浸透距離と pH が薬液のゲルタイムに及ぼす影響について

東京都市大学　学生会員○中村亮太
正会員　末政直晃
学生会員　滝浦駿介
強化土エンジニヤリング(株)　正会員　佐々木　隆光

1. はじめに

2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震において，埋立て地を中心に広範囲に亘って液状化現象が発生し，ライフラインに甚大な被害を与えた．このような液状化被害を防ぐ対策の 1 つとして，薬液注入工法が用いられている．図-1 に薬液注入工法の原理を示す．薬液注入工法は地盤の堆積状態を乱すことなく，土粒子の間隙に注入材を充填して地盤改良をすることが特徴として挙げられている．しかしながら浸透メカニズムとして，薬液は注入時に希釈することや，薬液の pH が試料の成分と反応することにより変化し，ゲルタイム(以下，GT)が短縮されることが指摘されている[2)3)]．本報告では一次元注入実験を行い，異なる浸透距離から抽出された薬液の土中 GT や土中 pH を測定し，試料を通過させない薬液の GT と pH と比較した．

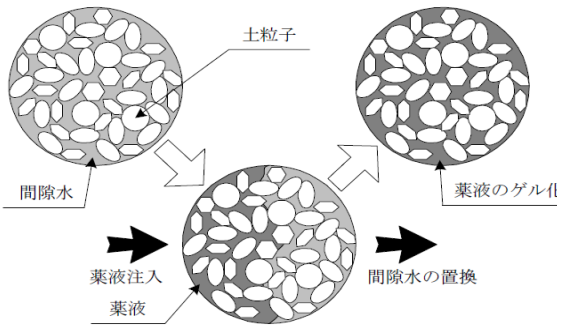

図-1 薬液注入工法の原理[1)]

2. 実験概要

図-2 に本実験に用いた浸透モールドと注入装置を示す．浸透モールドは内径 φ=5cm，h=110cm のアクリル製である．試料には豊浦砂を用いた．またモールド内部の供試体の相対密度が 60%になるように，乾燥状態の試料を 10cm 毎にハンマーによる振動で締め固めて作製し，脱気水で飽和した[4)]．

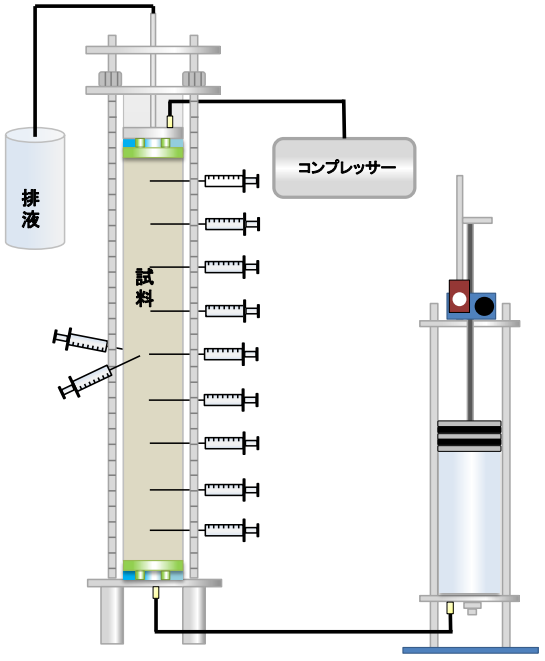

図-2 実験概要図

薬液には濃度 8%の活性複合シリカ(パーマロック ASF-Ⅱα)を用いた．注入実験ではモールドの高さ 80cm まで薬液を注入した．その際，薬液を下部から注入するが，浸透距離の違いが GT に及ぼす影響を確認するために，10cm 間隔ごとに注射器を設置し，それを用いて薬液を抽出する仕組みとなっている．

実験条件としては注入速度の異なる 2 ケースを行った．Case1 では注入速度を 0.45L/min に設定し，薬液注入終了後すぐに上部から順に注射器による抽出を行った．その後，抽出した薬液の GT と pH の測定を行った．また比較のために残存した未注入薬液について GT と pH の測定を行った．Case2 では注入速度を 0.045L/min とし，同じく 80 ㎝高さまで薬液を注入した．なお，薬液抽出の容量と時間は Case1 と同様であ

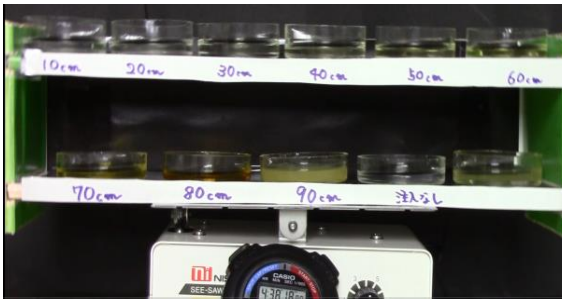

写真-1　GT 測定

キーワード　浸透距離　ゲルタイム(GT) pH
〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL:03-5707-0104 （代）E-mail : g1418070@tcu.ac.jp

るが，さらに 50 cmの抽出高さでは，30 分後と 60 分後にも抽出した．

GT の測定方法は以下の通りである．抽出した薬液や練った薬液を浸透距離別に分けたφ=4cm または 5cm のガラス製シャーレに入れ，超小型シェイカーシーソーに固定した．**写真-1** に本実験で用いた GT 測定装置を示す．その後このシーソーを中心から±7 度の角度で左右均等に揺らし，シャーレ内の薬液上面が固化により傾き始めたことをもって GT と定義した．

