

## 【NETIS KK-060042-V登録の閲覧につきまして】

NETIS KK-060042-V登録は、新技術情報提供システムへの掲載期間満了（平成29年3月末）につき、国土交通省近畿地方整備局の了解のもとに、こちらへ申請情報の画像のみ、掲載しております。

本文中のURL、メールアドレスへはリンクしておりませんのでご了承ください。

お問い合わせは、弊社ホームページの「お問合せ」からお願いします。

令和元年11月

日鉄ケミカル&マテリアル株式会社  
コンボジット事業部

ものづくり 日本大賞	国土技術 開発賞	建設技術 審査証明 ※	他機関の 評価結果

2017.04.19現在

技術 名称	FORCA(フォルカ)トウメッシュ工法		事後評価済み技術 (2013.09.24)	登録No.	KK-060042-V		
事前審査	事後評価		技術の位置付け(有用な新技術)				
	試行実証評価	活用効果評価	推奨 技術	準推奨 技術	評価促進 技術	活用促進 技術	
		有	★ 平成26年度～				
			旧実施要領における技術の位置付け				
			活用促進 技術(旧)	設計比較 対象技術	少実績 優良技術		
活用効果調査入力様式				★ (2013.12.5～)	(2011.2.25～ 2013.12.4)		
-V 活用効果調査入力システムを使用 してください。		-	適用期間等 少優良実績技術 平成23年02月25日～平成25年12月04日迄 設計比較対象技術 平成25年12月05日 推奨技術 平成26年06月23日				

上記※印の情報と以下の情報は申請者の申請に基づき掲載しております。申請情報の最終更新年月日:2016.06.24

副 題	ガラスクロス付き連続繊維FRP格子筋(トウメッシュ)を用いたコンクリートの剥落防止工法	区分	工法
分類1	道路維持修繕工 - トンネル補修補強工 - その他		
分類2	橋梁上部工 - その他		

概要

①何について何をやる技術なのか?  
コンクリート構造物において、ガラスクロス連続繊維FRP格子筋(トウメッシュ)を用いてコンクリート塊の剥落を防止する技術。

- ・トンネル覆工等のコンクリート構造物の剥落防止対策に広く有効である。
- ・準備工(支承物の移転等)、墨出し工、トウメッシュ取付け工で完工する簡単な工法である。
- ・このため、鉄道トンネル、幹線道路トンネル等施工時間に制約がある場合に特に有効である。
- ・コンクリートと付着しておらず、躯体の変位に追随可能であるため、トンネル覆工の目地部への適用も可能。
- ・施工後にも、メッシュネットを通して躯体の観察が可能であり、メンテナンス性に優れる。

②従来はどのような技術で対応していたのか?

従来は、はつり落とし+断面修復等の技術で対応していた。  
・鉄道トンネル、幹線道路トンネル等施工時間に制約がある場合にさらに施工性の向上が求められていた。  
・また、近年強化繊維シートを躯体表面に接着する工法も普及してきた。しかし、樹脂系接着剤やモルタルによる躯体との一体化が必要であるため、けれん処理や止水、導水処理が必要で、漏水や結露のある湿潤面には対応が困難であった。また、気温変化等で変位のある目地部での適用は困難であった。

③公共工事のどこに適用できるのか?

