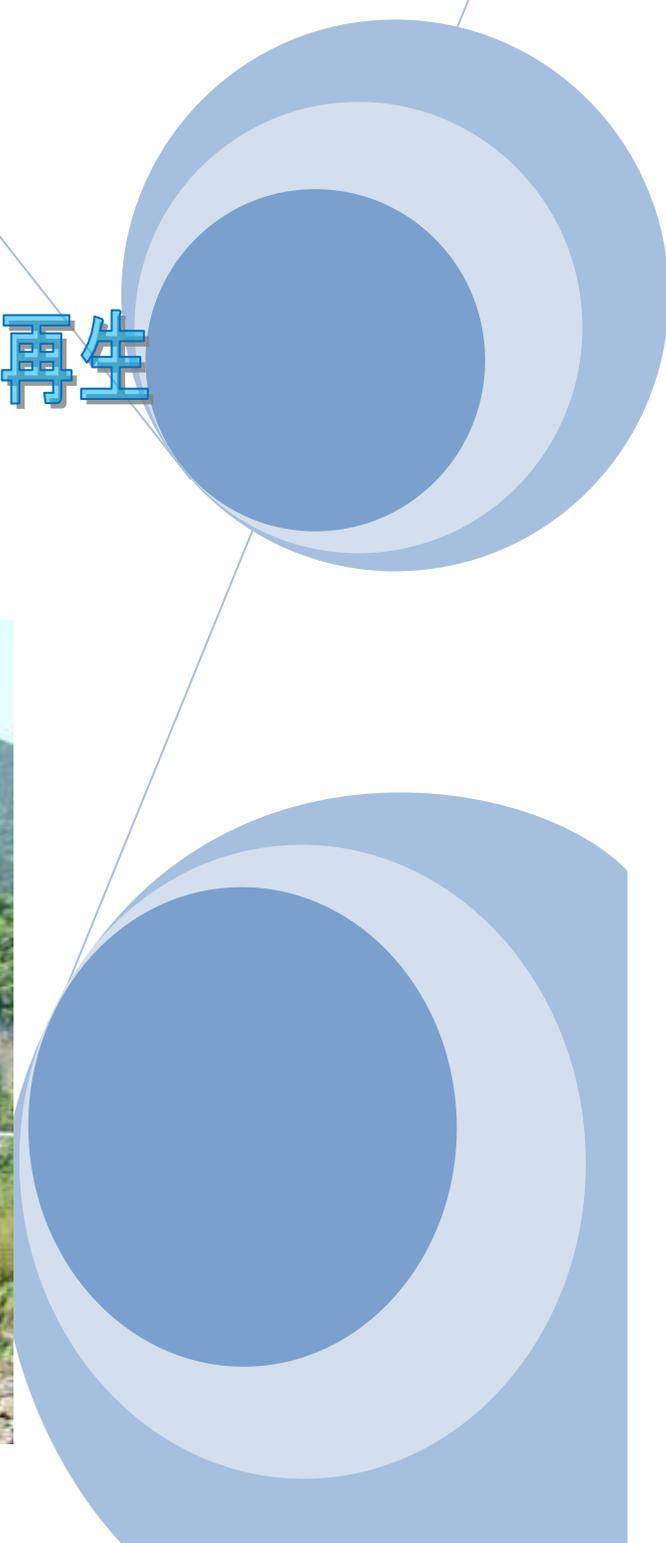


コンクリート構造物の保守、補修、再生



Chemix Co.,Ltd.

