

廃止トンネル充填時の充填孔間隔設定方法の提案

前田建設工業(株) 正会員 ○安井 利彰 伏屋 学
中部電力(株) 水野 竜也

1. はじめに

廃止トンネル等の空洞に充填材を注入する方法には、進入坑から空洞まで配管を行い充填する配管圧送方式と地上からボーリング孔を介して充填するボーリング注入方法がある。崩落の危険がある場合や進入坑のない場合は、ボーリング孔を介した充填方法が適しており、著者らは今回流動化処理土を用いてトンネル内部の充填工事を実施した。本報は実施工を通して得られたデータにより、充填孔間隔設定方法を提案するものである。

2. 充填箇所

今回、内部充填工事を実施した空洞は、廃止された水力発電所の導水路トンネルである。図-1 に示すように充填対象区間 790mのうち、94mの区間で計測および検討を実施した。図-2 にトンネルの標準断面図を示す。

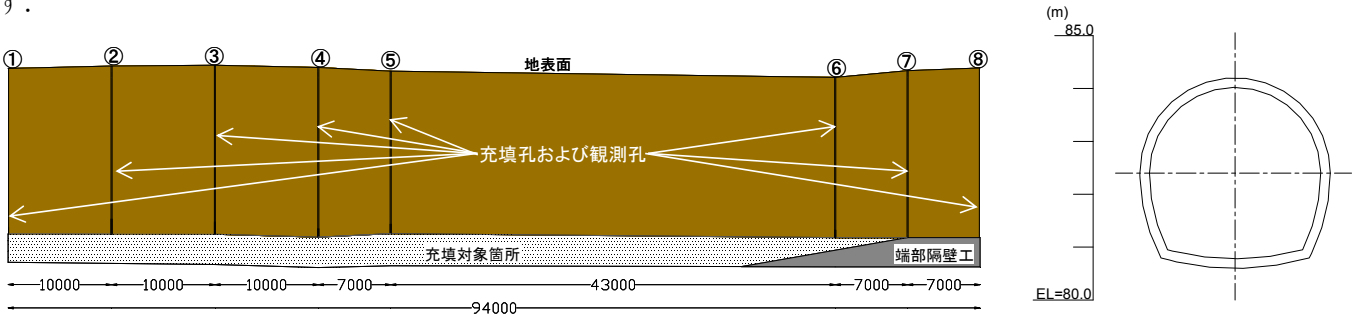


図-1 導水路トンネル縦断面図（検討区間）

図-2 標準断面図

3. 充填材料

今回使用した充填材料は、常設プラントで製造した流動化処理土であり、求められる性状としては地盤相当の材料となっていることである。配合を表-1 に、品質基準値を表-2 に示す。六価クロム溶出量（環境省 46号）は、0.02mg/ℓ 未満で、基準値(0.05mg/ℓ 以下)を満足している。

表-1 充填材料配合 (m³あたり)

設計配合		
洗浄土 (kg)	水 (kg)	固化材 (kg)
1,182	220	60

表-2 充填材の品質基準値¹⁾

管理項目	一軸圧縮強度 (N/mm²)	フロー値 (mm)	ブリーディング率 (%)	処理土密度 (g/cm³)
品質基準値	0.10以上	200以上	3.0未満	1.40以上
試験方法	JIS A 1216	JHS A 313	JSCE-F521	定量容器による方法

4. 充填状況

各充填孔から充填した際の流動勾配を充填感知センサーにより計測した。その結果を図-3 に示す。流動勾配は、打設面の両端を直線的に結んで算出した各充填段階での平均的な流動勾配であり、概ね 3.0%程度である。今回、トンネル内に地下水を確認したので、気中と水中での流動勾配（各充填孔間）を図-4 に示す。ばらつきはあるが、概ね水中での流動勾配は気中の 2 倍程度である。既往文献によると、フロー値と流動勾配との間には相関があり¹⁾、室内配合試験時のフロー値を用いて充填材料の流動勾配を推定することが可能である。

