

立命館大学理工学部 正会員 福本 武明
立命館大学大学院 学生員 ○野口 進
(株)浅沼組 中木村 尚史

1. はじめに 本報では、砂の高圧圧密特性をより良く理解するために、前報¹⁾で述べた高圧試験装置(試作)を用い、圧密圧力707.7kgf/cm²までの範囲で側方拘束圧縮試験を実施し、得られた試験結果に基づき圧密特性に及ぼす粒径・密度・材質の影響について検討を行ったので、その結果について報告する。

2. 実験方法 試料は、Table 1に示した絶乾状態の相馬標準砂と生駒真砂を用いた。粒径の影響を調べるために相馬砂の粒径を粗・中・細の3通りに変えて、このうち中粒径に対し密度の影響を調べるため供試体密度を緩・密の2状態に設定し、さらに同じ中粒径に対し材質を2種類に変えて実施した。試料を所定の条件下でモールド(内径60mm、深さ40mm)に詰め、これをまず標準圧密試験機にセットし圧密応力 $p=0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6, 3.2, 6.4$ kgf/cm²で载荷した後、Fig.1に示すような油圧式高圧試験装置に移して $p=12.8, 25.6, 51.2, 102.4, 204.8, 409.6, 707.7$ kgf/cm²まで段階的に载荷した。载荷終了後、供試体の粒子破碎状況を調べるためにロータップ型振とう機を用いて粒度分析を行った。その結果の1例をFig.2に示す。

Table 1 試料の物理的性質

Sample	Grain Size (mm)	JIS A 1202		JSF 161-1990		Dr
		Gs	ρ_{smin} (g/cm ³)	ρ_{smin} (g/cm ³)	ρ_{smin} (g/cm ³)	
相馬標準砂	2.00~1.18	2.643	1.709	1.484	95%に設定	
	0.85~0.60	2.650	1.619	1.335	25, 95%	
	0.25~0.15	2.622	1.421	1.100	95%	
生駒真砂	0.85~0.60	2.648	1.402	1.093	25, 95%	

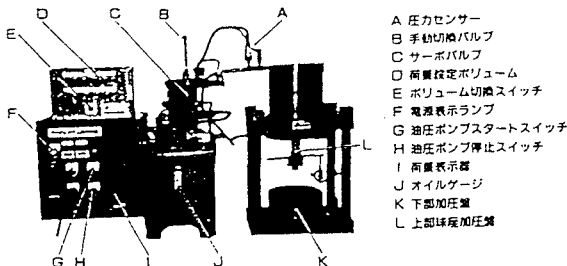


Fig.1 油圧式高圧圧密試験装置

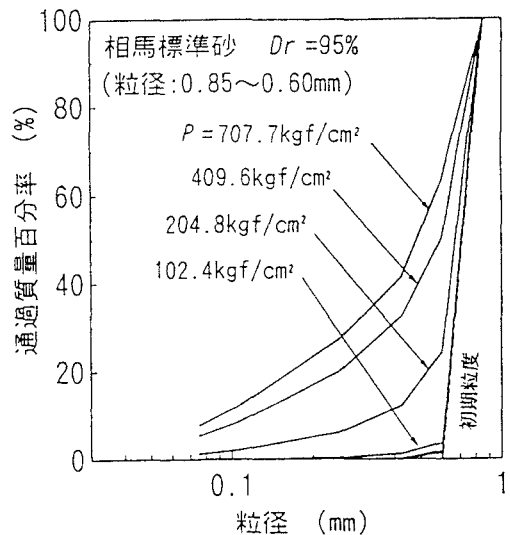


Fig.2 試験前後の粒径加積曲線

3. 砂の $e-\log p$ 曲線 Fig.3(a)と(b)は、今回の高圧圧密試験より得られた砂の $e-\log p$ 曲線を示したものである。図から明らかなように、高圧域までの広い範囲にわたる砂の $e-\log p$ 特性は、飽和粘土のそれとよく似通っており、三浦²⁾や大平ら³⁾の指摘と一致する結果となっている。また同図上より求まる圧密降伏応力の位置については、大きい粒径のものほど、相対密度が大きいほど、材質の強固なものほど、高い圧力域へ移行する傾向にある。さらに、载荷応力 p に伴う粒子破碎量 I_s (I_s の定義: 文献1)参照)の変化状況を示したFig.4と重ね合わせてFig.3を見れば、圧密降伏応力の位置と粒子破碎現象が顕著化し始める位置とが概略一致していることに気付く。

