

## 第9回 四国ICT施工活用促進部会

## ～3Dプリンタ護岸で造る建設DXの最前線～



仁淀ブルーの名所【にご淵】※写真提供：kanaさん

make a change.  
福留開発株式会社



社名 福留開発株式会社 ( FUKUDOME CORPORATION )

本社 高知県高知市南宝永町

代表 代表取締役 大場 将史

創業 1951年(S26)10月

資本金 4,000万円 従業員数 91名

完成工事高 40億円

事業内容 土木建設業 太陽光発電事業  
車両整備事業 飲食事業主要発注者 国土交通省 四国地方整備局(河川、道路、砂防、港湾)  
高知県 高知市 上下水道局

## 主な受賞歴

2020 ● 令和元年度i-Construction大賞 優秀賞受賞

2022 ● 令和3年度i-Construction大賞 局長賞受賞

2025 ● 令和6年度インフラDX大賞 国土交通大臣賞受賞

make a change.  
福留開発株式会社



# 概要説明



1

make a change.  
福留開発株式会社

## 工事概要

工事名：令和4-5年度  
仁淀川中島地区下流護岸外(その1)工事

工事期間：令和5年5月1日～令和6年3月29日

請負金額：¥327,272,000- (内消費税¥29,752,000-)

工事場所：高知県 土佐市 中島・用石地先

発注者：国土交通省 四国地方整備局 高知河川国道事務所  
仁淀川出張所

施工者：福留開発株式会社

工事内容：

【中島工区】河川土工：掘削工 V=790m<sup>3</sup> 盛土工 V=7,760m<sup>3</sup>

法面整形工 A=2,070m<sup>2</sup>

法覆護岸工：プレキャスト基礎 L=208m

コンクリートブロック工 A=2,618m<sup>2</sup>

張コンクリート A=85m<sup>2</sup>

天端保護工1式、護岸付属物工1式

根固め工：根固めブロック工 N=206個

構造物撤去工：1式

仮設工：工事用道路工1式、土留・仮締切工N=537枚

水替工1式、

【用石工区】河川土工：掘削工 V=15,700m<sup>3</sup>

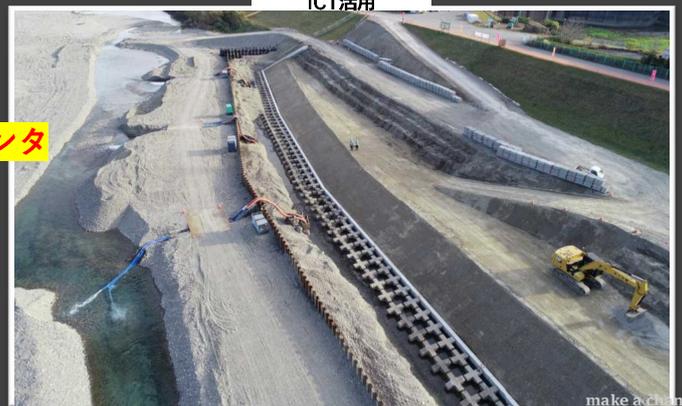
残土処理工1式 粒度調整工V=8,050m<sup>3</sup>

仮設工1式

