

可塑性裏込め注入材の長距離圧送実験

J R東日本 正 新堀敏彦 正 松田芳範  
 住友大阪セメント 正 面高安志 川上明大  
 エステック 北村哲也

1. はじめに

トンネル変状の対策工として覆工背面の裏込め注入が有効であるが、長距離トンネルの施工の場合、中継ポンプの設置やミキサー車等による注入材の運搬が必要となる。しかし、中継ポンプの設置が困難な場合や、車両での運搬に時間がかかり施工時間の確保が困難な場合がある。今回、2液性の可塑性裏込め注入材<sup>1)2)</sup>（以下、注入材）の材料・配合を見直し、A液、B液の流動性を改善し、実機プラントでの1000m圧送実験を行った。以下報告する。

2. 実験概要

(1) 実験条件

実験概要を図-1に示す。また、代表的な実験条件は下記である。

ミキサー... A液、B液は1m<sup>3</sup>練りバッチミキサーでそれぞれ作製、1000m圧送後、スタティックミキサーで両液を混合し注入材を作製。

ポンプ ... グラウトポンプ（鉦研工業社製 MG-15）  
 圧送能力 4.0MPa

ホース ... 3.0MPa 耐圧ゴム製  
 ホース長 25m、内径 1.5 インチ（約 37.5mm）  
 50m毎にホースを折り返し配置

流量 ... A液 50 L /分、B液 100 L /分

圧力計 ... 0m（ポンプ）、200m、400m、600m、800m、  
 1000m（スタティックミキサー手前）に設置

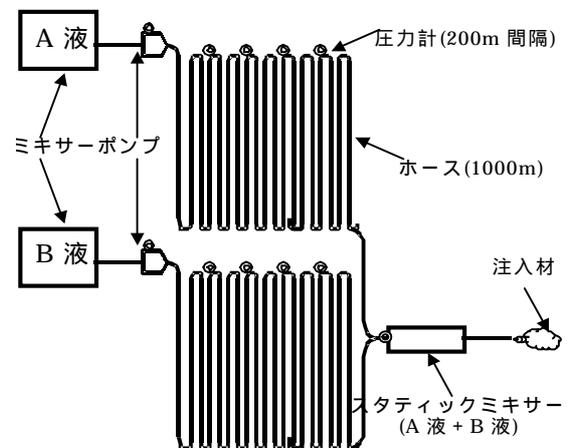


図 - 1 実験概要図

(2) 使用材料および配合

注入材の配合を表-1に示す。本材料は2液性の可塑性注入材であり、従来から粘土鉱物を原料とした可塑性材を使用しているが、今回、長距離圧送性の向上のため、可塑性材の粘土鉱物の成分見直しと混和剤ならびに分散剤を添加することにより流動性を向上させた。なお、注入材は環告46号による溶出試験を実施し、重金属類の溶出が無いことを確認している。

表 - 1 配合

A液 (kg/m <sup>3</sup> )			B液 (kg/m <sup>3</sup> )			密度 (g/cm <sup>3</sup> )
固化材 (セメント系)	水	混和剤	可塑性材 (粘土系)	水	分散剤	
400	200	1.2 ~ 2.0	89	633	0.89	1.32

表 - 2 品質管理試験例

	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	フロー値 80 x H80 (mm)	粘度 (dPas)	温度 ( )	強度 (N/mm <sup>2</sup> )
A液	1.78	455	0.6 ~ 1.0	26.9	-
B液	1.07	530	0.3 ~ 0.6	23.0	-
注入材	1.30	88	-	31.7	2.31

キーワード：裏込め注入、トンネル、長距離、圧送、可塑性

連絡先：〒274-8601 千葉県船橋市豊富町 585 TEL 047-457-0186 FAX 047-457-7871

### 3. 実験結果

A液、B液および注入材の品質管理試験例を表-2に示す。粘度の測定はリオン社製ビスコテスターVT-04を使用した。

図-2は圧力計測結果である。ポンプ地点(0m)の最大圧力がA液1.5MPa、B液1.2MPaであり、耐圧3.0MPaのポンプならびにホースで余裕をもって圧送可能であることを確認した。また、スタティックミキサー以降の圧力損失は0.4MPaであった。

### 4. 圧力損失計算と実測値

管の圧力損失  $P$  は下式で計算した。なお、本実験ではホースの折返しによる圧力損失は無視している。

$$P = (L/d)(v^2/2g)$$

$L$  : 管の長さ (m)

$d$  : 管の直径 (m)

