RC造及びS造のプロジェクトにおけるBIM活用の 効果検証・課題分析

中間報告

令和2年度 株式会社竹中工務店

【プロジェクトA(RC造)】





計 画 名 :静岡営業所建替計画

計 画 地 :静岡県静岡市葵区昭和町6

建物用途:事務所

建物規模:3F

建 築 面 積 :198.79㎡ 延 床 面 積 :523.75㎡

構 造 種 別 : RC 柱頭免震構造

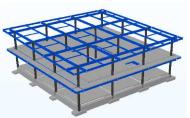
【BIM活用の目的】

- ・RC造の特徴的なデザインの最適化
- ・RC造におけるBIMデータの活用・展開と工業化(オフサイト化)
- ・設計から生産・FMまでのシームレスなデータ連携の実現
- ・上記活動による生産性の向上

【プロジェクトB(S造)】







計 画 名 :岡山営業所建替計画

計 画 地 :岡山市北区田町2-1-10

建 物 用 途 :事務所

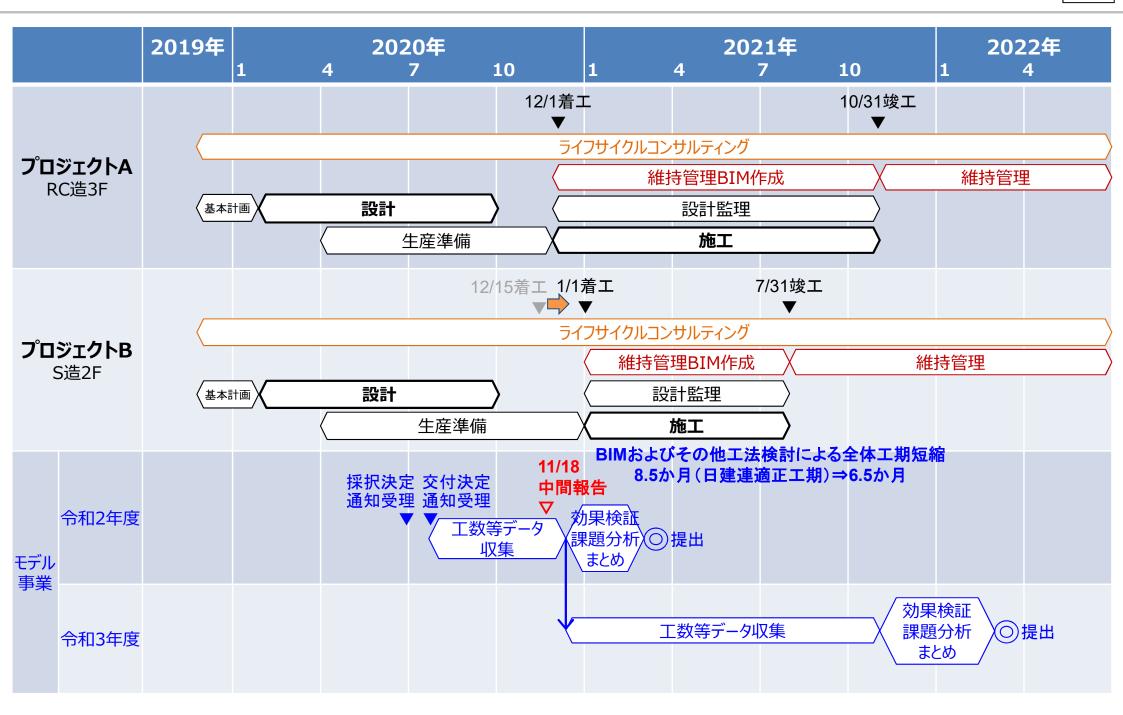
建 物 規 模 :2 F

建 築 面 積 : 345.00㎡ 延 床 面 積 : 746.20㎡

構造種別:S造

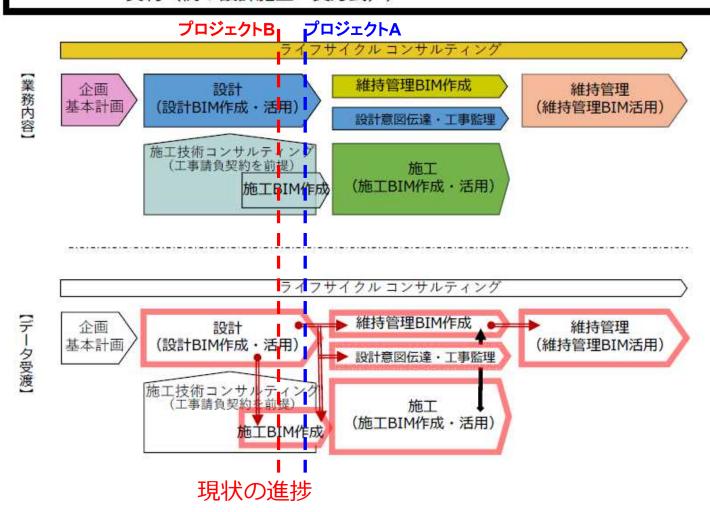
【BIM活用の目的】

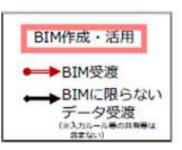
- ・S造における徹底的なBIMデータの活用・展開と工業化(オフサイト化)
- ・めざす姿の実現のため、BIMをデジタルプラットフォームとして活用
- ・上記活動による生産性の向上



