

## 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の開発 その1

## — システムの概要 —

|                   |            |
|-------------------|------------|
| 日本シビックコンサルタント株式会社 | 加島 豊       |
| 日本シビックコンサルタント株式会社 | 正会員 ○近藤 紀夫 |
| 戸田建設株式会社          | 正会員 小林 修   |
| 株式会社タック           | 平原 直樹      |

## 1. はじめに

近年、軟弱地盤で小土被りや近接施工のシールドトンネルが計画されることが多く、地盤の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る。これまでのテールボイドへの裏込め注入工は、掘進停止時に注入した裏込め注入材（以下、裏込め材と記述）の圧力が低下し、それに伴う地盤の沈下は避けられなかった。今回開発したシステムは、複数の同時裏込め注入管を装備したシールドの掘進停止中において、加圧保持装置を駆動し、裏込め材あるいはその主材（A液）を注入することで既に注入された裏込め材を加圧保持して、掘進停止時の沈下を抑制するものである。

本稿では、システムの概要とその有効性を確認するための実証実験を実施したので、概要を報告する。

## 2. システムの概要

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）を使用することで、以下の効果が得られる。

- ①裏込め注入後の沈下を抑制することができる。
- ②裏込め材の品質が確保でき、強度の発現も確実になる。

図-1に本システムの概念図を、図-2に本システムの作業フローを示す。本システムは、一対の甲乙同時裏込め注入ラインから構成される。

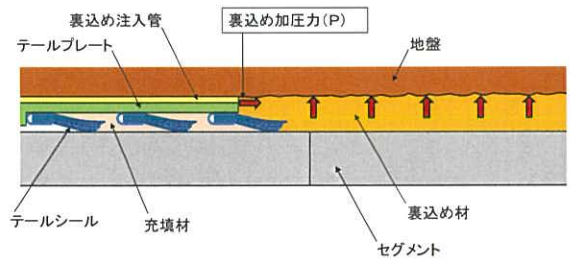


図-1 本システムの概念図

- ・掘進①と同時に、甲ラインで裏込め注入①が行われる。
- ・セグメント組立①の時、甲ラインから主材によりテールボイドに注入された裏込め材加圧①を行い、それと同時に乙ラインはセグメント組立①が終わるまでに洗浄①を終える。
- ・掘進②では、乙ラインにおいて裏込め注入②を行い、甲ラインはその次の掘進③が始まるまでに洗浄②を終える。そして、セグメント組立②の時、乙ラインで裏込め材加圧②を行う。
- ・掘進③では、掘進①と同様に甲ラインにより裏込め注入③を行い、乙ラインでは次の掘進が行われるまで洗浄を行う。

裏込め注入圧を計測しながらこの手順を繰り返すことにより、裏込め注入された裏込め材を常に一定の圧力以上に保持・加圧することが可能となる。

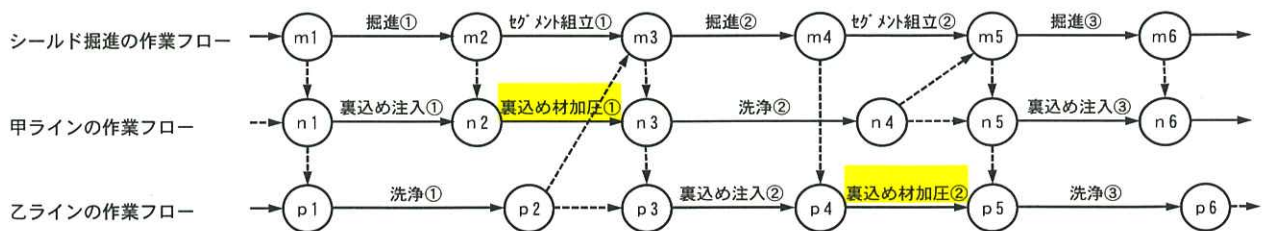


図-2 本システムの作業フロー

キーワード：シールド、軟弱地盤、小土被り、裏込め注入材、圧力保持、沈下抑制

連絡先 日本シビックコンサルタント(株) 東京都荒川区西日暮里2-26-2 TEL03-5604-7500 FAX03-5604-7555



### 3. システムの有効性を確認するための実証実験

#### 3-1 実験の目的

本システムの有効性を確認するために、シールドテール部と地盤を模擬した実験装置を製作し、砂質土と粘性土の模擬地盤において、掘進時のシールド機からの同時裏込め注入と掘進停止状態を再現した。

実験ケースは、本システムの使用なし、ありの2ケースで、模擬地盤内に設置した沈下板の変位と実験装置内の裏込め注入圧などを計測し、実験結果を比較することで、本システムの有効性を確認することとした。図-3、4にシステムなし、ありの沈下概念図を示す。

#### 3-2 実験概要

##### (1)実験装置

写真-1 に実験装置全景、図-5 に実験装置全体図を示す。寸法 800mm×800mm×1650mm で、側面片側にアクリル板を設置し、実際の裏込め注入状況が目視できる実験土槽を製作した。ジャッキでシールドテール部に相当するスキンプレーートを850mm 引き抜き、テール部から同時注入が実施できる機構とした。スキンプレーートから200mmの高さに100mm×100mmの沈下板を2か所設置し、地盤内の変位を計測した。試験装置に3か所、裏込め注入管近傍に1か所の計4か所に圧力計を設置し、装置内、裏込め層内の圧力を計測できるようにした。

