

岡山大学工学部

正会員 名合宏之

岡山大学工学部

正会員 前野詩朗

復建調查設計

正会員 ○今井田敏宏

1. 圧縮率の評価法

変動水圧による高飽和砂層の液状化を解明するに際し、弾性砂層内の浸透流理論¹⁾を適用する場合、砂層の圧縮率としてどのような値を採用するかが問題となる。砂層の圧縮率を評価する手法としては、実測による方法も考えられるが、本研究では、実験によって得られた間隙水圧分布を理論解析結果と比較し、実験結果をよく説明する値を砂層の圧縮率として評価することにする。

理論解析結果では、圧縮率の変化に対する砂層内間隙水圧分布の一般的な特性は、図1に示されるようである。すなわち、図1は変動水圧の鉛直方向への振幅減衰を示したものであるが、圧縮率が大きくなると、減衰は小さくなる傾向を示す。また、他の条件は同じにして、砂層厚を大きくすると、 $\alpha = 0$ の場合、下層内での減衰は著しくなるが、一様な減衰を示し、減衰傾向は変化しないのに対し、 $\alpha \neq 0$ の場合は、一般に減衰は小さくなるが、表層部分ではほとんど変化せず、砂層のある部分で最大減衰を示し、以後振幅が増大する傾向がみられる。このような理論解析で示される圧縮率の変化に対する間隙水圧分布の変化特性を考慮し、実験では砂層厚さとして1mと2mの2種を用い、それぞれの実験結果を同時に説明しうる圧縮率の値を砂層の圧縮率とみなすこととする。

2. 実験方法および理論解析の概要

実験には図2に示される円筒型の鉛直1次元砂層模型を用い、砂層厚さDは1mおよび2mである。砂層面上の水深は約1mであり、水面上に周期変動空気圧を作用させている。変動圧振幅は水頭で約40cm、周波数は1.37Hzである。砂試料としては、表1に示される粒径の異なる5種の試料を用いた。

砂層内の理論間隙水圧は次式を用いて算出している。

$$\left\{ \frac{\beta \lambda_w + \lambda_a}{(\rho gh + P_0) + \alpha} \right\} \frac{\partial h'}{\partial t} + \left\{ \frac{\beta \lambda_w + \lambda_a}{(\rho gh + P_0)} \right\} \frac{\partial h_s}{\partial t} = (k/\rho g) \frac{\partial^2 h'}{\partial y^2} \quad (1)$$

ここに、 α 、 β ：砂層および水の圧縮率、 λ_a 、 λ_w ：空気および水の体積含有率、 ρ ：水の密度、 g ：重力加速度、 h ：間隙水圧水頭、 h' ：過剰間隙水圧水頭、 h_s ：

砂層面上の水圧水頭, P_0 : 大気圧, k : 透水係数, y : 砂層面より鉛直下向きに測った距離である。なお、計算にあたっては、各試料の λ_a , λ_w 等の値は実験結果を考慮して、表2の値を採用している。

3. 結果とその考察

1) 試料 No. 1 の圧縮率

図3および図4は試料No.1を用いた場合の2種類の砂層厚に対して、理論解析における圧縮率の値を変化させた場合の振幅減衰率を実験値のそれと比較した図である。なお、理論解析における圧縮率 α の値は $\alpha = 100 \times 10^{-6}$ ($1/\text{atm}$)、 500×10^{-6} ($1/\text{atm}$)、 1000×10^{-6} ($1/\text{atm}$)

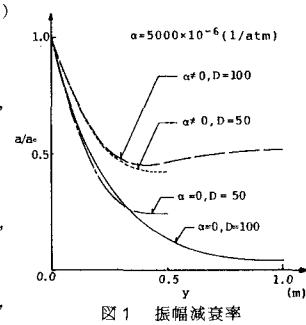


図1 振幅減衰率

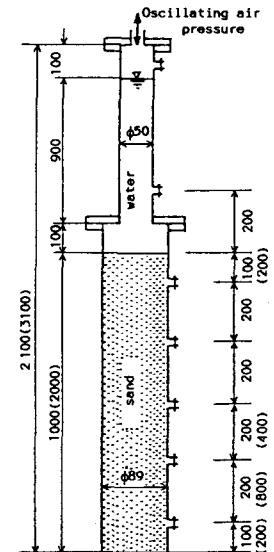


図2 実験に用いた砂層模型
()書は砂層厚2m

表1 実験に用いた砂試料

試料	粒径 (mm)	透水係数 (cm/s)
No. 1	$d_{50} = 0.25$	0.015
No. 2	0.42-0.84	0.139
No. 3	1.00-1.19	0.328
No. 4	2.00-2.38	1.345
No. 5	2.83-3.36	2.045

表2 計算対象条件

表之二 算定对称系数				
試料	λ_a	D(cm)	λ_w	$B(1/\text{atm})$
No.1	0.003	100(200)	0.4	42.3×10^{-6}
No.2	0.007	100(200)	0.4	42.3×10^{-6}
No.3	0.005	100(200)	0.4	42.3×10^{-6}
No.4	0.005	100(200)	0.4	42.3×10^{-6}
No.5	0.005	100(200)	0.4	42.3×10^{-6}

