

書類番号：HL-P02009R17

AAA（トリプルA）工法

書類番号：HL-P02009R17

AAA（トリプルA）工法
（JR東日本：土木工事標準仕様書収載）

標準施工要領書

アクリル樹脂－アラミド繊維－アンカーを用いた
トンネル覆工コンクリートの剥落防止対策工法

2022年4月

デンカ株式会社
特殊混和材部

1. 概要

本標準施工要領書は主に劣化等によるコンクリートの剥落防止を目的とした補修工法の一工法として、メッシュ状アラミド繊維シートのコンクリートへの保持固定にアンカーと硬化後に透明性を有する変性アクリル樹脂（ハードロックⅡ DK550 シリーズ）を併用することにより、工事後の躯体の変状観察が可能であることを特徴とした補修工事に適用するものです。本工法の施工断面図の概要を図1-1に示します。

なお、本工法は東日本旅客鉄道（株）「土木工事標準仕様書」20 トンネル修繕工 20-1 剥落修繕工として記載されています。

また、本工法は電気化学工業（株）（現デンカ（株））が特許を有しています（特許第 5629501）。

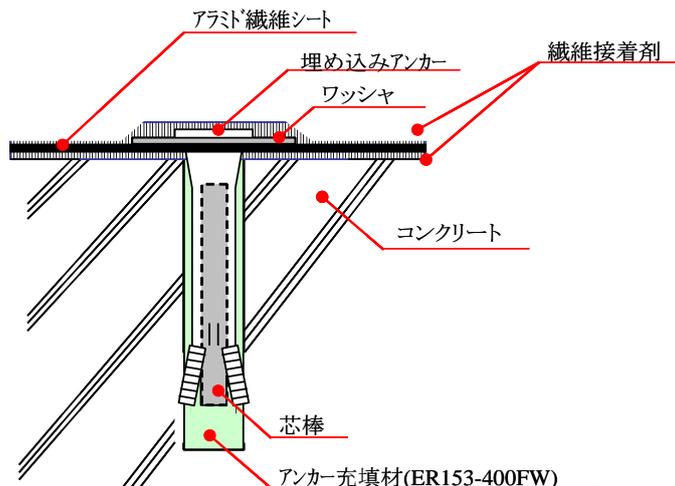


図1-1 AAA工法の工法断面図

1-1. 使用材料

(1) アラミド繊維シート

- AAA工法で使用するアラミド繊維シートの例として表1-1に示すものがあります。

表1-1 AAA工法で使用するアラミド繊維シートの例

形状	品番例	シート幅[cm]	繊維重量[g/m ²]	引張耐力[kN/m](各方向)
2方向メッシュ状シート	AKM-5/5	100	90	49 / 49
	AKM-10/10	100	180	98 / 98

(施工にはアラミド繊維専用ハサミが必要)

- AAA工法では剥落対策用に5t級のAKM-5/5メッシュを基準としている。
地圧対策用には10t級のAKM-10/10メッシュを使用する。
※AKM-10/10はメッシュの目が詰まっているので施工後、下地の変状は見えにくくなります。
- その他の繊維シートを使用する場合には次の仕様のものが適用可能です。
 - ・1方向あたりの繊維引張耐力が49kN/m以上の多方向メッシュ状アラミド繊維シート

(2) 施工樹脂

- 施工樹脂の一覧を表1-2に示します。

表1-2 AAA工法で使用する施工樹脂

材料区分	品番	季節品種	荷姿
プライマー	DK550-003 A/B	W,R,S	A/B 5kg セットまたは 30kg セット
繊維接着剤	DK550-04 A/B	W,R,S	A/B 5kg セットまたは 30kg セット
段差修正材	グイライ付不陸調整用 A/B	W,R,S	A 剤 2.5kg, B 剤 3.5kg 6kg セット

(4) アンカーおよびワッシャ

- コンポジットアンカー J P-670PT-60W（本工法指定アンカーピン）及び付属ワッシャ

※「60W」はワッシャ径φ60mmを意味する。これまでの標準品で製品名に「-60W」の表記がない「JP-670PT」（ワッシャ径φ40mm）は絶対に使用しないこと。

(5) アンカー充填材

- ハードロックⅡ ER153-400FW
(専用ノズルMB-16、市販プラ製ストロー及び専用吐出ガンMG-1必要)

