

充填式シールド急曲線工法の開発

(財)下水道新技術推進機構 正会員 田中 孝
(財)下水道新技術推進機構 本重 信宏
西松建設(株) 正会員 渡邊 徹
西松建設(株) 正会員 小林 正典

1. はじめに

市街地においてシールド工法により地山の自立性が乏しい急曲線区間を施工する場合、余掘り部の緩みを防止するため、一般的には路上より薬液注入などの補助工法が採用されている。しかし、近年は地上における施工スペースの確保が難しく、また施工にあたっては作業帯が交通障害となり、夜間作業では騒音などが懸念されるため、路上作業となる補助工法に対して周辺住民の理解を得ることが困難となっている。一方、シールド機内から薬液注入を行う場合には、注入時にシールドの掘進を停止する必要があるなど施工効率が悪い、工期の延長、工費の増大という問題が発生する。

これらの問題を解決する施工法として、シールド急曲線区間の余掘り部とテールボイド部に充填材を注入することによって地山の緩みや沈下を防止し、袋付きセグメントでシールド推進反力を確保する「充填式シールド急曲線工法」を開発し、3件の実施工を行った。本工法は、シールド機内およびトンネル坑内からの作業となるため路上作業を省略することができ、掘進と同時に施工を行うため工期に与える影響も少ない。なお、本工法は財団法人下水道新技術推進機構と西松建設(株)が共同研究で(平成 10、11 年度)開発したものである。本報告では、充填式シールド急曲線工法の概要について述べる。

2. 工法の概要

本工法は、シールド急曲線区間の余掘り部およびテールボイド部に注入する充填材によって地山の緩みや沈下を防止し、袋付きセグメントで推進反力を確保する工法である。したがって、自立性に乏しい土質を対象とし、シールド推力に対する地盤反力の確保できる地山に適用可能な工法である。また、本工法はシールド機内からの作業であるため、地上からの地盤改良作業が困難な場合において特に有効である。

