

薬液注入工法における注入率の決定手法の一提言

塚元 龍馬* Ryoma Tsukamoto
 谷口 健二** Kenji Taniguchi

1. はじめに

刃口推進工事における安全性および経済性の確保については、補助工法として採用される薬液注入工法の効果に大きく依存しているといっても過言ではない。通常、薬液注入工法の注入率は、事前調査ボーリングの結果から1区間で同一の値が採用されていることが多い。しかし、実施工中に確認される土質の種別とその分布や力学的特性は、事前調査結果に基づいて予測されたものと相違する場合も少なくない。これは、薬液注入が計画されている区間の広さに対して、事前調査によるデータ数が少ないためと思われる。

このようなことを踏まえ、本文では薬液注入用ボーリングマシンを用い、削孔速度と土質の種別から土質強度(N値)を簡便的に推定するとともに、その値を用いて土質等の変化に対応した注入率の決定法を提案し、刃口推進工事で試みた事例について報告する。

2. 注入率決定に関する簡便法

(1) 削孔速度と地盤強度の関係

ボーリングマシンの削孔速度に関する主要因は、Table 1 に示すような条件¹⁾があげられる。これらのうち、ビットの回転速度、推力等の運転条件、ビット形式などのビット条件および循環流条件を一定と仮定すれば、削孔速度と地盤強度との間には一義的な関係式が成立し、理論的には削孔速度から地盤強度を推定できることになる。ここでは、このようなことに着目して簡便法を提案している。

(2) 削孔速度の計測

事前調査ボーリング位置近傍および薬液注入を行う区間上の数測点で、注入用ボーリングマシンを用いて削孔

Table 1 削孔速度に関する主要因¹⁾

地質的条件：土質および強度、削孔深度、透水性、間隙水圧
循環流条件：循環方式、循環流体の種類、粘度および流量
ビット条件：削孔径、ビット形式、カッタ形式、クリーニング対策
運転条件：ビット推力、ビット回転速度

作業を実施する。なお、その際には削孔速度を計測するとともに、排土や排水状況についても詳細に観察を加える。

(3) 地質推定断面図の作成

調査ボーリング位置近傍で得られた削孔速度、削孔時の排土および排水状況と事前調査結果(標準貫入試験結果)とを比較することにより、削孔速度と土質並びに地盤強度との相関関係を明らかにする。次に、これを判断基準とし、注入区間上の各測点における削孔速度データ、排土、排水状況からその地点における土質と地盤強度を推定し、土質柱状図を作成する。さらに、それらの柱状図を用いて注入対象区間の地質推定断面図を作成する。

(4) 注入率の決定

削孔速度から推定された各測点の地盤強度(N値)とFig. 1 に示す地盤強度(N値)~注入率曲線から標準注入率の範囲が推定される。さらに、近接構造物の有無および施工条件などを考慮に入れ、最終的に施工注入率を決定する。

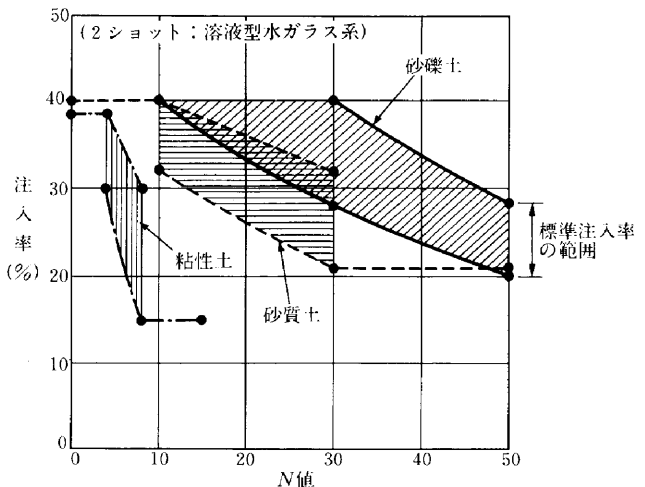


Fig.1 N値~注入率曲線

3. 実工事における適用結果

(1) 工事概要

簡便法を適用した工事は、φ800の刃口推進工事であり、管路部において2ショット二重管単相方式の薬液注入を行なったものである。

*四国(支)伊野(出)所長
 **四国(支)丸亀JR(出)