※全面的ICT活用・受注者希望型BIM/CIM活用実施工事！2



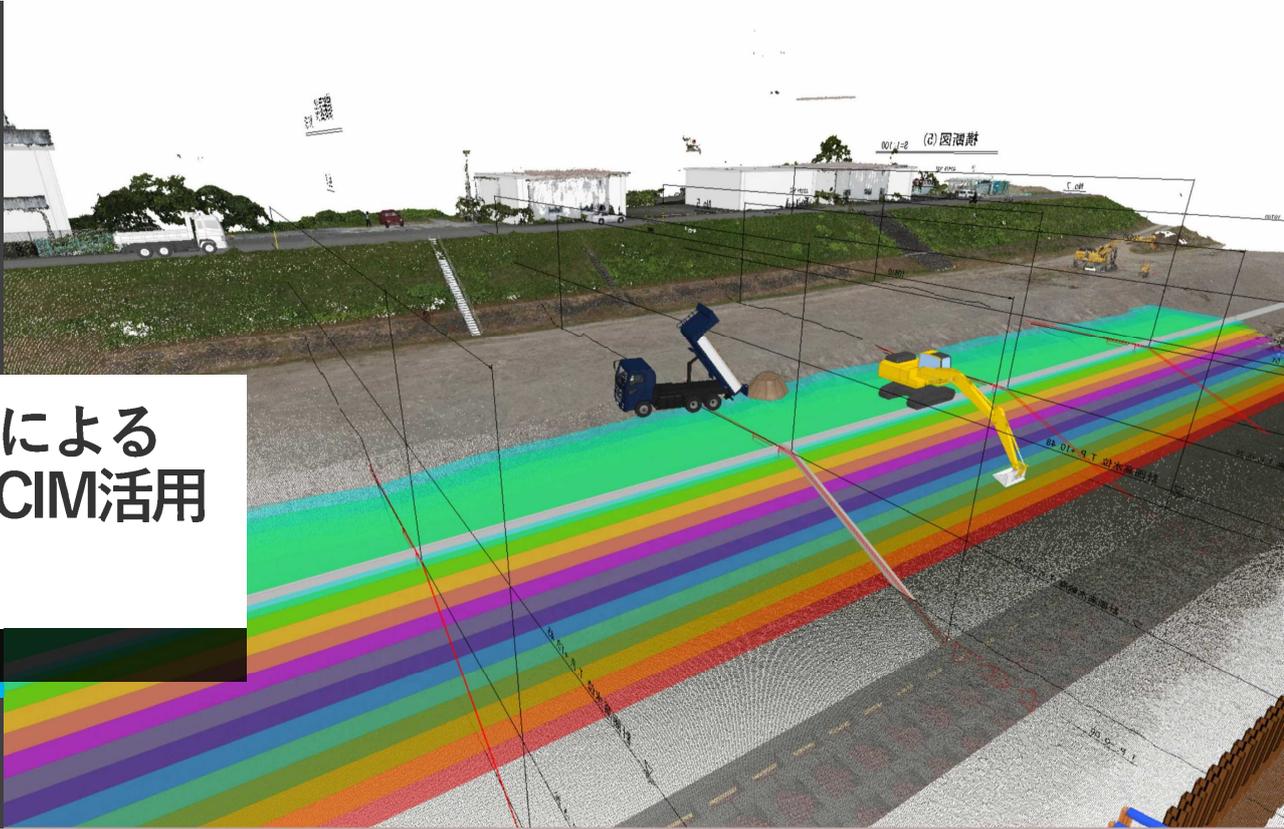
BIM/CIM活用



ICT活用

make a change.  
福留開発株式会社

# 完全内製化による ICT・BIM/CIM活用 への取組み



3

## ICT・BIM/CIM活用に伴う保有機器

### 全面的ICT活用



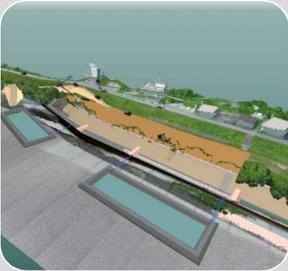
- ・3次元起工測量 : DJI Matrice 300 1台  
DJI PHANTOM 4 PRO 1台 エアロポーカー 22台
- ・ICT建機 : MCバックホウ(0.8m<sup>3</sup>)2台  
GNSS転圧管理システム(振動ローラー10t) 1台
- ・3次元出来形測量 : TOPCON GLS-2000(レーザー扫描仪) 1台
- ・解析用ソフト : TREND-POINT (3次元点群処理、出来形管理)  
Agisoft Metashape(写真測量処理)  
MAGNET Collage (TLS解析)  
TREND-CORE SiTEC3D 武蔵(3次元)

3次元点群解析・出来形管理  
・TREND-POINT 3ライセンス

3次元設計データ作成  
・SiTEC3D 6ライセンス  
・TRED-CORE 4ライセンス  
・EX-TREND武蔵 8ライセンス

ソフトウェア・ライセンスの拡充により、  
全社員が必要なツールを利用可能に！！

### BIM/CIM活用



- ・地形データ取得 : DJI Matrice 300 1台 エアロポーカー 22台  
TOPCON GLS-2000(レーザー扫描仪)
- ・3Dモデル作成 : TREND-CORE (3Dモデル作成)
- ・解析用ソフト : TREND-POINT (3次元点群処理、出来形管理)  
Agisoft Metashape(写真測量処理)  
MAGNET Collage (TLS解析)
- ・他ソフト・ハードウェア : TREND-CORE VR、VR機材一式

4

# 若手社員を対象としたICT教育

若手職員への教育実施



若手技術者への指導



若手職員の即戦力化



レーザーキャナーによる現場計測実施中 (入社1年目)



3次元設計データ作成  
オペレーターへ3D設計データの説明中 (入社3年目)



