

(Ⅲ-19) ベントナイトを電気泳動させた液状化対策に関する研究

千葉工業大学大学院 正会員 小西 武
 千葉工業大学 学生会員 ○平林 隆
 千葉工業大学 正会員 清水 英治
 千葉工業大学 正会員 渡辺 勉

1. はじめに

自然地盤で細粒分が多い場合は液状化が起こりにくいものに対して、埋立地盤などでは細粒分が多くても液状化する場合がある。

本研究では、液状化対策として、電気泳動現象を利用して砂粒子にベントナイトを付着させ、砂に粘着力を付加させる試験（水平方向ベントナイト付着試験）および実際の地震に近い状態を想定し、大型水平振動装置を用いた液状化試験について報告する。

2. 試験概要

(1) 水平方向ベントナイト付着試験

水平方向ベントナイト付着試験に用いた試験装置は、試料幅10cmと20cmのものを用い、試料は図-1に示すような粒度特性を持つ洗砂（千葉県小糸産川砂）を用いた。その洗砂を相対密度が一定（ $D_r=50\%$ 程度）になるように詰め、両側をベントナイト溶液で満たす。付着材としては表-1に示すような物性値を持つ浅間産ベントナイトを使用した。

電極には、ステンレス製の網（0.425mm）を使用した。電圧勾配 2.0V/cmで、溶液濃度を変化させて試験をおこなった。

(2) 振動台を用いた試験（水平方向ベントナイト付着試験+水平方向振動試験）

この試験における試験装置を図-2に示す。洗砂を相対密度一定（ $D_r=50\%$ 程度）になるように縦30cm、横120cm、高さ60cmで砂槽に詰め、両側の溶液槽にベントナイト溶液を縦15cm、横40cm、高さ60cmで満たす。図中に間隙水圧計および加速度計の測定位置を示す。溶液濃度10%、電圧勾配 2.0V/cmで72時間通電する。通電後、目標の加速度で20秒間振動をおこない、このときの表面および地中加速度と過剰間隙水圧の経時変化を計測する。また、加振前と加振後の地盤の高さを測定し、加速度の違いによる沈下量を比較する。その後、ベントナイト付着率を調べるため、改良部表面下30cm付近の試料を陽極側、陰極側、およびその中間2箇所、計4箇所から試料を採取する。採取した試料は75 μm ふるいで水洗いし、ベントナイト付着率を求める。

3. 結果および考察

(1) 水平方向ベントナイト付着試験

図-3に試料幅の相違による付着率の比較を示す。今回の試験では、電圧勾配を 2.0V/cmに統一して試験をおこなった。溶液濃

表-1 浅間産ベントナイトの物性値

自然含水比 ω (%)	10.45
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.578
液性限界 ω_L (%)	356.5
塑性限界 ω_p (%)	44.5
塑性指数 I_p (%)	312.0
pH	9.9
有機物含有量 (%)	6.55
砂分 (2000~75 μm) (%)	0.6
シルト分 (75~5 μm) (%)	13.0
粘土分 (5 μm 以下) (%)	86.4
コロイド分 (1 μm 以下) (%)	79.0
最大粒径 (mm)	0.25

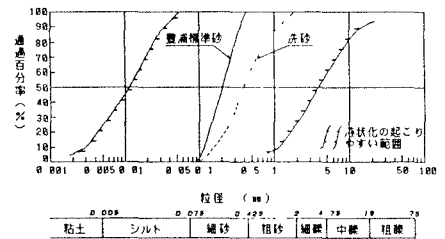


図-1 試料の粒径加積曲線

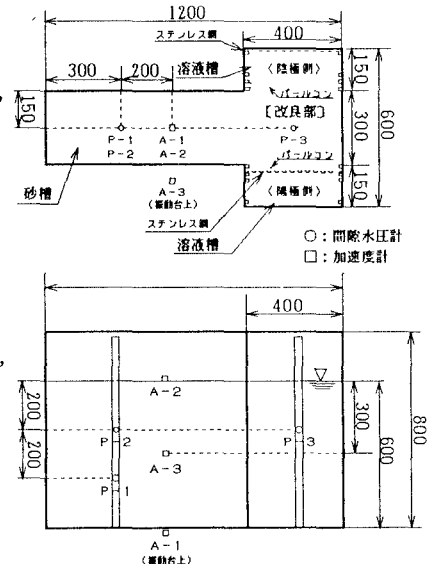


図-2 大型水平振動装置

度が10%程度で付着率のピークがあらわれるので図中には溶液濃度7%と10%の場合を示している。付着率については、溶液濃度7%と10%ではともにはば試料幅に対して直線性が得られている。また、濃度10%以下において付着率は、電圧勾配が一定であれば試料幅に影響されない。

