R5 水利施設保全管理補修部門 中央研修会

補修工事における生産性向上技術「左官アシスト工法」

株式会社 南組

技術と共に前へ

南　真樹

もくじ

1	左官アシスト工法と普及背景
2	適用対象の工法
3	官民連携研究開発事業の成果
4	施工事例の紹介
5	今後の展開

1 左官アシスト工法と普及背景

左官アシスト工法と普及背景

■ 機械化施工「左官アシスト工法」とは

左官技能者の作業工程の9割を自動機械化することで1人当たりの施工量を増やし、さらに施工品質を平準化することで補修工事の生産性向上を可能とした省人化技術。

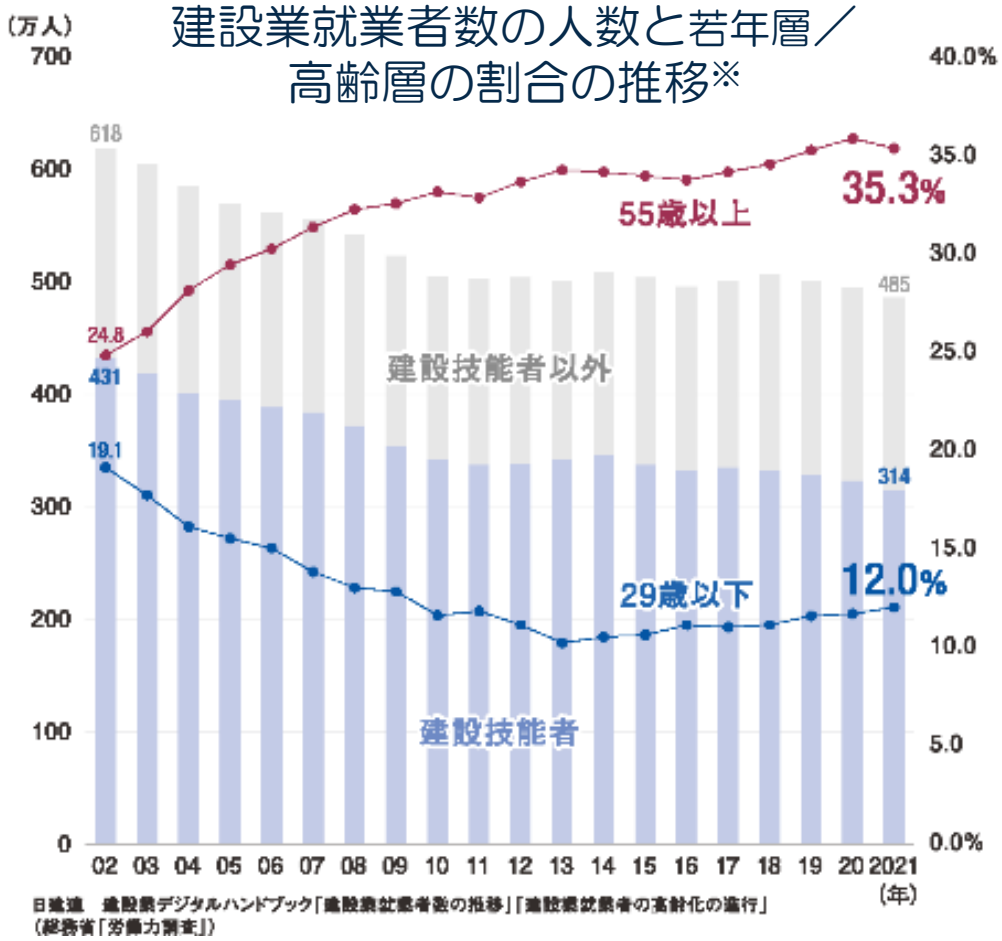
➢ 登録／認定

- 特許：第6689143号
- 商標登録：第5912487号
- NETIS：HK-170017-A　／　ARIC：1245
- 農業水利施設保全補修ガイドブック2022掲載
- （公社）発明協会主催R３年度北海道地方発明表彰にて『日本弁理士会会長賞』受賞

