

令和4年度 新技術・新工法説明会【宮崎会場】

開催日：令和4年10月5日

発表技術

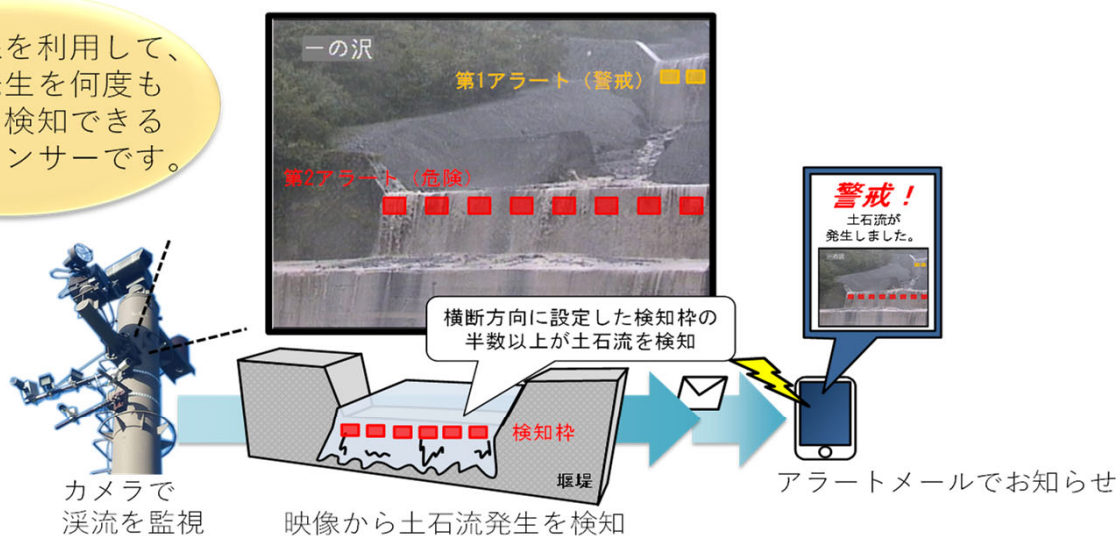
◆NETIS登録番号は応募時点

No	NETIS 登録番号	技術名	副題	資料				備考
				※発表資料がないものは公表されていません。				
1	QS-190016 - VE	路面性状調査 メジャーロードカー	舗装表面の5つの測定を同時に計測し、自動解析するシステム	技術概要	1	発表資料	3	その1に掲載
2	QS-200051 - A	ソーラー式監視カメラシステム (みるかめ君)	多用途電源に対応し、設置・移動が簡単にでき専用アプリで閲覧可能な遠隔映像監視システム	技術概要	20	発表資料	22	
3	QS-200021 - A	ソーラー充電式LED街路灯「恵みの光」	防災・防犯効果が期待できる、ソーラー充電とバッテリー蓄電のLED街路灯	技術概要	28	発表資料	30	
4	QS-200050 - A	水位・水質・気象データ等クラウド監視システム「わかるくん」	リアルタイムデータ収集・配信プラットフォーム	技術概要	41	発表資料	43	
5	KK-220016 - A	KTB・圧縮型ショートアンカー工法	テンドン自由長とアンカー体長をラップさせた全長の短いグラウンドアンカー工法	技術概要	62	発表資料	64	
6	KK-120044 - VE	土木用摩擦低減材	仮設鋼材の引抜き撤去およびケーソンの沈設時における周辺地盤の変状を抑制する摩擦低減材	技術概要	74	発表資料	76	その2掲載
7	QS-190055 - A	ネイレール(根入ブロック)	根入れ部のプレキャスト化	技術概要	102	発表資料	104	
8	CB-220014 - A	レジェンドパイプ工法	集排水パイプ+リターン型推進機の組合せにより、到達立坑が不要となる地下水位低下工法	技術概要	127	発表資料	129	
9	SK-190007 - A	セミディープウェル工法	ロータリーパーカッションドリルによる小口径深井戸削孔	技術概要	140	発表資料	142	
10	QS-200028 - A	土石流検知アラートシステム	カメラ映像によるリアルタイム土石流検知システム	技術概要	146	発表資料	148	
11	QS-190039 - A	タケミックスソイル緑化工法(竹繊維植生基材吹付工)	綿状生竹繊維緑化基材を用い、接合剤とラス金網が不要となることで、自然環境変化に順応する浸食耐久性植生工	技術概要	161	発表資料	163	その3掲載
12	KK-180012 - VR	ウォーターカッター	橋梁桁端部後付け水切り材	技術概要	173	発表資料	175	
13	KT-220070 - A	スロープセイパー	吹付ロボットを活用したのり面省力化吹付工法	技術概要	183	発表資料	185	
14	KK-200058 - A	360° LEDヘッドライト「HALO(ハロー)」	高視認・広視野で働く人の安全を守る360° LEDヘッドライト	技術概要	192	発表資料	194	
15	KT-220004 - A	JWMシステム(Jet Wave Monitoring System)	改良径可視化システム	技術概要	203	発表資料	205	
16	KK-220008 - A	景観配慮型特殊堤「シーウォール」	命と景観を守る特殊堤	技術概要	214	—	—	
17	QS-210065 - A	ポリウレア樹脂を用いたコンクリート構造物の機能保持・向上技術「タフネスコート工法」	コンクリート構造物に剥落防止、貯水性確保、耐久性向上及び耐衝撃性向上を個別あるいは同時に発現可能な技術	技術概要	216	発表資料	218	
18	KK-210061 - A	パネル式ユニットシステム吊り足場工法「TOBISLIDE(トビスライド)」	軽量で扱いやすく、作業効率と合理性、施工品質が向上した作業床から防護柵(朝顔)まで一体化したパネル式ユニットシステム工法	技術概要	230	—	—	

技 術 概 要

技術名称	土石流検知アラートシステム	担当部署	情報システム事業本部 情報システム事業部 防災情報システム部
NETIS登録番号	Q S-200028-A	担当者	望月 優生
社名等	いであ株式会社	電話番号	03-6328-5823
技術の概要	1. 技術開発の背景及び契機		
	近年では毎年のように発生する土砂災害により、人命被害や家屋流失等が頻発しています。土石流発生検知技術として、既にワイヤーセンサーや衝撃センサー等は整備されていますが、ワイヤーセンサーは一度切断された場合に再度張り直す必要があり、衝撃センサーは落石等で誤検知が発生しやすい等の課題があります。また接触型のセンサーは、土砂による破損や埋没等によりセンサー自体が機能しないことがあります。 全国の溪流や砂防堰堤等にはCCTVカメラが多数整備されており、これらのCCTV画像を自動解析し有効活用できれば監視体制の一層の向上が期待できます。本システムは、CCTVカメラ等のカメラ映像を活用した画像解析により土石流発生を非接触で瞬時かつ的確に検知する仕組みを開発し、危機管理体制の強化に資するシステムをご提供いたします。		
	2. 技術の内容		
	本システムは、画像解析技術(PIV手法)を利用した土石流をリアルタイムに検知することが可能システムです。ここでの画像解析では、流体の流れが一定の移動量が検知された状態(継続ベクトル)を一定時間検知されることで土石流と判断するため、溪流保全工や砂防堰堤等を流下する急激な土石流の流れを瞬時かつ自動で検出することが可能となります。(特許第6632757号 環境異常検知装置) また、土石流検知を行った場合は、迅速に関係者へ画像付きアラートメールを送信するため、離れた場所でも確実に土石流発生状況を確認することができます。		
	3. 技術の効果		
	①急激に流下する土石流映像をもとに瞬時に土石流を検知できます ②非接触による検知技術のため何度も繰り返して検知することができます ③検知の瞬間を静止画像でアラートメールで配信するとともに、土石流発生前後の映像保存が可能となります		
	4. 技術の適用範囲		
	①適用可能な範囲 ・溪流全般(カメラ持ち込みおよび設置が可能な場所、CCTV等の利用も可能)です ・カメラの環境条件は、ポール等で固定してカメラ画素数は30万画素以上を推奨とします ・構造物(砂防堰堤等)とカメラまでの距離は100m程度を推奨とします ・構造物を流下する水面が視認できるが獲(構造物を正面から撮影する画角)を推奨とします ②特に効果の高い適用範囲 ・溪流等に設置された砂防堰堤を正面方向から撮影すれば高精度な発生検知が可能となります ・砂防工事における上流部での土石流を検知します ・土石流発生時に記録した映像により、詳細な発生時刻と状況を再現することが可能となります		
	5. 活用実績		
	国の機関 3件 (九州 0件、九州以外 3件) 自治体 0件 (九州 0件、九州以外 0件) 民間 1件 (九州 1件、九州以外 0件)		

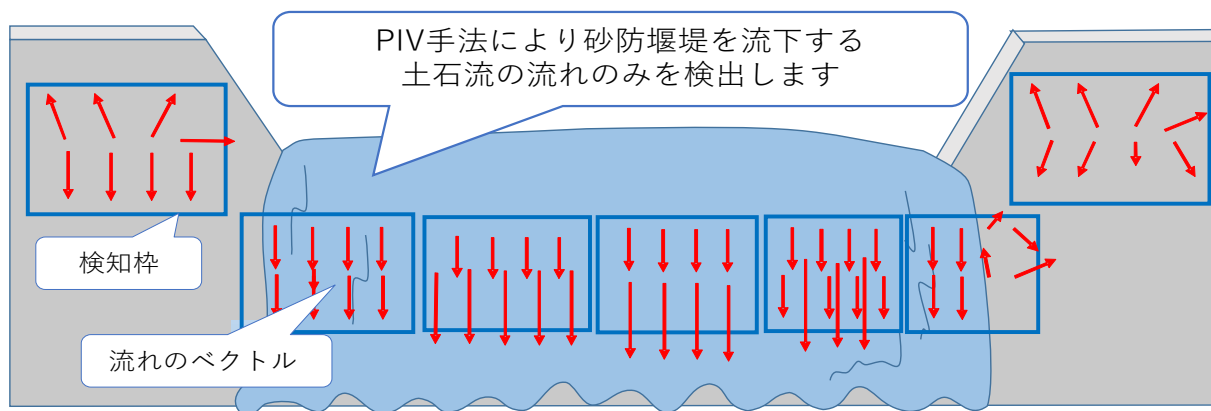
カメラ映像を利用して、土石流の発生を何度も繰り返して検知できる非接触型センサーです。



- ✓ 急激に流下する土石流映像をもとに土石流検知を瞬時に検知できます。
- ✓ 非接触による検知技術のため何度も繰り返して検知することができます。
- ✓ 検知の瞬間を動画映像と静止画像で記録するとともに、検知前後10分間の映像保存が可能となります。

PIV手法で流れのベクトルが下方方向に継続して検出される箇所を検知します。

- 一定量の移動量が検知された状態（継続ベクトル）を一定時間検知することで、土石流と判断します。（例：数秒間継続して下方方向のベクトルを検知した場合、土石流とします。）
- 雨滴や異物が画面内に一時的に入る場合は、土石流として検知しません。



土石流検知アラートシステム

～カメラ映像によるリアルタイム土石流検知システム～



1

1. 土石流検知センサーの現状

ワイヤーセンサー



振動センサー



衝撃センサー



2



現状の接触型センサーでは、土石流の発生検知が適切に行われない状況が多発しています。

センサータイプ	課題
ワイヤーセンサー	➤ ワイヤーが切断されることで異常検知が可能であるが、<u>一度切断された場合は、再度張り直す必要があります、その間は欠測となります。</u> ➤ <u>落石や動物等により切断・誤報</u>の可能性があります。
振動センサー	➤ 地面の中にセンサーを埋め込み、土石流が発する地盤振動を捉える仕組みであるが、<u>埋め込み作業が大がかりとなります。</u> ➤ 精度を上げるためには、<u>センサーを複数台設置することが必要</u>となります。
衝撃センサー	➤ 杭等を設置し、その杭への衝撃等を検知する仕組みであるが、<u>落石等で誤検知が発生しやすくなります。</u> ➤ 精度を上げるためには、<u>センサーを複数台設置することが必要</u>となります。



渓流等で発生する土石流について、カメラ映像を利用して、非接触で瞬時に検知を可能とし、検知状況を画像をもとにアラートメールで通知する技術です。

カメラ映像を利用して、渓流等で発生する土石流を瞬時に検知する「土石流検知センサー」をご提案します。

2. 土石流検知アラートセンサーを開発

カメラ映像を利用して、土石流の発生を何度も繰り返して検知できる非接触型センサーです。



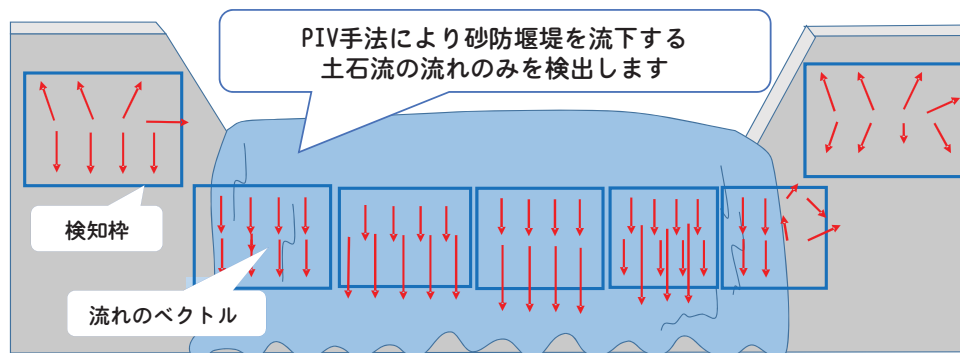
- ✓ 急激に流下する土石流映像をもとに土石流検知を瞬時に検知できます。
- ✓ 非接触による検知技術のため何度も繰り返して検知することができます。
- ✓ 検知の瞬間を動画映像と静止画像で記録するとともに、検知前後10分間の映像保存が可能となります。

3. 新たな土石流検知の仕組み

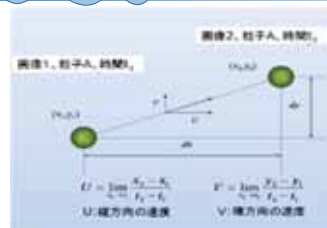
1. 誤検知を極力抑えリアルタイムで検知可能な手法

PIV手法で流れのベクトルが下方方向に継続して検出される箇所を検知します。

- 一定量の移動量が検知された状態（継続ベクトル）を一定時間検知することで、土石流と判断します。（例：数秒間継続して下方方向のベクトルを検知した場合、土石流とします。）
- 雨滴や異物が画面内に一時的に入る場合は、土石流として検知しません。

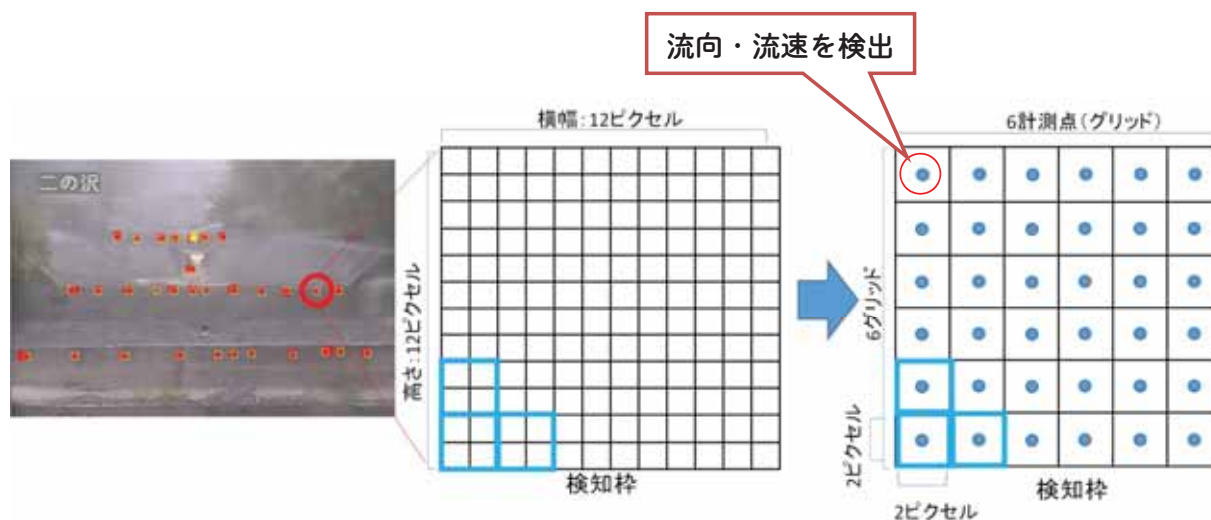


※PIV手法：粒子画像流速測定法(Particle Image Velocimetry)
時間経過で変化する水面を撮影した動画画像から、画像上の小領域の1コマ後に移動した量を検出し、非接触型で流速を求める技術です。主に移動物体の検出やその動作の解析等にご利用される技術です。



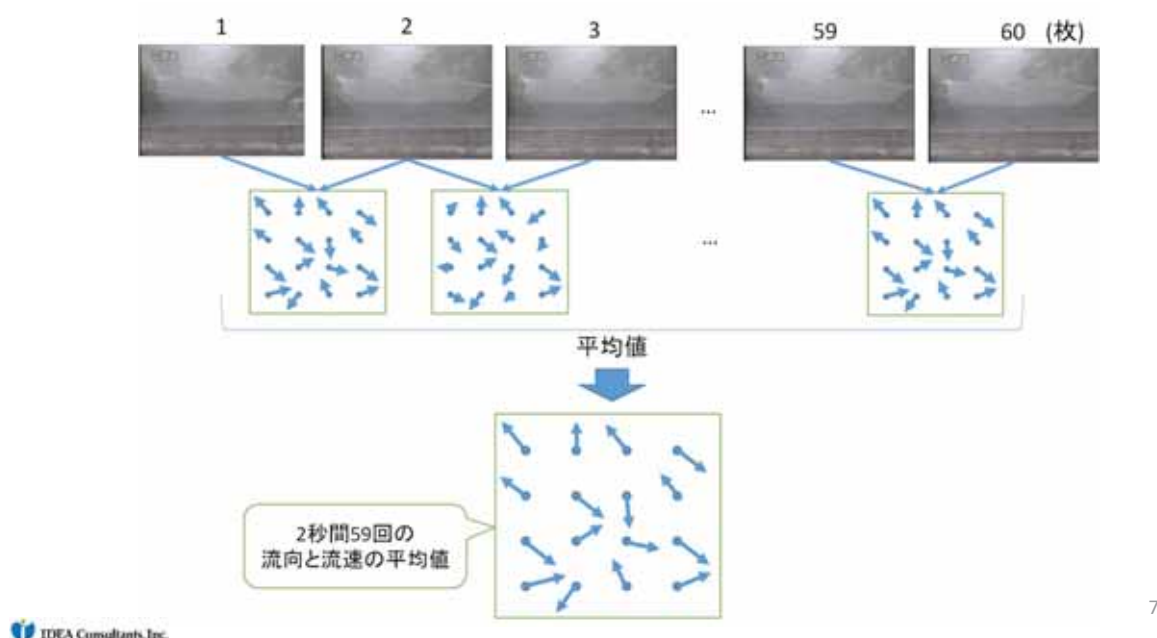
2. PIV手法による土石流検知の仕組み

- ・画面上に高さ12×幅12ピクセルの検知枠を複数個設定します。
- ・各検知枠内に縦6×横6個の計36個の計測点を設定します。



検知には2秒間（60枚）の動画像を使用

- ・ PIV手法により、連続する画像2枚ずつで計測点の流向と流速を算出します。
- ・ 2秒間（59回）の計測結果から、計測点それぞれの流向と流速の平均値を計算します。

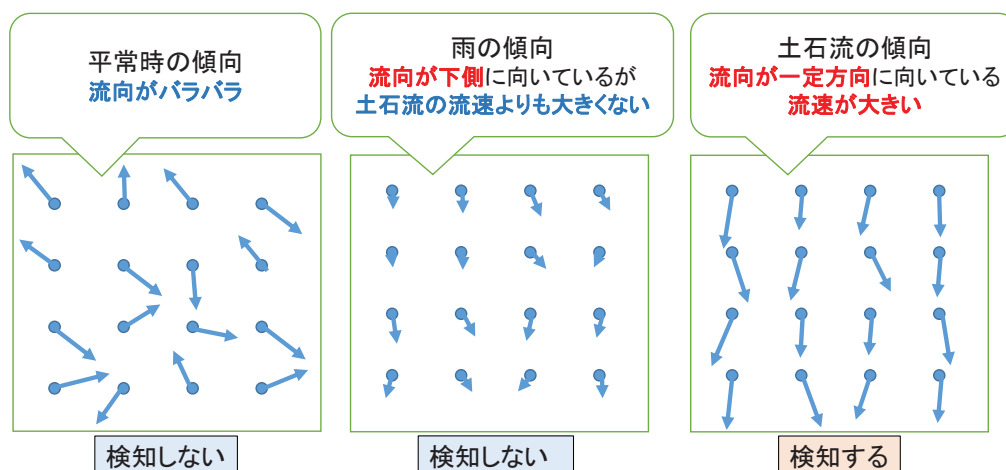


7

2秒間の流向と流速の平均値を元に、土石流の判定を行います。

＜土石流として検知する条件＞（検証結果より）

- ・ 計測点の**土石流が流下する方向**へ向いている割合が**40%(15点)**以上存在していること。
- ・ 計測点の**流速ベクトルの移動量**が下方方向に**2ピクセル以上**移動していること。



8

特許第6632757号

名称：環境異常検知装置



2019年12月に当社では、この土石流検知のPIV手法について特許を取得しました。

4. 新手法における土石流検証結果

◆ 出水時の映像整理

2019年の出水時の映像をもとに土石流検知が行えるか否かの検証を行うことを目的に、土石流発生瞬間を収めた映像について整理を行いました。

収集した出水時の映像一覧

カメラ	収集した期間	土石流発生時刻
二の沢CCTV（解析用CCTVカメラ）	2019/10/12 14:00～19:00	2019/10/12 15:18:05
三の沢CCTV（解析用CCTVカメラ）	2019/10/12 17:00～19:00	2019/10/12 17:11:35
三の沢CCTV（高解像度カメラ）	2019/10/12 16:00～19:00	

解析に利用したカメラの解像度

カメラ	解像度
二の沢CCTV（解析用CCTVカメラ）	40万画素（780×580 pix）
三の沢CCTV（解析用CCTVカメラ）	40万画素（780×580 pix）
三の沢CCTV（高解像度カメラ）	200万画素（1920×1080pix）

<二の沢CCTV（解析用カメラ）の映像キャプチャ>



<三の沢CCTV（解析用カメラ）の映像キャプチャ>



<三の沢CCTV（高解像度カメラ）の映像キャプチャ>



出水時の映像



11

◆ 土石流発生時における検知の検証結果

二の沢における
土石流発生時の検知率

■調査対象映像 : 二の沢 2019/10/12 15:00 ~ 15:30 (30分間)
 ■土石流発生時刻 : 2019/10/12 15:18頃土石流発生
 ■検知枠 : 12個の検知枠を検証
 ■カメラ解像度 : 40万画素



土石流発生時の検知率のまとめ（二の沢）

検知枠	①	②	③	④	⑤
土石流発生前	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
土石流発生後	91.7%	87.5%	84.7%	81.7%	80.3%

⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	平均
0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
88.1%	82.2%	78.3%	93.6%	84.4%	99.2%	98.3%	87.5%