CHEMIX WORLD

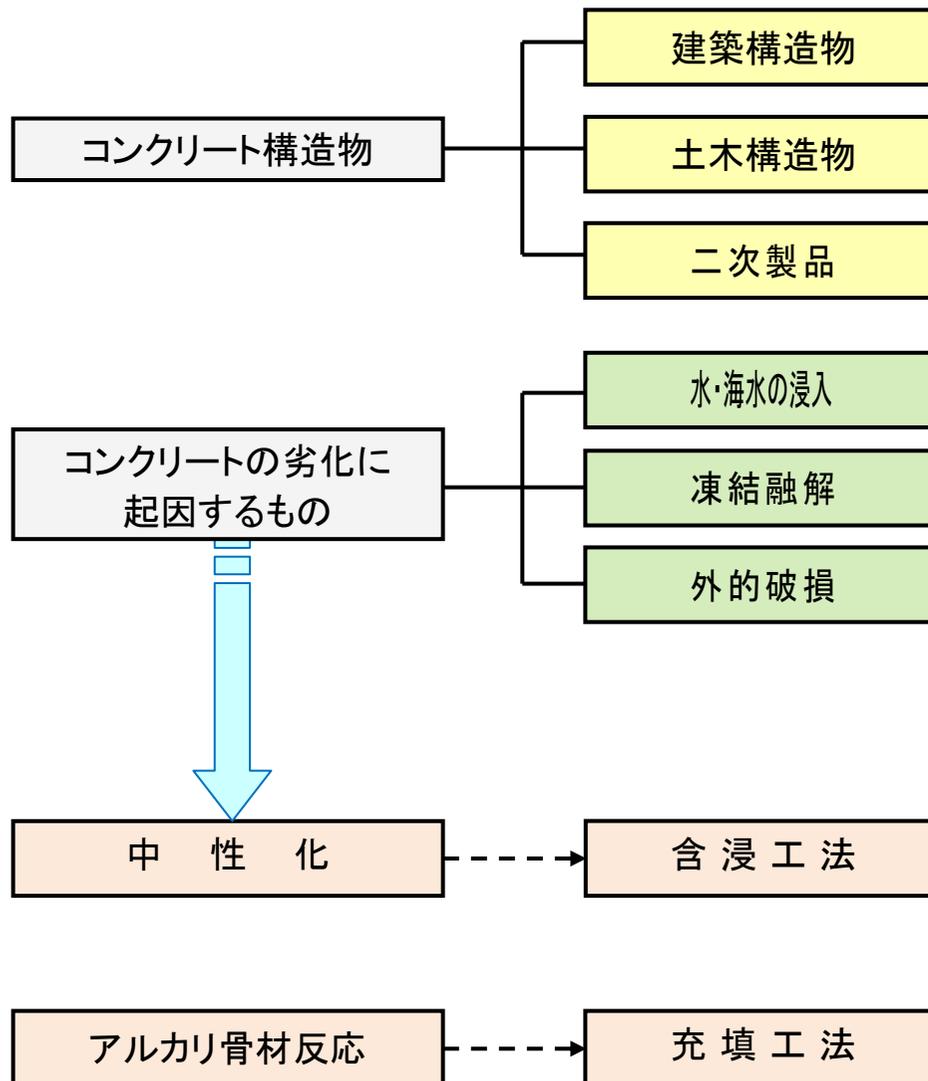


CHEMIX

目 次

	page		page
I. コンクリートの劣化原因	1	IX. アルカリ骨材反応	12
II. コンクリート表面含浸(浸透)材による補修	2	1. アルカリ骨材反応の調査とハイドロプルーフ工法の適用	
III. ハイドロプルーフ工法で使用する含浸材	3	2. 使用材料	
IV. 材料の安全性	3	3. 補修方法	
V. その他の材料性能	4	X. 中性化試験	14
VI. ハイドロプルーフ工法によるトンネル漏水対策	5	1. コア抜きによる中性化深さの確認	
1. 使用材料		2. 促進中性化試験の結果	
2. 施工方法について			
3. 注入材の特徴		補修例 1 阿賀野川頭首工改修工事(北陸農政局)	16
4. 施工順序		補修例 2 灯台基礎の補修事例 宮古島フデ岩灯台	
VII. 中性化コンクリートの補修	10		
1. 使用材料			
2. コンクリート劣化・剥落部の補修			
VIII. ジャンカの補修	11		
1. 使用材料			
2. 施工順序			

