

Ⅲ-A174 砂の高圧圧縮特性に及ぼす水浸の影響

立命館大学大学院 学生員 ○ 澤井 大祐
立命館大学大学院 学生員 喜田 啓介
立命館大学理工学部 正会員 福本 武明

1.はじめに 既報^{1)~5)}では高圧下における砂の圧縮特性をより良く理解するために、均一径の試料に対し材質・粒径・相対密度を変え、油圧式高圧圧縮試験機を用いて圧縮応力 $p = 69.40\text{MPa}$ までの範囲で側方拘束一次元圧縮試験を行い、得られた主要な結果を公表してきた。本報ではその延長上で、水浸の影響に主眼を置いて調べたのでその結果について報告する。

2.実験方法 試料は、表-1 に示すように脆弱な田上真砂土（粒径 $0.85 \sim 0.60\text{mm}$ ）と、比較のために堅固な粒子から成る相馬標準砂Ⅱ（粒径 $0.85 \sim 0.60\text{mm}$ ）を使用した。まず絶乾状態の場合、これらの試料を所定の相対密度になるようにモールド（内径 60mm 、深さ 40mm ）に詰め、標準圧密試験機で圧縮応力 $p = 0.01, 0.02, 0.04, 0.08, 0.16, 0.31, 0.63\text{MPa}$ まで載荷し、次に油圧式高圧圧縮試験装置に移し、 $p = 1.26, 2.51, 5.02, 10.04, 20.08, 40.17, 69.40\text{MPa}$ まで段階的に載荷した。載荷終了後に試料を取り出し、ロータップ型振とう機を用いて3分間のふるい分けを行い、粒子破碎状況を調べた。次に水浸状態の場合、図-1 に示すようにモールド底部にろ紙をひき、試料を所定の相対密度になるようにモールドに詰める。そして徐々に水を下から浸透させ試料を飽和状態にし、その後、絶乾状態と同様の方法で圧縮試験を行った。試験後の試料を乾燥させ、同じ条件でふるいわけを行い、粒子破碎状況を調べた。

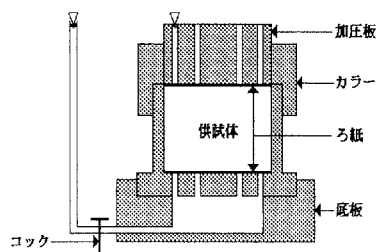


図-1 水浸用モールド

3.圧縮に伴う粒度変化 図-2(a)、(b)にそれぞれ、田上真砂土と相

馬標準砂Ⅱの絶乾状態と水浸状態の試験前後の粒径加積曲線を示した。図中の曲線は比較しやすいように圧縮応力 $p = 1.26, 10.04, 69.40\text{MPa}$ の3種類を掲載した。まず(a)(b)のグラフを見比べてみると絶乾状態、水浸状態に拘らず田上真砂土が低い応力段階から粒子破碎が活発に起こっているのに対し、相馬標準砂Ⅱは低い応力段階ではほとんど粒子破碎が起こっていないことが分かる。またそれぞれの応力段階における実線（絶乾状態）と破線（水浸状態）を見比べると田上真砂土においては水浸状態の方が絶乾状態よりも破碎しやすくなっているのに対し、相馬標準砂Ⅱにおいては絶乾状態も水浸状態もほぼ同様の破碎状況にあり、水浸の影響を受けにくいといえる。

4.圧密降伏応力 p_c と粒子破碎応力 p_b の関係 試験後のふるい分け試験の結果から、粒子を球と仮定して比表面積(S_w', S_w)を算定し、(1)

$$I_s = 10 \cdot \log_{10} \left(S_w' / S_w \right) \quad (1)$$

表-1 試料の物理的性質

試料	状態	粒径 d (mm)	相対密度 D_r (%)	土粒子密度 ρ_s (g/cm^3)	最大密度 ρ_{dmax} (g/cm^3)	最小密度 ρ_{dmin} (g/cm^3)	圧縮指数 c_c	圧密降伏応力 p_c (MPa)	粒子破碎応力 p_b (MPa)
a 田上真砂土	絶乾	$0.85 \sim 0.60$	95	2.59	1.37	1.05	0.37	2.35	1.65
	水浸						0.37	1.16	1.06
b 相馬標準砂Ⅱ	絶乾	$0.85 \sim 0.60$	95	2.51	1.68	1.43	0.38	20.59	19.12
	水浸						0.32	20.40	17.36

水浸 粒子破碎 砂 高圧圧縮特性 圧密降伏応力

〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1 TEL 077-561-2731 FAX 077-561-2731