■ 工法普及の背景

① 専門技能者の高齢化・担い手不足

- 建設就業者数は年々減り続け、高齢層の割合が急激に増加している。
- 55歳以上の建設技能者は全体の35%を占める一方、29歳以下の技能者は全体の12%程度。



※　出所：日本建設業連合会リーフレット②

②　「2024年問題」への対応

長時間労働を是正するためには現場の週休2日制が必須。

週休2日制の実現には現場条件を考慮した適切な工期設定が不可欠。

現場の生産性向上が求められる。

③ 補修後の変状

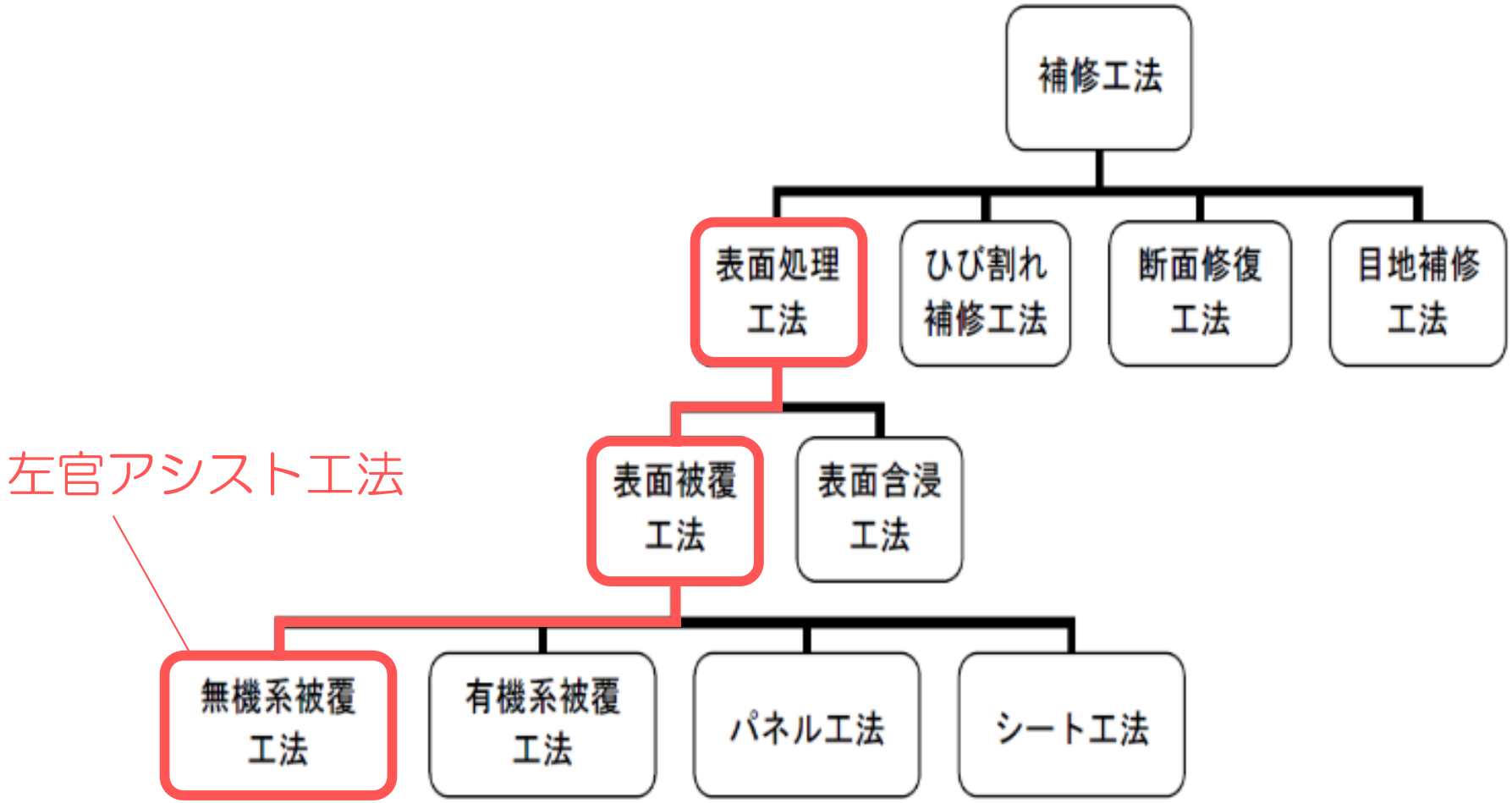
施工後早期にひび割れや浮き・剥離といった変状を生じることも多く、恒久的な長寿命化対策にはなり得ていないのが現状。要因として「材料自体の耐久性が不十分」であることや「材料が期待していた硬化物になっていない」ことが挙げられる。

補修材の早期劣化の事例

2　適用対象の工法

適用対象の工法

■　開水路における現在の補修工法※



※　農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル【開水路編】を参考

■ 無機系表面被覆工法

- 主としてポリマーセメントモルタル等を用いて開水路の表面を被覆する工法。
- 表面被覆材として使用されるポリマーセメントモルタルは、セメント、細骨材、セメント混和用ポリマー、混和材及び補強用繊維等から構成される。
- 薄層の補修断面となるため補強用短繊維をモルタルに配合する事が多いが、短繊維の配合量が増えるにつれて流動性が低下する傾向があるため、均一な吹き付けや表面仕上げに熟練した左官技術が要求される。

