薬液により浸透改良された砂の微視的構造

東亜建設工業(株)	正会員		大野康年
京都大学大学院	71D	会員	岡二三生
岐阜大学	71D	会員	八嶋 厚
石川高専(元岐阜大学)	正会員		重松宏明
ΝΚΚ	正会員		関口宏二

1.はじめに

著者らは,浸透性と耐久性に優れた水ガラス系薬液を用いた浸透注入工法による液状化対策技術の確立に 取り組んでいる¹⁾。浸透注入工法の改良メカニズムを明らかにするためには,薬液注入後の固化過程におけ る改良砂の構造変化を把握することが重要である。本論文では,水ガラス系薬液注入後の固化過程における 改良砂(豊浦砂使用)について走査型電子顕微鏡を用いて観察を行った。また、固化過程における改良砂に 対し一軸圧縮試験,電気比抵抗測定試験²⁾,弾性波速度測定試験³⁾を実施し,改良砂の構造と一軸圧縮強度, 比抵抗および弾性波速度の関係を比較検討した。

2.実験概要

(1) 実験試料

電子顕微鏡観察には, 15cm,高さ 30cm の円筒モ ルド内の飽和地盤(豊浦砂を相対密度 Dr=40%に調整)に薬液を浸透形態(注入圧力 50kPa)にて注入し作製した試料を用いた。一軸圧縮試験,電気比抵抗測定試験,弾性波速度測定試験には,豊浦砂を相対密度 Dr=40%に調整した後、文献 5)に示す方法にて拘束圧ゼロ条件下で薬液を注入し作製した改良砂供試体(5cm,高さ 10cm)を使用した。使用砂(豊浦砂)の物理特性は,土粒子密度 s = 2.633 g/cm³,最大間隙比 e_{max} = 0.975,最小間隙比 e_{min} = 0.614,平均粒径 D_{50} = 0.2mm,均等係数 U_c = 1.6,細粒分含有率 F_c = 0.21% である。また、使用薬液はパーマロック ASF 4(SiSO₂ 濃度 6%),薬液ゲル化時間は7日とした。

(2) 実験方法

電子顕微鏡観察および一軸圧縮試験,電気比抵抗測定試験,弾性波速度測定試験は,薬液注入後14日, 21日,28日において実施した。電気比抵抗測定および弾性波速度測定は,電子顕微鏡観察試料と同じ拘束 圧ゼロ条件下で実施した。電気比抵抗測定試験は,改良砂供試体底面および上面に電極を設置し底面から上 面へ電流Iを流し,電位差Vを測定することで比抵抗値を=S/L・V/I [S:供試体断面積L:供試体高 さ]として算出し,弾性波速度測定試験は,改良砂供試体を伝播する弾性波速度を測定した。なお、比較のた め未改良砂(豊浦砂を相対密度 Dr=40%に調整し飽和させた後,凍結させた試料)の電子顕微鏡観察および 未改良砂の電気比抵抗測定試験,弾性波速度測定試験を実施した。

3.実験結果と考察

写真 1 に未改良砂および薬液注入後 14,21,28 日における改良砂の電子顕微鏡写真を示す。未改良砂では 100 µ m 程度の大きな間隙が見られるのに対し,薬液注入後 14 日以降の改良砂では砂粒子表面および間隙に 薬液ホモゲルが観察され,間隙に薬液が充填されることによって間隙が小さくなっている。薬液注入後 14 日と 21,28 日を比較すると,注入後 14 日では薬液ホモゲルの組織が粗く,薬液ホモゲルによる砂粒子同士 の結合が弱い様子が伺えるのに対し,薬液注入後 21,28 日では薬液ホモゲルの組織が密に変化し,薬液ホモ ゲルが砂粒子同士をしっかり結合している。

キーワード:地盤改良 薬液浸透注入 微視的構造 連絡先:〒102-8451 東京都千代田区四番町5 東亜建設工業(株) TEL.03-3262-5106 FAX 03-3264-2685 図1~図3に薬液注入後の固化過程における一軸圧縮強度,比抵抗値,S波速度の変化を示す。改良砂の 一軸圧縮強度,比抵抗値,S波速度は,注入21日以降でほぼ一定となる。これは、電子顕微鏡にて観察され た薬液注入後14日と21,28日の薬液ホモゲルによる砂粒子同士の結合状態の違いに対応しており、改良砂 の一軸圧縮強度,比抵抗値,S波速度は,薬液ホモゲルの固化状態に関連している。



4.まとめ

走査型電子顕微鏡を用いて水ガラス系薬液改良砂の微視的構造を観察した結果,1)改良砂は薬液ホモゲル が砂粒子表面および砂粒子間に付着し,薬液によって間隙が小さくなっていること,2)注入後の固化過程で 薬液ホモゲルの組織が密になっていくことがわかった。また、改良砂の固化過程における一軸圧縮強度,比 抵抗値,弾性波速度は薬液ホモゲルの固化状態に関連している。

【参考文献】1)大野康年他:多点浸透注入工法による液状化対策技術~現地注入実験結果~,第4回構造物の安全性・信頼性に関する国内 シンポジウム,pp.315-322(2000). 2)千秋裕之他:ソイルセメントの電気比抵抗について,第31回地盤工学研究発表会 pp491-492 (1996). 3)黄:弾性波速度 V_p,V_sの測定機能付き三軸試験装置の開発,第36回地盤工学研究発表会 pp439-440 (2001). 4)米倉亮三他:恒久グラウ ト 第1回恒久グラウトの恒久性メカニズム 、土木施工 Vol.40 No.7 1999 pp.99-106. 5)岡二三生他:一定拘束圧下の薬液浸透注入によ る安定化処理砂の供試体作製方法,第37回地盤工学研究発表会(2002)