

「大深度下の長距離シールドトンネルの施工に貢献する難凍結性加泥材料の開発」



大成建設株式会社



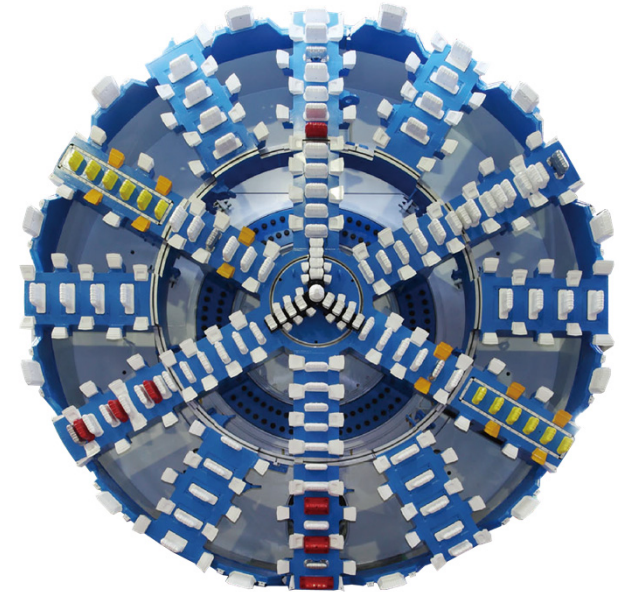
富士化学株式会社



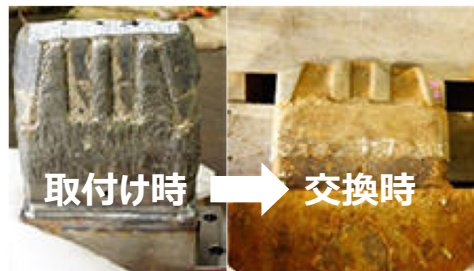
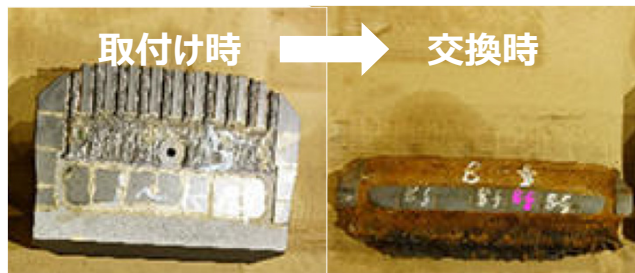
株式会社 精研

1. 開発の背景

- シールド工法は、シールド機により地盤を掘削し、機内後方にてセグメント部材を組み立てながらトンネルを構築する手法であり、都市部を中心に多くの地下インフラ建設で採用されています。
- 近年では、トンネル断面の大型化や形状の多様化、地下インフラの輻輳に伴う建設箇所の大深度化が進み、コスト抑制の手立てとして長距離化・高速化に関する技術開発が推進されています。
- 長距離化・高速化施工では、シールド機前面に取り付けられたカッタービット（土砂を切削する突起）が顕著に摩耗して施工効率の低下を招きます。
- そのため、カッタービット交換をはじめとしたシールド機前面の保守作業を効率的かつ確実にを行うことの重要度が高まっています。



多数のカッタービットを装備したシールド機前面



カッタービットの例
 (「取付け時」と土砂掘削により摩耗した「交換時」)

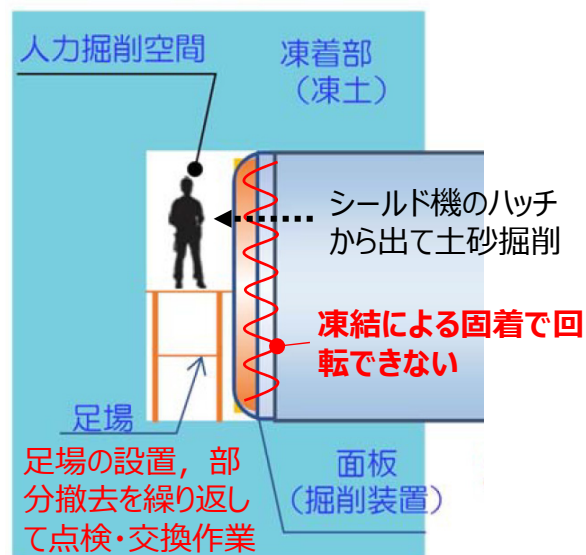
外径	6.51m
本体長さ	12.8m
ビット総数 (うち交換可能数)	343個 (266個)

シールド機諸元の例

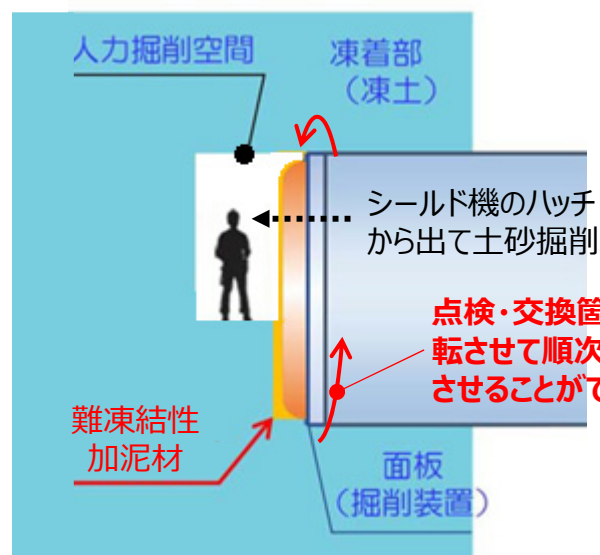
当技術を適用した名古屋中央雨水幹線
 下水道築造工事(その2)(その3)でのシールド機

