

新技術情報入力システム(建設版)

新技術情報					
技術名称	NTR工法			開発年	2006
副題	高い発泡倍率の硬質発泡ウレタンによる空洞充填工法で、小型注入設備による注入作業の簡略化、時間短縮を実現する技術			区分	工法
情報提供の範囲	国土交通省のみ		国土交通省以外の公的機関		*一般
分類		レベル1	レベル2	レベル3	レベル4
	分類1	道路維持修繕工	トンネル補修補強工	裏込め注入工	
	分類2	道路維持修繕工	橋梁補修補強工	上・下面増厚工	
	分類3	シールド	裏込め注入工		
	分類4	ダム	ダム維持管理工		
	分類5				
キーワード	安全・安心 *コスト縮減・生産性の向上 伝統・歴史・文化		*環境 *公共工事の品質確保・向上 リサイクル		情報化 景観
	自由記入	発泡ウレタン	ノンフロン	小型注入設備	
開発目標	*省人化 施工精度の向上 作業環境の向上 省資源・省エネルギー その他( )	省力化 *耐久性の向上 周辺環境への影響抑制 *品質の向上	経済性の向上 安全性の向上 地球環境への影響抑制 リサイクル性向上		
開発体制	*単独 (*産、官、学)		共同研究 (産・産、産・官、産・学、産・官・学)		
	開発会社	シンク化学工業株式会社			
問合せ先	技術	会社	エスティーエンジニアリング株式会社		
		担当部署	本社	担当者	谷山慎吾
		郵便番号	〒581-0833		
		住所	大阪府八尾市旭ヶ丘1丁目108番地2		
		TEL	072-990-0250	FAX	072-990-0251
		E-MAIL	info-enter@st-eng.co.jp		
	URL	http://www.st-eng.co.jp			
	営業	会社	エスティーエンジニアリング株式会社		
		担当部署	本社	担当者	菅原匡孝
		郵便番号	〒581-0833		
住所		大阪府八尾市旭ヶ丘1丁目108番地2			

		TEL	072-990-0250	FAX	072-990-0251			
		E-MAIL	info-enter@st-eng.co.jp					
		URL	http://www.st-eng.co.jp					
問合せ先(その他)								
会社	担当部署	担当者	郵便番号	住所	TEL	FAX	E-MAIL	URL

**概要(アブストラクト) ※検索結果に表示する技術の概要です(全角127文字)**

本技術は最大で40倍に発泡する硬質発泡ウレタンによる空洞充填工法で、従来はエアモルタル等セメント系材料で対応していた。本技術の活用で、小型注入設備による作業の簡略化、作業時間の短縮、狭隘で長いトンネルへの適用、経済性の向上等が期待できる。

**概要**

①何について何をする技術なのか？

- ・各種空洞の埋戻し・裏込めに高い発泡倍率の硬質発泡ウレタンを注入する技術。
- ・現位置で、2液を混合すると10倍～40倍に発泡する性質の硬質発泡ウレタンを注入し、各種空洞を充填する技術である。

②従来はどのような技術で対応していたのか？

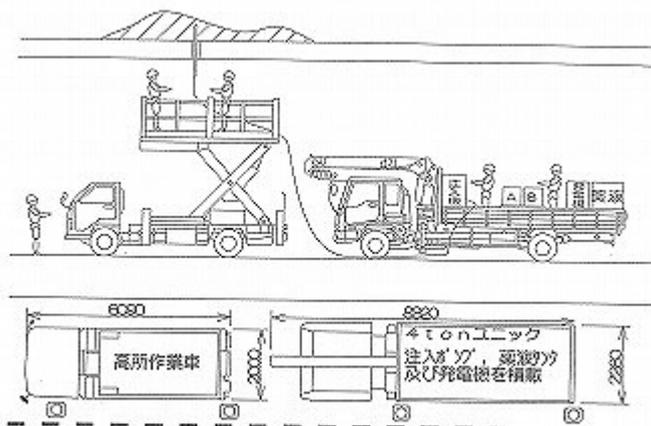
エアモルタルを充填してきた。

③公共工事のどこに適用できるのか？

既設トンネルや既設構造物において空洞充填や裏込め充填等が必要な工事。

④その他

NTR工法とは最大で40倍に発泡する硬質発泡ウレタン(NTRフォーム)により少量で空洞を充填でき、比重が小さいために構造物に大きな荷重が作用しません。また、小型注入設備のため設置が短時間で可能です。



施工イメージ図

**技術のアピールポイント(課題解決への有効性)**

材料費は高いがイニシャルコストが低く100m3程度なら安価になる。また小型注入設備の開発で、より厳しい施工条件に適用範囲を広げた工法である。

**新規性及び期待される効果**

①どこに新規性があるのか?(従来技術と比較して何を改善したのか?)