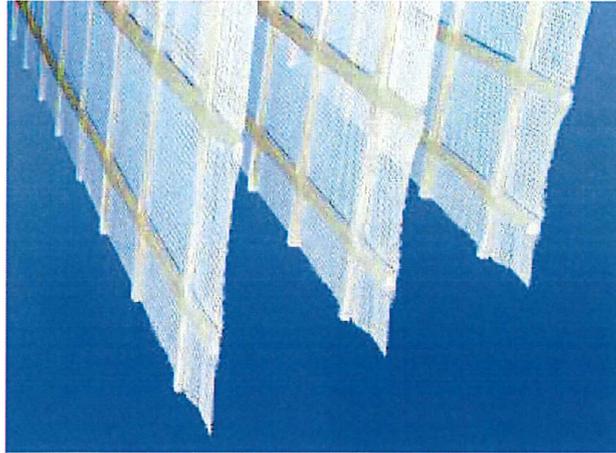
コンクリート構造物の剥落防止工法に適用できる。

④その他

以下にFORCA(フォルカ)トウメッシュ工法の名前の由来を概説する。  
・FORCA(フォルカ)は日鉄コンポジット繊維系製品の登録商標で、力(FORCE)と炭素繊維(CARBON)の造語である。本製品に、炭素繊維は含まれていませんが、アラミド繊維やガラスクロス繊維などの繊維系製品を含めて、FORCA(フォルカ)シリーズとしている。  
・トウメッシュは、連続繊維束の意味する(トウ)と、剥落対策工法のFRP(Fiber Reinforced Plastic)メッシュ工法からの造語

FORCA トウメッシュ 製品仕様

品番	筋ピッチ mm x mm	断面積 mm <sup>2</sup>	引張弾性率 kN/mm <sup>2</sup>	引張耐力 kN/本	引張剛性 kN/本	引張強度 N/mm <sup>2</sup>
FTM-G4	50 x 50	13.1	30以上	7.86以上	393以上	600以上
FTM-G6	50 x 50	35	30以上	21以上	1,050以上	600以上



FORCA トウメッシュ(50mm格子、標準2mx3m)

### 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?)

- ・耐久性に優れた FRP メッシュ(トウメッシュ)をコンクリートアンカーで固定するだけの簡単な工法である。はつり落とし+断面修復、連続繊維シート工法等に比べて施工性、経済性に優れる。
- ・施工性に優れるため、鉄道トンネル、道路トンネルでの対策工事のように時間的制約がある場合にも対応可能である。供用しながら、夜間での短時間施工も可能。
- ・接着剤やモルタルを使用しないので下地処理や導水・止水処理が不要であり、連続繊維シートの適用が困難な結露、漏水のあるトンネルでも施工可能。

#### ②期待される効果は?(新技術活用のメリットは?)

##### 1)経済性

- ・材料も高価ではなく施工が簡単であるために、従来の工法と較べてコスト低減が可能。
- ・樹脂系接着剤やモルタルによる躯体との一体化を行わないため、ケレン処理や止水・導水処理が不要で、漏水や結露のある湿潤面でも施工可能。

##### 2)迅速な施工

- ・取付けは躯体にアンカーで固定するだけのため施工が早く、硬化・養生の期間も必要ないため工期の短縮が可能で、夜間の短時間施工などに最適。

##### 3)変位に追従

- ・コンクリートと付着させずに専用の座金で固定することにより、乾燥収縮や温度変化、外力などによる躯体の変位に追従可能。目地部を跨いで施工が可能。

##### 4)優れたメンテナンス性

- ・施工後も、メッシュネットを通して下地の目視観察が可能。また、ネジ式アンカーを使用することにより、施工後の取外し・再取付けが容易に行える。

##### 5)高い耐久性

- ・FRP製のトウメッシュは耐久性に優れる。また、アンカー・固定座金にステンレス製を採用し、耐久性が高い。

##### 6)確実な剥落防止効果

- ・高強度のFRP格子筋が剥離コンクリート塊の重量を支持し、背面の細目メッシュネットが2mm程度以上の小片の落下防止が可能。

##### 7)自然条件による施工の制限

- ・本技術の施工において、従来では制限があった自然条件が無くなった。
- ・従来技術である断面修復は降雨時または降雨が予想される場合、低温(5℃以下)および高温(35℃以上)は施工を避ける必要があった。
- ・また、類似工法である連続繊維シート等の樹脂系接着剤を用いた施工では、気温5℃以下、湿度85%RH以上での施工を避ける必要があった。



FORCA トウメッシュ施工箇所(トンネル目地部)

#### 適用条件

##### ①自然条件

本工法においては自然条件の制約がない。

##### ②現場条件

- ・トンネル内空余裕: 70mm以上が好ましい
- ・作業ヤード: 15m程度(トラック架装式リフト車)、5m程度(ゴムクローラ自走式等)
- ・施工機械: 高所作業車(トラック架装式リフト車、ゴムクローラ自走式等)を足場として使用
- ・施工機器: 振動ドリル、ハンマー、スパナ
- ・トンネル条件: 躯体コンクリートのアンカー固定部が、健全であることが必要。シュミットハンマー検査にてコンクリート強度が十分であることを確認する。