(1) 施工手順

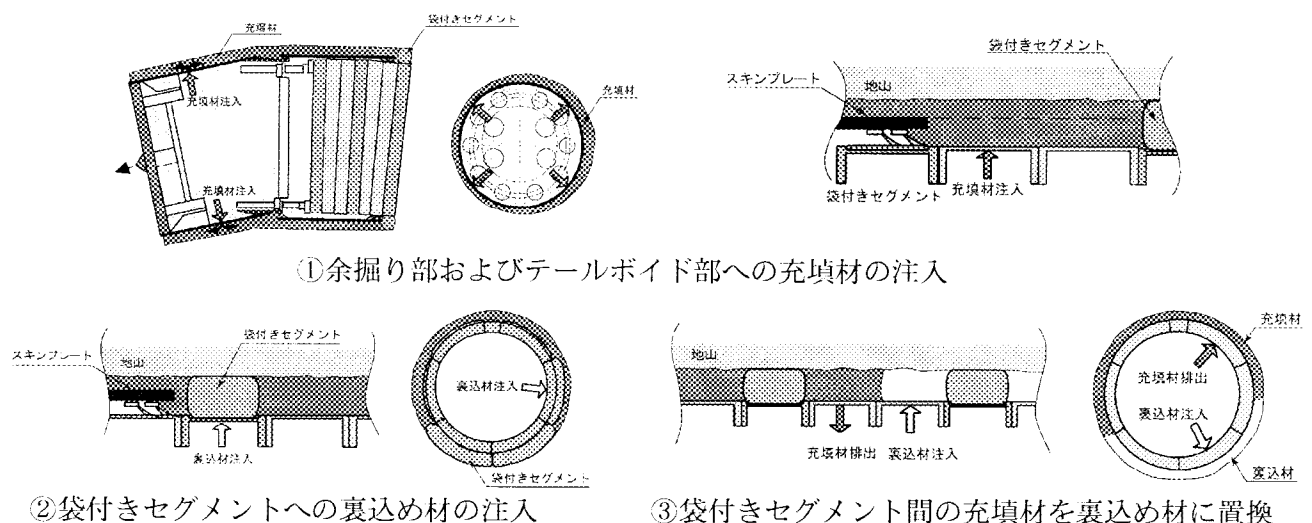


図-1 充填式シールド急曲線工法の施工概要

キーワード：シールドトンネル、急曲線、補助工法、充填材、袋付きセグメント

連絡先：〒171-0021 東京都豊島区西池袋 1-22-8 TEL(03)5951-1331 FAX(03)5951-1333

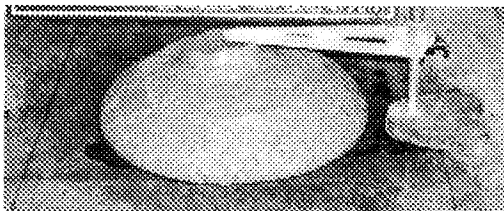
本工法の施工手順を以下に示す（図－１参照）。

- ①余掘り部およびテールボイド部への充填材の注入：急曲線区間の余掘り部への充填材の注入は、掘進と同時にシールド機内から行い、テールボイド部への充填材の注入は、セグメント注入孔から行う。
- ②袋付きセグメントへの裏込め材の注入：推進反力を地山へ伝達させるために、袋付きセグメントを使用する。注入袋へは凝固時間の短い裏込め材を袋付きセグメントがテールを抜けた時点で注入する。
- ③袋付きセグメント間の充填材を裏込め材に置換：充填材は硬化しないため、長期的な地山の安定を図るために袋付きセグメント間にある充填材を裏込め材と置換する。

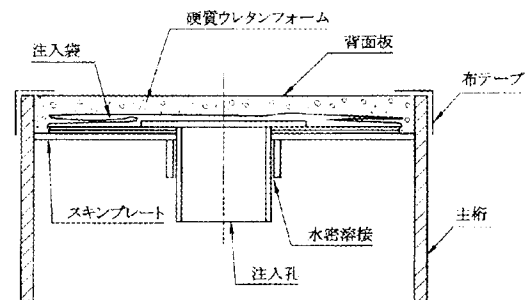
（２）充填材

本工法における充填材の機能は、急曲線区間の余掘り部の地山の緩みを防止すること、砂礫層では礫の肌落ち（落下）を防止すること、シールド機の推進に支障とならないこと、裏込め材の注入に伴いトンネル坑内に排出しやすく置換性がよいことであり、これらの機能を満足するために必要な充填材の特性は以下のとおりである。

- ①シールド機の推進に伴う余掘り部およびテールボイドに確実に充填できるように、また、裏込め材との置換では坑内への排出が容易な流動性を有すること。
- ②礫の肌落ちを防止するように、充填材は適当なせん断強さを有すること。
- ③シールド機の推進に影響を与えないように、充填材は硬化しないこと。
- ④地下水等で希釈されないこと。
- ⑤適当な比重を有すること（比重が高ければ山留め効果が上がるが、ポンプ負荷は逆に増大する。また、裏込め材との置換にあたっては、充填材は裏込め材より低比重が望ましい）。



写真－１ 充填材



図－２ 袋付きセグメントの構成

（３）袋付きセグメント

袋付きセグメント（図－２参照）は、セグメント背面に注入袋を装着したものであり、シールド機テールを離脱後、注入袋に凝固時間の短い裏込め材を充填することにより、以下の項目を可能とする。

- ①セグメントを素早く地山に固定させ、ジャッキ推力の反力を得ることができる。
- ②地山の肌落ちおよび緩みによる地盤沈下を防止するために、余掘り部を速やかに裏込め材で充填する必要があるが、大きな余掘り部に対しても裏込め材が切羽に回り込む恐れがない。

３．おわりに

充填式シールド急曲線工法は、急曲線施工における路上作業を伴わない地山の緩み防止工として、周辺環境はもちろん日進量に影響を与えないことを目標に開発された工法である。今後は本工法のより合理的な設計・施工法を確立するために、施工実績を増やし、データを蓄積していく必要がある。