

DX-ダム本体建設における、 CIM の設計・施工・維持管理への一貫利用



川上ダム本体建設工事 小俣光弘

川上ダム本体建設工事概要

洪水調節

新規利水

流水の正常な機能の維持

ダムサイト：三重県伊賀市

事業年度：昭和56年～令和4年度

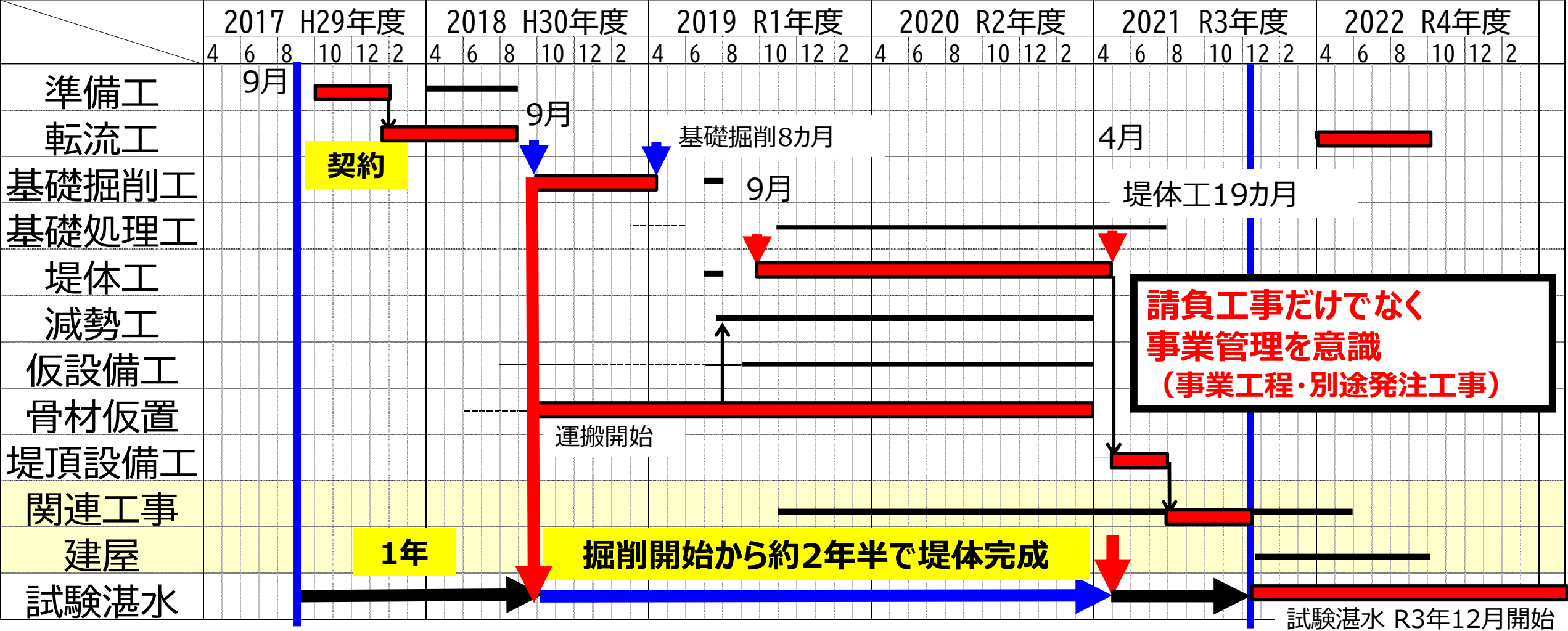


川上ダム本体建設工事概要

発注者 独立行政法人水資源機構
 工期 2017年9月21日～2023年3月31日
 請負金 152億円

基礎掘削 16.7万m3(84m)
 堤高 84m 堤頂長 334m
 堤体積 45.5万m3
 購入骨材 100万t
 総貯水量 3100万m3

全体工事計画工程表



主要工種のクリティカルパス→約3年で掘削～試験湛水開始

川上ダム本体建設工事概要

ダム本体建設の課題

→ 通常の**2倍速**の工程と**施工量平準化**の両立 **(矛盾)**

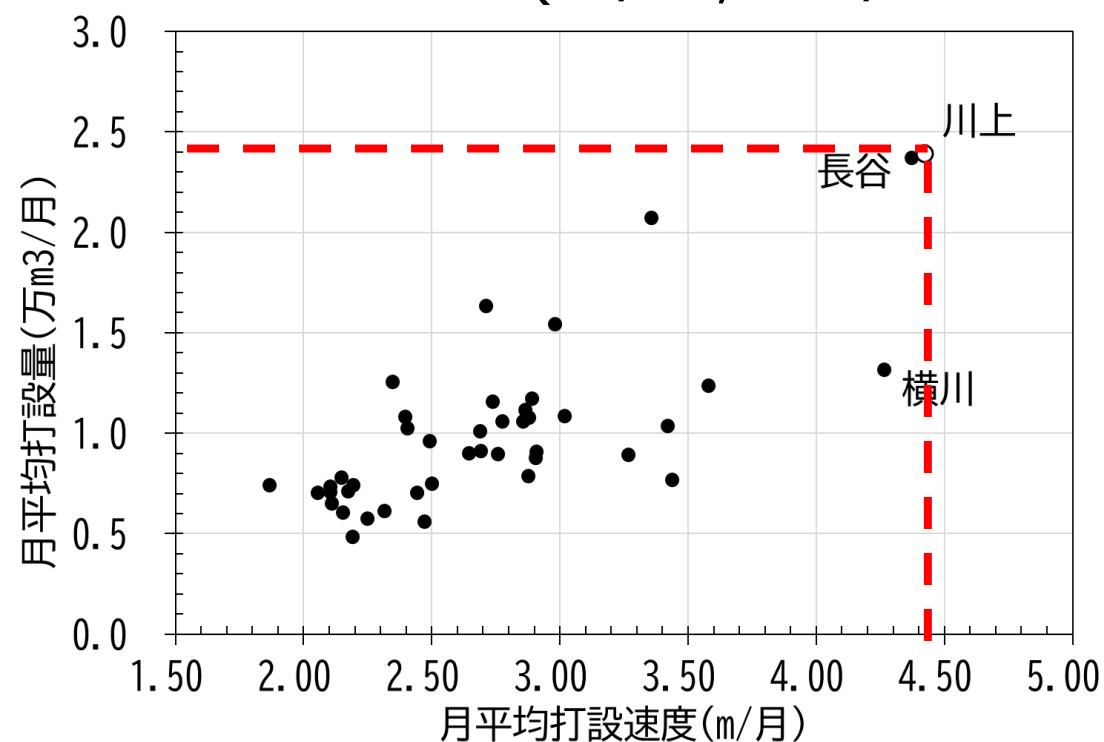
★ELCM (Extended Layer Construction Method)

レヤ工法 国内最速 **4.5m/月**

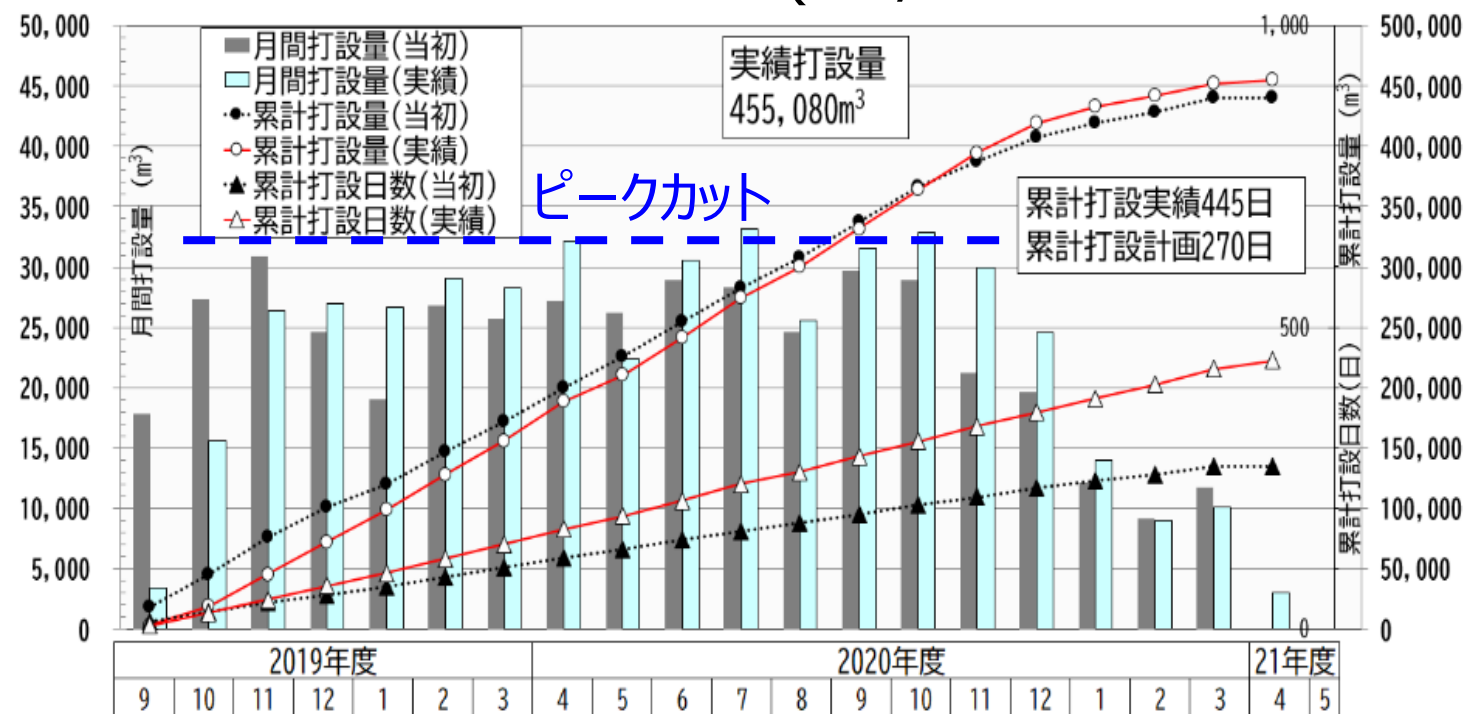
★地元との協定⇒骨材**運搬制約180台／日**

高速施工と日々の**打設量平準化**の両立

打設速度(m/月, m³/月)



月別打設量(m³/月)



初打設式 定礎式
2019年9月 2019年12
20日 月15日

打設完了式
2021年4月
20日

**DX-ダム本体建設における、
CIM の設計・施工・維持管理への一貫利用**

事業を進める上での4つのポイント

【新しい技術】先駆性

【使える技術】応用性

【成し遂げた技術】使命感

【喜ばれる技術】地域への貢献

【新しい技術】先駆性

- ①異なる3次元CADデータをNavisWorksにより一元管理
 - ②ドローンデータ+CIM = 複合照査 ⇒ 工事手戻りの回避
- 土木構造（設計） Civil3D + InfraWorks
土木構造（施工） Civil3D + PhotoScan
機械構造 SolidWorks 建築構造 Revit