UAV測量・3次元点群処理  
解析・数量算出実施 (入社4年目)



杭ナビによるワンマン測量実施 (入社2年目)



5

# 内製化ICT施工による効率化

①ICT土工での活用【MCBHによる敷均し・法面整形、GNSS転圧管理システムによる品質管理】

MCBHによる法面整形



MCBHによる各層での敷均し

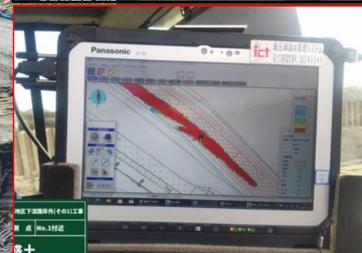


路体盛土  
6層目敷き均し状況

GNSS転圧管理システムによる品質管理



路体盛土  
GNSS転圧管理システム  
転圧状況



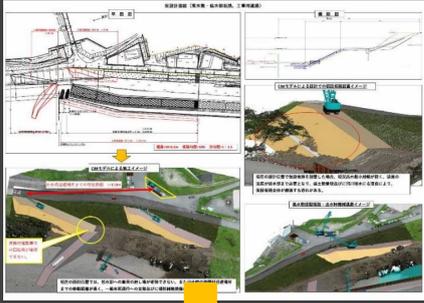
第10

6

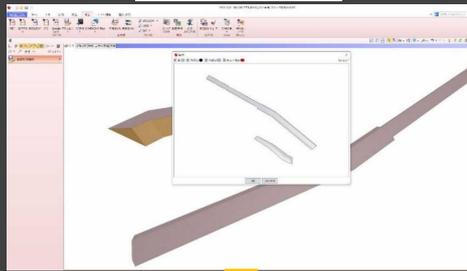
# 内製化ICT施工による効率化

## ②BIMCIMモデルとの連携による活用

BIM/CIMによる発注者と協議実施



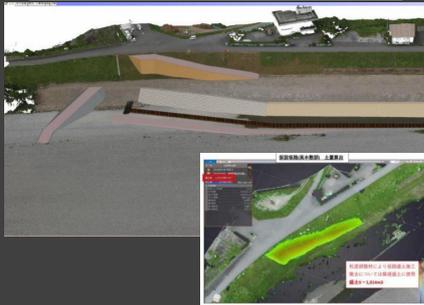
設計TINデータに変換



施工完了 (設計データとの対比)



土工モデルでの確認 (必要土量の把握)



MCBHに設計データ移行



ICT建機での無丁張化により測量作業を大幅に削減！  
【作業日数40%・労務人数53%削減】

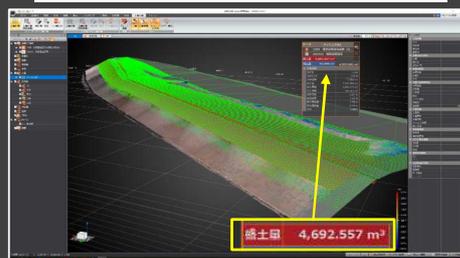
# 内製化ICT施工による効率化

## ③点群取得による出来高・必要土量の把握

施工状況写真



設計データとの解析による残盛土数量の把握

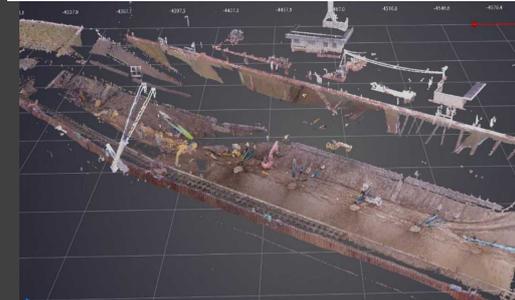


盛土材料の数量把握

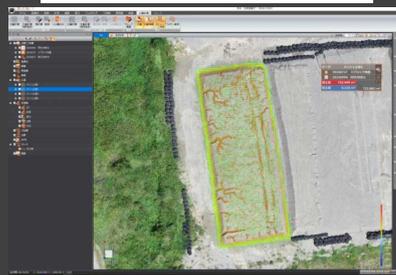


$$\text{残盛土数量}V=4692\text{m}^3 - \text{盛土材料}V=3257\text{m}^3 = \text{必要土量}V=1435\text{m}^3$$

地上型レーザースキャナーによる出来高撮影 (点群化)



