

KFC

合理的な補助工法を提案する
切羽補強のバイオニア

株式会社 ケー・エフ・シー

全方位GFRP管長尺補強システム

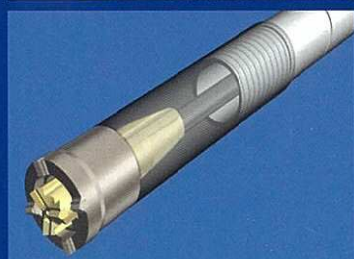
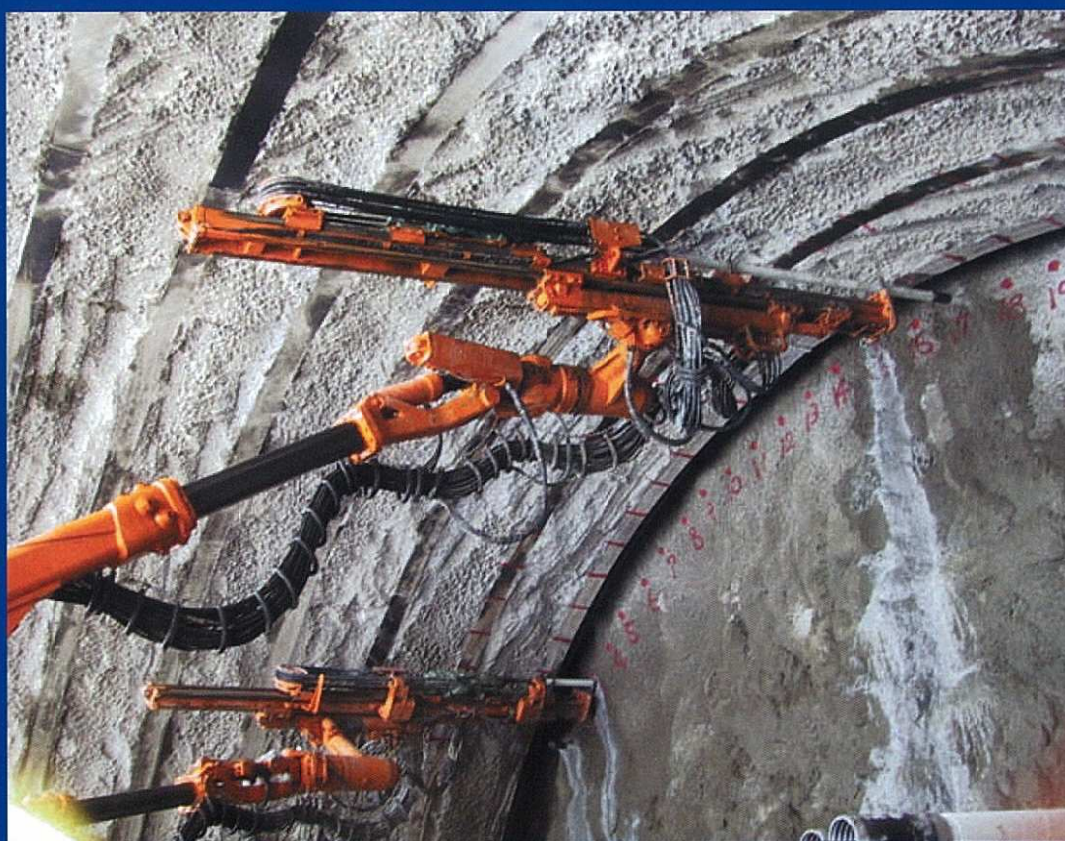
用途

- ・切羽の安定対策
- ・先行変位の抑制

FRP Injection Tube

FIT 工法

最も効果的な「掘削断面内からの切羽前方地山補強」



KFC LTD.

切羽前方地山を確実にホールド

未固結地山、脆弱な地山状況において、切羽を安定させ掘削を安全に進めるためには、掘削作業の妨げとならない切削可能なGFRP製の長尺補強材料により、最も補強が必要な応力開放面すなわち切羽鏡面から切羽前方地山を補強して先行変位を抑制する工法が効果的です。「FIT工法」は、孔壁の自立しにくい地山でも高強度長尺GFRPチューブを容易に打設することが可能で、地山条件に適した定着・注入が行える理想的なシステムです。

本工法では、GFRPチューブを補強材兼ケーシングとして二重管削孔で行います。削孔完了後、チューブ、シューおよびロストビットを孔内に存置し、その他のツールスを回収する機構となっています。