##### ③技術提供可能地域

現場条件が合致すれば、日本全国で工事が可能。

##### ④関係法令等

道路構造令

#### 適用範囲

##### ①適用可能な範囲

- ・トンネル覆工をはじめとしたコンクリート構造物の剥落対策。
- ・トウメッシュ本体が自然に曲線可能な許容半径は約1m(FTM-G4の場合)である。
- ・「FRPによるトンネル覆工剥落対策マニュアル(トンネル安全対策工法研究会)」による。
- ・作用外力がなく、コールドジョイントなどの施工に起因する剥落箇所の可能性のある場所に適用可能である。
- ・作用外力によってひび割れが存在するものの、現状ではひび割れの進展性や内空変位の増加が確認されず、トンネルの安定が保たれている場合に適用可能である。

##### ②特に効果の高い適用範囲

- ・躯体の変位に対応できるため、トンネル内コールドジョイント部への剥落対策工としても有効である。
- ・施工性に優れるため、鉄道トンネルや幹線道路トンネル等で施工時間に制約のある場合に特に効果を発揮する。

##### ③適用できない範囲

- ・「FRPによるトンネル覆工剥落対策マニュアル(トンネル安全対策工法研究会)」による。
- ・ひび割れの進展や内空変位の増加が確認される場合は、別途根本的な対策を検討する必要がある。

##### ④適用にあたり、関係する基準およびその引用元

- ・トンネル補強・補修マニュアル:(財)鉄道総合技術研究所、1990.10
- ・変状トンネル対策工設計マニュアル:(財)鉄道総合技術研究所、1998.2
- ・設計要領第三集 トンネル (1)トンネル本体内保全編 [変状対策]:日本道路公団、1998.10
- ・コンクリートライブラリー119 表面保護工法設計施工指針(案):土木学会、2005.4
- ・鉄筋コンクリート造構造物の耐久性調査・診断および補修指針(案):日本建築学会、1997.1
- ・道路トンネル維持管理便覧、社団法人 日本道路協会、1993.11

#### 留意事項

##### ①設計時

剥落対策工は、躯体の健全度調査の結果、対策が必要と判断された箇所について行う。トンネル覆工剥落対策工として適用される場合、剥落原因が地圧、材料劣化等と想定される場合には、それぞれの対策工を併用することを基本とする。

##### ②施工時

- ・工事に先立ち、トンネルの覆工のコンクリート強度、変状の形態ならびにその程度、漏水の程度および覆工面の凹凸の程度を調査する。
- ・対策範囲は、剥落が想定される範囲全体を覆うように配置する。ジャンカ部やクラックなど、覆工の一部分からのみコンクリートの剥落が想定される場合は、想定範囲の全体をトウメッシュで覆い、最外周のアンカーは剥落想定範囲から少なくともアンカーの長さ以上の外側に配置するようにする。

- ・FORGAメッシュ工法によって所定の効果を得るために、トウメッシュ、アンカー、その他の材料は、規定された品質を満たす材料を使用する。また、アンカーの打込みには適切な仕様のものを選定する。
- ・アンカー孔の削孔は、覆工面に直角に行う。また、アンカーの打込み時にアンカーが曲がらないように注意深く行う。
- ・アンカーの最大ピッチは1m以下とする。最小ピッチはアンカー埋め込み長さ以上が好ましい。
- ・鉄道、道路等の供用に支障のないように十分に施工管理を行う。

③維持管理等

- ・対策前に剥落が想定された範囲を中心にクラックの発生、進展等を適宜観察する必要がある。本工法は、FRP格子筋と細目メッシュで構成されているため、施工内面の目視観察が可能である。クラックの発生、進展等が観察された場合には、根本的な対策も含めて再度剥落対策工の選定を行う。
- ・また、単純な施工不良等が原因で、トウメッシュの固定に不具合が認められる場合は、その箇所を取り外し、再施工を実施する。