式で定義される粒子破碎量 I_s を求める。こうして求められた I_s と圧縮応力 p との関係と、 e - $\log p$ 関係とを組み合わせると図-3(a)、(b)に示す。図上には e - $\log p$ 曲線上から三笠の方法³⁾で求めた圧密降伏応力 p_c と、 I_s - $\log p$ 曲線の立ち上がり前後の直線部分の交点に相当する応力として求めた粒子破碎応力 p_b ³⁾ の位置をプロットしている。図から材質や乾・湿状態に拘らず p_c と p_b が非常に良く対応していることが分かる。この両者の関係を図示すれば図-4のようになる。図から明らかなように全ての点が 45 度の直線上に

ほぼ並び、 p_c と p_b との間に深い相関関係のあることが、換言すれば e - $\log p$ 曲線と圧縮過程で生起する粒子破碎現象との間に不可分の関係のあることが分かる。また図-3、図-4 から田上真砂土の方が p_c や p_b の値が相馬標準砂Ⅱに比べ相当低くなっていることから、田上真砂土が非常に脆弱な材料であること、あるいは絶乾状態と水浸状態の比較から、相馬標準砂Ⅱではほとんど差がないのに、田上真砂土では絶乾状態よりも水浸状態で圧密降伏応力が低下するような圧縮特性であることなどが判明した。

5. 結び 以上により、砂の高圧域までを含めた絶乾状態と水浸状態の圧縮特性の違いが一応具体的に把握できたと考えている。今後は更に試験条件を変えて実験を行い、砂の高圧圧縮特性の全体像を明らかにしていきたい。

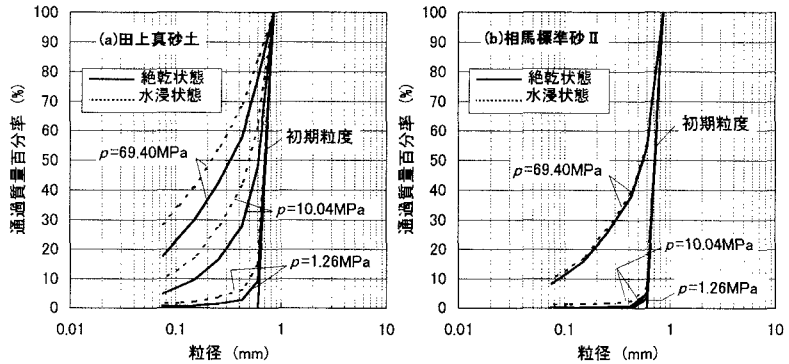


図-2 試験前後の粒径加積曲線

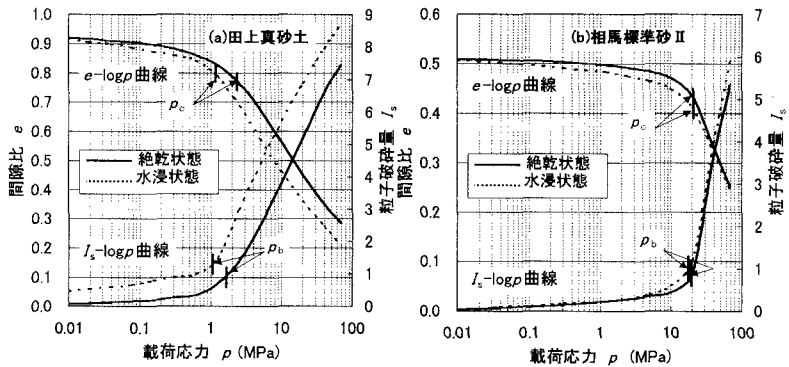


図-3 e - $\log p$ 曲線と I_s - $\log p$ 曲線の関係

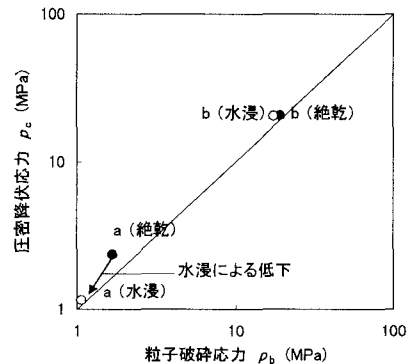


図-4 p_c と p_b の関係

【参考文献】1) 福本, 福田, 岡部: まさ土の圧縮特性に及ぼす粒子破碎の影響, 第 28 回土質工学研究発表会講演集, pp.457~458, 1993 2) 福本, 野口: 砂の高圧圧密特性, 平成 7 年度土木学会関西支部年次学術講演概要, pp.III-21-1~2, 1995 3) 野口, 福本: 高圧下での砂の圧密特性に関する考察, 土木学会第 51 回年次学術講演会概要集, pp.386~387, 1995 4) 野口, 澤井, 福本: 高圧圧縮時の砂の粒子破碎特性, 平成 9 年度土木学会関西支部年次学術講演概要, pp.III-58-1~2, 1997 5) 澤井, 喜田, 野口, 福本: 高圧下における砂の e - $\log p$ 特性, 土木学会第 53 回年次学術講演会概要集, pp.380~381 6) 土木工学会編: 土質試験の方法と解説, p.294, 1990