■ 靭性系材料の有効性

- 開水路のような長さのあるコンクリート構造物では季節変動に伴う伸び縮みがある。そのため通常のポリマーセメントモルタルの被覆では温度変化による母材コンクリートの変形に追従出来ず、施工後早期に表面にひび割れが生じることがある。
- 短繊維を多く配合することでひび割れ抑制効果が期待出来る一方で流動性の低下を招きやすい。そのため吹付け後の凹凸調整（粗仕上げ）や表面仕上げに熟練度が要求される。
- 練り混ぜを確実にするため靭性系材料には空気連行剤が多く配合されており、施工面に吹付けることで余分な空気が消失し、適切な空気量に変化する特徴がある。

■ 従来の無機系表面被覆工法（吹付工法）

① モルタル吹付け
湿式工法による吹付け

② 吹付け面の粗仕上げ
木鏝や中塗鏝で凹凸調整や粗均し

③ 表面仕上げ
金鏝による表面仕上げ

■　従来の無機系表面被覆工法（吹付工法）

① モルタル吹付け
湿式工法による吹付け

②吹付け面の粗仕上げ
木鏝や中塗鏝で凹凸調整や粗均し

③ 表面仕上げ
金鏝による表面仕上げ

■　従来の無機系表面被覆工法（吹付工法）

① モルタル吹付け
湿式工法による吹付け

② 吹付け面の粗仕上げ
木鏝や中塗鏝で凹凸調整や粗均し

③表面仕上げ
金鏝による表面仕上げ

■　機械による無機系表面被覆工法（吹付工法）

① モルタル吹付け
湿式工法による機械式吹付け

② 吹付け面の粗仕上げ
均し機械による凹凸調整・粗仕上げ

③ 表面仕上げ
金鏝による表面仕上げ（熟練度不問）

■　機械による無機系表面被覆工法（吹付工法）

① モルタル吹付け
湿式工法による機械式吹付け

②吹付け面の粗仕上げ
均し機械による凹凸調整・粗仕上げ

③ 表面仕上げ
金鏝による表面仕上げ（熟練度不問）

■　機械による無機系表面被覆工法（吹付工法）

① モルタル吹付け
湿式工法による機械式吹付け

② 吹付け面の粗仕上げ
均し機械による凹凸調整・粗仕上げ

③表面仕上げ
金鏝による表面仕上げ
（熟練度不問）

■　機械による無機系表面被覆工法（吹付工法）

■ 従来工法との比較

① 生産性の向上（1/4）

- 表面被覆工（左官）※

  吹付機による施工が困難であり、左官により表面被覆（無機系被覆材）及び仕上げを行う場合に適用。

- 表面被覆工（吹付）※

  水路幅800mm以上で、吹付機により表面被覆（無機系被覆材）後、左官仕上げを行う場合に適用。

- 表面被覆工（左官アシスト工法）

  水路幅800mm以上で、吹付機により表面被覆（無機系被覆材）後、左官仕上げを行う場合に適用。（想定側壁高：2.0m）

※　出所：土地改良工事積算基準（土木工事）令和5年度

■ 従来工法との比較

① 生産性の向上（2/4）

- 吹付工法よりも53%減（左官工では80%減）

	標準歩掛※		協会歩掛
	左官工法	吹付工法	左官アシスト工法
世話役	1	1	1
特殊作業員	1	5	3
普通作業員	3	4	2
左官工	4	5	1
計	9	15	7