注入は、口元から行うバルブ注入方式、パッカーを利用した分割注入方式、いずれも適用可能であり、注入材料の選定も含めて、地山条件に適した方法が選択できます。

また、特にセメント系注入材料を使用する場合に、問題となりがちな「リーク」を防止するために必要なバルクヘッド形成を可能にするラティスチューブシステムを新たに開発し、施工効果がさらに高まりました。

■適用範囲

砂層、粘土層、礫質土、クラッキーな軟岩から中硬岩を対象に、長尺鏡補強工、長尺先受け工（無拡幅）および脚部補強工や塩ビ管を用いた水抜き工などに適用可能です。

■優れた特徴

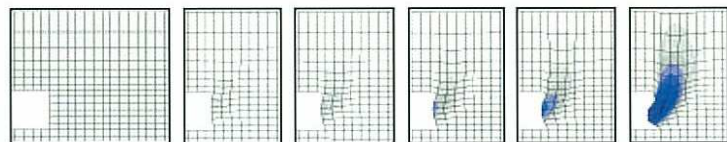
- 切羽前方の応力再配分領域をトンネル縦断方向、横断方向ともに補強することが可能で、先行変位制御対策として使用できる。
- 切削可能な補強材を使用しているので全方位への施工が可能。
- GFRPチューブは大きな引張強度と適度な剛性を備えており、地山安定性が高い。
- ドリルジャンボで手軽に施工でき、特殊な機械設備や材料が不要で経済性が高い。
- 軽量のGFRPチューブは、ドリルジャンボのバスケットがあればハンドリングでき、別途足場を追加する必要がないほか、編成人員の省力化やサイクルタイムの短縮を図ることができる。

提案する補助工法の信頼性と合理性を追求しています！

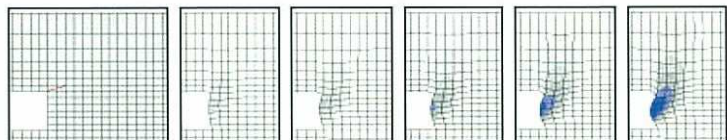
当社ではトンネル補助工法の切羽安定効果を三次元数値解析により研究し、合理的な補助工法の開発と提案に活用しています。各種の補助工法にはそれぞれ特徴があり、効果の影響範囲や適用範囲などについても知見が必要です。各種補助工法の主たる効果・影響範囲を定性的に、時には定量的に把握することが非常に重要であり、適切な補助工法を提案するためには、切羽の挙動を三次元的に検討しなければなりません。切羽補強工の「切羽に発生する変位挙動モード例」を以下に示します。