【二の沢における土石流検知の検証結果】

15時18分に砂防堰堤を土石流の先端部が流下した時間を基準に土石流発生後15分間の映像で検証を行った。画面内に配置した12個の検知枠で土石流発生前後における検知率を整理した。この結果、土石流発生前は誤検知がなく、土石流発生直後は、検知率平均87.5%^(*)であった。検知枠においては、土石流の先端部が常時流下していない箇所もあったが検知率は概ね高い傾向を示した。

^(*)検知率の算定に関する注意事項

二の沢においては、土石流発生の瞬間は砂防堰堤全体を流下していたが、その後は堰堤上面への土砂堆積により土石流が流下する位置が堰堤の片側に片寄ったりする等したため、検知枠上を流下しない時間もあった。ここでの検知率は検知しない時間も含めているため、検知率が低い箇所も発生している。

12

三の沢における 土石流発生時の検知率

■調査対象映像：三の沢 : 2019/10/12 17:15 ~ 18:00 (45分間)
 ■土石流発生時刻 : 2019/10/12 17:26頃 土石流発生
 ■検知枠 : 16個の検知枠中の2個で検証
 ■カメラ解像度 : 40万画素



土石流発生時の検知率のまとめ（三の沢）

□ 40万画素

検知枠	②	⑩	平均
土石流発生前	0.0%	0.0%	0.0%
土石流発生後	99.1%	99.4%	99.3%

□ 200万画素

検知枠	②	⑩	平均
土石流発生前	0.0%	0.0%	0.0%
土石流発生後	90.3%	87.8%	89.1%

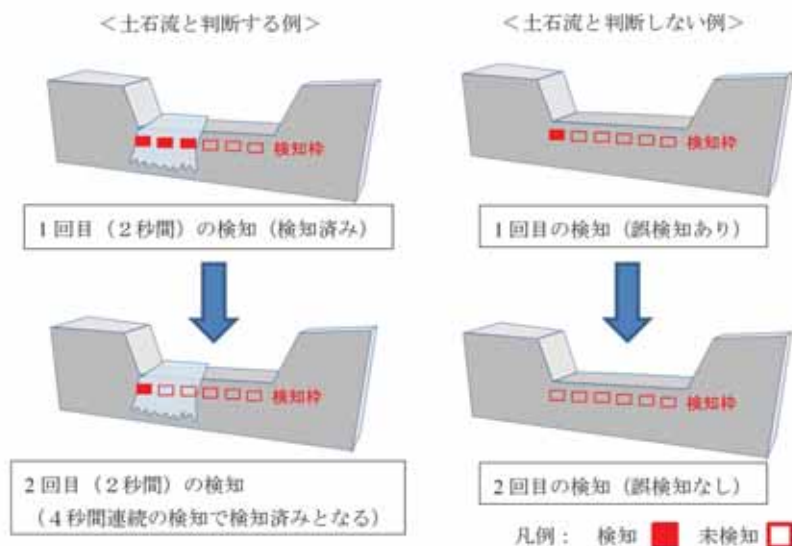
【三の沢における土石流検知の検証結果】

17時26分に砂防堰堤を土石流の先端部が流下した時間を基準に土石流発生後15分間の映像で検証を行った。画面内には16個の検知枠を配置したが、この検証では先端部が通過した2個の検知枠の箇所での土石流発生前後における検知率を整理した。この結果、土石流発生前は誤検知がなく、土石流発生直後は、検知率平均99.3%であり、土石流発生後の検知率は高い傾向を示した。

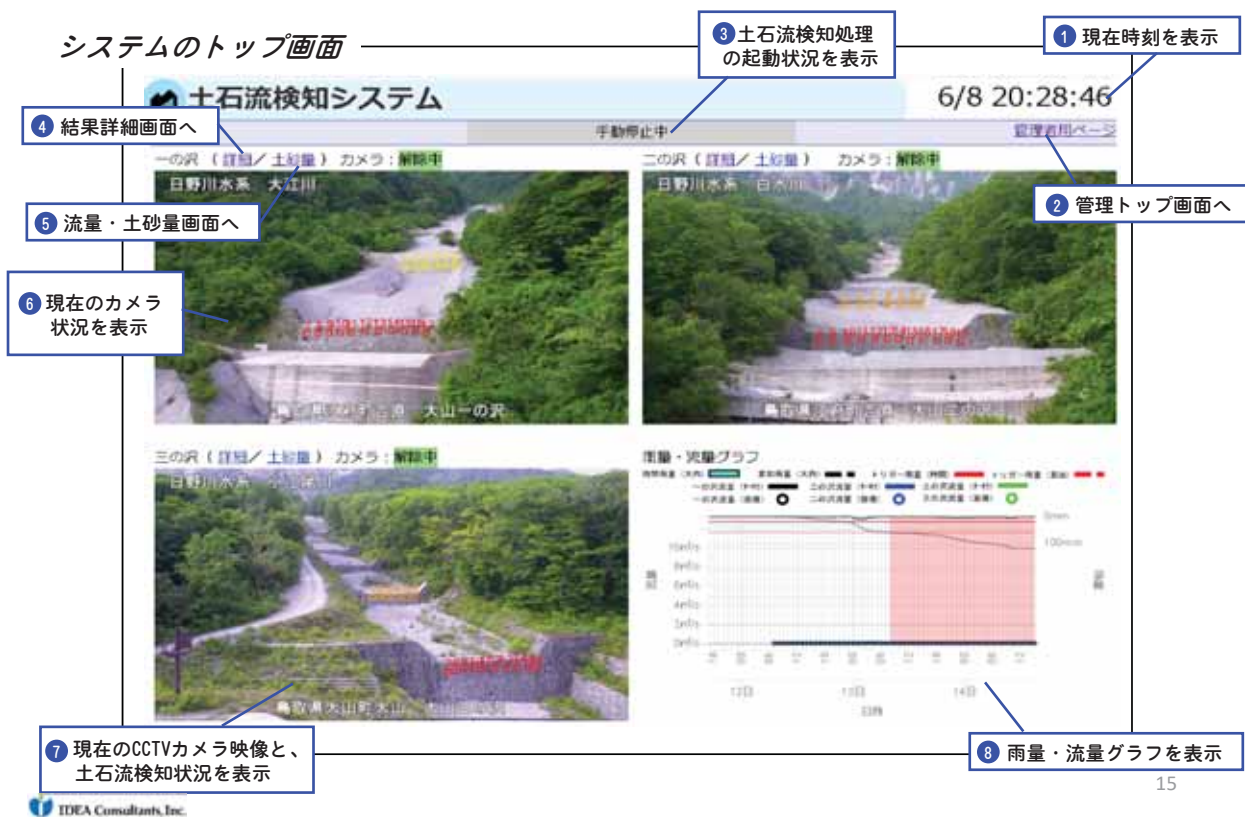
◆ 土石流検知の判断条件の設定

砂防堰堤を流下する土石流を確実に検知する際には、誤検知を極力避ける必要があることから、継続して流下するベクトルを一定時間検知した場合に土石流と判断するものとしています。

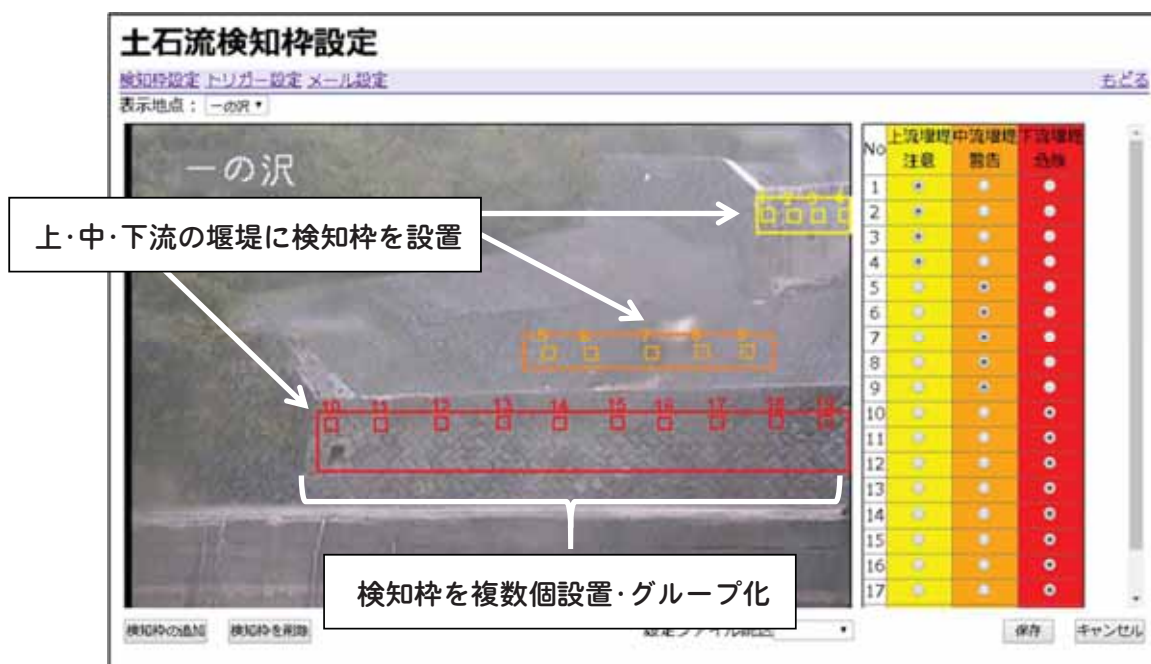
1つの検知枠が連続して4秒間（2秒ごとの映像を2回分）流下するベクトルを検知した際に、土石流として検知させることで、誤検知をより最小限にできるような仕組みとしています。



5. システム画面の紹介

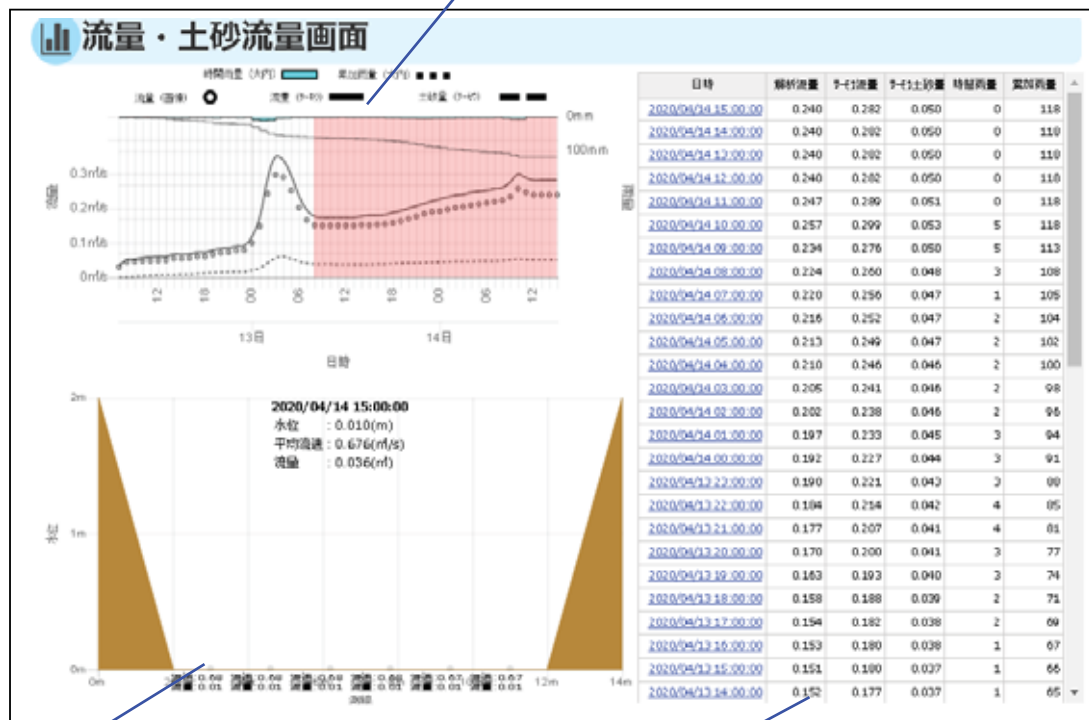


15



検知枠の位置は、任意の場所に自由に設定することが可能です。

① 雨量と流量、土砂量のハイドログラフを表示



② 画像解析による流量計測の結果を断面図で表示

③ 雨量と流量、土砂量の数値表を表示

17

6. システム導入までの流れ



18

7. システムの適用条件

現場条件	- カメラは土石流発生時に流されることが無いように、溪流等から離れた位置で、できるだけ高い位置に設置します。 - アラートメールを配信するために、携帯電話の通信エリア内（docomo、au、Softbank）に設置します。
適用可能範囲	- 溪流全般（カメラ持込みおよび設置が可能な場所、CCTV等の利用も可能）とします。 - カメラの環境条件は、画素数は30万画素以上、ポール等で固定する（推奨とするカメラ）ものとします。 - 構造物（砂防堰堤等）とカメラまでの距離は100m程度を推奨 - 土石流検知を行う際は、構造物を流下する水面が視認できる画角（構造物を正面から撮影する画角）を推奨とします。
施工条件	- カメラの画角内には、できる限り自動車等のライトのハーレーションが映りこまないようにカメラを設置します。 - 現場カメラ機器と一緒に設置したパソコンに、システムをインストールする必要があります。

◆ システム仕様（推奨）

項目	仕様
監視用カメラ	カメラ解像度は30万画素以上 （検知精度を向上させるためには200万画素を推奨とする）
解析用パソコン	O S : Windows Server 2019 以上 C P U : 周波数：2.6GHz以上 コア数 : 14C/28T以上 メモリ : 16GB以上 ストレージ : SSD RAID5構成 480GB以上 ポート : 10Gb 2ポート以上
保存用ストレージ	5TB 程度（映像保存期間により容量は変わる）

◆ 施工状況写真



カメラ設置状況（現場）



パソコン等収納ボックス



収納ボックス内の
パソコン配置例



土石流検知画面

8. システム導入事例

業務名	事業種類	整備局名	事務所名	業務開始	業務終了	TECRISNO
大山砂防溪流画像解析システム検討業務	一般業務	中国地方整備局	日野川河川事務所	R01.8.31	R02.06.30	4035 176580

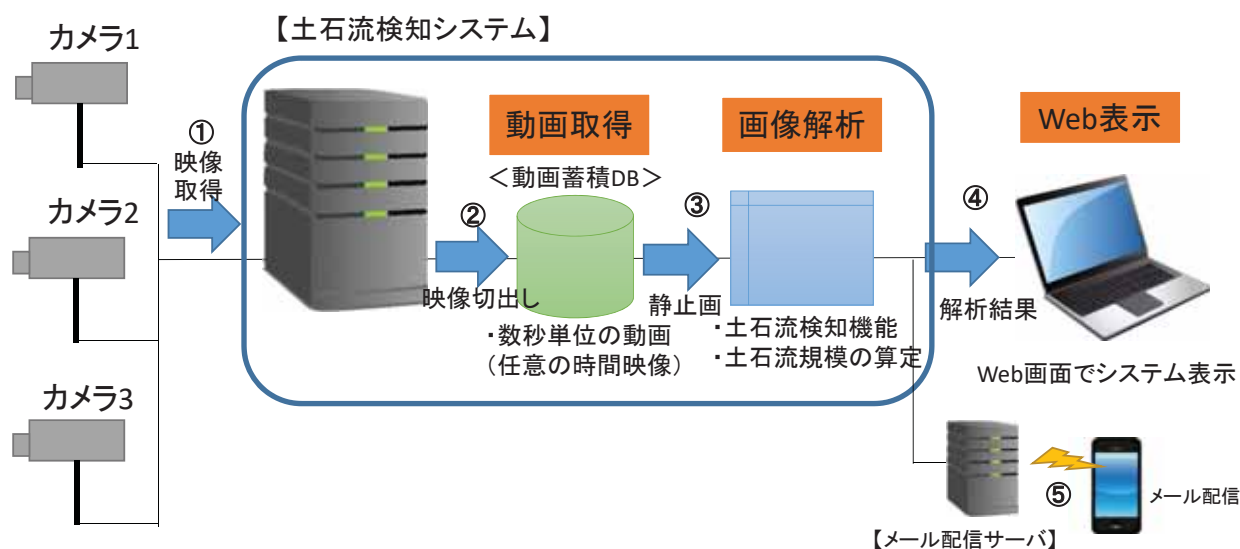
◆ 日野川河川事務所 導入実績



日野川河川事務所 サーバルームへの検知サーバ導入事例

システム画面(例)

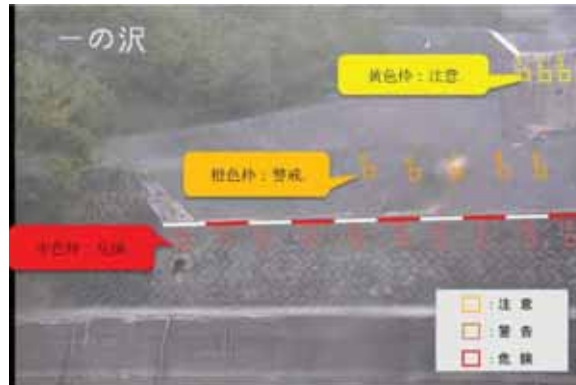
9. システム構成



- ① 各カメラから伝送された映像を土石流検知システムへ取り込む。
- ② システムに取り込んだカメラ映像を、システム内の「動画蓄積DB」へ数秒単位で細分化した静止画として保存する。
- ③ 細分化した静止画をもとに画像解析により土石流の発生検知を行う。
- ④ 発生検知状況をWeb画面で閲覧可能となるようにする。
- ⑤ 関係者へのアラートメールを配信する。

◆ 段階的なアラートメールの配信

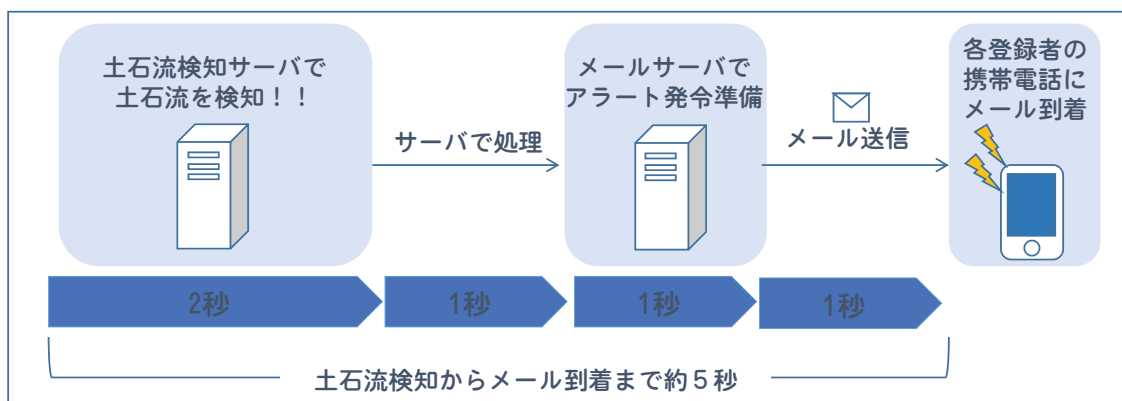
カメラ画像内に映る砂防堰堤に検知枠を配置し、3段階検知枠に「注意」、「警戒」、「危険」の役割を持たせることで、段階的に異常を通知するものとする。



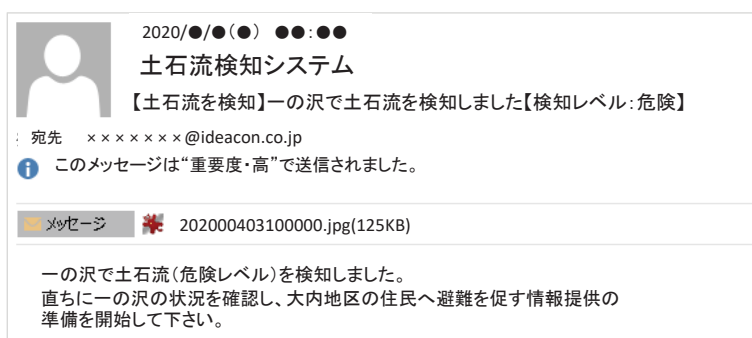
◆ アラートメールの通知内容(例)

通知内容	通知文の内容
アラート通知(注意)	一の沢で土石流(注意レベル)を検知しました。 一の沢の状況を確認してください。
アラート通知(警戒)	一の沢で土石流(警戒レベル)を検知しました。 一の沢の環状道路への土砂流入が予想されますので、注意してください。
アラート通知(危険)	一の沢で土石流(危険レベル)を検知しました。 直ちに一の沢の状況を確認し、大内地区の住民へ避難を促す情報提供の準備を開始して下さい。

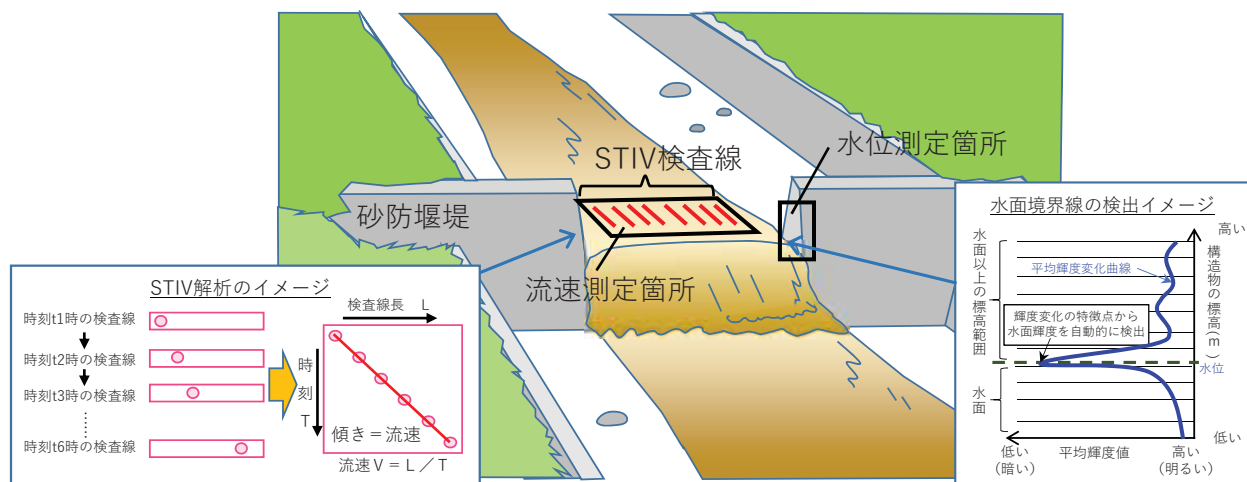
◆ アラート通知メール配信までの流れ



◆ アラート通知メールの例



10. 土石流の流量算出



カメラ映像をもとに流量を計測することもできます。

画像解析技術を利用し、袖部に接する水面位置を輝度（明るさの度合い）から自動判別させ「水位計測」を行います。流速計測では、画質が悪い状態でもリアルタイムに計測可能な STIV *手法を利用し横断面を複数の検査線で分解し各検査線の表面流速を自動計測します。

