

施工時の注入ロスを低減した薬液注入技術（特殊シール材特性）

戸田建設(株) 正会員 ○下坂 賢二, 赤塚 光洋
太洋基礎工業(株) 正会員 伊藤 孝芳
富士化学(株) 正会員 大野 康年

1. はじめに

薬液注入工法には、注入方法としてシールグラウト方式と地山パッカ方式がある。従来の地山パッカ方式は、注入前に袋体パッカを膨らまし地山と密着させ注入する施工方法で、削孔と注入作業を別工程で行うため確実な注入を行うことができ、また、低圧注入のため薬液の浸透性が良く近接構造物への影響が少ない工法として多くの実績がある。しかしながら、ケーシング引抜き後にシールグラウト方式のような孔壁保護材が無いため、土質種別によっては薬液浸透源の孔壁面が崩壊することによる注入阻害の課題があった。

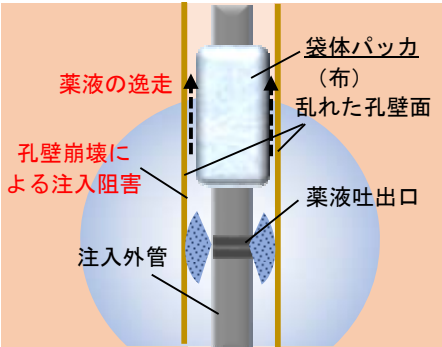


図1 地山パッカ方式の課題

新注入工法は、ケーシング引抜き後の孔壁崩壊を防止するため、削孔時は孔壁崩壊を防止しつつ、本注入時に薬液（特殊シリカ液）と反応し流動化する特殊シール材を用いることで、薬液の大きな浸透面積を確保する。本稿では、孔壁防護として使用する特殊シール材の特殊シリカ液（薬液）による溶解および収縮後の土中への浸透性能を確認するために実施した試験結果について報告する。

2. 試験方法

試験装置は、図2に示す一次元モールドを用いる。モールドは、薬液注入口上部にフィルター材、特殊シール材、砂試料（珪砂7号）が配置され、薬液（蛍光塗料を混入）はシール材を介して砂試料に浸透する構造となっている。試験は、時間毎のモールド下端からの薬液注入量およびモールド上端からの飽和水排出量および排出水の pH 変化を測定する。薬液注入完了後、各ケースとも所定の期間養生した後、モールドから試料を取り出し、改良試料を注入位置より 9cm 毎に切断した改良体の固化状態を観察する。また、特殊シール材については一軸圧縮強度試験を実施し、浸透長を確認する。

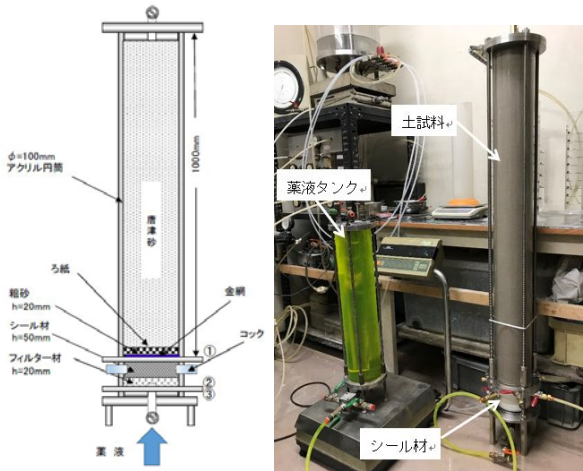


図2 一次元モールド浸透試験装置

3. 試験ケース

試験は、シール材に二重管ダブルパッカ（シールグラウト方式）で使用される低強度グラウト材と、新工法で用いる特殊シール材の 2 種類を用いて、同条件で試験を実施し浸透性能を比較した。試験ケースを、表 1 に、使用砂（珪砂 7 号）の物理特性を表 2 に示す。

表 1 試験ケース

試験ケース	シール材	土槽条件			薬液		養生後調査
		使用砂	相対密度 Dr(%)	間隙水	使用薬液	pH	
Case 1	従来品 (グラウト材)	珪砂7号	65	水道水 (脱気水)	特殊シリカ液 (シリカ濃度5%)	3	改良試料の切り出し観察
Case 2	特殊シール材						改良試料の切り出し観察、一軸圧縮試験