3. 実験結果

図-3 に注入速度を 0.45L/min に設定して行った Case1 の実験結果を示す．図より，浸透距離が長くなるに従い GT が短くなり，pH が中性に近づく傾向が示されている．この結果から GT の変化には薬液が試料内に元々存在するアルカリ成分と反応し，薬液内の酸が消費されたことが考えられる．

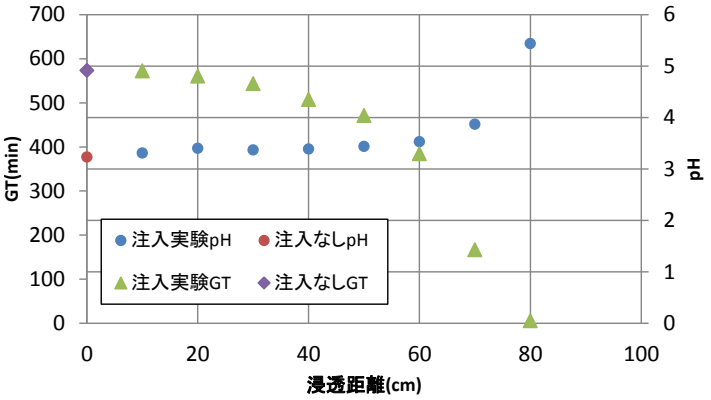

図-3 注入実験(0.45L/min)

図-4 に注入速度を 0.045L/min に設定して行った注入実験の結果を示す．この注入実験においても浸透距離が長くなるほどGTが短くなり，pHが中性に近づく傾向が示されている．しかし浸透距離が 70cm，80cm である先行する薬液が，注入速度 0.45L/min に設定したケースよりも早期に固化した傾向が示された．この原因として注入速度が前ケースに比べて遅いため，先行する薬液が試料内のアルカリ成分と十分に反応したためであると考えられる．

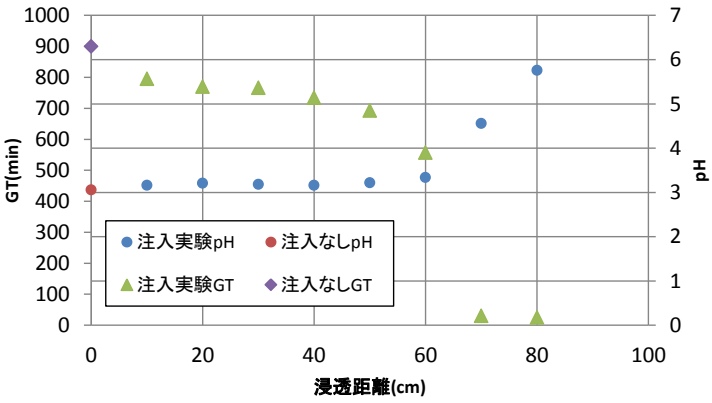

図-4 注入実験(0.045L/min)

図-5 抽出時間を注入直後，30 分後，60 分後に設定した抽出液の結果を示す．図から，浸透距離が 50cm の点で抽出した薬液は抽出時間が長くなるに従い GT が短くなり，pH が中性に近づく傾向が示されている．これより，先行薬液との差ほど大きくはないが，注入された薬液は徐々にアルカリ成分と反応し，GT を短くすることがわかる．

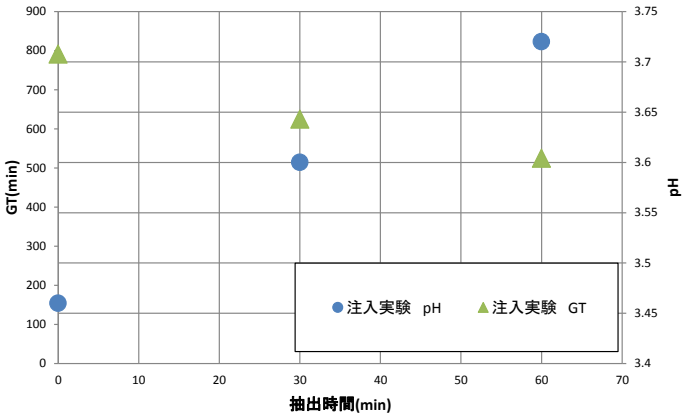

図-5 抽出時間の比較結果

4. まとめ

地盤に浸透された薬液の固化挙動を調べるため，浸透距離ごとの固化時間を調べる薬液の一次元注入実験を実施した．その結果，注入された薬液の GT は先行部分で短くなるとともに，時間経過でも短くなった．これは薬液が試料内に含まれるアルカリ成分と反応するためと思われる．

参考文献

1)後藤ら：溶液型薬液注入工法のシリカ含有量の測定による改良強度の測定，土木学会第57 回年次学術講演会，pp179-180，2002 2)滝浦ら：薬液改良体に注入速度と浸透距離が及ぼす影響の把握，土木学会第70 回年次学術講演会，pp743-744，2015 3)米倉，島田：薬液注入の長期耐久性と恒久グラウト本設注入工法の設計施工，近代科学者，pp106-107 4)吉野：注入速度と浸透距離が薬液改良体に及ぼす影響について修士論文2014