4. 無破碎状態の ε_0 - $\log p$ 曲線

砂の高圧圧密特性に及ぼす諸要素の中で、材質の影響は特に大きい(Fig.3(b), Fig.4(b)参照)。粒子の強固な相馬砂と脆弱な生駒真砂の圧密特性の差異は、主に粒子破碎の多寡に起因すると考えられる。この点を確かめるために、既報⁴⁾で述べた式(1)を用い、圧密過程で粒子破碎が生じないと仮想したときのいわゆる無破碎状態の圧縮ひずみ ε_0 を算出する。

$$\varepsilon_0 = \varepsilon - 0.19(n_i - \varepsilon) \cdot f_s \quad (1)$$

式中 n_i は供試体の初期間隙率、 ε は圧縮ひずみの実測値である。そしてこの ε_0 を $\log p$ に対してプロットすれば、Fig.5が得られる。図中には比較のために相馬砂の実測曲線(ε_0 - $\log p$ 曲線)を併記してある。図から明かなように、材質の異なる両材料の ε - $\log p$ 特性はかなり似通ったものとなる。このことは、粒子破碎の影響量が式(1)を使って概略推定可能なことを意味する。

5. 結び

以上より、一応、砂の高圧圧密特性の概要を示すことができた。今後は、試験条件を種々変えて実験を行い、より多くの実験データに基づいて、今回の知見を一層確実なものにするともに、砂の圧密特性の全容を明らかにしていきたい。

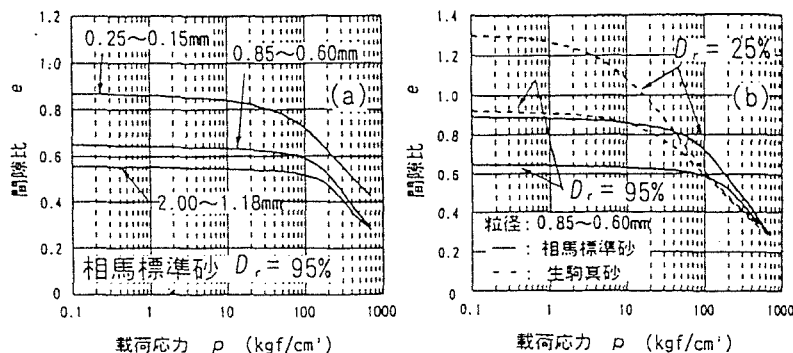


Fig.3 砂の e - $\log p$ 曲線

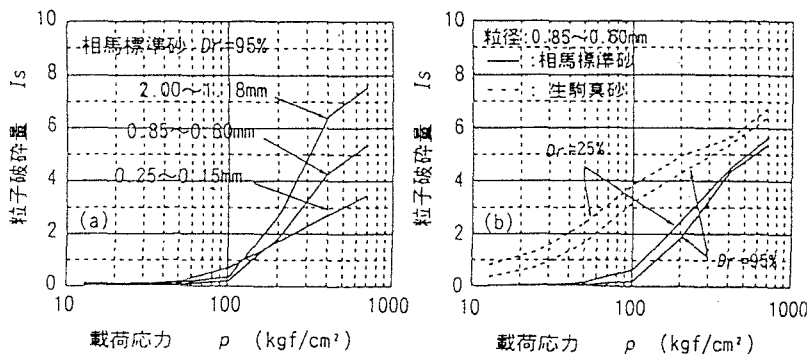


Fig.4 圧密過程の粒子破碎特性

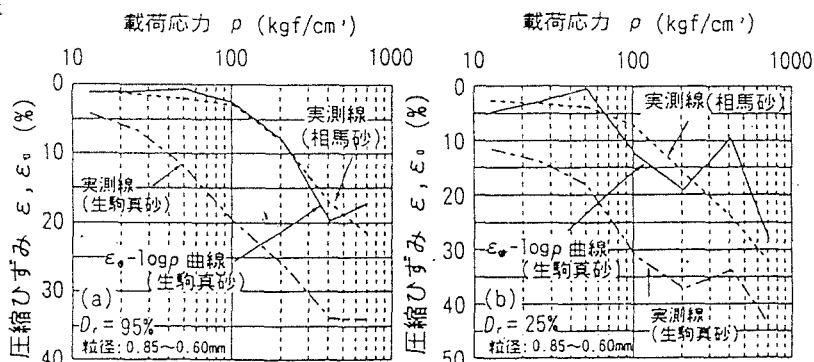


Fig.5 無破碎状態の ε_0 - $\log p$ 曲線

【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, pp457~458, 1993 2) 三浦: 高圧下での砂の応力-ひずみ関係に関する一考察, 土木学会論文報告集, 第282号, pp127~130, 1979 3) 大平ほか: 超高圧下での粒状土の力学挙動に関する実験的研究, 土と基礎, Vol.32, No.2, pp23~30, 1984 4) 福本: まさ土の圧縮特性に関する一考察, 第38回土木学会年次講演会, pp565~566, 1983