■切羽の挙動解析図（切羽に発生する変位挙動モード）

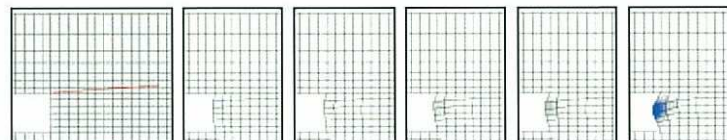
1) 先受け工無し



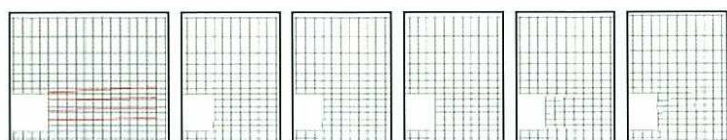
2) フォアボーリング



3) 長尺フォアパイリング



4) 長尺フォアパイリング
+ 長尺鏡補強工

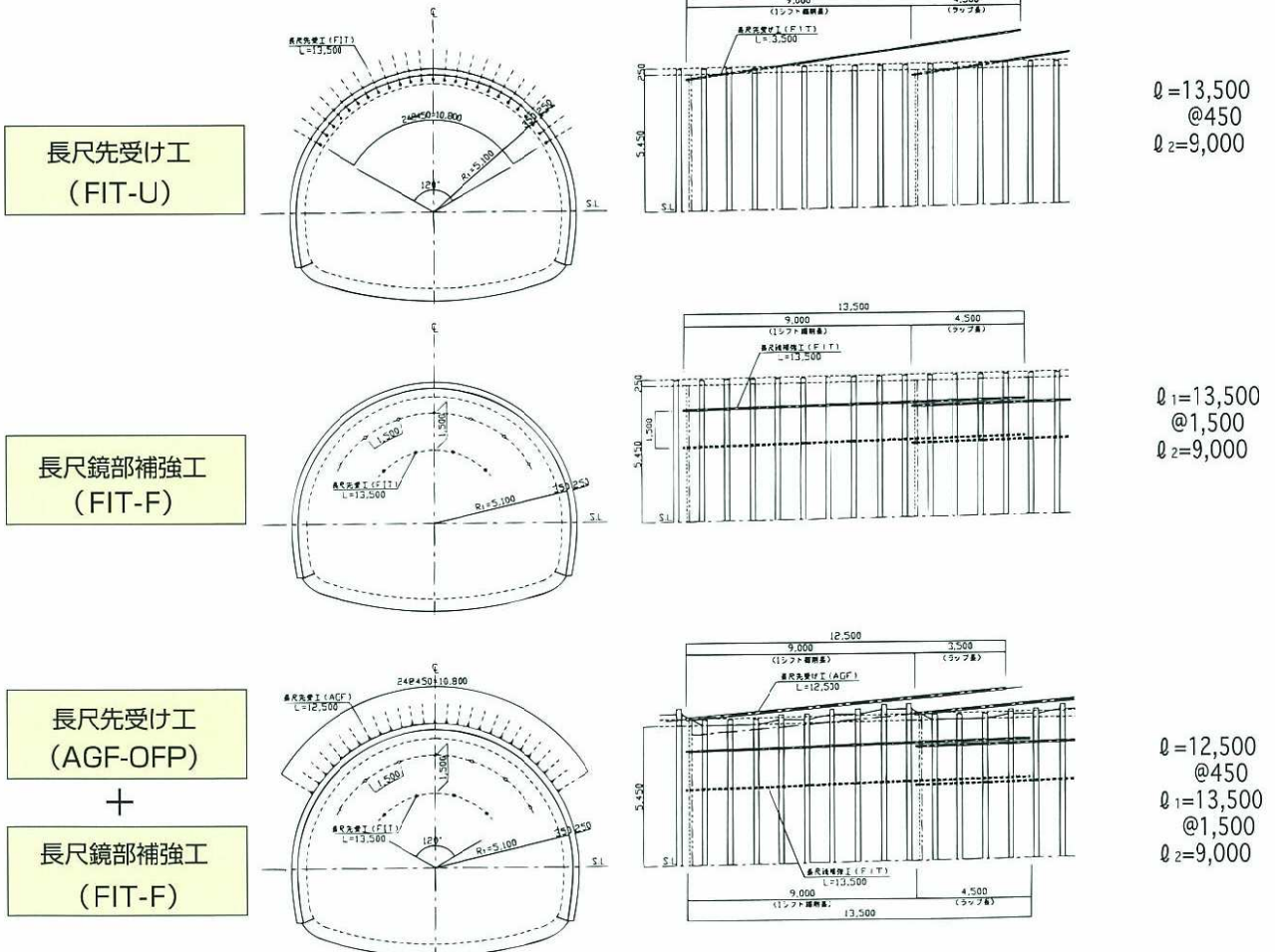




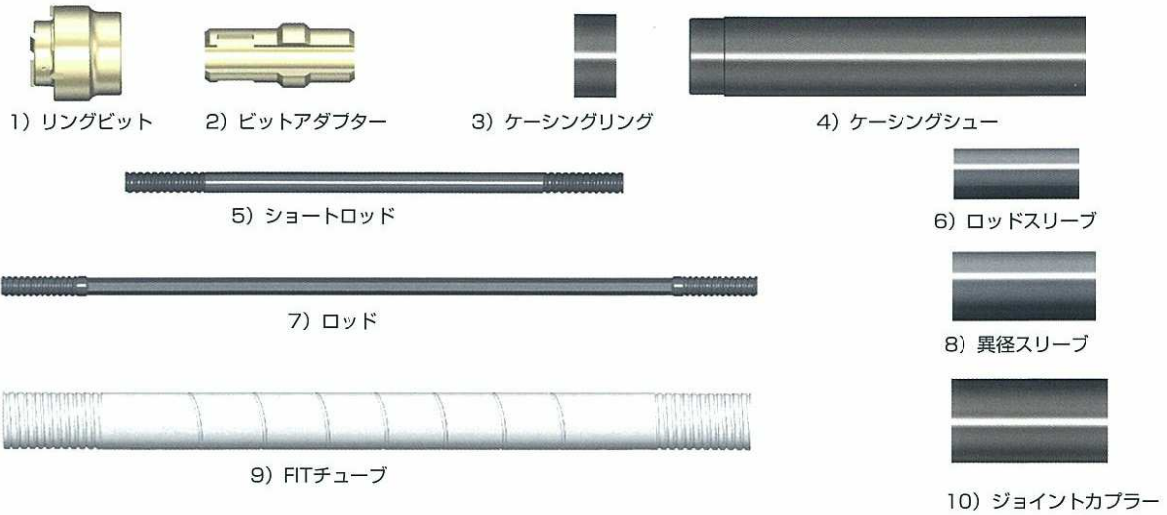
■「FIT工法」施行パターン例

掘削に伴って切羽天端部の剥落や崩壊が主な問題となる場合には、長尺フォアパイリング等の先受け工が有効です。天端の自立性のみならず、応力の漸増により切羽鏡部の押し出しが顕著になる場合、あるいは沈下の抑制が重要課題である場合には、長尺鏡部補強工と長尺フォアパイリングを併用する切羽安定対策工が効果的です。

