

液状化現象と自然電位の関係について

東海大学 海洋学部 土屋 俊介
東海大学 海洋学部 大同 光央
東海大学 大学院 学 湊 太郎
東海大学 正会員 アイダン・オメル

1.はじめに

地盤の液状化現象は、振動に伴って生じる間隙水圧の上昇によって発生する。そのため、地盤の液状化を確かめるためには、間隙水圧計が利用される。また、液状化中およびその後の地盤状況の変化について地盤の電気抵抗（比抵抗）が非破壊調査法として利用されるようになってきた（例え、神宮司ら¹⁾）。今回、地盤の電気抵抗調査技術をヒントにして、本研究では、モデル地盤を用いて液状化現象と自然電位との関係について調べた。また、自然電位を求めた地盤について、表面を透水係数が小さい粘土層で覆うなどして排水条件の違いによる自然電位と間隙水圧の関係を比較・検討し、その結果について報告する。

2.試料特性および実験方法

本研究では、地盤モデルとして市販の7号硅砂を用いた。振動方向に対して、鉛直および水平方向の自然電位を計測し、振動中とその後の間隙水圧と地盤の変位を測定した。また、排水条件を変えるため砂地盤の表面に木節粘土を敷き詰め、同様の計測を行った。表-1に7号硅砂と木節粘土の試料特性を示す。

表-1 7号硅砂と木節粘土の特性

試料	7号硅砂	木節粘土
土粒子密度 (g/cm ³)	2.65	2.71
最大粒径 (μm)	300	—
最小粒径 (μm)	25	—
液性限界 (%)	0	43.8
塑性限界 (%)	0	16.90
砂分 (%)	96.76	22
シルト分 (%)	3.24	51
粘土分 (%)	0	27

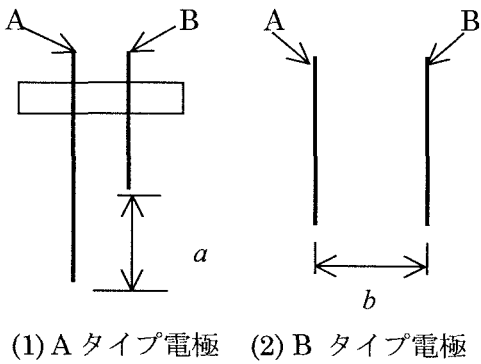


図-1 実験で使用した電極の種類

また本研究では、縦 20.50 cm×横 34.50 cm×奥行き 25.52 cm のガラス製水槽に、 所定の量の水道を加え、これに上部より硅砂を自由落下させることにより砂地盤を作成した。これに 3.0Hz の振動を与え、図-1 に示した電極を使用して自然電位を測定した。これらの電極設置の仕方を A タイプおよび B タイプを電位電極とし、電極間隔を $a=4.5\text{ cm}$, $b=6.0\text{ cm}$ とした。なお、電極の素材については A タイプにステンレス、B タイプにカーボンを使用した。

3.液状化と自然電位の関係

図-2 に自然電位と間隙水圧の関係を示す。この図からわかるように、過剰間隙水圧の発生に伴って自然電位が発生している様子が見受けられる。また、地盤の表面に対して鉛直方向と水平方向の自然電位の値を比べると、鉛直方向の自然電位の方が水平方向の自然電位より大きく発生している（図中水平方向の電位の値を 10 倍にしてプロットしてある）。この自然電位における違いは、モデル地盤を構成する固相と液相間に発生する相対運動の違いによって生じていると考えられる。特にこの相対運動は難透水層がない地盤の場合、支配的に鉛直方向に現れると思われる。

次に難透水層である粘土層を砂地盤上部に配したる実験結果を図-3 に示す。この図からわかるように、モデル地盤の水平方向において発生する自然電位の値は鉛直方向の自然電位とほぼ同じ大きさの変化を示してい