ドローン測量による混合土量の確認



正確な混合比率の把握による盛土材の品質確保



## 内製化でのBIM/CIM活用

### ①設計照査での活用 【総括打合せ・設計施工調整会議】



### ②着手前検討会における課題抽出と 対応策の本社連携

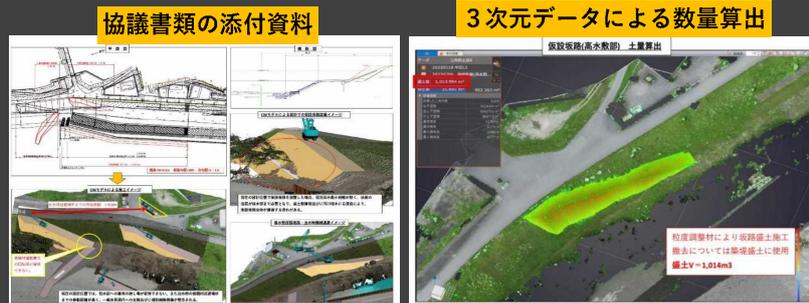
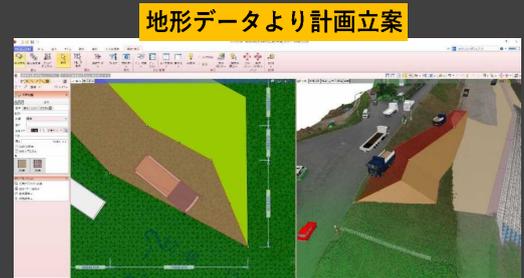


9

## 内製化でのBIM/CIM活用

### ③関係者間の情報共有による進捗管理とトラブル防止

### ④BIM/CIMモデルを活用した変更協議等の効率化



10

# 内製化でのBIM/CIM活用

## ⑤ 「VR活用による安全管理強化と説明力向上

安全教育でのVR活用状況



地元説明会【事業概要など説明性の向上】



現場見学会【仮想疑似空間内での現場見学】



仮想空間内での視点



# 内製化によるICT・BIM/CIM活用効果

## ○建設現場における人材育成と環境面の課題

- ・ 育成期間に時間が必要
- ・ 現場での施工プロセスを把握することが困難
- ・ 測量・計算ミスなどヒューマンエラーの多発
- ・ モチベーション低下による早期離職
- ・ 世代間ギャップによる価値観の違い

→ 二次元図と3Dモデルの視覚的対比による理解促進  
(若手育成期間の短縮)

→ 3Dモデルによる施工プロセスの見える化  
(施工工程・問題点の可視化による認識統一)

→ 3次元設計データ活用によるヒューマンエラーの抑制

→ 自社マニュアル活用による技術定着と実践力向上

→ 成功体験を通じた自信醸成とモチベーション向上

→ 経験に基づく判断・応用力 = ベテラン  
IoT・AIなど新技術への対応力 = 若手 } 世代共存



# 建設用3Dプリンタ による新たな取組



13

## 導入背景

現在、建設現場での生産性向上への取組みとして導入されている技術は、、  
【ICT、BIM/CIM、運行管理システム、etc】



施工管理における効率化

建設用3Dプリンタ＝  
構造物施工における生産性向上に期待！



3Dプリンタならではの活用方法は...

