

発電所のリニューアルに適用可能な技術・工法に関する調査

対象構造物	水路トンネル、水圧管路 発電所関連施設（発電機基礎、その他（ ））
工事種類	補修・補強・改築・その他（ ）
工法（技術）名称	パルテム・フローリング工法（管渠更生）
開発会社	開発会社：声森工業株式会社、声森エンジニアリング株式会社 共同研究担当会社：りんかい日産建設株式会社、カジマ・リノベイト株式会社、株式会社鴻池組、青木あすなろ株式会社、株式会社白石、南野建設株式会社、株式会社松村組
開発時期	1999年 12月
特許の有無	特許 有り・出願中・出願予定・無し
	実用新案 有り・出願中・出願予定・無し

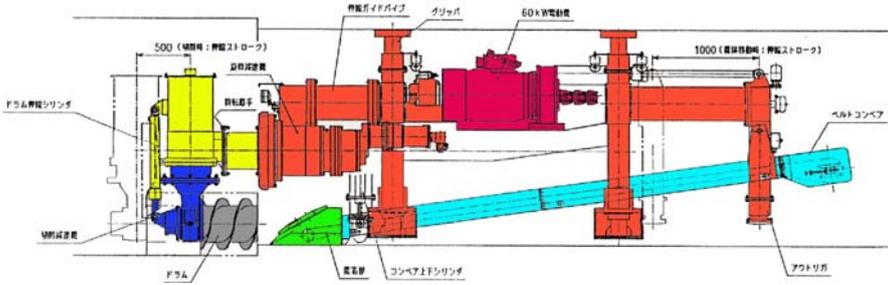
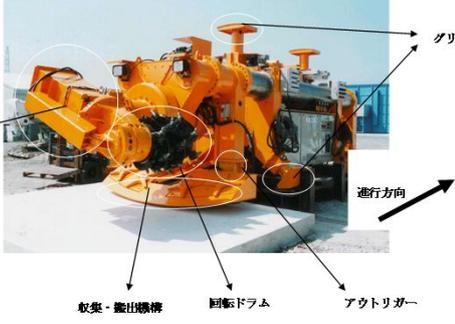
工法（技術）の概要	<p>管渠内で組立てた鋼製リングに高密度ポリエチレン製のかん合部材と表面部材を組付け、既設管と表面部材との間に高流動・高強度裏込め材を充填することで中大口径管渠を更生する工法です。</p> <p>適用管径はφ800以上であり、円形管ばかりでなく、馬蹄形、矩形など様々な形状に対応可能です。また、劣化・損傷した頂版・側壁のみ補修・補強を行う門型施工も可能です（実績最大5500mm）。</p>
工法（技術）の特徴	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 既設トンネルの劣化状況に応じて更生材料の強度設計ができます。</li> <li>2. 屈曲部や連続した曲がりなどにも容易に施工できます。</li> <li>3. 円形、矩形、馬蹄形、ほろ形などあらゆる断面形状に対応できます。</li> <li>4. トンネル頂部、側壁のみを補強し、管底高さを上げない施工もできます。</li> <li>5. 既設管内に施工するため断面は若干縮小しますが、粗度係数の改善により流下能力は低下しません。</li> <li>6. 表面部材は高密度ポリエチレンを使用していますので、優れた耐薬品性、耐摩耗性を有しています。</li> <li>7. 非開削であり、地中埋設物の影響を受けません。</li> <li>8. 特別な装置を必要とせず、作業占有面積も小さいです。</li> </ol>
施工方法	<p>（1）鋼製リングの組立： 分割された鋼製リングを分土工などの開口部から搬入し、既設管内で組み立て、連結部材で連結します。</p> <p>（2）かん合部材の組み付け： 高密度ポリエチレン製かん合部材を分土工などの開口部から搬入し、鋼製リングに組み付けます。</p> <p>（3）表面部材の組み付け： 高密度ポリエチレン製表面部材を分土工などの開口部から搬入し、嵌合部材に組み付け更生管を完成させます。この時、通気スタンドなどは仮配管を接続します。</p> <p>（4）裏込め材注入： 既設管と更生管の間に高流動の裏込め材を充填します。</p> <p>（5）穿孔、管端処理： 通気スタンド口、両管端などの処理をおこないます。</p>

<p>施工概要図</p>	
<p>適用条件</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・管種 ヒューム管、現場打ちコンクリート管きょなど</li> <li>・口径 800mm以上</li> <li>・断面形状 円形、馬蹄形、矩形など</li> <li>・曲管 45度屈曲部および曲がり部でも連続して施工可能</li> <li>・施工延長 標準施工延長100m（100m以上も施工可）</li> <li>・その他 既設管の腐食、破損は原則として適用可能 流水下（水深が管径15%かつ30cm以下）での施工が可能</li> </ul>
<p>施工実績 および 施工時期</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・宇部市 合流幹線改築工事 平成13年8月～平成14年2月</li> <li>・愛知県 農業用水管渠更生工事 平成13年9月～平成14年1月</li> <li>・大阪府 流域下水道幹線管きょ更生工事 平成15年12月～平成16年3月</li> <li>・大分市 雨水幹線改築工事 平成16年8月～平成17年2月</li> <li>・名古屋市 幹線改築工事 平成17年12月～平成18年3月 ほか</li> </ul>
<p>参考文献・資料等</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第13回 非開削技術研究発表会 論文集</li> <li>・第15回 非開削技術研究発表会 論文集</li> <li>・平成17年度 下水道管路管理技術発表会</li> </ul>

発電所のリニューアルに適用可能な技術・工法に関する調査

対象構造物	水路トンネル 水圧管路 発電所関連施設（発電機基礎、 その他（ ））
工事種類	補修・補強・改築・その他（ ）
工法（技術）名称	中小断面導水路トンネル対応覆工全断面切削機の開発・実用化
開発会社	清水建設株式会社、株式会社三井三池製作所
開発時期	13年 月
特許の有無	特許 有り・出願中・出願予定・無し
	実用新案 有り・出願中・出願予定・無し

