

新幹線トンネルと交差する調査坑の空洞閉塞充填工

(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構 齊藤 博樹
清水建設株式会社 正会員 ○古戸 幸博
清水建設株式会社 正会員 福田 和寛
清水建設株式会社 フェロー 森 直樹

1. はじめに

能生調査坑は約 20 年前に施工された延長 611m、断面積 10m² の NATM トンネルである。能生調査坑は途中で北陸新幹線峰山トンネル本坑と交差しているため、将来新幹線の走行に支障をきたさぬ様、全線閉塞することになった。閉塞の主目的は調査坑内から本坑へのメタンガス流入防止であり、そのために空隙を残さず充填することが重要となる。そこで、発泡ウレタンを充填材料としたブロック定置充填工法を新たに改良し、施工を行ったものである。

2. 事前検討

調査坑の平面図及び断面図を図 1, 2 に示す。新幹線の振動などによるゆるみ発生を防止する観点から、本線直下部から 3D (D: 本坑直径) 区間にあたる 30m 区間はコンクリート充填とした。それ以外の区間については、周辺地山からのメタンガス等の発生と、ガス溜りの形成を防止するため、空隙を残さずに完全に充填する必要がある。ただし、本線の振動等の影響範囲外であり、特に高い強度は必要がないものと考えた。また、使用する材料は長期間安定であり、狭小な坑内で長距離の施工に適していることも重要である。以上の条件を満足する調査坑の閉塞方法として、残土埋め戻し・コンクリート充填・エアーモルタル充填・発泡ウレタン充填の 4 つの方法を比較検討した。

(1) 残土埋め戻し：本坑から発生するずりをそのまま転用できるため使用材料は容易に入手できるが、坑道断面が狭小なため重機の使用が不可能で、施工効率が極めて悪い。また、埋め戻し土の締め固めが困難で、長期的に沈下し、坑道上部に空隙が残る、閉塞充填の目的が達成できない。

(2) コンクリート及びエアーモルタル充填：トンネル天端の不陸を完全に充填できず、二次注入等が必要である。また、このためには剛性の高い型枠が必要なため、工期が長くなり、コストアップ要因となる。エアーモルタルは混和材により発泡性を持続させることは可能であるが、坑内は湧水があるため材料分離・充填不足の恐れがある。(3) 発泡ウレタン充填：上方に発泡する性質を有するため、トンネル天端の不陸も隙間無く充填できる。これは既設トンネルの覆工背面空洞充填で多くの実績がある。硬化時間が短く（約 70 秒）、積み上げたウレタンブロックの隙間に充填する工法のため、型枠を設置する必要がなく、工期が短くすむ。ウレタンブロックは軽量であり、注入設備も小型軽