##### (2)実験用模擬土

砂質土用模擬土として、粒径が0.15～5mm程度の砂・礫分を含むコンクリート用細砂を使用した。粘性土用模擬土として、硬化しないシールド用可塑状充填材（クレーションック）を使用した。表-1、2に各物性値を示す。

##### (3)裏込め材

表-3に裏込め材の配合を示す。

#### 3-3 実験手順

表-4～6に実験ケースと各実験条件を示す。試験装置内の湿潤土に空気圧0.05MPaを加圧して実験を行った。850mmのストロークのうち、0～450mmの区間を本システム使用なし、450～850mmの区間を本システムの使用ありの条件とした。各区間掘進後、沈下板の変位が安定するまで掘進停止期間を設け、掘進中、掘進停止後の沈下板の変位、各種圧力を計測した。

#### 4. おわりに

軟弱地盤でシールド工法により小土被りや近接施工をする場合に、地盤沈下を抑制し、地表面や近接構造物への影響を低減するため、掘進停止中に裏込め材を加圧保持する新たなシステムを開発し、その有効性を確認した。本実験結果は『その2』で報告する。

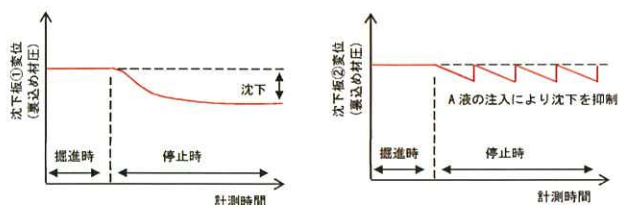


図-3 システムなし沈下概念図 図-4 システムあり沈下概念図



写真-1 実験装置全景

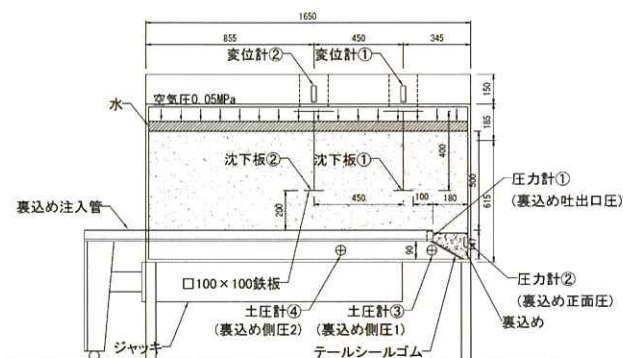


図-5 実験装置全体図

表-1 砂質土の物性値

|        |                       |
|--------|-----------------------|
| 単位体積重量 | 21.0kN/m <sup>3</sup> |
| 含水比    | 25.4%                 |
| コーン指数  | 150kN/m <sup>2</sup>  |
| 推定N値   | コーン指数からの推定で2程度        |

表-2 粘性土の物性値

|        |                       |
|--------|-----------------------|
| 単位体積重量 | 13.2kN/m <sup>3</sup> |
| 含水比    | 164%                  |
| 粘着力    | 2.0kPa                |
| 一軸圧縮強度 | 4.0kPa                |
| 推定N値   | 0.3                   |

表-3 裏込め材の配合

| 材料名                | A液(945L) |       |        |        |      |      | B液(55L) |
|--------------------|----------|-------|--------|--------|------|------|---------|
|                    | 硬化材      | 助材    | 起泡剤    | 安定剤    | 水    | 空気   | 塑強調整剤   |
| 品名                 | タックメント   | TAC-α | TAC-2号 | TAC-Re | 清水   | —    | TAC-3G  |
| 真比重                | 3.15     | 2.60  | 1.00   | 1.27   | 1.00 | —    | 1.37    |
| 1m <sup>3</sup> 当り | 250kg    | 30kg  | 0.5kg  | 2.5kg  | 710L | 142L | 55L     |

一軸圧縮強度： $\sigma_{1H} = 0.05\text{N/mm}^2$

A液比重：1.05

一軸圧縮強度： $\sigma_{28} = 2.00\text{N/mm}^2$

ゲルタイム：15秒以内

表-4 実験ケース

|          | ストローク     | 砂質土  | 粘性土  |
|----------|-----------|------|------|
| ①本システムなし | 0～450mm   | ケース1 | ケース3 |
| ②本システムあり | 450～850mm | ケース2 | ケース4 |

表-5 実験条件（砂質土）

| ケース | 装置内圧力   | ジャッキ速度   | 注入量(100%) | 注入速度      | 注入圧     |
|-----|---------|----------|-----------|-----------|---------|
| 1   | 0.05MPa | 50mm/min | 37.4L     | 4.16L/min | 0.06MPa |
| 2   | 0.05MPa | 50mm/min | 33.3L     | 4.16L/min | 0.06MPa |

表-6 実験条件（粘性土）

| ケース | 装置内圧力   | ジャッキ速度   | 注入量(110%) | 注入速度       | 注入圧     |
|-----|---------|----------|-----------|------------|---------|
| 3   | 0.06MPa | 50mm/min | 41.22     | 4.582L/min | 0.07MPa |
| 4   | 0.06MPa | 50mm/min | 36.62     | 4.582L/min | 0.07MPa |