

ノンフロン材料

トンネル空洞充填工法

現場発泡ウレタンを用いた「SSF工法」

フォームライト

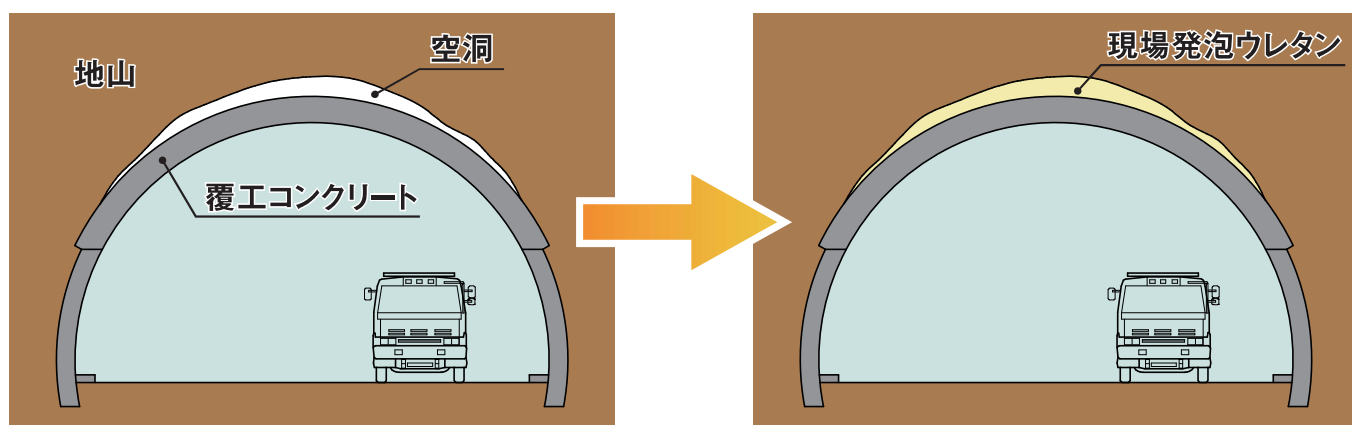
O

HFO

覆工背面の空洞充填対策



「安全安心な施工」と「経済的で高性能」なウレタン充填工法



トンネル空洞充填(現場発泡ウレタン)工法の概要

トンネル覆工は、近年主流の吹付コンクリートによる支保構造と、それ以前に採用されていた”矢板工法”によるトンネル構造があり、”矢板工法”では、鋼アーチ支保工や矢板が支障となって、覆工コンクリートと背面の地山との間に空隙が残るといった問題が多く発生しています。特にアーチ天端部ではその傾向が顕著であり、トンネル覆工背面に空洞が生じると局部的に不均等な荷重が発生し、変状が生じる恐れがあります。このため、覆工背面と地山との間の空隙を充填することがトンネルの維持管理における重要な対策工の一つであります。

空隙を充填する材料は様々なものが開発されていますが、軽量かつ現場発泡により完全充填を可能にするのが、現場発泡ウレタンを使用したトンネル空洞充填「SSF(セーフティ・シールド・フォーム)工法」になります。

現場発泡ウレタンとは、現場において必要な量に応じて、地形および構造物にあわせた形状に硬質ウレタン樹脂「フォームライトO」を発泡させる土木工法です。盛土材料や空洞充填材料として、幅広い分野での施工実績があります。

一般特性

現場発泡ウレタン

「フォームライトO」の材料特性

項目	単位	標準値	備考
密度(コア)	kg/m ³	30±3	
圧縮強さ(タテ)	kN/m ²	150以上	
液比重(混合)		1.22±0.01	
配合比(A:B)		100:130	
発泡倍率	倍	40	

「フォームライトO」の特長

- 水を押し出しながら発泡するため、水中施工が可能な材料です。
- 発泡剤にHFO(オレフィン)を使用し、反応熱を吸収することができる原料なので、一度にウレタンを大量注入することが可能です。

