

新しい薬液注入工法

—信頼性が高くコスト縮減の図れる動的注入工法—

駒 延 勝 広*
村 田 修**
大河内 保 彦***

はじめに

薬液注入工法は簡易に地盤改良が行える工法として多くの現場で用いられている。しかし、設計どおりの改良が行えない、注入後の効果確認手法が明確でないなど問題点も多い。

従来工法では注入速度を一定にして注入を行っている。砂質土地盤では土粒子の配列を変えないで間隙を薬液で充填する浸透注入（図-1）を主体とし、粘性土地盤では地盤が破壊されることにより生じた空隙に薬液が充填される割裂注入（図-2）を主体にして注入効果を期待している。しかし、注入速度が速すぎたり、注入圧力が高すぎたりすると、割裂脈がある特定の方向に進展し

（図-3）、良好な注入効果が得られないことが多い。これが薬液注入工法の信頼性が低いといわれる一因であり、実施工においてもこのようになることが多いと報告されている¹⁾。

筆者らは薬液注入工法の品質改善と施行能率の向上を目的として、注入速度もしくは注入圧力を変化させながら注入を行う動的注入工法を提案し、模型実験、現場実験によりその改良効果を検討し、

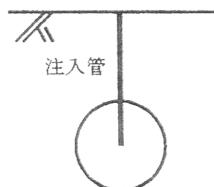


図-1 浸透注入

* JR総研 構造物技術開発事業部 技師
(土構造)

** JR総研 技術開発事業本部 主幹
*** 東急建設(株) 技術研究所 主任研究員

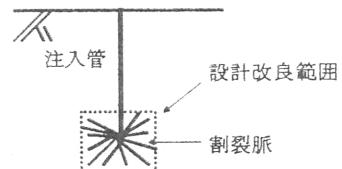
本工法の開発を行っている²⁾。

本報告ではこれまでに得られた動的注入工法の改良効果、及び最近実施した実施工について報告する。

1. 動的注入工法の概念

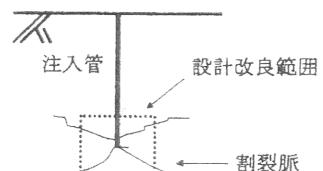
動的注入工法は現在のところ注入速度を図-4のように制御して注入を行っている。実験では動的注入工法の注入開始から終了までの注入速度の平均値を平均注入速度 q_{avg} 、注入速度の両振幅を速度振幅 q_{p-p} と定義した。動的注入工法と従来工法の比較には平均注入速度 q_{avg} を用いた。本工法では以下の利点が考えられる。

① 注入速度を隨時変化させてるので、注入圧力が高い状態で持続することを防ぎ、割裂脈の発生を防止できる。



各々の割裂脈が短く
本数が多い

図-2 割裂注入



各々の割裂脈が長く
本数が少ない

図-3 改良効果が得られない
注入の一例

② 万一、割裂脈が発生しても、固結体に悪影響を及ぼすような大きな割裂脈の発生を防止できる。

③ 割裂注入が主体となる粘性土地盤では短い割裂脈を多数発生させて、複合地盤としての強度を大きくすることができる。

④ 特別な注入装置を必要とせず、従来の装置を多少改造するだけで施工可能である。

2. 模型実験

珪砂8号を用いて模型地盤を作製し、実験を行った。固結体の形状を写真-1・2に示す。写真中の点線は設計改良範囲を、矢印は薬液の吐出方向を示している。これより従来工法では固結体が横長でいびつな形状を呈しているのがわかる。これは薬液吐出方向に割裂脈が発生、進展したためであると考えられ、目視による観察においても薬液吐出方向に大きな割裂脈が確認された。また、従来工法では設計改良範囲がきちんと改良されていないのがわかる。これに対して、動的注入工法では固結体がほぼ球状となっており、設計改良範

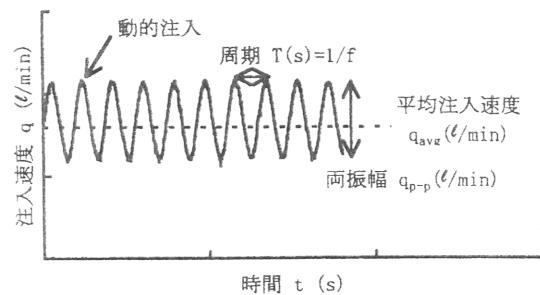


図-4 動的注入工法の概念図

囲のほとんどが改良されている。また、目視による観察でも割裂脈はほとんど見受けられなかった。

図-5に固結体の固結体積比 V/V_0 と速度振幅 q_{p-p} との関係を示す。ここで固結体積比 V/V_0 とは注入後、実測により求めた固結体の体積 V を、実際の注入量から算出した固結体の体積 V_0 で除したものである。なお、 V_0 は薬液の填充率 α を100%として算出した。図より、動的注入工法は固結体積比が従来工法よりも大きくなり、

注入効果が高くなることがわかる。

図-6に針貫入抵抗と注入速度の両振幅 q_{p-p} との関係を示す。なお、針貫入抵抗は $\phi 1.25\text{mm}$ の針を 2cm 貫入させたときの抵抗値であり、抵抗値が大きいほど固結体の強度が大きくなることを示している。図より、動的注入工法では従来工法よりも固結体の強度が大きくなっているのがわかる。また、動的注入工法では速度振幅の大きさにより注入効果の違いはあるが、どの速度振幅においても従来工法と同等以上の注入効果を期待できると考えられる。

