

Ⅲ-A74

液状化過程における比抵抗変化挙動

資源環境技術総合研究所 正 ○国松 直

資源環境技術総合研究所

神宮司元治

1. はじめに

地震時の砂地盤の液状化現象は、地震動により間隙水圧の上昇が起こり、粒子間に作用する有効応力がゼロとなり、砂がせん断抵抗を喪失し、水の中に砂が浮遊した混相の流体状態となる現象と考えられ、このとき、砂層内の間隙が変化すると考えられる。

本研究は上記の考察のもとに、間隙率が比抵抗と密接に関係していることから、水で飽和された砂試料が液状化状態に至る過程の比抵抗変化を計測した。

2. 間隙率と比抵抗の関係

岩石や土が水で飽和している場合、次のような Archie の法則が成立することが知られている¹⁾。

$$F = \varphi_r / \varphi_w = an^{-m}$$

ここに、 φ_r は岩石や土の比抵抗、 φ_w は間隙水の比抵抗、 n は間隙率であり、 a や m は実験で定められる定数である。 F はフォーメーションファクターと呼ばれ、間隙率の変化に応じて、岩石や土の比抵抗が変化することが分かる。砂の一面せん断試験および定水位透水試験における試料の比抵抗と透水係数やせん断強度との関係については茂木¹⁾により報告され、間隙率の変化による工学的性質の相対的变化が砂の比抵抗値の変化から容易に判断される可能性のあることが明らかにされている。

本研究では、動的な振動条件のもとで生じる液状化現象においても、Archie の法則が成立するという仮定のもとに比抵抗計測を行った。

3. 実験概要

(1) 実験装置：Fig.1 が実験時に使用した容器である。この容器では、試料の底面と上端面に銅網を取付け、それを電流電極として用いる。電位電極は1mmφのステンレス棒であり、これを容器側面に3本取付けた。3本取付けることによって、上側の2本と下側の2本とで別々に電位差を測定し、それぞれに対して比抵抗を求めることができる。電流の制御には(株)応用地質製 McOHM-EL の検層モード(時間モードへ改造)を使用し、交替直流を電流電極へ流した。比抵抗計測のサンプリング時間は0.1秒である。また、同時に間隙水圧の変化を(株)共和電業製 BP-2K で計測した。

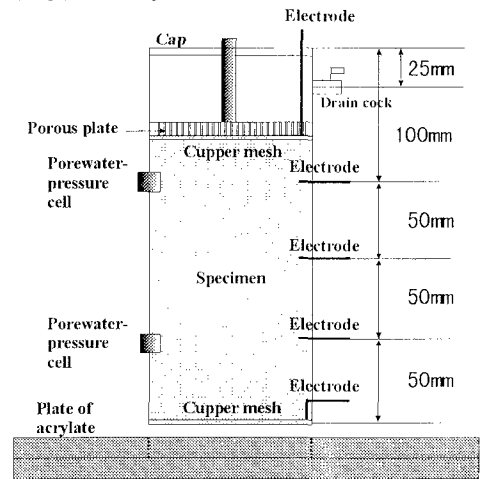


Fig.1 Experimental apparatus.

加振振動台は(株)間組保有の油圧サーボ振動試験機を使用した。

(2) 実験条件：砂試料は豊浦標準砂を使用し、水中落下法で作成した「緩い」状態(相対密度約30%)と水中落下法で作成中に、一定高さ毎に一定振動を加えて「密な」状態(相対密度約65%)とした2つの締め固め状態で実験を行った。加振周波数は正弦波2Hzで、加振加速度は100gal, 200gal, 400galの3種類である。なお、加振は記録開始約10秒後に開始した。

4. 実験結果および考察

Fig.2 は加振加速度200gal、相対密度34%、Fig.3 は加振加速度400gal、相対密度24%、Fig.4 は加振加

Key words: 液状化、比抵抗、室内実験

〒305-8569 茨城県つくば市小野川16-3 TEL 0298-58-8573, FAX 0298-58-8558, kuniumatsu@nire.go.jp

速度 400gal、相対密度 69%の結果である。通常液状化時点の判断方法として、ひずみによる方法と間隙水圧による方法が取られている²⁾。本実験においては、同時に間隙水圧の計測も行ったが精度に関して満足な結果を得ることができなかった。

これらの図から、次の点がまず指摘できる。①相対密度の違いによって加振前の初期比抵抗の値が異なり、相対密度が大きいとき、比抵抗の値も大きい。②試料の詰め方により、初期比抵抗に約5Ωm程度のばらつきが見られる。③図中のM1(上部比抵抗)、M2(下部比抵抗)から、上載圧が大きいほど比抵抗値も大きい。