工法（技術）の概要	<p>●中小断面導水路トンネル対応覆工全断面切削機の概要</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 先端に円筒形のドラムを持つブームが、時計の針のように本体を中心に旋回し、覆工壁面を一定の厚みで高精度に切削する。</li> <li>2. 切削する際の反力を既存覆工コンクリートから取る構造のため、反力を自重に頼る構造の機種に比べ重量が約半分(10ton程度)。また、2ton程度に分割可能なことから大型揚重機等の使用が困難な箇所への搬入が可能。</li> <li>3. 切削ダリの搬出が進行方向前方に出す形状であるため、後方では切削と並行して覆工補強の施工が可能。</li> <li>4. ブームの旋回と伸縮を組み合わせることにより、多様な切削形状に追従することが可能。</li> </ol>
工法（技術）の特徴	<p>用途 ◇中小断面導水路トンネルの覆工全断面切削工事</p> <p>特長</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 伸縮・回転式のブームを遠隔操作することにより、ブーム先端に設置した切削ビットがついた回転ドラムを切削計画線に沿ってスムーズに移動でき、切削計画線に対する誤差を±5mm程度に抑えることが可能である。</li> <li>2. 切削機の胴体から6本のグリッパーを覆工体に向かって張り出して胴体を固定し、切削のための反力を得ることができ、切削機の重量が従来の1/2の10t程度で済み、覆工体の底版（インバート）への影響が小さい。</li> <li>3. 通常建設機械の進行方向前方に設置するブームを進行方向後部に設置するとともに、胴体部分に組み込んだコンクリート片の収集・搬出機構によって、コンクリート片を切削機の進行方向に向かって搬出することが可能。これにより、覆工体コンクリートを再打設する作業ヶ所を経由したコンクリート片の運搬がなくなり、覆工体の切削と切削部全面のコンクリートの再打設を平行して行うことができ、工期短縮が図れる。</li> </ol>
施工方法	<ol style="list-style-type: none"> <li>①切削機の分割搬入 2 t程度に分割し、坑内へ搬入する。</li> <li>②切削機の組立 坑内で切削機の組立（総重量約10 t。）</li> <li>③切削箇所への移動・固定 アウトリガー及びグリッパーを油圧により張出し、機械を固定。</li> <li>④切削 遠隔操作により、ブーム先端に切削ビットがついた回転ドラムをもつ伸縮・回転式のブームが時計の針のように本体を中心に旋回し、覆工壁面を一定の厚みで切削。</li> <li>⑤切削ダリの搬出 切削ドラム下側のスピナーによりコンクリートガラを集め、機械胴部下を通しベルトコンベアにより前方に搬出。</li> </ol>

<p>施工概要図</p>	 <p>小断面導水路トンネル専用切削機</p>  <p>遠隔操作による切削</p> 
<p>適用条件</p>	<p>中小断面導水路</p>
<p>施工実績 および 施工時期</p>	<p>・山梨県企業局 小屋敷第一及び第二発電所改修工事（小屋敷第一発電所土木工事）</p>
<p>参考文献・資料等</p>	

発電所のリニューアルに適用可能な技術・工法に関する調査

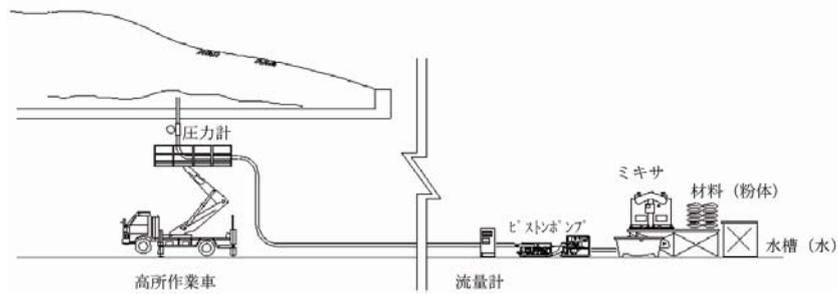
対象構造物	水路トンネル、水圧管路 発電所関連施設（発電機基礎、その他（ ））
工事種類	補修 補強 改築 ・ その他（ ）
工法（技術）名称	アクアグラウト工法
開発会社	清水建設株式会社
開発時期	平成9年 10月
特許の有無	特許 有り ・ 出願中 ・ 出願予定 ・ 無し
	実用新案 有り ・ 出願中 ・ 出願予定 ・ 無し

工法（技術）の概要	NATM以前のトンネル覆工背面には空洞が存在し、安全を損なっているものがある。アクアグラウト工法は空洞を充填するために、水中不分離性を有した一液性のグラウト材を注入する工法である。揺変性（チキソトロピック）を有しているため、圧送時は粘性が低下するが、静止状態では粘性が高くなり、覆工背面への限定注入が可能となる工法である。
-----------	---

工法（技術）の特徴	
-----------	--

施工方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ トンネル覆工を削孔し注入管を取り付ける。</li> <li>・ 抗外に設置したプラントでアクアグラウト充填材を製造する。</li> <li>・ プラントから対象地点までポンプ圧送するかまたは、運搬車により移送する。</li> <li>・ スクイズポンプまたはピストンポンプにより、アクアグラウト充填材を注入する。</li> </ul>
------	--

施工概要図



適用条件

プラント設置箇所から注入位置までの距離によりポンプ圧送または、アジテーターカーにより運搬を選択する。以外は特になし。漏水量が異常に多い場合は発泡ウレタンとの併用も検討する必要がある。

施工実績  
および  
施工時期

発注機関別	H18.3.31現在	
	施工件数	施工量(m3)
国土交通省	10件	4,515
日本道路公団	14件	25,170
地方自治体	18件	12,797
JR各社	16件	5,616
電力各社	4件	167
<b>合計</b>	<b>62件</b>	<b>48,265</b>