各材料についてのお問い合わせ先

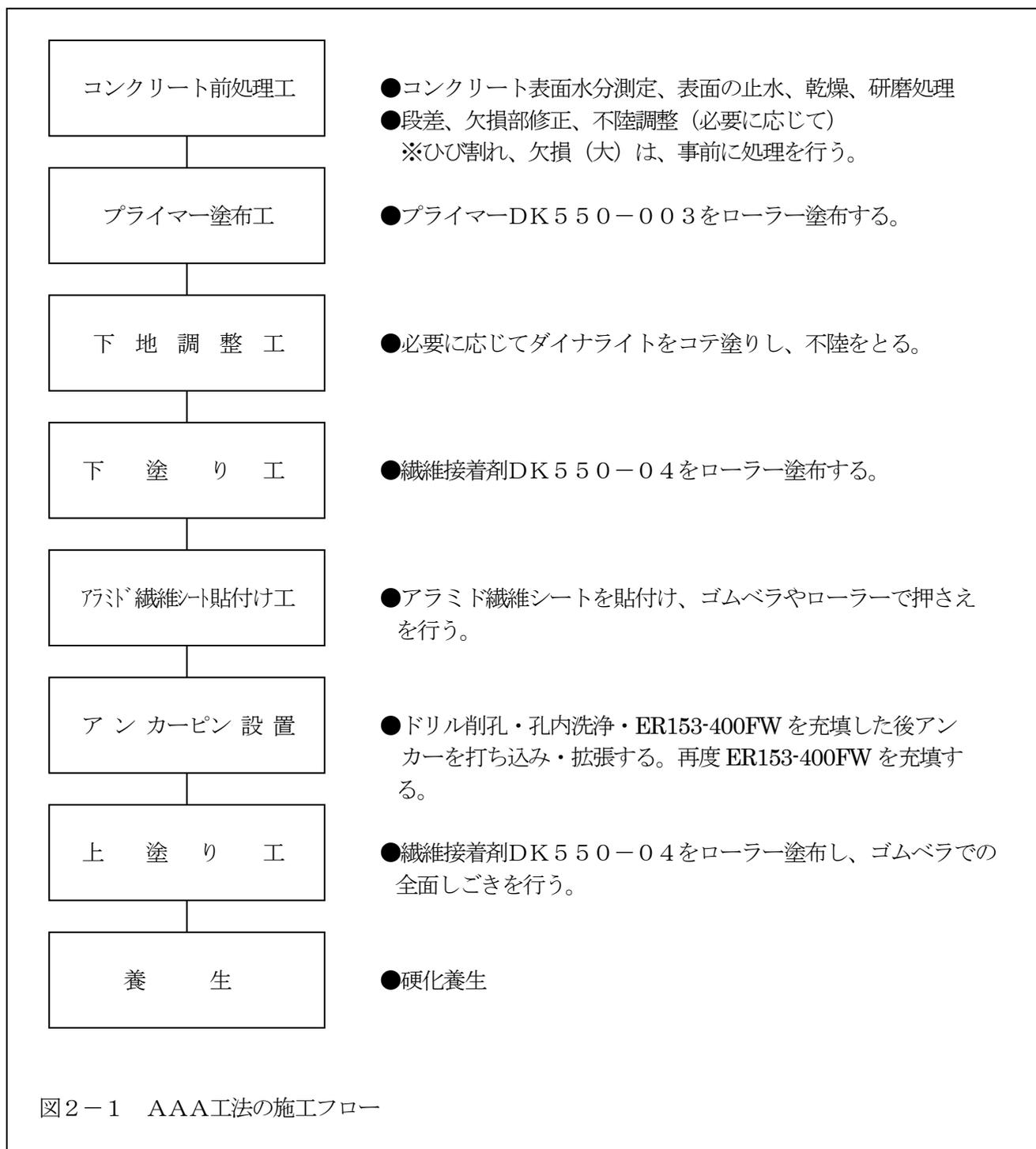
【アラミド繊維シート】	ファイベックス株式会社
【アラミド繊維用はさみ】	〒162-0845 東京都新宿区市谷本村町1番1号 住友市ヶ谷ビル 7階 TEL 03-5579-8291 FAX 03-5579-8292
【コンポジットアンカー】	サンコーテクノ株式会社 ファスニング営業本部 〒270-0163 千葉県流山市南流山 3-10-7 TEL 04-7157-8181 FAX 04-7157-8787
【施工樹脂】 【アンカー充填材】	デンカ株式会社 インフラ・無機材料部門 特殊混和材部 インフラ開発G 〒103-8338 東京都中央区日本橋室町2-1-1(日本橋三井タワー) TEL 03-5290-5137 FAX 03-5290-5085