※　出所：土地改良工事積算基準（土木工事）令和5年度

■ 従来工法との比較

① 生産性の向上（3/4）

- 吹付工法よりも約13%増

	標準歩掛※		協会歩掛
	左官工法	吹付工法	左官アシスト工法
日当り施工量（㎡）	65	115	130

※　出所：土地改良工事積算基準（土木工事）令和5年度

■ 従来工法との比較

① 生産性の向上（4/4）

- 吹付工法よりも約10%減

	標準歩掛※		協会歩掛
	左官工法	吹付工法	左官アシスト工法
1㎡当り単価（円）	9,850	10,300	9,190

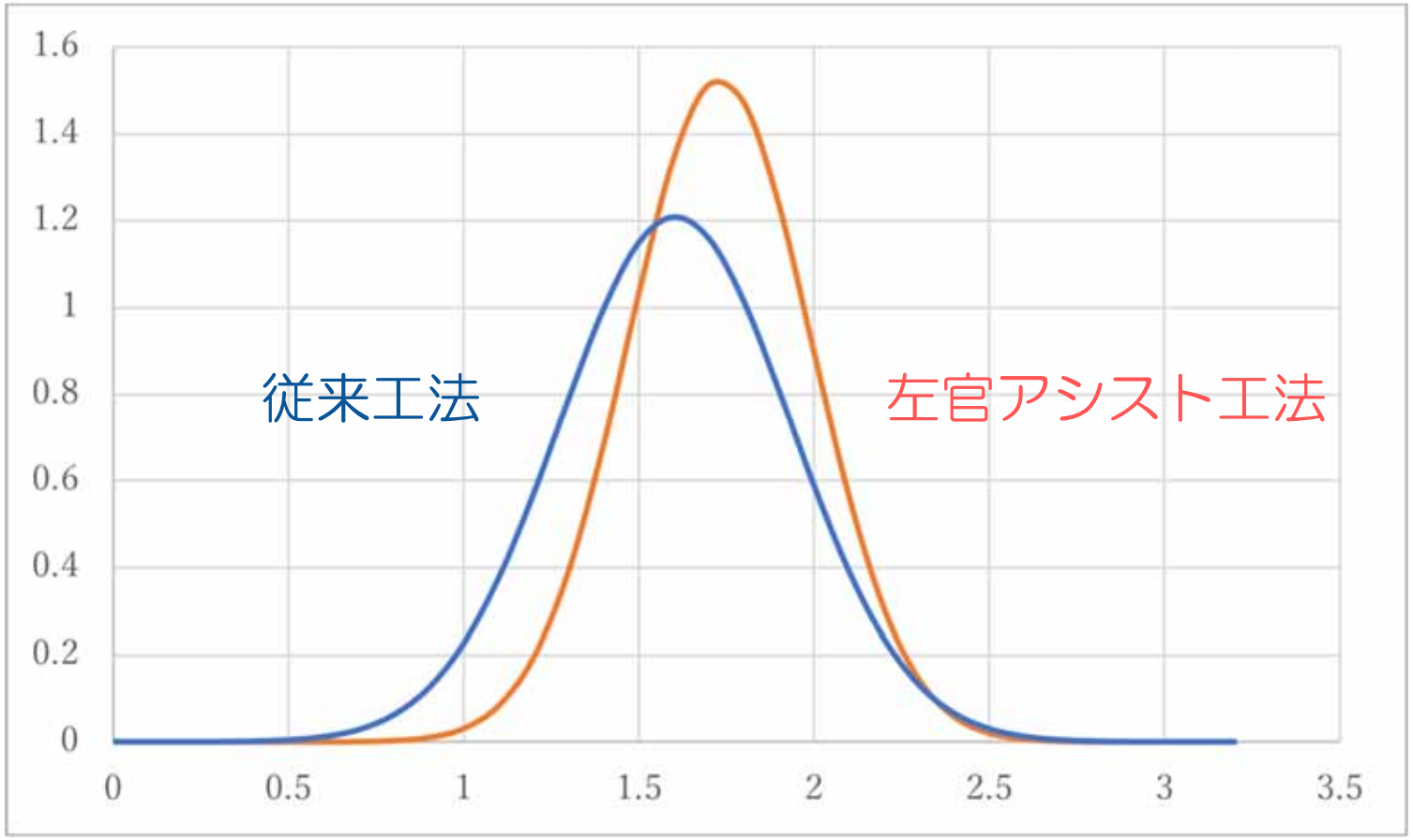
※　土地改良工事積算基準（土木工事）令和5年度を基に算出

■ 従来工法との比較
② 付着性のばらつき解消（1/2）

- 縦1.0m×横2.0mのコンクリート壁面に従来工法と左官アシスト工法による表面被覆を施工。
- 施工後に引張試験を実施して付着性のばらつきを評価。　（材齢7日、各工法33箇所ずつ）