アックアグラウト工法施工実績表<電力>

No.	施工年度	発注者	工事名称	施工場所	数量	単位	備考
1	H10年度	東京電力栃木支店	鬼怒川旧水路	栃木県塩谷郡藤原町	13	m3	
2	H10年度	東京電力栃木支店	栗山発電所導水路	栃木県塩谷郡栗山村	25	m3	
3	H11年度	東京電力栃木支店	鬼怒川発電所導水路	栃木県塩谷郡藤原町	29	m3	
4	H12年度	東京電力群馬支店	岩本導水路	群馬県利根郡月夜野村	100	m3	
		計			167		

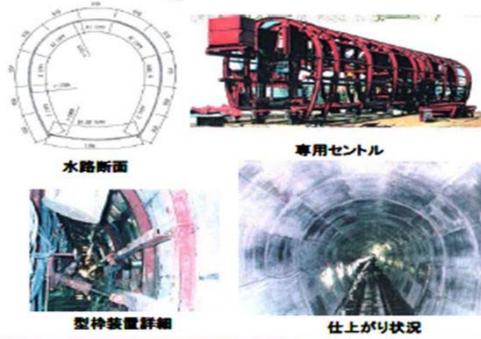
参考文献・資料等

発電所のリニューアルに適用可能な技術・工法に関する調査

対象構造物	水路トンネル、水圧管路 発電所関連施設（発電機基礎、その他（水中施工に対応））
工事種類	補修・補強・改築・その他（ ）
工法（技術）名称	PICフォーム工法
開発会社	大成建設・秩父セメント・小沢コンクリート工業
開発時期	1990年3月
特許の有無	特許 有り・出願中・出願予定・無し
	実用新案 有り・出願中・出願予定・無し

工法（技術）の概要	高耐久性埋設型枠（PICフォーム）は、ポリマー含浸コンクリートを使用した高強度埋設型枠であり、摩耗により劣化、表面がはく離・空洞化、またトンネル敷が洗掘されている等の状態の劣化を受けたトンネルの内面に設置し、背面を充填モルタルにより一体化して、機能を維持する。
工法（技術）の特徴	1) 高強度・高緻密性により、腐食作用、凍結融解作用、摩耗作用および化学作用が厳しい環境下においても、コンクリート構造に高耐久性を付与する。 2) 場所打ちコンクリートとの一体性を確保するのに十分な付着強度を有するので、部材の有効断面として考慮できる。 3) 脱型が不要であるため、狭窄区間における型枠作業が軽減できる。 といった工法上の特徴がある。
施工方法	水力発電所の導水トンネル等で、建設から長年を経過し、覆工コンクリートが摩耗により劣化、表面のはく離・空洞化が所が見られる、またトンネル敷が洗掘されている等の状態において、高耐久性埋設型枠（PICフォーム）により表層を耐摩耗化し、背面にモルタルを充填することで一体化をはかる。これにより、水路機能の維持、災害の未然防止を図る。 <実施工事の概要や工程など> ・劣化部の除去、洗浄の実施 ・移動支保工の製作 ・高耐久性型枠の組立て、裏込めグラウトの注入 ・背面空洞探査（既存覆工部）・空洞部グラウト注入

施工概要図



### PICフォームの特性

**PICフォーム標準形状**  
 板厚：17～50mm  
 標準サイズ：1.0×2.0m

**PICフォームの特性**

項目	規格値
圧縮強度	130N/mm <sup>2</sup> 以上
引張強度	22.5N/mm <sup>2</sup> 以上
引張弾性係数	8.0N/mm <sup>2</sup> 以上
引張強度係数	0.7～0.9N/mm <sup>2</sup>
線膨張係数	1.5×10 <sup>-5</sup> /℃
経度係数	0.011

※東京大学工学部で測定

**耐衝撃性**

**耐摩耗性**

**有効断面としての性能**

適用条件

施工実績  
 および  
 施工時期

参考文献・資料等

(財) 土木研究センター：土木系材料技術・技術審査証明報告書「PICフォーム」，平成2年3月

発電所のリニューアルに適用可能な技術・工法に関する調査

対象構造物	水路トンネル 水圧管路 発電所関連施設 発電機基礎、 その他（コンクリート構造物全般）
工事種類	補修・補強・改築・その他（ ）
工法（技術）名称	スムーズボード工法
開発会社	株式会社大林組 株式会社クラレ
開発時期	2001年 3月
特許の有無	特許 有り・出願中・出願予定・無し
	実用新案 有り・出願中・出願予定・無し

**工法（技術）の概要**  
 スムーズボードは、高強度ビニロン繊維で補強したセメントボードで、繊維の効果で靱性が高く、製造時に加圧脱水することで緻密な構造となり、高い耐久性を有する。従来の埋設型枠は材料・製造コストが高く、また、重量が大きいため設置自体に手間を要し施工コストがかかるという問題があった。そこで従来の埋設型枠とは全く別の製造コストが安価で薄肉・軽量かつ加工性に優れた高性能埋設型枠としてスムーズボードを開発した。

**工法（技術）の特徴**

① 高い表面保護性能  
 緻密な構造により外部の有害物質（飛来塩分、炭酸ガス等）を遮断し、コンクリートを保護。埋設型枠とすることで封カによる長期湿潤養生となり、コンクリートのひび割れを抑制。ボードの背面には細かな凹凸が施してあり、コンクリートとの高い付着力を長期間保持。薄肉・軽量ながら靱性や耐久性の高いセメントボードを表面保護材として使用し、あらゆるコンクリート構造物に適用可能。

② 大量生産による低価格化  
 抄造法（和紙すきとりの原理）により均質な製品を大量生産できることで、従来の埋設型枠に比べ安価に提供可能。

③ 優れた施工性  
 板厚は8mmと薄い。ボード1枚22kg（1820×910×8）（含浸系は25kg）と軽量で一人でも持ち運びが可能。薄肉のため切断・削孔などの現場加工が容易。