2. 開発技術の概要

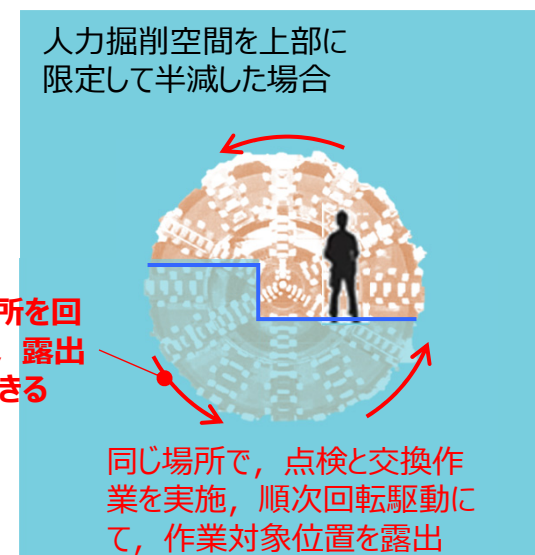
- 保守点検を効率的かつ確実にを行うためには、作業員がシールド機の前面に出て作業にあたる空間を構築する必要があります。
- その際、シールド機周辺の地盤崩壊と地下水流入を防ぐための地盤改良が必要ですが、大深度ではより高い強度と止水性、さらには確実性の確保が求められるため地盤凍結を用いることとなります。
- 地盤凍結を併用した施工では、シールド機前面および周辺域が確実に凍結するのを待ってシールド機の前面を人力掘削しますが、これまで過剰な手間と時間をかけていました。
- その抜本的な改善策として、以下の方法を考案しました。
 - 凍結しにくいように配合した調整材（難凍結性加泥材）をシールド機前面部に地盤凍結前に供給する
 - これにより、地盤凍結完了後もシールド機のカッター部は回転可能な状態を確保できる
 - 点検作業の合理化として、作業空間確保のためのシールド機前面の一部だけを人力掘削して、点検箇所を回転させて順次、露出させる手順を繰り返す



従来法のイメージ（側面視）



開発法のイメージ（側面視および正面視）



3. 開発内容と効果

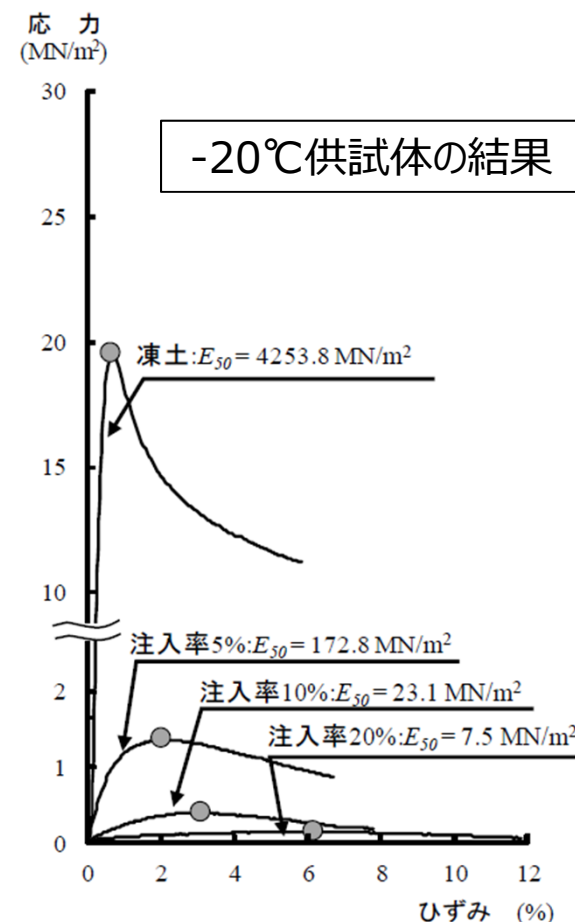
- 室内配合検討を通して、i)-10℃では自立しないレベルの凍結防止を確保できる、ii)-20℃では固結強度としては通常凍土の1/10以下に低減できる配合技術確立しました。
- 以下のような合理化に貢献しました。
 - 作業空間の凍土のはつり範囲の縮減と固結強度の低減により作業効率の向上
→凍土の搬出処理作業全体の短縮, 労力・コスト低減
 - 凍土のはつり作業と点検・交換作業の効率化により全体工程の短縮
→凍結設備の運転期間と利用電力を削減
→凍結域地上部に設置する凍結設備のための道路等の占有期間を縮減



掘削土と加泥材の混合状況



-20℃供試体の強度試験状況



固結体の応力～ひずみ関係

4. 現場適用

名古屋中央雨水幹線下水道築造工事(その2)(その3)でのビット交換作業のために本技術を適用しました。

工事概要： シールド外径 6,510mm, 施工延長 5,007m
土被り 44.5～45.5m, セグメント外径6,350mm・内径5,750mm

主な参考文献：「難凍結性加泥材を利用したシールド工事におけるビット交換の効率化 その1～その3」, 第75回土木学会年次学術講演会, 2020.9
「シールドビット交換の効率化に貢献する難凍結性加泥材混合土砂の諸特性」, 第14回日本材料学会地盤改良シンポジウム, 2020.12