*STIV : Space-Time Image Velocimetryの略

技 術 概 要

技術名称	タケミックスソイル緑化工法（竹繊維植生基材吹付工）	担当部署	研究会事務局
NETIS登録番号	QS-190039-A	担当者	辻 博基
社名等	R100ソイル工法研究会	電話番号	093-642-3323
技術の概要	1. 技術開発の背景及び契機 近年の集中豪雨等の異常気象・気候変動などより、山間地域や道路法面などでの斜面崩壊が頻繁に発生しています。これまでも、各種の法面保護対策が施されていますが、法面保護工の植生工の中でも一般的な工種である、植生基材吹付工において、竹を主原料とした緑化資材と緑化工法を開発いたしました。尚、近年の里山・森林の荒廃の原因に竹材の需要が低迷したことで、放置竹林による竹林面積の急速な拡大が揚げられます。豪雨災害では、侵入竹林が拡大した山間地の植林地が多数被災しており、防災面、水源涵養機能からの森林や里山の保全が急務となっております。この斜面崩壊の原因の一つでもある放置竹林から排出される竹を斜面崩壊対策工の工事資材とすることで、環境対策に、マイナスエミッションとして寄与します。 2. 技術の内容 ・従来、植生基材吹付工に必要な『ラス金網』『接合剤』『化学肥料』を使用せずに、『青竹』を捻り潰し繊維状に加工した『綿状生竹繊維』を70%配合した『タケミックスソイル緑化資材』により植生基材吹付工にて造成された緑化基盤層は、『綿状生竹繊維』の絡みによる結合とスポンジ状の空隙による透水排水効率が向上したことから豪雨に対する浸食防止効果が高く、保水性能も向上しました。 ・『綿状生竹繊維』は、竹繊維の特性である、“しなやか”な性質を持つことで、緑化工成立までの気象環境による、乾燥、凍結などのストレスに抵抗力があり、『接合剤』を使用しないので、降雨、融解後には、柔軟な緑化基盤層が復元します。 ・また、『綿状生竹繊維』に土壌中の『窒素固定菌』が好む養分が豊富に含まれるため、『窒素固定菌』が誘導・増殖され、大気窒素より植物へ養分供給することで、化学肥料の人為的な施肥の必要なく、自然な植物の生長・遷移により永続的な緑化が維持されます。 3. 技術の効果 ・タケミックスソイル緑化工法（竹繊維植生基材吹付工）は、自然環境変化に順応することで、侵食耐久性が高いため、植生発達の初期段階で緑化植物に生育不良が生じ、植生被覆率が低い場合でも、緑化基盤の層厚、保水性などの品質が保持されることで、設計層厚を低減することも可能となり、経済性が向上します。 ・ラス張工が不要なため作業工程の短縮と法面高所作業による危険要因が減少する。 ・緑化資材は天然資材のみであり、化学肥料・化学合成接合剤を使用しないので、地下水、河川水への悪影響はない。 ・緑化資材の比重が従来型0.4から0.25となり、軽量化による作業員への負担軽減となる。 ・『化学肥料』『ラス張工』『ピートモス』『化学合成接合剤』を省略したことで製造・輸入運搬時の化石燃料消費が低減され、地球温暖化ガスCO2の大幅削減（推定値60%削減）。 4. 技術の適用範囲 ・法面保護工における植生工 『植生基材吹付工』としての適用 ・法面勾配・・・$1:n \geq 1:0.5$ ・対象土質・・・砂質土、粘性土、礫混じり土、軟岩 ・緑化基盤層の耐久性が高く、緑化被覆速度が遅い場合の緑化法面形成までの浸食に対応。 ・化学肥料を使わないため、肥料要求度の高いイネ科外来種の生育を抑制し、在来郷土種の初期生育に有利で、自然本来の植物遷移により、森林化への達成期待度が高い。 ・自然侵入促進工、森林表土利用工、資源循環型緑化工 5. 活用実績 国の機関 1 件（九州 1件、九州以外 0件） 自治体 5 件（九州 11件、九州以外 1件） 民間 10 件（九州 1件、九州以外 0件）		

竹繊維植生基材吹付工 タケミックスソイル緑化工法

QS-190039-A



『タケミックスソイル』緑化資材
50ℓ/袋



綿状竹短繊維 70%



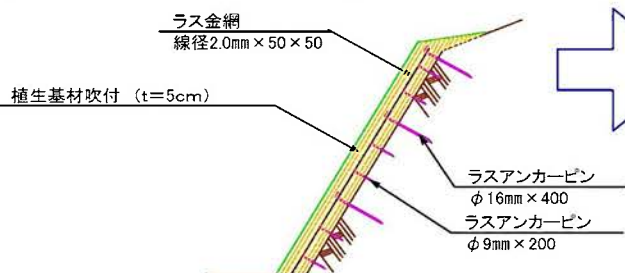
国産広葉樹バーク 30%

『ラス張工』『接合剤』『化学肥料』を使用しない

地球温暖ガスCO2の大幅な排出削減効果（60%削減）

従来技術

ラス金網に化学肥料、接合剤を配合した生育基盤材を吹付、緑化植物の根系の急速な伸長により、法面を保護する。



新技術『タケミックスソイル緑化工法』

綿状竹短繊維緑化基材を用い、接合剤とラス金網を使用しないことで、干ばつ、降雨、凍結などの気象変化に緑化基盤が順応し、自然環境に対応可能な浸食耐久性のある緑化技術。



熊本県南阿蘇

2019年3月 吹付施工



2019年6月 緑化生育状況



『タケミックスソイル緑化工法』 竹繊維植生基材吹付工 NETIS QS-190039-A

ーひとたび硬化したら軟化しない竹繊維基盤材ー

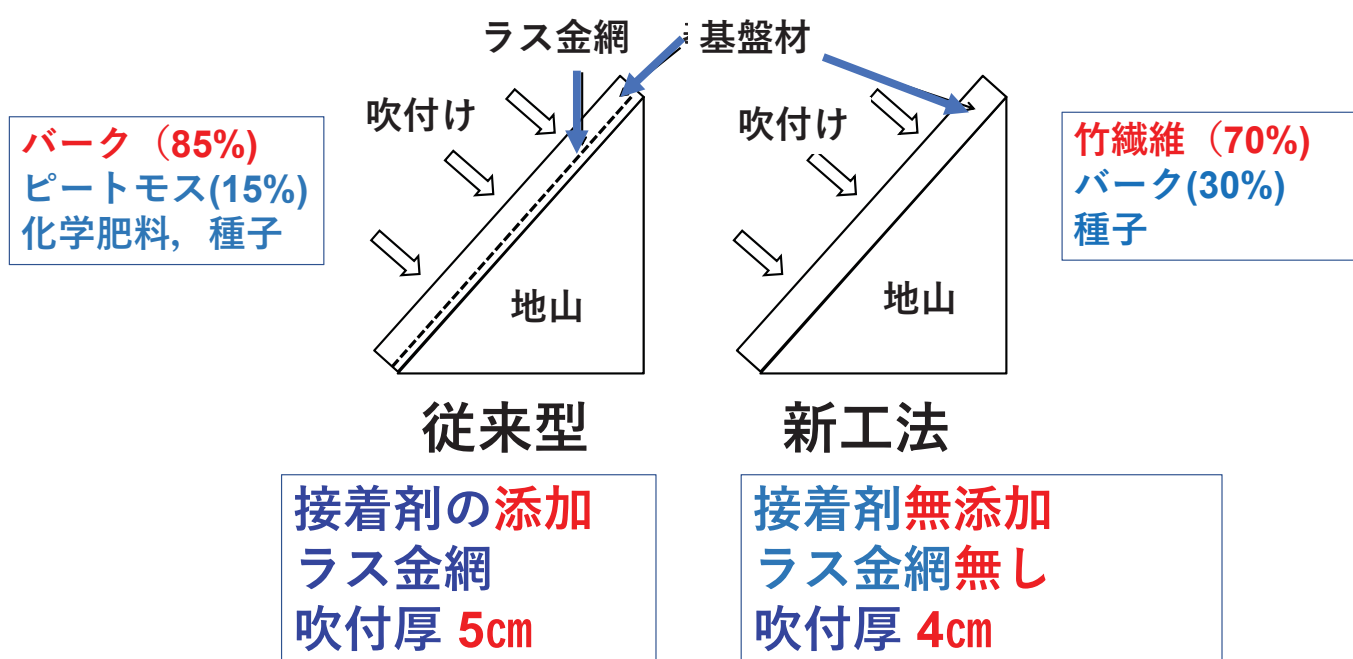


R100ソイル工法研究会
大坪政美



R100ソイル工法研究会はグリーン購入ネットワークの会員です。

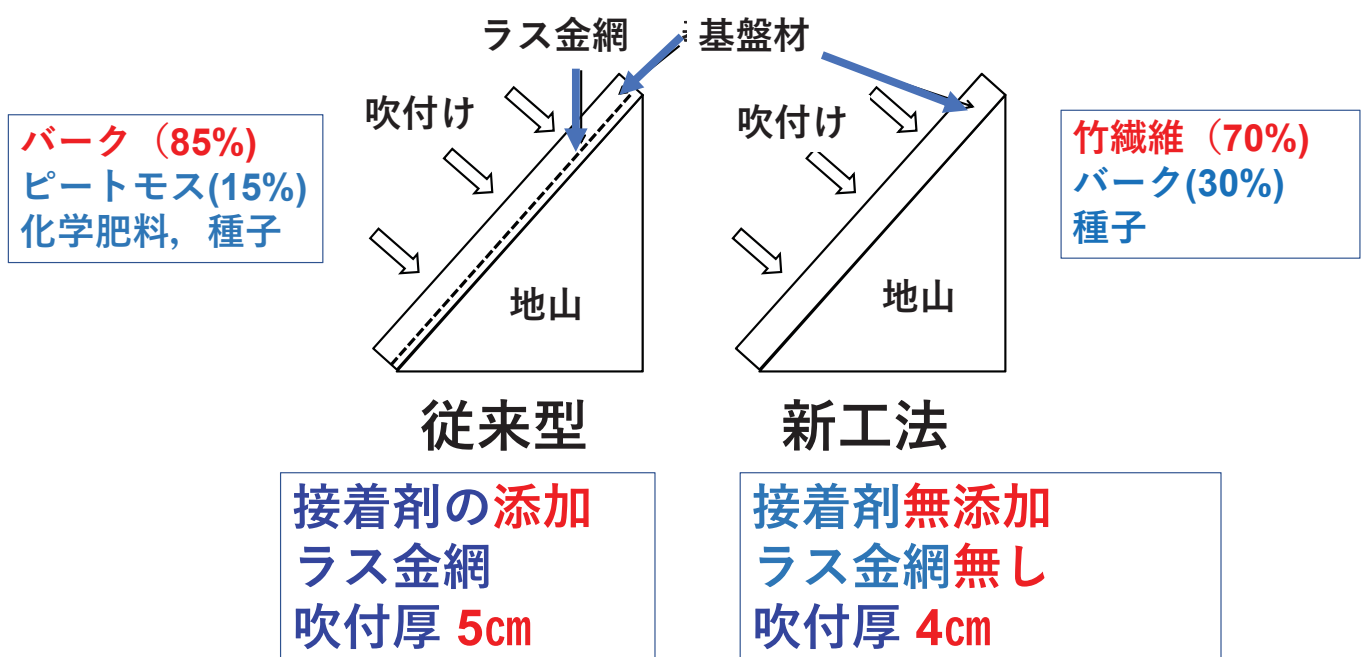
植生基材吹付工の構造と施工法



従来工法の施工事例



植生基材吹付工の構造と施工法





新工法－竹繊維基盤材の施工例



施工完了



3カ月経過

熊本県九州横断道 施工例



凍結融解に対する抵抗性



竹繊維基盤材の雨水侵食に対する抵抗力 竹繊維50%



施工後1年経過



施工後5年経過

タケミックスソイル緑化工法(新技術)の特徴

- ・自然素材（竹繊維）を使用
- ・ラス金網、接合剤、化学肥料の不使用

- ・高い耐久性＝侵食防止、凍結融解への抵抗性



- ・乾燥に伴う竹繊維の不可逆的な硬化
（一旦生じた硬化は維持され、軟化しない）

竹繊維の取り出し

竹を投入



生竹

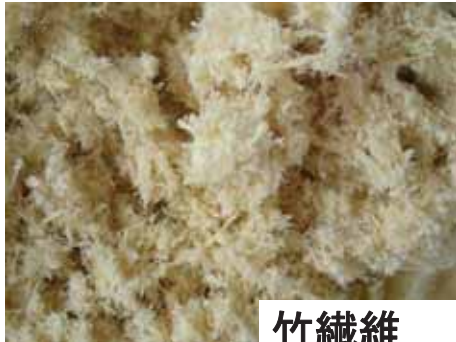


2軸臼植栽機
生竹をすり潰す機械

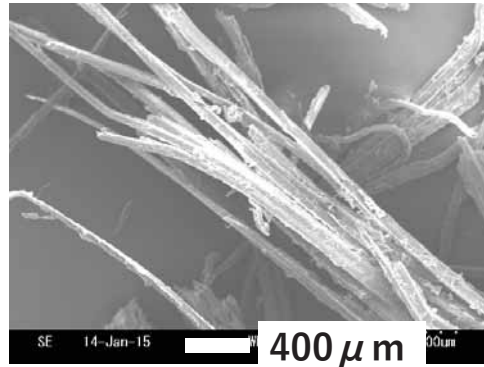


二つの歯車

吹付け基盤材料



竹繊維



竹繊維の電子顕微鏡写真

竹繊維の太さ 0.1 mm程度



バーク

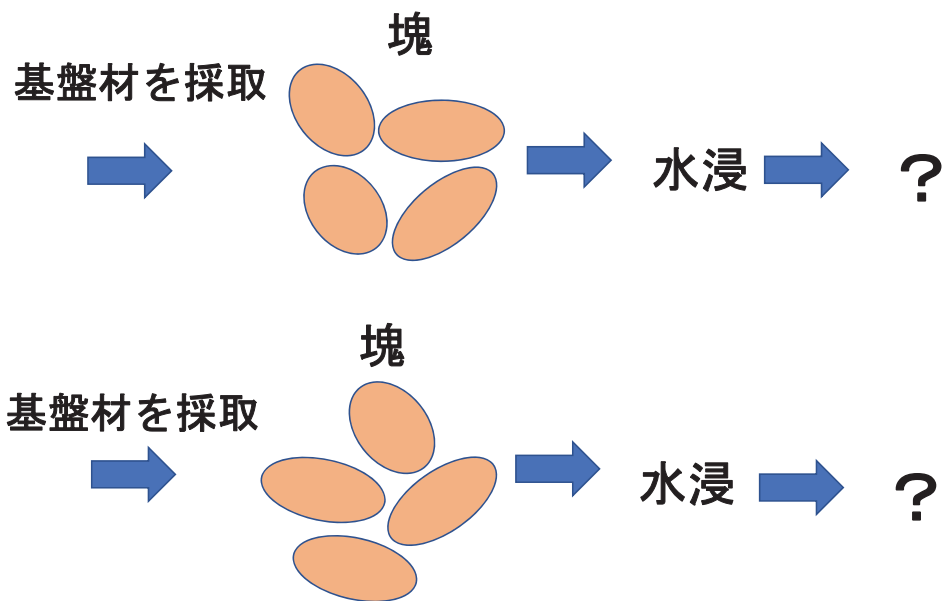
乾燥に伴う竹繊維基盤材の硬化は、なぜ維持されるのか？



バーク基盤材(乾燥状態)



竹繊維基盤材(乾燥状態)



乾燥→硬化→水浸→？

バーク： 水浸→細粒化(沸化現象)

竹繊維： 水浸→**細粒化せず**



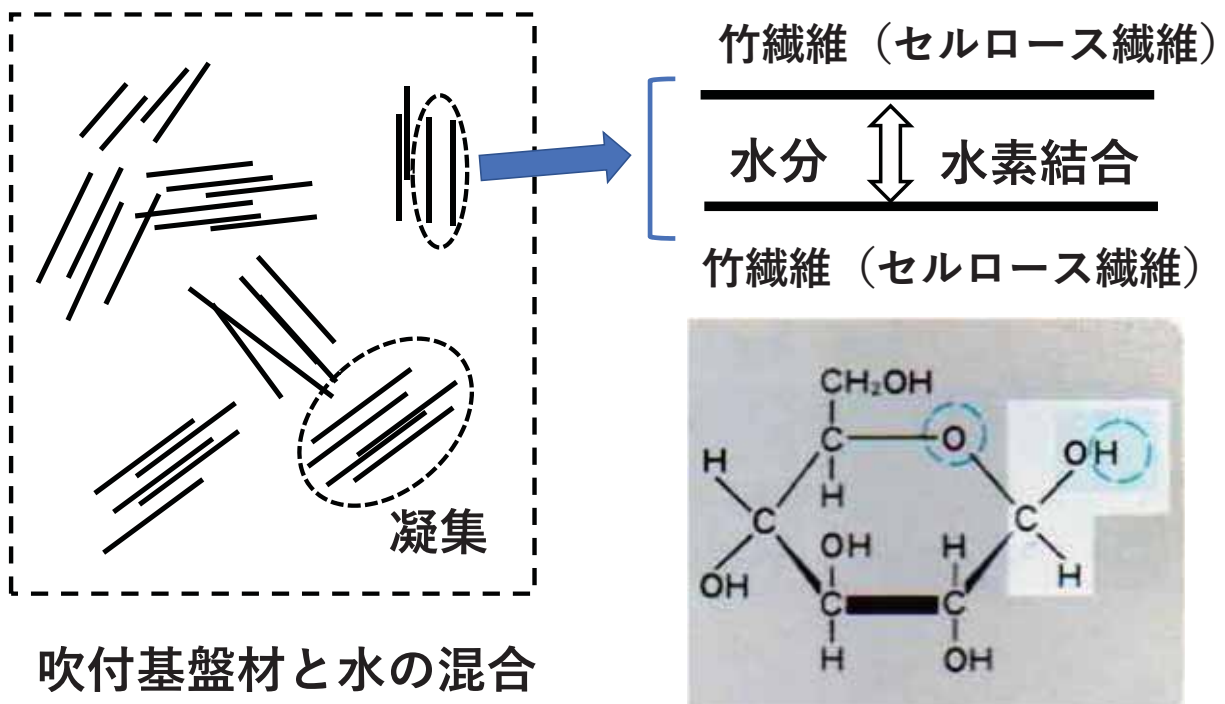
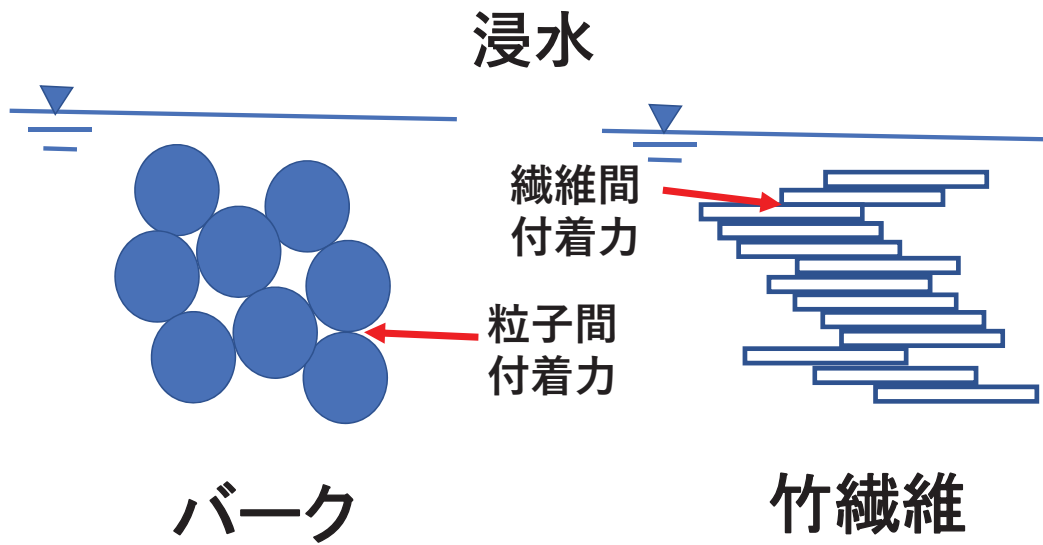
バーク(樹皮)

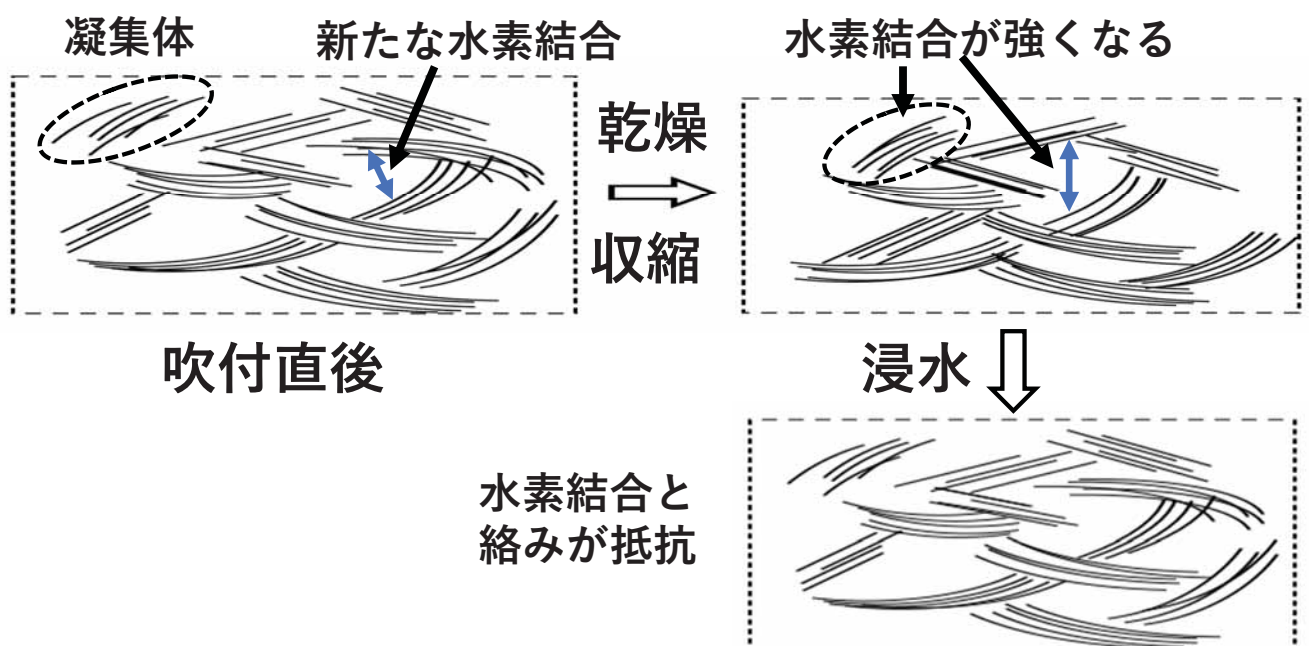
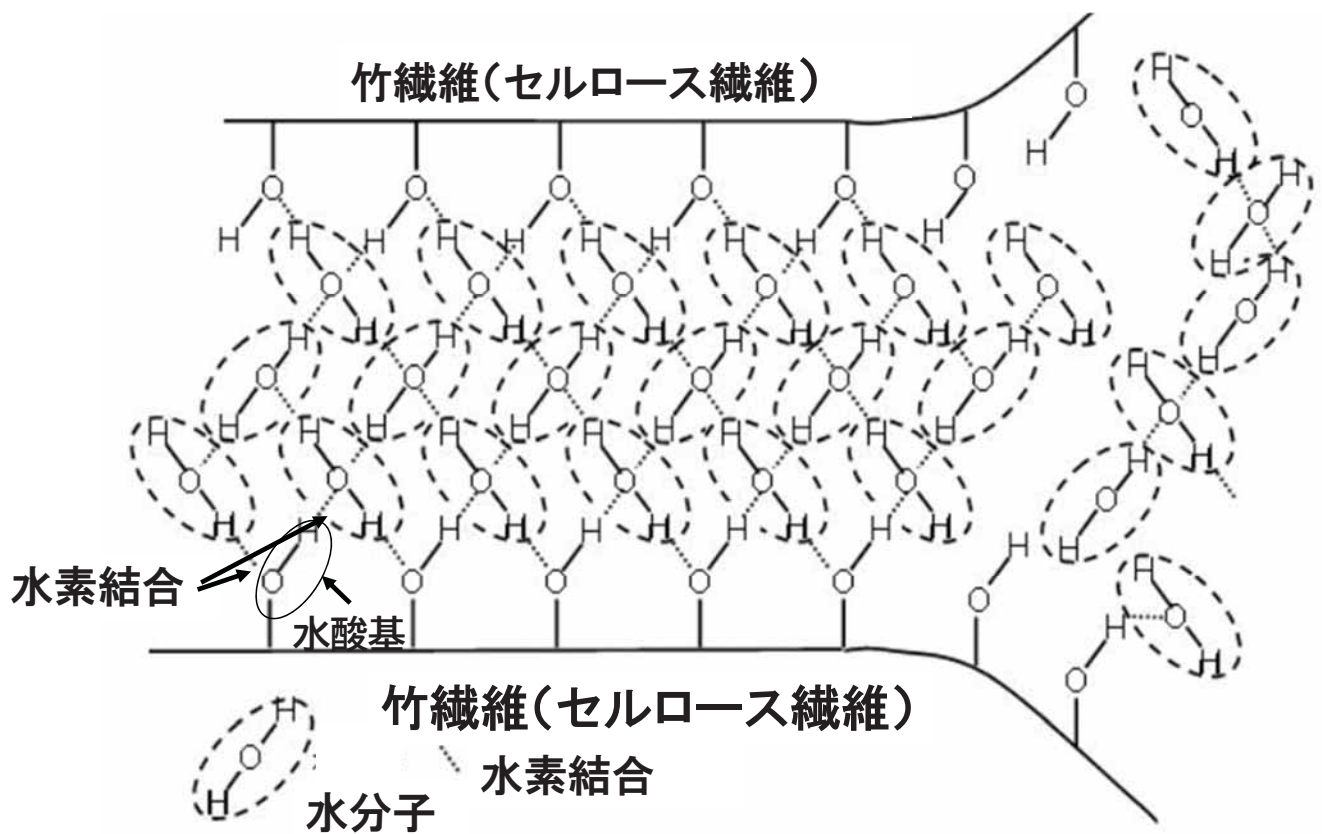