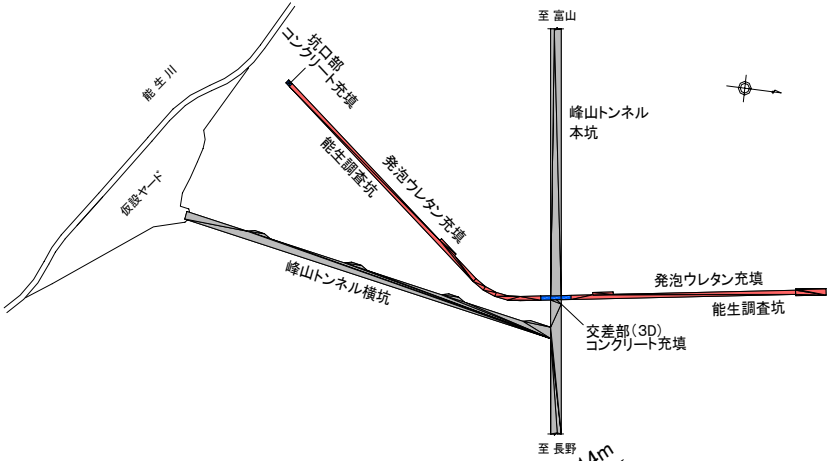


図 1 平面図

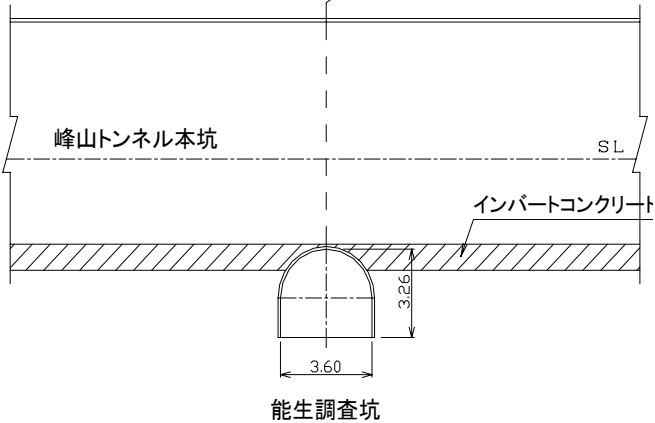


図 2 交差点断面図

表 1 使用材料概要

種類	項目	TRフォーム50
A液	主成分	ポリオール
	外 観	赤褐色透明液体
	比重(20℃)	1.081±0.02
	臭気	ほとんど無し
B液	主成分	イソシアネート
	外 観	茶褐色液体
	比重(20℃)	1.228±0.02
	臭気	ほとんど無し
発泡倍率(倍)		50±5
ライズタイム(秒)		70±20
配合		A:B=1:2.33±0.2
混合比重		1.18
見掛け密度(kg/m ³)		23.6
圧縮強度(MPa)		0.12±0.02

キーワード： 閉塞， 充填， 発泡ウレタン

連絡先：〒105-8007 東京都港区芝浦 1-2-3 シーバンス S 館，TEL:03-5441-0593，FAX:03-5441-0510

量なため、狭い坑内での施工が容易で、最大 50 倍に発泡するため、持ち込む材料の物量が少なくすむ（重量比で残土の 1/60、コンクリートの 1/100）。また、発泡硬化後は安定性に優れ、水や空気を通さない上、多少の湧水があっても施工可能である。

以上のことから、閉塞充填材料として発泡ウレタンを採用することが品質上からも作業性からも最も妥当なものと判断し、これを使用した。表 1 に使用したウレタン材料の詳細を示す。

3. 実施工及びその実績

施工のフローは、図 3 の施工図に示すように、

- ① 坑内において寸法 600×900×1800 の型枠にウレタンを流し込み、ウレタンブロックを作成する。
- ② 製作したウレタンブロックを運搬し、所定の位置で 4 段にブロックを積み上げる。
- ③ コンプレッサーとノズルを使用して積み上げたブロックの空隙を狙ってウレタンを注入し、天端まで完全充填する。

というフローである。図 4 に実際の施工状況写真を、フローにしたがって示す。

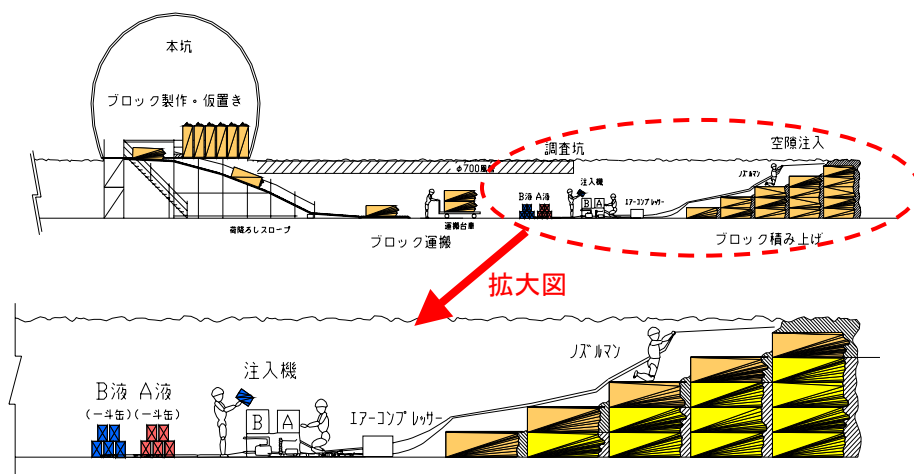


図 3 施工図

施工実績は表 2 に示すとおりである。充填率に関しては、設計量の 99.95% となっており、ほぼ完全な閉塞充填が実現されている。また、施工速度は、本坑から調査坑の奥部に向かう施工が 250m 区間を 17 日で、本坑から坑口側が 315m 区間を 15 日で施工しており、かなりの急速施工が実現できている。

以上のように、実施工においても事前検討の期待通りに発泡ウレタンの利点を発揮し、充填率に関しても工期においても十分に満足いく結果を残した。

4. まとめ

- (1) 調査坑の閉塞充填材料にトンネル天端の不陸も隙間無く充填でき、発泡硬化後は安定性に優れる発泡ウレタンを採用した。
- (2) ウレタンブロックを積み上げ、空隙にウレタンを注入充填する工法を考案し、工期を大幅に短縮できた。
- (3) 注入設備が簡便であり、持ち込む材料の重量が少なく、狭小かつ長距離のトンネル充填に非常に適した工法であることを確認した。



図 4 施工フロー写真

表 2 施工実績表

使用薬液量	145.209kg
ブロック総数	4,835個
実充填量	6,153m ³ (設計量に対する充填率99.95%)
施工日数	坑奥側 17日 (175m ³ /日、日進平均14.7m) 坑口側 15日 (212m ³ /日、日進平均20.9m)