- ・従来の大型プラントを台車程度で運搬できる小型注入設備にした。  
(従来設備スペース50m2を新技術では10m2以下に簡易化)
- ・従来の大型プラントを小型化し初期費用を低減した。
- ・数時間で最終強度の90%以上発現可能な材料を適用した。
- ・従来のセメント系に比べ極めて軽い材料を採用した。
- ・蓄電池(バッテリー)で施工できる注入機を追加した。

②期待される効果は?(新技術活用のメリットは?)

- ・材料運搬にかかる労力が低減した。
- ・設備費が安くなったので注入コスト縮減が期待できる。
- ・注入量の低減と簡易作業、強度発現性の高さから工期短縮が期待できる。
- ・劣化した構造物への補強が短時間で可能となった。
- ・湧水箇所への適用性が拡大した。
- ・電源から数km離れた深いトンネル施工でも発電機や長距離送電設備が不要なバッテリー施工も可能となる。



注入システム配置図

**適用条件**

①自然条件

液温が10℃より低い場合は液温調整が必要

②現場条件

設置スペースはトラック荷台に設置可能で10m2(2m×5m)1ヶ所以下でよい

③技術提供可能地域

日本全国技術提供可能

④関係法令等

消防法

①適用可能な範囲

既設トンネル及び既設構造物において空洞充填や裏込め充填等が必要な工事

②特に効果の高い適用範囲

- ・新技術は簡易設備のため、坑口から数km離れたような不便な箇所での注入に適する。
- ・新技術は準備が簡単で使用材料が1/40で済むため、鉄道の営業線補修等作業時間の制約が厳しい現場での注入に適する。
- ・新技術は使用材料は数十秒で流動性を失くし湧水等による周辺への流出リスクが小さいため水質汚染等厳しく制約される現場に適する。
- ・新技術は使用材料の発泡体が軽量なため、極めて薄い覆工背面等、脆弱な構造物への適用も可能である。

③適用できない範囲

発泡体に紫外線が直接当たる場所では材料の劣化が著しく適用できない

④適用にあたり、関係する基準およびその引用元

消防法

留意事項

①設計時

流動範囲が狭いので注入箇所の配置には留意する。

②施工時

- ・発泡倍率に関係なく1kg当りの材料単価は同額で、例えば10倍発泡では40倍発泡に比べ4倍の材料が必要になり材料費が高くなる。よって100m<sup>3</sup>を越える空洞では従来工法に比べ不経済になる場合がある。
- ・流動範囲が小さい材料であり、注入箇所が多く設けられない現場では不向きである。
- ・発泡体は難燃剤が配合されており火源を取り除けば燃焼を継続しない性質があるため消防法では指定可燃物から除外されるが、発泡体が1.5m以上の厚みを持つような場合は反応熱が蓄熱しそこに空気が供給されると融解する場合があるので数回に分けて放熱に注意して注入する必要がある。
- ・液温は10℃未満の環境では液温調整が必要。

③維持管理等

火気厳禁(発泡体の充填された注入管をガス切断すると有毒ガスが発生する)

④その他

特になし

活用の効果

比較する従来技術		エアモルタル工法		
項目	活用の効果		比較の根拠	
経済性	*向上( 1.87 %)	同程度	低下( %)	イニシャルコストが低く、割増率も小さいので100m <sup>3</sup> 当り1.87%程度経済性は向上する

工 程	短縮( %)	*同程度	増加( %)	設備の設置を含まない注入工程で比較すると同程度
品 質	*向上	同程度	低下	小型注入設備で移動可能であり材料の圧送距離に制約なし
安全性	向上	*同程度	低下	施工実績から事故等の発生はない
施工性	*向上	同程度	低下	小型注入設備により設備設置スペースが10m2以下でよい
周辺環境への影響	*向上	同程度	低下	注入硬化物から六価クロムの溶出はない
	向上	同程度	低下	
	向上	同程度	低下	
コストタイプ	損益分岐点型:A(Ⅱ)型			