(2) 振動台を用いた試験

a) 付着率

付着率と試料幅の関係を図-3に示す。振動台を用いた試験において(試料幅30cm)の付着率は、試料幅10cm, 20cmよりも若干大きい。これは試料幅10cm, 20cmでは蒸留水を使用したのに対し振動台を用いた試験のときは水道水を使用したためイオンが動きやすくなったためと考えられる。

b) 沈下量

加振後、地表面の沈下量を測定した。沈下量と振動台加速度の関係を図-4に示す。未改良部と改良部では、沈下量に差がみられる。80galでは液状化していないために両者の値に差はあまりない。110galでは液状化が生じ、改良部、未改良部で差がみられる。これは電気泳動による効果を示している。150galでも液状化が生じたが、両者の値の差は110galに比べ小さい。

c) 間隙水圧

過剰間隙水圧比(過剰間隙水圧/有効応力)と振動台加速度の関係を図-5に示す。過剰間隙水圧比は、100gal程度までは改良部も未改良部も同様に上昇する。しかし、振動台加速度が110gal程度になると改良部と未改良部とで過剰間隙水圧比に差が生じてくる。これは、改良部が液状化に対し効果があることを示している。

4. まとめ

ベントナイトを水平方向で電気泳動させた場合、付着率は溶液濃度10%程度以下では電圧勾配に依存しており、溶液濃度10%程度の時付着率のピークがあらわれる。また、振動台を用いた試験から110gal程度までの地震には電気泳動による改良効果があると考えられる。今後、付着率を大きくするなどのさらに改良効果を高める方法を検討する必要がある。

本研究を進めるに当たり懇切なる御指導を賜りました三井不動産建設(株)技術研究所の藤原健一氏に深く感謝致します。また、試験をともに実施した千葉工業大学卒論生の中島浩明君に感謝の意を表します。

(参考文献)

- 1) 小西・清水・藤原・臼井・深沢：電気泳動現象を利用した液状化対策工法の基礎的研究，第27回土質工学研究発表会，pp. 2249～2250, 1992.
- 2) 安田・永瀬・古閑・小西・柳畑：ベントナイトを用いた液状化対策に関する研究，第27回土質工学研究発表会，pp. 927～928, 1992.

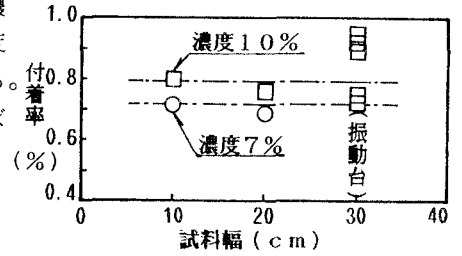


図-3 付着率と試料幅の関係

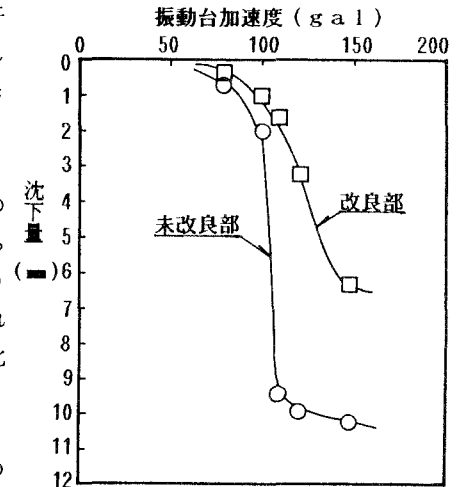


図-4 沈下量と振動台加速度の関係

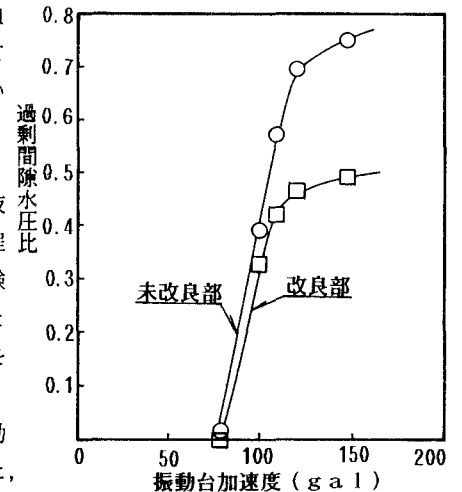


図-5 過剰間隙水圧比と振動台加速度の関係