④その他

本工法は、押し抜き実験から剥落により内空側に変位することが確認されており、トンネル内空に変位を許容する場合に適用が可能である。

活用の効果

比較する従来技術		はつり落し+断面修復		
項目	活用の効果			比較の根拠
経済性	<input checked="" type="checkbox"/> 向上(63.49%)	<input type="checkbox"/> 同程度	<input type="checkbox"/> 低下(%)	作業が簡易であるため、工事費が安価になる。
工程	<input checked="" type="checkbox"/> 短縮(87.19%)	<input type="checkbox"/> 同程度	<input type="checkbox"/> 増加(%)	作業が簡便であるため、工程が大幅に短縮できる。
品質	<input type="checkbox"/> 向上	<input checked="" type="checkbox"/> 同程度	<input type="checkbox"/> 低下	同等である。
安全性	<input type="checkbox"/> 向上	<input checked="" type="checkbox"/> 同程度	<input type="checkbox"/> 低下	同等である。
施工性	<input checked="" type="checkbox"/> 向上	<input type="checkbox"/> 同程度	<input type="checkbox"/> 低下	作業が簡便であるため、施工性は大幅に改善される。
周辺環境への影響	<input checked="" type="checkbox"/> 向上	<input type="checkbox"/> 同程度	<input type="checkbox"/> 低下	はつり作業がなく作業環境等がはつりを伴う工法より向上する。
その他、技術の アピールポイント等	耐久性に優れたFRPメッシュをコンクリートアンカーで固定するだけの簡単な剥落防止工法である。従来工法と異なり、接着剤やモルタルを使用せず下地処理や導水・止水処理が不要結露、漏水のある現場でも施工可能、温度、湿度の制約もないため、早く施工できる。			
コストタイプ <u>コストタイプの種類</u>	発散型:C(+)			

活用効果の根拠

基準とする数量	15	単位	m <sup>2</sup>
	新技術	従来技術	向上の程度
経済性	327209円	896250円	63.49%
工程	3.51日	27.4日	87.19%

新技術の内訳

項目	仕様	数量	単位	単価	金額	摘要
労務費	世話役	0.5	人	23000円	11500円	
労務費	特殊作業員	1	人	21600円	21600円	
労務費	普通作業員	2	人	18900円	37800円	
材料費	FRPメッシュ(FTM-G4G(S))	18	m <sup>2</sup>	8000円	144000円	1.2(ロス)
材料費	コンクリートアンカー(SC-670、緩止ナット、SUS)	126	本	290円	36540円	8.0本/m <sup>2</sup> x 1.05
材料費	固定プレート(60x60x1.5.SUS)	126	個	300円	37800円	8.0個/m <sup>2</sup> x 1.05
諸雑費	発動発電機運転(100V、2kVA、ガソリン)	1	台日	2228円	2228円	
諸経費	その他機械損料・消耗部品等(振動ドリル・ドリル刃等)	1	式	3298円	3298円	労務費合計の5%
諸経費	諸雑費	1	式	1979円	1979円	労務費合計の3%
足場	リフト車運転(トラック架装式、揚程8~9m)	1	台日	30464円	30464円	

従来技術の内訳

項目	仕様	数量	単位	単価	金額	摘要
カッター工	-	90	m	1153円	103770円	1㎡当り6mとして計算
はつり工	t = 3cm	15	m <sup>2</sup>	17105円	256575円	
断面修復工	t = 3cm	0.45	m <sup>3</sup>	1190900円	535905円	

特許・実用新案

種類	特許の有無				特許番号
特許	<input type="checkbox"/> 有り	<input type="checkbox"/> 出願中	<input type="checkbox"/> 出願予定	<input checked="" type="checkbox"/> 無し	
特許詳細	特許情報無し				
実用新案	特許の有無				
	<input type="checkbox"/> 有り	<input type="checkbox"/> 出願中	<input type="checkbox"/> 出願予定	<input checked="" type="checkbox"/> 無し	
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

施工単価

積算条件

- ・対象面積100㎡以上の標準的コンクリート素地面への施工とする。
- ・トンネル内片側車線通行止めでの昼間作業とする。
- ・日当り施工量15㎡として計算、平成26年度東京地区を想定。

FORCATウメッシュ工法(トンネル覆工剥落防止工)