1-2. 補修・補強位置

- トンネル覆工コンクリート
- その他

2. 施工手順

施工の手順は、下記のフロー図による。



3. 作業方法

3-1. 準備作業

(1)コンクリート表面水分の測定

- k e t t水分計（株）ケット科学研究所製HI-520などで施工部コンクリート表面の水分量を測定する。測定は約10m²ごとに1箇所の割合で行う。

K e t t水分計測定方法例

測定条件(HI-520の例) 選択： コンクリート

厚さ： 40[mm]

温度： AUTO

- 1) 本体の電源のONスイッチを押し、30秒放置する。
- 2) 測定する材料に、水分検出部を押し当てる。
- 3) デジタル表示された水分量[%]を読みとる。

【重要ポイント】 コンクリート表面水分量6%を越えた状態で施工してはならない。

- 表面水分量が6%を越えている場合は(4)に示す漏水・乾燥処理等を行い対策する。
- これらの対策直後と、対策後1時間以上放置した時点での表面水分量を測定する。
- 対策直後と対策後1時間放置で表面水分量が6%以下で、両測定結果の差が+0.5%以内であれば施工可能である。これ以外の場合には、施主の指示に従うこと。

(2) 段差、欠損部処理

- 型枠の段差やコンクリート面の欠損箇所はコンクリートと同等以上の圧縮強度を有する材料(小規模であればダイナライト、欠損部が大きい場合は無機系の断面修復材、たとえばデンカRIS211Eプライマー+RIS322エース等で平滑になるように表面を仕上げる。

(3) コンクリート面の表面研削処理

- コンクリート面に付着している汚れやレイタンス等の脆弱層をディスクサンダー、サンドブラスト等で取り除き、繊維接着範囲全体にわたって細骨材を露出させる。コンクリートの粉末は圧縮空気やエアブローで取り除く。
- (2)で処理した段差、欠損処理部表面も同様に処理する。
- ディスクサンダーは#40より目の粗いペーパーやダイヤモンドホイールディスク、ドライカップディスクとする。
- 油類はアセトンやシンナーをしみ込ませたウェス等で拭き取る。