【使える技術】応用性

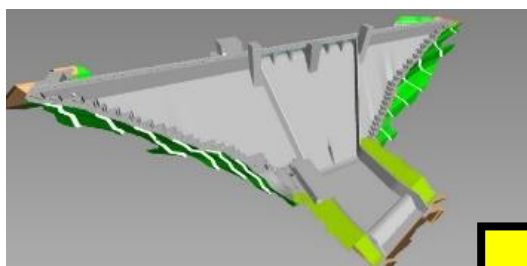
【成し遂げた技術】使命感

【喜ばれる技術】地域への貢献

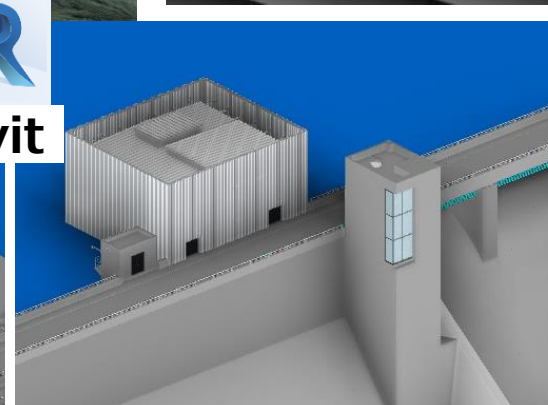
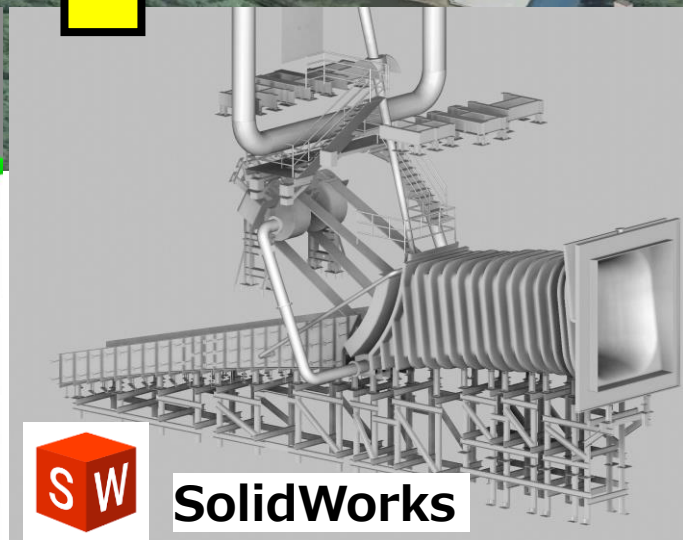
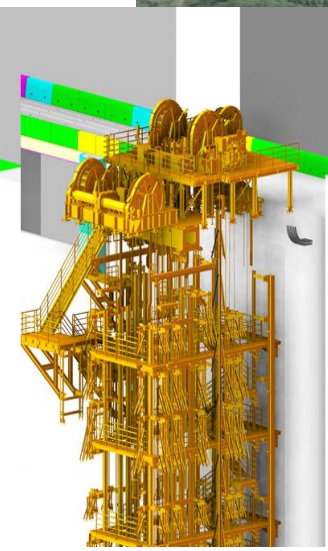
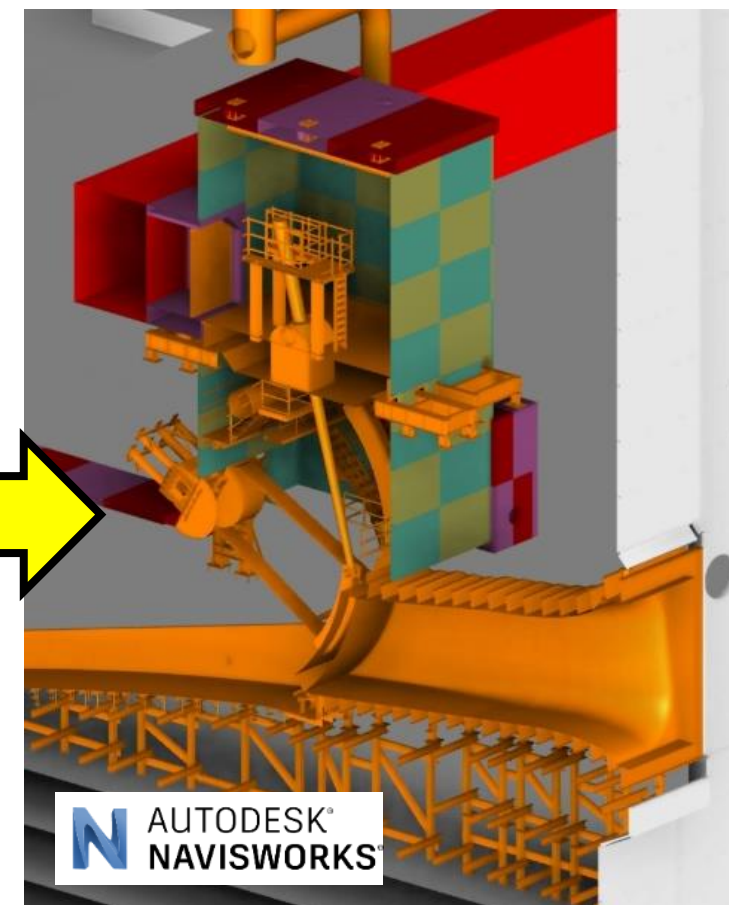
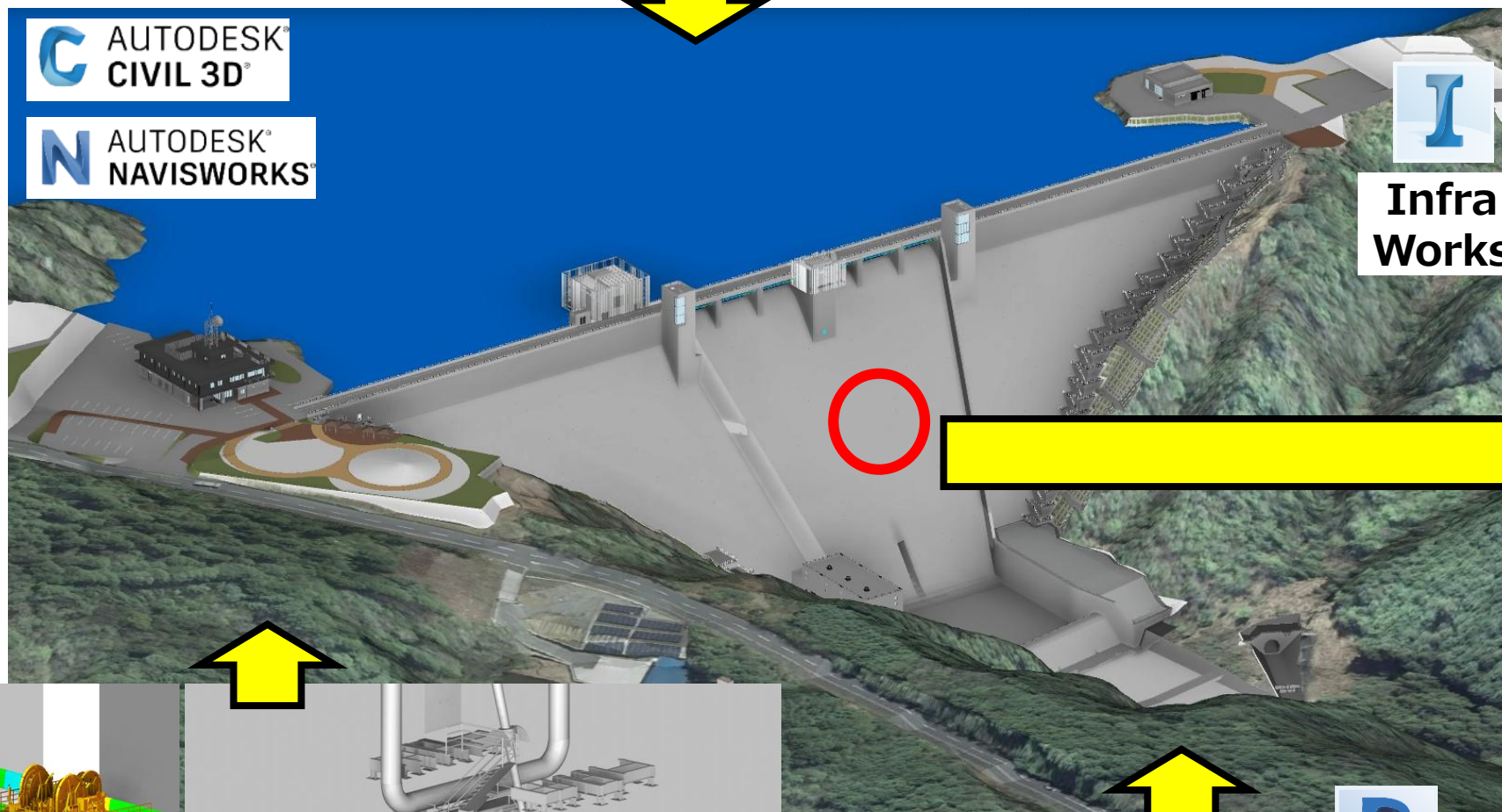
【新しい技術】先駆性

①異なる3次元CADデータをNavisWorksにより一元管理

CIM運用



ソフトウェア	Ver.	対象・用途
Civil 3D	2018	モデルの作成、閲覧
Navisworks	2018	モデルの統合、閲覧
Navis+	2018	属性付与



【新しい技術】先駆性

①異なる3次元CADデータをNavisWorksにより一元管理

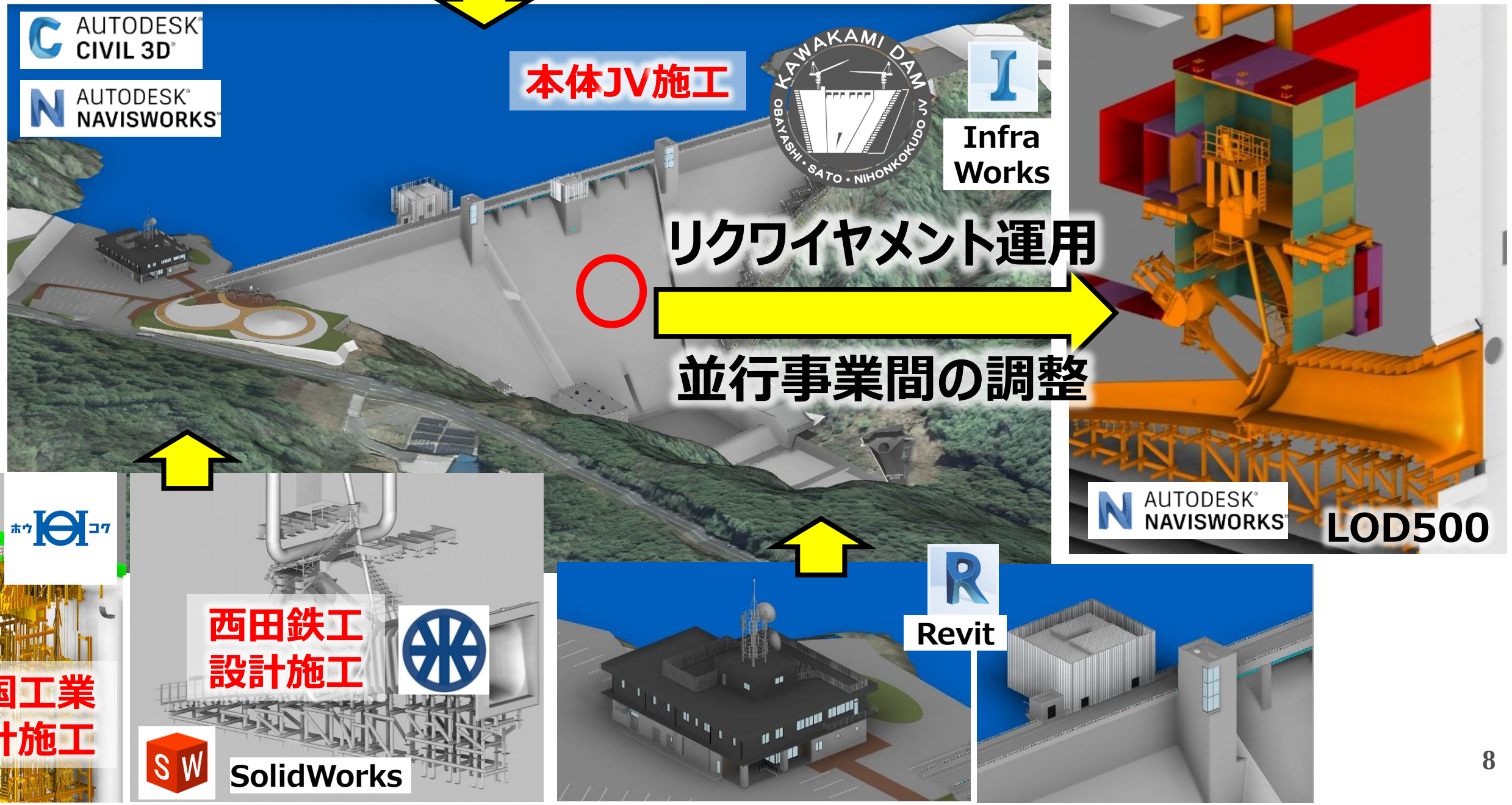
CIM運用



yec



ソフトウェア	Ver.	対象・用途
Civil 3D	2018	モデルの作成、閲覧
Navisworks	2018	モデルの統合、閲覧
Navis+	2018	属性付与



【新しい技術】先駆性

①異なる3次元CADデータをNavisWorksにより一元管理

各検討項目のロードマップ案(1/3)プロセス間連携

- 3次元データの後工程での利活用やプロセス間連携を考慮した設計、積算、契約、検査、納品、データ保管の基準・要領

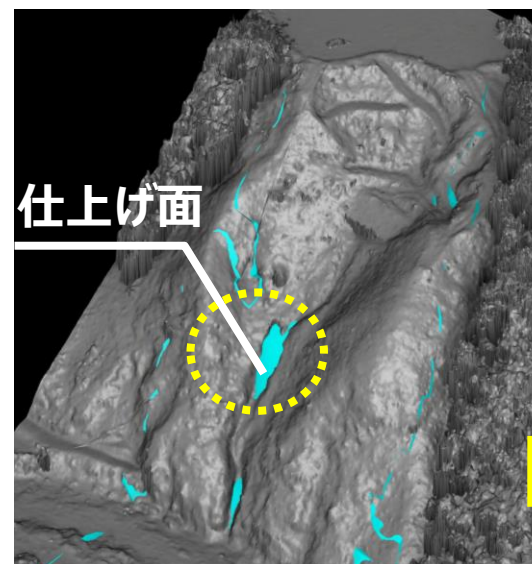
BIM/CIM検討項目	R1年度(2019)	R2年度(2020)	R3年度(2021)	R5年度を目標
プロセス間におけるデータ連携の検討	★ 4Dモデルによる設計から施工への設計意図伝達手法			
			★ ICT施工で活用可能な設計3D仕様の検討	
			★ 設計で活用可能な測量3D仕様の検討	
			★ 地質リスク等を後工程へ引き継ぐ手法の検討	
並行事業間におけるデータ連携の検討	モデル事務所における、統合モデルを活用した情報の一元管理			
			統合モデルを活用した、関係者への情報共有手法	

↑
詳細度を高めた**施工CIM**での事業管理を **H30年(2018)より実施**

【新しい技術】先駆性

②ドローンデータ+ CIM = 複合照査⇒ 工事手戻りの回避

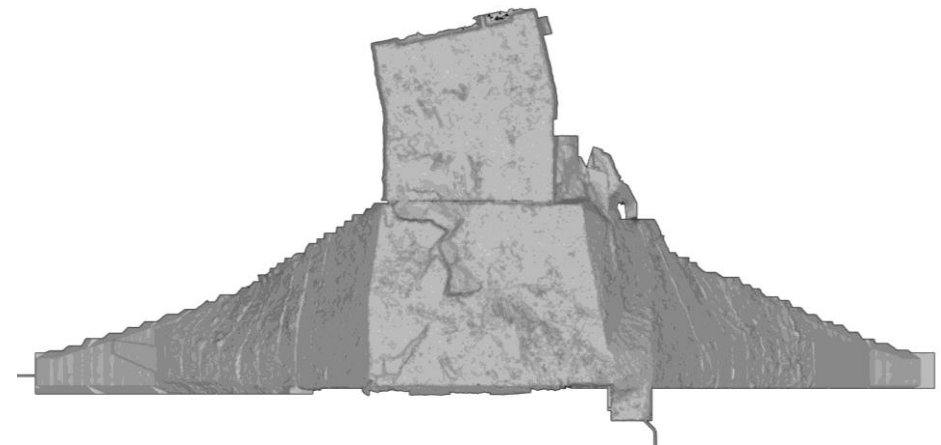
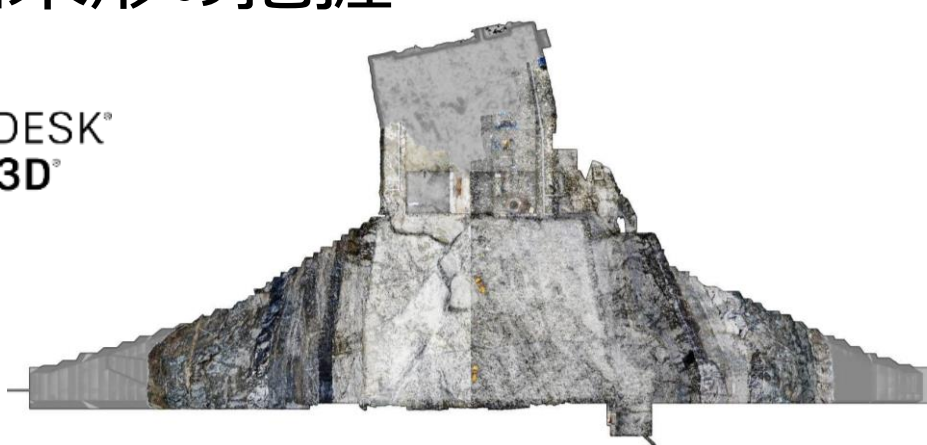
1. 事前の現地形の把握