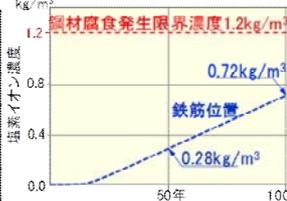



○ 曲げ強度: 38.5N/mm<sup>2</sup>（コンクリートの6倍）  
 ○ 圧縮強度: 68.5N/mm<sup>2</sup>（コンクリートの2.6倍）  
 ○ 引張強度: 14.5N/mm<sup>2</sup>（コンクリートの5倍）  
 ○ 塩化物イオン拡散係数はコンクリートの1/6（設計基準強度30N/mm<sup>2</sup>のコンクリートを対象とした場合）  
 ○ 付着強度: 1.5N/mm<sup>2</sup>以上（コンクリート強度: 21N/mm<sup>2</sup>の場合: 付着強度2.5N/mm<sup>2</sup>材破断）

④ 樹脂含浸スムーズボード  
 樹脂含浸スムーズボードは、塩害対策用として新たに開発したスムーズボード。スムーズボードの微細な空隙にアクリル樹脂を真空含浸させ、より緻密な構造としており、既存埋設型枠と同等以上の高強度・高耐久性を有する。

項目	樹脂含浸スムーズボード	従来の高耐久・高強度埋設型枠
寸法	910×1820×t8mm	1000×2000×t18~30mm
重量	25kg/枚	40~120kg/枚
圧縮強度	120N/mm <sup>2</sup> 以上	120N/mm <sup>2</sup> 以上
引張強度	14N/mm <sup>2</sup> 以上	8N/mm <sup>2</sup> 以上
曲げ強度	32N/mm <sup>2</sup> 以上	22N/mm <sup>2</sup> 以上

樹脂含浸スムーズボード物性比較表



kg/m<sup>3</sup> 鉄筋位置 0.28kg/m<sup>3</sup> 0.72kg/m<sup>3</sup> 1.2kg/m<sup>3</sup> 50年 100年 干満潮における塩分浸透予測

**施工方法**

①トンネル覆工補修工事の例  
 既設覆工コンクリートの劣化部を除去後、ボード固定用のアンカー、ボード、支保工を設置後、その間隙にモルタルまたはコンクリートを充填して、覆工断面を補修する。

<p>施工概要図</p>	<p>①トンネル覆工補修工事</p> <p>トンネル内巻補強構造図</p> <p>施工フロー写真</p>
<p>適用条件</p>	
<p>施工実績 および 施工時期</p>	<p>①トンネル覆工補修工事</p> <p>鉄道トンネル(民間): H16年      道路トンネル(民間): H22年      追浜トンネル(横須賀市): H24年</p> <p>②高欄リニューアル工事</p> <p>北総鉄道 駅部高欄補修: H20年      北総鉄道 高欄補修・嵩上げ: H21年      鉄道高架橋の高欄補修: H24年</p> <p>③護岸補修工事</p> <p>船着岸壁塩害対策補修: H23年</p>
<p>参考文献・資料等</p>	<p>公益財団法人鉄道総合技術研究所より「高靱性セメントボードを用いた既存鉄道高欄等の補修工法に関する設計・施工指針」が発行(2013年3月)</p>

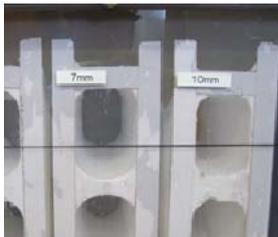
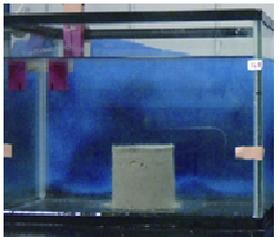
発電所のリニューアルに適用可能な技術・工法に関する調査

対象構造物	水路トンネル、水圧管路 発電所関連施設（発電機基礎、その他（ ））
工事種類	補修・補強・改築・その他（ ）
工法（技術）名称	スペースパック工法
開発会社	大林組
開発時期	2001年 3月
特許の有無	特許 <input checked="" type="checkbox"/> 有り ・ 出願中 ・ 出願予定 ・ 無し
	実用新案 有り ・ 出願中 ・ 出願予定 ・ <input checked="" type="checkbox"/> 無し

工法（技術）の概要	<p>スペースパック工法は、トンネル覆工コンクリートの背面空隙や地下空洞等に可塑性（圧送を停止すると自立する特性）注入材を充填する工法です。高価な材料や特殊な製造設備を用いることなく所要の性能（適度な流動性、収縮や材料分離を起こさない、湧水に対する分離抵抗性を有する、地山の亀裂や覆工面のクラックから漏出しないなど）を確保し、注入設備もモルタルポンプと高所作業車だけなので大幅なコストダウンを実現しました。坑内外どちらでも製造することが可能なため、現場環境に応じた施工が可能であり、制約された時間内に作業の準備や片付け時間を短縮でき、充填作業時間を長くとることができます。長距離圧送も可能で、施工関連設備の配置や施工箇所での設定が容易に調整でき、施工条件の変化にも柔軟に対応可能です。</p>
-----------	--

工法（技術）の特徴	<p><b>施工環境</b> ・可塑性注入材であり限定注入が可能です。また水中分離抵抗性が高いです。</p> <p><b>要求品質</b> ・流動性保持時間、強度の調整が可能です。六価クロムの溶出がありません。</p> <p><b>施工性</b> ・一液性のため品質管理が容易です。施工条件によって製造システムの選択が可能（ミキサ車方式、現場プラント方式）です。長距離圧送が可能なためトンネル孔内の施工設備を最小限にすることができます。</p> <p><b>経済性</b> ・材料数が少なく、全て安価な材料を使用しています。</p>
-----------	--