竹繊維

水浸

竹繊維間の“付着力”が外力へ抵抗





新技術活用の効果（従来技術と比較して）

項目	活用の効果	根拠
経済性	向上（5.3%）	工事費が安価 吹付厚4cm（従来5cm）
工程	短縮（35.7%）	ラス金網が不要
品質	向上	高い耐侵食性、耐久性
安全性	向上	ラス金網が不要
施工性	向上	ラス金網が不要
環境への影響	向上	接合剤、化学肥料の不使用



ご清聴ありがとうございました。

技 術 概 要 書

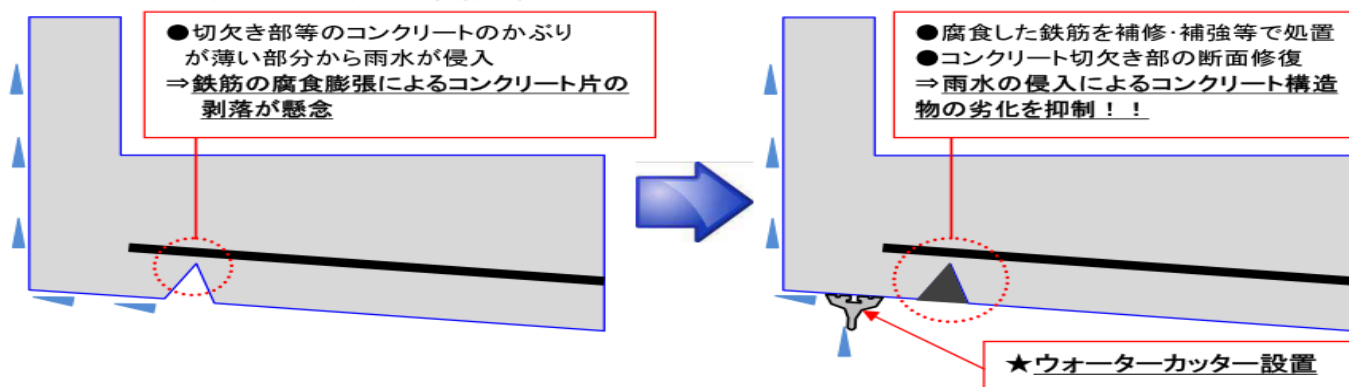
技術名称	ウォーターカッター	担当部署	アオイ化学工業(株) 開発部
NETIS登録番号	KK-180012-VR	担当者	武延 芳治
社名等	アオイ化学工業(株)	電話番号	082-877-1341
技術の概要	1. 技術開発の背景及び契機 近年橋梁桁端部に雨水等で水が浸透し、鉄筋が腐食・膨張が生じコンクリートが剥落する現象が多く見られてきています。元々は、切欠きにより水切り部を設けておりましたが、鉄筋のかぶり不足により、腐食しやすい状況となっておりました。 本製品は橋梁補修工事時に橋梁の長寿命化を目指し端部に設置、裏面への水の回り込みを予防する水切り材です。本製品では、耐候性に優れ、非常に軽いEPDMゴム発泡体を使用することにより、長期的に水の浸透を防止します。 2. 技術の内容 ウォーターカッターは、EPDMゴム発泡体を押し出し成型により方向性の無い製品としております。 また、同梱されている専用の取付け治具と1液型接着剤(エポボンド1CH)で接着させるだけの簡単施工となっております。 ウォーターカッターには、設置後の落下が起きないように接着面に引っ掛かりを生じさせる凹みを施しており、非常に軽量なため落下のリスクが大きく低減をしております。 専用の治具は、そのまま取付ける際にも使用が出来、軽量である為施工的にともなう負担が少なくなっておりますので、どなたでも施工でいる製品となっております。 3. 技術の効果 本製品は、耐候性の良いEPDMゴムを採用しており、長期間にわたって雨水等の侵入を阻止します。 また、柔軟性がありますので、施工面の凹凸に追従し、水みちを防ぎます。 接着剤は、1液性のエポキシ接着剤を使用しておりますので、長期的に接着を有します。 また非常に軽い発泡体で出来ておりますので、橋梁端部設置後に落下した際の第三者被害の可能性も少なくなります。 4. 技術の適用範囲 適用範囲としては、 ・コンクリート構造物で水を回したくない所 ・橋梁桁端部の水切り部に となります。 ※ただし、外気温が5度以上かつ湿度85%以下の範囲での施工条件となり、降雨・降雪時は適用外となります。 5. 活用実績 国の機関 38件（九州 6件、九州以外 32件） 自治体 208件（九州 48件、九州以外 160件） 民 間 16件（九州 0件、九州以外 16件）		

6. 写真・図・表 〈設置状況〉



〈用途〉

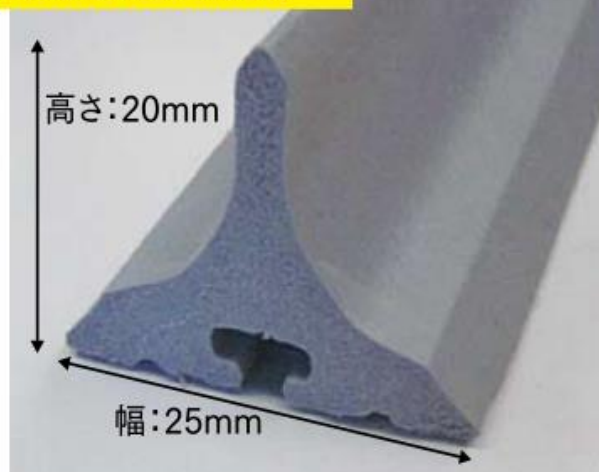
橋梁の桁・床版やカルバートの頂版等の端部に設置することにより、コンクリート構造物の主要部材における水の浸透による劣化・損傷を防止



〈本製品特長〉

- ・軽量で取り扱いが容易。
- ・柔軟性があり、施工面の状態に対応。
- ・材質が軽量で軟らかく、万が一落下した場合でも第三者被害が少ない。
- ・形状が左右対称で、設置の間違いがない。
- ・寸法あわせの切断加工が簡単。
- ・低温時でも硬くならない。
- ・取付けは1液型接着剤で簡単施工。

水切り材断面形状



コンクリート構造物用水切り材 ウォーターカッター



アオイ化学工業株式会社



橋梁の補修工事をする

そんな時に、こんな橋梁を見たことはありませんか？

コンクリート構造物の縁部底面の劣化事例

(道路橋床版の下面縁部)



ひび割れ・剥離・鉄筋露出の劣化が生じている

別紙

山陽新幹線 コンクリート橋からのコンクリート片落下について



写真-1 全景(1)



写真-2 全景(2)



写真-3 落下状況



写真-4 落下物詳細

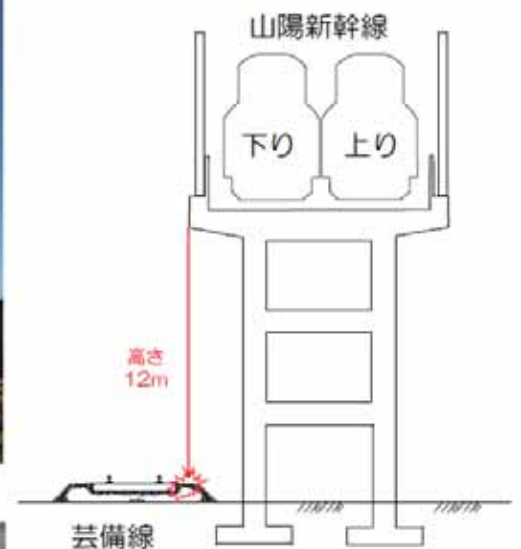


図-1 落下状況略図

なぜこのようなことが起きるのでしょうか？

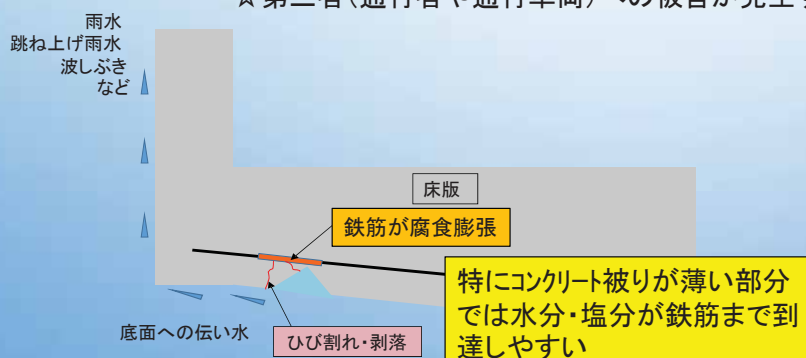
実はその主な原因は... **水**です！

ひび割れ・はく落の発生要因は？

飛来塩分や凍結防止剤(塩カル等)を含んだ**雨水がコンクリートの内部に浸透**

- ➡ 水・塩化物イオン等の酸化作用でコンクリート内部の鉄筋が錆びて体積膨張する
- ➡ 膨張した鉄筋にコンクリートが内部から押されてコンクリートがひび割れる
- ➡ ひび割れ発生後は容易に水や空気が鉄筋に到達する為、錆び・膨張・ひび割れが加速的に進む
- ➡ ひび割れが増大して連続化し、小片と構造物本体の接合断面が失われると自重で落下(はく落)

☆第三者(通行者や通行車両)への被害が発生する可能性もある。



落下したコンクリート剥落片

ではなにが対策としてあげられるでしょうか？

周期点検の量を増やして、未然に防ぐようにする？

より強度の高いコンクリートを使用しますか？

アオイ化学工業からの提案は...

水を切るということ！

業界最軽量・
専用取付台同梱で
施工しやすさ
ナンバーワン！

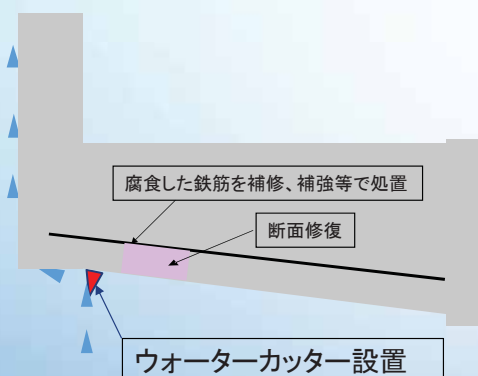
コンクリート構造物用水切り材

ウォーターカッター®

NETIS登録番号:KK-180012-VR



水切り材『ウォーターカッター』による劣化抑制



- ウォーターカッターによって、
『雨水』及び『水を媒体に浸透する塩化物イオン等』の劣化因子を、
「鉄筋かぶりの小さな部分」や「損傷時に落下する構造物の底面」に接触させない。
【鉄筋の腐食膨張が抑制され、コンクリートのひび割れも抑制される】

アオイ化学工業がウォーターカッターを推す3つの特長

- ・誰でも簡単に施工できる扱いやすさ
- ・入れ込みやすい価格設定
- ・雨水をシャットアウトできる性能の良さ

誰でも簡単に施工できる扱いやすさ

特殊な技術・工具・スペースは必要なし。

下地処理
ホコリ・油分の撤去



接着剤塗布
組立てた台の上に
置き作業



設置
台ごと持ち上げ接着面
に押し当てて接着。
硬化目安：24時間



➡ 少ない人手でも施工できる！

入れ込みやすい価格設定



- ・ウォーターカッター（本体・1m長さ）：20本入り
- ・エポボンド 1CH（接着剤）320mlカートリッジ：3本
- ・取り付け台（チップボール紙）：2組

設計価格は、 1,280円/m



耐候性試験の結果(※JIS-K-5600-7-7 促進耐候性試験
キセノンランプ法に準拠)

47年の推定耐用年数をもっています

➡ ライフサイクルコストも低い！

雨水をシャットアウトできる性能の良さ

ウォーターカッターは、貼るだけで水切り材としての機能を発揮
その形状により、確実に水をシャットアウト



 **橋梁の長寿命化を実現出来る！**

【動画資料】

[ウォーターカッター 性能映像\(H30.2.20更新\).MPG](#)

ウォーターカッターについてまとめますと、

少ない人数で簡単に施工でき、

高くない値段、かつ47年の耐候性を持った材料で、

橋梁の長寿命化を実現出来る！



ご清聴ありがとうございました。



アオイ化学工業株式会社

技 術 概 要

技術名称	スロープセイバー	担当部署	事業本部 技術営業部
		担当者	池田 淳
NETIS登録番号	KT-220070-A	電話番号	03-5645-5062
会社名等	日特建設株式会社	MAIL	mag@nittoc.co.jp
技術の概要	1. 技術開発の背景及び契機 建設業はICTを活用した生産性の向上が求められているなか、依然としてのり面吹付作業の生産性向上は進んでおりません。その理由の一つに、のり面吹付工は人力で行われており、機械化が進んでいないことが挙げられます。 2. 技術の内容 当工法は、吹付アタッチメントとバックホウを用いたロボット施工により、大幅な生産性の向上が期待できるモルタル吹付工法です。従来の人力による吹付作業と比較し、大幅な工期短縮と省力化・省人化を図ることができます(図-1, 2)。 また、LiDARを用いたのり面施工支援システムを使用することで、リアルタイムでの吹付厚計測が可能です(図-3)。 3. 技術の効果 ・大容量コンクリートポンプを使用することで、人力施工の約3～5倍の吹付施工能力となり40～70%の工期短縮を実現できます。 ・機械化とICTを用いた集中操作で、吹付中の施工人員は3～4人となります。工期短縮の効果も相まって、50～80%の省人化が実現されます。 ・人力による吹付作業がゼロとなり、吹付作業の省力化、安全性の向上が図れます。 4. 技術の適用範囲 ・直高: 約17m以下 ・のり面勾配: 直高が8m以上の場合は、45° 以上90° 以下 直高が8m未満の場合は、90° 以下 ・吹付ロボットの設置個所よりも上にあるのり面 特にモルタル施工数量が350m³以上ある現場、繊維補強モルタルを使用して金網張り工を省略する現場、水抜きパイプが必要ない現場に高い適用効果を発揮します。 5. 活用実績 (2022年8月31日現在) 3件 国の機関 1件(九州以外) NEXCO 1件(九州以外) 民間 1件(九州)		

6. 写真・図・表



図-1 イメージ図



図-2 モルタル吹付状況



図-3 LiDARでの吹付厚計測



のり面省力化吹付工法 「スロープセイバー」

日特建設（株） 事業本部 池田 淳

日特建設株式会社

1.はじめに 法面吹付工事の生産性

現状

例えば、トンネル工事の生産性は劇的に向上してきているが、法面吹付工事はほとんど向上していない・・・

どちらかと言えば、熟練技能者が少なくなり低下傾向

理由

機械化が進んでいない

ノズルを人が持って吹き付けている

日当り施工量を増やすことのできる機械（吹付機）はあるが、人がノズルを持っている限り劇的に向上しない

（吹付以外の法面保護工も視野にいれる必要はある）

トンネル1mあたりに要する作業員数の比較



出典：新幹線のインフラコストと建設技術の進展、
廣田良輔、土木学会誌、1997.9付録
新幹線工事における山岳トンネルの変遷、金澤博、
トンネルと地下、2011.3巻頭篇

日特建設株式会社

1.はじめに 海外の法面吹付工事

日本と比較し機械化施工が進んでいるように見える

生産性向上というよりも安全性の向上に重きが置かれているのでは？
トンネルの吹付ロボットを転用しているケースが多い
日本よりも吹付厚が厚い傾向



Putzmeister社HPより



ただし人力施工も多いのでは（安全上多くの課題有り）
→機械化が進んでいる？



日本式の人力施工技術を海外に移転する場合も有り

日特建設株式会社

1.はじめに 法面吹付工における機械化施工の意義

社会的課題の解決

→労働力不足解消、工期短縮、安全な労働環境

魅力ある事業であること

例えば地盤改良工事と比較すると吹付工事は生産性が非常に低い
→企業が法面吹付工事に取り組んでいかない
→技術が衰退していく可能性がある

▶ 持続可能な事業
と社会を実現する

吹付作業を機械化した「スロープセイバー」の開発

日特建設株式会社



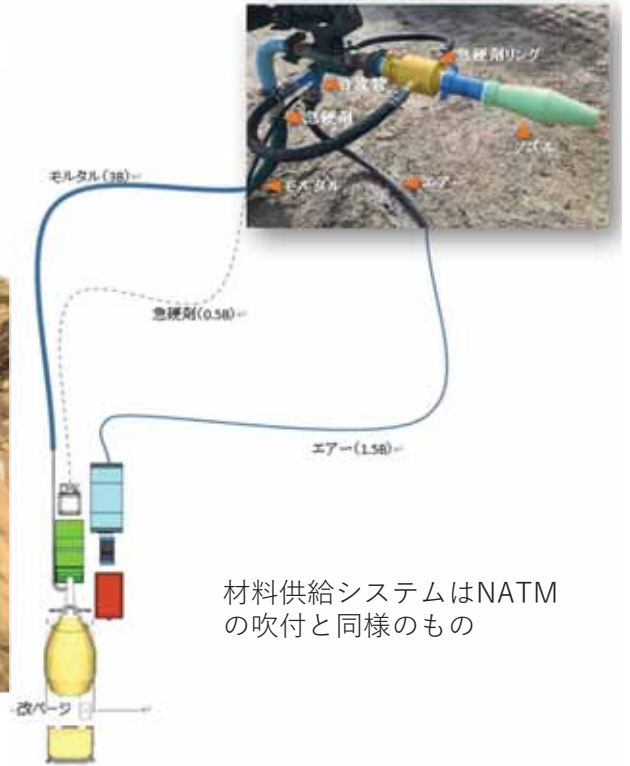
2.工法概要

吹付ロボット（BH+吹付アタッチメント）による機械化施工

40～70%の工期短縮
50～80%の省人化



30_{m3}/日
人力吹付の3～5倍程度の施工歩掛り



材料供給システムはNATMの吹付と同様のもの



のり面省力化吹付工法

スロープセイバー



3.検討が必要な施工条件

下記項目について適用条件があるため施工前に詳細な検討が必要。

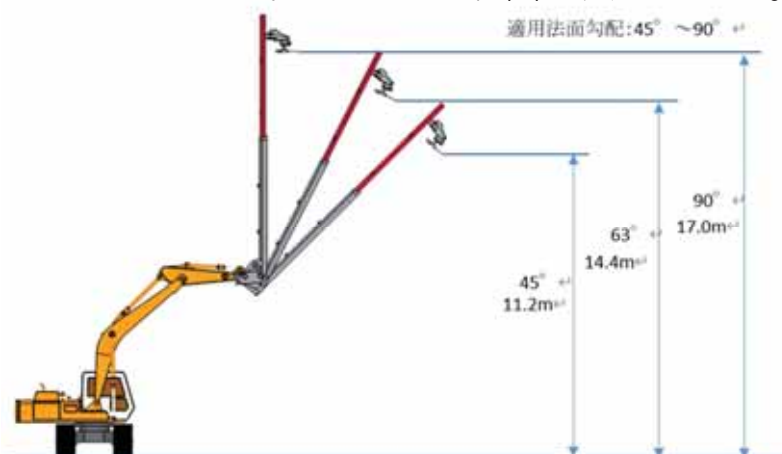
項目	内容
進入路	0.8m ³ BH を運搬する車両が搬入・使用できるか
施工方式	牽引台車の使用可否について等
適用範囲（法面の直高・勾配）	施工方式に応じた適用範囲であるか
ホース長、配管長	必要なホース長、配管長の検討
コンクリートポンプ	施工条件に適合した機種の選定
施工ヤード	施工に必要な幅員が確保出来るか
プラント設置ヤード	十分なプラント設置ヤードが確保出来るか
材料供給	生モルタルの供給が日程通り可能であるか