メリットは省人化、工期短縮、自由なデザイン

14

# 河川工事における課題

河川工事においては、治水と合わせて水生生物の保護や自然景観の維持などが重要であるが、、

巨石積みによる水制工



練石積による取合せ施工  
景観との調和



## 現状課題

特殊作業（石工・左官）に伴う  
**継承者不足**

個々の能力による**品質への影響大**

重労働による**肉体的負担大**

巨石などの**資源枯渇**並びに不定形な形状に伴う**材料ロス率の増加**

異常気象に伴う災害発生増

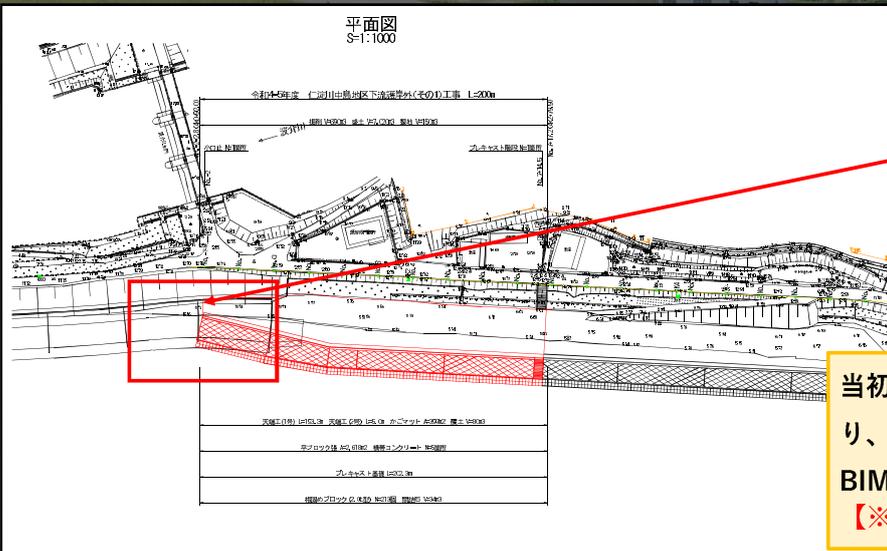


**課題解決に向けた  
建設用3Dプリンタ導入！**

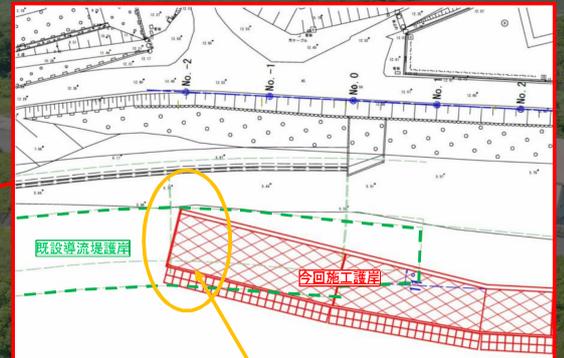
# BIM/CIMモデルによる設計照査

下流端部の詳細構造について、当初設計では既設導流堤の一部を撤去し取合せる計画となっているが、詳細構造が不明であり事前検討が必要である。

発注図面



端部詳細図



当初設計（二次元図）では既設構造の詳細が不明瞭であり、後工程において計画変更・手戻り発生の要因がある。  
BIM/CIMモデルでの事前検討・対応が必要  
【※フロントローディングの実施】

## BIM/CIMモデルによる設計照査

過去データを含めBIM/CIMモデルにて照査実施。当初予想とは異なり新設護岸と既設護岸との間にねじれ形状での取合せ範囲を確認。

→ 3Dプリンタの活用効果が大きいと判断!

## 照査結果



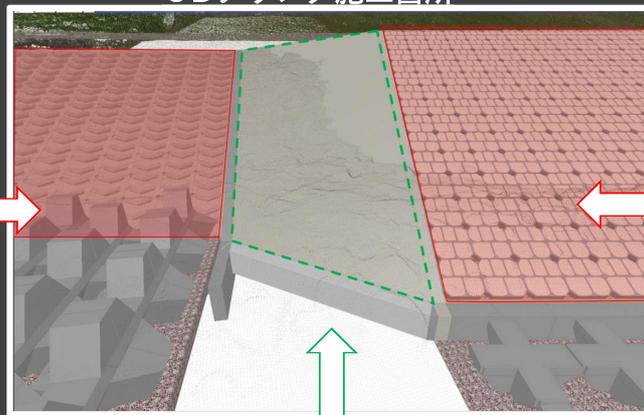
make a change.  
福留開発株式会社

## 3Dパネルの基本構造の決定

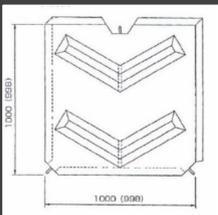
今回工事では張コンクリート構造に対する**残存型枠**として3Dプリンタを活用。また上下流部の護岸ブロックと調和するよう基本構造について決定。