(Q : フォアパイリング打設長 Q_1 : 鏡補強打設長 Q_2 : 1シフト掘削長)



「FIT工法」削孔パーツ



品名	形状寸法
1) リングビット	∅90×75
2) ビットアダプター	∅58×130
3) ケーシングリング	∅58×60
4) ケーシングシュー	∅82
5) ショートロッド	T32
6) ロッドスリーブ	T32/T32
7) ロッド	T32/T32
8) 異径スリーブ	T32/(R38)
9) FITチューブ	∅76/60×3000
10) ジョイントカプラー	∅76.3
11) ラティスチューブ	∅76

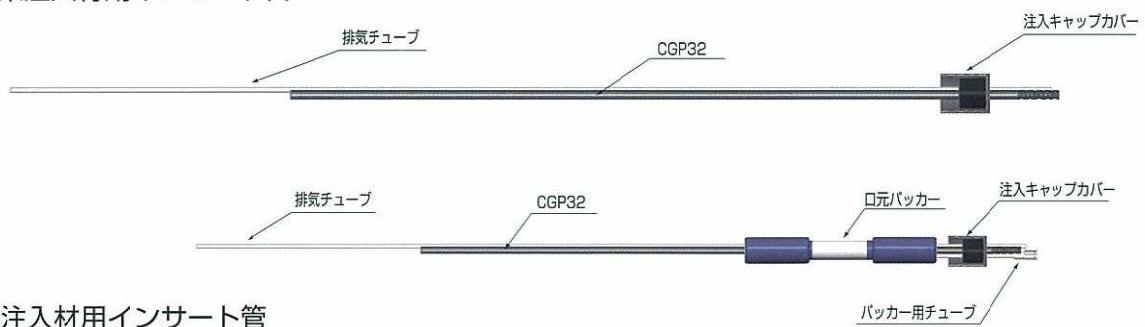
FITチューブ	
引張強さ	≥600 N/mm ²
せん断強さ	≥100 N/mm ²
ガラス繊維含有率	≥50% (重量比)
弾性係数	20,000~30,000MPa
単位重量	約3kg/m
ネジ部引張強度	約200kN

ラティスチューブ

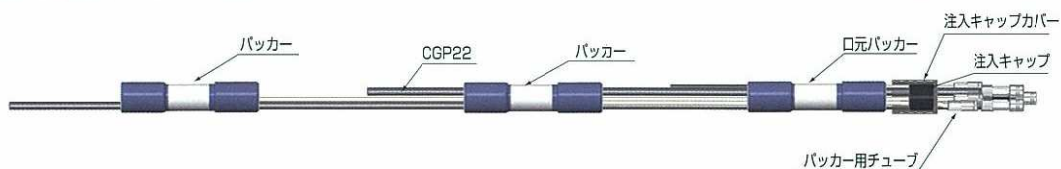
注入効果をもとめるためには、改良注入・定着いずれの場合にも注入時にある程度の加圧できるような簡易的バルクヘッドが必要です。一般には口元にウレタン系の材料をコーキングする方法が用いられていますが、この方法では地山条件、定着材・注入材の種類（特にセメント系の材料）によりリークが発生しやすいため、口元に適度な長さをもった確実なバルクヘッドを形成することが必要です。この作業を容易かつ確実にを行うために開発したのがラティスチューブです。メッシュ状の管体から周囲に均等に吐出したコーキング材が確実なバルクヘッド形成を実現します。

「FIT工法」注入パーツ

セメント系注入材用インサート管



レジン系注入材用インサート管



■セメント系注入材システム

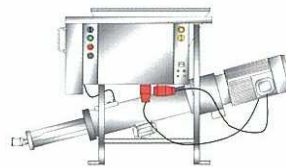


FITモルタル

	重量 (kg)	比重	容量 (ℓ)
早強セメント	9.00	3.14	2.87
特殊添加材	1.00	2.20	0.45
細砂	10.00	2.60	3.85
水			6.00
合計	20.00		13.17

FITモルタルEX (速硬膨張タイプ)

