

シェル型浸透固化処理工法の適用性に関する実験的研究

五洋建設(株) 正 ○秋本 哲平 正 林 健太郎

1. はじめに

地盤の液状化対策を目的として数多くの工法が提案されている中、浸透固化処理工法は、既存の施設が存在する場合に、供用を中止することなく直下や周辺の地盤に適用できる薬液注入工法として特徴がある。また、本工法で使用する薬液はシリカ成分が主成分であり、劣化を生じさせる成分であるナトリウムイオンが除去されているため、地盤改良体の特性は恒久的に保持される¹⁾。しかしながら、薬液の単価は高価であるといった課題があるため、使用する薬液の量を30%削減するシェル型浸透固化処理工法を提案する。本研究は、この工法の適用条件について検討するものである。

2. シェル型浸透固化処理工法

シェル型浸透固化処理工法とは、浸透固化処理工法の改良固化体の外側部分に強い外殻をつくり、中心部に未処理部を残す工法である。図-1 に工法の概念図を、図-2 に実際の施工方法を示す。削孔方法は従来の浸透固化処理工法と同様であり、注入方法のみが異なる。所定の深度に注入管を配置し(①)、浸透固化処理工法と同様の薬液を1つの改良体を作製するのに必要な量の70%分注入する(②)。その後30%分の海水を注入する(③)。これにより、シェル型改良体を作製される(④)。高価な恒久薬液の使用量を30%削減することで、コストを削減しながらも、強い外殻(シェル)の効果により浸透固化処理工法と同様の変形抑制性能を有する工法である。なお、外殻の厚さが一定に確保される必要があるため、改良体の形状が球体となることを前提としている。

3. 実験概要

実験は、小型土槽(内径280mm、高さ320mmのペール缶)を用いて実施した。実験断面を図-3に示す。小型土槽内の側面に空気を逃がすためのドレーンパイプ(塩ビ管φ20mm)を2本配置し、不織布を内側に設置する。底面から高さ2cmに砕石(5~2.5mm)を敷き詰めて、その上にも不織布を設置し、乾燥した対象試料(表-1参照)を相対密度 $Dr=60\%$ となるように投入し、高さ26cmの土槽を作製する。土槽中央に注入管(φ3.9mm)を設置し、対象試料の投入が終了した後、上部に砕石(5~2.5mm)を投入し、モルタルにて蓋をした。下部の砕石から二酸化炭素を注入し、

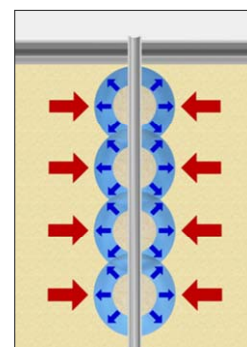


図-1 シェル型改良概念図

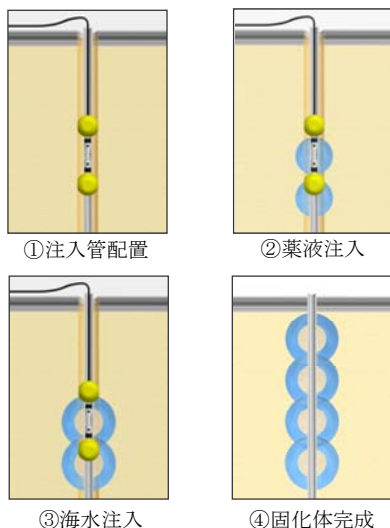


図-2 シェル型浸透固化処理工法施工手順

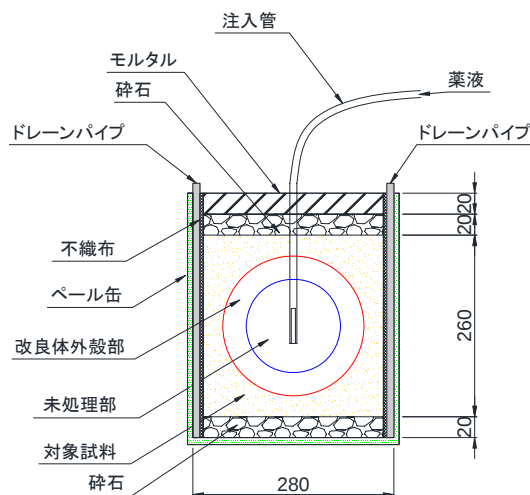


図-3 実験断面

キーワード：薬液注入，均等係数，地盤改良，浸透固化処理工法，

連絡先：〒320-2746 栃木県那須塩原市四区町1534-1 五洋建設(株)技術研究所 TEL0287-39-2116

その後、水を注入した。土槽作製完了後に注入管から薬液と海水を注入し、シェル型改良体を作製した。

対象試料は、数種類の珪砂を混合することで、均等係数の異なる3材料を作製して使用した。作製した3材料の土質特性を表-1に、粒径加積曲線を図-4に示す。薬液注入による改良体の形状に影響を及ぼすと想定される細粒分含有率 F_c は、6%程度に統一し、60%粒径 D_{60} を調整することで均等係数 U_c を変化させている。