I. コンクリートの劣化原因



基礎・外壁・外部階段・バルコニー・ルーフバルコニー・屋上・屋上駐車場及びスロープ・地下ピット・地下駐車場 など

道路・橋脚・地下鉄・鉄道床版・空港滑走路・防波堤・栈橋・トンネル・公園池・貯水池・ダム・灯台 など

ヒューム管・U字溝・マンホール・テトラポット・コンクリートブロック など

防水不良・目地部分からの浸入

施工不良・打設不足・養生不良・地震や災害など

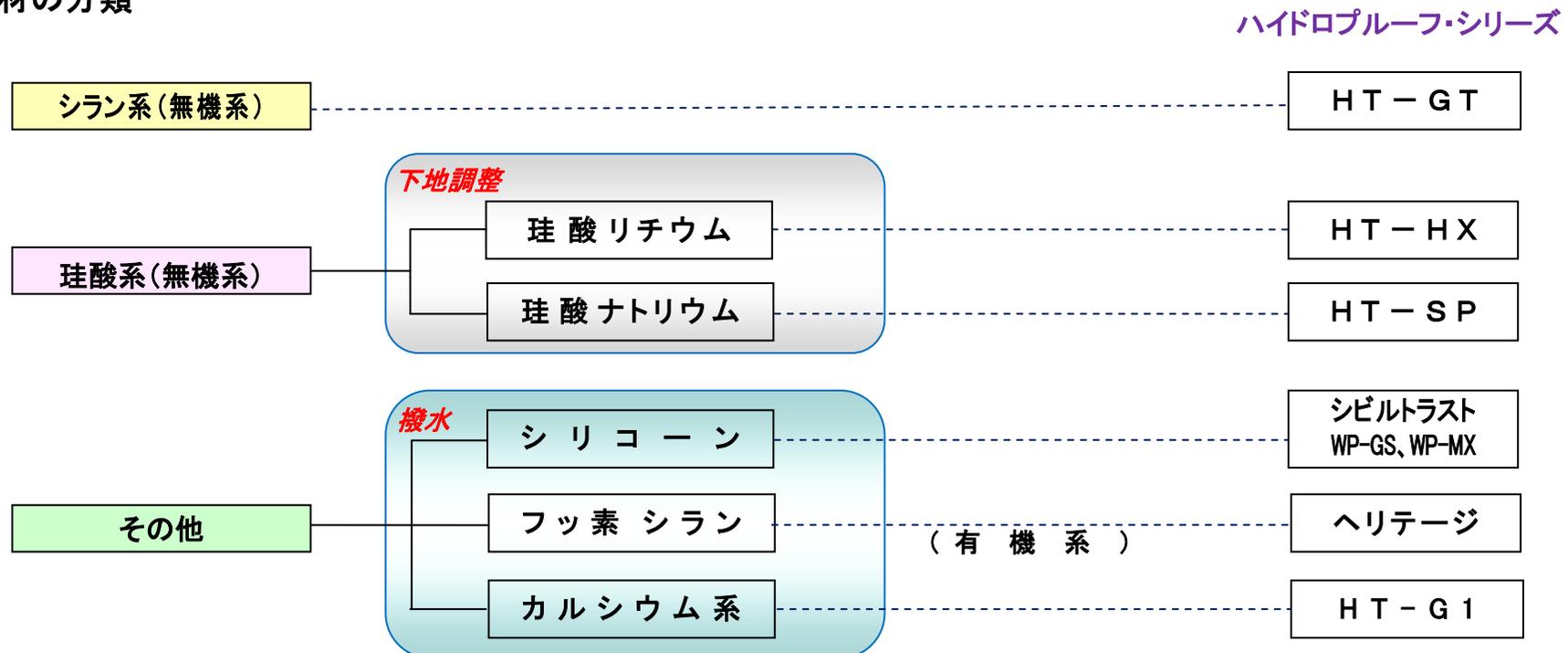
Ⅱ. コンクリート表面含浸(浸透)材による補修

①従来の補修とコンクリート含浸材による補修

何が違うのか？

含浸材がコンクリートに浸透して下地の空隙・浮遊物の隙間を充填し、堅固で緻密な疎水物を形成して劣化を抑止するため、構造物の寿命を10年以上延伸

②含浸材の分類



Ⅲ. ハイドロプルーフ工法で使用する含浸材

シラン系 保護・撥水	HT-GT	表層部撥水硬化材で一般的に珪酸塩系で劣化防止、シラン系で撥水処理
シラン・珪酸塩系 保護・撥水	HT-HX	HT-SPとHT-GTの性能を併せ持つ。ヘアークラックなどの止水に使用。内部に珪酸塩が浸透して表面を撥水。
珪酸塩系 劣化防止材	HT-SP	コンクリートのアルカリ度の回復、エフロの抑止、レイトンス処理
シリコン系珪酸塩系 保護・防水	シビルトラスト	珪酸塩系とシリコン系のハイブリッド化。床防水、公園池止水、鉄道床版の止水
シリコン系 保護・防水	WP-GS、WP-MX	変成シリコンとポリマー化合物で構成。含浸しながら表層部を緻密にシーリング。コンクリート基礎部や埋め戻し部、タイル目地の保護防水。
フッ素シラン系 撥水・防水	ヘリテージ ヘリテージ・プラス	文化財・建築工事に使用。撥水により文化遺産の劣化を防止。 ヘリテージの撥水性の出現が早くなり、表層部の乾きも短縮。
シリコン・珪酸塩系 保護・防水	HT-HX II	HT-HX にシリコンを加え、カラー使用の保護防水。受注生産
カルシウム補助材	HT-G1	セメント硬化体と骨材粒子とを結合させる。ポゾラン反応より炭酸化反応が継続的に進行することで、自ら長期的に安定的な結晶鉱物を生成する。

Ⅳ. 材料の安全性

- ハイドロプルーフの材料は規制外取扱い
建築基準法の有害化学物質、シロアリ駆除剤のクロルピリホス及びシックハウス症候群に関するホルムアルデヒド・トルエン・キシレン・エチルベンゼン・スチレンの5種類が規制薬物に指定されていますが、いずれもハイドロプルーフ材料は該当しません。
- ハイドロプルーフ材料は、基本的に無機質の水溶性材料を基材として使用するので安全です。

V. その他の材料性能

凍結融解試験

試験条件:

供試体 100×50×100(材齢 28 日 20℃水中養生)

未処理板、処理板

凍結時温度 -18℃(供試体中心部)

融解時温度 +20℃(供試体中心部)

凍結融解繰り返し:250 回目

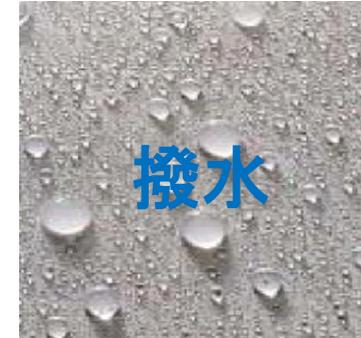
試験結果:

250 回の過酷な凍結融解の繰り返しに対して、無塗布の試験体は一部破損しますが、ハイドロプルーフを塗布したものには変化がなく、耐久性に優れています。



撥水性能

ヘリテージ、シビルトラス、WP-GS、WP-MX、HT-G1 などが撥水性の材料です。



大阪市水道記念館



ニッカウスキー



上野国立科学博物館



国分寺光プラザ

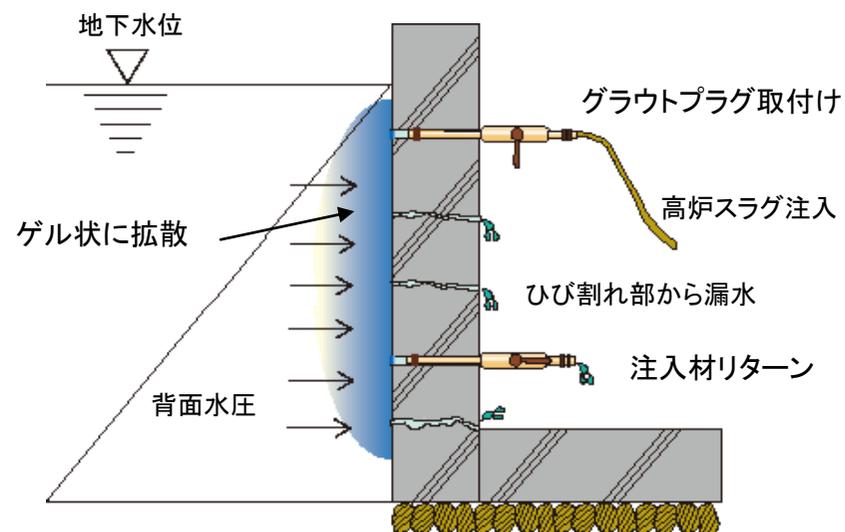
VI. ハイドロプルーフ工法によるトンネル漏水対策

コンクリートの漏水原因

- ・クラックからの漏水
- ・打ち継からの漏水

止水方法

- ・含浸材による止水
- ・注入材による止水



トンネルの止水イメージ

グラウトプラグの取付方法は、プラグの径 13mm に対し 14mm 深さ 50~60mm の穴をハンマードリルで穿孔し、ナットをカシメ固定する。通常は 30° 位の角度をつけて固定する。