材料特性

「フォームライトO」は、「山岳トンネル工法におけるウレタン注入の安全管理に関するガイドライン」に準拠した材料です。

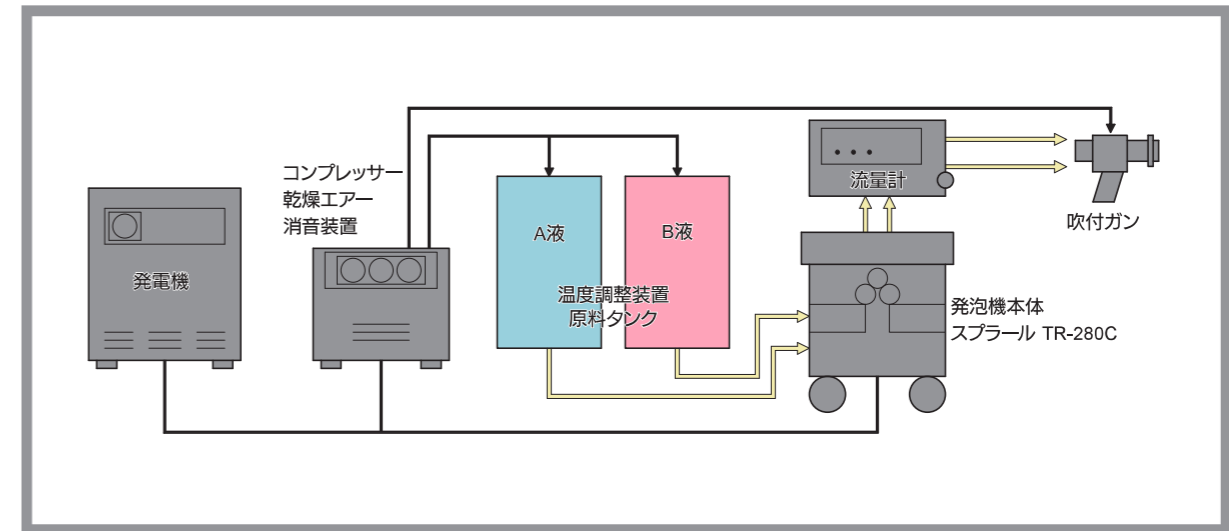
- ① 毒物・劇物並びにこれに相当する毒性を有する物質を含まない。
- ② 有害物質を含まない。
- ③ 世界保健機構で1992年に定められた飲料用水の基準・指針に規定されている物質を含まない。
- ④ 注入後、地下水等の水質に悪影響を及ぼさない。
- ⑤ 作業環境上問題となる物質を含まない。
- ⑥ 注入材は自己消火性を有する。

⚠ 注意事項

- 原料は、危険物第四類第4石油類に該当するため貯蔵、取扱いには注意する必要があります。(所轄消防署の指導のあるときはそれに従う。)
- 原料は、毒物劇物取締法にも対応(適正な管理)できる、原料管理も可能です。(所轄保健所の指導のあるときはそれに従う。)