掘削途中の
図面修正を回避

2. 掘削後の出来形の把握

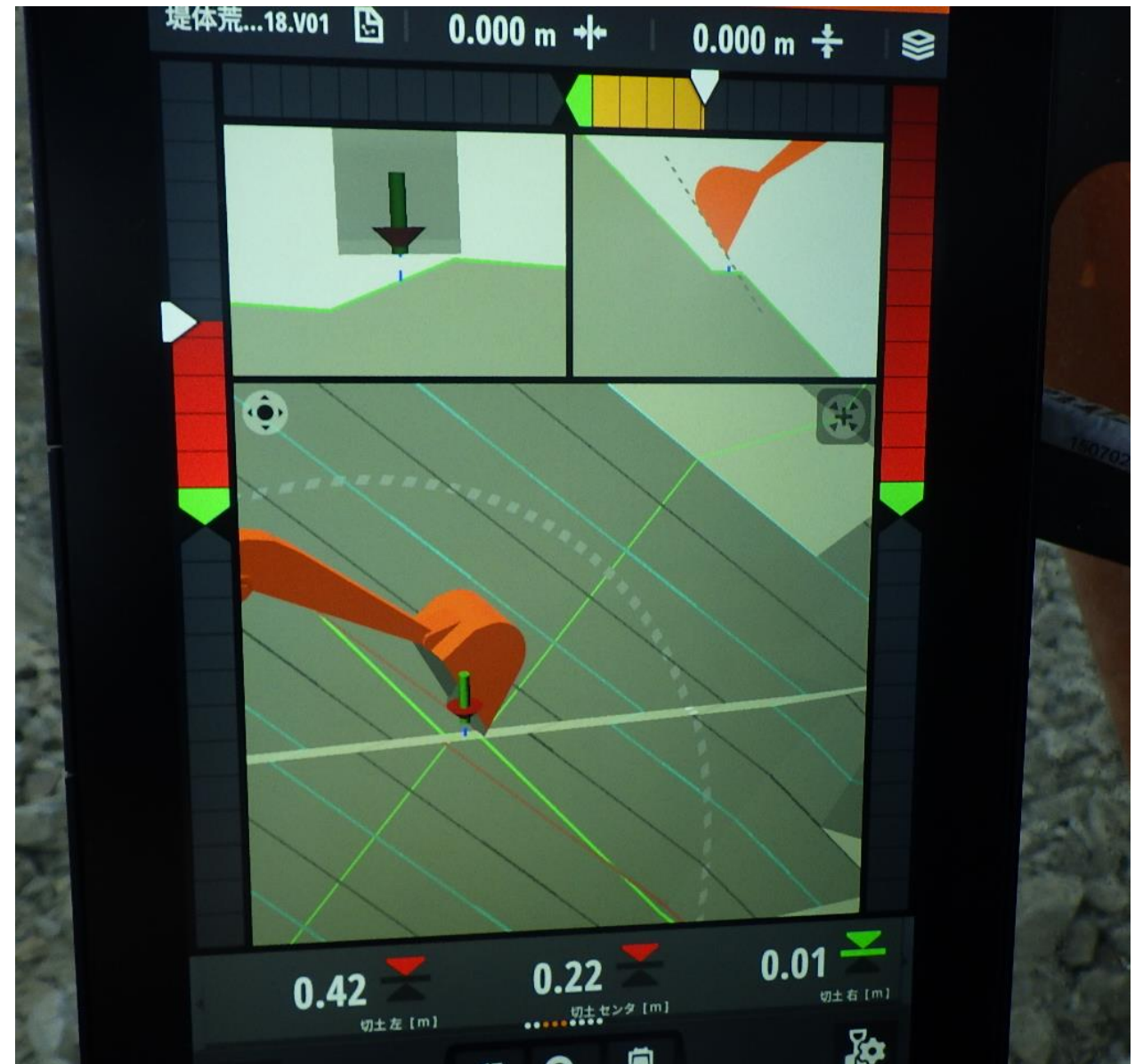
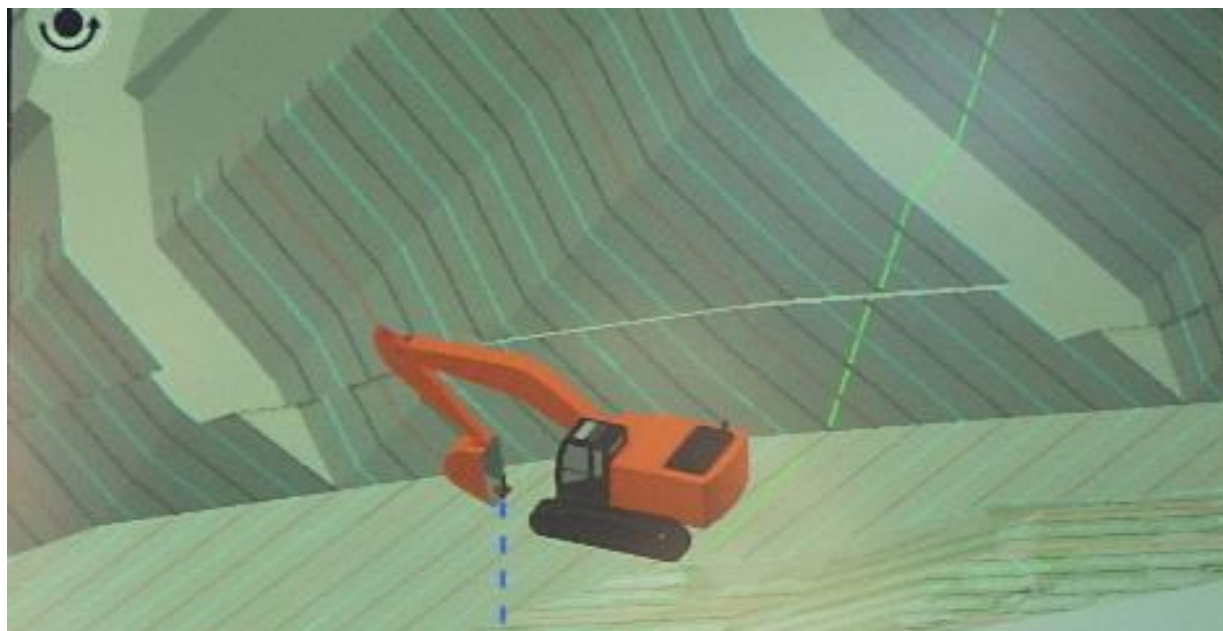
AUTODESK®
CIVIL 3D®



【新しい技術】先駆性

②ドローンデータ+CIM = 複合照査⇒ 工事手戻りの回避

図面修正回避 → 全期間丁張レスで施工



3Dマシンガイダンスモニタ
安全性・施工速度の飛躍的向上 約20%

【新しい技術】先駆性

② ドローンデータ + CIM = 複合照査 ⇒ 工事手戻りの回避 施工の平準化を意識した仮設備配置



【新しい技術】先駆性

【使える技術】応用性

- ① 工程の合理化策としてプレキャスト化
- ② CIMの詳細度を適切に設定して事業管理に活用
- ③ プレキャストモジュールを国内初導入
- ④ 施工情報の入出力が確実に行え、維持管理にも活用可能