	重量 (kg)	比重	容量 (ℓ)
早強セメント	8.60	3.14	2.74
特殊添加材	3.23	2.71	1.18
細砂	8.20	2.60	3.15
水			6.00
合計	20.00		13.07



MAIポンプ (パワフルMAIポンプ)

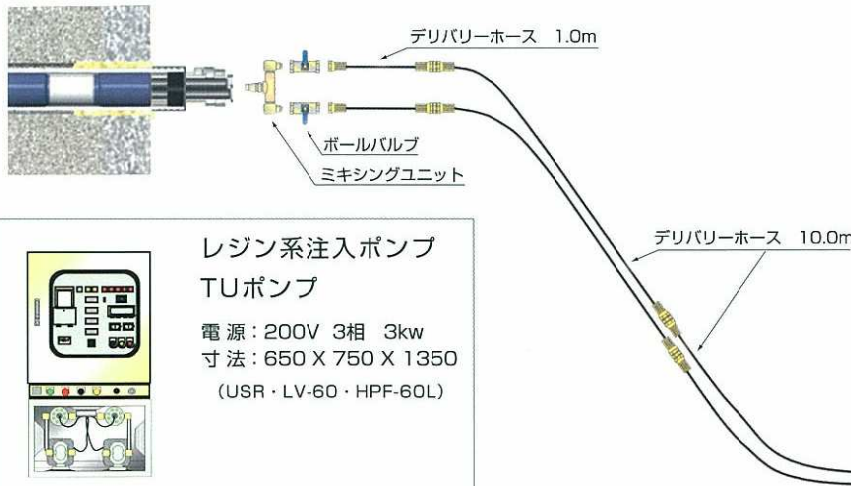
電源: 200V 6.0kw (7.5kw)
 最大圧力: 30kgf/cm² (60kgf/cm²)
 寸法: 175 (193) X 98 X 79

圧縮強度 (N/mm²)

材 齢	3h	6h	12h	24h
FITモルタル	—	0.5	3	10
FITモルタルEX	3	4	5	10

※材料温度・気温・水温により変動します。

■レジン系注入材／特殊シリカ注入材システム

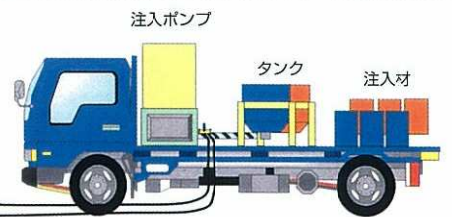
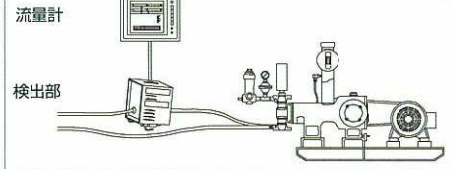


レジン系注入ポンプ TUポンプ

電源: 200V 3相 3kw
 寸法: 650 X 750 X 1350
 (USR・LV-60・HPF-60L)

二液グラウトポンプ

電源: 200V 3相 2.2kw
 寸法: 1155 X 560 X 710
 (シリカタフ)



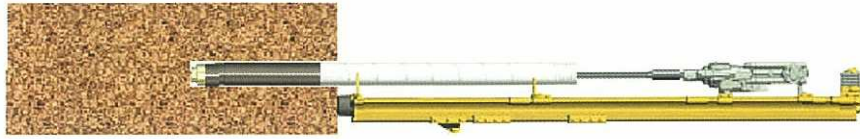
種 別	シリカレジン		ウレタン		一液性ウレタン	特殊シリカ系	
	USR		LV-60N				HPF-60L
商 品 名	A液	1.38±0.03	A液	1.04±0.03	1.10	A液	1.32
	B液	1.22±0.03	B液	1.23±0.03		B液	1.05
比 重	A:B=1:0.9~1.1		A:B=1:1.9~2.1		—	A:B=1:1	
配合比 (容積比)	A液	160±20	A液	100±20	60±10	5~10	
	B液	85±20	B液	100±30			
一般性状粘度 (mPa's)	60±15 (sec)		60±10 (sec)		5~20 (min)	10~35 (min) ゲルタイム	
ライズタイム	3.9±0.5 (3倍発泡時)		5.0±0.5 (4倍発泡時)		9.8 (サンドゲル)	1.0~1.5 (サンドゲル)	
圧縮強度 (N/mm ²)	3.4±0.5 (3倍発泡時)		5.0±0.5 (4倍発泡時)		—	—	
曲げ強度 (N/mm ²)	4~8倍		8~10倍		—	—	
自由発泡倍率					—	—	

