

地下水等による構造物からの漏水を 止水する工法 (STTG 工法) の施工概要と施工実績

キーワード

止水, コンクリート構造物, 耐久性, 石油樹脂・アクリル系樹脂, 下水処理施設



1. はじめに

STTG工法は、地下トンネル、地下ピット、ダム、擁壁などのコンクリート構造物の打継ぎ目、クラックなどからの漏水の止水工法である。この工法は、伸び、付着強度などに優れる石油樹脂・アクリル系材料を主体としているため、地盤沈下や温度変化などによる変位の発生による目地クラック等の開きに追従する。このために従来のウレタン材を用いた場合に比較して、耐久性に優れる。また、親水性ウレタンプレポリマーを含有する硬化促進剤を注入する直前に主材と混合攪拌し、主材の硬化時間を早め、多量の漏水でも確実に止水することができる。この工法説明と施工実績を報告する。

STTG工法：コンクリート構造物の動きやズレをしなやかに吸収します。



従来工法：コンクリート構造物の変位に対応しきれないことがある



図-1 止水経過

2. STTG工法の概要

2-1 STTG工法の止水イメージ

STTG材は、図-1の様にコンクリートのひび割れに注入した材料（黄色部）が長期的に地盤の変位や温度変化、地震などにより変位したりすることがある。この場合でも、しっかりと材料が伸びるとともにコンクリートと付着することで、コンクリートと材料の剥離を抑え、再漏水を防止する。

2-2 STTG工法の概要

STTG工法は、石油樹脂・アクリル樹脂系材料のアルファーズルSTTGと硬化促進剤のウレタンプレポリマーをそれぞれ専用ポンプで圧送し、混合割合を一定にしながら注入直前に攪拌混合することで、材料の硬化時間（ゲルタイム）を適切に早めている。

施工方法は、写真-1, 2, 図-2, 3の通り多くの止水工法で採用しているものと同様、クラックや継ぎ目に対して交差するよう斜めに削孔し、設置した注



写真-1 注入状況①

入ピンから止水材を注入する方法を適用した。また、この様な削孔をすることにより、コンクリート内部のクラックや継ぎ目の方向に対応させている。



写真-2 注入状況②

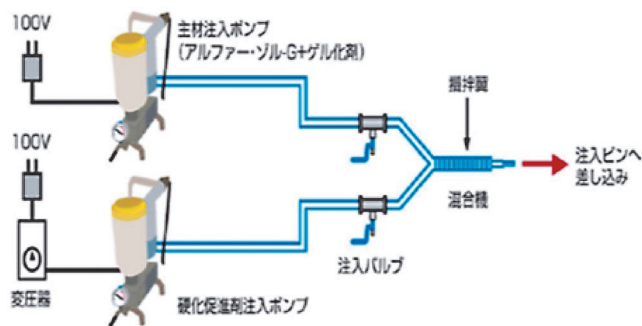


図-2 注入設備の概要

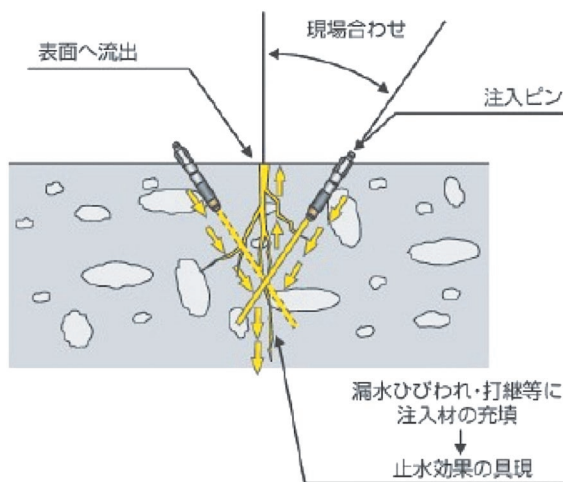


図-3 止水材が充填されるイメージ

2-3 材料の特性

硬化後の補修材の性能は、注入箇所の変形に追随する様な十分な引張や変形性能を有するとともに、コンクリート面と接着し容易に剥がれないということが必

要である。また、施工面では適切なゲルタイムを有することでひび割れに十分に浸透することとした。材料の要求性能としては、伸び性能、引張強度、付着強度、ゲルタイムの4項目に対して設定した。この材料の要求性能と試験結果を下記に示す。