【成し遂げた技術】使命感

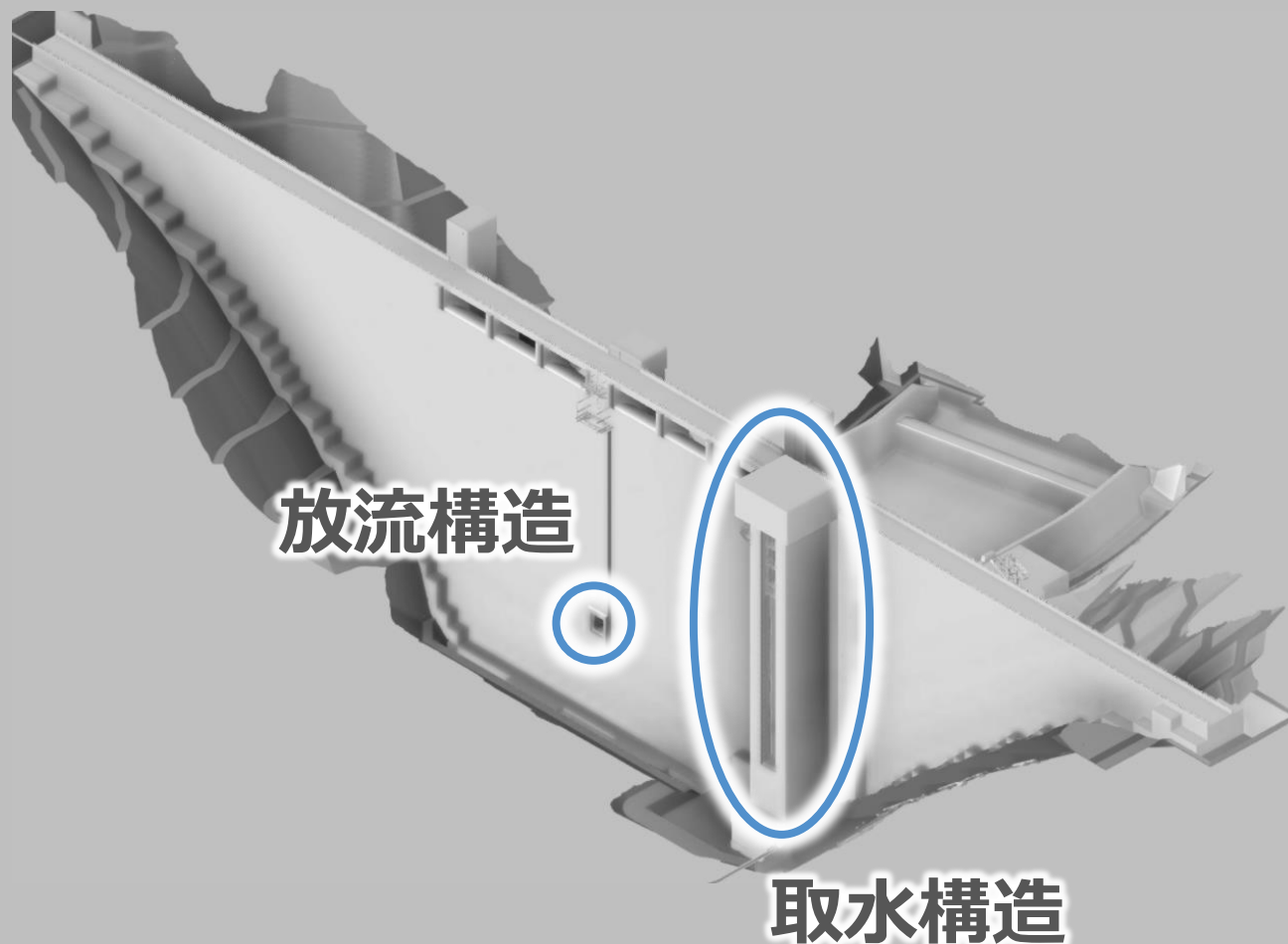
【喜ばれる技術】地域への貢献

【使える技術】応用性

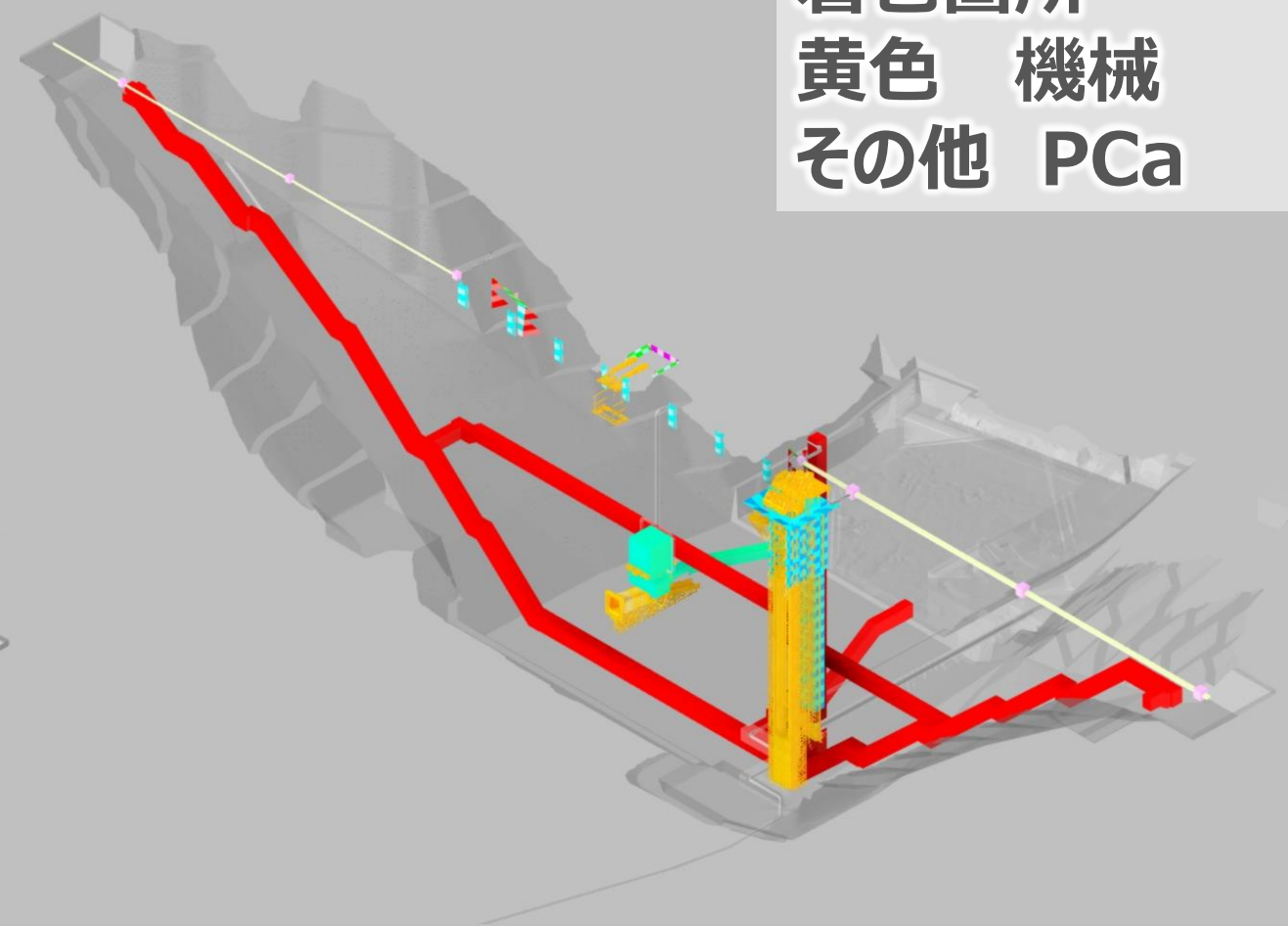
① 工程の合理化策としてプレキャスト化

堤内型枠を**99.9%**プレキャスト化

【躯体図】

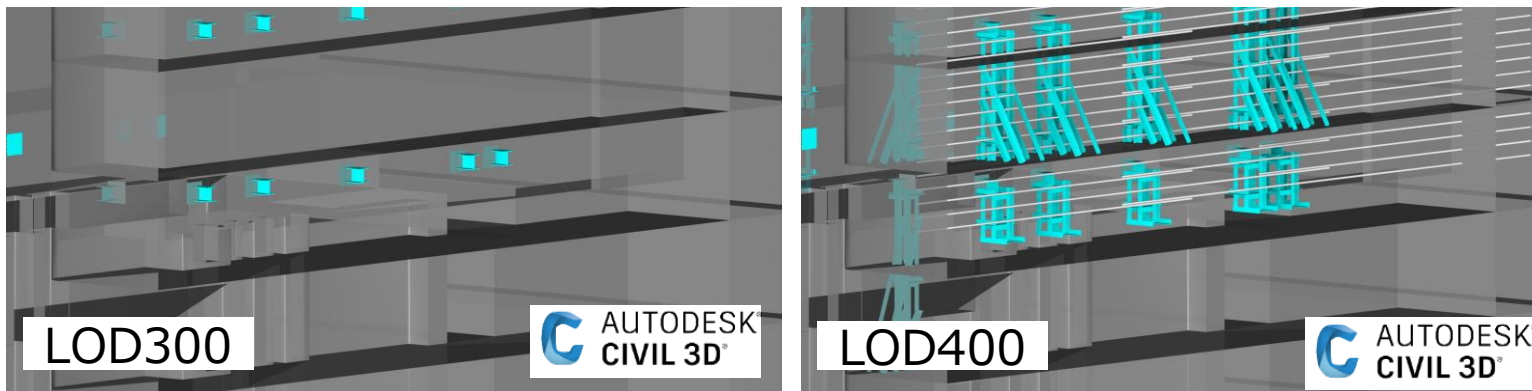


【内部複合構造図】



【使える技術】応用性

② CIMの詳細度を適切に設定して事業管理に活用⇒取水構造部

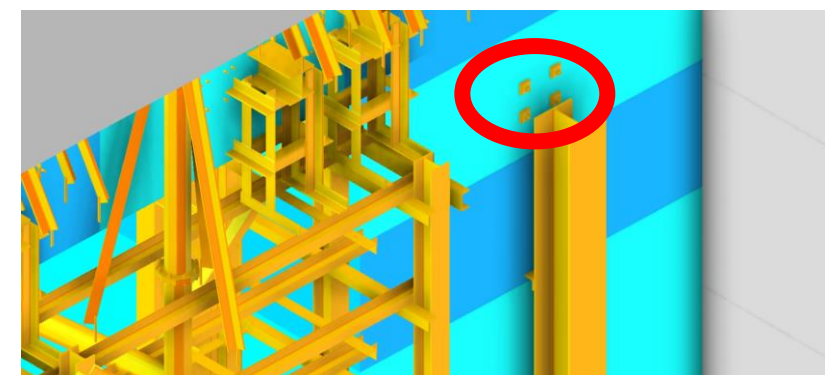
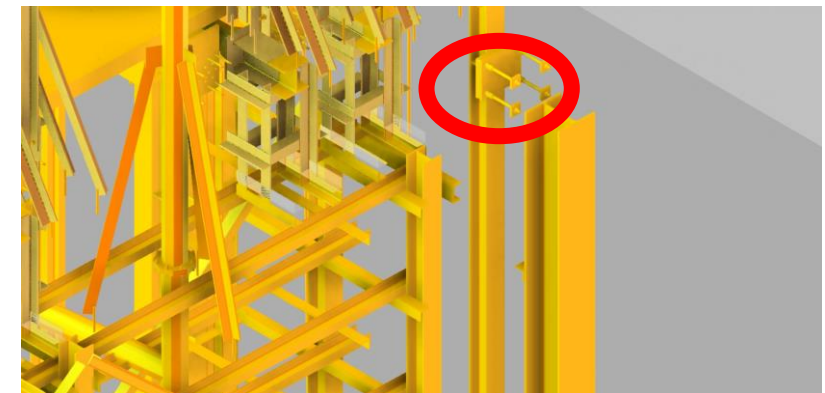
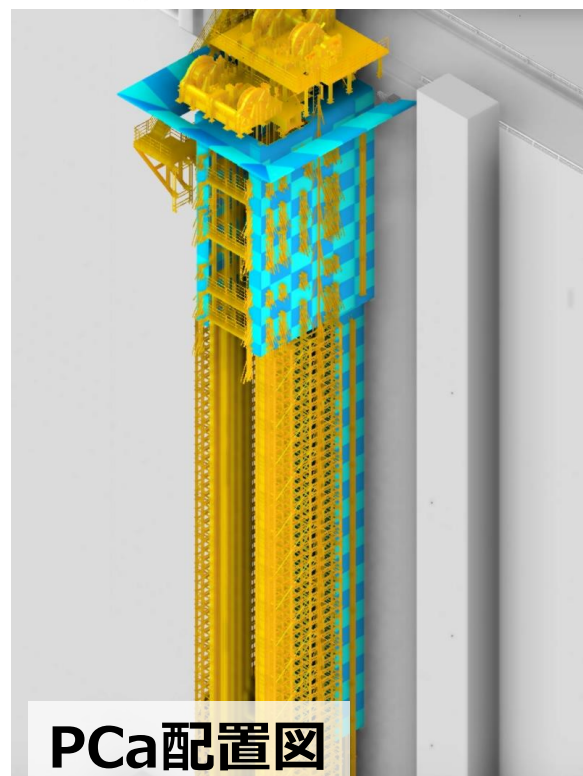
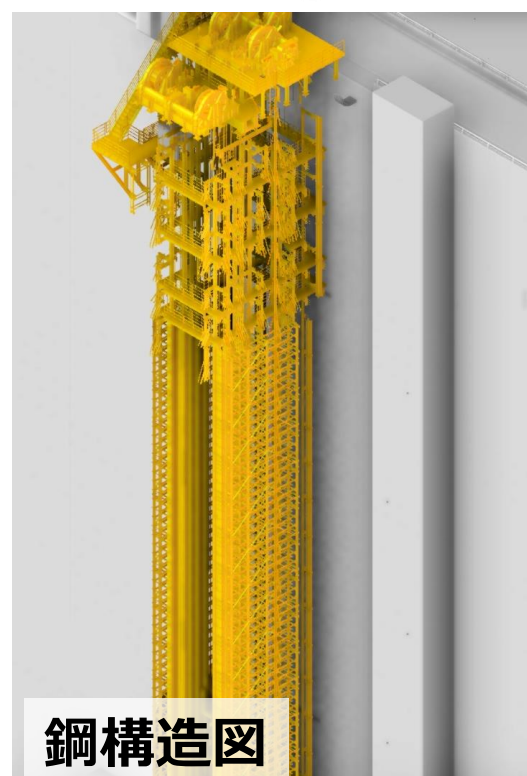
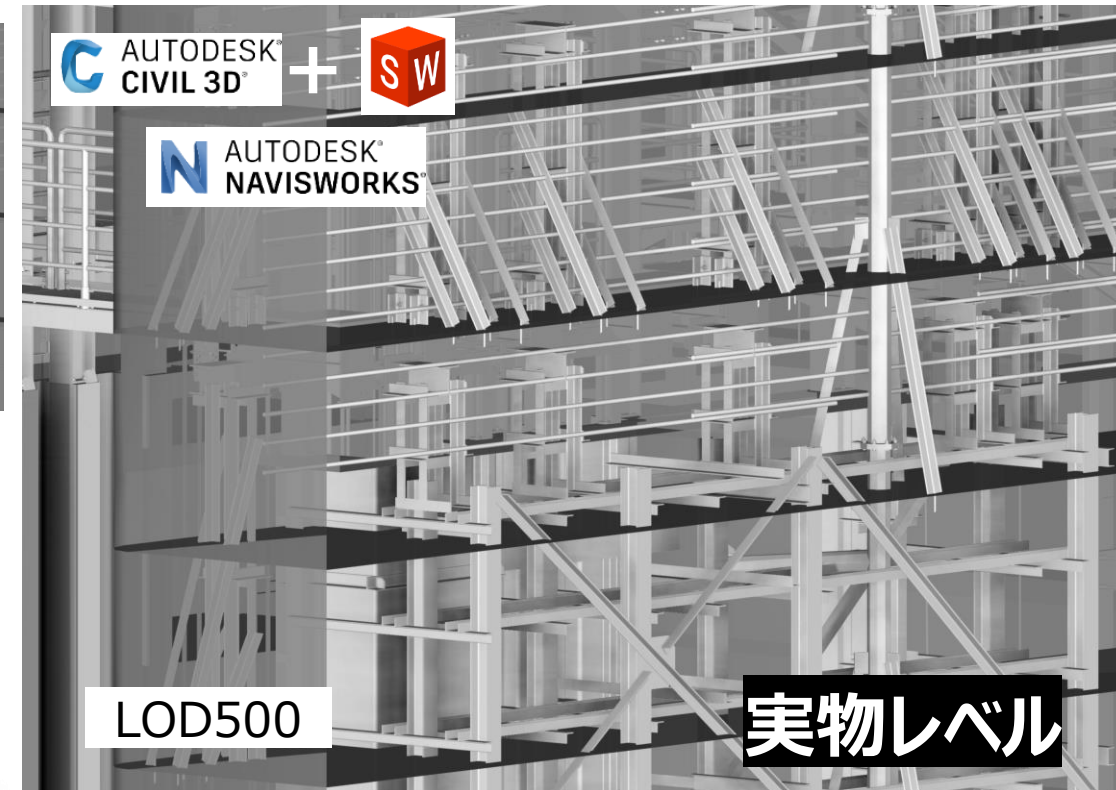


詳細度 **LOD** :
Lank of Details

LOD300 : 躯体の「外形」をモデリング
LOD400 : 鉄筋やボルト等をモデリング
LOD500 : 400 + 据付け架台等をモデリング

各請負者間の詳細設計をプレキャストに反映

③ プレキャストモジュール部材を国内初導入



【使える技術】応用性

②③ CIMの詳細度とモジュール化 取水構造部（頂部）

独立行政法人 水資源機構
川上ダム建設所

建築工事
請負者

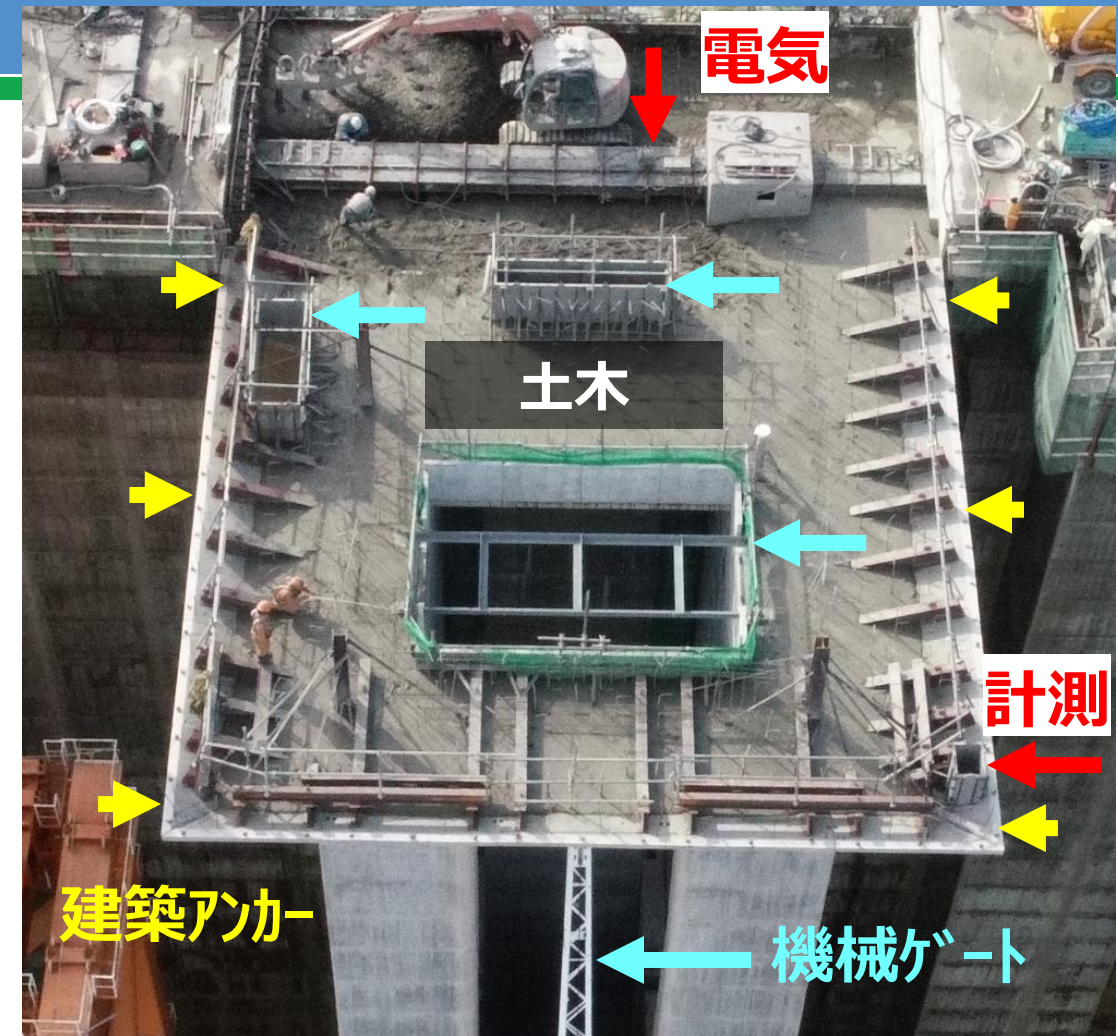
設備工事
請負者

電気工事
請負者

本体JV
(土木工事)

