

解説

浅層・小土被り条件下での薬液注入工法における施工管理上の留意点と新技術

たけうち じんや
竹内 仁哉
日特建設(株)
技術本部

1 はじめに

都市部における土木工事は、地下水を多く含む崩壊性のある沖積・洪積地盤を中心とする軟弱地盤を対象とすることが多い。従って、地盤掘削時には地盤改良が必要となる場合が多く、その掘削補助工法として薬液注入工法が多く採用されている。その理由は、地盤改良工法として準備・設備が簡便で小規模であり、狭い場所や低空頭箇所において施工が可能のためである。さらに振動や騒音による影響が少なく、短期間に工事ができるという利点もある。そのため現在においても仮設工法として欠くことのできない重要工法のひとつとして位置づけられている。

本稿では、薬液注入工法の概要と浅層・小土被り条件下での施工管理上の留意点について概説し、これらの条件化での施工に有効と考えられる薬液注入工法の新技術を紹介する。

2 薬液注入工法の分類と改良効果

薬液注入工法は、施工方法と注入材料の組み合わせから様々なパターンがあり、注入目的や期待する改良効果、施工条件等を考慮して最適なものを選択しなければならない。以下に注入工法と注入材料の分類を示す。

2.1 注入工法

現在、薬液注入工法として使用されている主要な注入工法は図-1のように分類される。このうち「二重管ストレーナ工法」と「ダブルパッカ工法」が立坑の坑口部や底盤、矢板欠損部などの止水を目的とした工事に利用されている。

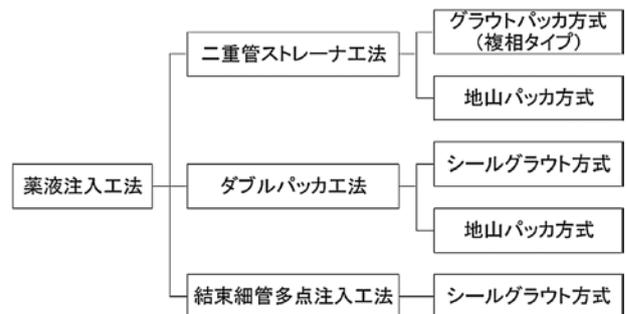


図-1 注入工法の分類

二重管ストレーナ工法は小型のボーリングマシンを使用する簡便な工法で工費も安価であり、最も施工実績が多い工法である。ダブルパッカ工法（シールグラウト方式）は、削孔能力の高いロータリパーカッションドリル方式で削孔するため、注入深度が25m以上となる場合や削孔地盤が硬質である場合、また高い注入効果を期待する場合等に用いられる工法である。

近年、薬液注入工法の用途が広がり砂質地盤の液状化対策にも使用されているが、この場合の注入工法

は、ダブルパッカ工法（地山パッカ方式）や結束細管多点注入工法が用いられている。

2.2 注入材料

注入材料の分類は、図-2のとおりである。一般には水ガラス（珪酸ソーダ等）を主材料とするものを「薬液」と定義し、水ガラスをまったく含まない材料を分類から除外する場合もあるが、ここでは後者についても、これまでの使用実績やその有用性を考慮して「注入材料」として分類している。

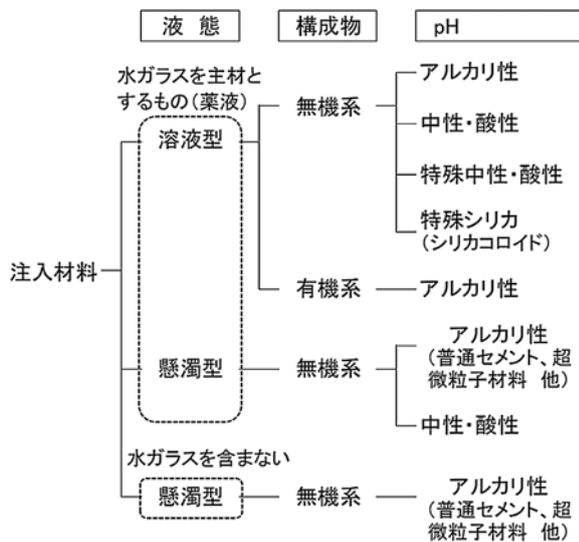


図-2 注入材料の分類

注入材料は「液態」から見て、溶液型と懸濁型に大別できる。溶液型は、水ガラス系材料を主材料とし、反応材（硬化材）として水溶性材料を用いているため、注入材料に粗目の粒子径を持つ原材料が含まれない。そのため浸透性能が高く、砂質地盤に対しては浸透注入形態となり、比較的均質な改良が可能で、多くは止水目的として利用されている。一方、懸濁型は浸透性能に影響を与える粗目の粒子径を持つ原材料（例えば普通セメント）が含まれているために注入材料の固結強度は高いものの、溶液型と比較すると浸透性能が低く、礫質土等の大きな間隙に充填する目的で利用されるケースが多い。

近年、耐震補強や構造物の支持力増強などの目的で、薬液注入工法によって砂質地盤の強度改良を行うケースが多くなってきている。この場合、浸透性能を高

めるために平均粒径が5μm以下の超微粒子材料を使用した懸濁型材料が利用されている。

2.3 改良効果

溶液型材料を用いて砂質地盤の改良を行った場合の、注入後の改良効果を図-3に示す。透水係数から見た改良効果は、前述のとおりダブルパッカ工法が高いとされている。止水を目的とした場合の改良目標値は $k = 1.0 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ がおおよその目安であり、一般には、改良前の地盤から2乗オーダー程度の改良が可能であるといわれている。

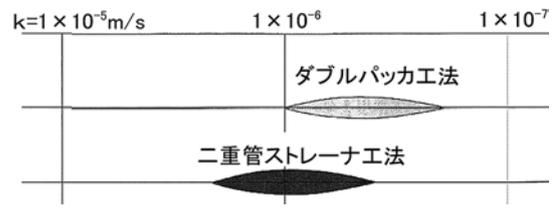


図-3 注入工法と改良効果（透水係数）¹⁾

3 施工管理上の留意点

薬液注入工の施工管理上の留意点、特に浅層・小土被り条件化での施工についてまとめると以下のようになる（図-4）。

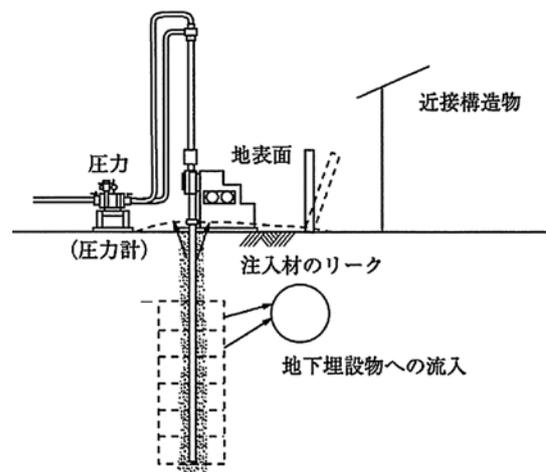


図-4 浅層、小土被り条件下における留意点

- ① 地中埋設物の種類と位置
- ② 注入作業中の地盤隆起
- ③ 注入材料の漏出（リーク）、流出
- ④ 近接構造物への影響