

豊橋技術科学大学

正員 河邑 真

豊橋技術科学大学

正員 栗林 栄一

豊橋技術科学大学大学院

学生員 野瀬 達哉

豊橋技術科学大学

学生員 五十嵐清視

1. まえがき

新潟地震以降、液状化に関する多くの研究がなされ、種々の予測手法が提案されてきている。予測手法の一つとして提案されている有効応力法は、間げき水圧の経時変化を追跡できるという利点をもつ反面、間げき水圧の上昇量を規定するパラメータを実際の地盤に対して設定することが難しいという難点がある。本研究は室内実験により飽和砂層における液状化時の間げき水圧の変動、すなわち間げき水圧の経時変化を計測し、その特性について考察を加えるものである。

2. 実験方法

実験はFig.1に示す、長さおよび幅が100cm、深さが50cmの砂槽を振動台の上に設置し、砂槽に水平方向の正弦振動を加えるという方法で行った。実験に用いた砂は最大粒径2mm、最小粒径0.15mmの均等なもので、液状化をおこしやすい砂である。また、最大間げき比 0.86，最小間げき比

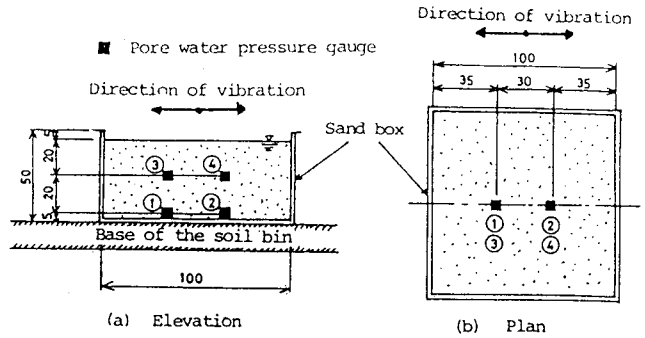


Fig. 1 An illustration of instrumentation of pore water pressure (unit length : cm)

0.61であり、透水係数は $e_{max}=0.86$ で $k=0.06\text{ cm/sec}$

であった。実験はTable 1に示すような相対密度の異なる8ケースについて行なった。間げき水圧の計測はFig.

Table 1 Unit weight, void ratio and relative density in each case

	1	2	3	4	5	6	7	8
Unit Weight (gf/cm ³)	1.931	1.965	1.954	1.974	1.941	1.981	1.893	1.972
Void Ratio	0.773	0.710	0.730	0.644	0.753	0.682	0.848	0.698
Relative Density (%)	34	60	51	66	42	71	3	65

1に示す4ヶ所に間げき水圧計を設置して行った。

3. 結果と考察

Fig.2は4個の間げき水圧計と振動台に設置した加速度計の記録を示したもので、振動台が加速度の増大とともに、間げき水圧が急激に

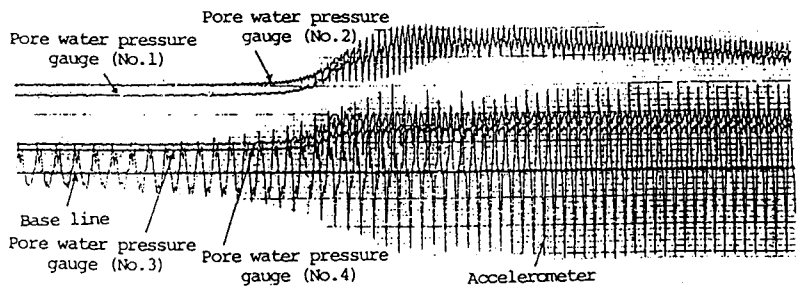


Fig. 2 Record of pore water pressure gauge and accelerometer

増加することがよくわかる。液状化が発生する時点は瞬間的であり、その時点での記録を正確に得るために、振動台加速度を2分間で0から500 gal まで増大させるという方法を用いた。Fig.3は過剰間隙水圧 u の値を有効上載圧 σ'_{v0} で除した値の経時変化を模式的に表わしたものである。ここで、 u/σ'_{v0} が上昇する平均的な速さを C_1 とし、低下する割合を C_2 とする。

