

ダブルスライド工法の開発

戸田建設(株) 土木技術開発室 正会員 ○谷口 徹¹⁾、高橋 潤¹⁾
柳楽 毅¹⁾、元木 実¹⁾
土田克美¹⁾

1. はじめに

大断面非開削トンネル工法の一つであるMMB工法⁽¹⁾は、各トンネル間をいかに合理的に接続するかが重要なポイントである。トンネル間接続方法としては、既に鋼板スライド圧入工法⁽²⁾を開発し、2件の工事に適用してその実用性を確認した。鋼板スライド圧入工法は、トンネル間掘削時の仮山留方法の一つであり、安全性の高い確実な施工方法であるが、鋼板間からの浸水を防ぐために鋼板外側に止水注入が必要となる。しかし、MMB工法を適用する場所は、道路下の地下空間が大半であり、道路幅員の制約により止水注入が適用できない場合がある。このような難条件下においても対応可能な方法として、鋼板スライド圧入工法を改良したダブルスライド工法を開発した。本文では、当社研究所で実施した予備試験の結果について報告する。

2. 本工法の概要

ダブルスライド工法は、図-1に示す通り外面スライド鋼板と内面スライド鋼板を圧入し、その両鋼板間を地盤改良し、止水を兼ねた仮山留めとしたものである。本工法に使用するトンネル鋼殻は、外面スライド鋼板に加え、主桁内側に内面スライド鋼板を圧入可能とする機構を装備している。内面鋼板圧入先端部の鋼殻には、止水パッキン付きの開口部を設け、鋼板圧入に伴う地下水などの流入を防止する構造とした。また、地盤改良はトンネル坑内から噴射攪拌により改良する方法とした。従って、噴射攪拌装置の小型化や、注入孔の配置に工夫を施した。

3. 予備試験

3. 1 試験内容

試験状況は図-2に示すように対象地盤を自然粘性土及び人工埋戻し砂質土地盤とし、ダブルスライド用鋼殻(下半部)を4リング陸組みして実施した。試験施工は、外面スライド圧入→内面スライド圧入→噴射攪拌の順序で実施した。本試験では、鋼板圧入時の反力は鋼殻中柱に取り、各スライド鋼板の圧入は油圧ジャッキとストラット材を使用して行った(写真-1)。鋼板圧入後、噴射攪拌に伴う水及びセメントミルクの噴出を防止するために鋼殻周囲はコンクリートを打設した。噴射攪拌の施工は、次の2点を目的とした。

①狭小な坑内での作業性の確認

②内面鋼板圧入部の止水パッキンの性能(硬質、軟質ゴム)

