

解説

# 注入技術

## 推進工事に適した滑材兼用裏込め材「スローアクト」

ど い たかし  
土井 隆

三協マテリアル(株)  
代表取締役社長



い い の ますひこ  
飯野 益彦

三協マテリアル(株)



### 1 はじめに

推進工法は、種々の技術開発によって、1km以上の長距離施工や交差部を直角に曲がるような急曲線施工まで可能になっている。また、分割管の開発によりφ3,000mm以上の大口径管施工にも推進工法が適用されている。しかしながら、このような大口径管推進工法で良好な施工を行うためには、従来の中小径管工法に比べて、推進施工中の推進管外周面での抵抗や地山の変状をより効果的に抑制する必要がある。

言い換えれば、口径の拡大に比例して推進管周辺部の余掘り部（管周ボイド）の容積が大きくなり必然的に地山崩落による地表面沈下、陥没の危険性が高くなると考える。このような問題に対処するため、推進工事進行に併行して裏込注入を行うことで時系列の地山の変状を抑制し、工事終了後も安定した地山の保持を可能にする充填材が望まれる。

以上の観点から、私たちは大中口径

の推進工法に適した充填材を「管周ボイドに注入直後から固結し、なお推進圧を減じる滑材機能を持つ裏込め材」と定義し開発に取り組んだ。

### 2 開発

開発に当たっては、既存材料の特長の把握、文献の調査に加えて、ユーザのご意見、ご要望をもとに滑材兼用裏込め材としての必要性能を下記5項目に集約した。

#### 2.1 必要性能

- ①管周ボイド内を密充填するための充填性があること
- ②管周ボイドの容積を保持するため地盤への浸透を抑制すること
- ③地山荷重などの土被り圧に対して十分な強度を有すること
- ④地下水中などに溶出がなく長期的に安定した容積、強度を保持すること
- ⑤推進力低減のための滑材機能を有すること

#### 2.2 材料のタイプの選定

次にこれらの必要性能を満たす材料のタイプの選定をした。

- ①材料のタイプは注入直後から固化体となる二液混合タイプとする
- ②原材料には、A材はシールド工法などに使用されている珪酸塩水溶液を、B材は滑材としての機能が期待されるフライアッシュをベースにしたセメント系の粉体を用いる
- ③その他の添加材も環境に配慮した安全で経済性の高いものを使用する

#### 2.3 試験法および試験目標値の設定

試験は可塑性滑材の性能評価に使われている試験法に準拠して行った。また、2.1で定めた必要性能を評価するための数値基準を目標値として設定した。目標値はユーザのご意見や弊社の実績および予備試験などのデータをもとに独自に定めた。

表-1 目標値

| 必要性能 |             | 試験方法     | 目標値                   |
|------|-------------|----------|-----------------------|
| ①    | 管周ボイドへの充填性  | ゲルタイム測定  | 20～40秒                |
| ②    | 管周ボイド容積の保持性 | 容積変化率測定  | 変化率5%以下               |
| ③    | 土被り圧に抗する強度  | 一軸圧縮強度測定 | 1N/mm <sup>2</sup> 程度 |
| ④    | 脱水による容積変化   | 浸透試験     | 浸透量が極小                |
| ⑤    | 推進力の低減機能    | 摩擦係数測定   | 0.4程度                 |