- ・ 一般的に地下トンネル等の構造物からの湧水は、「水道は止められない」としてVカット等による樋を施し、背面水を逃がしながら止水を行います。この方法は現在でも採用されていますが、ハイドロプルーフ工法は流量が多少多くても止水することができます。
- ・ グラウトプラグから超微粒子高炉スラグセメントとハイドロプルーフHT-G 1を混合した注入材を背面に注入するとゲル状に膨張拡散しますが、追隨して直ちにハイドロプルーフHT-SPを注入するとただちに反応して固化、止水します。注入は一般的な注入方法と同じで、注入材がリターンして充填されたことを確認し、注入を終了します。

※地下ピットやトンネル内での注入リターンや充填確認が取れない場合が多く、注入量の算出は躯体の厚さ（想定に場合もある）×クラック幅×ロス率（1.2~1.5）を乗じ1メートルあたりのプラグ数を乗じます。

1. 使用材料

トンネル湧水対策では、現場条件により以下の材料を使用します。

- ①ハイドロプルーフHT-G1と超微粒子スラグセメントを混合した注入材、ハイドロプルーフHT-SP
- ②ハイドロプルーフHT-SPとハイドロプルーフHT-G1

2. 施工方法について

トンネル等の壁面からの漏水箇所は、図-1に示すように①に示す方法で止水します。漏水が少ない場合は、②に示す方法で、ひび割れ部にカルシウムのガラス結晶を形成させ、止水します。

3. 注入材の特徴

超微粒子高炉スラグセメントとハイドロプルーフ HT-G1を混合した注入材は注入すると膨張します。

硬化までの可使時間を若干、長くしているためひび割れ部に注入後、ゲル状に低圧で膨張し、隅々まで充填します。さらに充填後、時間を置かずハイドロプルーフHT-SPを追っかけ注入すると注入材は直ちに硬化を開始します。

1)ハイドロプルーフ HT-G1

HT-G1はpH 6～6.5の弱酸性で不足するカルシウムを中性化したコンクリートに付与します。高炉スラグ超微粒子セメントとハイドロプルーフ HT-G1の混合して注入材として使用しますが、注入後、時間を置かずHT-SPを注入・付与すると水和反応して結晶化します。通常の結晶体では充填できない隙間を充填して、結晶鉱物化が進行するほど強度が増すので透水係数は低下して止水効果が発揮されます。

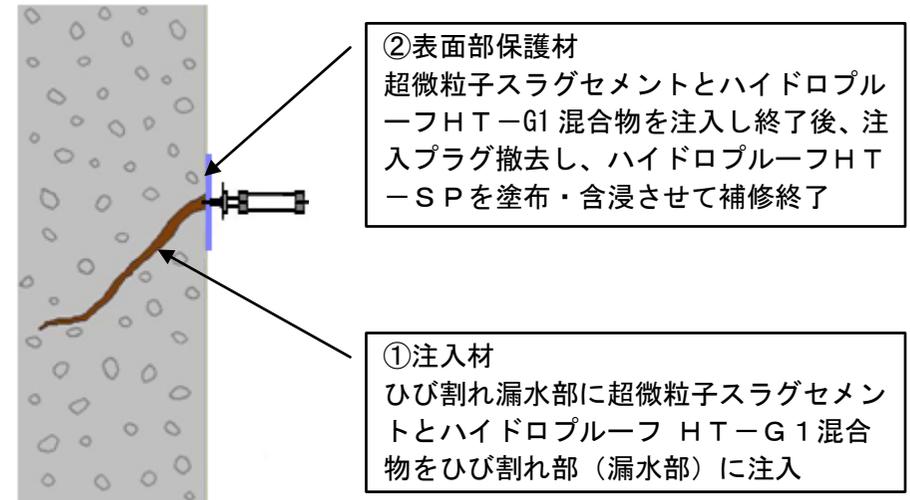


図-1 ひび割れ漏水箇所の補修

ハイドロプルーフHT-G1 一般性状	
主成分	カルシウム水溶液+反応性無機触媒+界面活性剤
荷姿	1液性
色相	半透明液体
密度	1.04～1.14g/ml(20℃)
溶媒	水
粘度	15mPa・s 以下
pH	5.8～6.8(弱酸性)
表面張力	25～35dyn/cm(20℃)