を用いている。図3は砂層厚が1mの場合である。この図より、圧縮率として、 $\alpha = 100 \times 10^{-6}$ (1/atm) および 500×10^{-6} (1/atm) がよく一致している。つぎに、図4は砂層厚が2mの場合である。この場合には、 $\alpha = 1000 \times 10^{-6}$ (1/atm) を用いた理論解析結果は実験値の傾向とは大きくはずれており、 $\alpha = 100 \times 10^{-6}$ (1/atm) の結果が実験結果に近い値を示している。また、図5から図8までは、間隙水圧の時間変化について、実験結果と $\alpha = 100 \times 10^{-6}$ (1/atm) とした場合の理論結果を示したものである。これらの図では、理論は実験結果をよく説明している。以上の結果より、試料No.1の圧縮率としては、 100×10^{-6} (1/atm) 程度の値が妥当であるとみなすことができる。この値は、従来より乾燥砂について示されている、 $1000 \times 10^{-6} \sim 10000 \times 10^{-6}$ (1/atm) の値よりはかなり小さく、水の圧縮率 42.5×10^{-6} (1/atm) と同程度のものである。

2) 粒径による圧縮率の変化

上に述べたと同様の手法により、粒径(透水係数)の大きい試料No.2からNo.5について圧縮率の評価を行なった。その結果得られた圧縮率の値が表3にNo.1の値とともに示してある。この表より、粒径(透水係数)が大きくなると圧縮率の値も大きくなるのがわかる。

参考文献1) 名合宏之：変動水圧による砂層の液状化に関する研究、第26回水理講演会論文集、1981

表3 砂層の圧縮率

試料	α (1/atm)
No.1	100×10^{-6}
No.2	400×10^{-6}
No.3	700×10^{-6}
No.4	1000×10^{-6}
No.5	1000×10^{-6}

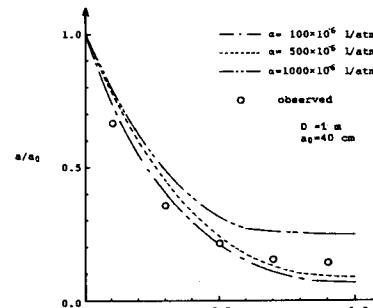


図3 振幅減衰率(試料No.1)

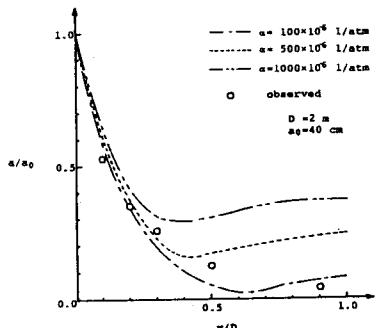


図4 振幅減衰率(試料No.1)

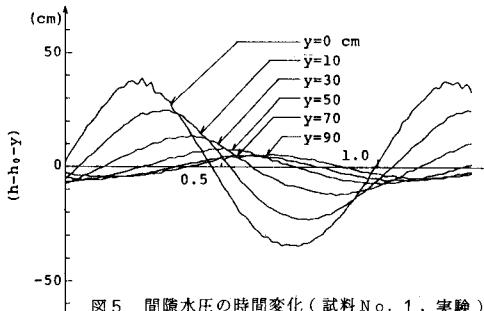


図5 間隙水圧の時間変化(試料No.1, 実験)

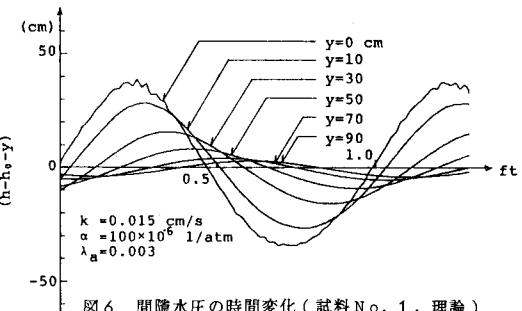


図6 間隙水圧の時間変化(試料No.1, 理論)

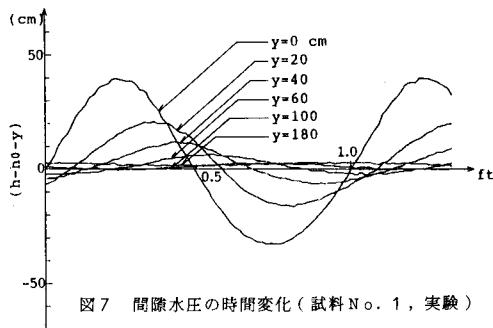


図7 間隙水圧の時間変化(試料No.1, 実験)

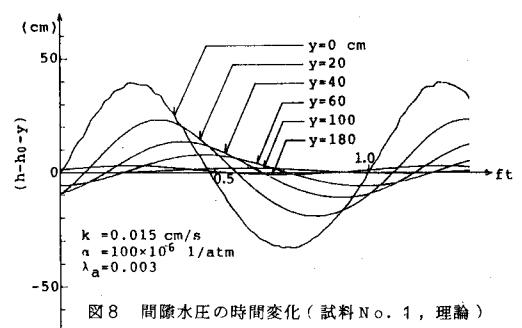


図8 間隙水圧の時間変化(試料No.1, 理論)