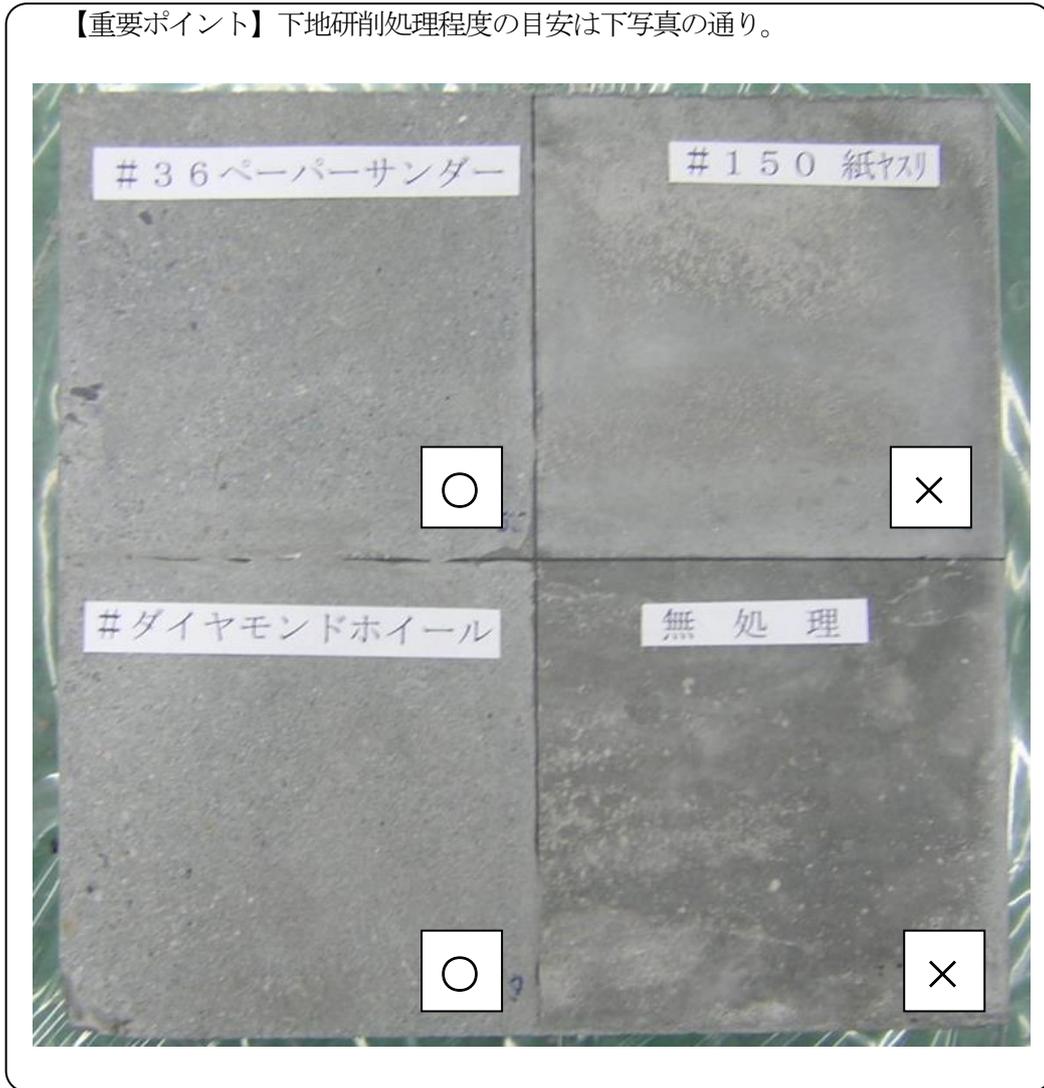
(4) 漏水・コンクリート表面の乾燥

- ひび割れによる漏水は事前に止水材・ひび割れ注入材により処理し漏水を止める。
- 躯体内部から常に施工面に漏水がある場合、コンクリートカッターによるVカット、排水ハイブ設置で漏水防止処理が可能であれば行う。
- 単純な水掛かりによる表面の濡れはドライヤー、ジェットヒーター等で乾燥する。

【重要ポイント】 AAA工法を施工するための下地絶対条件

- ・コンクリート表面水分量が6%以下であること。
- ・表面研削が確実に実施されていること。

【重要ポイント】 下地研削処理程度の目安は下写真の通り。



3-2. プライマー塗布

(1) 計量・混合

- DK550-003のA剤/B剤を必要量ばかり取り電動ミキサーなどで色が均一になるまで混合する。

(2) 躯体への塗布

- 上記の混合したDK550-003をアラミド繊維シート接着位置のコンクリート面にローラーで均一に塗布する。

表3-1 コンクリートプライマー塗布工要領

材料名	混合比(重量)	混合方法	標準塗布量	施工器具	次工程までの間隔
DK550-003	A:B = 1:1	電動ミキサー/1分	0.25kg/m ²	ローラー	0分～7日

3-3. 下地調整工（必要に応じて行う）

(1) 計量・混合

- ダイナライトのA剤（液体）/B剤（骨材）またはCFパテのA剤/B剤をはかりとり電動ミキサー等で全体が均一になるまで混合する。
- 金ゴテ、ゴムゴテ等を用いてコンクリートの下地調整部分に塗り込む。

表3-2 不陸調整・段差修正工要領

材料名	混合比(重量)	混合方法	標準塗布量	施工器具	次工程までの間隔
ダイナライト 不陸調整用	A:B = 1:1.4	電動ミキサー/2分	必要量	金コテ	2時間～7日