(1) 性能試験結果

固化体の引張性能、伸び性能試験を行った。固化体の引張性能配信、図-4の通りであり最大1.06N/mm²、最小0.73N/mm²の範囲にあり、ハイセルOH-1Xの混合比率が高ければ、引張強度が大きくなる傾向にある。

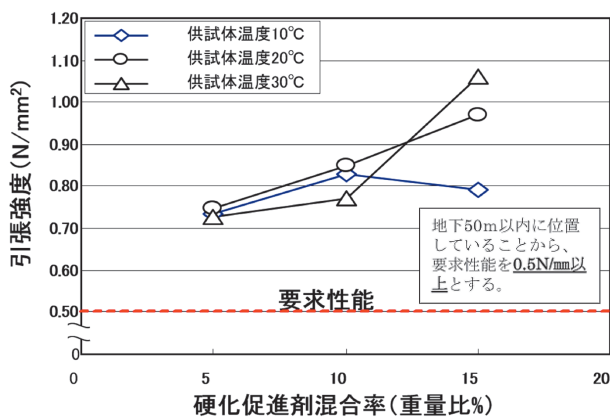


図-4 供試体温度を変化させた場合のハイセルOH-1Xの混合割合と引張強度

破壊ひずみは、図-5の通りであり最大420%、最小230%の範囲にあり、ハイセルOH-1Xの混合比率が高ければ、伸び率が小さくなる傾向がある。

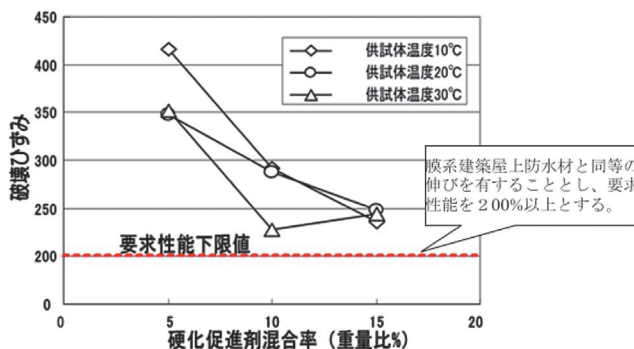


図-5 供試体温度を変化させた場合のハイセルOH-1Xの混合割合と破壊ひずみ

引張強度が有効に発揮できるための要求性能として付着強度 \geq 引張強度とする。すべての条件で付着強度は十分に引張強度を上回っている (表-1)。

表-1 付着強度と引張強度との関係

混合率	試験体温度 ℃	付着強度 N/mm ²	引張強度 N/mm ²	性能
15%	30	1.26	1.06	OK
	20	1.09	0.97	OK
	10	0.93	0.79	OK
10%	30	1.07	0.77	OK
	20	0.89	0.85	OK
	10	1.03	0.83	OK
5%	30	0.9	0.73	OK
	20	0.84	0.75	OK
	10	0.82	0.73	OK

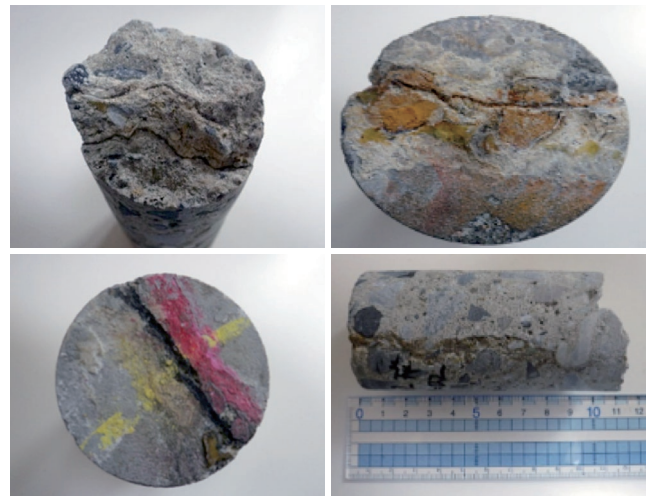


写真-3 コアの注入材充填状況

3. 注入効果の確認

STTG材の注入効果を確認するため、ひび割れ内の材料がしっかりと入っているかの確認が大切である。このため注入した箇所を峻別して、この状況を確認した。

試験方法は現場で0.2mmのひび割れにSTTG材を注入した部分をコア採取し、材料の充填されていることを確認した。この結果は、0.2mmのひび割れに対してSTTG材料が充填されていることを確認した(図-6, 7, 写真-3)。