日特建設株式会社

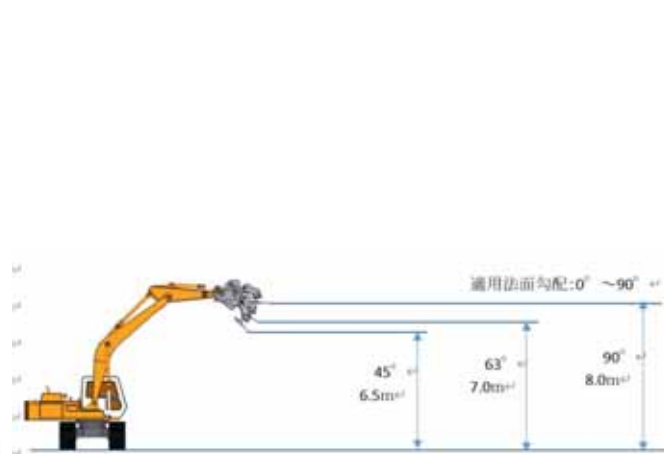
3.検討が必要な施工条件

適用範囲

本工法はモルタル吹付工及びコンクリート吹付工に適用します。施工条件毎に選定する施工方式により適用範囲が異なります。



C-17型の施工範囲

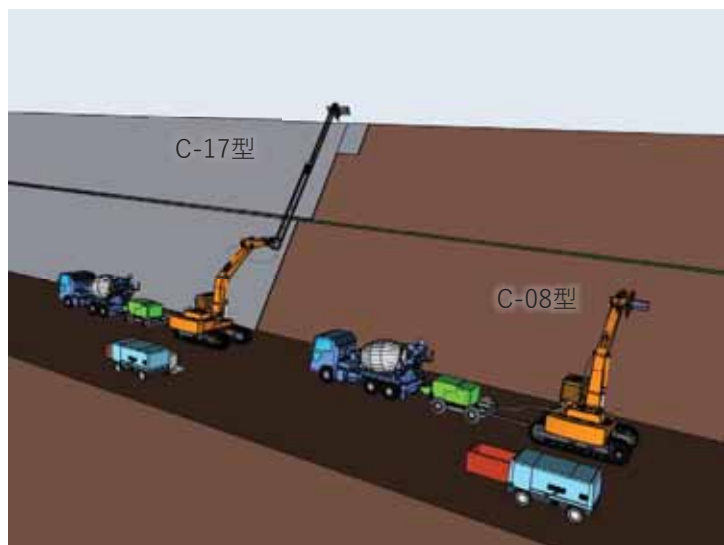


C-08型の施工範囲

日特建設株式会社

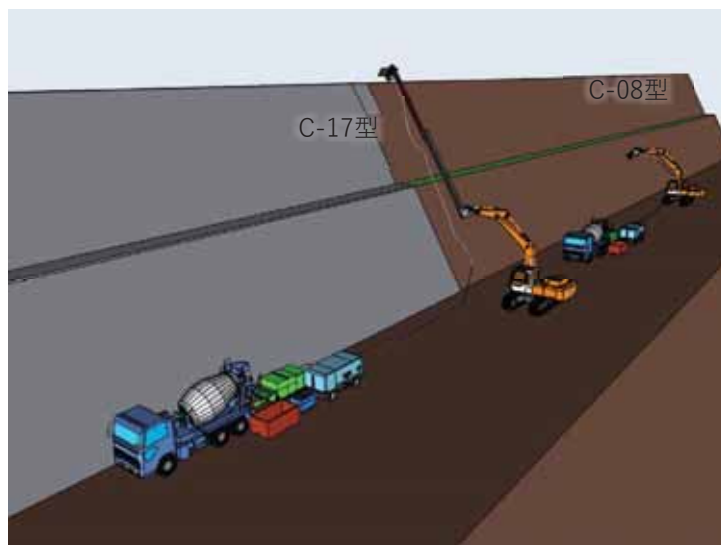


4.施工方式



牽引式（標準方式）

台車を牽引することによって、配管長やホース長の制限を受けず施工できる



定置式

プラントを所定の場所に定置するため、配管長及びホース長に制限を受け、場合によってはプラントの移動を繰り返す必要がある

会社



5.施工方法

吹付方式

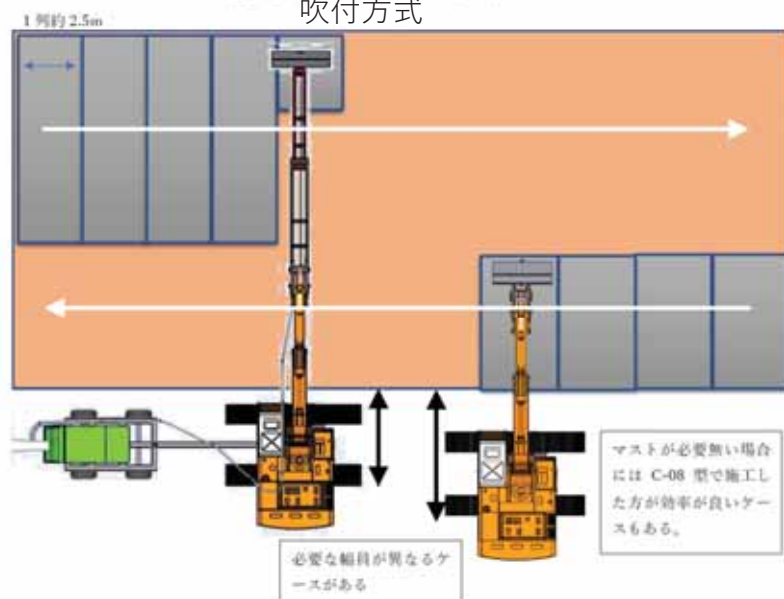
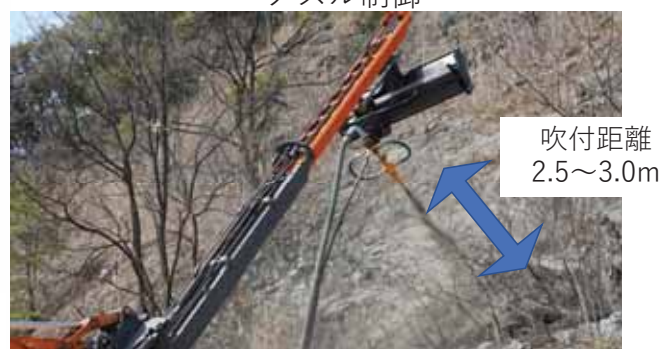


図 7：標準の施工方法

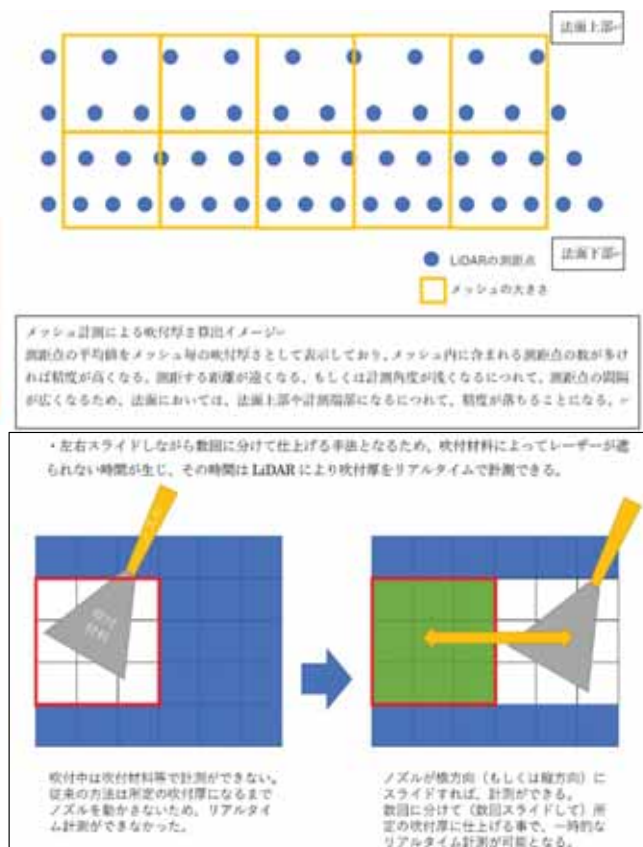
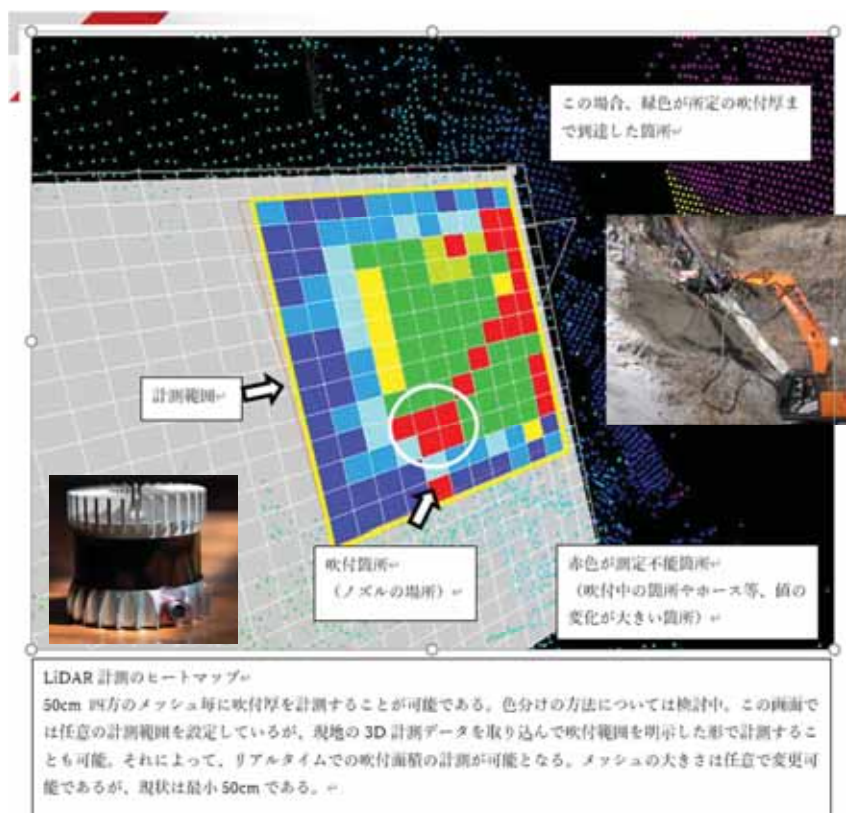
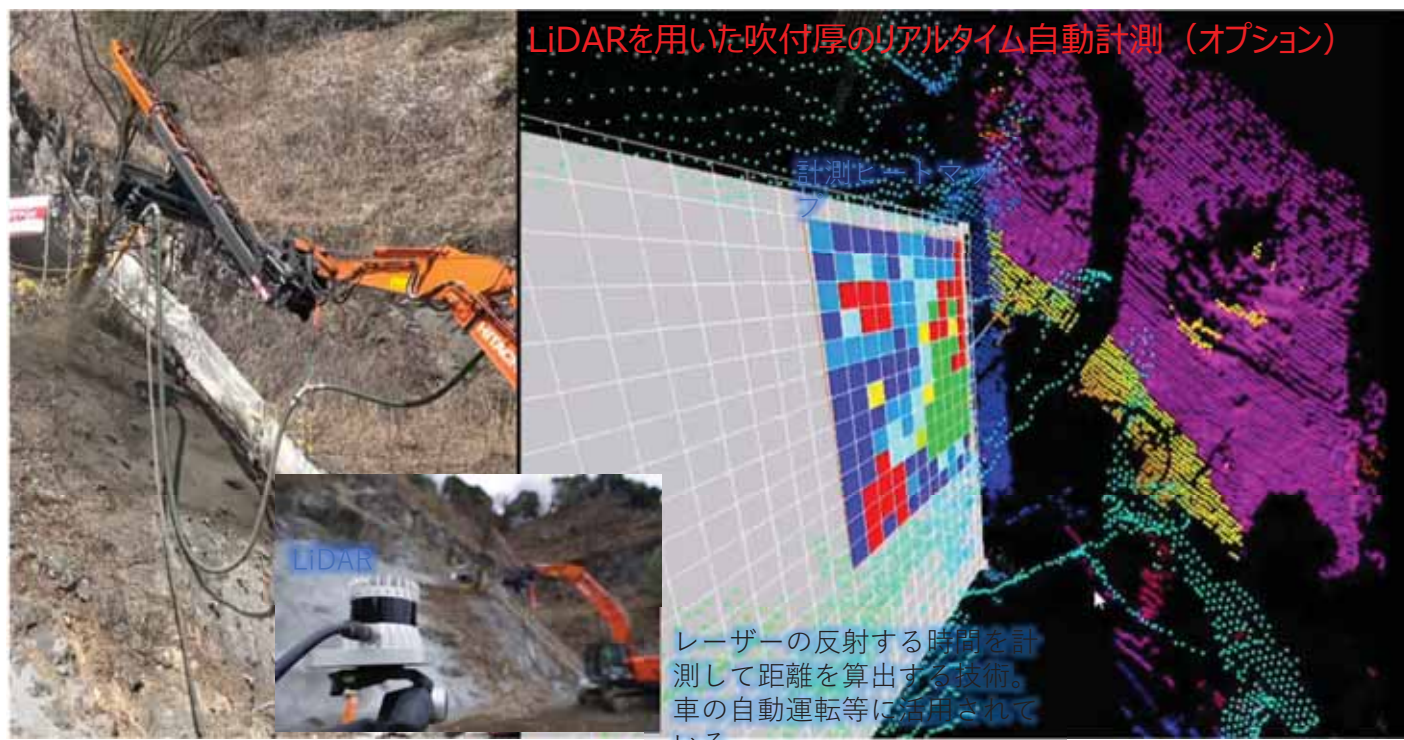
ノズル制御



ノズルの揺動やスライドスピードを調整して平滑に吹付ける。

※法面の形状が一様で無い場合は、別途施工法を検討する必要がある

6.法面吹付施工支援システム(LiDARを用いた施工管理システム)



7.適用効果 (工程)

吹付ロボット及びコンクリートポンプによる大容量施工が可能となり、工期短縮が図れます。

※ 一般的な吹付機で標準的な1:4モルタルを利用することも可能ですが施工量は多くできません。
繊維補強モルタルを使用し、金網張工を省略で、さらに工期短縮が可能
比較従来技術： モルタル吹付工（市場単価）

施工条件 施工面積3000m² 吹付厚10cm



67%短縮

※従来技術の歩掛りは国土交通省積算基準書（共通編）より算出
※スロープセイバーの歩掛りは暫定スロープセイバー技術資料より算出
※金網張り工の歩掛りは自社基準により算出

吹付工のみで比較した場合

日特建設株式会社

7.適用効果 (品質)

富配合の生モルタル（工場練り）を使用するため、材料品質が安定する上、一軸圧縮強さが増加し、品質が向上します。

モルタルの配合割合

1 : 4

人力モルタル吹付



1 : 3

スロープセイバー

日特建設株式会社

7.適用効果 (安全性)

吹付作業において、吹付ロボットによる施工に変えたことにより、作業員の法面上の作業が無くなり、安全性の向上が図れます。

吹付時のロープ高所作業が不要



のり面保護工事でのロープ高所作業の例

今回の改正等のポイント

1. 安全帯を「墜落制止用器具」に変更します (労働安全法の改正)

「安全帯」の名称を「墜落制止用器具」に改めます。
「墜落制止用器具」として認められる器具は以下のとおりです。

安全帯		墜落制止用器具
① 胴ベルト型 (一本つり)	○→	胴ベルト型 (一本つり)
② 胴ベルト型 (U字つり)	×	×
③ ハーネス型 (一本つり)	○→	ハーネス型 (一本つり)

②には墜落を制止する機能がないことから、改正後は①と③のみが「墜落制止用器具」として認められることとなります。

※ 「墜落制止用器具」には、従来の安全帯に含まれていたワークポジショニング用器具であるU字つり用胴ベルトは含まれません。なお、法令用語としては「墜落制止用器具」となりますが、建設現場等において従来の呼称である「安全帯」「胴ベルト」「ハーネス型安全帯」といった用語を使用することは差し支えありません。

2. 墜落制止用器具は「フルハーネス型」を使用することが原則となります

(労働安全法、構造規格(303)等の改正、ガイドライン(304)の策定)

墜落制止用器具はフルハーネス型が原則となりますが、フルハーネス型の着用者が墜落時に地面に到達するおそれのある場合 (高さが6.75m以下) は「胴ベルト型 (一本つり)」を使用できます。



3. 「安全衛生特別教育」が必要です

(労働安全衛生法(105)の改正)

以下の業務を行う労働者は、特別教育 (学修4.5時間、実技1.5時間) を受けなければなりません。

▶ 高さが2m以上の箇所であって作業座を設けることが困難なところにおいて、墜落制止用器具のうちフルハーネス型のものを用いて行う作業に係る業務 (ロープ高所作業に係る業務を除く。)

(注1)労働安全衛生法施行令 (注2)労働安全衛生規則 (注3)墜落制止用器具の規格
(注4)墜落制止用器具の安全な使用に関するガイドライン (注5)安全衛生特別教育規程

※厚生労働省HPでも抜粋

7.適用効果 (施工性)

吹付ロボットの使用及びコンクリートポンプによる材料供給を採用したことにより、編成人員が少なくなり省人化され施工性が向上します。

吹付作業時の班編制

9人/日



4人/日

国土交通省 土木工事標準歩掛り
仮設用モルタル吹付工から参照

スロープセイバー

3,000m² (10cm) の吹付のみの総計作業員数で比較すると

270人→40人

約85%の削減



8.今後の予定

- ・ 法面作業ゼロを目指した、水抜きパイプ設置の代替工法の検討（試験中）
- ・ LiDARの計測情報を利用した施工管理書類の自動出力
- ・ 道路下法面や、高所施工へ対応できる施工システムの開発
- ・ モルタル吹付工以外の吹付工種（緑化等）への適用（試験完了）

ご静聴ありがとうございました。



スポットライト (406lm)

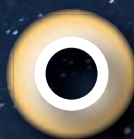
最大15m先を照らすスポットライト
遠方もしっかり照射します



タスクライト (262lm)

傾斜のついたタスクライトは
首を動かさなくても
手元足元をパワフルに照射

360度ライト



フロントライト



+

20パターン切替

360度ライトとフロントライト(タスク・スポット)
の組合せで作業に最適なライトを選択可能

使用光源	高輝度チップタイプ白色LED 45灯
点灯時間	約1.5時間～121時間
使用電池	18650Li-ion バッテリー 1本
重量	約310g(バッテリー含まず)
大きさ	約262 x 332 x 28.5 mm
防水防塵	IP67
対応ヘルメット	標準型安全ヘルメット※適用外あり

HALOTM SL

LED マルチワークライト HALO SL

現場を明るくする すごいライト

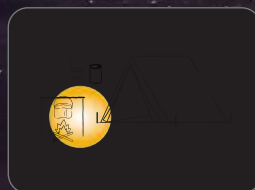
NETIS No.KK-200058-A



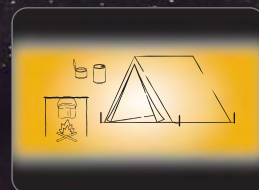
高性能なプロ仕様

HALO SLは働くプロのために開発されたライト。
防水防塵 IP67、長時間稼働、コードレス
でハードな現場にも対応します

一般的なライト



HALO SL



環境が明るくなる 360度LED

一般的なヘッドライトは一部を照らしますが
HALO SLは環境全体を明るくします

360度視認性向上

HALO SLは400m先全方向から視認可能
仕事を安全かつ効率的に！



「すごいワークライト」

HALOTM SL

LEDマルチワークライト HALO SL

NETIS登録番号 KK-200058-A

1

HALOTM SL HALO SLとは

HALO SLは
現場で働くプロのため
に特別に開発された
LEDマルチワークライトです。



2

国土交通省新技術提供サービス**NETIS**に
ヘッドライトで唯一登録されています！



登録番号 KK-200058-A
技術名称 360度LEDヘッドライト
「HALO（ヘイロー）」
収集整備局 近畿地方整備局
開発目標 安全性の向上

3

最大の特徴は3種のライト搭載で
かつてない明るさで
暗闇でも**安全と作業性**が
手に入ること。

①360度ライト

②タスクライト

③スポットライト



4

HALO™ SL 360度ライトの特徴1

360度ライト  は
足元まで明るい
圧倒的な広角照射
で広範囲の視野を獲得。
引っ掛け・躓き防止も！



5

HALO™ SL 360度ライトの特徴2

更に360度ライト  は
全方位視認距離400m
&死角を作らない明るさ
で重機や車両との接触を防ぎ
作業を安全にします。



作業者が見えない
ので**危険**…！



6

HALO™ SL タスクライトについて

タスクライト  は
角度があり、首を傾けなくても
手元・足元を
ワイドにパワフルに
照らし、作業効率大幅UP！



7

HALO™ SL スポットライトについて

スポットライト  を点灯すれば
最大15m先まで
明るく照らし、
作業の幅も広がります！



8

HALO SLは安全と作業効率向上を両立した

すごいワークライトなのです！

広範囲照射
で明るく
広い視野

足元～遠方
も
自在に照射

高視認で
安全を守る

9

HALO SLはその**安全性と機能性**が評価され、
多くの公共工事の現場で導入されています！



その他にも、**ビルメンテナンス・点検・空港・
農業・鉄道・コンテナ・工場・防災など**
様々な現場で需要が高まっています！

10

製品仕様



ヘルメット用LEDマルチワークライト HALO SL (ヘイローエスエル)

使用光源	高輝度チップタイプLED 45灯 (全周42灯+フロント3灯)
点灯時間	約1.5～121時間
バッテリー	18650Li-Ionバッテリー 1本
本体重量	約310g (バッテリー含まず)
大きさ	約262×332×28.5mm
防水防塵	IP67
対応	標準型安全ヘルメット

11

販売商品



LEDマルチワークライト HALO SL スタンダードセット <オープン価格>

商品番号：S-101-SS21
セット内容：本体1、USB ACアダプタ1、
18650Li-Ionバッテリー1、
バッテリー充電器(1本用)1



LEDマルチワークライト HALO SL プロセット <オープン価格>

商品番号：S-101-PS
セット内容：本体1、USB ACアダプタ1、
18650Li-Ionバッテリー2、
バッテリー充電器(2本用)1

12

社名 株式会社N. S. C. Trading (エヌ・エス・シー トレーディング)

代表 佐々文彦

設立 2014年6月

所在地 京都市中京区壬生土居ノ内町39-1-102

事業内容 空調工事関連商材輸出事業・輸出入代行業・労働安全衛生の販売

[関連企業]

社名 株式会社エヌ・エス・シー

所在地 大阪府豊中市勝部2丁目6-34

事業内容 空調機、冷凍機用「ドレンポンプ」製造販売

技術概要

技術名称	JWMシステム (Jet Wave Monitoring System)	担当部署	技術営業部
		担当者	島野 嵐
NETIS登録番号	KT-220004-A	電話番号	03-5825-3704
社名等	三信建設工業株式会社	MAIL	a-shimano@sanshin-corp.co.jp
技術の概要	1. 技術開発の背景及び契機 高圧噴射攪拌工法は、噴射ロッドの先端より硬化材と圧縮空気を水平方向に噴射・回転させることにより地盤を切削して原位置土と硬化材を混合攪拌する地盤改良工法である。工法の特長上、地盤の切削距離は対象地盤の強度等の影響を大きく受けるため一定ではなく、特に土の構成が様でない腐植土や砂礫土については改良径のバラツキが非常に大きくなる。このため、事前に試験施工等を行い全長コアボーリング等により改良径の出来形を確認することが望ましいが、固化までの養生期間や調査日数が掛かるため施工効率が非常に悪く、試験施工を行わないことも多い。 このような背景から、施工中の改良体の出来形を「見える化」できる技術「JWMシステム」(Jet Wave Monitoring System)を開発し、高圧噴射攪拌工法の出来形を施工早期に把握することを可能とした。 2. 技術の内容 本技術は高圧噴射攪拌工法において、地盤切削状況をリアルタイムで把握し、改良体の出来形を推定する技術である。施工に先立ち、改良杭の造成範囲の複数位置に集音器を挿入するための計測管をボーリングにより設置する。計測管の設置位置は、改良杭中心からの離れを変化させた2～4パターンとする。計測時には、それぞれの計測管内に挿入した集音器により計測管に当たるジェット流を音の大きさとしてモニタリングし、この経時変化を記録する。集音器は噴射ロッドの引き上げに連動して自動的に巻き上げられる。この計測により得られたデータを分析し、地盤切削状態を評価するものである。 3. 技術の効果 本技術の活用により、全長コアボーリング等により改良径の出来形確認における固化までの養生期間や調査などが削減でき、工程の短縮や経済性の向上が図れる。 4. 技術の適用範囲 ・高圧噴射攪拌が施工可能な地盤 ・玉石、巨礫が介在しない地盤 ・土粒子がある埋土 ・土質性状が様でなく改良径の設定が困難な地盤(砂礫土、有機質土等) ・設計径より過大となる可能性がある軟弱地盤(砂質土N値10以下、粘性土N値1以下) 5. 活用実績(2022年9月30日現在) 国の機関 8件 (九州 2件、九州以外 6件) 自治体 9件 (九州 3件、九州以外 6件) 民間 6件 (九州 1件、九州以外 5件)		
			ホームページ 