活用の効果の根拠

基準とする数量	100	単位	m3
	新技術	従来技術	変化値(%)
経済性	6986300 円	7119760 円	1.87 %
工程	4 日	4 日	0 %

変化値：マイナスの場合は、低下を示す。

●新技術の内訳

項目	仕様	数量	単位	単価(円)	金額(円)	摘要
ウレタン注入材	NTRフォーム40倍タイプ	100	m3	58125	5812500	割増率50%
労務費	100m3/30m3(1日) ÷ 4日	4	日	113200	452800	6人編成 平成22年度大阪府労務単価から
資機材経費	消耗材+機械損料	1	式	523256	523256	
電力費	投光器+水銀灯	1	式	7744	7744	
注入設備据付撤去工	機械、資機材運搬費	1	式	190000	190000	運搬距離500km想定

合計:6986300 円/100 m3 あたり

●従来技術の内訳

項目	仕様	数量	単	単価	金額(円)	摘要
----	----	----	---	----	-------	----

			位	(円)		
エアモルタル	エアモルタル	100	m3	16264	1626400	割増率200%
労務費	100m3/30m3(1日)=4日	4	日	206500	826000	エアモルタル工法から
機械経費	機械損料	1	式	1341280	1341280	エアモルタル工法から
品質管理試験費	事前配合試験、品質管理試験	1	式	460800	460800	エアモルタル工法から
注入設備据付撤去工	プラント設置解体、運搬費	1	式	2865280	2865280	エアモルタル工法から
合計:7119760 円/100 m3 あたり						

**施工単価**

新技術 内訳の積算

施工条件

- 1)裏込め注入量:40倍発泡ウレタンで100m3(割増率50%)とする
- 2)注入孔箇所数:100箇所とする
- 3)作業時間帯:昼間施工で労務時間は4日=100m3/(30m3/日)とする

詳細は添付資料1参照

NTR40材料単価:58125円/m3(資料1見積書から)割増率を含む

労務費単価:113200円/日(同資料第1号単価表:6人編成:平成22年度大阪府労務単価から)

資機材経費:523256円/式(同資料第1号単価表:消耗材+電力費除く機械損料から)

電力費:7744円/式(同資料第1号単価表:電力費から)

機械運搬費:50000円/往復

資機材運搬費:140000円/往復

NTR40とエアモルタルの100m3分材料費比較

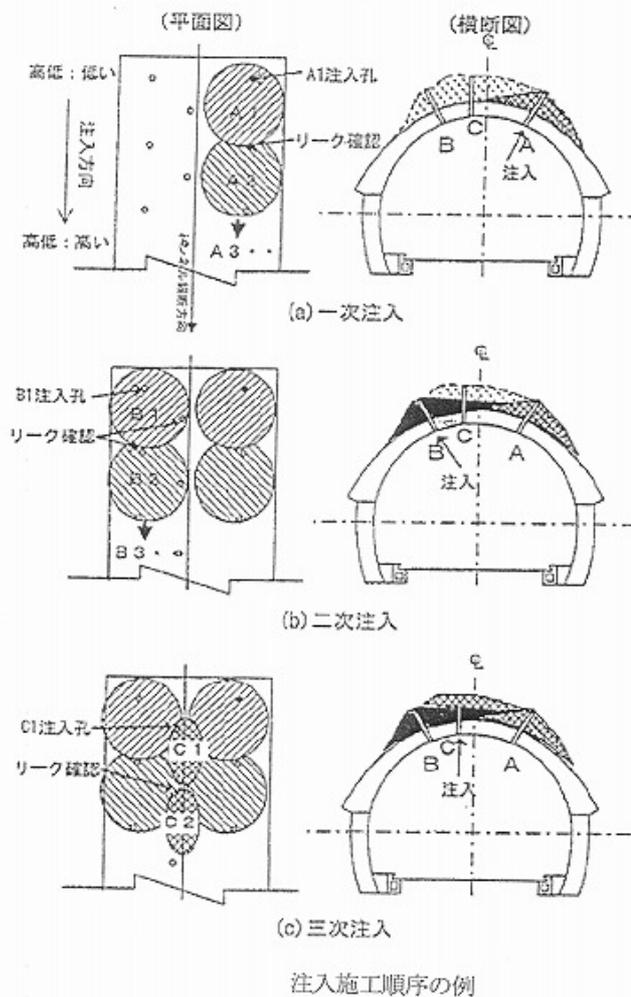
工種	(事例)	単位	備考
材料費	58125	m3あたり	40倍発泡、割増率50%
労務費	113200	1日あたり	平成22年度大阪労務単価から
機械経費	523256	一式	機械損料+消耗材
電力費	7744	一式	投光器、水銀灯
注入設備据付撤去費	190000	一式	機械+資機材運搬費
合計	6986300		