■ 従来工法との比較
② 付着性のばらつき解消（2/2）

33箇所の測定値を基に2つの工法の正規分布を作成



■ 従来工法との比較

③ 材料ロスが少ない

- 吹付工法よりも約55%減

均一な吹付けにより施工厚を一定に保つことができ、
材料ロスを最小限に抑えることが可能。

	標準歩掛※		協会歩掛
	左官工法	吹付工法	左官アシスト工法
使用材料のロス率（%）	8	18	10

※　出所：土地改良工事積算基準（土木工事）令和5年度

3 官民連携研究開発事業の成果

官民連携研究開発事業の成果

■　新たな施工機械の開発

農林水産省の官民連携新技術研究開発事業（H30年度採択）において機械化施工の対象範囲を拡大すべく、以下の施工機械を開発。

側壁曲線部対応用の機械

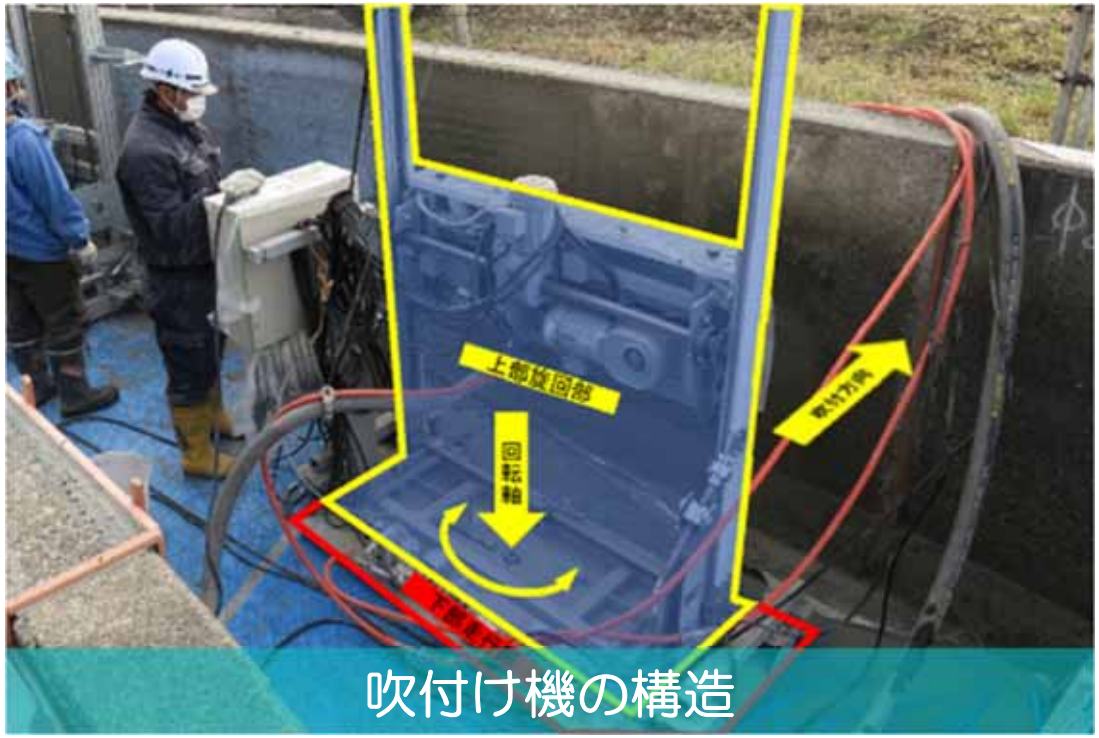
底版用機械