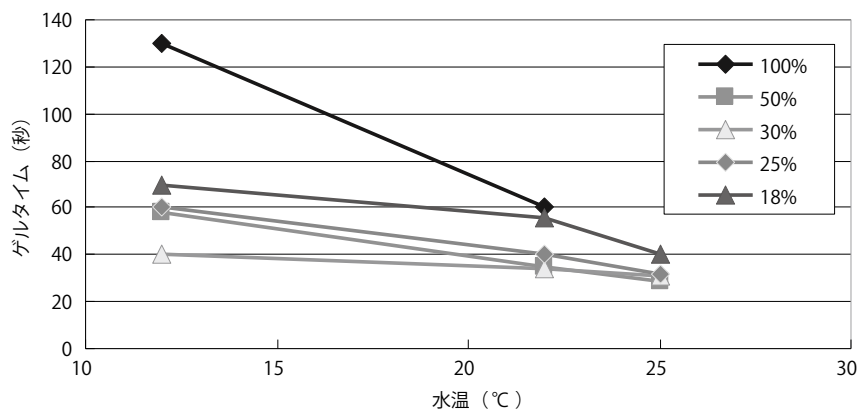


図-1 水温によるゲルタイムの変化

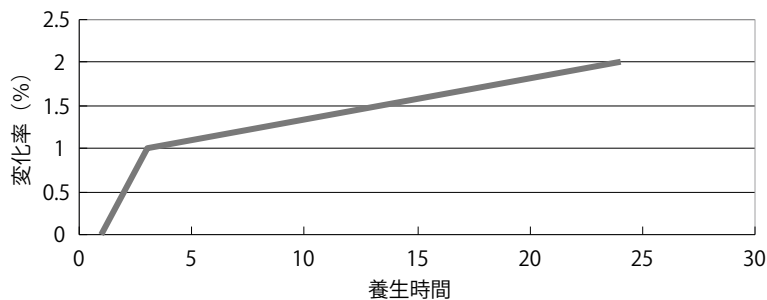


表-2 容積変化

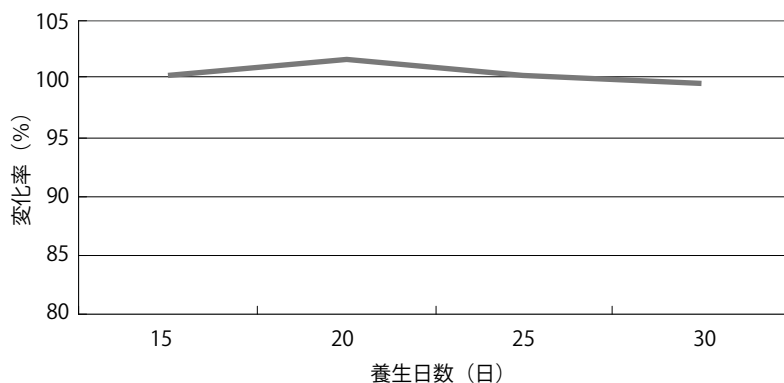


図-3 容積変化率

## 2.4 目標値 (表-1)

### 3 各種試験

#### 3.1 管周ボイドへの充填性の検証

実施工において工事の質を決めるのに重要な要素である管周ボイドへの充填性能は、一般的にはゲルタイムが目安とされている。従って先ずゲルタイムの測定を実施した。

ゲルタイムはA材の珪酸塩の種類・濃度、水温、B材の配合内容などで大きく変動するが、ユーザのアドバイスと文献をもとに設定した目標値の20～40秒を満足するA材、B材の原料配合を標準試作品とした(図-1)。

※以下の試験には、このゲルタイム試験で決定した標準試作品を使用した。

#### 3.2 管周ボイド部の容積の保持の検証

φ5cm×10cmのモールド管で固化したサンプルを水中で1日～1ヶ月養生し容積変化を確認した。

サンプルは20～40秒で低強度の固化体であるため、水中に浸漬した直後から原型を保った状態で型崩れもなく、測定の結果容積の変化もほとんどなかった(図-2、3)。

#### 3.3 地山荷重の土被り圧に対して十分な強度を有することの検証

##### (1) 強度試験

φ5cm×10cmのモールド管で作成した材齢7日、28日、56日のサンプルの一軸圧縮強度を測定した。

結果は1Nmm<sup>2</sup>程度以上であり目標値をクリアした(図-4)。

##### (2) 浸透試験

余掘りのような空隙に充填する材料の性能を確認するには強度のほか、強度の発現時期、地山への浸透性を検証することが必要である。従って、余掘りの地山保持機能について評価するために、土被り圧が作用した場合の地盤への浸透性および脱水による容積変化量