費目	名称・仕様	数量	単位	単価	単位	金額	適用
労務費	世話役	0.5	人	23,000	人	11,500	
	特殊作業員	1.00	人	21,600	人	21,600	
	普通作業員	2.00	人	18,900	人	37,800	
小計					¥/15㎡当り	70,900	
材料費・その他経費	FRPメッシュ(FTM-G4G(S))	18.00	㎡	8,000	¥	144,000	1.20(ロス)
	コンクリートアンカー(SC-670、緩止ナット、SUS)	126.00	本	290	¥	36,540	8.0本/㎡x1.05
	固定プレート(60x60x1.5,SUS)	126.00	個	300	¥	37,800	8.0個/㎡x1.05
小計					¥/15㎡当り	218,340	
諸経費	発動発電機(100V,2kVA,ガソリン)	1.00	台日	2,228	¥	2,228	
	その他機械損料・消耗部品等(振動ドリル・ドリル刃等)	1.00	式	3,298	¥	3,298	労務費合計の5%
	諸雑費	1.00	式	1,979	¥	1,979	

							労務費合計の3%
小計					¥/15㎡ 当り	7,505	
足場							
	リフト運転(トラック架装式,揚程8~9m)	1.00	台日	30,464	¥	30,464	
					¥/15㎡ 当り	30,464	
合計					¥/15㎡ 当り	327,209	
1㎡当り					¥/㎡	21,814	

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

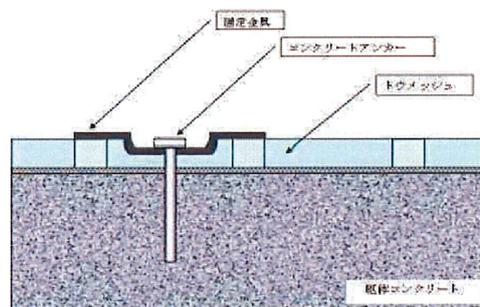
標準的な施工手順を以下に記す。

#### ①下地処理

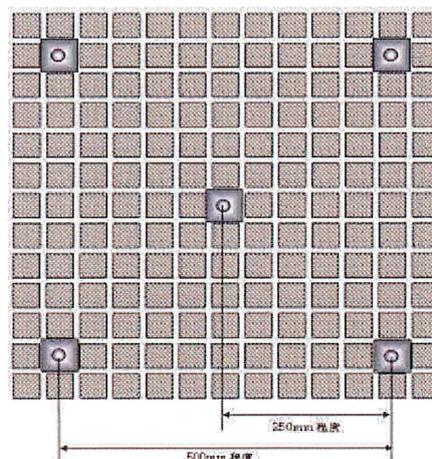
- 1) 躯体コンクリートの表面に障害となる突起がある場合には、コンクリートカンナやディスクサンダー等で削り取る。
- 2) コンクリート片の剥離等による断面欠損箇所は、必要に応じてポリマーセメントモルタル等を用いて断面修復を行う。

#### ②トウメッシュ取付け(ナット締付けタイプの場合)

- 1) トウメッシュFTM-G4(標準寸法は2m×3m)を、あらかじめ所定の寸法に切断し、アンカーの設置箇所をマーキングしておく。
- 2) トウメッシュを所定の割付け位置に配置する。
- 3) コンクリートドリルにアンカー径(6mm)に適合するドリル刃を取付け、トウメッシュのマーキング箇所に下穴を削孔する。
- 4) 穴にアンカーを挿入し、先端部が拡張してコンクリート中に確実に固定されるまで、芯棒(ピン)をハンマーで打込む。
- 5) 固定金具(ワッシャー)をセットし、スパナ類を用いてナットを締付ける。



トウメッシュ施工概念図



トウメッシュ施工平面模式図概念図 (アンカー標準配置参考例)