注入材料の選定

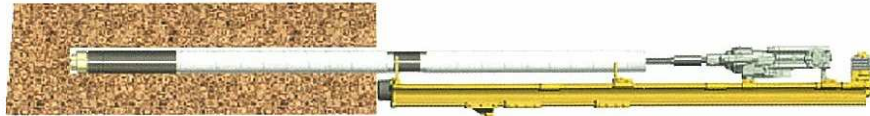
- 一般に先受けでは浸透性の高い材料を選定し積極的に地山改良を行います。
- 鏡補強ではセメント系の材料による定着を基本に考え、必要に応じ改良を検討します。

■「FIT SYSTEM」打設手順

- 1 先頭管（FITチューブ）にビットアダプター・ロッドを通し、リングビットを取り付けて削孔を開始する。



- 2 先頭管（FITチューブ）を地山内に打設したらシャンク部でロッドを切り離し、次の中間管（FITチューブ）およびロッドを接続し、削孔打設する。



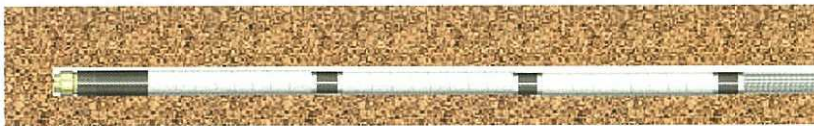
- 3 同様の手順で順次削孔打設を継続し、末端管にラティスチューブ（L=1m）を接続した所定長のFITチューブを打設した時点で、ロッドを右回転させながら後進して、リングビットを切り離す。FITチューブ内の残存するスライムはフラッシング水により排出する。