実験は、3種類の材料を用いて4ケース実施した。実験ケースを表-2に示す。3種類の材料を用いて、薬液を70%、海水を30%注入するシェル型改良体を作製し、材料3($U_c=9.6$)では、シェル型改良のほかに通常の改良、つまり薬液注入量を100%とする改良を実施した。注入薬液は、シリカ濃度7%のエコシリカを使用した。薬液の注入によって作製する改良体の目標直径は、20cmに設定した。改良球体の体積は、約 $4,200\text{cm}^3$ となり、各材料における相対密度 $Dr=60\%$ 時の間隙率は0.430(材料1)、0.362(材料2)、0.365(材料3)であった。間隙への充填率を100%に設定して、薬液と海水の注入量を決定した。薬液注入は、定量ポンプを用いて実施し、注入速度は $60\text{ml}/\text{分}$ に設定した。注入後に薬液の固化が始まるように、薬液のゲルタイムは40分に設定し、薬液作製5分後に注入を開始した。

表-1 土質特性

対象試料名	材料1	材料2	材料3
細粒分含有率 F_c %	5.6	6.0	5.9
均等係数 U_c	2.0	5.5	9.6
平均粒径 D_{50} mm	0.17	0.37	0.61
土粒子密度 ρ_s g/cm^3	2.660	2.647	2.649
最小乾燥密度 ρ_{dmin} g/cm^3	1.320	1.470	1.467
最大乾燥密度 ρ_{dmax} g/cm^3	1.681	1.874	1.864

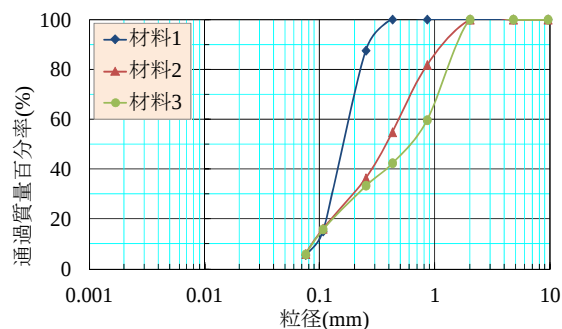


図-4 使用材料の粒径加積曲線

表-2 実験ケース

実験ケース	地盤材料	改良体	薬液注入割合
ケース1	材料1: $U_c=2.0$	シェル型	70%
ケース2	材料2: $U_c=5.5$	シェル型	70%
ケース3	材料3: $U_c=9.6$	シェル型	70%
ケース4	材料3: $U_c=9.6$	通常	100%

3. 実験結果

薬液注入から3日後にペール缶を解体し、改良体の形状確認を行った。改良形状の確認は、少量の水を上部から散水して実施した。全ケースの改良形状を写真-1に示す。改良体は全ケースで球体になっていたが、設定した直径20cmより若干大きな直径22cm程度の改良体となっていた。本実験では、細粒分含有率 $F_c=6\%$ 程度に設定しており、細粒分を含まない地盤に比べて透水係数が低かった。そのため、地盤作製時に飽和地盤が作製できず空気が残っており、空気を含みながら改良されたと考えられる。写真-2に改良体の内部形状を示す。内部形状の確認は、改良体の1/4を削除し、少量の水を内部に散水して実施した。シェル型改良体の内部もきれいに未処理部となっており、改良体外殻の厚さは、3~4cmで一定に確保されていることが確認された。本実験の結果から、均等係数10程度までは改良体が球体となり、シェル型改良体が安定して作製できることが確認できた。

4. おわりに

シェル型浸透固化処理工法は、均等係数10程度の粒度分布が広い地盤にも適用できることが確認できた。しかし、細粒分含有率、地盤の不均一性および注入圧力等が改良形状に与える影響は明確になっていないため、シェル型浸透固化処理工法を適用する場合は、事前に注入実験を実施するなどの検討が必要である。

参考文献

- 1) 浸透固化処理工法技術マニュアル(2010年版):(財)沿岸技術研究センター,平成22年6月。

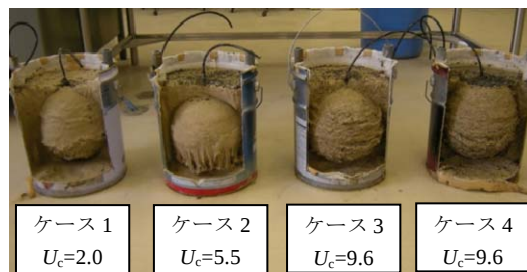


写真-1 改良形状確認

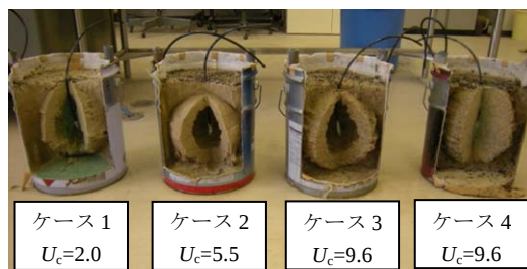


写真-2 内部形状確認