機械工事
請負者

本体JVが統一モデルを作成し統括して管理

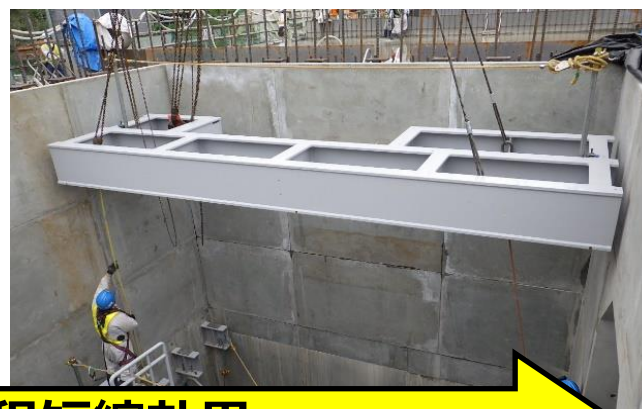
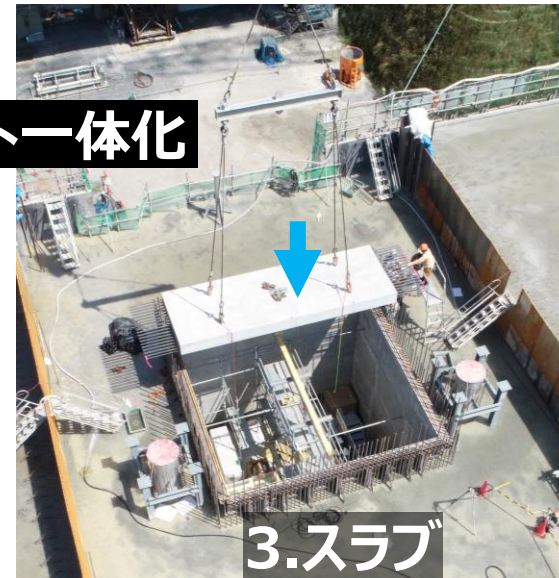
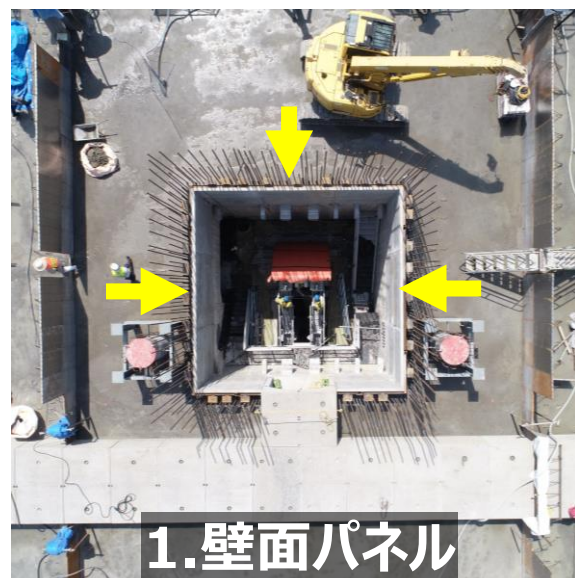
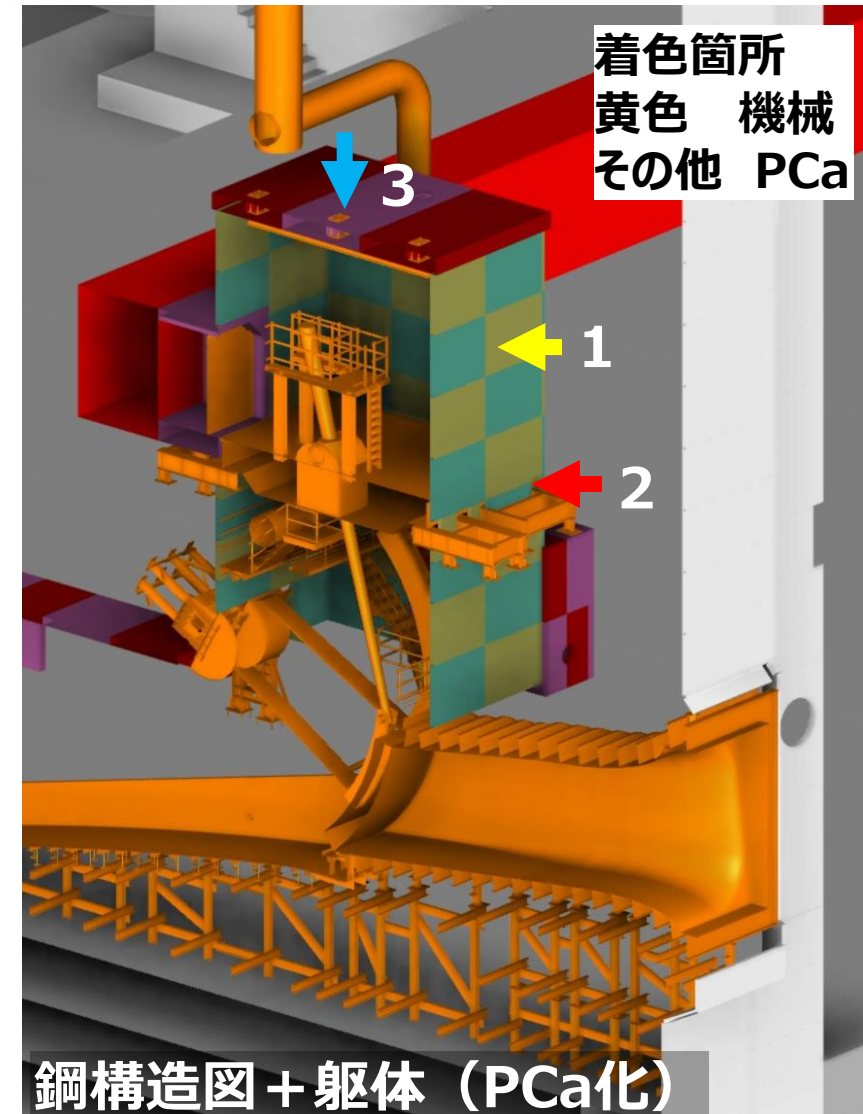
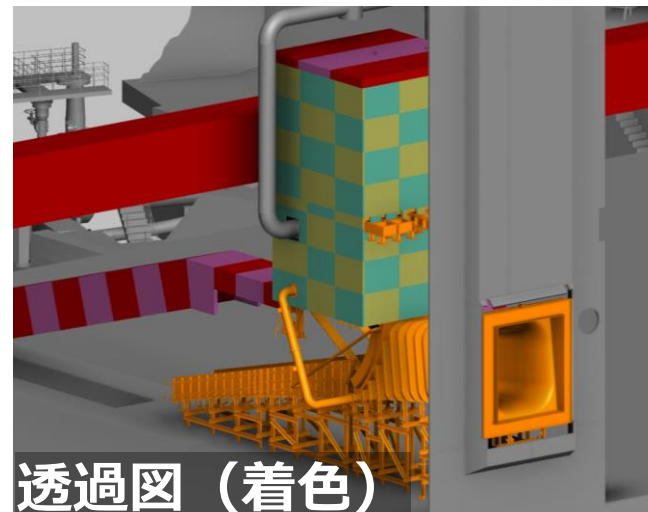
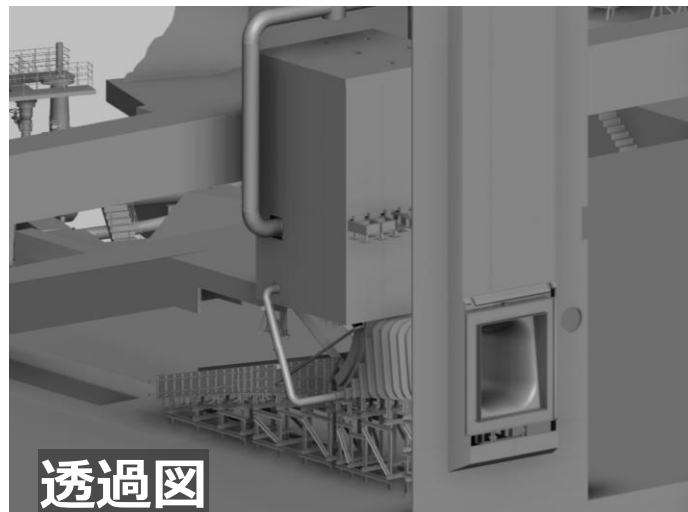


5日間で設置



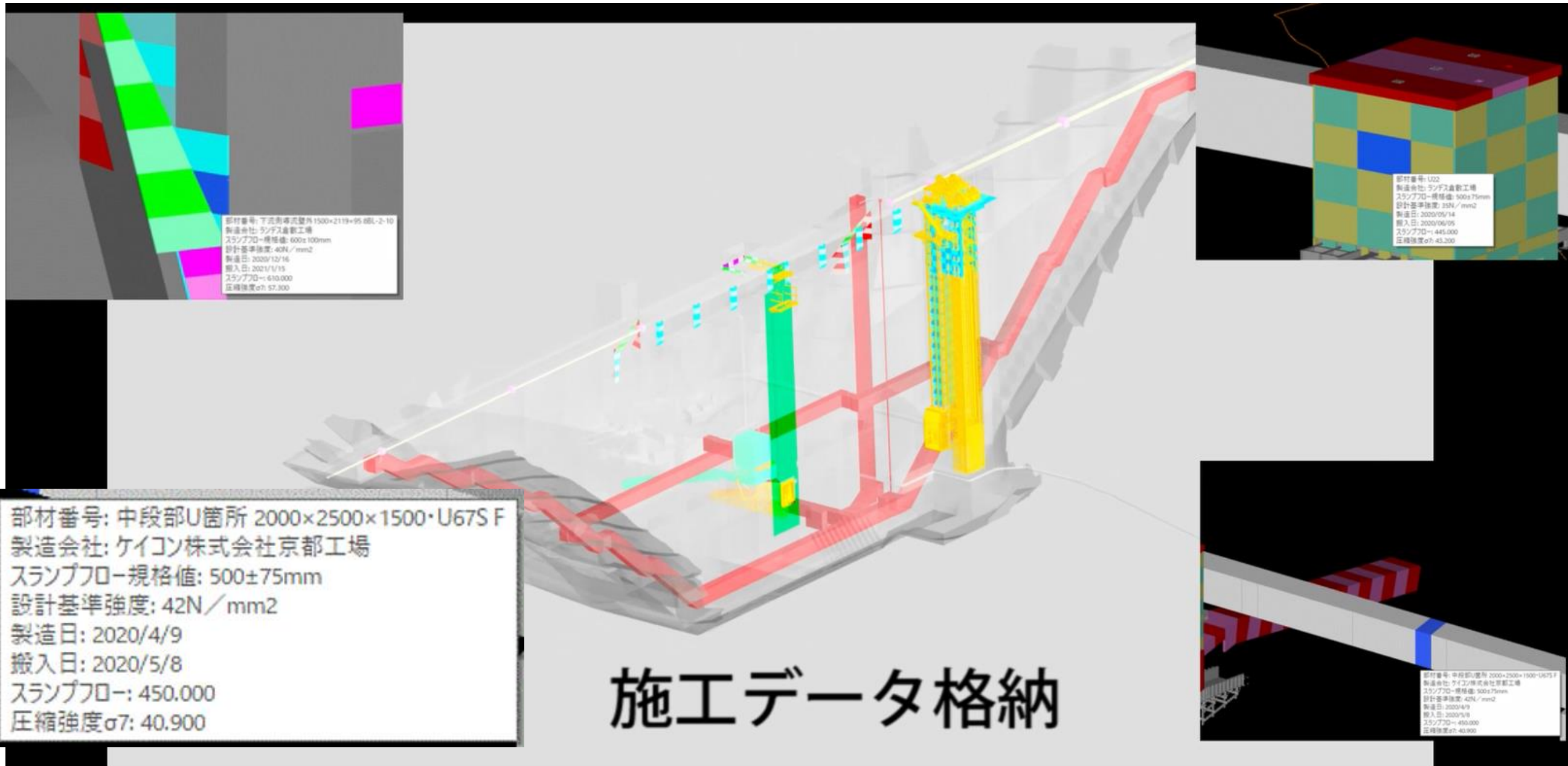
【使える技術】応用性

②③ CIMの詳細度とモジュール化 ⇒ 放流設備操作室



【使える技術】応用性

④ 施工情報の入出力が確実に行え、維持管理にも活用可能



【使える技術】応用性

④ 施工情報の入出力が確実に行え、維持管理にも活用可能

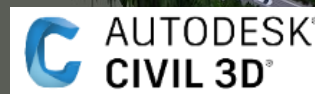
点群 (3mm/pix)



基礎地盤データ



TINサーフェイス (50cm加重平均)