6. 写真・図・表

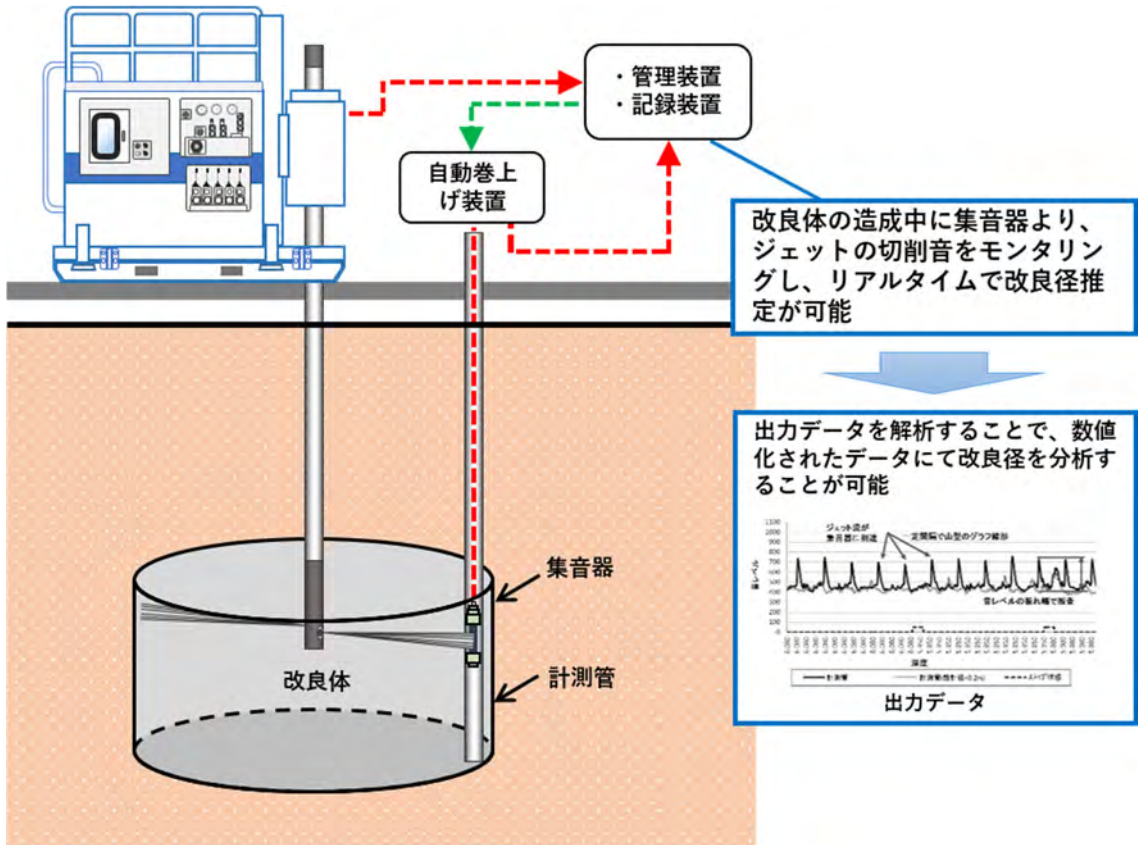


図1 システム概要図



写真1 計測状況

深度 (GL-m)	土層	最低 判定径 (m)	改良径断面図	計測位置 ①②③	判定径 (m)	深度 (GL-m)
16.270	砂質シルト $0 < N \leq 3$	3.800			3.800	16.270
16.570	砂礫土 $0 < N \leq 8$	3.500				17.070
17.570	砂質土 $0 < N \leq 15$	3.500				17.170
18.170						17.370
					3.500	17.670
					3.800	18.170

図2 帳票例

JWM システム

(Jet Wave Monitoring System)

【KT-220004-A】

令和4年度「新技術・新工法説明会」

場所：宮崎市民文化ホール 1F【イベントホール】

日時：令和4 年10 月5 日(水) 14:55～15:40



三信建設工業株式会社

地盤技術のプロバイダー

2022/10/05

<内容>

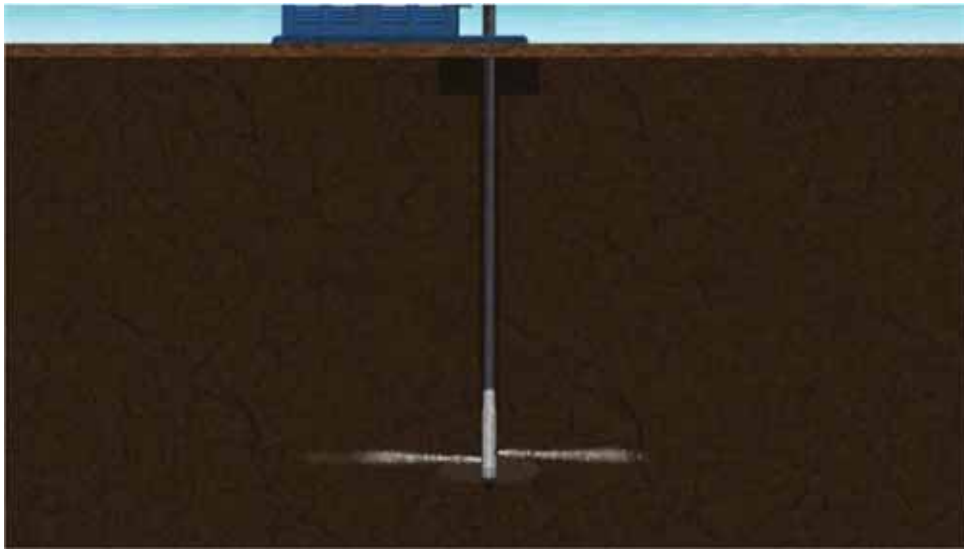
高圧噴射攪拌工法の概要

改良体の「可視化」技術

JWM システム

(Jet Wave Monitoring System)

高圧噴射攪拌工法の概要



高圧噴射攪拌工法は、高圧ジェットにより地盤を切削して、土粒子と硬化材の混合固結により改良体を造成する工法である。

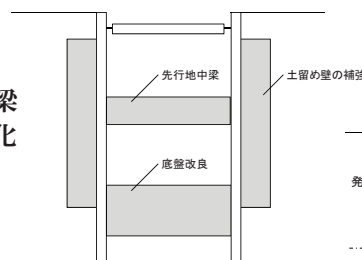
三信建設工業株式会社

3

高圧噴射攪拌工法の適用例

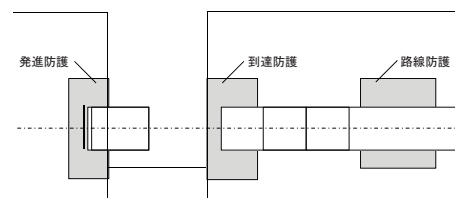
(1) 開削工事の適用例

- a) 開削時の地盤改良
ヒービング防止、ボイリング防止
底盤支持力の増強、先行地中梁
- b) 土留め工の欠損部分の止水強化
- c) 土留め壁の補強



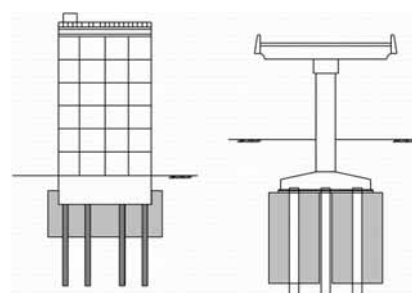
(2) シールド工事の適用例

- a) シールド発進到達防護
- b) 反力壁の増強、その他
- c) シールド工路線防護
- d) 地中接合部防護



(3) 耐震補強、液状化対策への適用例

- a) 構造物、橋脚の耐震補強
- b) 構造物直下地盤の液状化防止
- c) 高規格堤防の耐震補強



(4) 既設構造物への適用例

- a) 既設構造物の地盤強度増強

三信建設工業株式会社

4

高圧噴射攪拌工法の課題

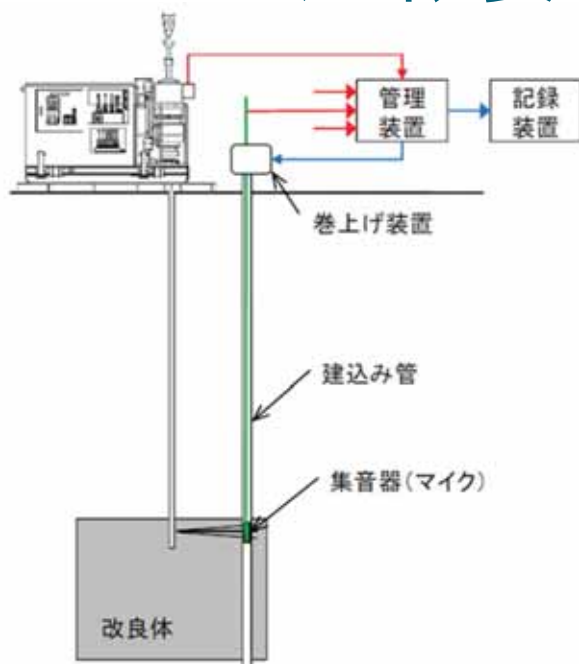
改良体の出来形を**目視で確認できない**
ボーリング調査により造成径および改良状態の確認

腐植土・砂礫土は土の構成が一樣でない
改良径の設定や現場での**施工中の検証は困難**

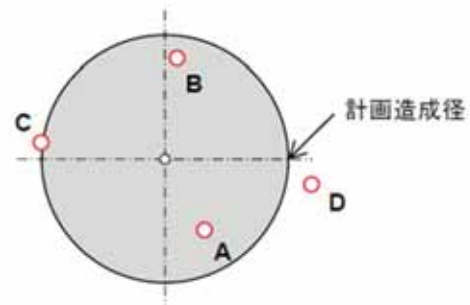
**地中の地盤切削状態をリアルタイムで把握することが
品質管理を効率的に行うための重要なテーマである**

JWM システム (Jet Wave Monitoring System) 【KT-220004-A】

JWMシステム概要



事前に設置した複数の建込み管に当たるジェットの切削音を集音器によりモニタリングし、地盤の切削状態を把握する



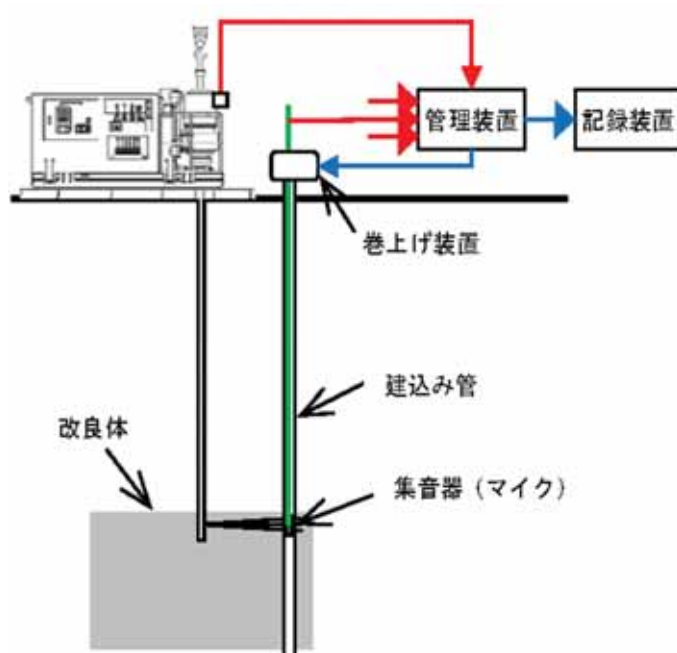
モニタリングシステムの概要

建込み管の配置例

三信建設工業株式会社

7

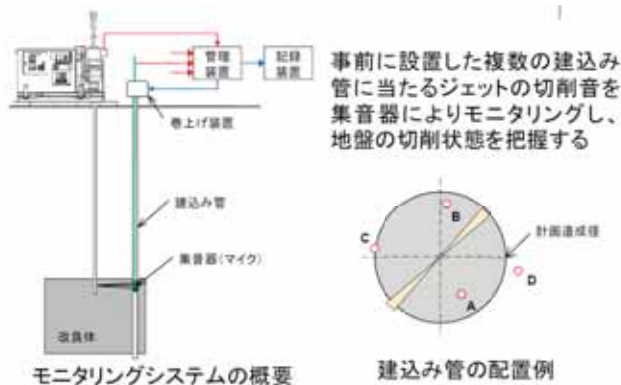
JWMシステム概要



三信建設工業株式会社

8

JWMシステム概要



切削音の
経時変化記録



深度毎の
切削状態把握



改良体の
出来形推定



三信建設工業株式会社

9

帳票例

深度ごとに改良径を判定・図示

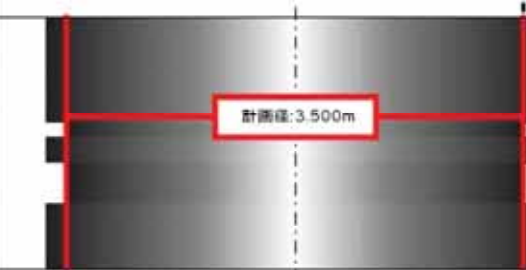
深度 (m)	ch1: 計測管①1.750m(φ3.500m)					ch2: 計測管②1.900m(φ3.800m)					ch3: 計測管③2.050m(φ4.100m)				
	最小値	最大値	振れ幅	判定		最小値	最大値	振れ幅	判定		最小値	最大値	振れ幅	判定	
16.270 ~ 16.270	319	571	252	標準		308	515	207	標準		185	254	69		
16.270 ~ 16.370	310	611	301	標準		311	529	218	標準		180	286	106	■	
16.370 ~ 16.470	351	605	254	標準		314	541	227	標準		187	326	139	■	
16.470 ~ 16.570	316	604	288	標準		320	592	272	標準		190	351	161	■	
16.570 ~ 16.670	313	580	267	標準		321	565	244	標準		190	338	148	■	
16.670 ~ 16.770	291	662	371	標準		311	553	242	標準		195	340	145	■	
16.770 ~ 16.870	314	615	301	標準		322	573	251	標準		188	312	124	■	
16.870 ~ 16.970	315	590	275	標準		332	674	342	標準		189	325	136	■	
16.970 ~ 17.070	285	553	268	標準		312	524	212	標準		214	345	131	■	
17.070 ~ 17.170	257	661	404	標準		304	493	189	標準		218	342	124	■	
17.170 ~ 17.270	360	603	243	標準		308	536	228	標準		192	326	134	■	
17.270 ~ 17.370	370	612	242	標準		317	555	238	標準		206	305	97		
17.370 ~ 17.470	346	600	254	標準		332	491	159	標準		185	308	123	■	
17.470 ~ 17.570	326	633	307	標準		333	512	179	標準		186	350	164	■	
17.570 ~ 17.670	321	593	272	標準		334	491	157	標準		180	338	158	■	
17.670 ~ 17.770	309	619	310	標準		327	533	206	標準		176	344	168	■	
17.770 ~ 17.870	335	644	309	標準		301	509	208	標準		192	335	143	■	
17.870 ~ 17.970	324	589	265	標準		298	558	260	標準		190	319	129	■	
17.970 ~ 18.070	352	711	359	標準		268	660	392	標準		192	272	80		
18.070 ~ 18.170	325	780	455	標準		254	596	342	標準		179	239	60		

三信建設工業株式会社

10

帳票例

深度ごとに改良径を判定・図示

深度 (GL-m)	土層	最低 判定径 (m)	改良径断面図	計測位置 ①②③	判定径 (m)	深度 (GL-m)
16.270	砂質シルト 0<N ₆₀ ≤3	3.800		①②③	3.800	16.270
16.570					3.500	17.070
	砂礫土 0<N ₆₀ ≤8	3.500			3.800	17.170
					3.500	17.370
17.570					3.500	17.670
	砂質土 0<N ₆₀ ≤15	3.500			3.800	18.170
18.170						

三信建設工業株式会社

11

活用の効果

項目	活用前	活用後の効果	比較の根拠
経済性	従来技術	向上 (11.67%) 同程度 低下	造成中に改良径の推定が可能となり、養生期間が削減し、改良径確認のチェックボーリングが不要となるため。
工程	従来技術	短縮 (41.67%) 同程度 増加	造成中に改良径の推定が可能となり、養生期間が削減し、改良径確認のチェックボーリングが不要となるため。
品質	従来技術	向上 同程度 低下	
安全性	従来技術	向上 同程度 低下	
施工性	従来技術	向上 同程度 低下	数値化されたデータより改良体の出来形を推定することが可能であるため。
周辺環境への影響	従来技術	向上 同程度 低下	
その他、技術の アピール ポイント等	従来は、コラムインコラム等による出来形不良に起因するトラブルの発生が課題であったが、新技術では、造成中に改良径の推定が可能となり、また、数値化されたデータより改良体の出来形を推定することも可能となるため、経済性と施工性の向上、工程の短縮が図れる。		
コスト タイプ	並行型：B(+)型		

三信建設工業株式会社

12

計測例

計画改良径： $\phi 3.5\text{m}$

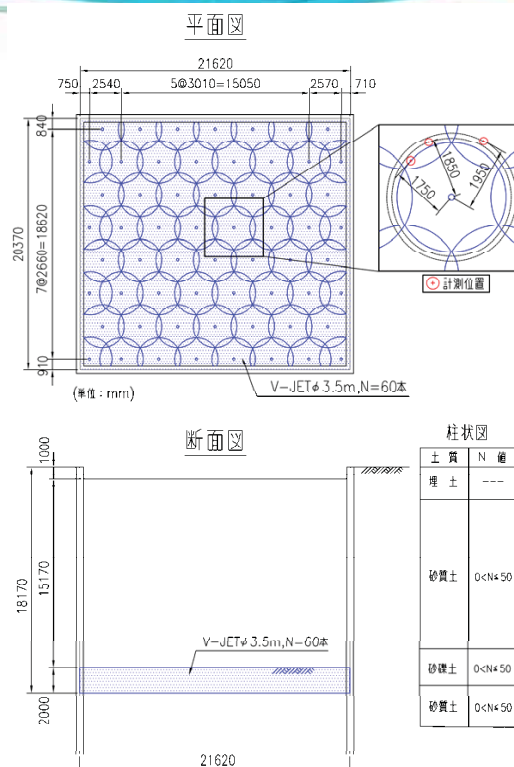
計測位置：計画径($r=1.75\text{m}$)

計画径+0.2m($r=1.85\text{m}$)

計画径+0.4m($r=1.95\text{m}$)

改良対象土質：砂礫土($0 < N \leq 50$)

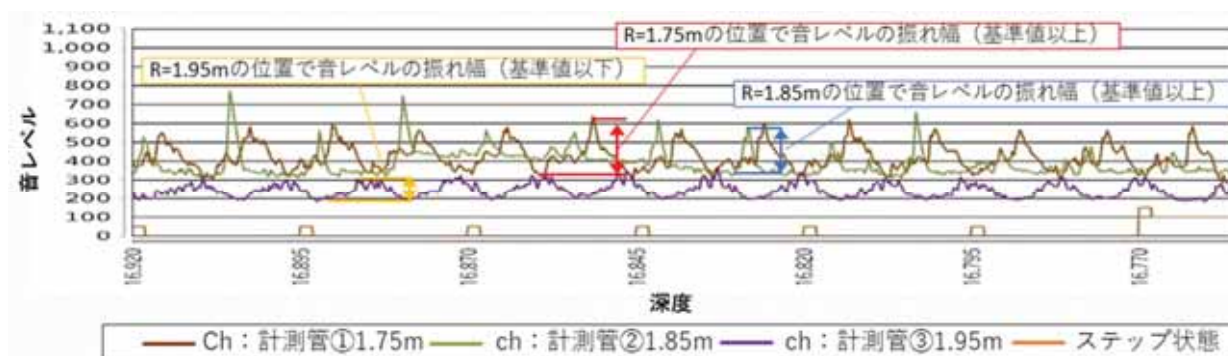
砂質土($0 < N \leq 50$)



三信建設工業株式会社

13

計測例



$\Phi 3.5\text{m}(r=1.75)$ および $\phi 3.7\text{m}(r=1.85)$ の位置で基準値以上
 $\Phi 3.9\text{m}(r=1.95)$ の位置で基準値以下

⇒ $\phi 3.7 \sim 3.9\text{m}$ の出来形

三信建設工業株式会社

14

計測例

帳票例(深度ごとの判定結果)

深度 (m)	ch1: 計測管①1.750m(Φ3.500m)				ch2: 計測管②1.850m(Φ3.700m)				ch3: 計測管③1.950m(Φ3.900m)			
	最小値	最大値	振れ幅	判定	最小値	最大値	振れ幅	判定	最小値	最大値	振れ幅	判定
16.170 ~ 16.270	319	571	252	合格	308	515	207	合格	185	254	69	合格
16.270 ~ 16.370	310	611	301	合格	311	529	218	合格	180	286	106	合格
16.370 ~ 16.470	351	605	254	合格	314	541	227	合格	187	326	139	合格
16.470 ~ 16.570	316	604	288	合格	320	592	272	合格	190	351	161	合格
16.570 ~ 16.670	313	580	267	合格	321	565	244	合格	190	338	148	合格
16.670 ~ 16.770	291	662	371	合格	311	553	242	合格	195	340	145	合格
16.770 ~ 16.870	314	615	301	合格	322	573	251	合格	188	312	124	合格
16.870 ~ 16.970	315	590	275	合格	332	674	342	合格	189	325	136	合格
16.970 ~ 17.070	285	553	268	合格	312	524	212	合格	214	345	131	合格
17.070 ~ 17.170	257	661	404	合格	304	493	189	合格	218	342	124	合格
17.170 ~ 17.270	360	603	243	合格	308	536	228	合格	192	326	134	合格
17.270 ~ 17.370	370	612	242	合格	317	555	238	合格	208	305	97	合格
17.370 ~ 17.470	346	600	254	合格	332	491	159	合格	185	308	123	合格
17.470 ~ 17.570	326	633	307	合格	333	512	179	合格	186	350	164	合格
17.570 ~ 17.670	321	593	272	合格	334	491	157	合格	180	338	158	合格
17.670 ~ 17.770	309	619	310	合格	327	533	206	合格	176	344	168	合格
17.770 ~ 17.870	335	644	309	合格	301	509	208	合格	192	335	143	合格
17.870 ~ 17.970	324	589	265	合格	298	558	260	合格	190	319	129	合格
17.970 ~ 18.070	352	711	359	合格	268	560	292	合格	192	272	80	合格
18.070 ~ 18.170	325	780	455	合格	254	596	342	合格	179	239	60	合格

三信建設工業株式会社

15

計測例

帳票例(改良径判定図)

深度 (GL-m)	土層	最低 判定径 (m)	改良径断面図	計測位置 ①②③	判定径 (m)	深度 (GL-m)		
16.170	砂礫土 0<N ₅₀	3.500		3.700	3.500	16.170		
						17.070		
						17.170		
17.570	砂質土 0<N ₅₀	3.500			3.700	17.370		
					3.500	17.670		
18.170					3.700	18.170		

三信建設工業株式会社

16

まとめ

高圧噴射攪拌工法の出来形を推定する技術

- ・改良径確認の調査ボーリングが不要
- ・出来形不良に起因するトラブル発生を未然に防ぐ
- ・経済性の向上と工程の短縮が図れる

お気軽にお問い合わせください

ご清聴ありがとうございました



三信建設工業株式会社

営業本部
技術営業部 部長

島 野 嵐

〒111-0052 東京都台東区柳橋2-19-6
Tel. 03-5825-3704 Fax. 03-5825-3756
E-mail: a-shimano@sanshin-corp.co.jp
URL: <https://www.sanshin-corp.co.jp/>

