

超遅延型安定剤を用いた裏込め注入材料の施工 —学園豊崎間管路新設工事(第2工区)—

住友大阪セメント	正 上原 伸郎
関西電力	井ノ口弘恭
関西電力	正 名出 麦生
鹿島・三井・青木・清水・戸田 JV	正 山本 享
鹿島建設	正 五十嵐寛昌

1. はじめに

『学園豊崎間管路新設工事』では、全長を4工区に分割し、泥水加圧式によるシールド工事を鋭意進めている。特に、第2・第3工区ではそれぞれ5.0km、6.5kmとかつてない長距離施工となるため、極めて高度な技術が要求される工事となっている¹⁾。

本稿では、第2工区で実施されている長距離・高速施工仕様シールド工事に採用された、裏込め注入材料の開発経緯ならびに本施工での施工・品質について報告する。

2. 工事概要

2. 1 全体工事概要

工 事 名：学園豊崎間管路新設工事(第2工区)

企 業 者：関西電力株式会社 中央送変電建設事務所

施 工 者：鹿島・三井・青木・清水・戸田共同企業体

工 期：1996.11.21～2002.3.25

工事場所：大阪市淀川区三国本町2丁目～吹田市江坂町4丁目

工事内容：シールドマシン外径 - $\phi 5,750\text{mm}$ 、セグメント内径 - $\phi 5,000\text{mm}$ (二次覆工省略)

掘進延長 - 5,031m、最小曲率半径 - $R=60\text{m}$ 、最大縦断勾配 - 下り 4.9%、上り 3.5%

2. 2 日進量等の設定値

工期の設定から急曲線を除いた本掘進約4,730mを15ヶ月で施工する必要があるため、全ての計画において高速施工の考え方を導入する必要があった。以下に計画段階における日進量等の設定値を示す。

計画月進量： $4,730\text{m}(\text{直線本掘進}) \div 15 \text{ヶ月} = 315\text{m/月}$

計画日進量： $315\text{m/月} \div 30 \text{日} \div 0.6(\text{稼働率}) = 18\text{m/日}$ $18\text{m/日} \div 1.2\text{m/Ring} = 15\text{Ring/日}$

3. 裏込め注入

3. 1 裏込め注入材料の要求性能

長距離対応型の裏込め注入材料には次の性能が必要であると考えられる。すなわち、圧力損失を低減するために、セメントーベントナイト懸濁液(以下A液)が低粘性であること。また洗浄頻度や材料ロスを低減するために、A液が配管内で固結化することなく、なおかつ急結材(以下B液)と混合後は所期の性能を有することである。品質管理基準値および裏込め注入材料の開発時に設定したその他の目標物性値を表-1に示す。

表-1 品質管理基準値および開発時の目標物性値

品質管理基準値				開発時目標物性値(7日経過後の性状)			
ゲルタイム (秒)	一軸圧縮強度(N/mm^2)			粘度 ($\text{Pa}\cdot\text{s}$)	Pロート 流下時間 (秒)	ブリーディング (%)	A液の 可使時間
	1日	7日	28日				
15以下	0.3	1.0	2.0	3.0以下	10程度	10以下	7日以上

キーワード：シールドトンネル、長距離施工、高速施工、裏込め注入材料、超遅延型安定剤

連絡先：〒551-0021 大阪市大正区南恩加島 7-1-55 住友大阪セメント TEL 06-6556-2260 FAX 06-6556-2209

3. 2 裏込め注入材料の開発

安定剤として最もよく用いられているオキシカルボン酸塩は、A 液に対する遅延効果が十分でないため、これを用いた裏込め注入材料では長距離圧送が困難であると考えられた。したがって今回、植物由来のポリオール(以下、超遅延型安定剤)を安定剤として用い、各種室内試験²⁾およびポンプ圧送実験³⁾を実施した。

(1)基礎物性

超遅延型安定剤を用いた場合、A 液の粘度は7 日後でも $1.5\text{Pa}\cdot\text{s}(1,500\text{cp})$ 程度であり十分に圧送可能であるとともに、約 1 ヶ月後においても未固結で容易に排出可能であった。A 液を練り置くことによって、B 液混合後のゲルタイムは若干長くなるものの、十分な急結性が確認された。また圧縮強度については、A 液の練置き日数に関係なく良好な強度発現性が確認された。