次に、加振による比抵抗の変化では、図に見られるように興味ある変化が計測された。すなわち、①砂粒子の浮遊に伴う間隙率の増加により、一端比抵抗が減少し、次に浮遊した砂の再堆積によって徐々に比抵抗が増加し、一定値に落ち着くという想定された液状化メカニズムを反映した結果となっている。②加振加速速度の違いにより砂の浮遊時間が異なる。③上部の変化が大きい。④相対密度の違いにより、挙動が異なり、図4のM1では液状化ではなく、締め固めが生じていると考えられる。

5. あとがき

液状化に伴う比抵抗変化を計測し、現象を反映した比抵抗挙動が観測された。これらの結果をもとに、液状化現象のさらなる理解が可能となることが期待される。また、今後の興味ある課題として、①液状化時点の判断、②液状化を生じる可能性のある砂地盤の平面的な広がり、③液状化領域の特定などが上げられる。

最後に、本実験を行うにあたり、(株)間組技術研究所の方々に便宜を図って頂いた。特に、浦野和彦氏には振動台の操作を行って頂いた。また、九州大学工学部茂木 透先生には有意義な助言を頂いた。ここに謝意を表します。

参考文献：1)茂木 透，佐々宏一；砂のセン断特性及び透水性と比抵抗，水曜会誌，Vol. 20, No. 1, 1983. 2)安田 進：液状化の調査から対策工まで，鹿島出版会，1988.

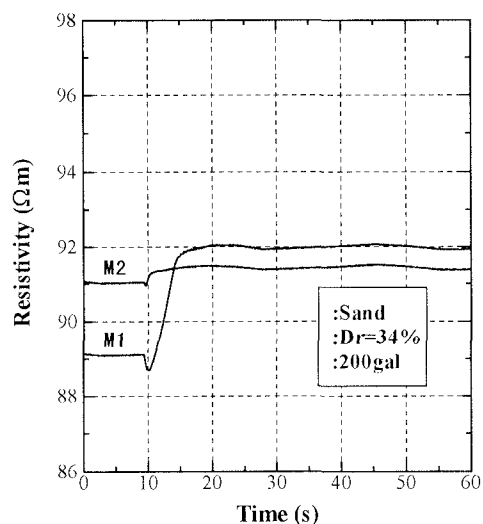


Fig.2 Resistivity changes of saturated sand (Dr=34%) during vibration at 200gal.

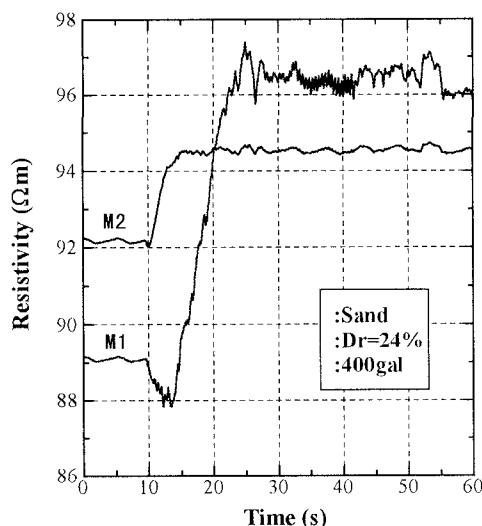


Fig.3 Resistivity changes of saturated sand (Dr=24%) during vibration at 400gal.

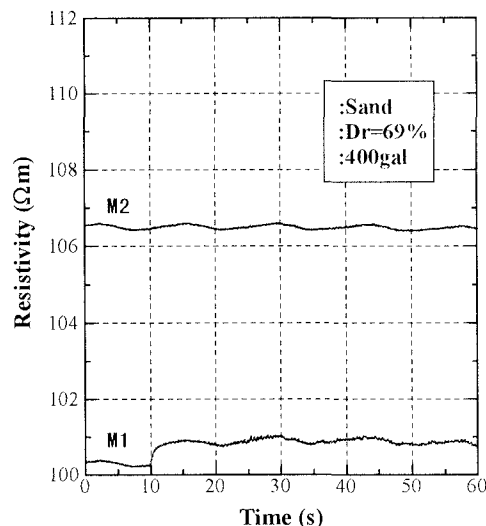


Fig.4 Resistivity changes of saturated sand (Dr=69%) during vibration at 400gal.