FORCATウメッシュ施工断面および平面模式図

今後の課題とその対応計画

①課題					
・剥落防止性能、耐久性、トータルに安全などに対する信頼性のさらなる向上					
②計画					
・平成19年度に、過去の施工箇所(代表的な例)の経過観察とその結果解析を行う。					
・平成19、20年度に十分は定着性能を確保しかつ、軽量性に優れた新アンカーの開発予定					
収集整備局	近畿地方整備局				
開発年	2001	登録年月日	2007.02.15	最終更新年月日	2016.06.24
キーワード	安全・安心、コスト縮減・生産性の向上、公共工事の品質確保・向上				
	自由記入	剥落防止	FRP	連続繊維	
開発目標	省力化、経済性の向上、作業環境の向上				
開発体制	単独 ( <input checked="" type="checkbox"/> 産、 <input type="checkbox"/> 官、 <input type="checkbox"/> 学 ) 共同研究 ( <input type="checkbox"/> 産・産、 <input type="checkbox"/> 産・官、 <input type="checkbox"/> 産・学、 <input type="checkbox"/> 産・官・学 )				
	開発会社	新日鉄住金マテリアルズ株式会社			
問合せ先	技術	会社	新日鉄住金マテリアルズ株式会社		
		担当部署	コンポジットカンパニー開発本部	担当者	立石晶洋
		住所	〒104-0061 東京都中央区日銀座七丁目16-3		
		TEL	03-6859-3441	FAX	03-6859-3446
		E-MAIL	<a href="mailto:tateishi.vm5.akihiro@nsmat.nssmc.com">tateishi.vm5.akihiro@nsmat.nssmc.com</a>		
	URL	<a href="http://www.nck.nsmat.co.jp/">http://www.nck.nsmat.co.jp/</a>			
	営業	会社	新日鉄住金マテリアルズ株式会社		
		担当部署	コンポジットカンパニー 社会資本材料事業部 トウシート部	担当者	渡部 修
		住所	〒104-0061 東京都中央区日銀座七丁目16-3		
		TEL	03-6859-3441	FAX	03-6859-3446
E-MAIL		<a href="mailto:watanabe.e5r.osamu@nsmat.nssmc.com">watanabe.e5r.osamu@nsmat.nssmc.com</a>			
URL	<a href="http://www.nck.nsmat.co.jp/">http://www.nck.nsmat.co.jp/</a>				
問合せ先					
番号	会社	担当部署	担当者	住所	
	TEL	FAX	E-MAIL	URL	
実績件数					
国土交通省		その他公共機関		民間等	
203件		283件		25件	
実験等実施状況					
① トンネル覆工におけるFRP剥落対策工の適用性に関する基礎実験					
【実験概要】					
・FRPメッシュ(50cmx50cm)をワッシャー(50mm角)とM6ボルトで試験機のベースプレートに固定し、引き上げ金具を引き上げるにより荷重を増加させた。その際の荷重と引き上げ金具の変位量を計測した。					
【実験結果】					
・FRPメッシュは、同様に行った繊維シート接着工と比較して、最大荷重時変位が大きく、変位の制限が緩い箇所に適していることがわかった。					
② FRPによるトンネル剥落対策工に用いる材料の耐久性の検討					
【実験概要】					
・FRPメッシュ等をアルカリ水溶液中最大8週間浸漬し、所定の経時において引張試験を実施した。					
【実験結果】					
・FRPメッシュは、同様の分野で用いられる他の繊維材料に近い耐久性を有することがわかった。					
③ トンネル覆工におけるFRP剥落対策工の現場施工試験					
【施工試験概要】					
・実トンネル施工の再現を目的として山陽新幹線六甲トンネル北山斜坑底を選定し、トウメッシュ等の各種工法を実施した。その際の総作業時間(作業人工数x時間)を施工性を比較した。					
【実験結果】					
・FRPメッシュ工法は、繊維シート接着工、光硬化シート接着工に対して50%程度施工性が優れることが確認できた。					