歩掛り表あり(標準歩掛 , 暫定歩掛 , 協会歩掛 , \*自社歩掛 )

**施工方法**

- 1)坑外準備工
- 2)マーキング工
- 3)注入孔削孔(φ32程度)
- 4)検測工

- 5) 注入管設置工
- 6) ウレタン注入工
  - 6-1) 準備工  
注入機キャリブレーション、薬液品質確認
  - 6-2) 現場養生
  - 6-3) 注入工  
充填確認は隣接孔からのリークまたは圧力上昇
- 7) 注入管撤去工
- 8) 復旧工



施工順序例

残された課題と今後の開発計画

今後の課題と今後の開発計画

- ① 今後の課題は、材料の耐久性は劣化促進試験により実証しているが、実注入材料の追跡調査は未実施であること
- ② 人が持って移動できる超小型注入機は、注入量・注入圧・流速の管理を可能に改善したが、

データ記録は出力パネル写真と空缶、及びSDカードとしたので、更なる改良が必要か見極める

実績件数		
国土交通省	その他公共機関	民間等
9 件	72 件	77 件

国土交通省における施工実績						
工事名	事業種類	地方整備局名	事業所名	施工開始	施工終了	CORINS 登録 NO.
間トンネル補修工事	その他	四国地方整備局	中村河川国道事務所	2007/05/16	2007/05/31	
圏央道高尾山トンネルその1工事	その他	関東地方整備局	道路部	2007/05/15	2007/06/01	
国道8号線災害復旧工事	その他	北陸地方整備局	長岡国道事務所	2007/10/10	2007/10/28	
赤土トンネル補修工事	その他	四国地方整備局	土佐国道事務所	2008/02/18	2008/02/28	
国道192号線境目トンネル補修工事	その他	四国地方整備局	徳島河川国道事務所	2008/11/07	2008/11/15	
国道23号線BP津南部地区維持工事	その他	中部地方整備局	三重河川国道事務所	2008/12/05	2008/12/13	
安謝川ボックス背面空洞充填工事	その他	沖縄総合事務局	南部国道事務所	2009/03/12	2009/03/24	
水谷トンネル補修工事	その他	北陸地方整備局	立山砂防事務所	2011/07/20	2011/07/29	
呉市上長迫団地擁壁補修工事	その他	中国地方整備局	広島国道事務所	2015/12/05	2015/12/25	

国土交通省以外の施工実績					
工事名	発注者(種別)	発注者(事務所)	施工開始	施工終了	CORINS 登録 NO.
都城盆地農業水利事業木ノ川内導水路1工区建設工事	公共機関	九州農政局	2006/07/03	2006/07/14	
九州自動車道熊本管内構造		西日本高速道路株式			

物補修工事 内田第一高架橋	民間	会社	2006/10/02	2006/10/06	
丸守発電所導水路トンネル修繕工事	民間	東京電力株式会社	2006/10/16	2006/10/27	
小鹿第二発電所無圧隧道修繕工事	公共機関	鳥取県企業局	2006/11/13	2006/11/16	
H18年度かんがい排水事業桜が池地区下流幹線用水路第一工区工事	公共機関	富山県砺波農地林務事務所	2006/11/20	2006/12/15	
高山線三川原トンネル裏込注入工事	民間	東海旅客鉄道株式会社	2006/12/11	2006/12/15	
都営新宿線住吉シールド強化工事	公共機関	東京都交通局	2007/01/16	2007/01/17	
最上川左岸幹線トンネル改修その1工事	公共機関	農林省東北農政局最上川下流沿岸農業水利事業所	2007/01/15	2007/02/09	
熱川トンネル補修工事	公共機関	静岡県下田土木事務所	2007/06/11	2007/06/15	
平成19年度トンネル補強工事朝日台トンネルその1・城山トンネルその4	民間	伊豆急行株式会社	2007/06/18	2007/06/22	
大志田浅岸間折戸トンネル覆工修繕工事	公共機関	鉄道運輸機構	2008/01/21	2008/01/25	
宮昌寺第2トンネル応急対策工事	公共機関	水資源機構	2008/02/04	2008/02/09	
京急本線汐入第一隧道(19T)空隙注入工事	民間	京浜急行電鉄	2008/11/10	2008/11/20	
豊川用水西部幹線水路千両トンネル補修工事	公共機関	水資源機構	2009/03/03	2009/03/10	
東北本線浦島トンネル覆工変状対策工事	民間	東日本旅客鉄道	2009/04/20	2009/04/30	