数量算出

地質サーフェイス

岩級サーフェイス

断層サーフェイス

節理サーフェイス

【新しい技術】先駆性

【使える技術】応用性

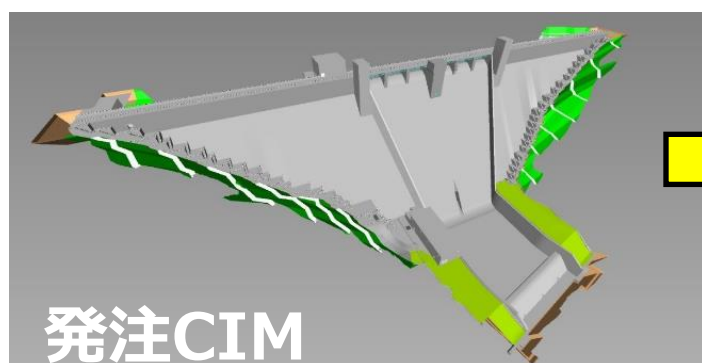
【成し遂げた技術】使命感

- ① 重要構造物であるダム本体建設でのCIM の一貫利用
3つのデジタルツインを構築し現場管理手法を確立
- ② CIM連動のTC自律運転システムを国内初導入
現場の情報を3つのデジタルツインで監理

【喜ばれる技術】地域への貢献

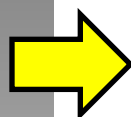
【成し遂げた技術】使命感

①重要構造物であるダム本体建設でのCIM の一貫利用 3つのデジタルツインを構築し管理



発注CIM

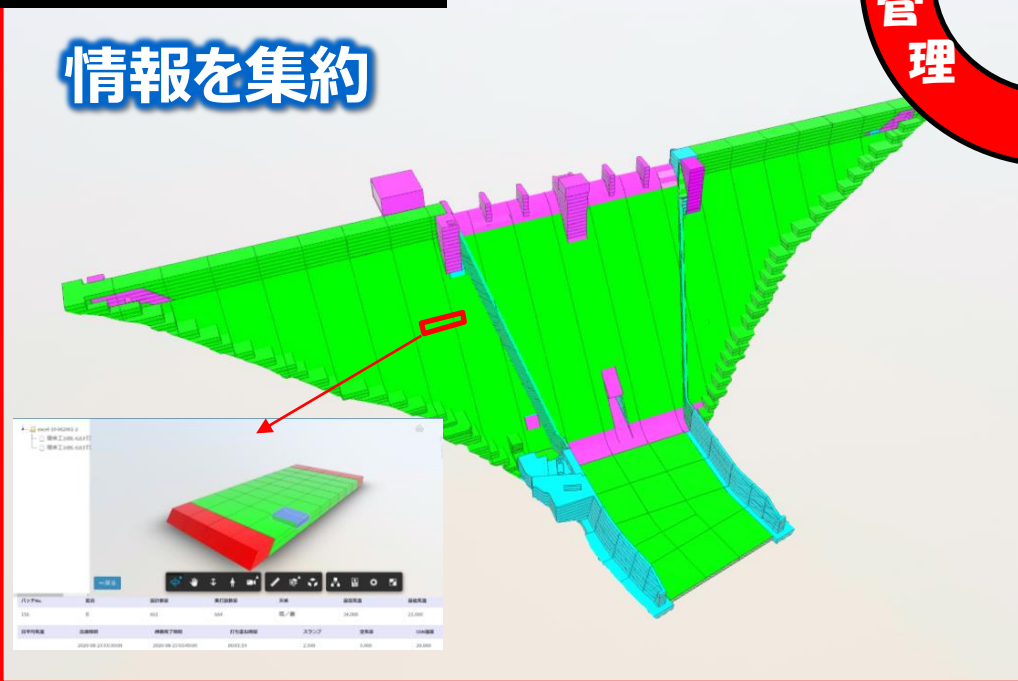
(詳細度低、整合性低)



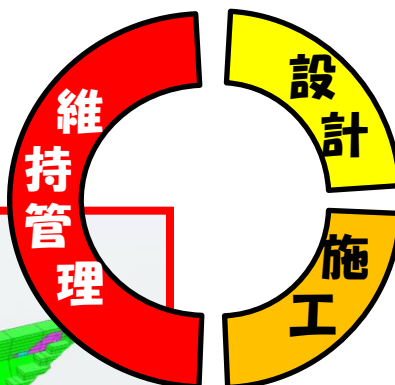
**Digital
Twin**
デジタルツイン
デジタルの双子

2) DATE STOCK

情報を集約



施工CIM (クラウド) 属性情報の集約



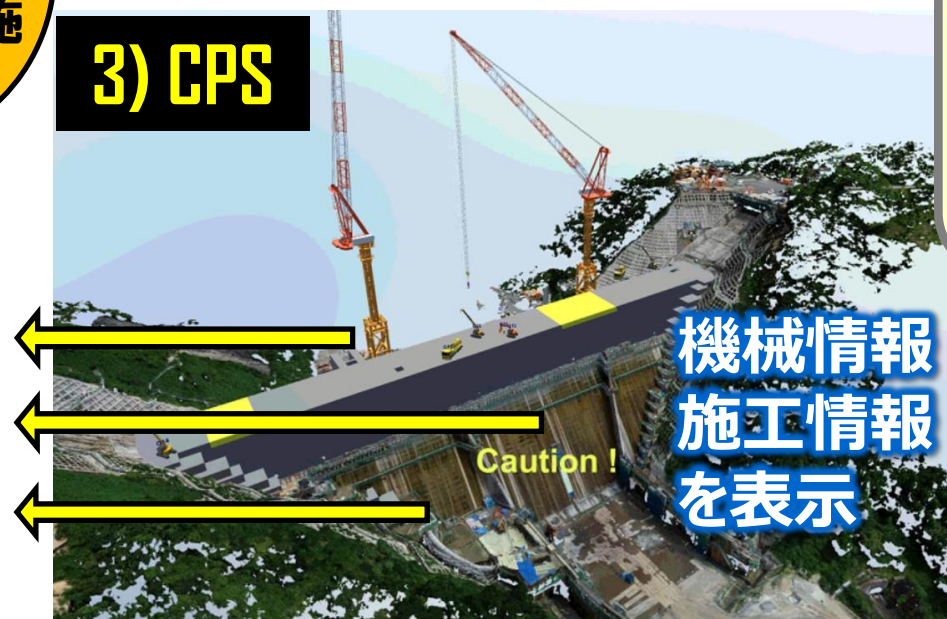
1) 施工CIM = 使える技術



施工合理化した設計図

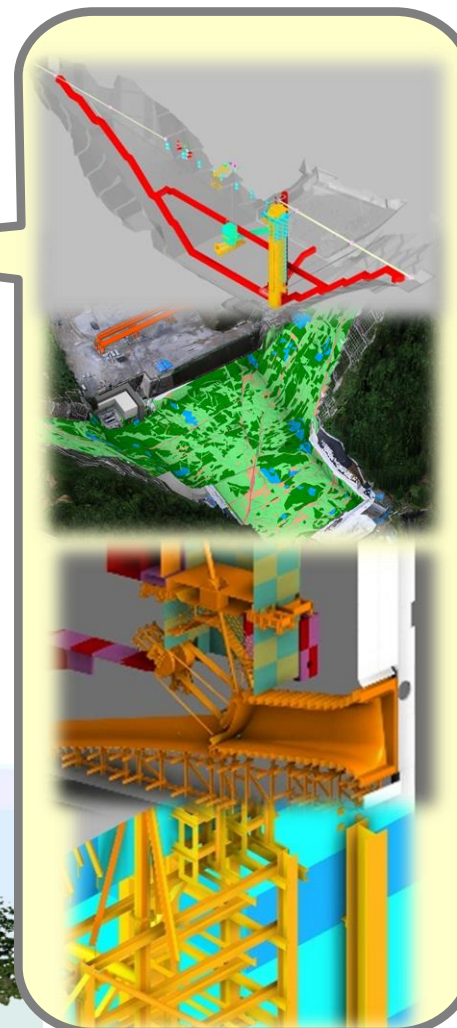
(詳細度、整合性を高め施工検討)

3) CPS



機械情報
施工情報
を表示

【CPS】Cyber Physical Systems : センサーが実世界で収集した情報をサイバー空間で解析・表示する技術

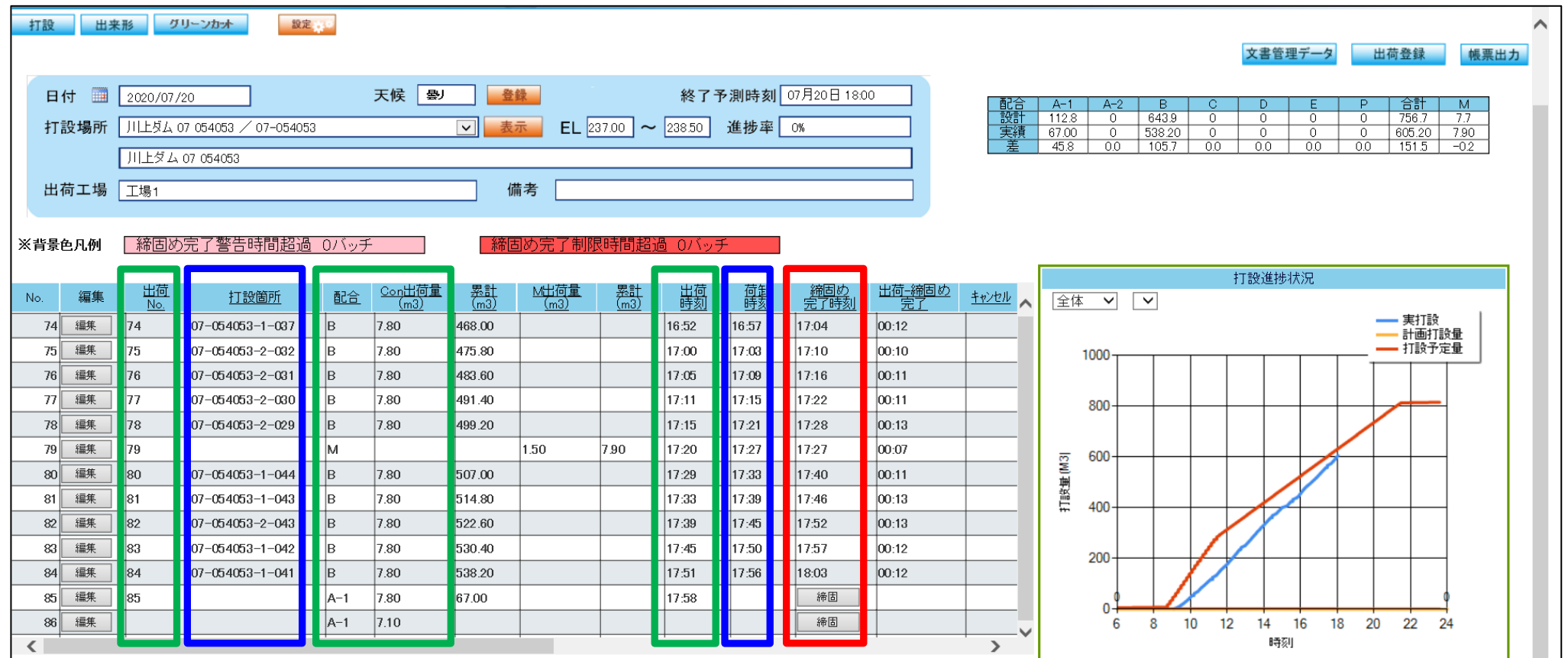
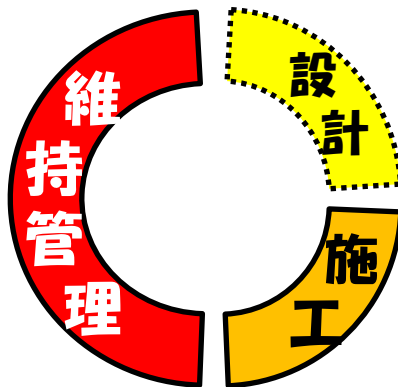


【成し遂げた技術】使命感

① 重要構造物であるダム本体建設でのCIM の一貫利用

2) DATE STOCK

コンクリート 打設管理 システム



3) CPS

バッチャープラント (製造)



出荷情報

- ・スランプ
- ・空気量
- ・出荷温度

タワークレーン (運搬)



運搬情報

- ・打込み位置情報



バイバック (締固め)