2) ハイドロプルーフ HT-SP

ハイドロプルーフ HT-SPはケイ酸系の浸透材で、成分のケイ酸ナトリウムは浸透後、加水分解により強アルカリ性を示し、浸透した反応性成物は疎水性物質に変化します。

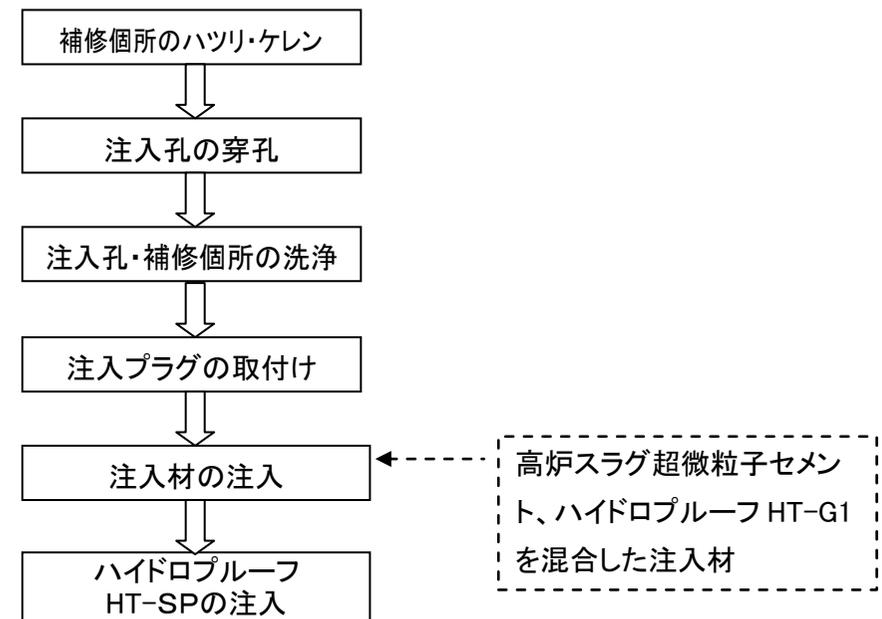
HT-SPに含まれる触媒は、劣化したコンクリートの遊離アルカリと化学変化を起こしエア・シリカゲルを形成し、恒久的なシーリングと防湿性をもたらします。ハイドロプルーフHT-SPは、pH 11~12で中性化したコンクリートにアルカリ性を付与し、生成された疎水性結晶が浸透した個所を緻密化するので、耐久性に富んだ補修構造が形成されます。

4. 施工順序

施工順序は図に示すとおりです。

- ①補修個所のハツリ・ケレンを行い、注入用孔を穿孔し、ウォータージェットで洗浄
- ②注入プラグを取り付け後、用意したプレミックス注入材(高炉スラグ超微粒子セメント+ハイドロプルーフHT-G1混合)を注入
- ③余り時間を置かないでハイドロプルーフHT-SPを追っかけ注入
- ④注入材は、ハイドロプルーフHT-SPの追っかけ注入により膨張しながら補修個所を充填し、かつ速やかに硬化
- ⑤補修完了

ハイドロプルーフHT-SP 一般性状	
主成分	アルカリ金属塩+ケイ酸化合物+高反応性無機触媒
荷姿	1液性
色相	無色透明液体
密度	1.01~1.10g/ml(20°C)
溶媒	水
粘度	3mPa・s 以下
pH	11~12(強アルカリ性)
表面張力	25~35dyn/cm(20°C)



施工順序

漏水補修例－1

Chemix Co.,Ltd.



地下ピット内漏水状況



注入用パッカー取付け完了



高炉スラグ二次注入



止水完了



ハイドロプルーフトHT-HXで
止水箇所を強化

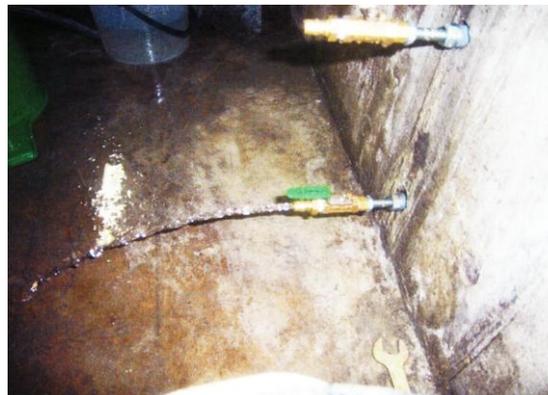


施工完了(漏水なし)

漏水補修例－2 (地下機械室)



地下機械室 漏水箇所(施工前)



注入孔穿孔後、プラグを取付け、注入



止水完了

漏水補修例－3（地下ピット）



地下ピット漏水箇所 施工前



プラグ取付け、HT-SP 先行注入、
超微粒子高炉スラグセメント注入



止水完了

漏水補修例－4（厨房）



グレーチングの直下に漏水



穿孔した孔にハイドロ
ブーフ HT-SP を注入



下の階の漏水状況



補修完了

VII. 中性化コンクリートの補修

1. 使用材料

ハイドロプルーフ HT-SP とモルタルまたは超微粒子高炉スラグセメント(表層保護を行う場合ハイドロプルーフ HT-GT を使用)

2. コンクリート劣化・剥落部の補修

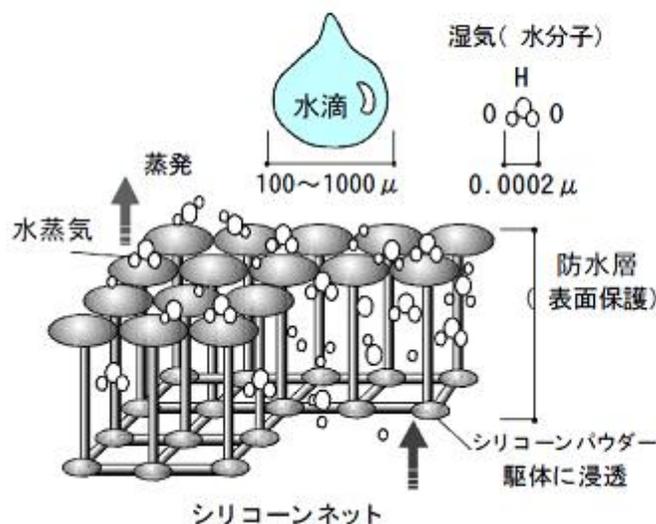
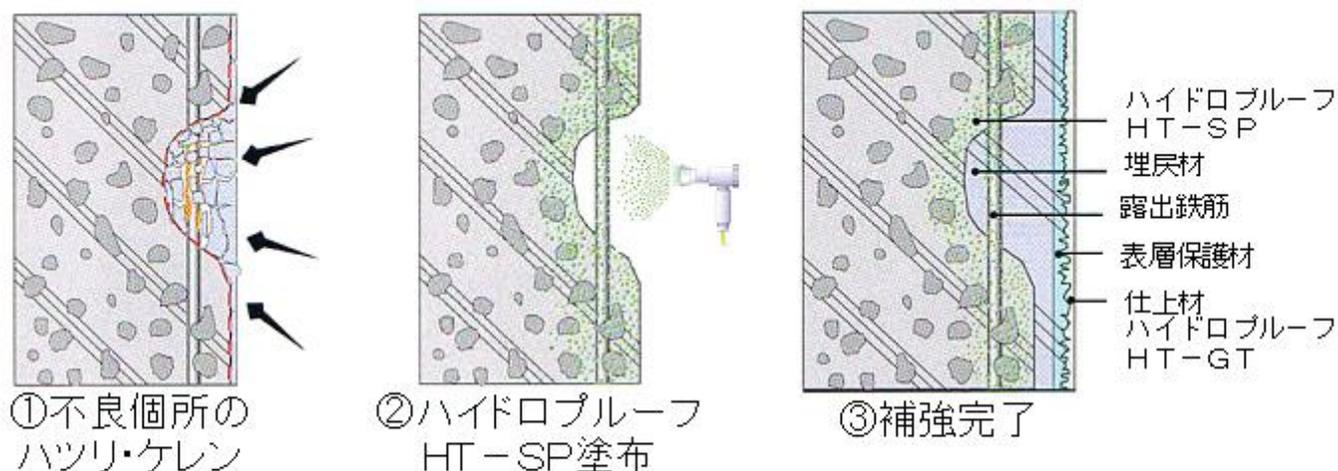
劣化(中性化)しているコンクリート構造物は、高アルカリ性(PH11~12)のハイドロプルーフ工法を使うことでアルカリ性を回復させ、耐久性の向上を図ります。