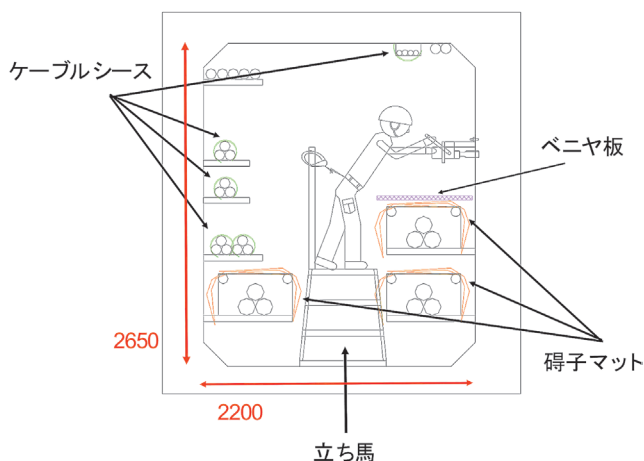


図-6 充填確認時の概要図

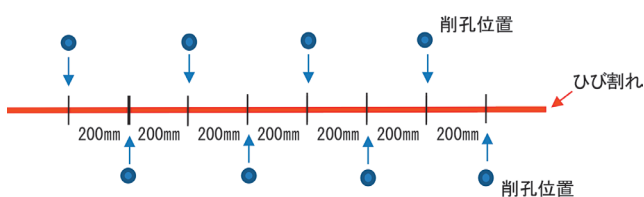


図-7 削孔位置

4. 施工環境等

STTG工法の施工環境などについて下記に記載する。

- ・本工法は漏水がある場合でも、漏水が発生していない場合でも施工が可能である。ただ、止水効果確認の観点からは漏水下でのSTTG工法を施工することにより、止水確認が可能となることから、施工が望まれる。
- ・施工可能な外気温に関しては、気温0～40℃の範囲である。また、低温化では材料の硬化が進まず十分に充填ができない場合があるため、温度測定を行い、材料を温めるなどの対応を行う場合がある。
- ・海水の平均塩分濃度が3.5%程度のことから、この塩分を含む水で材料を作った場合でも、各種の要求性能に影響はでないことを試験で確認した。
- ・ひび割れに油分が付着している場合は所定の付着強度が確保できない場合があるため、十分な確認や油分の事前除去などを検討する必要がある。
- ・コンクリートの凍結融解試験機を用いてSTTG材料が凍結融解作用を受けた場合の引張強度、付着強度を-5～18℃間の温度変化を：150サイクルまで与えた。

この結果、材料の引張強度はほとんど変化が見られず、付着強度は60サイクル程度から低下する傾向が見られた。

5. 施工実績

STTG工法の施工は、電力会社の地中送電用洞道をはじめ、水力発電用ダムの打継ぎ目及び監査廊、建物地下、下水処理施設管廊など240件（漏水補修長15.3km）が本工法により実施されている（令和2年3月末現在）（表-2）。なお、補修前の漏水量の施工実績による最大は約200ℓ/分である。

表-2 施工実績のまとめ

工事場所	発注者	件数	施工数量
地中送電洞道・変電所・発電所など	東京電力㈱	200	11,703
電力洞道	中部電力㈱	1	69
下水道設備	下水道事業者	12	2,394
首都高速設備	首都高速道路	3	252
共同溝・建物	地方自治体	7	69
NTT設備	NTT	3	39
鉄道関係設備	鉄道事業者	3	257
その他	民間企業	14	350
施工実績 合計		243	15,133