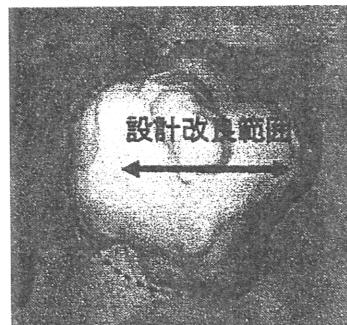


写真-1 動的注入工法



写真-2 従来工法

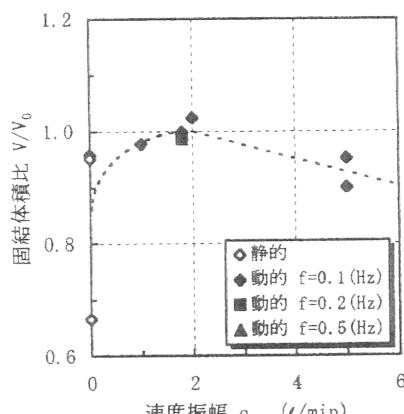


図-5 V/V_0 と q_{p-p} との関係

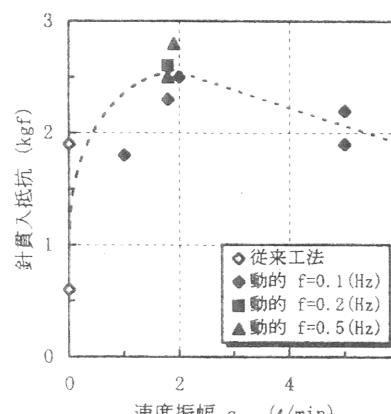


図-6 針貫入抵抗と q_{p-p} との関係

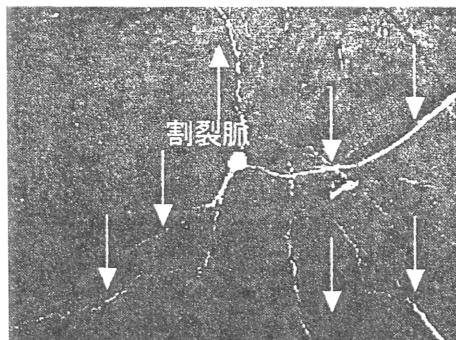


写真-3 動的注入工法

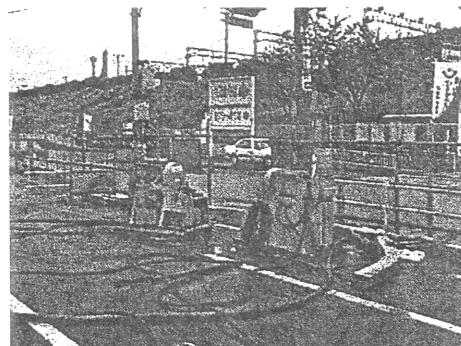


写真-5 施工状況

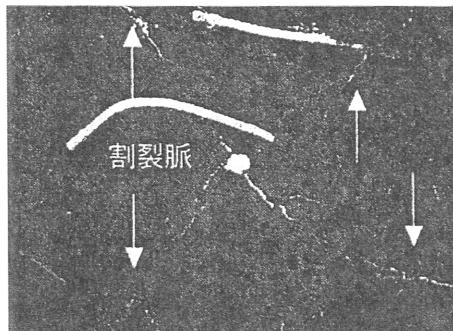


写真-4 従来工法

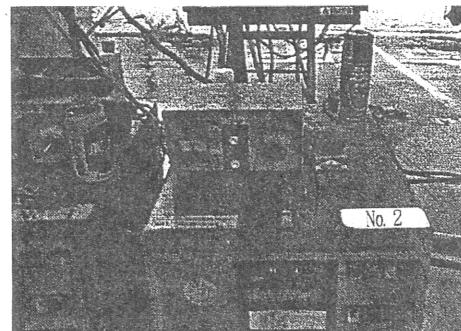


写真-6 動的注入工法注入装置

東ロームでの現場注入実験を行った。割裂脈の分布状況を写真-3・4に示す。図中の矢印は割裂脈を示している。これより、動的注入工法は従来工法と比較して割裂脈が多数発生しているのがわかる。これは、動的注入工法は従来工法よりも複合地盤としての強度が大きく、良好な注入効果が期待できることを示していると考えられる。

4. 実施工

歩道橋築造工事において動的注入工法の実施工を行った。この薬液注入工は歩道橋基礎の深礎工事における止水と掘削時の壁面安定を目的としたものである。図-2に薬液注入工の計画図を示す。

通常の薬液注入工では千鳥配置とし、改良厚さを増して信頼性を高めている。しかし、当該現場は設計が単列改良であるため、信頼性を高める必要があり、注入工法を従来工法から動的注入工法に変更した。

注入は二重管複相式で行った。薬液は水ガラス系溶液型のものを用い、総注入量は45,000 lである。施工状況を写真-5に示す。

動的注入工法の注入装置を写真-6に示す。本

工法では写真-6に示すNo.2とかかれた流量制御装置の上に置かれたメーターのついた小さな箱を既存の装置に追加している。この箱は流量ポンプのインバーターを制御する役目を果たしており、インバーター式の流量ポンプでは極めてわずかな追加装置のみで施工が可能である。

おわりに

薬液注入工法の品質改善や施工能率の向上を目的として動的注入工法を開発し、砂質土における浸透注入、粘性土における割裂注入に対して、従来工法よりも良好な注入効果が得られることが確認できた。今後はさらに実施工等を行い、実用化を図りたいと考えている。

参考文献

- 1) 土質工学会編：『薬液注入工法の調査・設計から施工まで』 pp.65～66 1985 土質工学会
- 2) たとえば、駒延勝広・村田修・大河内保彦：「動的注入工法の開発」『建設技術報告会in北陸98』 pp.89～94 1998. 10