キーワード 空洞充填，流動化処理土，流動勾配，充填孔間隔

連絡先 〒179-8914 東京都練馬区旭町 1-39-16 前田建設工業(株) 技術研究所 TEL 03-3977-2453

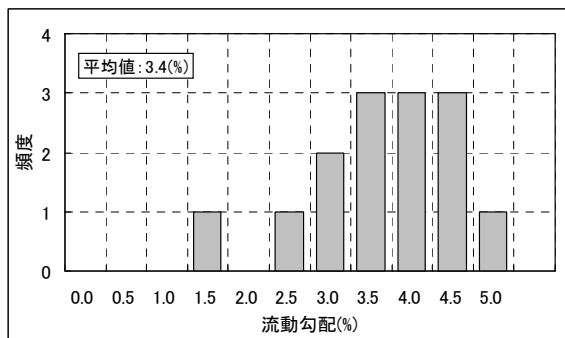


図-3 充填材の平均流動勾配

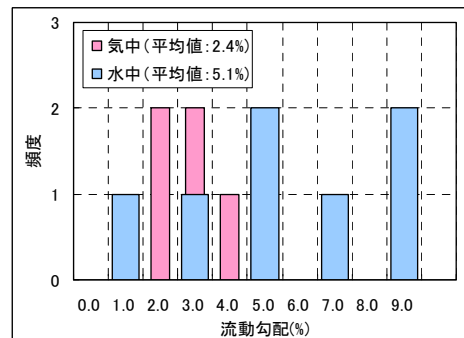


図-4 気中および水中の流動勾配

5. 充填孔間隔の検討

流動勾配を α 、充填高さを H とすると、到達距離 L は式 1 のようになる。図-5 に (式 1) による各流動勾配における充填高さ H と到達距離 L との関係を示す。

$$L = H / \alpha \quad \text{(式 1)}$$

今回の充填工事で得られた結果では、図-6 に示す手順で充填を実施すれば、概ね到達距離(L)の 2 倍程度の間隔で充填孔を設ければ充填が可能と考えられる。ただし、材料品質のばらつき、トンネル側壁状況およびトンネル線形等の影響も考えられるため、安全側の値として、「充填孔間隔 $\div$ 到達距離 $\times 1.5$ 」程度が妥当と考えられる。なお、既往文献のデータを分析すると概ね同等であり、整合している²⁾。ただし、圧送時(上部空間充填時)の充填材圧送能力という観点から、以下の条件により充填孔間隔の上限値を設定する必要がある。

- ・ コンクリートポンプ車の圧送能力を考慮し、充填孔間隔の上限は200m程度(フロー値160mm程度)¹⁾。
- ・ 空洞土被り 15m以下では、圧送圧力を 0.3Mpa を目安とし、その値以内となるように制御する²⁾。

また、現地プラントによる流動化処理土品質のばらつき、空洞の状態(地下水の有無、縦横断面形状など)および充填材料のフロー値低下(単位セメント量、気温、運搬時間の影響)を踏まえた上で流動勾配を設定することが重要である。

6. まとめ

空洞充填施工時のデータ分析により、充填孔間隔を設定するための考え方を提案することができた。今後、同種工事の施工の際に適用していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 流動化処理土利用技術マニュアル 平成 19 年/第 2 版
- 2) 新版 空洞充填調査施工マニュアル 2010 年 10 月

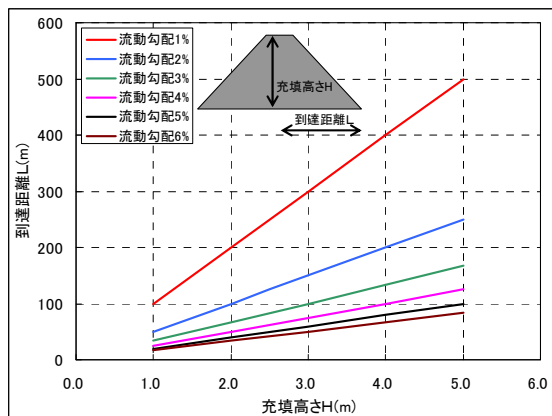


図-5 流動勾配と到達距離との関係

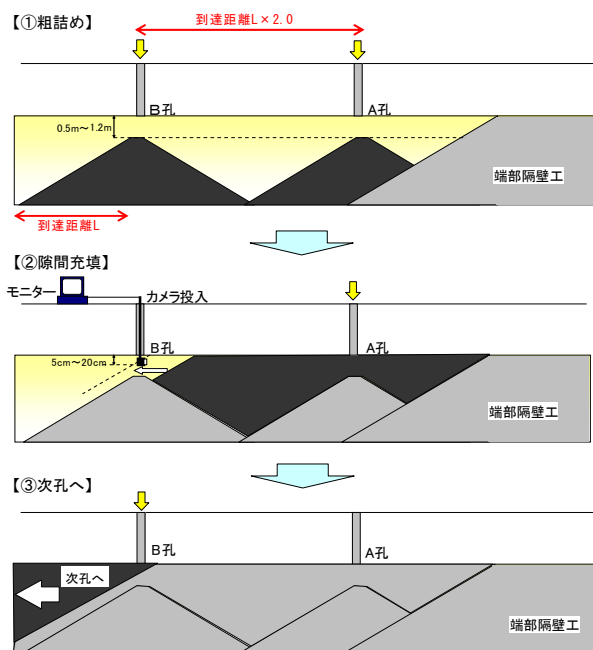


図-6 空洞充填手順