ハイドロプルーフ工法(浸透性吸水防止材)は、躯体表面層に吸水防止性(水分を排除)を与えながら含浸し、躯体内で遊離アルカリ分と反応して安定なシリコン樹脂を形成し、吸水防止性能を長期に亘り発揮します。

(シリコンネット 図参照)

100%無機結合体、無機質液剤であるため膨張、収縮、熱応力の少ない硬化体及び保護層を形成し、劣化したコンクリートや石材の構造物の寿命を10年以上延伸させることが可能です。

右図は、コンクリート劣化・剥落部の補修例と保護層の役割を図化したものです。



VIII. ジャンカの補修

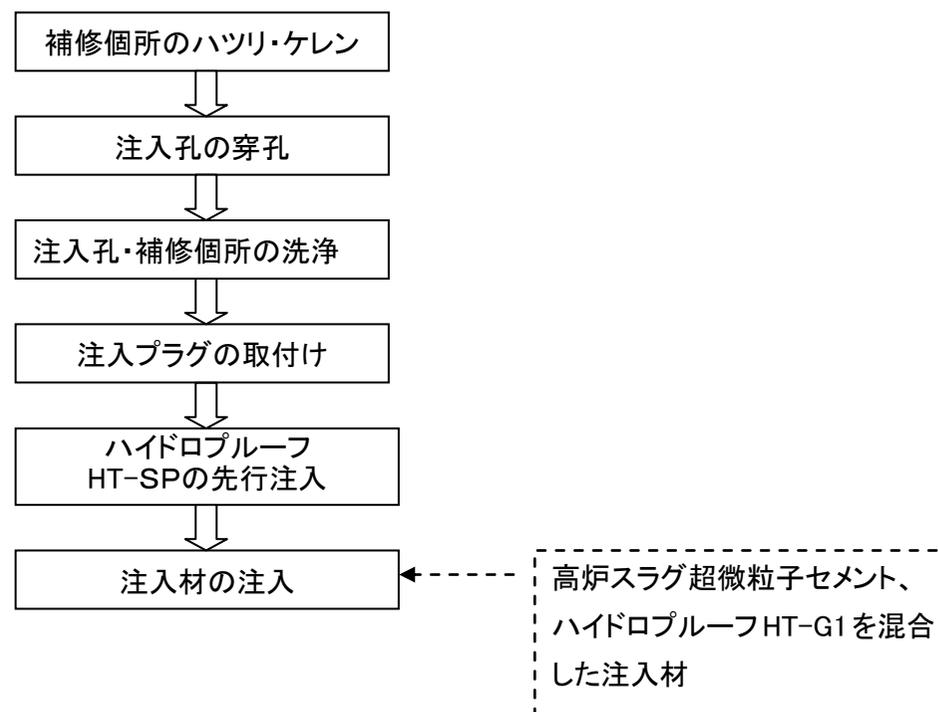
1. 使用材料

ハイドロプルーフ HT-SP、超微粒子高炉スラグセメントとハイドロプルーフ HT-G1を混合した注入材

2. 施工順序

施工順序は図に示す手順で行います。

- ①補修個所のハツリ・ケレン及び注入孔を穿孔し、洗浄
- ②注入プラグを取り付け後、ハイドロプルーフ HT-SPを先行注入
- ③プレミックス注入材(超微粒子高炉スラグセメント+ハイドロプルーフ HT-G1 混合)を注入
- ④注入材は、先行注入したハイドロプルーフ HT-SPと反応し、速やかに硬化
- ⑤補修完了