(2)ポンプ圧送性

930m の配管(2B 鋼管 900m+フレキシブルホース 30m:ベント部 36 ヶ所)を配置し、スクイーズポンプ(設定吐出量 70L/min、最大許容吐出圧 3.0MPa)を用いて圧送実験を実施した結果、管内圧力は、再圧送開始時(7 日後)に最大値(1.66MPa)を示した後急速に低下し、0.7MPa 程度で圧送可能であった。また、A 液を 7 日滞留させた後の配管内には、付着物など全く認められなかった。

3. 3 裏込め注入材料の配合

室内試験およびポンプ圧送実験から決定した裏込め注入材料の配合を表-2 に示す。

表-2 裏込め注入材料の配合

A 液				B 液
硬化材	助材	安定剤	混練水	凝結材
250(kg)	35(kg)	3.8(L)	819(L)	82.6(L)

(A 液+B 液=1m³)

3. 4 注入システム

掘進距離 1,390m 以降、長距離施工と位置付け安定剤を超遅延型に切替えた。材料切替後は配管内水送り洗浄を 2~3 回/週から 1 回/週に軽減した。ただし、1 回/方でボール送りを実施した。A 液の圧送には最大吐出圧力 2.35MPa のスクイーズポンプを使用し、中継ポンプにも同一仕様のものを使用した。また、中継ポンプの設置は吐出圧が 1.96MPa(20kgf/cm²)程度となった時点を目安とし、実際には、第 1 中継ポンプを 2,060m 地点、第 2 中継ポンプを 3,790m 地点に設置した。

3. 5 品質管理

品質管理試験結果を図-1 に示す。試験の結果、若干のばらつきがあるものの基準値は十分に満足され、圧送前後の比較においても同等の性能を有することが確認されている。

4. まとめ

超遅延型安定剤を用いることにより、配管内水送り洗浄の頻度を軽減でき、作業量の低減、掘進実働時間の十分な確保が可能となった。現在 4,400m を掘進中であるが、閉塞等のトラブルは全く発生していないことから、本材料を用いることにより、従来材料では頻繁に発生していた配管内閉塞によるトラブルを回避することができ掘進効率が向上する。また能力を上げることなく従来のポンプで長距離圧送が可能となることから、中継ポンプの設置量等を含めたシステムの簡略化、コスト削減が可能である。本材料は流動性に優れ可使時間が長く、また長距離圧送による材料劣化が生じないことから、他設備でのトラブル等により掘進中断を余儀なくされる場合であっても、一定期間であれば材料を排出する必要がなく、廃棄材料などを含めた材料ロスを減らすことが可能と考えられる。

<参考文献>

- 1)井ノ口他:万博三国間(11.5km)超長距離シールドの施工について-第 2 工区(5km)長距離・高速施工仕様シールド工事の施工、平成 11 年度施工技術報告会講演概要、地盤工学会関西支部、土木学会関西支部、日本建設機械化協会関西支部、pp.29-34,2000.1
- 2)長岡他:超遅延型安定剤を用いた裏込め注入材料の基礎物性、土木学会第 54 回年次学術講演会概要集、vol.III,pp.398-399,1999.9
- 3)橘他:超遅延型安定剤を用いた裏込め注入材料のポンプ圧送性、土木学会第 54 回年次学術講演会概要集、vol.III,pp.400-401,1999.9

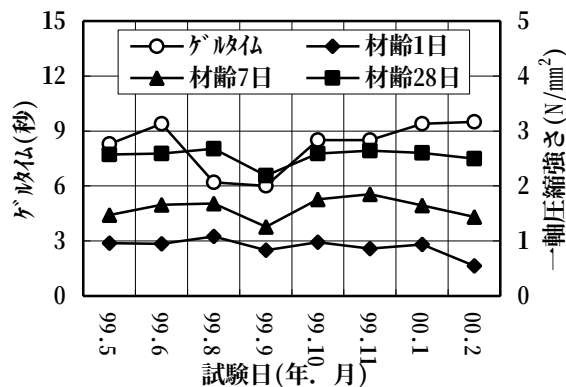


図-1 品質管理試験結果