

シールド工事における地表面沈下を抑制 —シールド工法における掘進停止時裏込め圧保持システムを開発—

戸田建設(株)(社長:今井雅則)は、日本シビックコンサルタント(株)(社長:小林亨)、(株)タック(社長:瀧川信二)と共同で、シールド掘進停止時の地盤沈下を抑制することを目的として『掘進停止時裏込め圧保持システム』(以下、本システムと記述)を開発しました。



写真-1 シールド機前面



写真-2 シールド機背面

1. 開発の背景

都市部でのトンネル工事では、シールド機(写真-1、2)と呼ばれる円筒状の機械で地中を掘り進んでいくシールド工法が一般的に採用されています。近年、軟弱地盤において小土被りや既設構造物との近接施工を条件としたシールド工法によるトンネル工事が計画されることが多く、地盤沈下や近接構造物への影響を最小限にすることが求められています。

シールド工法では、シールド機後部の余掘り部(図-1)に充填材(裏込め注入材)を注入する工程がありますが、シールド掘進時の注入量と注入圧力の管理が一般的であり、掘進停止時の圧力については着目されていませんでした。しかし、掘進停止時に充填材の圧力が低下した場合、圧密や収縮により余掘り部の体積が減少して地山の緩みが生じるため、掘進停止時の充填材の圧力低下は、地盤沈下の発生要因の1つになっていました(図-2, 3)。

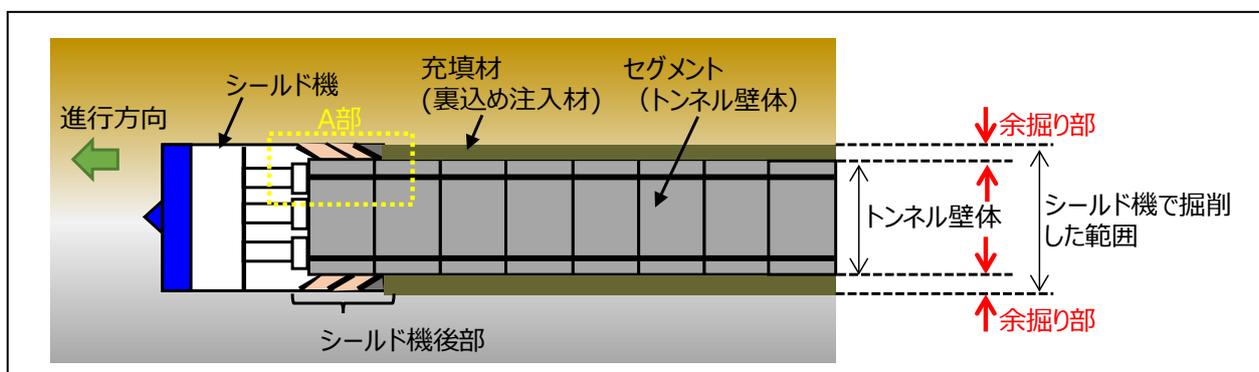


図-1 シールドトンネル断面図

2. 本システムの特徴

本システムは、掘進停止時の裏込め注入材の圧力を保持することで、地山の緩みを抑制する技術です。本システムの概要は以下のとおりです。

- ◇加圧保持装置と複数の同時裏込め注入管から構成されています（図-4）。
- ◇シールド掘進停止時に行う同時裏込め注入管の洗浄の際にも、注入管が複数あり、注入と洗浄の管を入れ替えながら行えるため、連続した裏込め注入材の注入が可能となります。
- ◇余掘り部の裏込め注入材の圧力を、自動注入により適正な範囲内で調整します。
- ◇既に注入された余掘り部の裏込め注入材は追加注入により加圧保持されます（図-4, 5）。