### 3Dプリンタ施工箇所

既設護岸



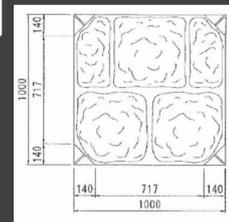
新設護岸



既設ブロック  
○ジオロックC-300型  
コンクリート体積V=0.138m<sup>3</sup>  
製品重量W=317kg  
厚さt=120

### ○3Dプリンタ

- ・1パネル 1m\*1m程度で造形
- ・擬石模様での残存型枠
- ・裏込厚さt=350
- ・千鳥配置にて割付
- ・下流向けに曲線状に施工

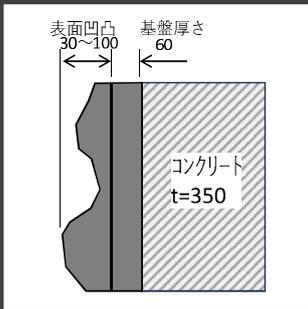


今回施工ブロック  
○ロックル350  
コンクリート体積V=0.324m<sup>3</sup>  
製品重量W=664kg  
厚さt=315

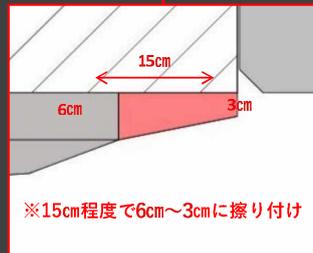
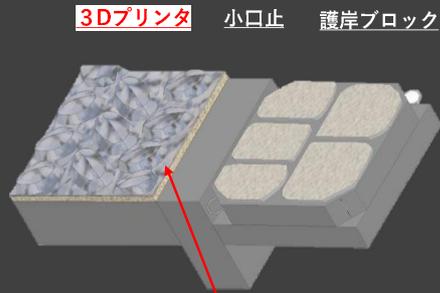
make a change.  
福留開発株式会社

# 詳細構造について

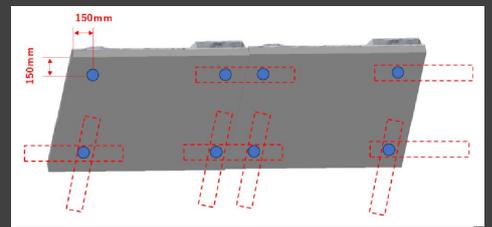
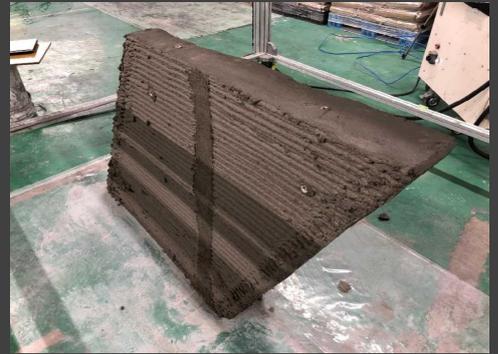
## 3Dプリンタ構造断面



## 端部詳細構造



## 連結用インサート設置詳細

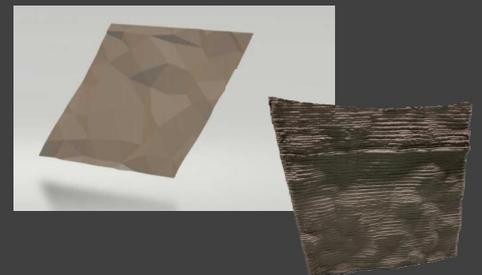
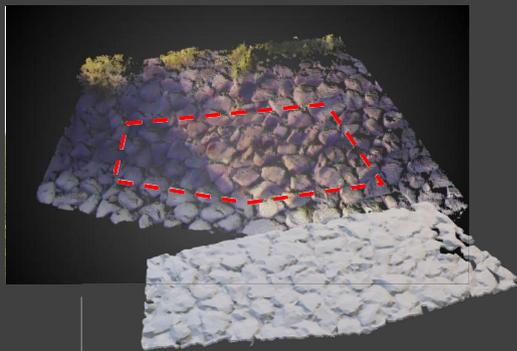


# TLSによる擬石形状の取得

造形したい形状をICTによる点群取得からデータ変換しメーカー側に提供する事でクリア！



地上型レーザースキャナ  
[GLS-2000]