施工方法	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">特殊増粘材と水を混合して 特殊増粘材スラリーを製造</div> <div style="font-size: 2em; margin: 5px 0;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">特殊増粘材スラリーにセメントを 混合してスペースパックを製造</div> <div style="font-size: 2em; margin: 5px 0;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">（ポンプ車による圧送）</div> <div style="font-size: 2em; margin: 5px 0;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">モルタルポンプ、高所作業車 によるスペースパック充填</div> </div> <p style="text-align: right; margin-top: 10px;">ミキサ車方式 現場プラント方式 選択可</p>
------	--

<p>施工概要図</p>	<p>◆現場条件に応じた施工例</p>  <p>道路トンネル (ミキサ車にて搬入)</p> <p>新幹線トンネル (専用列車にて搬入)</p> <p>水路トンネル (抗口より長距離圧送)</p> <p>◆スペースパックの可塑性</p>  <p>静置時</p> <p>振動・加圧により流動 (15回振動後)</p> <p>◆非漏出性</p>  <p>7mm 10mm</p> <p>材料漏洩を防止 (間隔10mmで漏出は6cm)</p> <p>◆水中分離抵抗性</p>  <p>水中下でも材料分離しない (pH,濁度の変化なし)</p>
<p>適用条件</p>	<p>圧送距離はポンプ車一台に対して500m程度を上限とし、以降は中継ポンプを設けてください。</p>
<p>施工実績 および 施工時期</p>	<p>工事名称：上麻生発電所水圧鉄管路補修工事      施工時期：2006年8月      発注者：中部電力</p>
<p>参考文献・資料等</p>	<p>膨張性材料による可塑状注入材の収縮低減効果の検討、上垣義明、秋好賢治、新村亮、土木学会第68回年次学術講演会（平成25年9月）V-165</p>

発電所のリニューアルに適用可能な技術・工法に関する調査

対象構造物	水路トンネル 水圧管路 発電所関連施設（発電機基礎、その他（ ））
工事種類	補修・補強・改築・その他（ ）
工法（技術）名称	ジョッツ・クリート工法
開発会社	株式会社大林組、財団法人鉄道総合技術研究所、東急建設株式会社、日本化成株式会社、昭栄薬品株式会社
開発時期	年 月
特許の有無	特許 有り・出願中・出願予定・無し
	実用新案 有り・出願中・出願予定・無し

工法（技術）の概要

ジョッツ・クリート工法は、湿式ポリマーセメントモルタル吹付工法であり、初期強度が高く、100mm以上の厚付けを可能とした左官仕上げができる工法である。さらに、従来の工法に比較して、高温時の施工安定性や長距離圧送が可能である。

工法（技術）の特徴

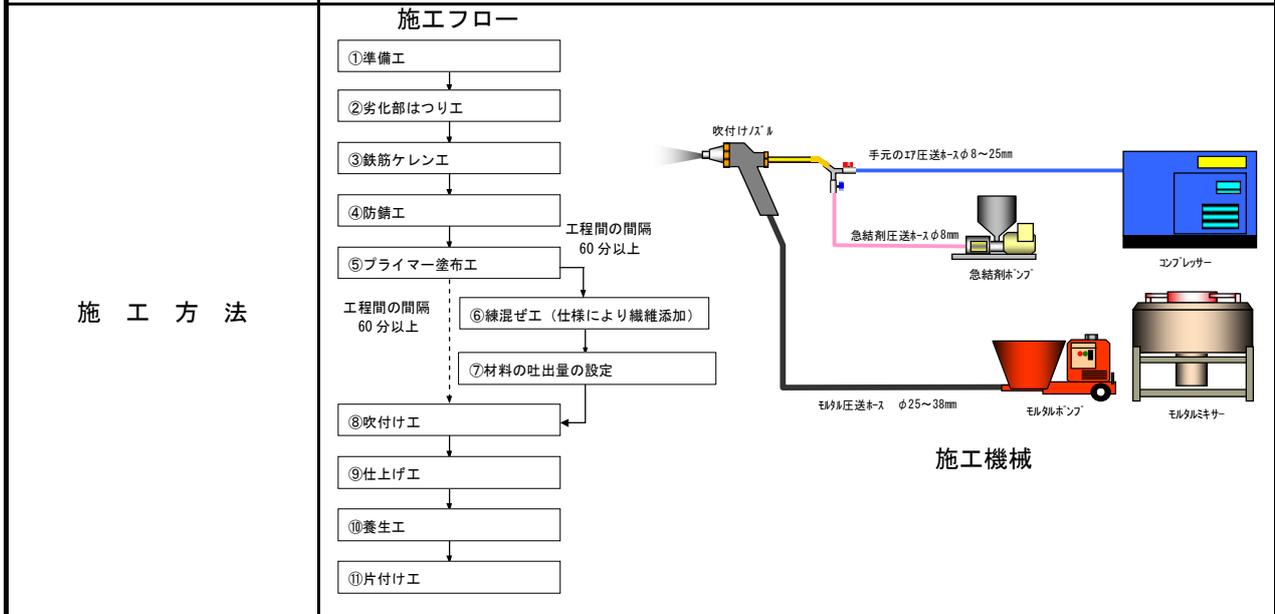
①初期強度発現や耐久性に優れ、短時間で安全性を確保  
地下鉄営業線内天井部吹付けにおいて、吹付2時間後の即時解放でも電車通過時の風圧振動にも耐え、5年経過後も付着強さの低下がないことを確認

②付着性能に優れ、低粉塵、低リバウンドで厚吹きが可能  
1層あたり最大100mmの厚吹きが可能で、従来に比べ10%以上の工程短縮が可能。鉄筋背面での充填性に優れ、交通振動および新幹線通過時の振動環境下でも優れた付着性を確保