欽明路トンネル補修工事	公共機関	山口県岩国土木建築事務所	2009/10/05	2009/10/17	
道路災害防止工事 多米トンネル工事	公共機関	愛知県東三河建設事務所	2009/10/20	2009/10/30	
農村域環境保全整備工事 2101工事長沼地区	公共機関	福島県	2010/02/08	2010/02/20	
箱根送水管補修工事	民間	箱根温泉供給	2010/11/08	2010/11/13	
買田幹線水路改修工事	公共機関	中四国農政局	2011/01/06	2011/01/12	

特許・実用新案							
種類	特許の有無				特許番号		
特許	有り	出願中	出願予定	*無し			
特許詳細	特許番号				実施権	通常実施権 専用実施権	
					特許権者		
					実施権者		
					特許料等		
					実施形態		
					問合せ先		
	特許番号					実施権	通常実施権 専用実施権
					特許権者		
					実施権者		
					特許料等		
					実施形態		
					問合せ先		
	特許番号					実施権	通常実施権 専用実施権
					特許権者		
					実施権者		
					特許料等		
					実施形態		
					問合せ先		
						実施権	通常実施権 専用実施権

	特許番号		特許権者		
			実施権者		
			特許料等		
			実施形態		
			問合せ先		
	特許番号		実施権	通常実施権	専用実施権
			特許権者		
			実施権者		
			特許料等		
			実施形態		
		問合せ先			
実用新案	特許の有無				
	有り	出願中	出願予定	*無し	
	特許番号		実施権	通常実施権 専用実施権	
備考					

第三者評価・表彰等

	建設技術審査証明	建設技術評価
証明機関		
番号		
証明年月日		
URL		
その他の制度等による証明		
制度の名称		
番号		
証明年月日		
証明機関		
証明範囲		
URL		

評価・証明項目と結果

証明項目	試験・調査内容	結果
実験等実施状況		
・NTRフォーム40倍発泡タイプの品質管理試験成績表 添付資料4:一軸圧縮強度試験:買田幹線水路トンネル補修工事試験結果(香川県産業技術センター)		

NTR40は40倍に発泡するので密度は0.03g/cm<sup>3</sup>程度と軽量で構造物への影響は小さい。

・NTRフォームの組成と安全性の確認

添付資料12:ウレタン注入材(NTRフォーム)の組成と安全性について(株式会社愛研)

添付資料9:土壌汚染に関する資料より

NTRフォーム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基づき安全性を検証した製品で

且つフロンガスおよび代替フロンを使用しないで所定の性能を有しています。



バッテリー運転試験状況

### 添付資料

資料1:NTR工法自社見積例

資料2:エアモルタル工法自社見積例

資料3:NTR工法施工実績表

資料4:買田幹線水路改修(その2工事)発泡試験結果報告書

資料5:発泡ウレタンの強度発現試験結果

資料6:可塑性グラウトの強度発現

資料7:滞水時のウレタン発泡評価

資料8:充填状況写真

資料9:土壌汚染について

資料10:NTR工法技術資料材料編

資料11:NTR工法技術資料施工編

資料12:注入材の組成と安全性について

資料13:NTR工法施工手順書

資料14:NTRカタログ

資料15:空洞充填工(ウレタン注入)技術資料

### 参考文献

①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 平成4年日本道路公団

②トンネル補修・改築マニュアル(案) 2008年ジェオフロンテ研究会

③NETIS新技術情報システム:エアパック工法

- ④ウレタン系注入材に関する技術資料 2004年ジェオフロンテ研究会
- ⑤気泡混合軽量土FCB工法標準積算資料 FCB研究会

その他(写真及びタイトル)



※汎用小型機の仕様

電力源	汎用機	蓄電池対応機
	商用電源・発電機	大容量バッテリー
	200V×3相交流	200V×単相交流
機械寸法 (上下分離)	500W×1,000L×1,370H (制御盤:700H+ポンプ:670H)	
機械重量	220kg	200kg
出力	2.2kw	1.5kW
測定値記録	チャート式記録計&デジタルプリント	

汎用小型注入機(上下分離可能)



※超小型注入機(新型STポンプ)

電力原	商用電源・発電機・大容量バッテリー	
	100V単相交流	
制御盤	寸法:250W×300L×300H	重量:10kg
ポンプ	寸法:240W×340L×490H	重量:25kg
出力	0.75kW	
測定値記録	・積算流量計の写真記録と空缶写真 ・流量SDカードに記録、パソコン出力	

超小型注入機(新型STポンプ)



ミキシングユニットの操作状況