技術概要

技術名称	景観配慮型特殊堤『シーウォール』	担当部署	事務局
		担当者	北濱 小百合
NETIS登録番号	KK-220008-A	電話番号	078-222-4106
会社名等	シーウォール推進協議会	MAIL	info@seawall.cc
技術の概要	 ホームページURL https://seawall.cc 1. 技術開発の背景及び契機 シーウォールは、景観配慮のニーズを受け阪神淡路大震災を契機に開発され、東日本大震災からの復興に際し、景観と防災の両立を求める声が高まり「防潮堤用の窓」として全国に普及しました。 その後、台風や豪雨などによる河川の越水や内水氾濫対策としても使用したいという要望に応えるかたちで、安全性を担保しながら、景観性を向上させ且つコストを抑えた新しい製品として、2021年7月に「景観配慮型特殊堤『シーウォール』」が完成しました。 2. 技術の内容 シーウォールは、透明度や耐久性に優れたアクリル板を使用した水害対策製品です。当該製品の特長は、アクリル板の温度変化による膨張収縮を吸収できる枠構造と、連結部の特殊コーキングです。これらの特長により、どのような気象条件下でもアクリル板の内部応力を溜めずに必要な強度を維持することができ、特殊コーキングの引張強度も試験等で確認しているため、想定外の荷重に対しても粘り強い特殊堤を構築できます。 3. 技術の効果 特殊堤にシーウォールを設置することで“景色はそのまま”で堤防嵩上げが可能です。支柱を用いずに連結することで、高い視認性を確保することができるため、観光地や住宅地など、景観や近隣への配慮が必要な場所でもっとも活躍します。 また、向こう側が見えることにより、車両の視距確保や河川巡視が容易になる等の効果もあり、平常時の安全面防犯面でのメリットもあります。 4. 技術の適用範囲 ・特殊堤の上部に設置可能です。 ・河川等の堤防新設または嵩上げで設置可能です。 ・車両侵入が難しい狭小区間などは人力により施工可能です。 5. 活用実績（2022年9月1日現在） 当該技術の実績はまだありません。今年度、自治体（九州以外）で2件施工予定です。ベース技術である「防潮堤用の窓」の導入実績は以下のとおりです。 ① 国の機関 1件（九州 1件、九州以外 0件） ② 自治体 29件（九州 0件、九州以外 29件） ③ 民間 1件（九州 0件、九州以外 1件）		

6. 写真・図・表

コンクリート壁による嵩上げ



シーウォールによる嵩上げ



シーウォール枠タイプ



嵩上げアンカータイプ

埋め込みタイプ

試験の様子



特殊コーキング強度確認



300kg突起付き鉄球を衝突させたときの状態
(※想定外の荷重に対する確認実験)

載荷試験

技術概要

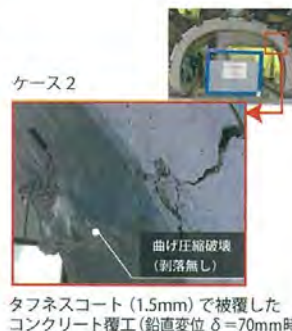
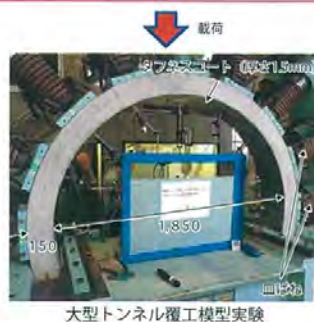
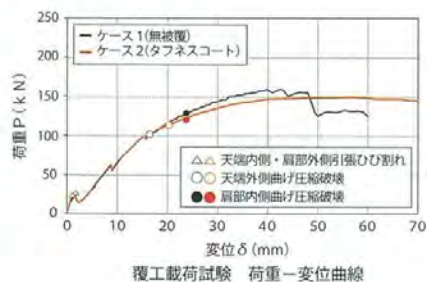
技術名称	ポリウレア樹脂を用いたコンクリート構造物の機能保持・向上技術 「タフネスコート工法」	担当部署	事務局
		担当者	井出一直
NETIS登録番号	QS-210065-A	電話番号	03-3837-5853
会社名等	タフネスコート技術研究会	MAIL	

タフネスコート工法は、コンクリート構造物の表面に専用のポリウレア樹脂(タフネスコート)を吹付けることにより、機能保持・向上を必要とされるコンクリート構造物の要求条件に合わせて4つの機能(効果)、すなわち剥落防止、貯水性確保、耐久性向上及び耐衝撃性向上を個別あるいは同時に発現可能な技術です。

本技術の活用により、維持管理コストの低減並びに長寿命化を図ることができます。

剥落防止

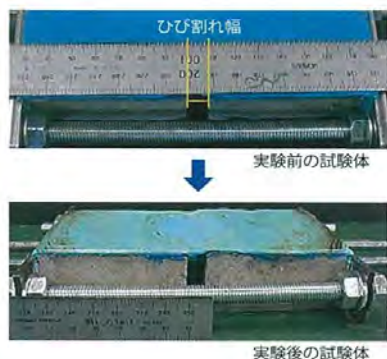
- タフネスコートを1.5mm吹付けることにより、経年劣化によるコンクリート片の剥落を防止できます。
- トンネル覆工を模した載荷実験では、70mmの大変位に対しても剥落を防止できるとともに、大変形時においても荷重を保持でき、トンネル覆工の安全性を大幅に向上できることを確認しました。
- 実トンネルにおける試験施工では、閉鎖空間でも施工性に優れることおよび十分な付着強度を有することを確認しました。



本室内実験および試験施工は、(公財)鉄道総合技術研究所と共同で実施したものです。

貯水性確保

- タフネスコートを2~3mm吹付けることにより、水圧0.3MPa、ひび割れ幅2~10mmの厳しい条件でも漏水がないことを実験により確認しました。
- 大規模地震時に想定される曲げひび割れ(2mm程度)に対して、タフネスコートが追随するため、L2地震時の保水性を確保できます。
- 従来の工法に比べて、経済性、耐久性に優れています。



耐久性向上

●耐塩害性

タフネスコートに1mm被覆することで、塩化物イオン透過量は、270日時点で、許容値の1/50～1/500程度となり、コンクリート構造物の塩害に対する抵抗性を大幅に向上できることを確認しました。

塩化物イオン透過試験結果

試験期間 (日)	塩化物イオン透過度 ($\text{mg}/\text{cm}^2 \cdot \text{日}$)	塩化物イオン濃度 (mg/l)
30	計測不能	計測不能
90	1.47×10^{-5}	0.13
120	1.01×10^{-5}	0.12
270	1.92×10^{-5}	0.51

●耐凍害性

凍結融解試験 (JIS A 1148) を実施した結果、タフネスコートを2mm被覆することで、コンクリートの動弾性係数は低下せず、凍害に対する抵抗性を大幅に向上できることを確認しました。



タフネスコートなし(AEコンクリート)



タフネスコート 2mm被覆

●耐中性化

炭酸ガス中性化試験では、タフネスコートを1mm被覆することで、6ヶ月後の中性化は全く認められず、中性化に対する抵抗性を大幅に向上できることを確認しました。

ガス透過試験結果

NO	厚み (mm)	透過度 ($\text{cm}^3/(\text{m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot \text{atm})$)	透過係数 ($\text{cm}^3 \cdot \text{mm}/(\text{m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot \text{atm})$)
1	0.985	1,160	1,140
2	0.973	1,220	1,190
3	0.990	1,290	1,280
平均	0.983	1,223	1,203

耐衝撃性向上

- タフネスコートを2mm吹き付けることにより、衝撃力に対して粘り強さを発揮し、部材の断面が破壊した後でも形状および耐荷力を保持できます。

- 実大衝撃実験における繰返し衝撃载荷では、タフネスコート (2～4mm) で被覆することにより、崩壊までの入力エネルギーが約50%増加することを確認しました。

- 圧縮側 (下面側) に発生するひび割れは壁体に留まり、フーチング部へは損傷が波及しないことが確認されました。

衝撃荷重 (重錘: 1トン)				タフネスコート	
STEP	落下高さ	荷重強度	回数	なし	2
1	30cm	40トントレーラーが 時速140kmで接触衝突 (15°)	1	鉄筋コンクリート: 曲げ引張破壊 残留変形: 約7cm	
2	5cm	25トントレーラーが 時速100kmで接触衝突 (15°)	5	崩壊せず	崩壊せず
3	10cm	—	5	5回目で崩壊	崩壊せず
4	15cm	—	5	—	3～5回目で崩壊
崩壊時の接合部ひび割れ状況				フーチングまで進展	壁体内に留まる
崩壊までの入力エネルギー量 (KJ: キロジュール)				10.3 (100%)	15.7 (152%)
崩壊のイメージ				いきなり崩壊	ゆっくり崩壊

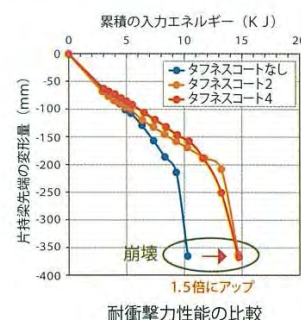
※3体の試験体平均値



タフネスコートなし



タフネスコート 2mm被覆



耐衝撃力性能の比較

本実験は防衛大学の指導を得て実施したものです。

タフネスコート技術研究会

【正会員】

- ・株式会社コンステック
- ・清水建設株式会社
- ・スリーボンデュニコム株式会社
- ・日本基礎技術株式会社
- ・株式会社丸山工務所
- ・ライト工業株式会社

【賛助会員】

- ・三井化学産資株式会社

※事務局

〒113-0034 東京都文京区湯島三丁目39-10
三井化学産資株式会社内
TEL: 03-3837-5853

<https://toughness-coat.com>

ポリウレア樹脂を用いた コンクリート構造物の機能保持・向上技術 タフネスコート工法

タフネスコート技術研究会

1/22

内容一覧

1. 技術の概要
2. 本技術に使用する材料
3. 剥落防止性能
4. 保水性能
5. 耐久性能
6. 衝撃性能
7. まとめ

2/22

1. 技術の概要

【タフネスコート工法】

①何について何をする技術なのか？



コンクリート構造物の表面に専用のピュアポリウレシア樹脂（タフネスコート）を吹付けることにより、機能保持・向上を必要とされるコンクリート構造物の要求条件に合わせて4つの機能（効果）、すなわち剥落防止、貯水性確保、耐久性向上及び耐衝撃性向上を個別あるいは同時に発現可能な技術

本技術の活用により、維持管理コストの低減並びに長寿命化を図ることができる。

落ちない
(剥落防止)

漏水しない
(貯水性確保)

劣化しない
(耐久性向上)

倒れない
(衝撃性能向上)



トンネル覆工／高架橋など



上水用配水池／防火水槽など



棧橋／港湾構造物など



道路の壁高欄など

3/22

1. 技術の概要

【タフネスコート工法】

機 能	内 容	主 な 対 象
1.剥落防止 (厚み1.5mm以上)	コンクリート片の落下を防止する	道路及び鉄道におけるトンネル覆工、橋梁等のコンクリート構造物
2.貯水性確保 (厚み2.0mm以上)	コンクリート部材にひび割れが発生した際に外部への逸水を防止する	配水池や防火水槽、えん堤等のコンクリート構造物
3.耐久性向上 (厚み2.0mm以上)	塩害、凍害、中性化、化学的浸食等に対して耐久性を向上させる	内陸寒冷地や沿岸部のコンクリート構造物
4.耐衝撃性向上 (厚み2.0mm以上)	コンクリート構造物の裏面はく離を防止する。また、部材の衝突時のエネルギー吸収量が増大し靱性が向上する	産業インフラにおける工場内のコンクリート施設

落ちない
(剥落防止)

漏水しない
(貯水性確保)

劣化しない
(耐久性向上)

倒れない
(衝撃性能向上)



トンネル覆工／高架橋など



上水用配水池／防火水槽など



棧橋／港湾構造物など



道路の壁高欄など

4/22

2. タフネスコートに使用する材料

■使用する樹脂材料(ポリウレア)の特徴

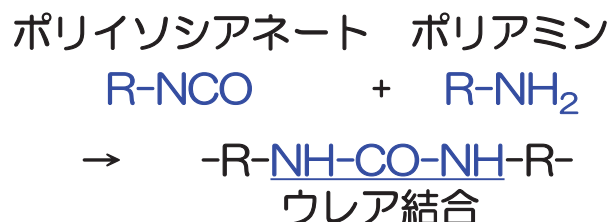
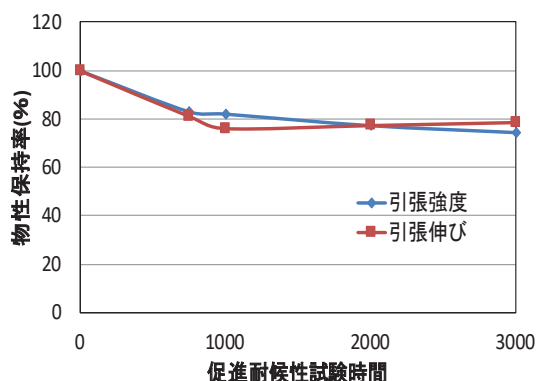
①材料比較

	エポキシ 樹脂	ポリウレア 樹脂	ポリウレタン 樹脂
強度 (N/mm ²)	70	24	12
伸び (%)	5	200	400

③施工性

- 2液性で施工設備が簡便
- 瞬時に硬化、30分で5.0N/mm²の強度発現
- 新設・既設を問わず施工可能

②材料耐久性（促進耐候性試験）



促進耐候性3,000時間（15年相当）
→引張強度および伸び約75%を保持

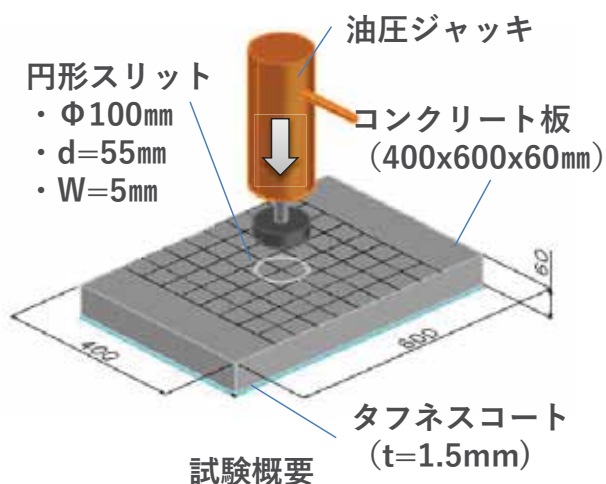
5/22

3. 剥落防止性能：押抜き試験

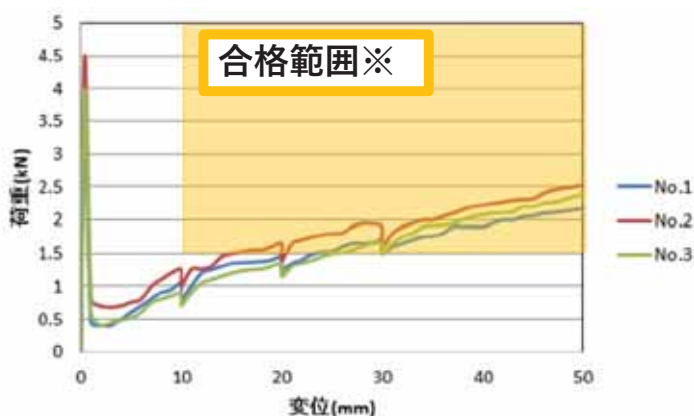
剥落防止のための必要性能

- 1) 押抜き性能
- 2) プライマーのひび割れ含侵性能
- 3) 耐久性能

1. 押抜き試験 (JSCE-K533-2010)



2. 押抜き試験結果



※JSCE-K533-2010 (1.5kN以上)



試験終了後の押抜き面

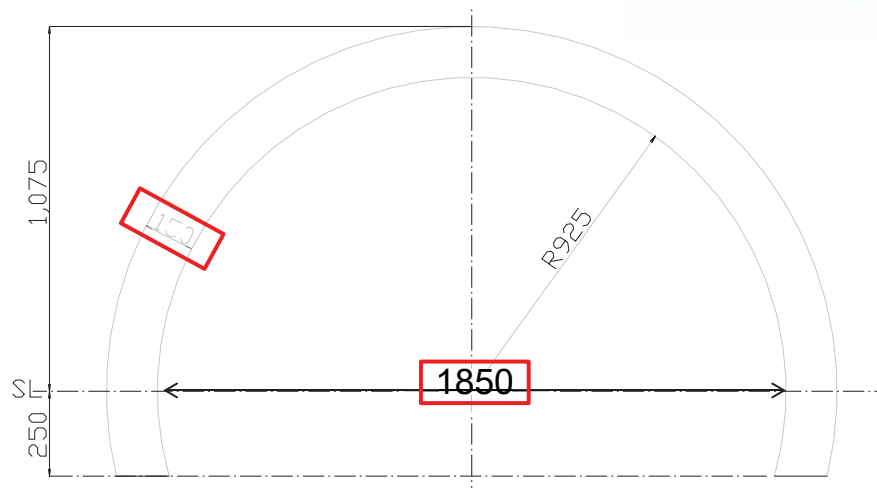
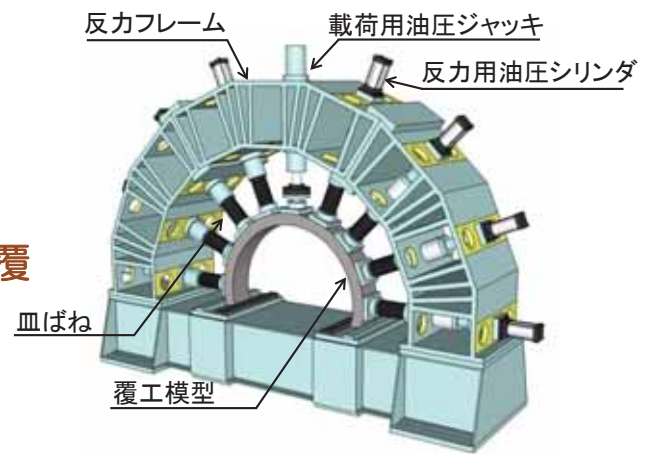


50mm変形時の試験体

3. 剥落防止性能：トンネル覆工実験

■試験体

- 新幹線複線標準断面の1/5程度
- 無筋コンクリート, $f_{ck}=21\text{N/mm}^2$
 - Case 1 : 無筋コンクリートのみ
 - Case 2 : ポリウレア樹脂にて内面被覆
 - Case 3 : アラミド繊維にて内面被覆

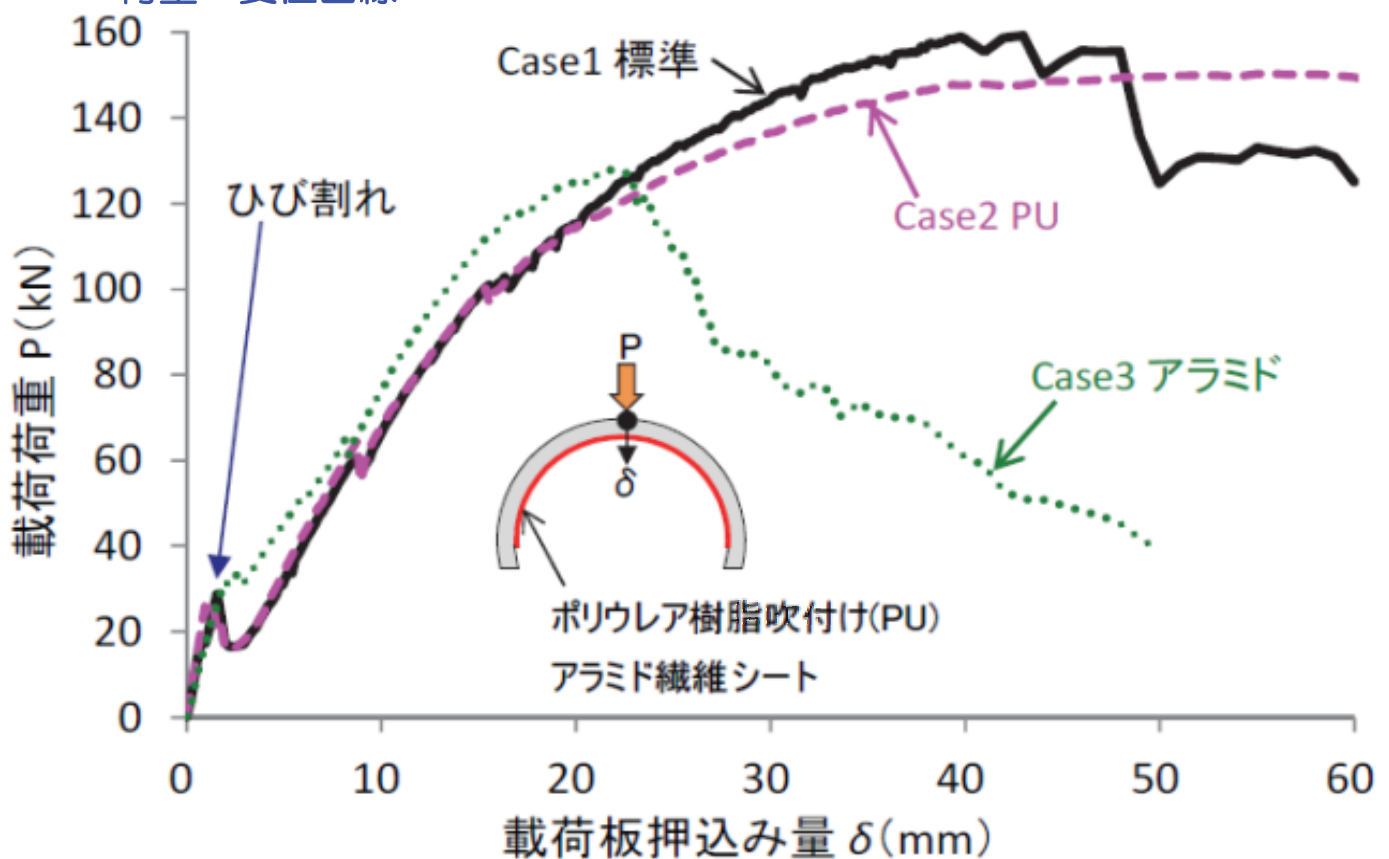


奥行き
: 300mm

7/22

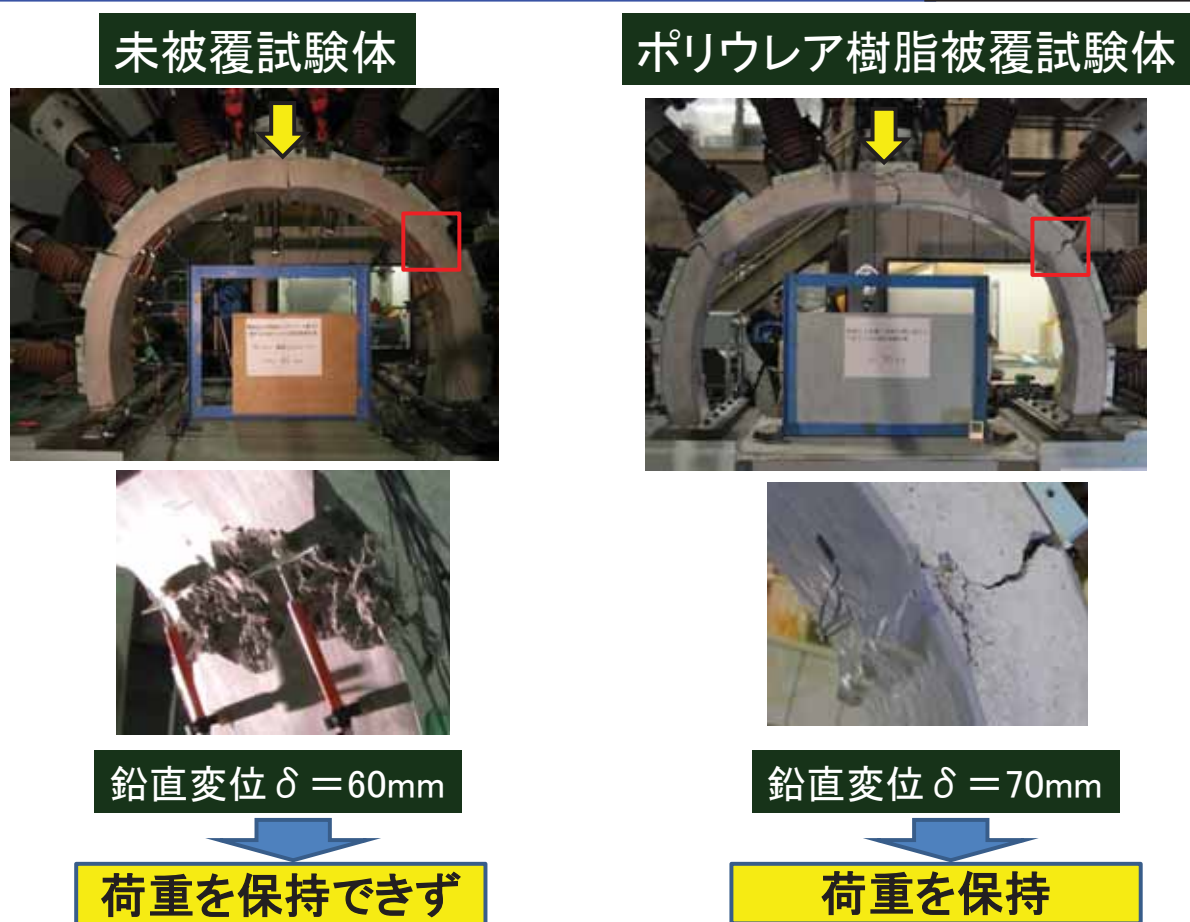
3. 剥落防止性能：トンネル覆工実験

• 荷重—変位曲線



8/22

3. 剥落防止性能：トンネル覆工実験



9/22

3. 剥落防止性能：技術の効果とまとめ

剥落防止性能のまとめ

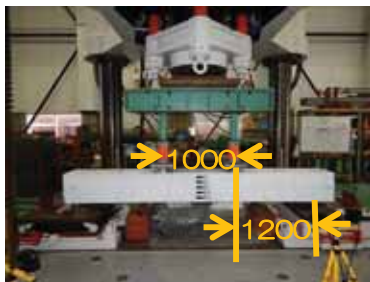
- 対象構造物を専用のポリウレア樹脂にて被覆(膜厚1.5mm)した場合，1.5kNのかぶりコンクリートの剥落を防止できる。
- トンネル覆工では専用のポリウレア樹脂にて被覆した場合(膜厚1.5mm)圧縮破壊しても覆工の有効巻厚を確保でき，大変形時まで最大荷重を保持可能である。