【重要ポイント】

ダイナライト使用の場合A剤・B剤の混合比は、状況に応じて加減できるが、混合範囲は A : B = 1 : 1 ~ 1 : 1.5、とすること。

3-4. 接着作業

(1) 下塗り

DK550-04のA剤/B剤を必要量はかり取り電動ミキサー等で色が均一になるまで混合する。

(2) 躯体への塗布

上記の混合した繊維接着剤をローラーやゴムベラ等で均一に塗布する。

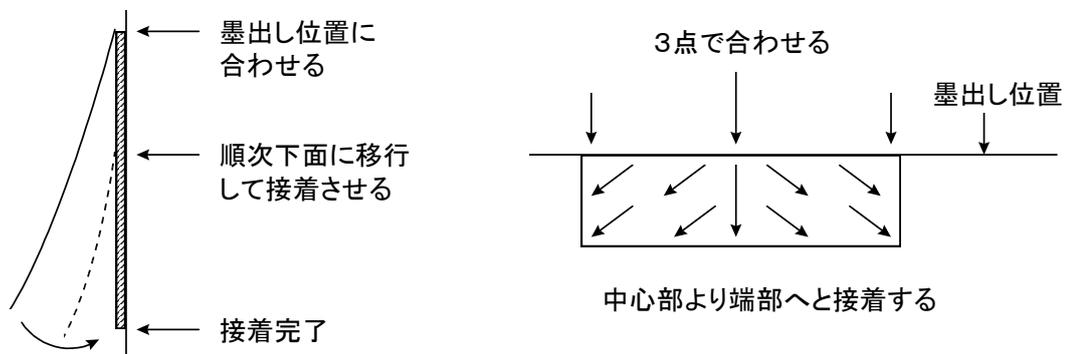
【重要ポイント】 繊維接着剤は硬化が速いので、まとめ練り・まとめ塗りしない。

表3-3 繊維接着工 下塗り要領

材料名	混合比(重量)	混合方法	標準塗布量	施工器具	次工程までの間隔
DK550-04	A:B = 1:1	電動ミキサー/1分	0.4kg/m ²	ローラー	直ちに

(3) アラミド繊維シートへの接着

- アラミド繊維シートの切断は重ね合わせ部分を含めて寸法採りを行う。切断は専用のハサミで行う（通常のカッターでは切断困難なので注意）。
- 下塗りの繊維接着剤塗布後、アラミド繊維シートを直ちに塗布面に貼り付け、シート表面を繊維方向へゴムベラや脱泡ローラーでしごき、シートのたるみをとると同時に繊維接着剤を繊維の中へ浸させる。
- アラミド繊維シートを覆工のアーチ部に接着する場合、アーチ方向へしごくと一度接着したシートが剥がれてくることがあるので必ず線路方向へしごく。
- 接着作業性の面から基本的に繊維シートは上部から下部の方向へ貼り付け作業を行う。