施工順序

3. ジャンカの補修例



施工前



アクリル板張り付け後、ケミカルポンプで充填



充填中



施工終了

Ⅸ. アルカリ骨材反応

コンクリートの細孔溶液中における水酸化アルカリと骨材中のアルカリ反応性鉱物との間に起こる化学反応

・アルカリシリカ反応

水酸基イオン、アルカリイオンと骨材中の準安定シリカとの間に起こる反応

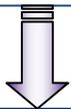
・アルカリ炭酸塩反応

アルカリとドロマイト質石灰岩が反応して膨張

・アルカリシリケート反応

アルカリとシリケート鉱物との反応。アルカリシリカ反応とほぼ同じ。長期的に継続するが、成長するゲルの量は少量

わが国では、アルカリシリカ反応が主流



コンクリート内部で異常な膨張を発生



強度の低下、弾性の低下



アルカリ骨材反応の事例(亀甲状ひび割れ)^{きっこう}

1. アルカリ骨材反応の調査とハイドロプルーフ工法の適用

アルカリ骨材反応の調査

- ・ コンクリートのひび割れは、乾燥屋構造的要因でも発生するので、ひび割れ状況だけでアルカリ骨材反応であると特定はできません。コンクリートコアを採取して確認が必要です。
- ・ アルカリ骨材反応の防止法には、アルカリ総量の規制 $3.0\text{mg}/\text{m}^3$ 以下、反応抑制効果のある混合セメントの使用、安全と認められる骨材の使用があげられています。
- ・ 一方、アルカリ骨材反応が発生したコンクリート構造物の補修では、構造物の寿命を延伸させることは容易ではありませんが、モルタル付着面や補修面への水や海水の浸透を防ぎ、緻密で堅固な補修を行う必要があります。

2. 使用材料

ハイドロプルーフ HT-SP、超微粒子高炉スラグセメントとハイドロプルーフ HT-G1を混合した注入材

3. 補修方法

- ①「ハイドロプルーフ工法によるトンネル漏水対策」で述べた方法と同様に、劣化した部分をハツリ・ケレン、洗浄後、超微粒子高炉スラグセメントとハイドロプルーフ HT-G1 を混合した充填材を充填
- ②時間を置かずハイドロプルーフ HT-SPを注入
- ③補修表面からの水分を排除するため保護材としてハイドロプルーフ HT-GT を塗布

ハイドロプルーフ工法を適用することで、構造物の寿命を経済的に延伸させることが可能になります。

X. 中性化試験

コア供試体中性化深さの測定

- 1) 搬入時中性化深さ コア8分割した8箇所
- 2) 中性化の促進方法及び促進中性化処理後の中性化深さ測定方法
 - ・ JIS A1152 に従って促進中性化装置内へ設置して試験開始
 - ・ 中性化深さは、促進期間 13 修で試験装置から取り出して割裂面 10 箇所を測定

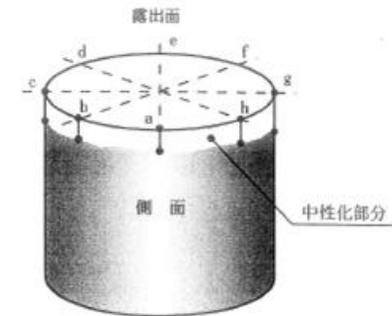
1. コア抜きによる中性化深さの確認



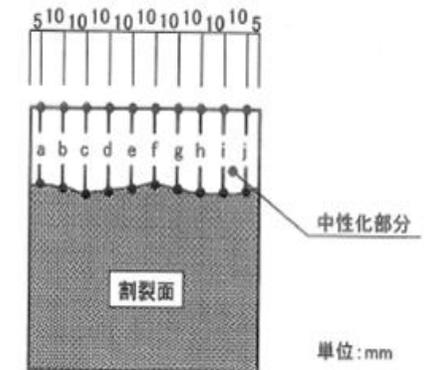
中性化状況(搬入時)



中性化状況(促進後)