FRPメッシュの効果確認実験

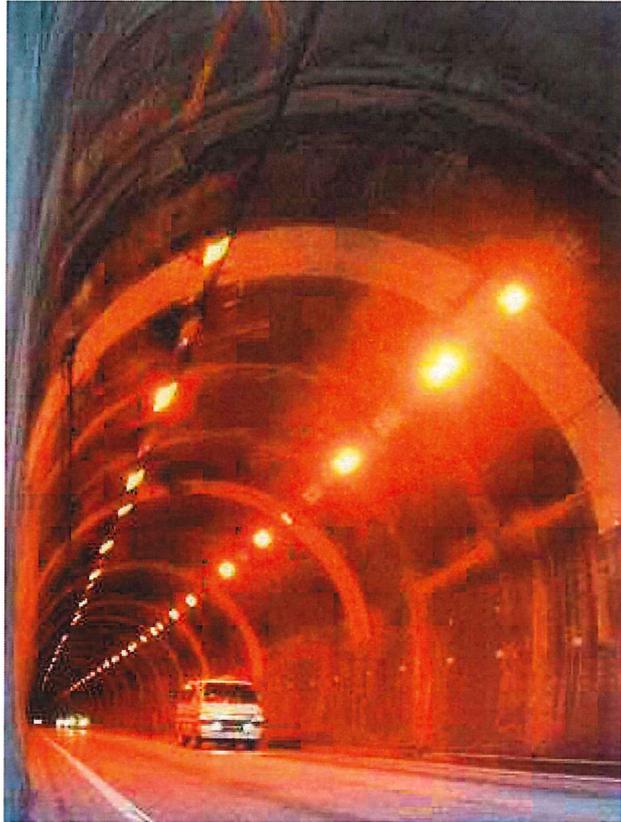
添付資料

- 【添付資料 1】 FORCATウメッシュ積算資料
  - 【添付資料 2】 はつり落し+断面修復積算資料
  - 【添付資料 3】 FORCATウメッシュ標準施工要領(案)
  - 【添付資料 4】 「FRPによるトンネル覆工剥落対策マニュアル」、トンネル安全対策工法研究会(TSC研究会),2003(抜粋)、及びアルカリ溶液浸漬後の引張強度(解説)
  - 【添付資料 5】 FORCATウメッシュ工法施工実績表
  - 【添付資料 6】 土木学会第57回年次学術講演会,2002, p.721-722
  - 【添付資料 7】 FORCATウメッシュパンフレット
  - 【添付資料 8】 コンクリートライブラリー119 表面保護工法設計施工指針(案):土木学会、2005.4.p.45-48
  - 【添付資料 9】 工数計算書
  - 【添付資料 10】 「トンネル安全問題検討会報告書」、トンネル安全問題検討会,2000.2,p.86-88
  - 【添付資料 11】 鉄筋コンクリート造構造物の耐久性調査・診断および補修指針(案):日本建築学会、1997.1、p.119
  - 【添付資料 12】 技術資料 耐荷力の照査
  - 【添付資料 13】 アンカーボルト試験成績書
  - 【添付資料 14】 FORCATウメッシュ性能規格書
  - 【添付資料 15】 実験データ1 トンネル覆工におけるFRP剥落対策工の適用性に関する基礎実験
  - 【添付資料 16】 実験データ2 トンネル覆工におけるFRP剥落対策工に用いる材料の耐久性の検討
  - 【添付資料 17】 実験データ3 トンネル覆工におけるFRP剥落対策工の現地施工試験
- \*実験データ1~3は「FRPによるトンネル覆工剥落対策マニュアル」、トンネル安全対策工法研究会(TSC研究会),2003に掲載されている。

参考文献

1. 「FRPによるトンネル覆工剥落対策マニュアル」、トンネル安全対策工法研究会(TSC研究会)、2003

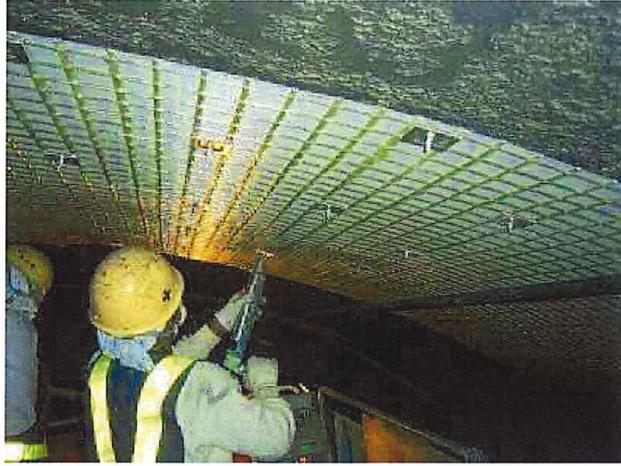
その他(写真及びタイトル)



FORCATウメッシュ施工トンネル現場



FORCATウメッシュ施工箇所



FORCATウメッシュ施工状況

詳細説明資料(様式3)の様式はExcelで表示されます。