■　側壁曲線部対応用の機械

開水路には曲線部の区間も存在する。

■ 側壁曲線部対応用の機械

➢ 曲線部用機械の構造

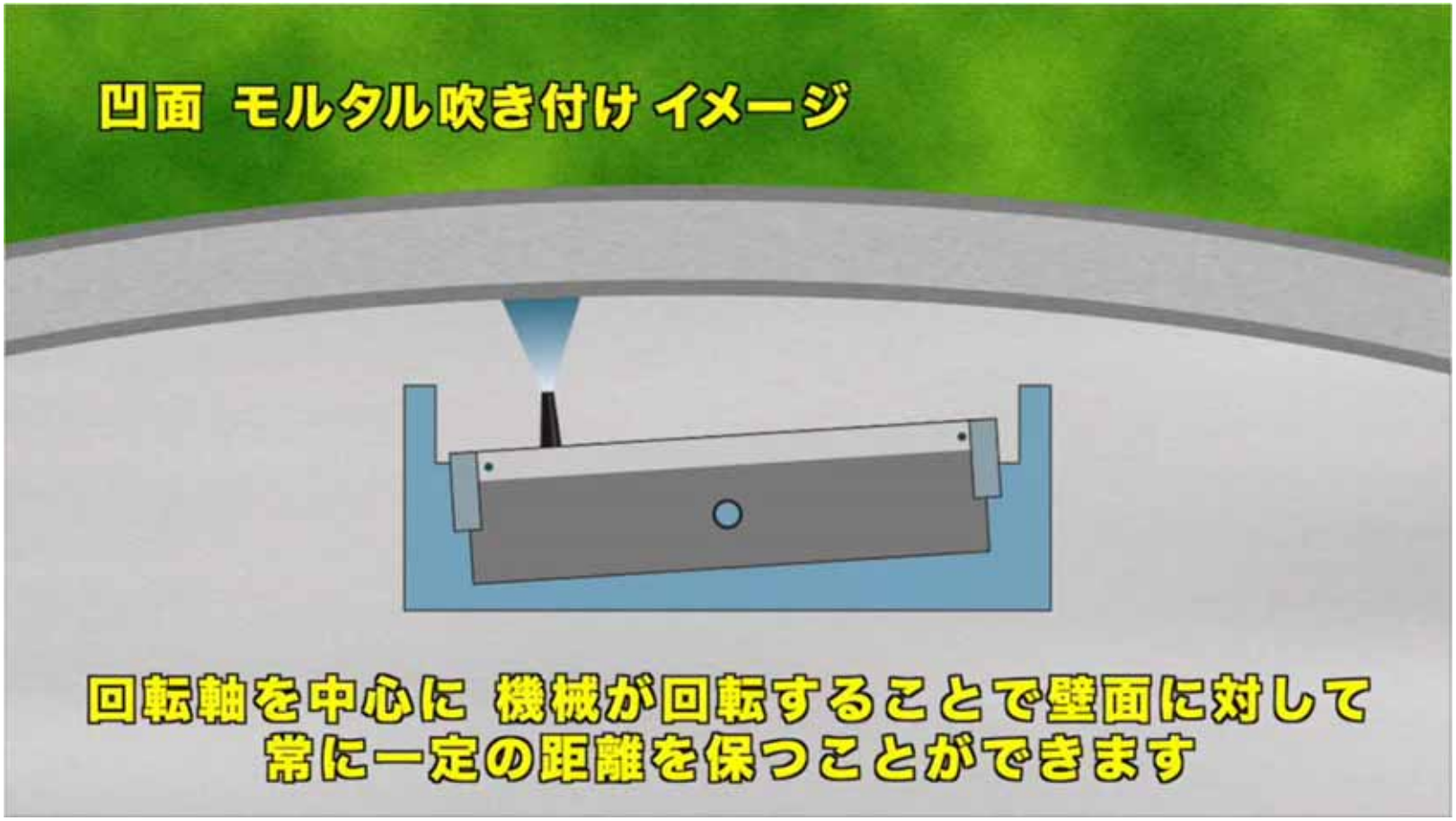


吹付け機の構造

- 吹付け機は、本体が軸を中心として回転する機構により吹付面との距離が一定に保たれる仕組み。
- 均し機は、湾曲したブレードを使用して吹付面を均す仕組み。

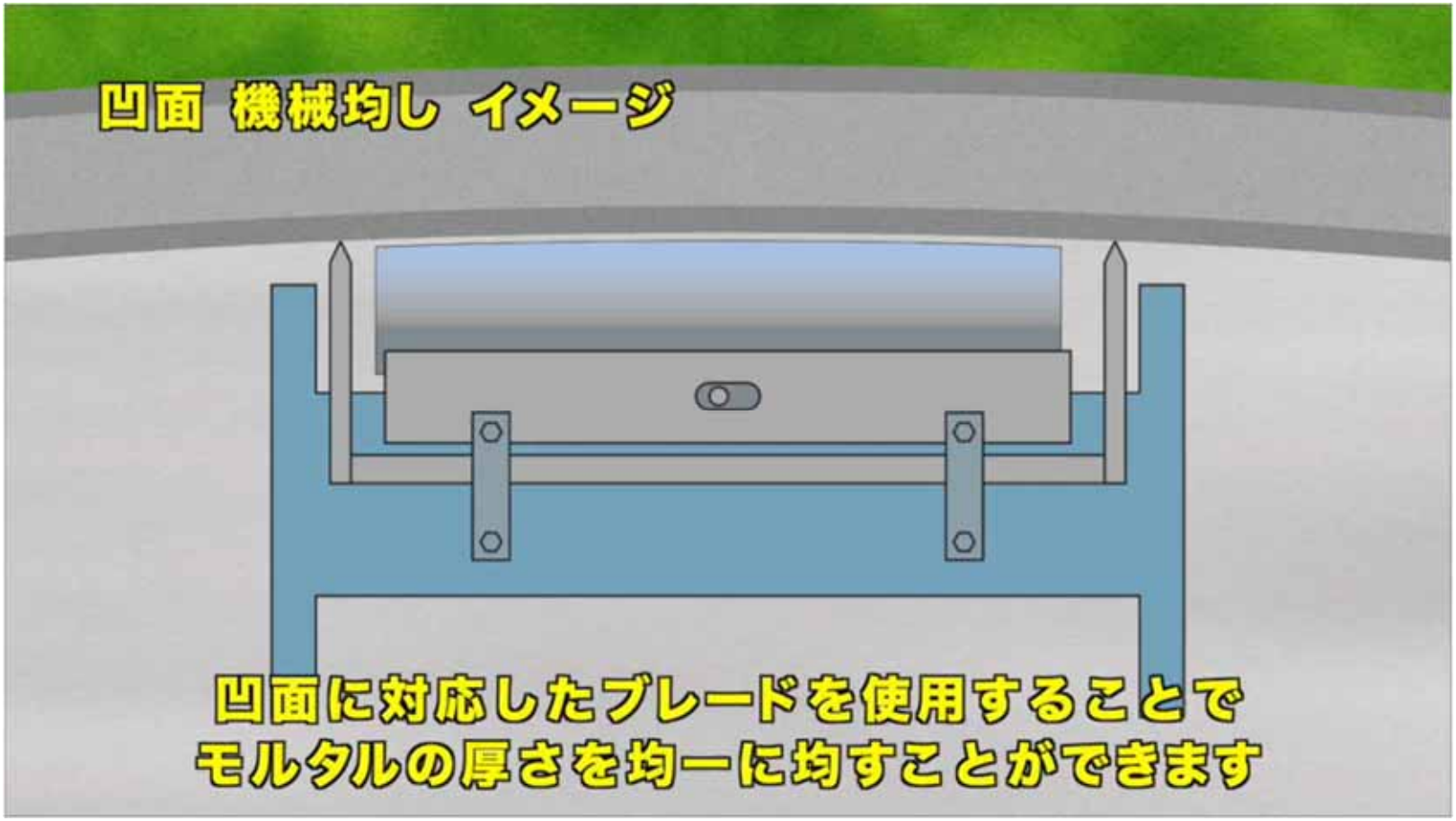
■　側壁曲線部対応用の機械

➢ 吹付け機の施工イメージ



■　側壁曲線部対応用の機械

➢ 均し機の施工イメージ



■　底版用機械

➢ 機械の構造

- 吹付機・均し機一体型
- 吹付：車輪を自動で駆動させ移動しながら吹き付ける。
- 均し：基準位置を側壁に設定し、機械と連動したレーザーにより基準線を視準してブレードを固定する。