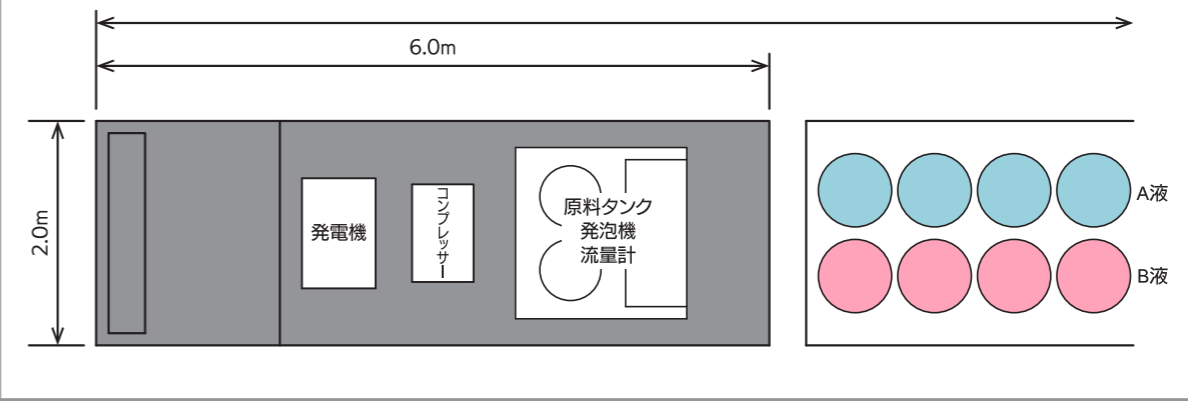
発泡方法

簡単な設備で現場発泡が可能



参考

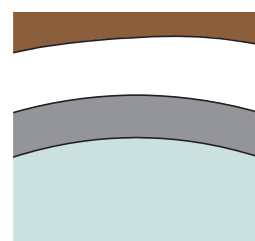
小型機施工設備(プラント)は、全てが2tトラックに搭載されており、注入ホースの延長は30mです。原料は、ドラム缶での搬入となるため、施工設備の前後どちらかに配置します。