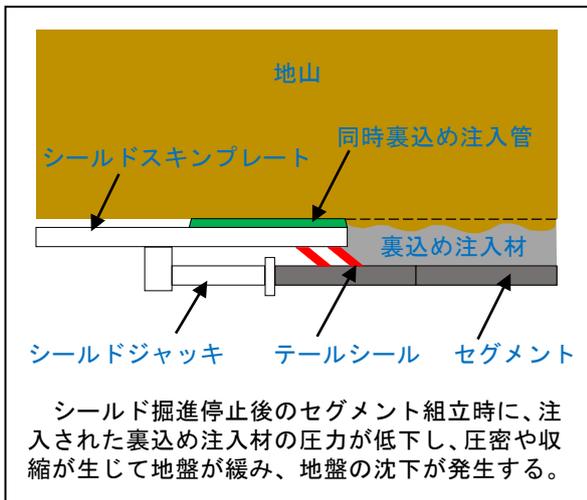


図-2 従来の裏込め注入（図-1 A部拡大）

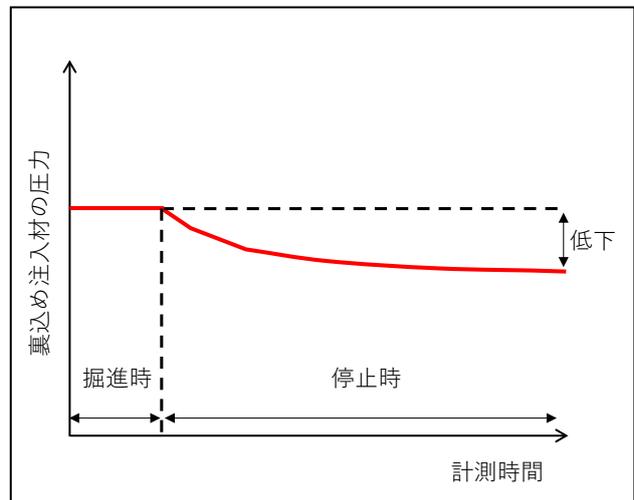


図-3 従来の裏込め圧低下のイメージ

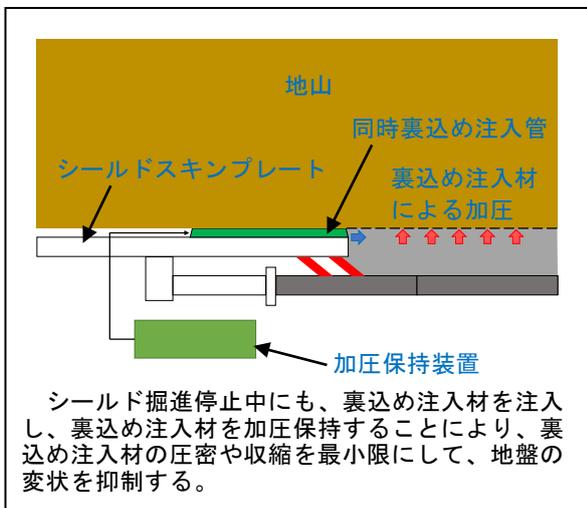


図-4 裏込め圧保持システム（図-1 A部拡大）

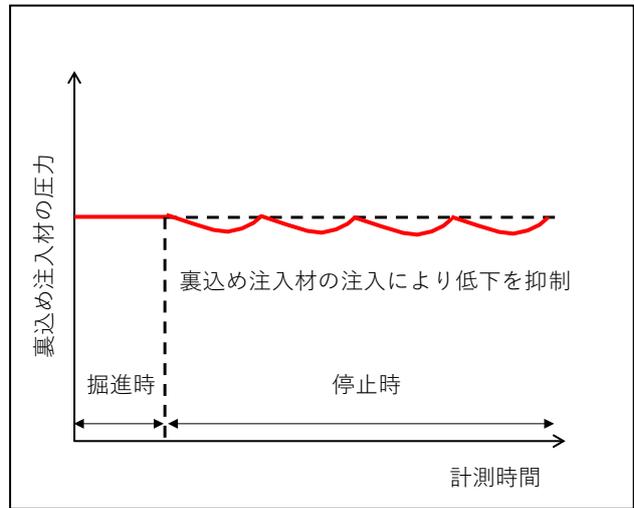


図-5 本システムによる裏込め圧保持のイメージ

また、本システムを使用することで、以下の効果が期待できます。

- ◇シールドの掘進停止時に裏込め圧の低下を防止することで、裏込め注入材が十分な強度を発現するまで裏込め層が保持されます。
- ◇地盤の変状や周辺構造物への影響を最小限にできます。
実証実験では、掘進停止時の地表面の沈下量について、砂質土の地盤においては約 16%（本システムを使用しない場合は 10mm 程度沈下したところ、本システム使用により 8.4mm に抑えられた）、粘性土では約 82%（同 1.8mm）の低減効果を確認しました。