ると言える。このことは、振動に伴って発生する地盤内の浸透流が砂層地盤の表面にある粘土層の影響を大きく受けて、表層がないものに比べて異なっているためである。特に表層として粘土層がある場合、実験において排水は粘土層とガラス壁の間で生じているため砂層内に鉛直および水平方向に浸透流が発生していると推測される。また、表層として粘土層がある場合、砂層地盤のみに比べ、発生した過剰間隙水圧が消散するまでの時間が長くなっている。

図-4 に地盤に対して鉛直方向に測定した表層として粘土層が利用された実験において求められた比抵抗と間隙水圧の関係を示す。比抵抗と液状化現象の関係については神宮司らが行った実験で、間隙水圧の変化により比抵抗が変化することが報告されている。しかし、本研究により地盤液状化の際、鉛直方向に自然電位が大きな変化を示していることから、比抵抗の計測において使用する電流が、地盤に生じる電荷の値よりも低い場合、求められた比抵抗は自然電位の影響を強く受けたものになると考えられる。

4 まとめ

本研究で、表層に難透水層がある場合とない場合に対して、室内振動実験を行い、振動によって発生する地盤の過剰間隙水圧の変化に伴って自然電位が発生することを確かめることができた。表層に難透水層がある場合発生する自然電位は難透水層が表層として存在しない場合と比べ、大きく異なっていることが明らかになった。この違いは振動中に発生する浸透流の違いによるものとして考えられる。今後、透水係数が異なる砂層地盤を用いて同様な実験を行い、自然電位発生についてさらなる検討を加え、自然電位発生現象を地盤の液状化の度合い評価する一つの手段になることを検証する次第である。

参考文献

神宮司元治・国松 直・泉 博充・望月智也：比抵抗を用いた液状化時の相対密度遷移過程の可視化およびその考察, 土木学会論文集, No. 680/Ⅲ-55, pp201-209

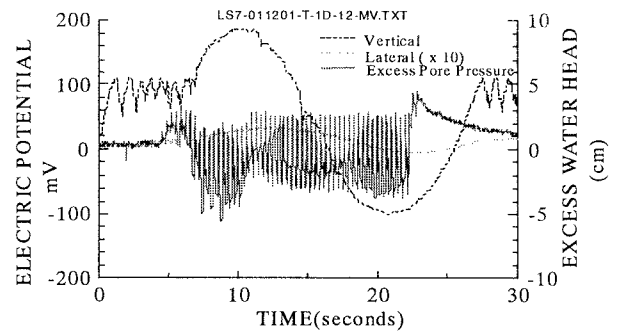


図 - 2 排水条件での自然電位と間隙水圧の関係

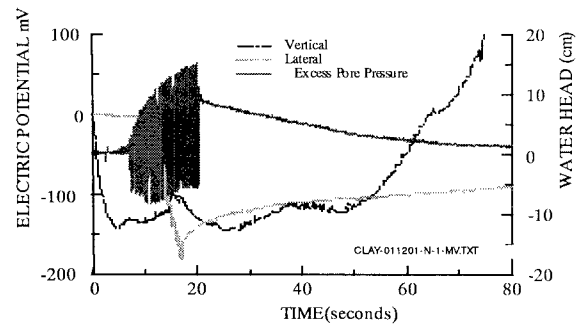


図 - 3 粘土を砂層の上に敷き詰めた非排水条件での自然電位と間隙水圧の関係

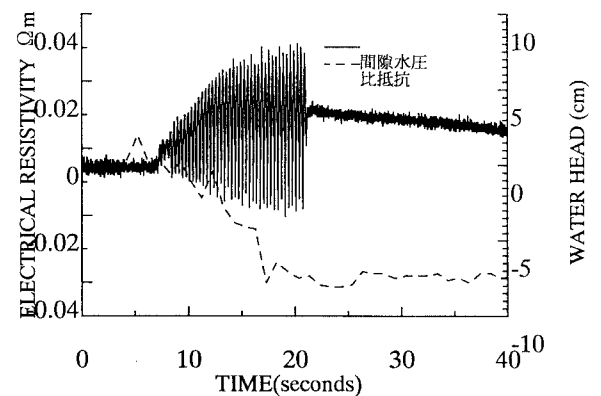


図 - 4 比抵抗と間隙水圧の関係