③吹付後の左官仕上げが可能で美観を向上  
液体急結剤と特殊ポリマーの働きにより、吹付直後からの金コテ仕上げが可能

④耐火性能に優れ、爆裂による断面欠損が発生しない  
ポリプロピレン短繊維を混入することで、爆裂を防止し耐火性能を付与

⑤コンパクトな設備、材料で交通供用したまま施工可能  
使用設備は一般リース品を使用。2～4 t車を使用した車上プラントとすることで設備の移動が容易でコンパクト化が可能。低粉塵、低リバウンドであることから、片側車線規制での施工が可能



<p>施工概要図</p>	 <p>吹付状況</p>  <p>車載プラント概要</p>  <p>鉄道トンネル補修状況概要図</p>
<p>適用条件</p>	<p>・本材料は吹付施工のみ</p>
<p>施工実績 および 施工時期</p>	 <p>施工前      施工後</p> <p>栈橋塩害補修工事 (施工面積5,700m<sup>2</sup>、厚さ約150mm)</p>  <p>鉄道トンネル覆工補強工事 (施工面積4,00m<sup>2</sup>、厚さ約60mm)</p>  <p>施工前      施工後</p> <p>鉄道高架橋増厚補強・補修工事 (施工面積2,117m<sup>2</sup>、厚さ約50mm)</p>  <p>新設共同溝セグメント2次覆工 (施工面積90m<sup>2</sup>、厚さ約230mm)</p>
<p>参考文献・資料等</p>	<p>「ポリマーセメントモルタルを用いた湿式吹付け断面修復材の初期付着特性について」 土木建設技術シンポジウム2005、2005.7</p> <p>「湿式吹付けポリマーセメントモルタルのポンプ圧送性」 コンクリート工学年次論文集、第27巻CDR、2005</p> <p>「有機短繊維を使用した湿式吹付け高靱性ポリマーセメントモルタルの基礎性状」 コンクリート工学年次論文集、2009 他</p>

発電所のリニューアルに適用可能な技術・工法に関する調査

対象構造物	水路トンネル 水圧管路 発電所関連施設（発電機基礎、 その他（ ））
工事種類	補修・補強・改築・その他（ ）
工法（技術）名称	モール・シールドビルダー工法
開発会社	三井住友建設株式会社
開発時期	2012年 7月
特許の有無	特許 有り・出願中・出願予定・無し
	実用新案 有り・出願中・出願予定・無し

工法（技術）の概要	<p>内空断面10m3未満の小断面トンネルでは、コンクリートの現場打設が困難なため、PCLや鋼板等のプレキャスト部材が採用されることが一般的です。これらのプレキャスト内面補強工は、内燃機関を用いた専用機によって坑内を運搬・設置しますが、小断面トンネルでは、坑内環境の問題から内燃機関を使用することが難しく、また寸法的に専用機器でプレキャスト部材を運搬・設置することが難しい場合が多いため、その適用可能なトンネルは限定されます。</p> <p>モール・シールドビルダー工法は、プレキャスト部材製作段階で運搬・組立てに供する治具類を部材に装着することで、専用機を用いずプレキャスト部材を運搬・設置する工法です。運搬は、着脱式車輪を本体に装着し、電動キャリアなどで牽引して行い、設置や位置調整は予め装着された治具に油圧ジャッキ等を接続して行います。</p>
-----------	---

工法（技術）の特徴	<p>(1) 坑内環境の維持 内燃機関を用いないため、狭小な坑内の環境を清浄に維持して作業できます。</p> <p>(2) 急速施工 部材運搬と設置・調整作業を平行して行えるため、30%近い効率化が可能です。また、運搬距離が長くなるほど、施工効率は改善されます。</p> <p>(3) 設備費の低減 ほぼ、各トンネル毎に製作が必要な専用運搬・設置機が不要になるため、設備費が大きく低減されます。また、機材の解体・保管費用も発生しません。</p>
-----------	--

施工方法	<pre> graph TD     STRAT([STRAT]) --&gt; A[部材地組]     A --&gt; B[坑内搬入]     B --&gt; C[車輪装着]     C --&gt; D[坑内運搬]     D --&gt; E[部材設置]     E --&gt; F[車輪脱着]     F --&gt; G{設置完}     G -- No --&gt; B     G -- Yes --&gt; H[棲型枠設置]     H --&gt; I[背面充填]     I --&gt; END([END])     </pre> <p>モール・シールドビルダー工法の施工手順は従来のプレキャスト部材を用いた内面補強工の施工手順と同一です。 ただし、専用運搬・設置機を用いた場合、設置が終了し、専用機が坑口に戻るまで、次の部材の運搬が行えなかったのに対し、モール・シールドビルダー工法では運搬作業と設置・調整作業を平行して行えるため、作業効率が大きく改善されます。特に、運搬距離が長くなるほど改善率は大きくなります。</p> <p>モール・シールドビルダー工法施工手順</p>
------	--

<p>施工概要図</p>	
<p>適用条件</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・トンネルや暗渠坑口部に、プレキャスト部材搬入のためのラフタークレーン等を設置できること。</li> <li>・水路トンネル等では、水門等の水工構造物とトンネル坑口の間にはプレキャスト部材を搬入できる空間の余裕があること。</li> </ul>
<p>施工実績 および 施工時期</p>	
<p>参考文献・資料等</p>	

発電所のリニューアルに適用可能な技術・工法に関する調査

対象構造物	水路トンネル 水圧管路 発電所関連施設（発電機基礎、 その他（ ））
工事種類	補修・補強・改築・その他（ ）
工法（技術）名称	モール・グラウトWL工法（LG工法）
開発会社	三井住友建設株式会社
開発時期	2006年 10月
特許の有無	特許 有り ・ 出願中 ・ 出願予定 ・ 無し
	実用新案 有り ・ 出願中 ・ 出願予定 ・ 無し