- ◇近接した併設トンネル施工においては、後行トンネルの裏込め圧を保持することで、地盤の緩みが抑制されるため、先行トンネルへの影響が少なくなります。

3. シールドトンネル現場での実証施工

本システムの有効性を検証するために、当社施工のシールドトンネル現場において実証施工を行いました（図-6）。

【実証施工概要】	
シールド外径 : $\phi 3320\text{mm}$	土被り : 8.3~11.3m
対象地盤 : 埋土、砂礫土、砂質土	裏込め注入 : 同時裏込め注入
計測機器 : 層別沈下計、地表面沈下計 各 4 箇所	注入圧 70~90kPa

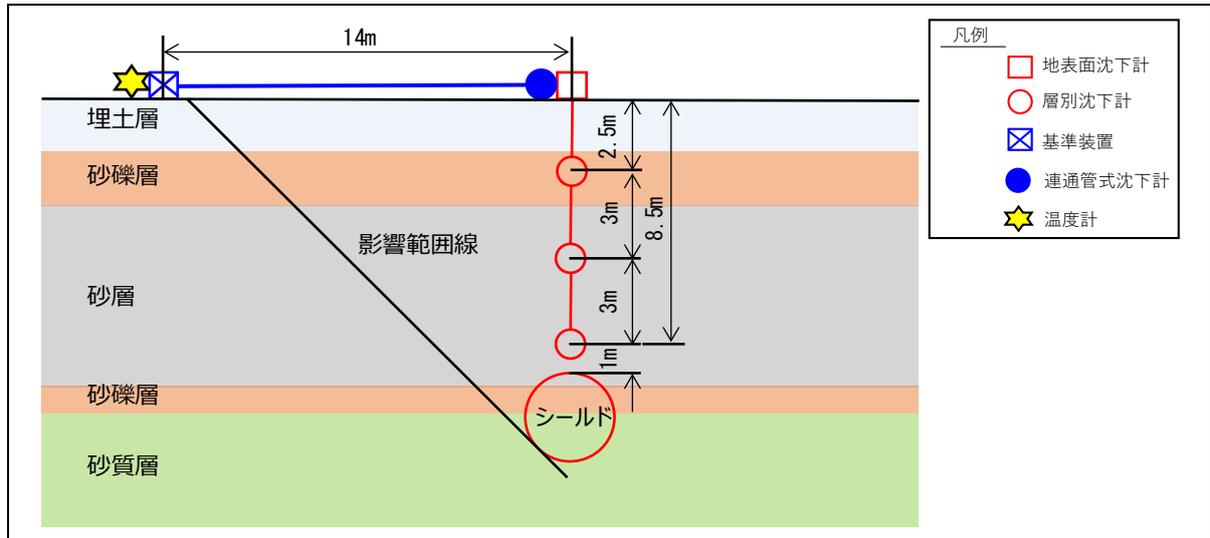


図-6 計測位置断面図

実証施工の結果、本システムを使用して設定圧を裏込め注入圧~裏込め注入圧+20kPa の範囲で保持することで、掘進停止時の地表面の沈下量が 3.3mm から 1.1mm と 1/3 に低減され、本システムの有効性が確認されました。

4. 今後の展開

当社は、本システムを他シールドトンネル現場へ展開し、工事における周辺環境への影響にこれまで以上に配慮したシールド施工を提供していきます。