表 2 使用砂の物理特性

試料	土粒子の密度 ρ_s (g/cm^3)	相対密度 Dr (%)	間隙比 e	間隙率 n (%)
珪砂7号	2.652	65	0.896	47.3

キーワード 薬液注入工法，液状化対策，地盤改良，防災

連絡先 〒104-8388 東京都中央区京橋1丁目7-1 戸田建設(株) 価値創造推進室 技術開発センター TEL03-3535-2641

4. シール材の仕様

各ケースで用いるシール材の仕様を表3に示す。

表3 シール材の仕様

試験ケース	シール材	材質	外観	真比重	ゲルタイム	材料使用量	備考
Case 1	従来品 低強度グラウト材	セメント系	白色粉末	2.8	50～90分	100～150 kg/m ³	二重管タイプルハッカー等で使用
Case 2	特殊シール材	ポリマー系	白色粉末	1.3	非硬化	1.0～2.0 kg/m ³	場所打ち杭等の掘削安定液で使用

5. 試験結果

各ケースの浸透試験状況および計測結果を以下に示す。

(1) Case1 従来品（低強度グラウト材）

薬液浸透開始後 10 秒程度でシール材に亀裂が発生した。薬液浸透開始後 180 分位で薬液注入量は珪砂 7 号の間隙率の 100% となった。後述の特殊シール材の注入時間と比べて 60 分程度薬液浸透時間が掛かっていることから、亀裂部分のみで薬液浸透していると想定される。脱型後の珪砂 7 号の状態は、薬液浸透面から上板の薬液排出口まで固化していた。



写真1 Case1(従来品)浸透状況

(2) Case2 特殊シール材

薬液浸透開始後 3 分程度でシール材が溶解し始め、最終的にシール材は薬液に置き換わった状態となる。薬液浸透開始後 120 分程度で薬液注入量は珪砂 7 号の間隙率の 100% となった。脱型後の珪砂 7 号の状態は、薬液浸透面から上板の薬液排出口まで固化していた。



写真2 Case2(特殊シール材)浸透状況

(3) 計測結果

各ケースの薬液注入量と浸透圧力の経時変化を図3に示す。特殊シール材(Case2)は、従来品(Case1)と比べて、同じ注入量で 20% の注入速度の向上 (150 分→120 分)、4% 程度の注入圧低減効果 (9.2kPa→8.8kPa) が確認された。

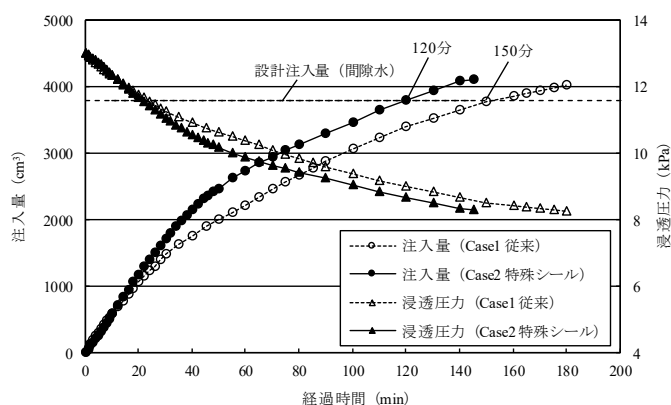


図3 薬液注入量・注入圧力の経時変化

(4) 一軸圧縮強度試験結果

Case2 特殊シール材について、所定の期間 (28 日) 養生した後、モールドから試料を取り出し、改良試料を注入位置より 9cm 毎に切断し、一軸圧縮強度試験を実施し、浸透長を確認した。試験結果を図4に示す。試験結果より、一部で目標改良強度 (100kN/m²) に満たさない部分はあるものの、強度のバラツキは小さく、概ね均一に注入されたものと推測される。

6. おわりに

本工法で用いる特殊シール材は、薬液の注入を阻害することなく、薬液の大きな浸透面積を確保し従来よりも高い浸透性能を有していることが本試験を通じて確認された。孔壁安定性については、場所打ち杭工事の適用実績はあるが、フィールド試験施工で検証し、実工事での仕様、管理手法等を検討していく。

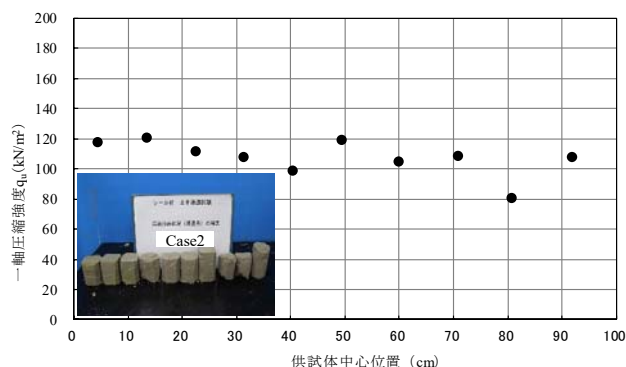


図4 一軸圧縮強度試験結果 (Case2 特殊シール材)