また、噴射攪拌終了後、外面鋼板を撤去し、改良体の品質を確認した。

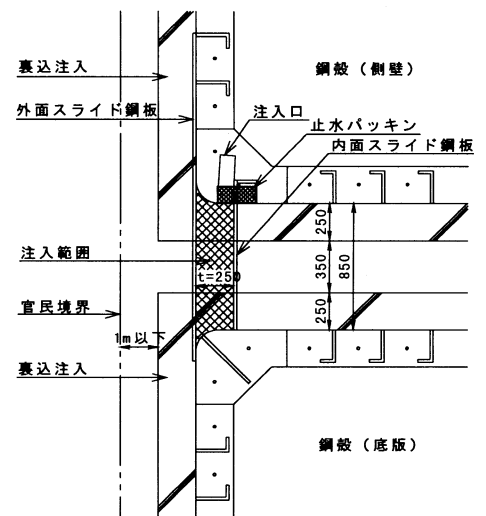


図-1 ダブルスライド工法概要図

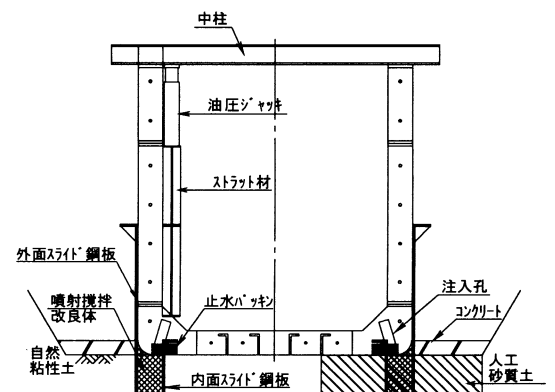


図-2 試験状況図

3. 2 試験結果

本試験の結果をまとめると以下の通りである。

確認項目	確認内容	試験結果
1. 内面スライド 圧入工	・ 圧入力	・ 本試験での最大圧入力は110kN(粘性土： $c=50\text{kN/m}^2$ 砂質土： $N=3$)であった。(図-3参照)
	・ 圧入時間	・ 段取り、ジャッキの盛替え作業を含め、ストローク800mmの圧入に30～40分であった。
	・ 圧入方向精度	・ 掘削後の確認の結果、先端両開先とガイドの採用により方向精度が確保されている。
2. 坑内噴射攪拌工	・ 噴射攪拌装置	・ 注入ロッドを固定するチャック部を油圧式としたが鋼殻との離れが少なく施工性に問題があった。
3. 噴射攪拌改良体	・ 改良範囲	・ 本地盤においての改良範囲は1ロッド当り1.3m～1.5mであった。
	・ 改良体の品質	・ コラムジェット工法で使用する配合のセメントミルクを使用した結果、一軸圧縮強度平均 500N/cm^2 、透水係数 $k=1.5 \times 10^{-8} \text{ cm/sec}$ であった。
4. 内面スライド 先端部の止水性	・ 硬質ゴムパッキン	・ 付着力が大きく挿入できず。
	・ 軟質ゴムパッキン	・ 鋼板圧入時に鋼板と共にパッキンが伸びたことにより若干の漏水が生じた。

3. 3 今後の改善項目

- ①本試験においては、内面スライド鋼板圧入反力を中柱に取ったが、実施工では圧入力が大きくなり、中柱に反力を取ることができないため、鋼殻主桁へのブラケット溶接などの対処をする。
- ②噴射攪拌装置の注入ロッド 固定用チャックは手締め式とし、小型化する。
- ③噴射攪拌改良体のブリーディング抑制対策とし、膨張材を添加するなど充填材の品質性能を高める。
- ④内面スライド 先端部の止水対策として、軟質ゴムパッキンが有効であったが、鋼板圧入時のパッキンの伸びを防止するために、開口部にスリット板を設置する。

4. おわりに

本工法は、MMB工法におけるトンネル接続の新しい試みである。本試験条件では、実際の施工条件と相違している点もいくつかあるが、基本的な設計・施工方法について確認することができた。本試験結果をもとに修正及び改良を加えることにより、実施工へ対応できると考えており、今後とも本工法の実用化に向けて努力したい。

【参考文献】

- (1) 谷口徹 他：MMB（マイクロマルボックス）工法実証施工、土木学会第48回年次学術講演会第VI部門、1993、9
- (2) 元木実 他：鋼板スライド 圧入工法（その1）、土木学会第54回年次学術講演会第VI部門、1999、9

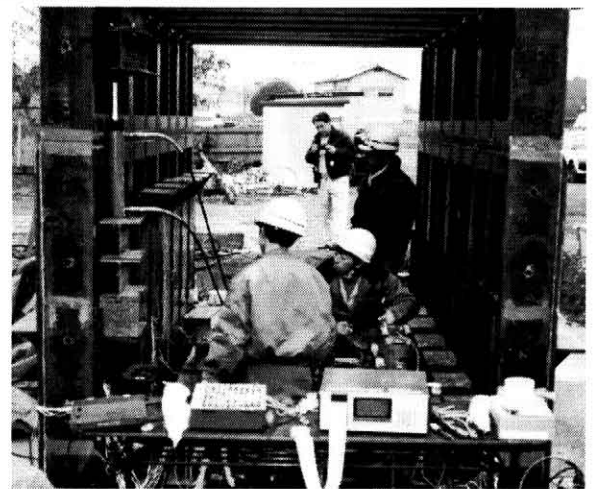


写真-1 内面スライド 圧入状況

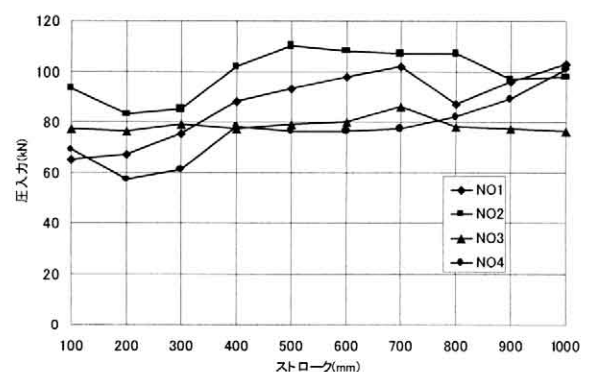


図-3 内面スライド 圧入図（粘性土一例）