搬入時の中性化深さ測定位置



促進中性化処理後の
中性化深さの測定位置

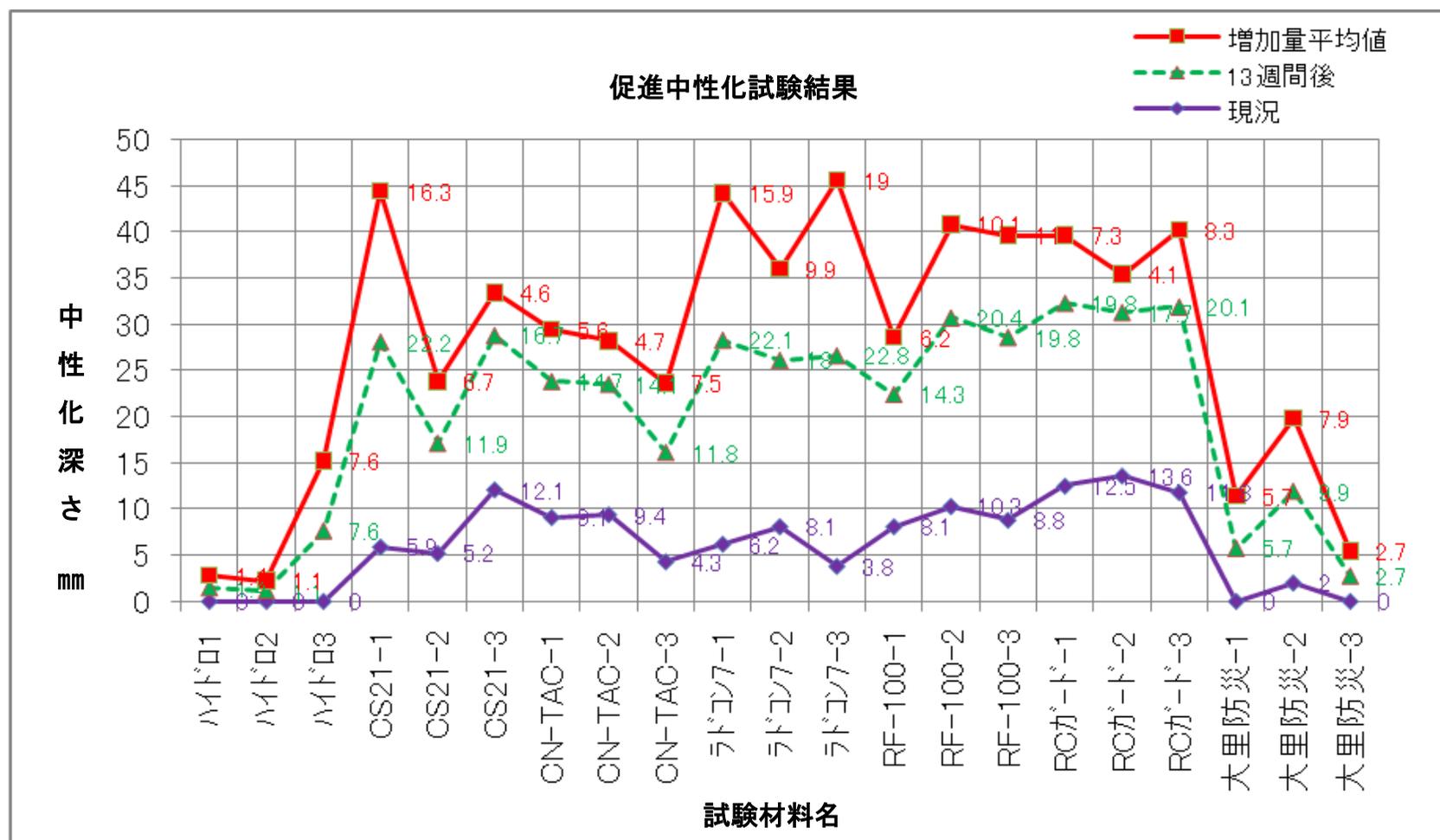
フェノールフタレインを散布

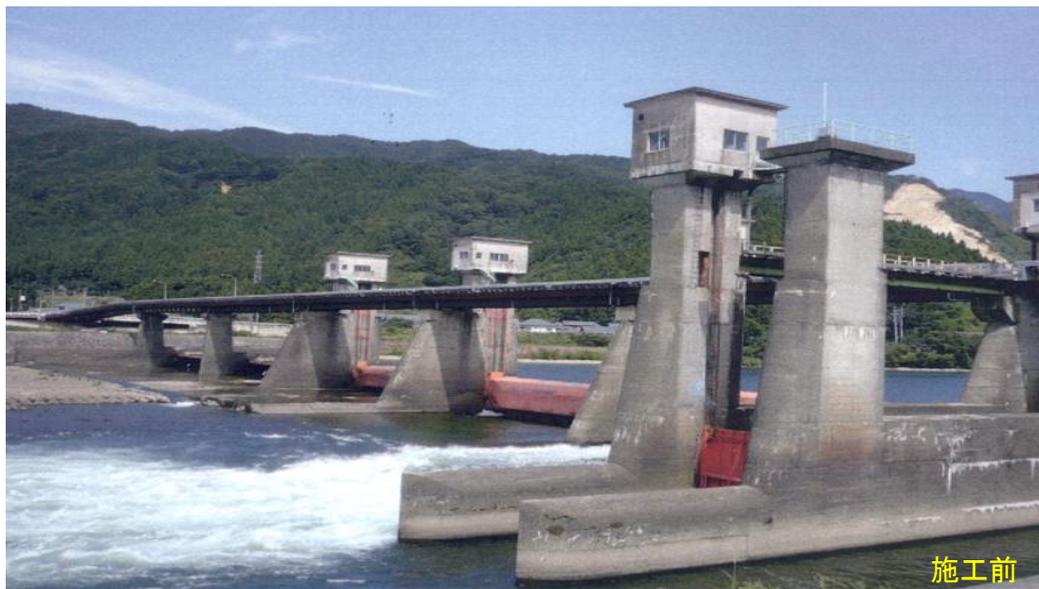
赤紫着色部 = アルカリ性維持部 = 未中性化部

非着色部 = アルカリ性喪失部 = 中性化部

2. 促進中性化試験の結果

関東農政局大里農地防災事業所の実施した「浸透性コンクリート改質材の試験施工結果」(H17.3 実施)については以下のとおりです。
財団法人建材試験センターにおける促進中性化試験の結果は、以下のグラフのとおりです。グラフより中性化深さが深い程、空気中の二酸化炭素によってコンクリートは中和され、コンクリートのアルカリ性が低下していることとなります。





使用材料

ハイドロプルーフ HT-SP 躯体劣化防止基質強化材
ハイドロプルーフ HT-G2 着色保護材(option)
ハイドロプルーフ HT-HX2 防水保護材(option)

平成 22 年6月竣工:西松建設㈱

ハイドロプルーフ
HT-G2着色保護材
(景観保護)

施工手順

- ・ 河川水でコケ類、ポップアウトを洗浄・除去
- ・ 劣化防止および下地調整材ハイドロプルーフ HT-SP を塗布 (塗布量:平均 0.2kg/m²)
- ・ 欠損部、ジャンカ部を補修(高炉スラグセメントを使用)
- ・ 乾燥後、ハイドロプルーフ HT-G2(防水保護材)で色調調整(景観保護)
- ・ ハイドロプルーフ HT-HX2(防水保護材)で仕上げ・完成



補修例2 灯台基礎の補修事例 宮古島フデ岩灯台

補修内容:

1. 鉄筋の錆の発生部までケレン、防錆処理
2. ハンマードリルφ 10mm、L=200mm 穿孔
3. 基礎全体、鉄筋を含め hidropluuf HT-SP 塗布
4. 穿孔した孔にケミカルポンプで hidropluuf HT-SP 注入
5. 超微粒子高炉スラグセメントと hidropluuf HT-G1 を混合した注入材を注入
6. 2日間養生
7. ポリマーモルタルで全面補修
8. hidropluuf シビルトラストを塗布して完了