Fig.4は C_1 と相対密度 D_r の関係を深さ $d=20, 40$ cmの各場合について示したものである。間けき水圧の上昇速さ C_1 は D_r の増大とともに減少し、 $D_r=80\%$ 以上では0に近い値になることが予測される。 C_1 の大きさは $d=20$ cmの表層部が大きくなっている。これは表層が大きくなると断変形が発生しているためと考えられる。つぎに、間けき水圧の消散速さ C_2 と D_r の関係を示したものがFig.5である。消散速さ C_2 は D_r の影響をあまり受けてず、 $D_r=60\%$ では C_1 と C_2 はほぼ同じ大きさとなる。このことは、これ以上の大きさは相対密度では過剰間けき水圧の蓄積が極めて小さくなり、砂層は液状化しにくくなることを示している。Fig.6は透水を考慮して有効応力解析を行った飽和砂層の液状化予測の結果を示したものである。実験値と解析値を比較すると、 C_1, C_2 の D_r に対する定性的傾向はよく一致していることがわかる。

Fig.7は間けき水圧 u の上昇の始まる加速度 a_{crit} を示したものであり、200 gal から300 gal を越えたと u の上昇がみられる。Fig.8は加速度の増加割合 a_1 と C_1 の関係を示したものであり、 C_1 は a_1 と D_r の値によって変化するといえる。

4. 結語

実験の結果、液状化時にあつた間隙水圧の上昇速さ C_1 は相対密度、載荷速度ならびに排水条件に大きく左右されることわかった。

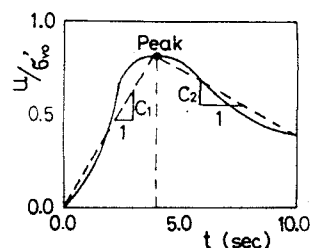


Fig. 3 Change of pore water pressure with time

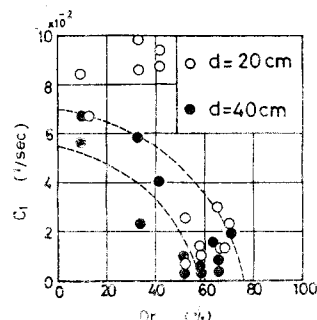


Fig. 4 Rate of production of pore water pressure, C_1 versus D_r

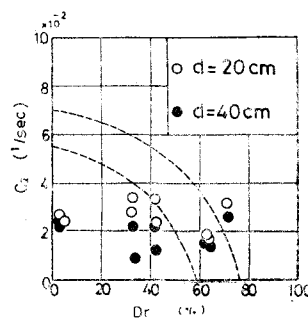


Fig. 5 Rate of reduction of pore water pressure, C_2 versus D_r

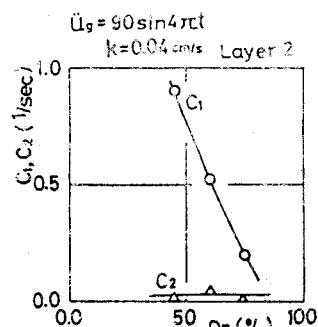


Fig. 6 C_1 and C_2 versus D_r

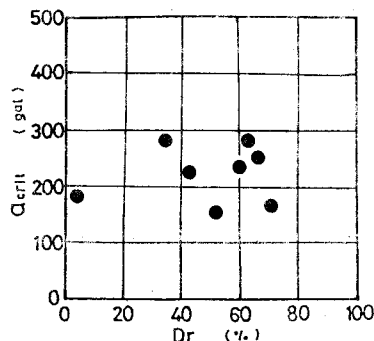


Fig. 7 Relationships between the magnitude of acceleration inducing liquefaction, a_{crit} and Relative density, D_r

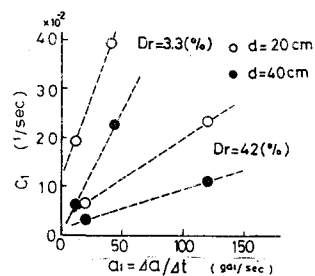


Fig. 8 Relationship between rate of production of pore water pressure, C_1 and rate of increase of acceleration, a_1