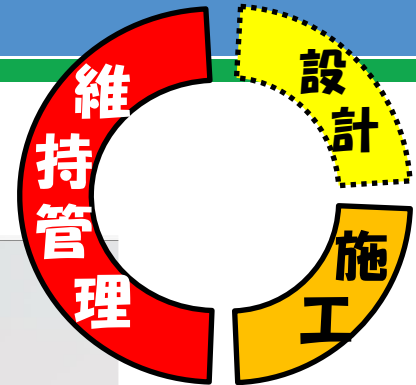
打設情報

- ・締固め情報

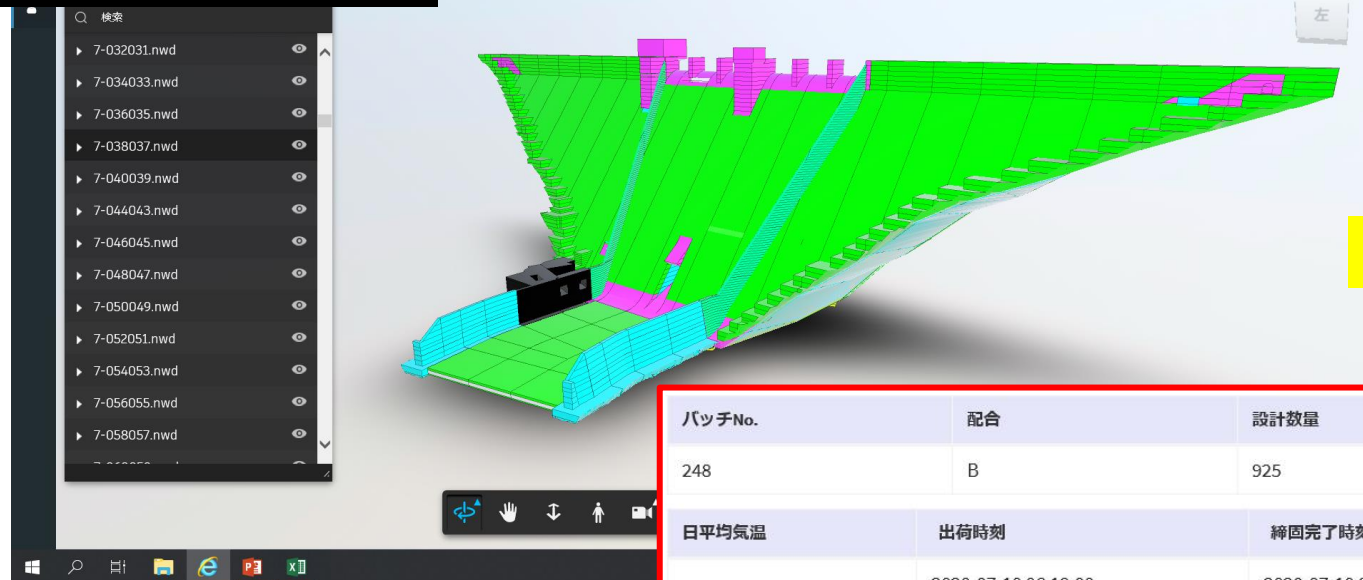
ダムコンクリート打設情報を一括管理を実現

【成し遂げた技術】使命感

① 重要構造物であるダム本体建設でのCIM の一貫利用



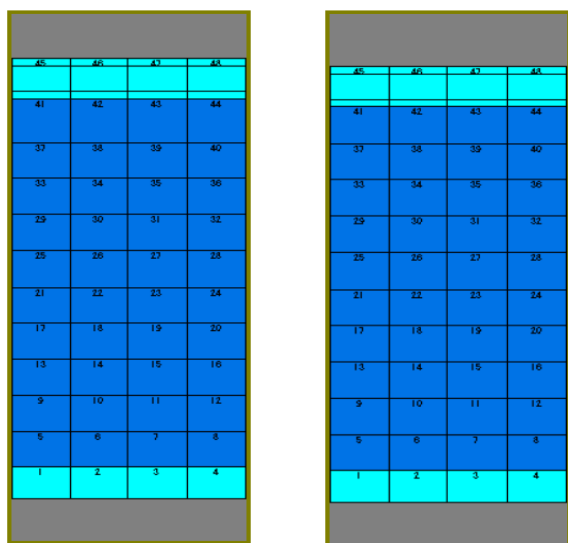
2) DATE STOCK



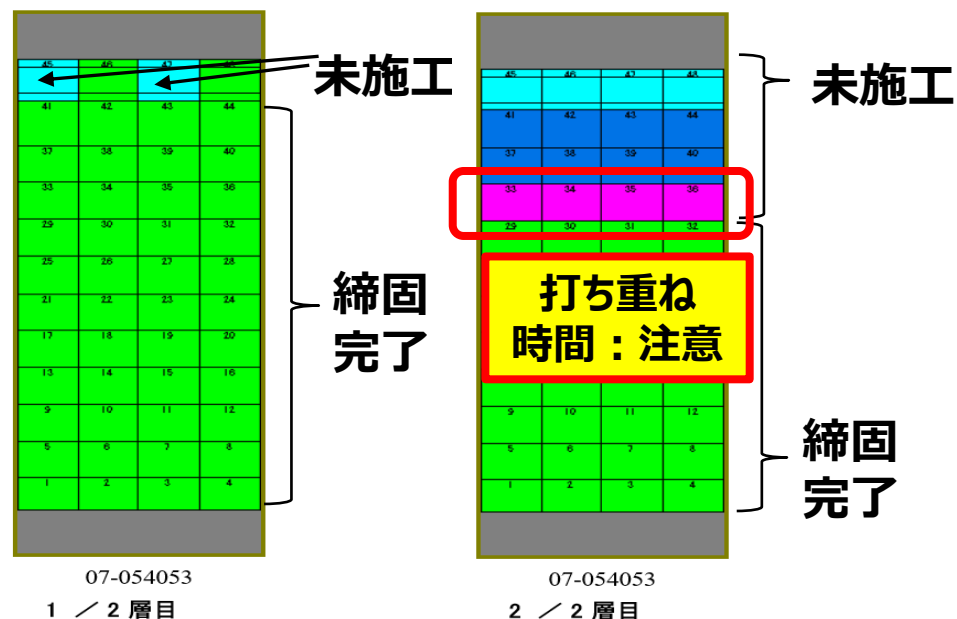
図面上で選択

パッチNo.	配合	設計数量	実打設数量	天候	最高気温	最低気温
248	B	925	903	曇/小雨	26.000	22.000
日平均気温	出荷時刻	締固完了時刻	打ち重ね時間	スランプ	空気量	CON温度
	2020-07-10 06:19:00	2020-07-10 06:30:00	00:01:33	3.200	3.000	20.000

打設前 : 配合にて色分け



打設中 : 打設状況を反映し色分け



バケツ一杯単位で
施工情報を記録

詳細な施工情報の
トレースを実現

凡例

荷卸

締固め

注意

警告

90分

120分

A-1

A-2

B

C

D

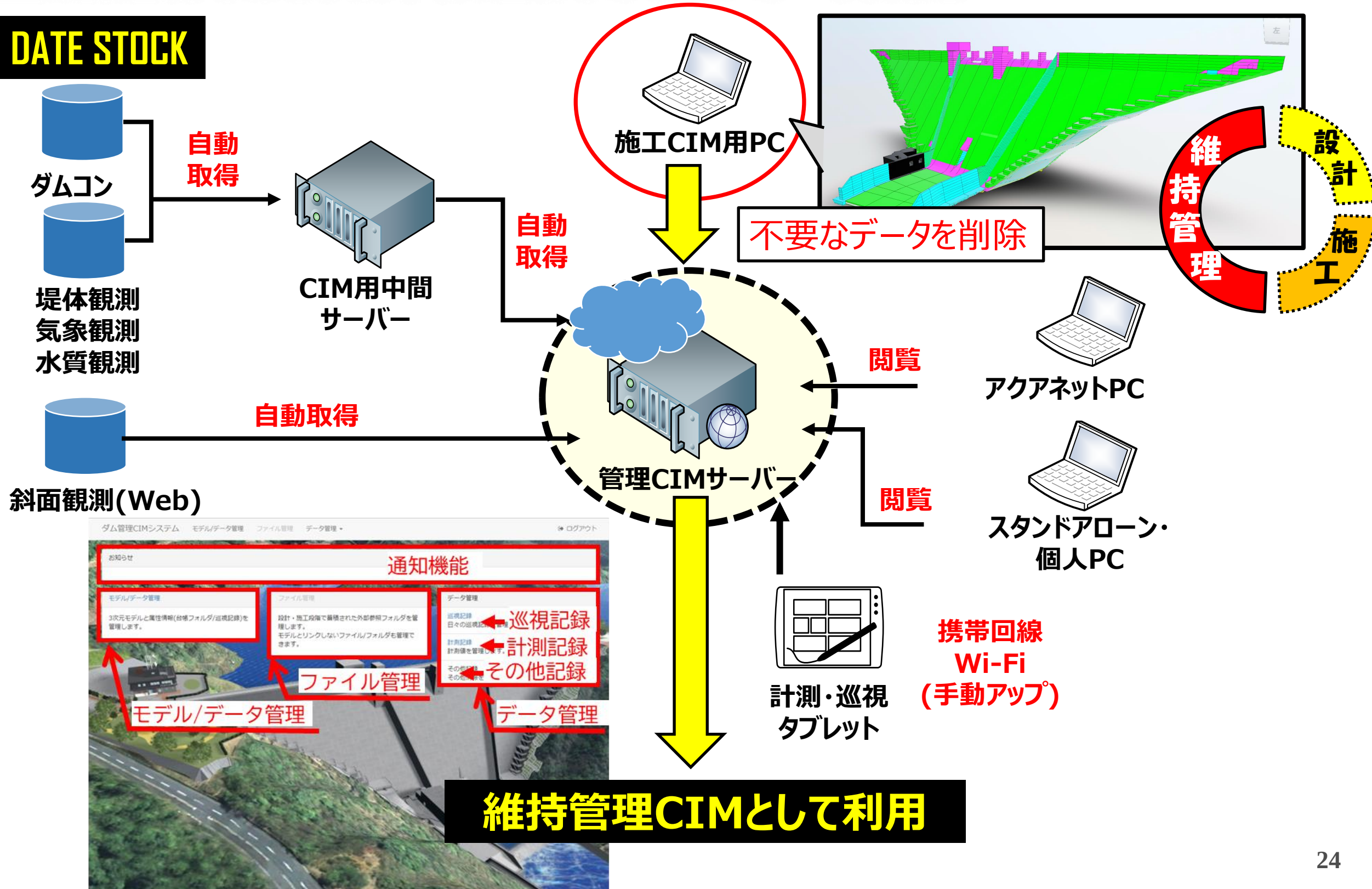
E

P

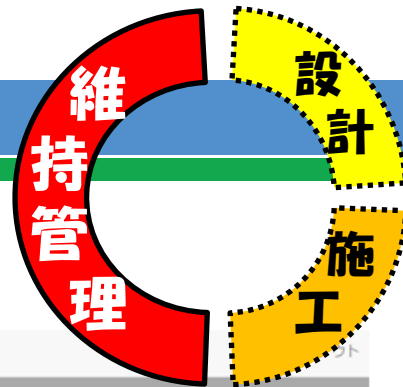
【成し遂げた技術】使命感

① 重要構造物であるダム本体建設でのCIMの一貫利用

2) DATE STOCK

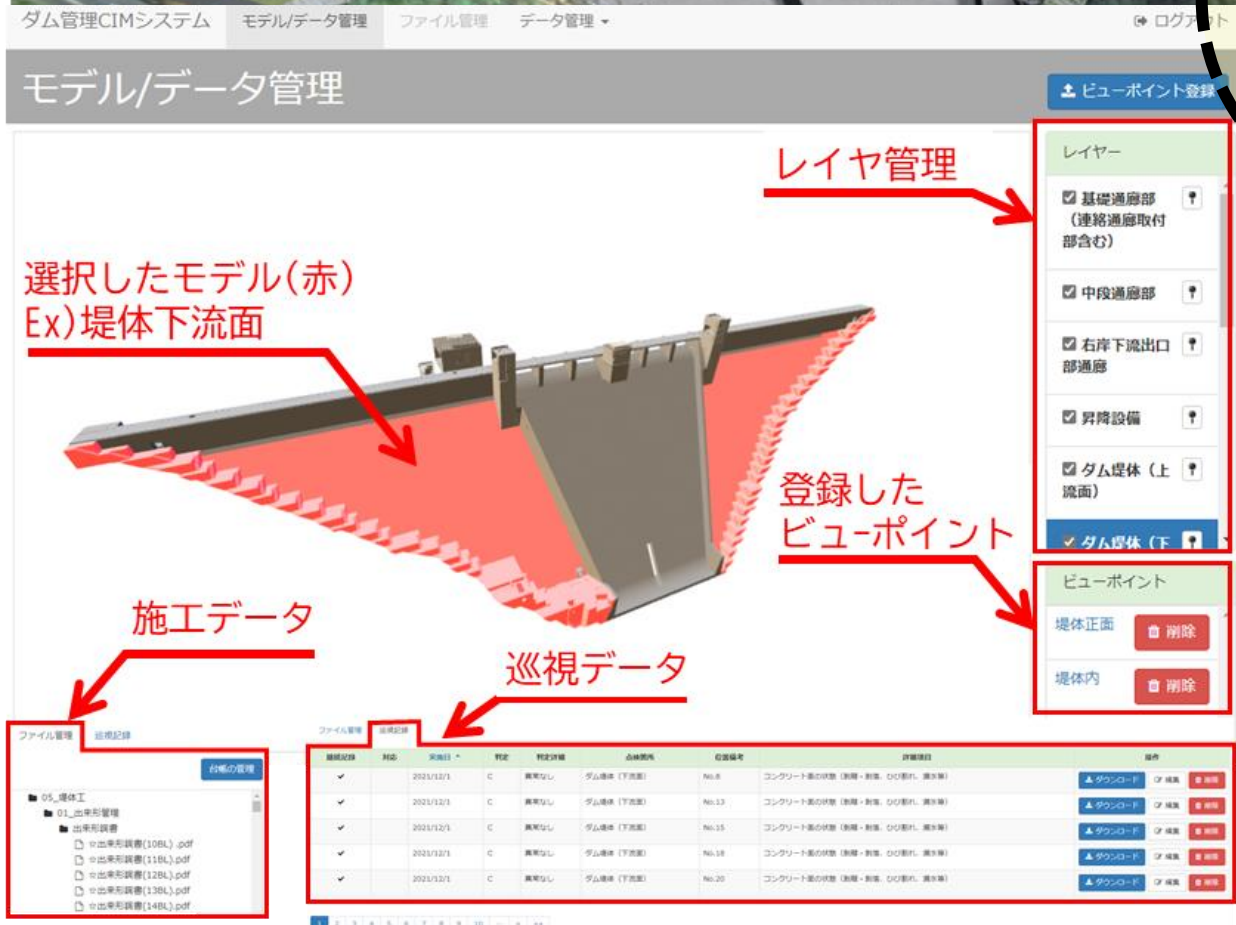
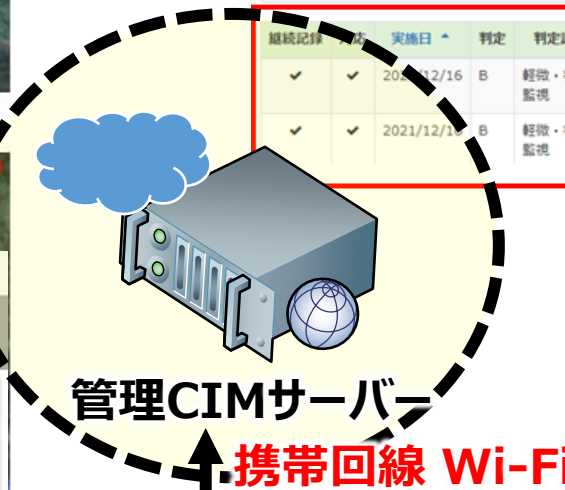