10/22

4.保水性能 : 大規模地震時の保水性確保

保水性向上

1. 大規模地震時における曲げ ひび割れ幅の確認実験



曲げ実験装置



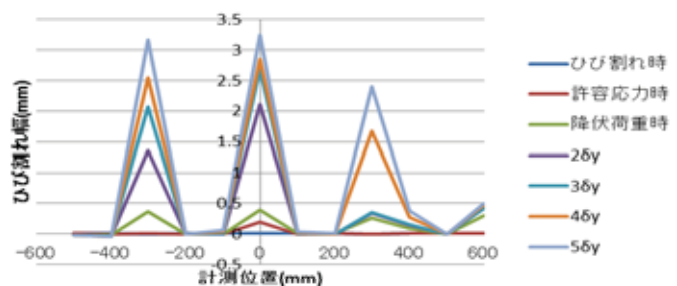
ひびゲージの設置状況

2. 実験条件

- ①断面400×400mm、等曲げ区間1000mm
せん断スパン1200mm($a/d=3.5$) の中央2点载荷
- ②鉄筋降伏前：荷重制御
鉄筋降伏後：変位制御

3. 実験結果

- ①曲げスパン内のひび割れは3本
- ②降伏荷重までのひび割れ幅は、
ひび割れ算定式とほぼ一致
- ③降伏後の最大ひび割れ幅は
 $2\delta y$ にて2.1mm、 $5\delta y$ にて3.2mm

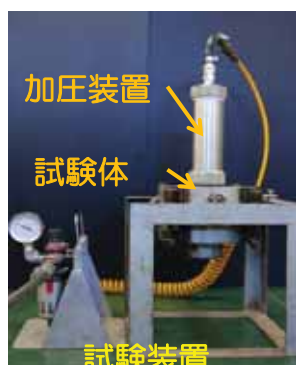
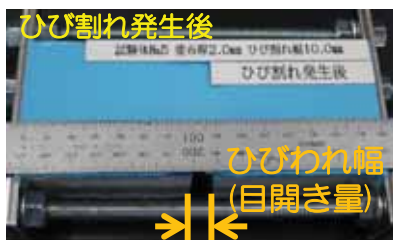
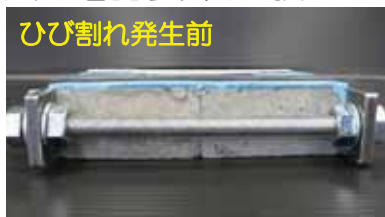


ひび割れ幅の分布図

11/22

4. 保水性能 : 配水池のL 2地震時の保水性確保

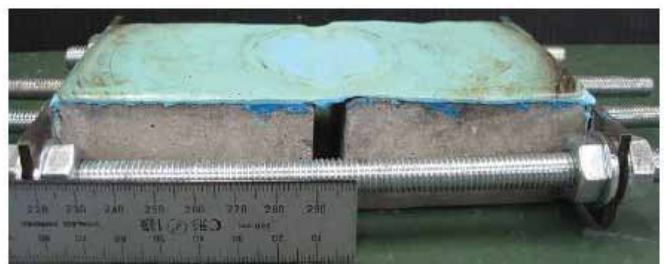
1.保水性確認要素実験



- #### 2.実験結果
- P=0.1Mpa、0.3Mpa 吹付け厚2.0,4.0mm
ひび割れ幅 2,4,6,8,10mm (全10ケース)
経過時間 1.0h ~ 168h

全ケース

- ①ひび割れ面からの漏水なし
- ②過大な変形なし
- ③隅角部の亀裂なし



12/22

4.保水性能　：技術の効果と実績

保水性能のまとめ

- 従来貯水槽でL2地震時ひび割れ幅は、**3.0mm程度（塑性率5.0）**（防火水槽の震災調査では最大2.0mm程度）
- 水圧0.3MPa、**ひび割れ(最大幅10mm)**で漏水なし
- **大規模地震時の保水性(膜厚2.0mm)を確保**

施工実績



上水道用配水池の実績



集水ピットの実績

13/22

5. 耐久性能　：塩害に対する基礎実験

塩害に対して

- ・ 道路橋の塩害対策指針(案)・同解説(日本道路協会)の試験方法に準拠。
- ・ ポリウレア塗膜の塩化物イオン透過量を測定。

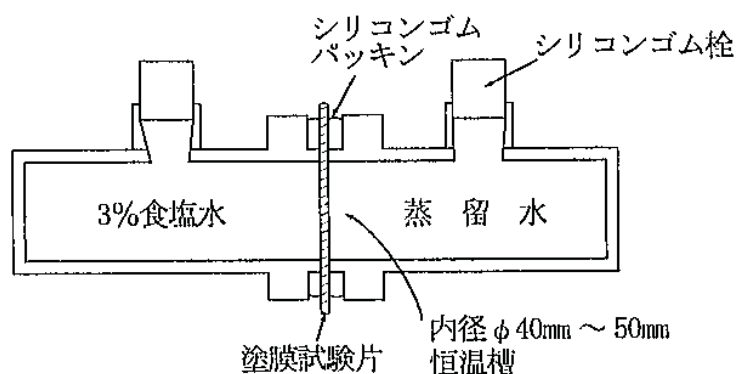
試験条件

試験体：ポリウレア樹脂塗膜　厚み：**1mm**

試験期間：**30日(指針案)**、90日、120日、300日

試験装置：下図ご参照

測定：所定の試験期間静置した後、蒸留水側のセルから溶液を採取し、溶液中の塩化物イオンをイオンクロマトグラフ法で測定する。



付図－Ⅱ.4.1　塩化物イオン透過量測定方法

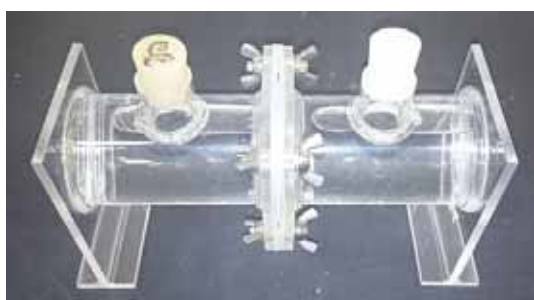
14/22

5. 耐久性能 : 塩害に対する基礎実験

試験条件

試験期間 (日)	塩化物イオン透過度 ($\text{mg}/\text{cm}^2 \cdot \text{日}$)	備考
30	計測不能	測定下限値 1.69×10^{-5} 以下
90	計測不能	測定下限値 1.69×10^{-5} 以下
120	計測不能	測定下限値 1.69×10^{-5} 以下
3000	1.92×10^{-5}	基準値の $1/50 \sim 1/500$

基準値 1)一般環境のPCまたはRC構造物 $1.0 \times 10^{-2} \text{ mg}/\text{cm}^2 \cdot \text{日}$
 2)特に厳しい環境、塗替困難な部位 $1.0 \times 10^{-3} \text{ mg}/\text{cm}^2 \cdot \text{日}$



試験状況



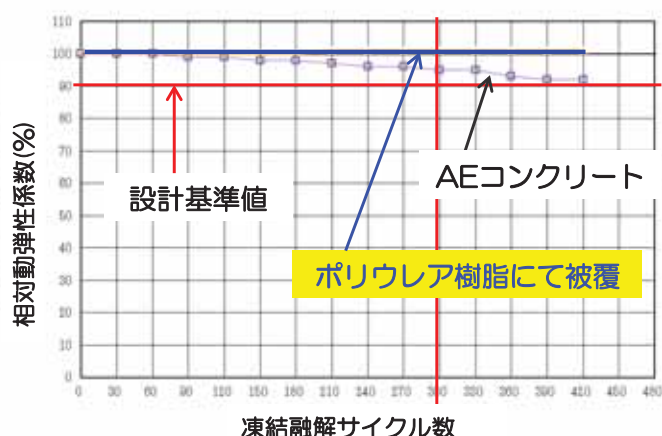
イオンクロマトグラフ(装置)

15/22

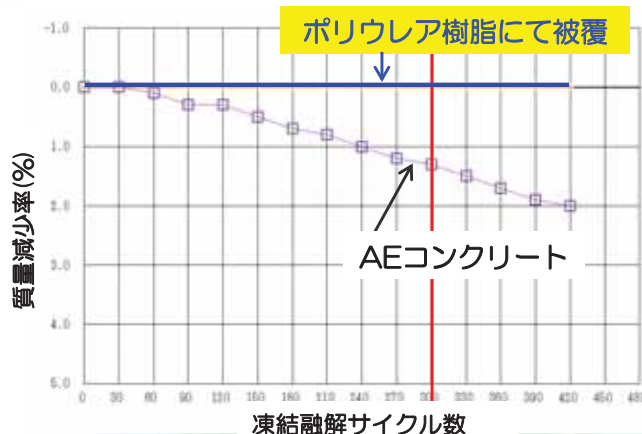
5. 耐久性能 : 凍害に対する基礎実験

凍結融解に対して

- JIS A 1148 「コンクリートの凍結融解試験方法」により、ポリウレタ樹脂を施した場合と、施していない場合の比較検討を実施



タフネスコート被覆試験体



AEコンクリート試験体

※凍害サイクル例 札幌:114、帯広:128、東京:9

16/22

5. 耐久性能 : 技術の効果と実績

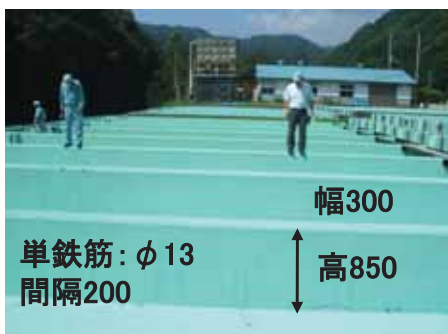
耐久性能のまとめ

- 塩化物イオン透過度は基準値に比べて十分小さく，塩害に対する抵抗性を大幅に向上。
- ポリウレア樹脂の表面被覆によって，外部からの水分浸入を阻止でき，凍害に対する抵抗性を大幅に向上。

17/22

6. 衝撃性能

岩手県 野田村 サケマス養殖施設の事例



形状被害なし



ポリウレアの局所的な破損のみ
(軽自動車・岩塊等の激突)

防水目的でポリウレア・
エポキシなどを塗布

津波被災 (3.11)

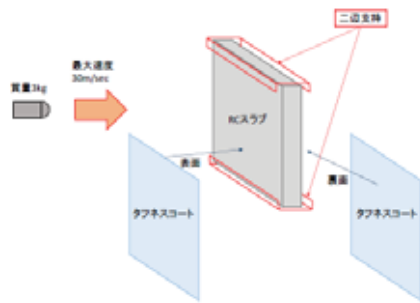
ポリウレア塗布⇒形状保持
他の樹脂塗布⇒全壊

18/22

6. 衝撃性能 衝撃実験(裏面剥離)

1. 衝撃実験 概要

- 1) 飛翔体質量: 3.0kg
- 2) 衝突速度: 10m/s

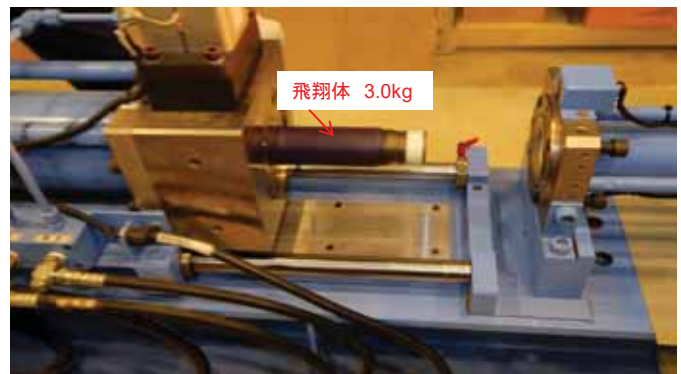
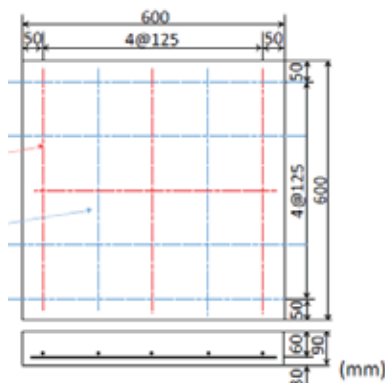


3. 衝撃実験装置



衝撃実験装置 全景

2. 衝撃実験 試験体



飛翔体 3.0kg

19/22

6. 衝撃性能 衝撃実験(裏面剥離)

衝撃実験結果の一覧表(速報) 20170106

実験ケース	実験条件	実験結果			破壊時の衝突回数	破壊時の外力エネルギー(J)
		破壊形式	表面状況	裏面状況		
無被覆	1.供試体寸法: 600×600×90 2.コンクリート強度: 21N/mm ² 3.飛翔体質量: 3.0kg 4.飛翔体の先端形状: フラット 5.衝突速度: 10m/s	かぶり部の裏面剥離			5	750
					1.0	
前面被覆	1.供試体寸法: 600×600×90 2.コンクリート強度: 21N/mm ² 3.飛翔体質量: 3.0kg 4.飛翔体の先端形状: フラット 5.衝突速度: 10m/s 6.被覆厚: 前面2.0mm	コンクリートのコーン破壊			10	1500
					2.0	
背面被覆	1.供試体寸法: 600×600×90 2.コンクリート強度: 21N/mm ² 3.飛翔体質量: 3.0kg 4.飛翔体の先端形状: フラット 5.衝突速度: 10m/s 6.被覆厚: 背面2.0mm	かぶり部の裏面剥離後に裏面樹脂の亀裂破壊			13	1950
					2.6	
両面被覆	1.供試体寸法: 600×600×90 2.コンクリート強度: 21N/mm ² 3.飛翔体質量: 3.0kg 4.飛翔体の先端形状: フラット 5.衝突速度: 10m/s 6.被覆厚: 両面2.0mm	コンクリートのコーン破壊後に裏面樹脂の亀裂破壊			24	3600
					4.8	

20/22

7. まとめ

タフネスコートの社会的意義

1)社会インフラへの展開

- ・ 高架橋やトンネル覆工等の剥落防止対策
- ・ 配水池や防火水槽等の貯水性確保対策
- ・ 内陸寒冷地や沿岸部の塩害・凍害対策

2)産業インフラへの展開

- ・ コンビナート工場内等の爆発に対する飛散防止対策

3)生産性・安全性の向上

- ・ 合理的な維持管理システムによる安全・安心社会の実現

21/22

7. まとめ

タフネスコートの発展性

■タフネスコート工法クリア

- ・ 透明のタフネスコート（専用のポリウレア樹脂）を吹き付けることにより、コンクリート構造物に剥落防止等の必要な機能を付加しながら下地コンクリートの状況確認も容易になる技術

【タフネスコートの性能】

- ・ 強度15N/mm²、伸び性能400%
- ・ 透明性かつ低黄変性を有する下地コンクリートの状態を確認することが可能



22/22

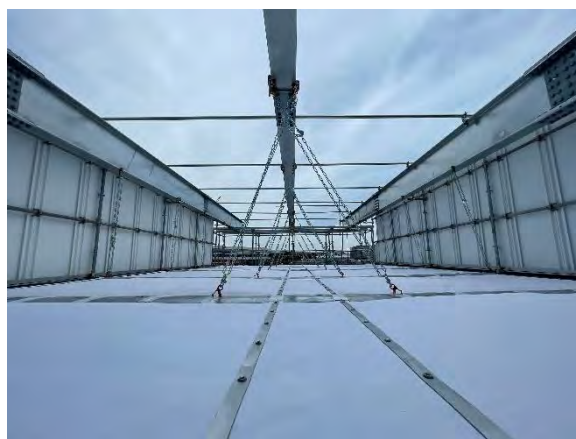
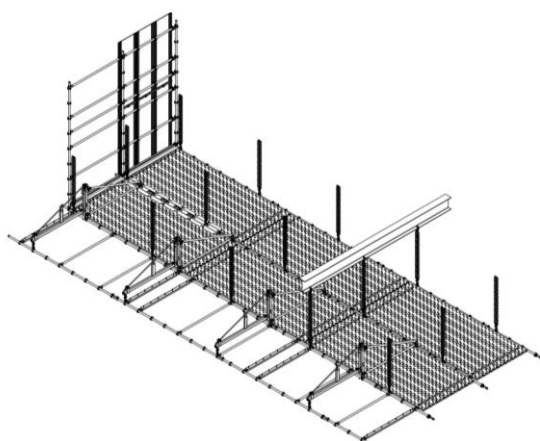
End of Presentation



技術概要

技術名称	TOBISLIDE（パネル式ユニット吊り足場工法）	担当部署	プロモーションチーム
		担当者	林 靖 真
NETIS登録番号	KK-210061-A	電話番号	06-6311-1268
会社名等	株式会社 三共	MAIL	marketing@sankyo-sss.co.jp
技術の概要	1. 技術開発の背景及び契機 国内には約73万もの橋梁が存在し、建設後50年を経過する老橋が2033年には63%を迎える中で、社会資本の老朽化対策が急務となっています。 持続可能な社会の実現に向けて、橋梁の長寿命化を進める上で、その半数以上を占めると言われている橋長15m以下の老橋を計画的に維持管理・更新をしていくことが重要になってきます。 しかしそのために必要となる従来の吊り足場は、大きくて、重くて、養生にも時間と人手がかかり、施工する職人さんも大変困っている方々が大勢おられました。 そこで私たちは、中小規模の鋼橋や横断歩道橋の改修メンテナンスに特化した次世代のパネル式システムユニット吊り足場の「TOBISLIDE（トビスライド）」を開発いたしました。 2. 技術の内容 ・幅木機能を有するすきまレールを用いて作業床と防護柵（朝顔）を一体型のユニットにした。 ・作業性と採光性と防音性、耐風性を有する専用の防護柵（朝顔）を採用した。 ・台風養生作業時の防護柵（朝顔）脱着を容易にする専用クランプを採用した。 ・段差なく作業床を固定する専用のパネル押さえ板を採用した。 ・段差なく作業床を施工できるようにし、作業床設置後のシート養生の手間を削減した。 3. 技術の効果 ・幅木機能を有するすきまレールの活用により、防護柵（朝顔）の取り付けが容易で熟練工でなくても作業できるので施工性が向上した。 ・吊り足場に幅木機能を有するすきまレールを用いたことにより、防護柵（朝顔）の設置及び固定が容易になって工程短縮が図れる。 ・作業床と防護柵（朝顔）の間の隙間を養生する幅木の番線止めが不要となり、番線の飛散や回収が不要で廃棄コストも削減されて周辺環境への影響が低減した。 ・採光性のある透明の防護柵（朝顔）を取り入れることにより、照明設備等が不要となり作業環境の向上が図れる。 ・防護柵（朝顔）に専用防音材の装着を可能とすることにより、工事中の騒音をより低減することができると。 ・防護柵（朝顔）脱着を容易にする専用クランプの活用により、防護柵（朝顔）の部分脱着が可能になって施工性の向上が図れる。 ・専用のパネル押さえ板の採用により、腹オコシが不要で通行性及び運搬性が向上して作業環境の向上が図れる。 ・専用のパネル押さえ板の採用により、シートの巻き上がりや段差のない養生が可能になった。 4. 技術の適用範囲 ・鉄骨クランプを取付けることの出来るフランジまたは吊りピース等のある構造の鋼桁であること。 ・積載荷重が許容積載荷重以内であること。 ・ブラスト作業を伴う重防食塗装工事。 5. 活用実績（2022年9月1日現在） ・国の機関2件（四国2件）・民間（九州1件）		

6. 写真・図・表



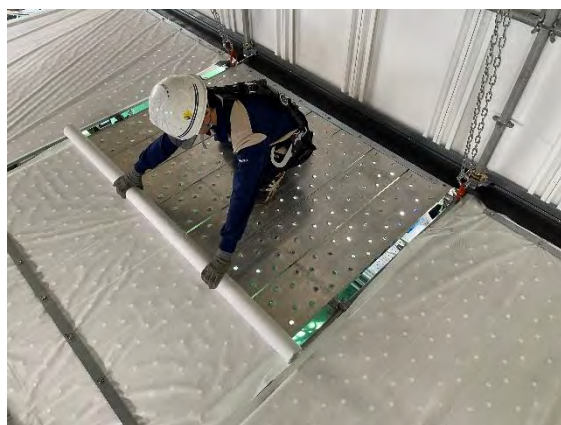
段差がなく、快適に移動が可能。
作業のしやすいチェーンピッチを実現。



脱着を容易にする専用クランプ施工



防護柵と作業床のすきまからの落下を防ぐ。



養生の手間を軽減。



連結レール式PVC製防護柵使用現場写真