浸した試料では粒径効果が顕著に現れるが、当初の予想に反し粒径が大きな試料ほど圧縮応力を発揮している(図3(d))。これは、後述する粒子破碎性と密接に関連している。大きな粒径の試料ほど圧縮に伴う粒子破碎性に卓越し、しかも、水浸試料ほど細粒化の進行が加速され粒子接触点数が増加するものと推測される。なお、水浸期間(T_s)が130日と10日で13倍も異なる供試体間において、水浸期間の効果がほとんど認められない。これは、両期間での供試体がほぼ飽和の平衡状態に到っているためと考えられる。

(3)圧縮に伴う粒子破碎特性 圧縮変形過程での粒子破碎状況を

図4に示す。 $\varepsilon_a=5\%$ 付近から粒子破碎が顕著となる。この付近の応力は $e \sim \log \sigma_a$ プロットの変曲点付近の応力に相当し(図3(b)と(d))、粘土の圧密降伏応力に対応している。また図5に示すように、同一ひずみにおける破碎特性には水浸効果はほとんど認められないが、同一ひずみ(ε_a)での圧縮応力(σ_a)の大きさには、期間と水浸試料において約4から8倍の差が認められる(図3(a)と(c))。また、前述したように、各粒径範囲の試料において、粒子破碎率には水浸期間(T_s)の影響がほとんど認められず(図6)、鉛直ひずみ(ε_a)の増大に伴って顕著な粒子破碎性を示している。この粒子破碎特性は粒径の大きな粒子からなる試料ほど卓越する傾向を示していることが図7から明かである。(参考文献)1)山口ら(1987);第31回材料研究連合講演会, pp.109-110.2)山口ら(1987);第17回岩の力学国内シンポジウム講演論文集, pp91-96.

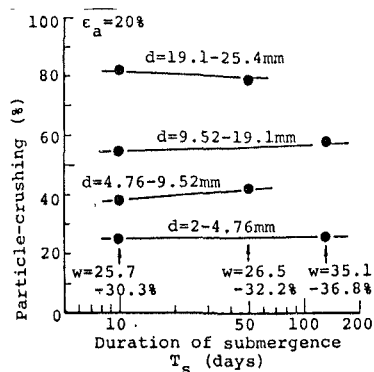


図6 粒子破碎と水浸期間の関係

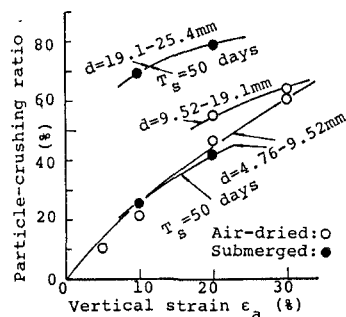


図7 粒子破碎率とひずみ関係