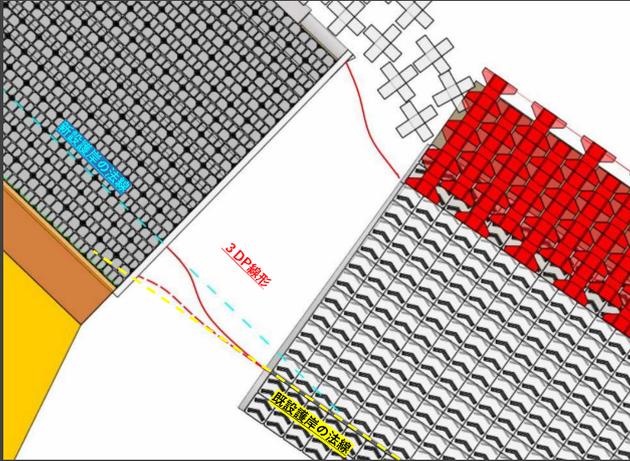


造形して欲しい形状・デザインの共有化！

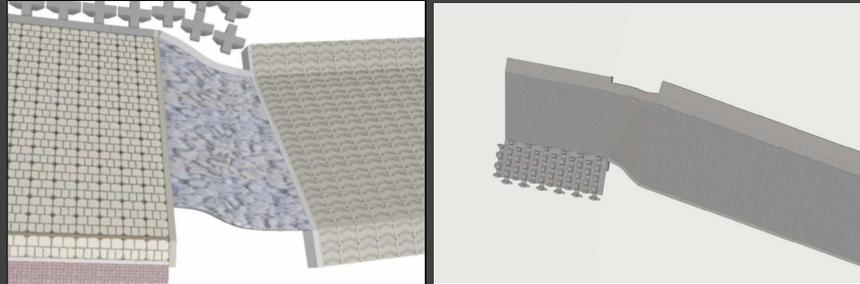
## 線形形状(曲線)の設定

既設護岸への擦り付けにあたり、曲線による線形検討実施。  
→新設・既設護岸法線内にて下流側が湾曲になるようS字曲線にて決定！

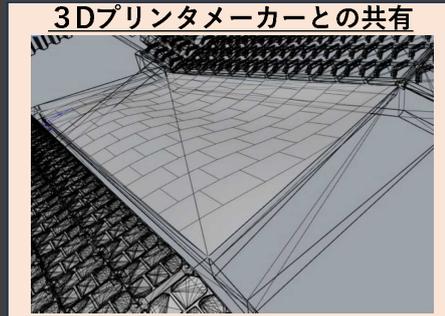
平面図での線形確認



BIMCIMモデルにて作成



3Dプリンタメーカーとの共有



21

make a change.

福留開発株式会社

## 3Dプリンタ造形状況



22

make a change.