$v$  : 流速 (m/s)

$g$  : 重力加速度 = 9.8 (m/s<sup>2</sup>)

: 流体の密度 (kg/m<sup>3</sup>)

: 管摩擦係数

図-3はA液の圧力損失について計算値と実測値(7ケース)の関係である。A液の粘度を0.7dPasで計算すると実測値とほぼ一致している。また、この程度の粘度の場合、管長600m、1000m、流量50L/分、75L/分と条件を変更しても計算値と実測値はほぼ一致することを確認している。

図-4はB液の場合であるが、粘度を0.3dPasで計算すると実測値とほぼ一致する。

実験と同条件で圧力損失計算を行うと、2000m圧送でA液は約2.45MPa、B液約2.1MPaとなり、スタティックミキサー以降の圧力損失を考慮しても最大2000m程度圧送可能なことがわかる。

### 5. まとめ

実機プラントによる注入材の1000m圧送実験を実施した結果、A液、B液の最大圧力は1.5MPaであり、耐圧3.0MPaのプラントを用いれば余裕をもって圧送可能であることを確認した。また、圧力損失の計算値と実験の実測値には相関があり、2000m程度の圧送が可能であると考えられる。

### 参考文献

- 1) 土木施工 41 巻 1 号, 可塑性裏込め注入材(JETMS)の開発と施工, pp49~53, 山海堂, 2000.1
- 2) 面高他: 可塑性裏込め注入材による橋脚基礎洗掘部への水中充填施工について, -215, 第56回年次講演会

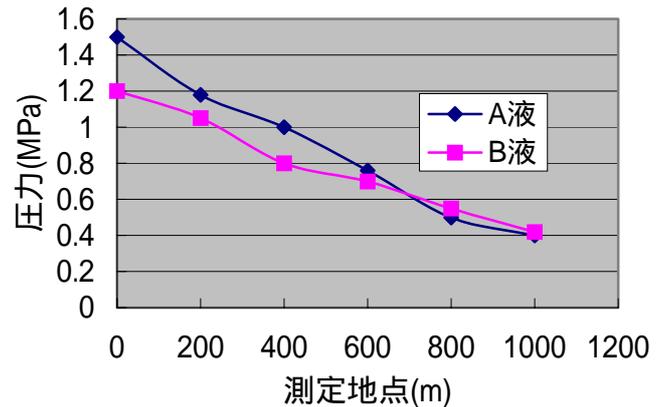


図-2 圧力計測結果

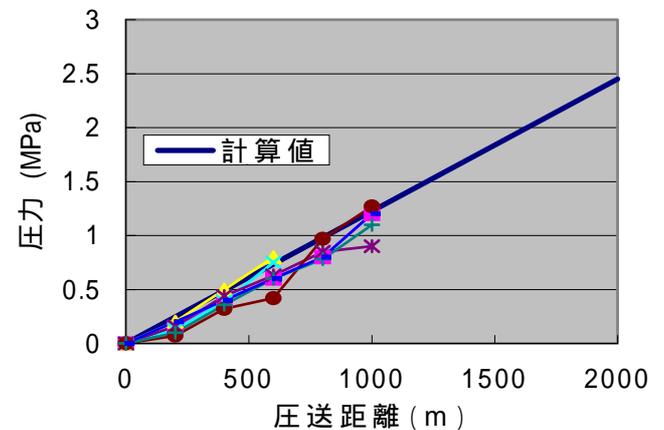


図-3 A液の圧力損失

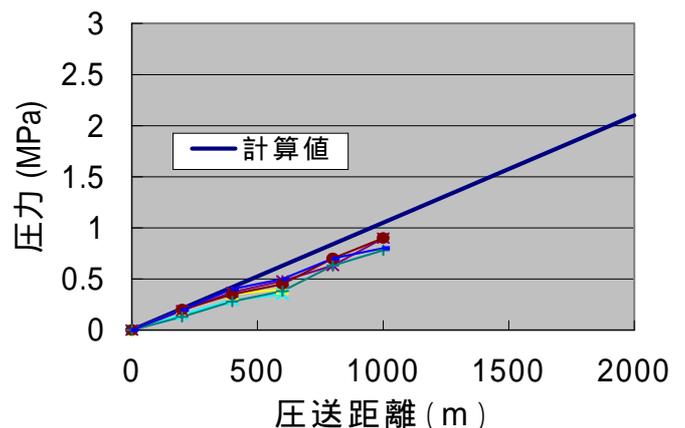


図-4 B液の圧力損失