

III-384 極部振動による地盤の掘削攪拌に関する実験的研究

その1—上載圧、攪拌棒の形状、鉛直貫入速度、回転周波数の影響について

竹中技術研究所 ○鈴木善雄 畑中宗憲
日 本 工 大 小林 陽 渡辺憲介

1. まえがき

砂質地盤の液状化対策工法の一つとして、固化工法が考えられている。飽和砂地盤の様な2相系の地盤をみかけ上1相にするという原理がわかりやすく、かつ、振動・騒音がなく、特に既存構造物の液状化対策工法としては有効である。筆者らは今まで海底の軟弱な粘性土地盤の改良に多くの実績を持つセメント系硬化剤による深層混合処理工法を地上でかつ砂質土に適応して砂質地盤の耐液状化工法としての可能性を検討している。本報告はその基礎的研究の一つとして、攪拌棒(ロッド)に加わる負荷の最大値の目安を得るため、相対密度約90%の模型砂地盤にロッドを貫入させ、地盤に加わる上載圧、ロッドの形状、ロッドの鉛直貫入速度、および回転周波数の影響を調べた結果の一部を述べたものである。

2. 実験装置

図1は実験装置の断面図である。実験装置は内径90cm、深さ120cmの加圧砂タンクと、貫入ロッドを回転および昇降させるための駆動部からなる。砂地盤の表面にはゴムバッグが置かれていて、空気圧を加えることにより砂地盤に上載圧を加えることができる。貫入ロッドは図2に示す様に、全長が1.5m、直径が3cm、先端の22cmの部分各種(4種類)加工されている。

3. 実験方法

実験は静的貫入試験と回転貫入試験の2種類行った。

静的貫入試験は乾燥した豊浦砂を用いて約7層にわけて詰め、各層砂を詰めたのち締固めて作成した相対密度が約90%の模型砂地盤に上載圧を加えて、その後ロッドを貫入速度を変えて静的に一方方向に貫入させて行った。回転貫入試験はロッドを往復($\pm 9^\circ$)回転させながら一方方向に貫入させた。

測定量は静的貫入試験の場合は鉛直貫入抵抗と最大貫入深さ、回転貫入試験の場合は回転貫入抵抗(トルク)と最大貫入深さである。鉛直貫入抵抗および回転貫入抵抗はロッド上端と駆動部を連結する部分に設置したひずみゲージ型の荷重変換器およびトルク変換器により測定した。なお、予備実験において、ロッドの貫入により、ロッド周辺の砂が破碎されていることが観察されたため、本実験においては、各実験終了後、ロッド周辺の破碎した砂を含む部分を排除し、新しい砂を加えて再度締固めて地盤を作成して、次の実験に用いた。

4. 実験パラメーター

静的貫入試験の場合の実験パラメーターは(1)ロッドの形状(4種)、(2)上載圧(0, 1.0, 2.0kg/cm²) (3)鉛直貫入速度(5, 10mm/sec)の3つである。実験は上記3つのパラメーターの組合せとして24種類行った。

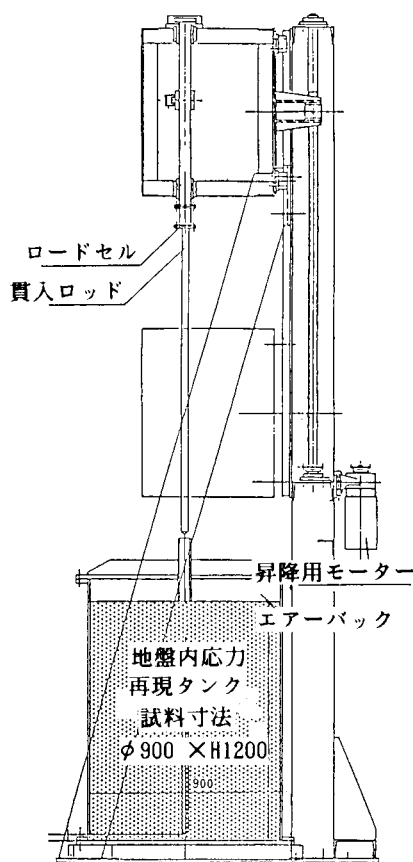


図1 実験装置断面図

回転貫入試験の場合の実験パラメーターは (1) ロッドの形状 (4種類), (2) 鉛直貫入速度 (5, 10mm/sec) および (4) ロッドの回転周波数 (5, 15Hz) の4つである。実験は上記4つのパラメーターの組合せとして32種類行った。

