

Tn-p工法

トンネル裏込補修用ウレタン注入工法

環境にやさしく、施工性に優れた
NETIS「活用促進技術」指定のトンネル補修工法

NETIS旧登録 KT-070035-VR
『活用促進技術』新技術活用評価会議



発泡ウレタン空洞注入協会

◇ 特 長

① 優れた施工性

- アキレスエアロン-R（発泡ウレタン）は、反応硬化時間が約1分と非常に速いため、亀裂等からの材料流出の危険性を低減することができます。
- 注入設備が非常にコンパクトで、充填材料は発泡後体積の1/40～1/12程度の液状（ドラム缶）での搬入となるため、4tトラック1台にすべての資機材を積載できます。
- 水が溜まっている箇所でも発泡硬化が可能で、地下水の止水にも有効です。

② 軽量性

- アキレスエアロン-Rは、最軽量タイプの40倍発泡で約30kg/m³と超軽量であり、トンネル覆工への荷重負荷が非常に少ない充填材料です。
- 40倍発泡の低密度フォームでも、注入充填後の膨張・収縮はほとんどありません。

③ 経済性

- アキレスエアロン-Rは、最大40倍発泡と高倍率発泡であり、また反応硬化時間が速く地中拡散を最小限に抑えられるため、材料ロスが少なく経済性に優れた材料です。
- 現場へは液状（ドラム缶）での搬入となるため、輸送コストも少なく済みます。

④ 環境対応性

- 発泡剤に、オゾン層破壊や地球温暖化の原因となる、フロン類を一切使用しておりません。
- 発泡硬化後の再溶解がなく、水質への影響を溶出試験により確認しております。

◇ 注入設備



<仕 様>

項 目	内 容
寸 法	L 1100×W 850×H 1265mm
重 量	約180kg
電 圧	三相 200V
電 流	20A
タンク容量	50リットル×2基
吐 出 量	0.14～14L/min

※TN-104型注入機は、寒冷地向けに温調対応が可能です。

<使用機械>

設 備 名	規 格	数 量
Tn-p注入機		1台
発 電 機	25kVA	1台
コンプレッサー	3.7kW	1台

◇ 材料物性

■ アキレスエアロン-Rの物性・反応性

項目	単位	原液名				
		SK-01	SK-02	SK-03	SK-04	SK-05
混合液比重	—	1.18	1.21	1.17	1.18	1.18
配合比 (I : R)	—	100 : 74±3	100 : 63±3	100 : 98±4	100 : 71±3	100 : 90±4
発泡倍率	倍	30	40	12	20	8
密度	kg/m ³	40±4	30±3	100±20	60±9	150±30
圧縮強度	N/mm ²	0.20以上	0.14以上	0.90以上	0.45以上	1.0以上
クリームタイム	秒	14±5				
ゲルタイム	秒	60±10				
燃焼性	—	JIS A9521 合格				

※クリームタイム、ゲルタイムは、所定の温度条件での規格値であり、液温により変動します。

■ アキレスエアロン-Rの原液性状

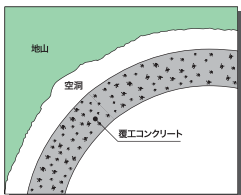
液の種類	項目	単位	原液名				
			SK-01	SK-02	SK-03	SK-04	SK-05
I液	主成分	—	ポリイソシアネート				
	外観	—	茶褐色液状				
	粘度	mPa・s/20℃	250±100				
	比重	(20℃)	1.24±0.02				
	臭気	—	ほとんど無し				
R液	主成分	—	ポリオール				
	外観	—	淡黄色液状				
	粘度	mPa・s/20℃	700±150	500±150	750±150	800±150	450±150
	比重	(20℃)	1.10±0.1	1.15±0.1	1.10±0.1	1.10±0.1	1.12±0.01
	臭気	—	有り				

※アキレスエアロン-Rは、I液及びR液ともに200Lドラム缶入りです。(ドラム缶以外の荷姿については、別途ご相談ください)