(4) アラミド繊維シートの継ぎ重ね方

- 本工法で用いるアラミド繊維シートは2方向メッシュなので重ね継ぎはいかなる方向にも以下の要領で設ける。

【重要ポイント】 アラミド繊維シートの継ぎ重ね幅

はく落対策の場合： 50mm

地圧対策の場合： 100mm

-6-

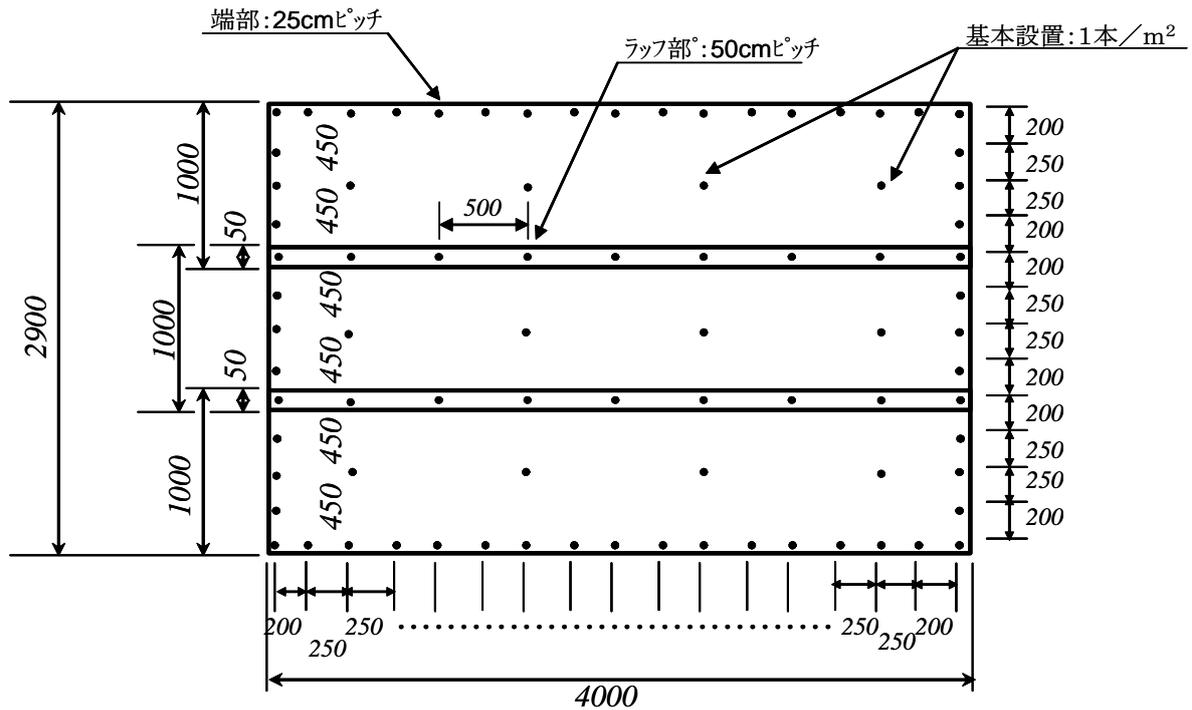
(5) アンカー打設（状況により(6)上塗り工のあとに行っても良い）

- アンカーの打設ピッチは以下の通りとする。

【重要ポイント】 アンカーの打設ピッチ

- ・アラミド繊維シートの端部： 25 cmピッチ
- ・アラミド繊維シートの継ぎ重ね部： 50 cmピッチ。
- ・それ以外では1本/m²

【アンカー打設ピッチの例図 はく落対策4×2.8m=11.2m²施工の場合】



コンポジットアンカー設置例(幅1m×4mmシートを3枚貼付け。ラップ5cm)

- アンカー打設位置をφ6.6mmでドリル削孔する。削孔深さは80mmとする。

【重要ポイント】 削孔方法

- ・削孔は躊躇せず、一気に行う。削孔中にドリル回転数を変化させたり、抜き差ししたりすると繊維シートを巻き込むおそれがあるので注意する。
- ・削孔後のドリル刃引き抜きは高速回転のまま行う。回転数減速で引き抜くとシート巻き込みのおそれがある。

- 削孔内をエアブローやブラシで洗浄する。

- 削孔内にアンカー充填材ER153-400FWを専用ノズル・ガンを用いて充填する。

【重要ポイント】 樹脂充填方法

- ・ER153-400FW用の標準ノズルでは削孔奥まで充填することができないのでノズルの先端に市販のストロー8cm以上を差し込み、削孔奥から樹脂充填しながら、ノズルを抜き出すようにする。