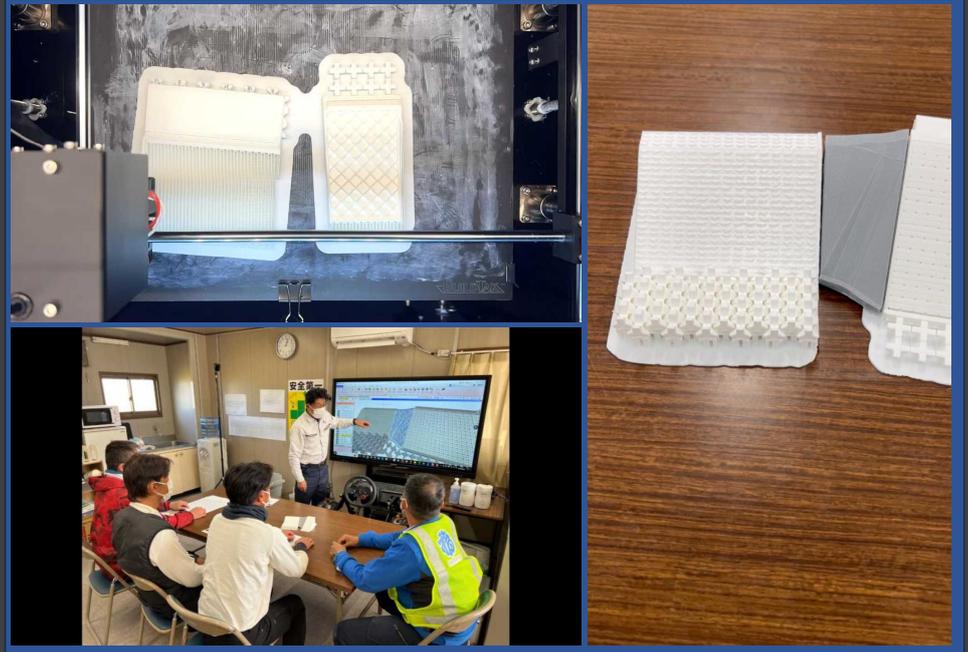
福留開発株式会社

## 模型用3Dプリンタによるイメージ共有

BIM/CIMモデルから小型3Dプリンタにより模型化し、作業員との施工・完成イメージを共有



小型3Dプリンタ  
【L-DEVO F300TP PLUS】



23

## 現場施工状況



24

3Dプリンタ  
擬石型曲線護岸  
完成



# 3Dプリンタ 擬石型曲線護岸 完成



27

make a change.  
福留開発株式会社

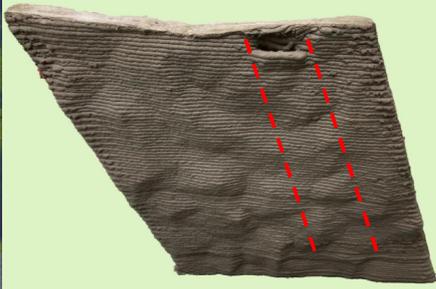
## チャレンジ項目【生態系への配慮】



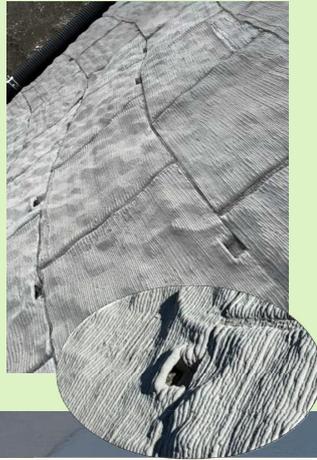
水中部の3Dプリンタ形状を河川生物が生息できる形状にて作成  
(筒状?凹凸大?28.)

## チャレンジ項目【生態系への配慮】

造形パネル



設置完了



学識者の助言により、曲線形状+表面の凹凸をつけ大小様々な円筒を設置することで、藻類や水生昆虫などの生息環境を作ることが可能性としてあるとの意見をもとに、3Dプリンタ造形時の積層模様と景観に配慮しながら、河床埋戻しラインから下面1段、水面から上1段までの計3段表面の巨石形状内部に筒状の穴（15箇所）を造形

### ■ 2024.3.7 3Dプリンタによる施工完了

- 2024.3.27 生態調査実施（生態反応なし）
- 2024.4.18 生態調査実施（ // ）
- 2024.5.30 生態調査実施（ // ）
- 2024.7.4 生態調査実施（筒穴1箇所にかニの生息確認）
- 2024.8.23 生態調査実施（ // ）
- ※出水により水中部の筒穴のほとんどが埋没
- 2024.12.6 生態調査実施（生態反応なし）
- 2025.5.20 生態調査実施（植物の自生確認）



造形方法により、作業効率化と合わせ環境改善などへの効果も期待！

29

## 3Dプリンタ 導入効果



## 従来工法との施工日数比較

施工面積 A = 78.4m<sup>2</sup>    最大施工法長SL = 14.3m

### 従来工法（張コンクリート）

- 施工内容（張コンクリート）
  - 床掘、法面整形、水替え = 4日
  - 基礎工（型枠組立・Con） = 2日
  - 型枠組立・Con打設 = 14日

施工日数 = 14日

### 3Dプリンタ施工

- 施工内容（3Dパネル据付け・胴込コン）
  - 床掘、法面整形、水替え = 4日
  - 基礎工（型枠組立・Con） = 2日
  - パネル据付・胴込コン = 7日
  - 天端調整コン型枠 = 1日

施工日数 = 8日

43%削減

## 従来工法との労務人員比較

施工面積 A = 78.4m<sup>2</sup>    最大施工法長SL = 14.3m

### 従来工法（張コンクリート）施工日数 = 14日

- 施工内容（型枠組立・Con打設）
  - 土木一般世話役 = 14人
  - 型枠工 = 28人
  - 普通作業員 = 14日

労務人員合計 = 56人

### 3Dプリンタ施工 施工日数 = 8日

- 施工内容（3Dパネル据付け・胴込コン）
  - 土木一般世話役 = 8人
  - 型枠工 = 1人
  - 普通作業員 = 19人

労務人員合計 = 28人

50%削減

## 建設用3Dプリンタ導入による効果

- 型枠不要で自由形状を構築できるため、二次製品ではできない **ねじれ**や**勾配変化**などへの対応が可能！
- 3Dプリンターで求める景観に合わせた表面形状（擬石、流線形、凹凸等）を残存型枠として製作する事で、従来工法で必要となる熟練工（石工・大工など）による**特殊作業が不要！**
- 事前に型枠形状を造形し、現場では設置・コンクリート打設するのみで完成するため、**大幅な工程短縮が可能！**
- 熟練技能者を必要とする作業が削減されることで、個々の能力によるばらつきがなくなり、**品質が大幅に向上！**
- 危険作業に対する工程短縮並びに施工方法を最適化することで、作業現場の**安全性が向上！**
- 3Dプリンタの自在性を活かし創意工夫することで、構造物施工における生産性向上に留まらず、**さらなる付加価値を創出することが可能！**



～ ご清聴ありがとうございました～

君とのシナジーが、  
福留のエネルギー。

君の新しいアイデアと私たちの経験が融合することで、  
新たな価値を生み出し、未来を切り拓く力となります。  
地域を支え、共に成長する挑戦を今ここから始めませんか？



make a change.

 福留開発株式会社