工法（技術）の概要	<p>本工法は、混練りプラント等を坑内に搬入できない内空断面10m2未満の小断面トンネルにおいて、坑外から可塑性充填材を超長距離圧送し、注入する工法の一つです。本工法では、固化材成分の一つにフライアッシュを採用し、そのベアリング効果を利用して固化材を1系統の配管で圧送し、注入直前に可塑性材と可塑保持材を添加して攪拌・混合後、注入します。</p> <p>本工法は5km以上の超長距離圧送(Long Distance)が可能だけでなく、圧送配管、混練りプラント等が1系統でまかなえるため、設備が軽量(Light utility)になります。</p>
-----------	---

工法（技術）の特徴	<p>(1)超長距離圧送(Long distance) 時間4m<sup>3</sup>/hour程度の実用的な圧送量で、5km以上可塑性充填材を圧送できる唯一の工法です。</p> <p>(2)高品質充填材(high Quality) フライアッシュのベアリング効果を利用し、1系統配管で5km以上の圧送性を実現したため、配管や混練プラントが従来の1.5ショット工法の半分でまかなえ、仮設工期、ならびに設備費用が大きく低減されます。</p> <p>(3)広範囲なフライアッシュの使用が可能 石炭産地や焼却炉によって異なるフライアッシュ特性を新開発の流動化調整剤によって調整し、長距離圧送に必要な流動性を担保します。これにより、幅広いフライアッシュの使用が可能になりました。</p>
-----------	--

施工方法	<p>The diagram illustrates the material flow from the external silo and mixing plant, through hoses and measurement sections, to the triple plunger pump located inside the tunnel for injection.</p>
------	---

<p>施工概要図</p>	<p>     配管長（直線のみ）      3 km 3,030m 17,230本 506本      4 km 4,110m 23,550本 688本      管中 0040φ 15.6° 22.7m      4km 0°埋管費用 12.60分      3,000m埋管用土量 3,000m<sup>3</sup>      埋管用土量 3,000m<sup>3</sup> </p> <p>     人員配置      調査員 1名      測量員 1名      土木技師 1名      現場監督 1名      作業員 1名      計 画 1名   </p>
<p>適用条件</p>	<p>       圧送距離 プラントヤード ~5km程度        ・20 tトラック、20 tトレーラーが進入可能なこと        ・100m<sup>2</sup>程度の平地が確保できること        ・15m<sup>3</sup>/hour程度の混練り水供給可能であること        ・もしくは20m<sup>3</sup>水槽が設置可能なこと     </p>
<p>       施工実績        および        施工時期     </p>	
<p>参考文献・資料等</p>	<p>       山地宏志、高橋直樹、桜井春輔：小断面トンネルリニューアル工法、電力土木、No. 350、2010. 11.        山地宏志、林豊、桜井春輔：覆工背面空洞充填工における石炭灰有効利用技術の開発、電力土木、No. 356、2011. 11     </p>

発電所のリニューアルに適用可能な技術・工法に関する調査

対象構造物	水路トンネル 水圧管路 発電所関連施設（発電機基礎、 その他（ ））
工事種類	補修・補強・改築・その他（ ）
工法（技術）名称	モール・グラウトWQ工法
開発会社	三井住友建設株式会社
開発時期	2006年 10月
特許の有無	特許 有り・出願中・出願予定・無し
	実用新案 有り・出願中・出願予定・無し

工法（技術）の概要	<p>本工法は、混練りプラント等を坑内に搬入できない内空断面10m2未満の小断面トンネルにおいて、覆工背面空洞充填を坑外からの超長距離圧送で行うための工法です。その圧送方式はA材、B材を個別に混練り・圧送し、注入直前でリミキシング・ポンプによりA材・B材を攪拌・混合する1.5ショット注入工法です。</p> <p>同工法は日本で始めて3km以上の超長距離圧送を実証した工法ですが、そのほかに大容量圧送(large Quantity)による急速施工と、高品質(high Quality)の比溶性性を備えた、短工期の水路トンネル補修に適した工法です。</p>
-----------	---

工法（技術）の特徴	<p>(1)大容量圧送(large Quantity) 時間18m3/hour以上の大容量圧送が可能のため、工期が限定される長大水路トンネルの覆工背面空洞充填に適します。</p> <p>(2)高品質充填材(high Quality) 充填材は、湧水下でも分離せず確実に固化し、「矢板トンネルの背面空洞注入工設計・施工要領（東日本高速道路株式会社、中日本高速道路株式会社、西日本高速道路株式会社：2006年）」で規定された充填材の要求品質を満たす他、固化後の溶出性は「水道法に基づく飲用水基準（厚生労働省令第101号：平成15年）」で定められた水道機器の基準を満たします。このため水質基準の厳しい上水道トンネル等の補修にも適します。</p>
-----------	---

施工方法	<p>坑外設備</p> <p>坑内設備</p> <p>流量感知部</p> <p>流量記録計</p> <p>充填</p> <p>リミキシングポンプ</p> <p>A/B材混合管</p> <p>A材圧送ポンプ</p> <p>B材圧送ポンプ</p> <p>A材アジテータ</p> <p>B材アジテータ</p> <p>A材ミキサー</p> <p>B材ミキサー</p> <p>流量感知部</p> <p>流量記録計</p> <p>坑内注入状況</p> <p>ミキサー・アジテータ・圧送ポンプ等設置状況</p>
------	--

<p>施工概要図</p>	
<p>適用条件</p>	<p>圧送距離 プラントヤード</p> <p>～3km程度</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・20 tトラック、20 tトレーラーが進入可能なこと</li> <li>・100m<sup>2</sup>程度の平地が確保できること</li> <li>・15m<sup>3</sup>/hour程度の混練り水供給可能であること</li> <li>・もしくは20m<sup>3</sup>水槽が設置可能なこと</li> </ul>
<p>施工実績 および 施工時期</p>	
<p>参考文献・資料等</p>	<p>山地宏志、高橋直樹、桜井春輔：小断面トンネルリニューアル工法、電力土木、No. 350、2010. 11.          山地宏志、林豊、桜井春輔：覆工背面空洞充填工における石炭灰有効利用技術の開発、電力土木、No. 356、2011. 11</p>