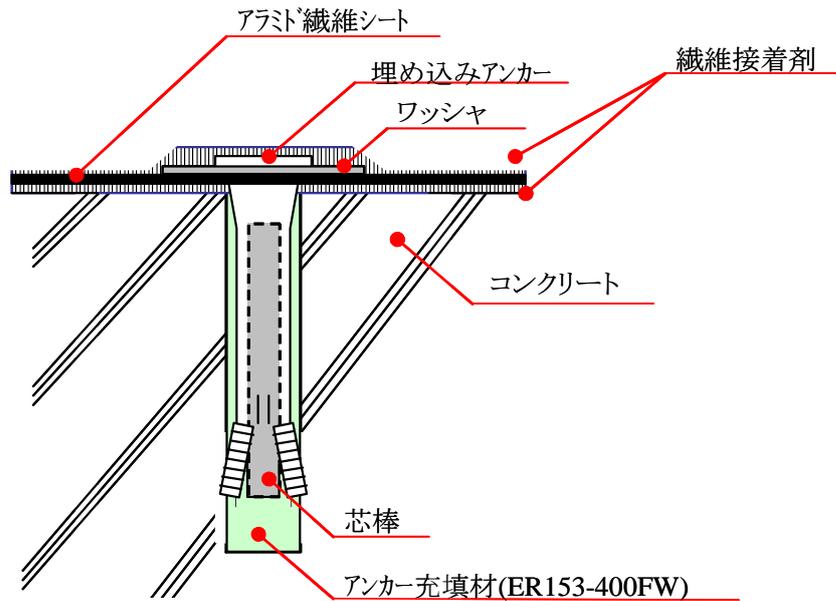


図3-1 アンカー打ち込みの断面構造

- アンカー充填材を充填後直ちにワッシャを挿入したアンカーを挿入し、ハンマーで躯体へ完全に打ち込む。
- アンカー拡張のため芯棒をハンマーで叩き、芯棒とアンカー本体の面が同一となるようにする。
- 孔よりあふれたアンカー充填材でアンカー及びワッシャを被覆する。

【重要ポイント】 アンカー打設

アンカーピン（ピン）の打設手順はアラムド繊維シートの躯体への押さえ込み効果、耐久性に関して影響を及ぼすので作業者に上図のアンカー打設の構造図を熟知させ、かつ本手順を守り確実に施工を行うよう監督すること。

(6) 上塗り

- アラムド繊維シートを貼り付けた後、繊維接着剤を下塗りと同様の手順で塗布する。このときアンカー及びワッシャの樹脂被覆が不足していればこの段階で被覆する。
- ゴムベラを用いて余分な上塗り樹脂をしごき落とし塗布量を均一・適正化する。

【重要ポイント】 上塗り・仕上げ

- ・樹脂で、接着シート面を平滑に仕上げてはならない。
(アラムド繊維のないところの樹脂量は極力少なくなるようにする。)
- ・事前に施工見本を見て仕上がり状況を把握し作業者に徹底させること。

- 上塗りの作業後、繊維接着剤の硬化までに繊維のフクレ、シワ、ヨレ等が発生したら直ちに修正を行う。

表3-4 繊維接着工 上塗り要領

材料名	混合比(重量)	混合方法	標準塗布量	施工器具	次工程までの間隔
DK550-04	A:B = 1:1	電動ミキサー/1分	0.2kg/m ²	ローラー	1日以上

3-5. 保護塗装

トンネル抗口から50mの範囲では紫外線劣化対策として耐候性塗料を塗布する。

(1) 計量・混合

CFコートUの主剤/硬化剤を必要量はかり取り電動ミキサー等で色が均一になるまで混合する。

(2) 躯体への塗布

上記の混合した塗料をローラーで均一に塗布する。

表3-5 保護塗装要領

材料名	混合比(重量)	混合方法	標準塗布量	施工器具	次工程までの間隔
CFコートU	主:硬 = 2:3	電動ミキサー/1分	0.2kg/m ²	ローラー	—

表3-6 耐候性塗料

材料区分	品番	季節品種	荷姿
耐候性塗料	CFコートU(各色) 主剤/硬化剤	—	主剤6kg, 硬化剤9kgの15kgセット

CFコートU：デンカ（株）製

4. 安全

施工中は下記の事項を遵守する。

- 作業前に材料に関する取り扱い方法・安全性を熟知する（SDS等）。
- 作業中は耐溶剤手袋、ゴーグル、防塵・溶剤マスク等の適切な保護具を必ず着用する。
- 接着剤の蒸気が滞留しないように換気、送風を行う。
- 作業中に気分が悪くなった場合、風通しの良いところで安静にする。
- 皮膚に付着した場合は直ちに石鹸で洗い流す。
- 目に入った場合は流水で良くすすぎ落とし、その後医師の診察を受ける。
- 誤飲した場合は直ちに吐き出し、その後医師の診察を受ける。
- 接着剤は引火性なので作業中は火気は使用しない。喫煙は行わない。
- 硬化した接着剤は産業廃棄物として処分する。
- あまった接着剤は少量ずつ硬化させ産業廃棄物として処分する。
- その他消防法危険物第四類の取り扱いに関する注意事項を守る。

5. 材料の廃棄処理方法

5-1. 施工樹脂付着物の処理について

- 施工樹脂が付着した可燃物（ウエス、ダンボール、養生シート等）は自然発火する恐れがある。
- 施工樹脂が付着した可燃物は、すみやかに水を入れたバケツ等の容器に浸して廃棄するまで保管すること。廃棄にあたっては、乾燥させないこと。