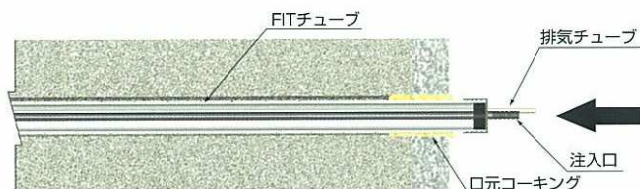
- 4 ロッドおよびビットアダプターを回収する。



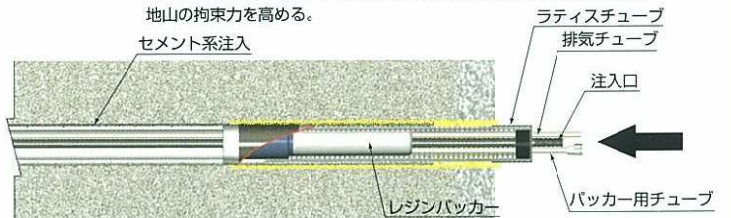
- 5 FITチューブの打設完了。



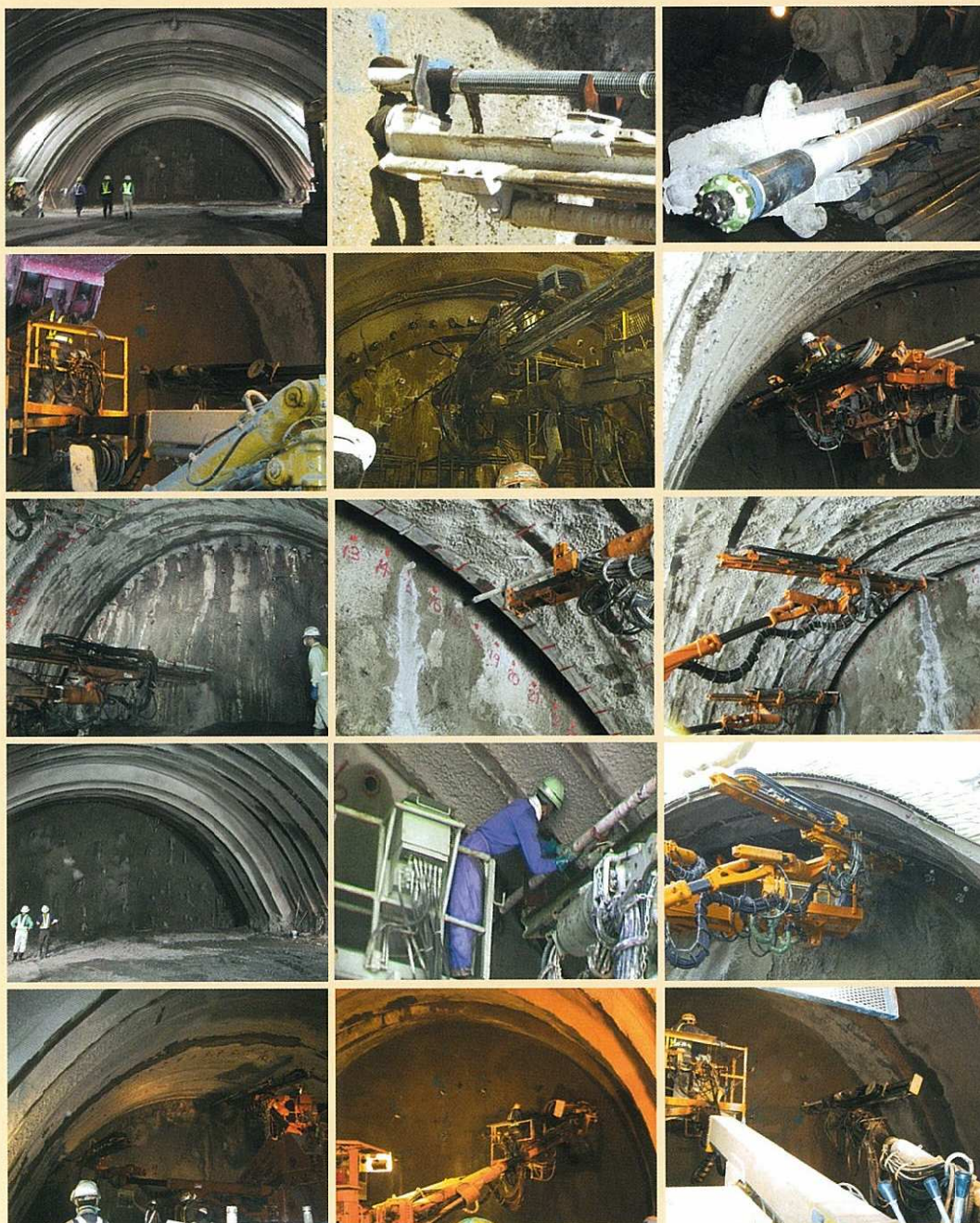
- 注入方法 1** セメントミルク・セメントモルタル注入（管内及び孔内の充填による定着）
必要に応じて口元コーキング実施



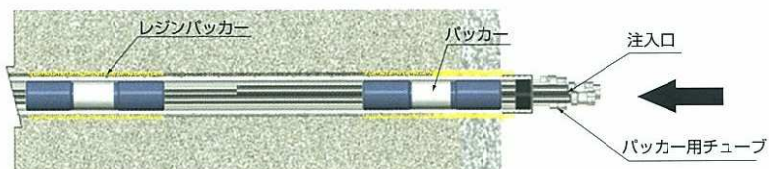
- 注入方法 2** 口元に設置したラティスチューブ内に特殊バッカーを用いたウレタン系の注入により口元側の管内外をシール（バルクヘッド領域の形成）後、セメントミルク・セメントモルタルの注入（低圧加圧注入）により、周辺地山の拘束力を高める。



「FIT工法」は、豊富な実績で信頼にお応えします



注入方法 3 バッカーを使用し、ウレタン系注入材でボアホール内に隔壁を形成後、ウレタン・シリカレジンを注入（管周囲の限定領域の改良により拘束力を高める）





お取り扱い上のご注意

セメント系注入材

1. 製品の管理及び取扱い

- (1) 製品は不燃性で通常の取扱い上危険な製品ではありません。
- (2) 水と接触すると水酸化カルシウムを生じ、アルカリ性を呈し、目、鼻、皮膚に対し刺激性があり、目の角膜、鼻の内部組織、皮膚に炎症を引き起こす可能性があります。
- (3) 製品の貯蔵は、湿気や雨水等避け乾燥した場所に保管して下さい。

2. 施工時の取扱い

- (1) 作業中は、坑内の換気を充分に行うよう処置を講じて下さい。
- (2) 作業中は必ず防塵マスクを着用して下さい。アレルギー体質の人については、作業及び製品の取扱いを厳禁とします。

3. 服装と保護具

作業及び製品を取扱うときには、長袖の上着、折り返しのないズボン、安全帽、保護眼鏡、保護手袋、防塵マスクを必ず着用して下さい。

4. 応急処置

- (1) 目に入った場合
清浄な流水で十分に洗浄した後、医師の診断を受けて下さい。
洗眼の際、まぶたを指で良く開けて、眼球、眼瞼をよく洗って下さい。
- (2) 皮膚に付着した場合
汚染された衣服、靴などを速やかに脱ぎ捨て、製品に触れた部分は石鹸を使ってよく洗い落として下さい。
- (3) 粉を吸入した場合
被害者を直ちに空気の新鮮な場所に移動させ安静にさせて下さい。また、必要に応じて医師の診断を受けて下さい。
- (4) 飲み込んだ場合
水でよく口の中を洗浄し、直ちに医師の診断を受けて下さい。
- (5) 体質によって喉の痛み、肌のかぶれが現れることがあります。症状が確認された場合は直ちに作業から離れ、医師の診断を受けて下さい。