発電所のリニューアルに適用可能な技術・工法に関する調査

対象構造物	水路トンネル 水圧管路 発電所関連施設（発電機基礎、 その他（ ））
工事種類	補修・補強・改築・その他（ ）
工法（技術）名称	モール・ドリリング工法
開発会社	三井住友建設株式会社
開発時期	2006年 10月
特許の有無	特許 有り・出願中・出願予定・無し
	実用新案 有り・出願中・出願予定・無し

工法（技術）の概要	<p>ロックボルトによる縫付け工は、有効で経済的なトンネル補修・補強ですが、断面3m<sup>2</sup>未満の極小トンネル等ではロックボルト打設に供することのできる機器がなく、これまでほとんど実施されていませんでした。本工法は、動力源等が供給されない極小空間において、坑内環境を維持してボルト施工を可能としたモール・ドリリング・システムの開発により、極小トンネルでのロックボルト補修・補強工を実現した工法です。また、自穿孔式中空ボルトの採用により、トンネル幅以上のロックボルト打設も、併せて、可能としました。</p>
-----------	--

工法（技術）の特徴	<p><b>モール・ドリリング・ゲシステムの特徴</b></p> <p>(1) 空気配管だけで、打撃、フィード、回転の削孔作業と粉塵吸引作業を遠隔操作で行え、動力線や給水管の敷設・配管は不要です。</p> <p>(2) 削孔で生じた粉塵は口元のパッカーから、直接、サイクロンで吸引し、その排気を直列に繋いだバキュームのフィルターで洗浄するため、浮遊粉塵のない快適な構内環境が維持されます。</p> <p>(3) トンネル幅1.5～2.0m、打設角0～45°のロックボルト打設には、軽量で分解組み立てが可能なType-Aが、またトンネル幅1.8m～3.0m、打設角45～90°のロックボルト打設にはType-Bのドリルシステムが適します。</p> <p><b>自穿孔式中空ボルトの施工</b></p> <p>(1) 自穿孔式のため、孔が自立しない未固結な地山等でもロックボルトと施工が可能です。また、乱れた粘土層の削孔には逆フラッシング型自穿孔ビットをお勧めします。</p> <p>(2) ボルト中央の中空から定着剤を注入し、ビットのフラッシングホールから孔内に逆流させるため、隙間のない定着が可能です。</p>
-----------	---

施工方法	<p>n本目ボルト打設終了-ドリフター後退/ボルト脱着</p> <p>削孔再開</p> <p>注入用カブラーから定着材充填</p> <p>カブラーで(n+1)本目ボルト接続</p> <p>ドリフターにボルト再接続</p>
------	--

<p>施工概要図</p>	<p>第一調整橋 第二調整橋 側面図 平面図 断面図 ロックボルト施工 (2本/断面) (断面A) ロックボルト施工 (2本/断面) (断面B)</p>
<p>適用条件</p>	<p>モール・ドリリングシステム Type-A      適当可能トンネル トンネル幅1.5~1.8m      打設可能角度 0~45°      打設可能ロックボルト長 トンネル幅未満      モール・ドリリングシステム Type-B      適当可能トンネル トンネル幅1.8~3.08m      打設可能角度 -45~90°      打設可能ロックボルト長 3.0m</p>
<p>施工実績 および 施工時期</p>	
<p>参考文献・資料等</p>	<p>山地宏志、高橋直樹、桜井春輔：小断面トンネルリニューアル工法、電力土木、No. 350、2010.11.      山地宏志、中野陽一、清水則一、桜井春輔：ロックボルトによる極小断面トンネル補修の設計と施工法、建設機械、Vol. 46、No. 9、2010.08</p>

発電所のリニューアルに適用可能な技術・工法に関する調査

対象構造物	水路トンネル、水圧管路 発電所関連施設（発電機基礎、その他（ ））
工事種類	補修・補強・改築・その他（ ）
工法（技術）名称	馬蹄形トンネル鋼板内巻改修工法（STM）
開発会社	新日本製鐵(株) ※現在は、日鉄住金P&Eの技術となっています。
開発時期	昭和 61年 4月
特許の有無	特許 有り・出願中・出願予定・無し
	実用新案 有り・出願中・出願予定・無し

工法（技術）の概要

老朽化した既設馬蹄形トンネル内に、僅かに小さい相似形断面の内巻き鋼板を専用台車により運搬・据え付けて、接合するトンネル改修工法。通水断面の減少を最小限にとどめ（既設トンネルと鋼板との隙間は標準50mm）、粗度係数の改善により通水性能の維持・向上が図れる。鋼板厚は土圧、地下水等の全荷重により決定するため、強度面での回復が図れる。

工法（技術）の特徴

①既設トンネルの断面および平面・縦断線形に対し、最も近い断面のトンネル改修ができ、粗度係数（流速係数）の改善により通水性能の維持・改善が図れる。  
 ②土圧・地下水圧等の荷重を考慮して鋼板の厚さを決定するので、強度面でのトンネル機能を回復できる。  
 ③内巻鋼板は専用台車による運搬・据え付け、自動・半自動の溶接により、工期の短縮が図れる。

施工方法

■工事フロー

内巻鋼板施工時断面図

<p>施工概要図</p>	
<p>適用条件</p>	<p style="text-align: center;">/</p>
<p>施工実績 および 施工時期</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・北陸農政局 国営信濃川左岸農業水利事業 新潟県小千谷市 昭和63年～平成3年</li> <li>・新潟県六日町農地事務所 小栗山地区ため池等整備事業 新潟県六日町市 平成3年～平成8年</li> <li>・新潟県長岡地域振興局 県営かんがい排水事業 新潟県長岡市 平成23年～</li> </ul> <p>ほか多数</p>
<p>参考文献・資料等</p>	<p style="text-align: center;">/</p>