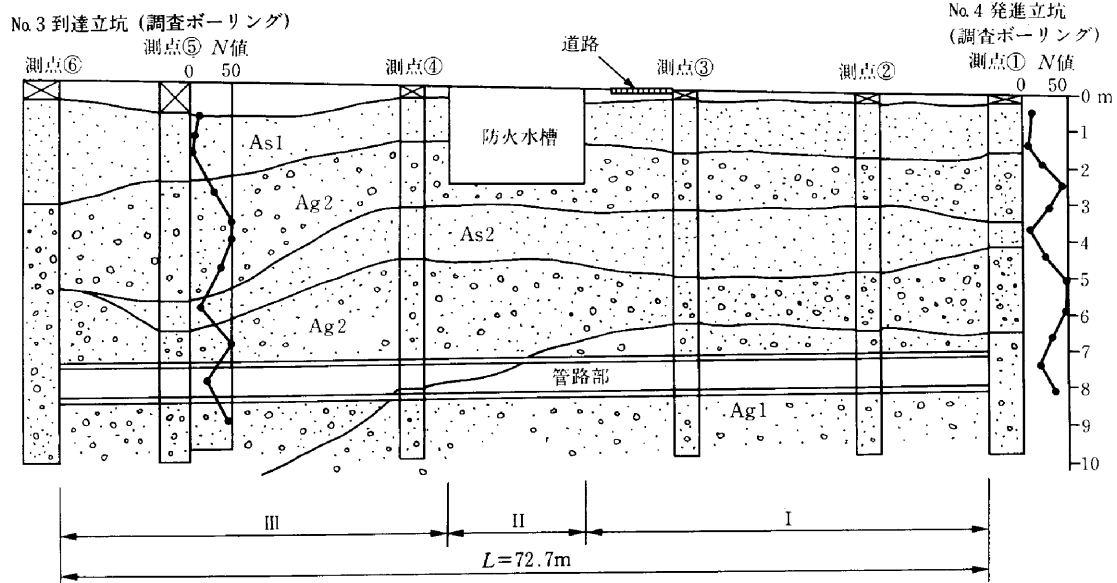


Fig.2 地質推定図

Table 2 施工注入率

注入範囲	土質	平均N値	標準注入率(%)	施工注入率(%)	備考
I	Ag1 (緩い砂礫)	28.3	29~40	30	前区間の施工結果から下限値付近であっても所定の効果が得られると判断し30%とした
II (防火水槽部)				40	斜注入となるため、安全性を十分考慮して、40%とした
III	Ag2 (密な砂礫)	50	20~28	25	中央値の25%とした

(2) 削孔速度の計測および地質推定断面図の作成

簡便法による立坑 No. 4 → No. 3 区間の結果については次のとおりである。事前調査ボーリング位置である No. 4 発進立坑近傍および約10m 間隔で管路部上に選ばれた測点で、注入用ボーリングマシンの削孔速度を計測した。立坑 No. 4 における調査ボーリング結果と削孔速度との関係から、各測点において地質を推定した。その結果を Fig. 2 に示す。

(3) 施工注入率の決定

刃口推進工事における薬液注入工は、通常、数少ない事前調査結果から1区間において同一の注入率で計画されている。しかし、地質推定断面図からも明らかなように、管路部の土質構成は必ずしも一様ではない。したがって、注入区間の土質および周辺構造物の有無などに適応した注入率を細かく設定する必要がある。Fig. 2 より、測点④近傍で、土質が変化しているものと推定される。さらに、地上構造物として測点③と測点④の間には防火水槽があり、この区間は斜注入となる。このようなことを考慮に入れ、No. 4 → No. 3 の区間では Table 2

に示すような施工注入率が採用された。

4. おわりに

刃口推進工事全体の安全性と経済性を大きく左右する薬液注入工法において、注入率を決定する指標である地盤の土質構成・地盤強度を、注入用ボーリングマシンを用いて簡便的に推定する方法を提案した。さらに、実施工に適用し、現場に適した注入率を決定することができ、その有効性を確認することができた。

今後はデータを蓄積することによって、信頼性の高い簡便な調査方法として確立させ、さらに地盤改良後の強度の評価についても検討していく所存である。

参考文献

- 1) 千田昌平：大口径掘削機の削孔性に関する研究，土木研究所資料，第1310号，1978。