◇ 施工手順

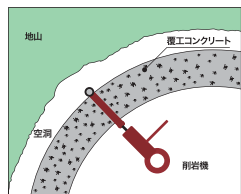
1. マーキング

注入孔位置にマーキングする



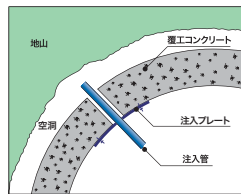
2. 削孔工

注入孔をあける



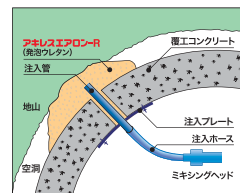
3. 管設置工

注入孔に注入プレートと注入管を設置する



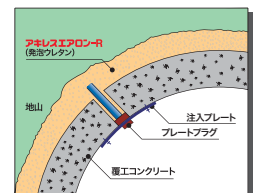
4. 注入工

アキレスエアロン-Rを空洞に注入する



5. 目詰工

注入プレートにプレートプラグを留めて完成



◇ 施工方法

Tn-p工法は、注入機のポンプによりI液・R液それぞれをミキシングヘッドに送り出し、エア攪拌により混合し、発泡ウレタン（アキレスエアロン-R）を形成する

① 注入孔の削孔、注入管の設置

1. アキレスエアロン-Rが空洞全体に充填されるよう、概ね1.5～3.0mピッチに削孔を行う。
2. 必要に応じ、充填確認のための確認孔を配置する。
3. 注入プレートに注入管を取付け、材料流出防止のため隙間にコーキングを施して、注入孔に設置する。

② アキレスエアロン-Rの注入

1. 注入機を資機材運搬トラックに設置し、ウレタン原液を必要量配置する。
2. ホース・タンク類及びコンプレッサーを接続し、電源コードを接続する。（三相 200V 発電機25kVA）
3. 注入機のスイッチを入れ、ウレタン原液の配合比の調整を行う。（キャリブレーション）
4. 注入用ホースをミキシングヘッドに取付けて、試験発泡を行い、発泡ウレタンの状態を確認する。
5. 注入用ホースを注入プレートに接続して、アキレスエアロン-Rを注入する。
6. 圧力計が0.2MPa程度上昇するか、注入量が所定量に達したら注入を終了し、次の注入孔へ移る。
7. 上記5と6を繰り返し、全ての空洞にアキレスエアロン-Rを注入する。

③ アキレスエアロン-Rの品質管理

1. 所定の頻度で、密度測定及び圧縮強度試験を行う。
2. ウレタン原液の出荷時には、製造ロット毎に試験成績表を添付する。



⚠ 警告



【火気取り扱いについて】

- ウレタン原液及び硬化後の発泡ウレタンは可燃物です。保管・施工に際しては、火気厳禁を徹底してください。

【取り扱い上の注意】

- 目や鼻・口に入った場合は、ただちに多量の水で洗い流し、できるだけ早く専門医の診察を受けてください。皮膚に付着した場合は、ただちに石鹸水で洗い落としてください。
- 酸欠の恐れがあるので、作業現場の換気を十分に行ってください。
- 空洞深さが0.5m以上の大空洞の場合、発泡ウレタンを一度に大量注入すると内部発熱温度が異常に上昇し、発煙や火災に至る恐れがあります。注入高さが0.5mを超えないよう、分割して注入することを厳守してください。*
- ※別途発行の技術マニュアルにしたがって施工してください。

⚠ 注意

- 作業時は、保護帽・保護メガネ・保護マスク・保護手袋を着用してください。
- 施工後の廃材や残材は、産業廃棄物として定められた方法で処分してください。
- 温度条件や施工条件の変化により、配合比が変化する場合があります。常に正常な配合比となっているか、確認しながら注入作業を行ってください。
- I液は危険物第4類第四石油類に分類されます。所定の消防手続きを行ってから、現場搬入してください。
※ SK-03、SK-04、SK-05はR液も危険物（危険物第4類第三石油類）に該当します。（SK-01、SK-02のR液は非危険物）
- ウレタン原液及び発泡設備は、直射日光の当たる場所や雨ざらしの場所に放置せず、シート養生して保管してください。

発泡ウレタン空洞注入協会

事務局 アキレス株式会社 開発営業部

〒169-8885 東京都新宿区北新宿2-21-1 新宿フロントタワー

TEL03-5338-9642 FAX03-5338-9653

URL <https://tnp-method.com/>



協会員