■　底版用機械

➢ 施工状況

左官アシスト
底　版　用
農業用水路の補修工法の一つであるモルタル被覆の
左官作業を自動化した機械化施工
株式会社 南 組

4 施工事例の紹介

施工事例の紹介

■ 尾白利加ダム余水吐補修外一連工事

- 余水吐の壁高7.5mを施工。
- 従来施工の場合では仮設足場を設置する必要があるが、本技術を活用することで仮設足場上での施工を最小限にとどめることが可能となり、転落墜落災害の危険性を大幅に減らすことができた。

発注：北海道開発局札幌開発建設部
令和4年1～2月施工

■ 八代幹線水路（２－１工区）改修工事

- 九州地方において初めて導入。
- 九州農政局や熊本県内外の設計コンサルタント会社・施工会社から30名を超える参加者が見学。
- 「人材不足にマッチした工法だ」や「施工スピードがかなり早い」といった声があがった。

発注：九州農政局八代平野農業水利事業所
令和3年11～12月施工

■ 南部主幹線用水路（その1）工事

- 農政局発注工事として初めて施工承諾を経て採用。
- 施工面積の設計増により、工期の十分な確保が難しい中、工程短縮と仕上がり品質を両立可能な創意工夫技術として高く評価された。
- 補修後も良好な状態を維持して現在に至る。

発注：東北農政局岩手山麓水利事業所
平成30年1月施工

■ 那賀川小松島 立江用水路3工事

- 小断面用の施工機械が初めて稼働。
- H=1.0m、B=1.6mの小断面水路においても生産性が向上する工法であることを確認した。
- 施工見学会には中国四国農政局や徳島県から約20名が参加した。

発注：徳島県東部農林水産局
令和元年11～12月施工

■　下飯田用水路2期地区用水路補修3工事

- 技能者の熟練度の違いによる品質の差が大きく、安定した品質に対する潜在的な需要があった。
- 施工見学会には約40名が参加。
- 地元テレビ局や新聞でも先進的な取り組みとして取り上げられ話題となった。

発注：静岡県西部農林事務所
平成29年10月施工

■　野洲川上流部地区土山導水路試験施工

- 滋賀県土地改良事業団体連合会主催の講習会の1プログラムとして開催。
- 50名を超える参加者からは、施工スピードと高い精度の仕上がり品質に対して驚きの声があがった。
- 施工後に他地域での見学会開催の要望が増えた。

協力：滋賀県野洲川土地改良区
平成29年10月20日施工

■ 若旅導水幹線水路試験施工

- 北海道外における初めての試験施工。
- 「働き方改革」の言葉が登場する前にも関わらず、行政・研究機関、設計コンサルタント、施工業者から約40名が参加。
- 施工後も各方面から高い関心を集めた。