5-2. 施工樹脂硬化物の処理について

- 施工樹脂の硬化物をディスクサンダーやディスクグラインダー等で研磨した粉末は、自然発火する恐れがある。
- 研磨、研削粉を集めるときは掃除機や集塵機を用いず、ほうき等を用いて集め、研磨、研削粉は必ず水を入れたバケツ等の容器に浸して廃棄まで保管すること。
- 研磨、研削粉の廃棄は、産業廃棄物（プラスチック類）として、都道府県知事の許可を受けた専門の廃棄物処理業者に処理を委託すること。

5-3. 施工樹脂未使用品の処理について

- 未使用品を廃棄する場合は、A剤とB剤を混合・硬化させた後、すみやかに水を入れたバケツ等の容器に浸して廃棄するまで保管すること。
- 本品のA剤とB剤とを個々に廃棄する場合、廃棄処理するまで2液が混合することのないよう容器毎に、直射日光のあたる場所や高温多湿な場所を避けて保管する。

5-4. 廃棄方法について

- 廃棄処理は、未使用樹脂、硬化した樹脂、接着剤容器および本品が付着した可燃物とともに都道府県知事より認可を受けた専門の廃棄物処理業者に処分を委託すること。

以上

お問い合わせ

デンカ株式会社
特殊混和材部

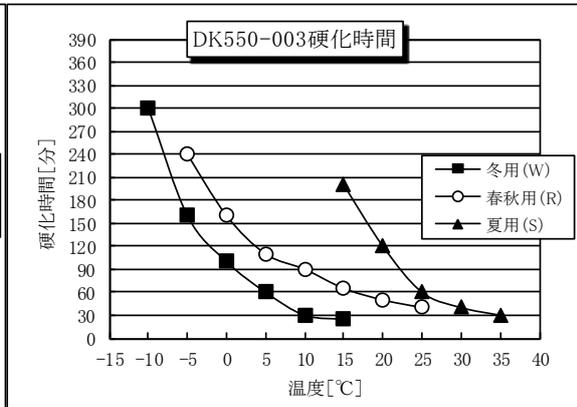
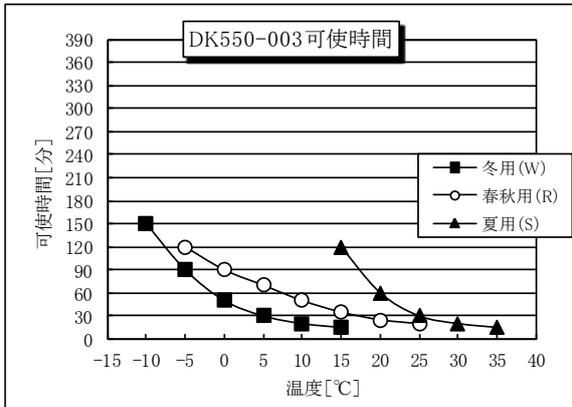
TEL 03-5290-5137
FAX 03-5290-5085

(参考資料) ハードロックⅡ DK550-003およびDK550-04の硬化特性

試験方法： 温度上昇法による硬化時間（発熱ピーク）測定（水冷）

DK550-003の硬化特性

温度 [°C]	冬用(W)	春秋用(R)	夏用(S)
	可使時間[分]／硬化時間[分]		
-10	150 / 300		
-5	90 / 160	120 / 240	
0	50 / 100	90 / 160	
5	30 / 60	70 / 110	
10	20 / 30	50 / 90	
15	15 / 25	35 / 65	120 / 200
20		25 / 50	60 / 120
25		20 / 40	30 / 60
30			20 / 40
35			15 / 30



DK550-04の硬化特性

温度 [°C]	冬用(W)	春秋用(R)	夏用(S)
	可使時間[分]／硬化時間[分]		
-10	150 / 270		
-5	90 / 160	180 / 360	
0	50 / 100	120 / 240	
5	30 / 60	80 / 150	
10	20 / 35	55 / 100	
15	15 / 25	35 / 70	180 / 360
20		25 / 45	100 / 200
25		15 / 30	50 / 120
30			30 / 60
35			15 / 30