※作業者の健康状態を確認の上、作業に当たって下さい。

レジン系注入材

1. 製品管理及び取扱い

- (1) 製品はシリカレジンA液以外は、消防法第4類危険物に該当する可燃性物質であり、その管理には十分な注意が必要です。

消防法による危険物分類	
RBSレジン (ウレタン)	RBS-USR (シリカレジン)
A液：第4類第3石油類 (水溶性)	A液：非危険物
B液：第4類第4石油類	B液：第4類第4石油類

貯蔵に際しては、消防法及び都道府県条例で定められた規制量以内にして下さい。

- (2) 製品の貯蔵は、密閉してできるだけ冷暗所に保管して下さい。短期の保管でも火気厳禁とし、直射日光、湿気を避けた、通風、換気の良いところに貯蔵して下さい。屋外に保管する場合は、容器に雨水等の接触がないように防水シートで覆って下さい。
- (3) 製品B液は、空気中の水分と反応して変質しやすいので、開缶後はできるだけ早く使用して下さい。
- (4) 容器は丁寧に取扱い、万一こぼれた場合は大量の水と砂で処理して下さい。
- (5) 空缶や残った材料はみだりに捨てないで、適切な方法で処理して下さい。
- (6) シリカレジンA液は、冬季には凍結(0℃以下)する恐れがありますので、保管に留意して下さい。万一、凍結した場合は温水で加熱溶解し、よく混合して使用して下さい。

2. 施工時の取扱い

- (1) 施工中は、作業現場付近での火気の使用は禁止して下さい。
- (2) 製品はA液(青色石油缶)とB液(黄色石油缶)があり、タンクも同様な表示にしてあります。入れ間違いないようにして下さい。
- (3) 注入作業中は、坑内の換気を充分に行うよう処置を講じて下さい。
B液は、MDI系イソシアネートを主成分(4,4-ジフェニルメタンジイソシアネート含有)としており、皮膚に付着したり蒸気を吸入した場合、皮膚や気管支に炎症を起こす恐れがあります。
- (4) 製品の吹き付けや、噴霧状での使用は行わないで下さい。また、注入後のボルトのガス溶断は、燃えたり有毒ガスが発生しますので絶対に行わないで下さい。
- (5) 注入作業中は必ず防塵マスクを着用して下さい。アレルギー体質の人については、注入作業及び製品の取扱いを厳禁とします。

3. 服装と保護具

注入作業及び製品を取扱うときには、長袖の上着、折り返しのないズボン、安全帽、保護眼鏡、保護手袋、防塵マスク(例：興研(株)製、サカキ式 G-7-02型防塵マスク、KGC-10C(有機)用吸気缶)を必ず着用して下さい。

4. 応急処置

- (1) 目に入った場合
清浄な流水で最低15分間目を洗浄した後、医師の診断を受けて下さい。
洗眼の際、まぶたを指で良く開けて、眼球、眼瞼をよく洗って下さい。
- (2) 皮膚に付着した場合
汚染された衣服、靴などを速やかに脱ぎ捨て、製品に触れた部分は石鹸を使ってよく洗い落として下さい。
- (3) 吸入した場合
被害者を直ちに空気の新鮮な場所に移動させ安静にさせて下さい。また、必要に応じて医師の診断を受けて下さい。
- (4) 飲み込んだ場合
水でよく口の中を洗浄し、大量の水を飲ませて可能であれば吐き出させ、直ちに医師の診断を受けて下さい。
- (5) 体質によって喉の痛み、肌のかぶれが現れることがあります。症状が確認された場合は直ちに作業から離れ、医師の診断を受けて下さい。

※作業者の健康状態を確認の上、作業に当たって下さい。



KFC 株式会社 ケー・エフ・シー

東京土木営業部 〒105-0014 東京都港区芝2丁目5-10
TEL (03) 3798-8511 FAX (03) 3798-8516

大阪土木営業部 〒530-0047 大阪市北区西天満3丁目2-17
TEL (06) 6363-1884 FAX (06) 6313-0755

名古屋支店 〒460-0002 名古屋市中区丸の内3丁目14-32
TEL (052) 223-1050 FAX (052) 223-1059



株式会社 ケー・エフ・シー マスディック

〒007-0834 札幌市東区北34条東9丁目1番地1号
tel: 011-751-3221 fax: 011-751-3899