5. 実験結果と考察

5.1 静的貫入試験結果

図3(a), (b) は静的貫入試験結果 (最大鉛直貫入抵抗) をまとめたものである。以下のことを指摘できる。

- ① ロッド形状の影響： 図からわかる様に、ロッドDの上載圧がゼロの場合を除くと、ロッド形状による影響はロッドD<ロッドA<ロッドB<ロッドCの関係にある。この関係は最大貫入深さの関数と対応しており、さらにロッドの表面積の大きさと逆の関係にある。定性的には、表面積の小さいロッドの方が深くまで貫入して、そして貫入抵抗が最大となっている。従って、貫入抵抗へのロッド形状の影響は小さいと推察できる。
- ② 上載圧の影響： ロッド形状、貫入速度が同じであれば、上載圧の大きい方が貫入抵抗が大きい。
- ③ 貫入速度の影響： ロッド形状、上載圧が同じであれば貫入速度の大きい方が貫入抵抗が大きい。

5.2 回転貫入試験結果

図4(a), (b) は回転貫入試験結果 (最大回転抵抗) をまとめたものである。以下のことを指摘できる。

- ① ロッド形状の影響： 図からわかる様に、ロッド形状による影響はほとんど見られない。
- ② 上載圧の影響： 回転周波数が5Hzのときは、上載圧の影響はほとんど見られないが、回転周波数が15Hzのときは上載圧が0kg/cm² のときの方が最大貫入抵抗が大きい。上載圧が0の場合最大貫入深さが約10cm深いという事実と関連すると思われる。
- ③ 貫入速度の影響： 上載圧、回転周波数にかかわらず貫入速度の影響はほとんど見られない。
- ④ 回転周波数の影響： 上載圧にかかわらず回転周波数が大きい方が最大回転抵抗が大きい。

6. あとがき

固化による砂地盤の耐液化改良に関する基礎的研究の第一歩として、貫入ロッドに加わる抵抗 (負荷) について模型実験により調べた。今後は液化化検討対象になる様な相対密度が50~60%の飽和砂地盤を対象に実験をすすめる計画である。

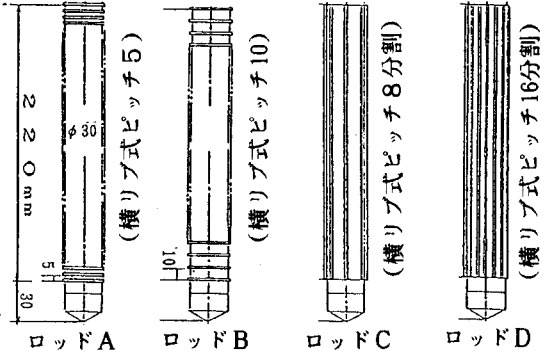
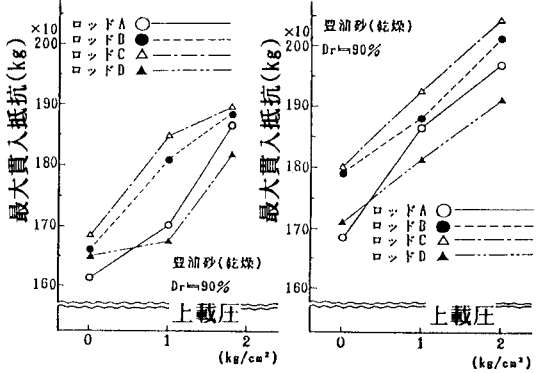
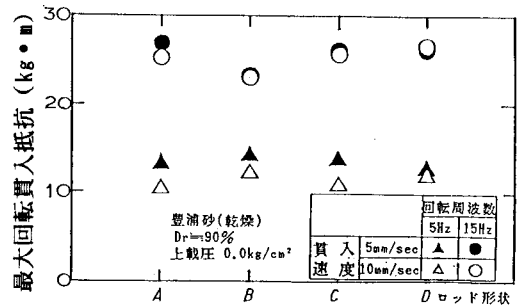


図2 ロッド形状の詳細

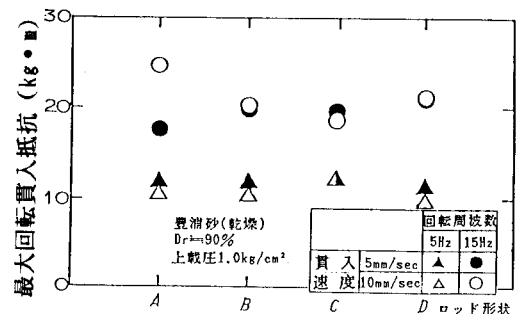


(a) 貫入速度 5mm/sec (b) 貫入速度 10mm/sec

図3 最大鉛直貫入抵抗への影響



(a) 上載圧 0kg/cm²



(b) 上載圧 1.0kg/cm²

図4 最大回転貫入抵抗への影響