写真-4 下水管廊止水施工（施工前）



写真-5 下水管廊止水施工（施工中）

6. 施工例の紹介

表-2のSTTG工法の施工実績の中からいくつか施工実績について紹介する。

6-1 下水処理場

埼玉県中川流域処理場管廊漏水対策工事では処理場内管廊で経年劣化等によって生じたひび割れなどからの漏水が発生していたことから、平成29年10月にSTTG工法により中川流域処理場での止水施工を行った（写真-4～6）。この工事後、止水が確実に行われていることが評価され、埼玉県中川下水道事務所長殿より「県土づくり優秀現場代理人等表彰」を受けた。



写真-6 下水管廊止水施工（施工後）

6-2 水再生センター

水再生センターの沈砂槽下部からの漏水を止水するため、STTG工法を平成29年10月に延長23mに対して行った。工事後当該箇所の止水状況を定期的に、目観測を行っているが再漏水は確認されていない（写真-7, 8）。



写真-7 水再生センター天井止水施工（施工前）



写真-8 水再生センター天井止水施工（施工後）

6-3 下水本管

下水本管からの漏水対策工事として、管更生が必要な箇所について管更生を行う前段で、漏水箇所をSTTG工法により止水施工を行った。この止水施工が終わった段階で管更生を行っている（写真-9～11）。



写真-9 下水本管 管更生前（全体）



写真-10
下水本管 管更生前（止水前）



写真-11
下水本管 管更生前（止水後）

6-4 ダム堤体

ダム本体の堤体の水平目地からの漏水を防止する工事である。まず建設時の工事記録や漏水経路を調査するため着色液を用いた調査を実施した。これをふまえて工事堤体側部からゴンドラを用いて水平目地部へのSTTG工法による止水を行った。

この施工は当該水平継目以下の水位制限をとり、気中施工により行った。また、材料の硬化不良をさけるため10月に延長50mの止水施工を行った（図-8、写真-12）。

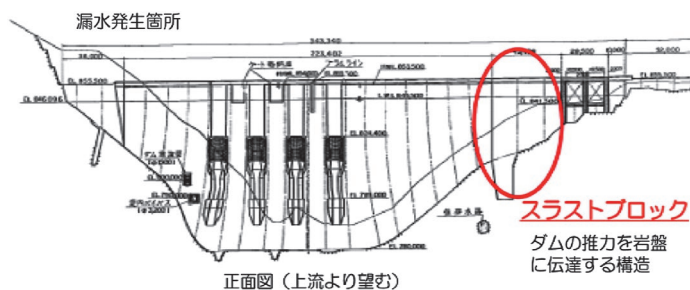


図-8 ダム堤体施工箇所 側面



写真-12 ダム堤体施工状況

7. おわりに

本編では、新たな止水工法であるSTTG工法について開発の経過、性能、施工実績について述べた。当初は、都市部の地中構造物の漏水の止水工法として用いられていたが、近年では下水設備、ダム堤体、あるいは建物地下など広域な構造物に適用されて来ている。今後は施工実績あるいは要望に対応した適用構造の拡大あるいは適用条件の拡大により構造物長期的な耐久性向上に寄与したい。

【参考文献】

- 1) 小椋明仁, 桑原弘昌, 佐野正樹: 長期耐久性を目指したコンクリート地下構造物漏水補修工法の開発: 電力土木, No.368, 2013.11, P.52~56
- 2) 佐藤亘, 桑原弘昌: 凍結融解を受けた石油樹脂・アクリル樹脂系止水材の引張特性: 平成29年度土木学会全国大会年次講演会, Ⅲ-494
- 3) 佐藤亘, 桑原弘昌: 凍結融解を受けた石油樹脂・アクリル樹脂系止水材の付着特性: 平成30年度土木学会全国大会年次講演会, Ⅵ-135
- 4) 佐藤亘: 地下水等による構造物からの漏水を止水する工法 (STTG工法) No Dig Today day 第106号, 2019.1, P.40~47

◆お問い合わせ先◆

東京電設サービス(株)

〒146-0095

東京都大田区多摩川2-8-1 (多摩川事務所)

Tel. 03-6371-3480

<https://www.tdsnet.co.jp/technical/sttg-method-water-stoppage-work/>