施工方法

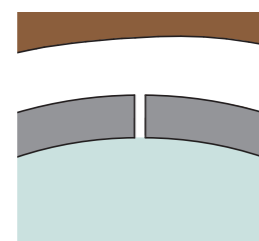
① 準備工

注入孔設置個所のマーキングを行う。



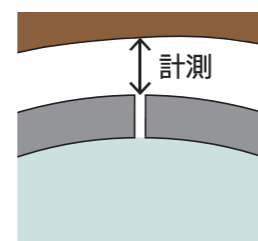
② 注入孔削孔工

削孔径はφ32mmを標準とする。



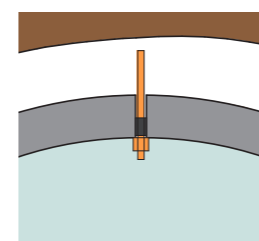
③ 空洞量計測

実空洞量を計測する。



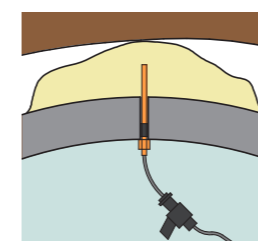
④ 注入管設置工

注入管は地山の50mm手前まで挿入する。



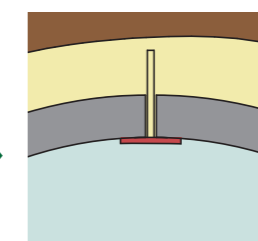
⑤ ウレタン注入工

注入ホースを接続し注入を行う。



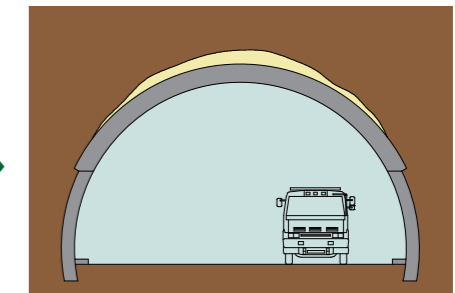
⑥ 目詰工

エポキシ樹脂等により目詰を行う。



⑦ 片付・清掃

完工



特長

「フォームライトO」は、急速発泡硬化型（約1分）のウレタンなので、地山への浸透や亀裂からの材料の流出はほとんどありません。

1.軽量性

密度が30kg/m³と超軽量なため、トンネル覆工への荷重負荷が最小限に抑えられます。

2.現場における対応性

現場発泡（40倍）のため、空洞を完全に充填できます。発泡硬化後は、膨張・収縮によるトンネルへの影響はありません。

3.安定性

水がある場所でも、発泡硬化が可能のため現場条件による制限はありません。（流水別途検討）
また、独立気泡のため水に対して不透性を有しています。

4.施工性

人力施工で、施工プラントは2t車1台に全ての施工設備が搭載されており、注入ホースを30m伸ばすことが可能です。（施工プラントは自走できます。）

5.経済性

空洞形状に合わせて必要な量だけ施工できるので、材料使用量が最小限に抑えられ、現場で約40倍に発泡するため材料運搬コストも抑えられます。

6.環境特性

- 発泡剤には、フロン類を一切使用しておりません。
- 水質への影響を溶出試験により確認しております。
- 発泡剤にHFO（ハイドロフルオロオレフィン）を使用しています。
- HFOは温暖化係数が極めて低く、温室効果を軽減し地球温暖化防止に役立ちます。
- オゾン破壊係数が0であり、オゾン層を破壊しません。

安全衛生管理

トンネル空洞充填工法の安全衛生管理項目は、材料の安全衛生管理、応急処置、作業現場の安全管理、火気取扱い上の注意事項、火災発生時の応急処置方法です。

1.材料の安全衛生

- ①原料を目や皮膚に付けないこと
- ②ミスト（飛散ウレタン）を吸わないこと
- ③異物を混入させないこと
- ④直射日光をあてないこと
- ⑤火気取扱いに注意すること
- ⑥原料をこぼした場合には早急に処置すること
- ⑦原料は、危険物第四類第4石油類に該当するため貯蔵、取扱いには注意すること

2.応急処置

- ①ポリオール成分が目に入ったり、皮膚に触れた場合は大量の水で完全に洗浄する
- ②イソシアネート成分が皮膚に触れた場合は直ちに石鹸水で洗い落とす
また、目に入った場合は直ちに大量の水で完全に洗浄し、出来るだけ早く眼科医の診断を受ける
- ③誤ってイソシアネート成分蒸気を大量に吸入した場合は、直ちに新鮮な空気の所に移し、安静にして医師の診断を受ける
- ④作業中、気分に変調をきたした作業者は、直ちに他人の助けを借りて新鮮な空気のところに移して安静にする
また、万が一わずかでも施工現場での異常を感じたときは、ためらうことなく直ちに注入作業を中止し、点検する

3.作業現場の安全管理

現場作業は、安全第一に主眼をおき、作業所内で定められた安全衛生規則、基準等に従う

4.火気取扱い上の注意事項

当該場所で施工前、施工中、施工後共に、溶接、溶断、金属のサンディング作業等火気を使用しない

5.火災発生時

火災に備えて消火設備を配備する

また、万が一、発煙等異常が発見された場合、直ちに管轄の消防署へ連絡すると共に、初期消火作業を行う

◆その他詳細事項は、「材料・施工・設計マニュアル」を参照ください。



安全のために

- ウレタン工法を安全に施工して頂く為に、別冊の施工マニュアルをご使用前に十二分に熟読し、正しく理解した上でご使用下さい。
- 作業現場では、マニュアルを手元に置き、活用して下さい。
- 弊社では、マニュアルによらない事項に付きましては、責任を負いかねますのでご了承願います。

現場発泡ウレタン スプレー機

小型機

スプラール TR-280C

- ・2t車1台に全ての施工設備が搭載されています。
- ・自走できるため撤去も容易です。
- ・注入ホース延長は30mあります。

スプラール TR-280C



スプラール TR-280R

- ・4t車1台に全ての施工設備が搭載されています。
- ・自走できるため撤去も容易です。
- ・注入ホース延長は90mあります。

スプラール TR-280R



会員名

株式会社 イノアック 住環境 エンジニアリング部

〒456-0062 愛知県名古屋市熱田区大宝四丁目9番27号 イノアック日比野ビル2階
TEL(052)684-0280 FAX(052)682-6909