【成し遂げた技術】使命感

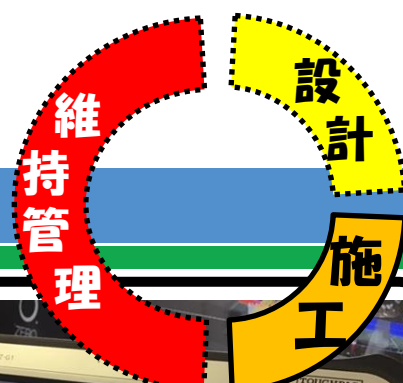


① 重要構造物であるダム本体建設でのCIM の一貫利用

維持管理での利用



【成し遂げた技術】使命感



② CIM連動のTC自律運転システムを国内初導入
建機のCPS情報をゲーミング画面で表示
現場の情報を3つのデジタルツインで監理

1) 施工CIM

TC1 STEP
TC2 STEP
View
BackGround
TC Camera
Caution STOP
END

2) DATE STOCK

桁名称: P1-P2-G2
製造日: 2021/3/12
配合: 60-12-20H
スランプ: 10.5
エア: 4.1
σ7(N/mm2): 68.9
工場: 昭和コンクリート工業株式会社 掛斐川工場

3) CPS

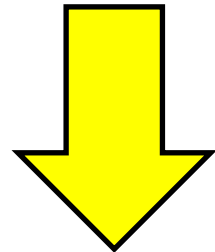
建機情報
人の情報

製品情報

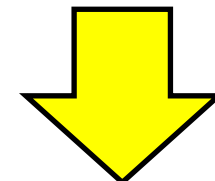
遠隔管理

現場操作

1. 選択



2. 管制室
で承諾



3. 自律運転スタート

Work Area

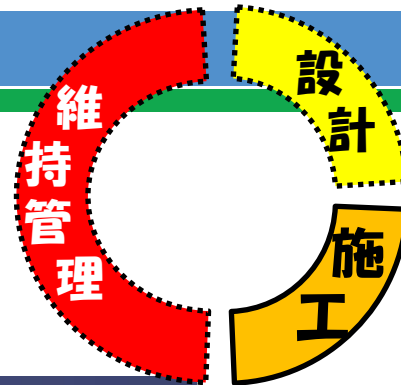
GNSS Setting
TC1 STEP
TC2 STEP
View
BackGround
TC Camera
Caution STOP
END

Digital Twin

【成し遂げた技術】使命感

現場タブレット

【成し遂げた技術】使命感

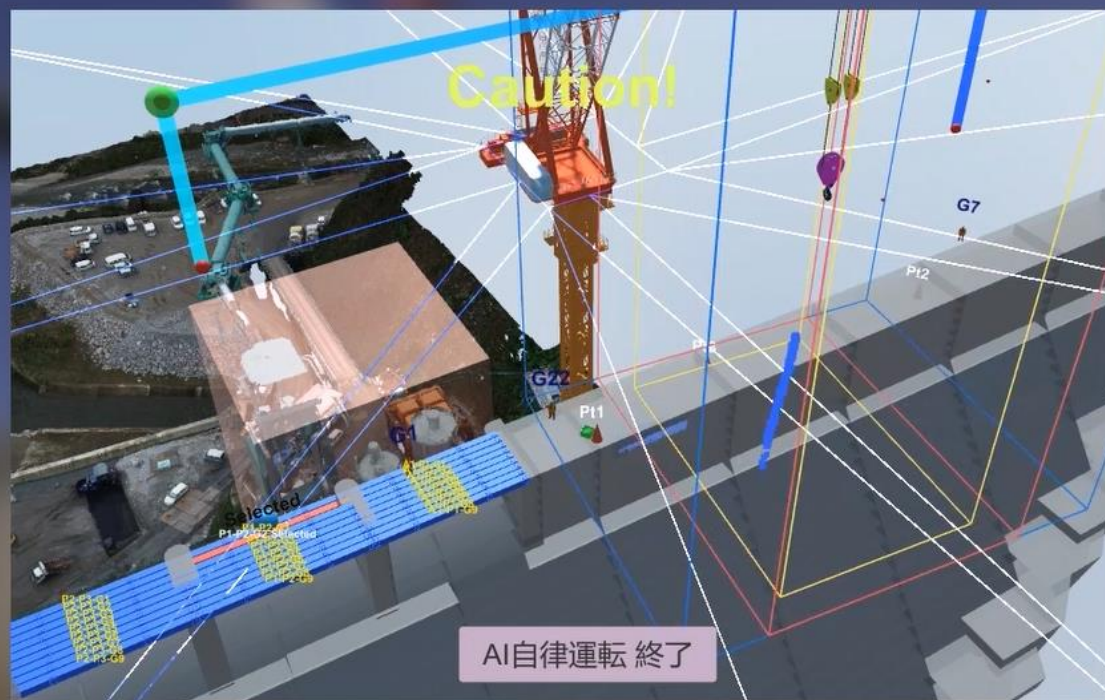


② CIM連動のTC自律運転システムを国内初導入 現場の情報を3つのデジタルツインで監理



Digital Twin

建設現場のオートメーション
タワークレーン



タワークレーンの挙動や
作業員の位置情報を反映したデジタルツインを構築

クレーン操作時間の長いダム工事や建築工事で
BIM/CIMとの親和性が発揮できる手法である

【新しい技術】先駆性

【使える技術】応用性

【成し遂げた技術】使命感

【喜ばれる技術】地域への貢献

昨今は大型インフラ整備の工事遅延が懸念されるが、

①本事業では施工数量が増加しても事業工程を遵守

②施工標準化による作業量平準化で働き方改革

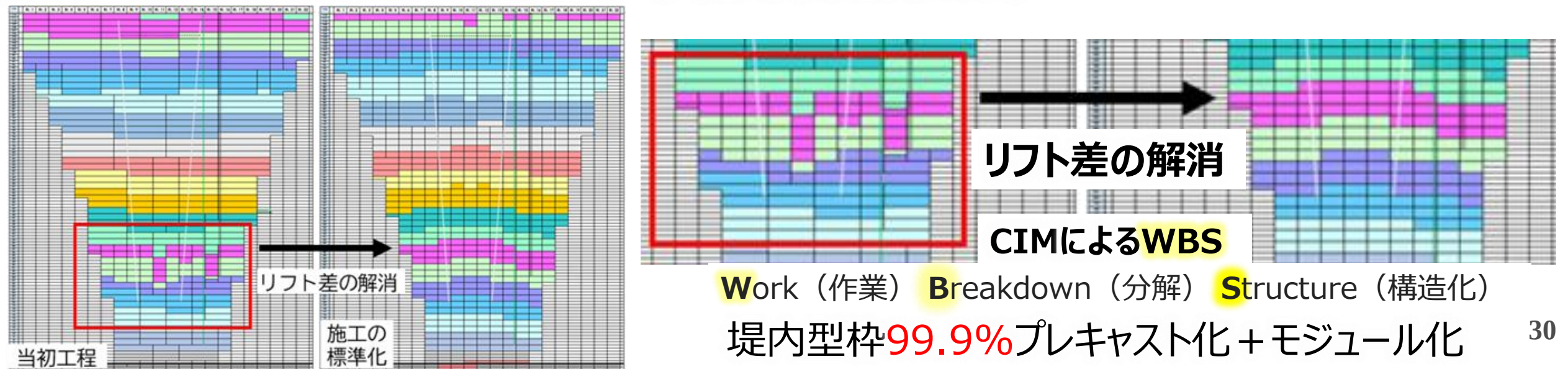
フロントローディングの取組みとして様々な媒体で展開

【喜ばれる技術】地域への貢献

① 本事業では施工数量が増加しても事業工程を遵守



② 施工標準化による作業量平準化で働き方改革



【社会貢献と将来の発展性】

②施工標準化による作業量平準化で働き方改革

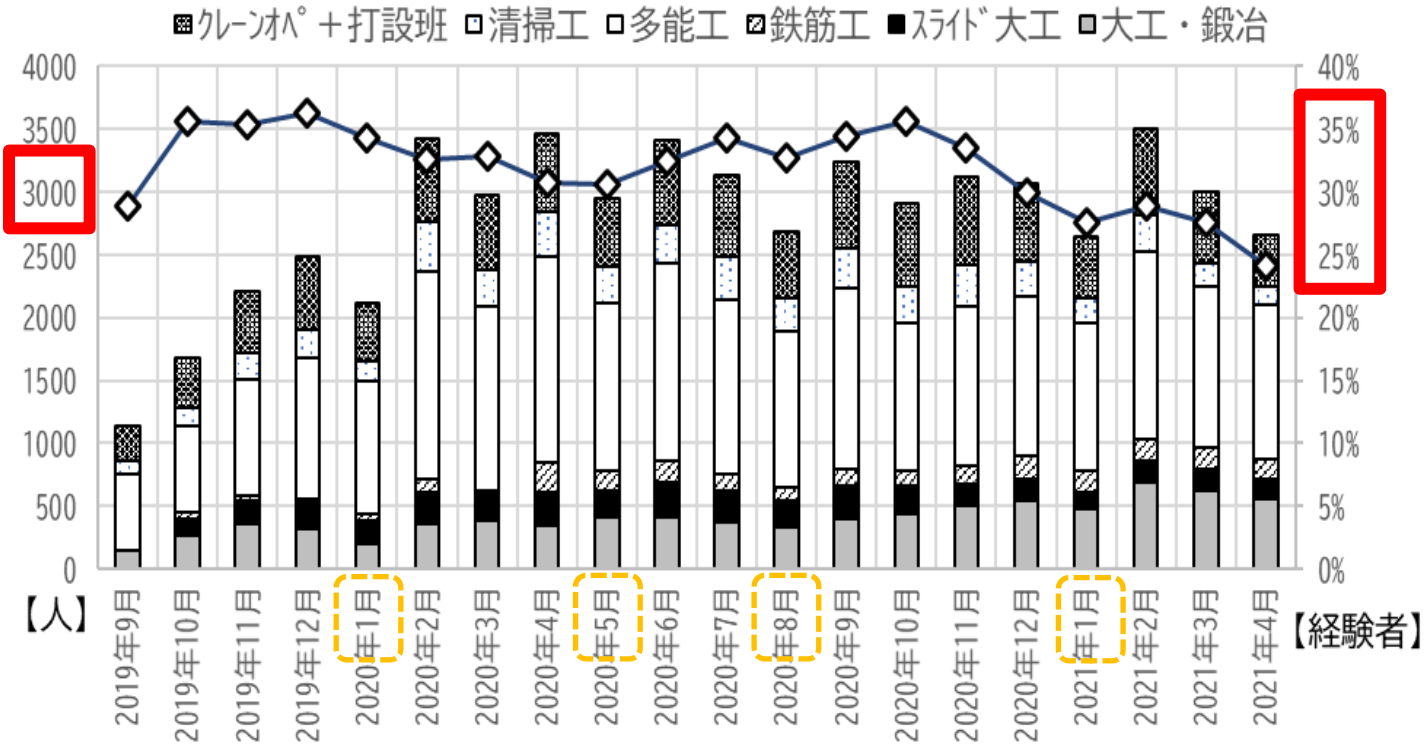
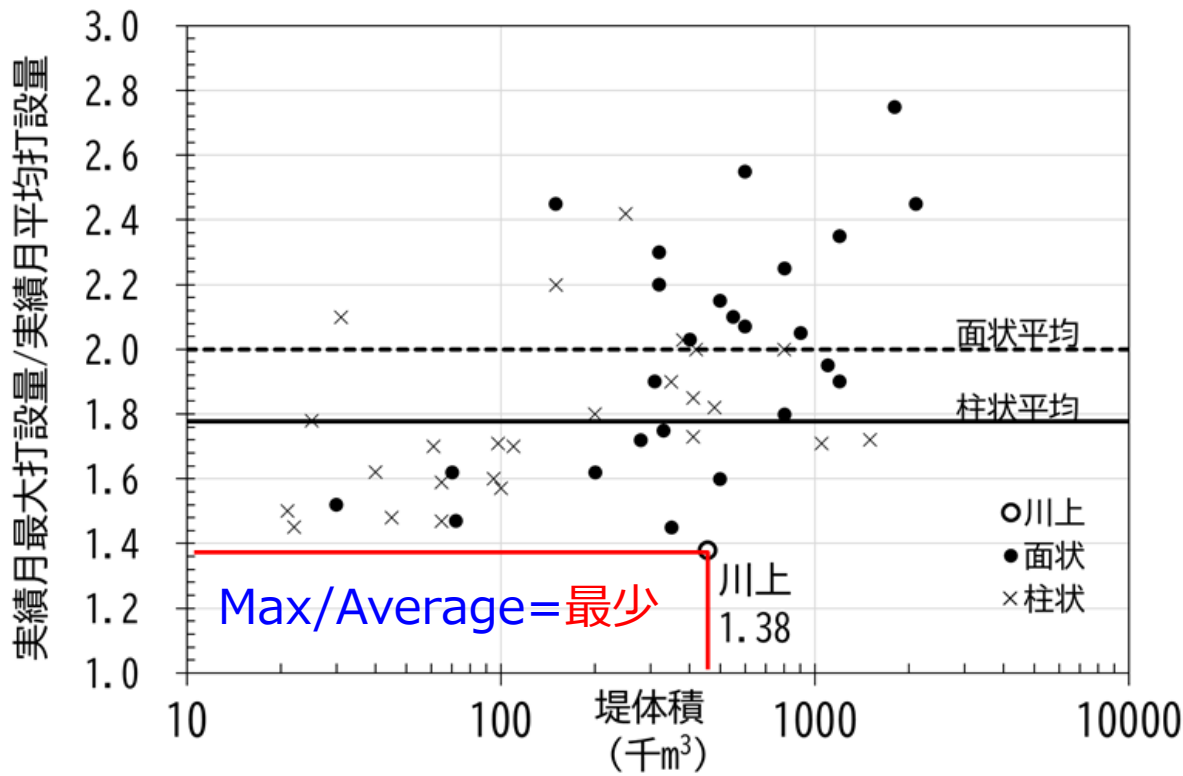
- CIM活用 + 一貫した施工方法 = 習熟度UP
- 降雨・季節変動の影響を最小化 = 稼働率UP



現場の工場化

★50以上の事例の中で打設平準化度 NO.1

- ★作業人員は 3000人／月 程度で安定
- ★熟練ダム技能者は 約3割 で安定 (=7割は通勤圏)



平準化の比較
【ダム施工機械設備設計指針（案）2005】

作業の標準化 + 作業量の平準化 = 作業する人にも喜んでもらえる現場

DX-ダム本体建設における、 CIM の設計・施工・維持管理への一貫利用



ご清聴ありがとうございました。