協力：栃木県鬼怒川南部土地改良区連合
平成29年3月3日施工

5 今後の展開

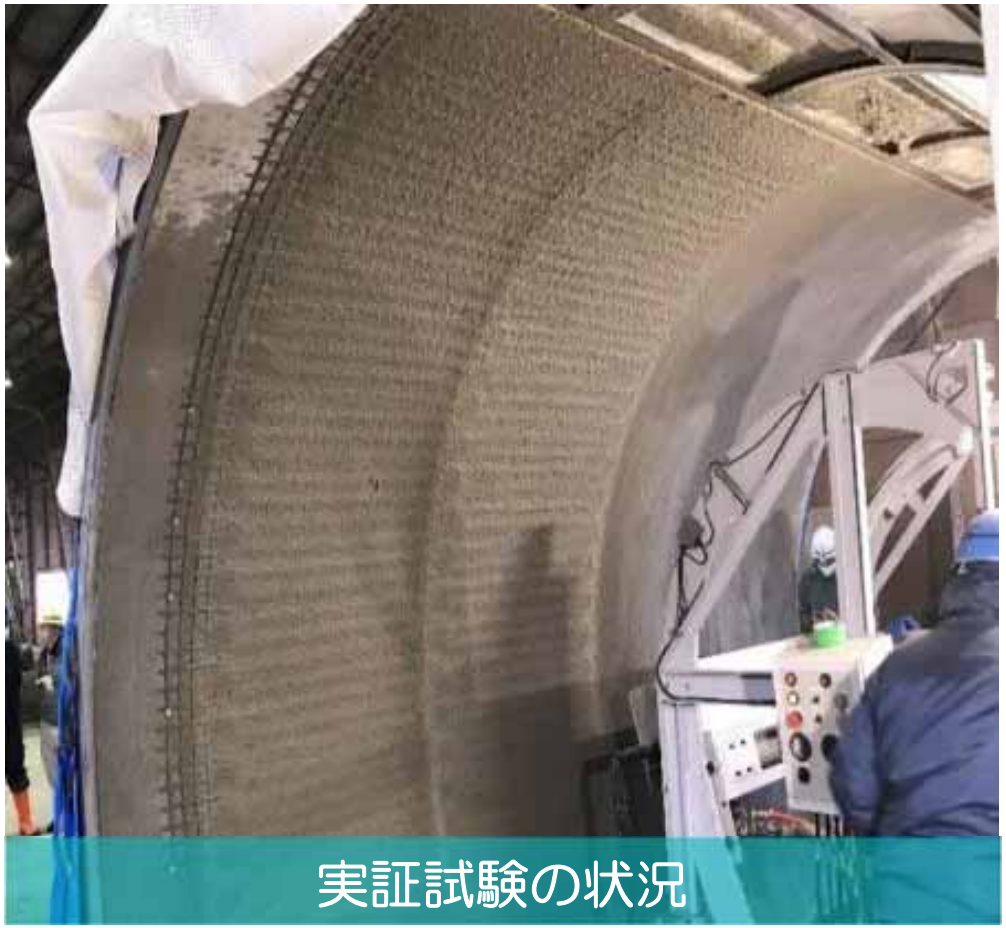
今後の展開

■　導水トンネル施工用機械の開発

トンネル用均し機

- トンネルのアーチ形状に合わせたフレームに沿って吹付け機と均し機がそれぞれ動作する。
- 左右の側壁をそれぞれ半断面ずつ施工する。
- 「施工厚管理ロッド」により所定の修復材打設厚が確保できる。

■　導水トンネル施工用機械の施工検証



実証試験の状況

- 補強用FRP格子筋を配置してから機械施工を実施。
- 開水路での施工と同様に精度の高い施工品質を確認。
- 実験結果は令和4年度土木学会全国大会にて発表。発表者は「年次学術講演会講演者表彰」を受けた。

■ 橋梁補修分野での施工機械の開発

- 足場上での作業が多いことから重量物の適用が難しい。
- 空間的な制約がある。

▼

- 機械自体の軽量化・小型化を図る。
- 操作を平易化して扱いやすい機械を目指す。

一箇所当たりの施工面積が開水路よりも小さく、且つ点在している補修部位においても効率化が図れる機械の開発に着手。

■　今後の機械化施工の適用範囲

開水路

函渠

水路トンネル

頭首工（堤体）

参考文献など

参考文献

- 南真樹・西谷内龍司（2019）：「左官アシスト」を用いたコンクリート補修工法の導入，2019 年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集，pp.50-51
- 南真樹・西谷内龍司・石神暁郎・緒方英彦・濱幸雄（2020）：超高耐久性断面修復・表面技術の開発（その2），2020 年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集，pp.539-540
- 西谷内龍司・南真樹・石神暁郎・緒方英彦・濱幸雄（2020）：超高耐久性断面修復・表面技術の開発（その3），2020 年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集，pp.541-542
- 農林水産省（2021）：官民連携新技術研究開発事業，高炉スラグ系材料及び機械化施工による超高耐久性断面修復・表面被覆技術，研究成果報告書
- 南真樹・西谷内龍司・金沢智彦・山口健輔・石神暁郎・長島繁男・緒方英彦・濱幸雄（2021）：高炉スラグ系材料及び機械化施工による超高耐久性断面修復・表面被覆技術の開発，ARIC情報143，pp.16-25

参考文献

- 春田克樹・森田篤・浅井秀明・水谷和彦・南修・南真樹・西谷内龍司（2022）：導水路トンネルにおける補修機械の開発，令和4年度土木学会全国大会第77回年次学術講演会，VI-342
- 一般社団法人日本建設業連合会：建設業の担い手働き方の現状，日本建設業連合会リーフレット②
- 農林水産省農村振興局整備部設計課施工企画調整室：農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル【開水路編】（令和5年3月）
- 農林水産省：土地改良工事積算基準　（土木工事）令和５年度

ご清聴ありがとうございました。

お問合せ

株式会社 南組

札幌支店　：札幌市豊平区月寒東2条17丁目3-75
TEL 011-595-7082　FAX 011-853-0220

東京営業所：東京都世田谷区北沢3-2-11 レガーロ東北沢3-8
TEL 03-3481-9177

(一社) コンクリート保全技術協会

事務局：札幌市豊平区月寒東2条17丁目3-75
TEL 011-595-7084　FAX 011-853-0220