パターン④:設計・施工・維持管理段階で連携しBIMを活用する

+施工の技術検討に加え、施工図の作成等をフロントローディング(設計に反映) (※工事請負契約を前提とした施工技術コンサルティングを、設計契約と同時に 契約(例:設計施工一貫方式))



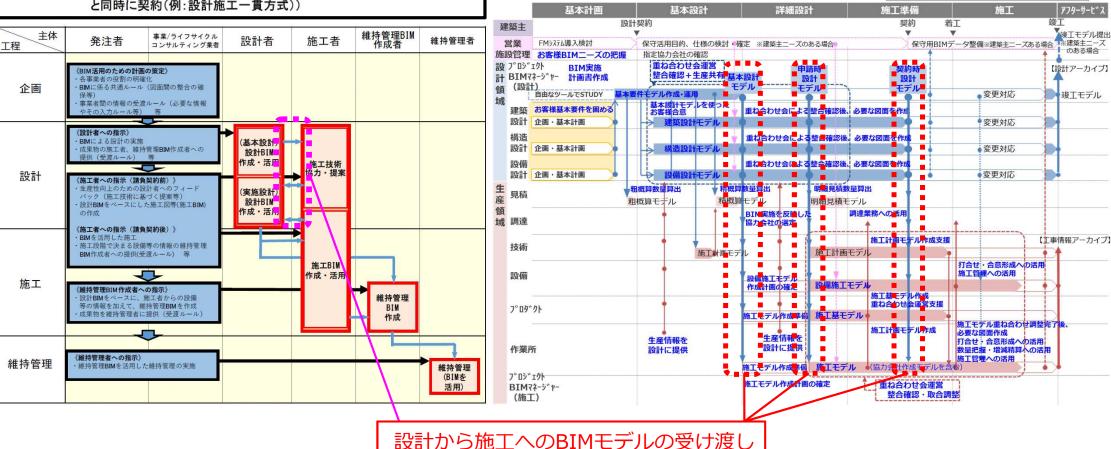


設計情報 → 生産情報 → FM情報

パターン(4): 設計・施工・維持管理段階で連携しBIMを活用する

- +施工の技術検討に加え、施工図の作成等をフロントローディング (設計反映)
- (※工事請負契約を前提とした施工技術コンサルティングを、設計契約 と同時に契約(例:設計施工一貫方式))

■当プロジェクトのBIM業務及びモデルフロー(概要版)



- BIMの標準ワークフローと当プロジェクトのBIM業務フローとの対比において、設計から施工へのデータ連携については、基本設計終了時、設計がほぼ固まる実施設計の前半終了時(確認申請時)、実施設計終了時(工事契約時)の3段階で行うことは同様の考え方であり、より効果的な施工活用や製作までのデータ連携を図るための、モデリング・データ連携のルール化が課題と捉えている。
- 現在のBIM業務フローでは**維持管理へのデータ連携**は定まっていないため、その**しくみ作りが課題**である。

【効果検証項目】

- ●合意形成の円滑化による設計業務効率の向上
- 2積算業務の迅速化と業務効率の向上
- ❸施工検討及び施工図作成のフロントローディ ングによる不整合や手戻りの発生抑制
- 4日質の事前検証
- 母設計・生産のデータ連携による業務効率の向上
- **のデジタルファブリケーションの実施による製作** 効率の向上
- **⑦**精度の高い工程計画による業務効率の向上 8施工管理業務の効率向上
- **9施工情報の効果的な伝達による施工効率の向上**
- **①BIMモデルと維持管理データの連携による** 業務効率の向上

【課題分析項目】

- ①設計変更発生時のBIMモデルの変更フォロー
- ②設計BIMと施工BIMを活用した維持管理BIMの作成業務における、 維持管理段階で必要となる情報入力ルール
- ③BIMガイドラインに沿った、設計BIM、施工BIM、維持管理BIMの 関係者間の適正なデータ連携手法
- ④BIMガイドラインの課題に対する解決策の提示(設計段階から施工段 階へのBIMデータの受け渡し、3Dモデル承認、2D作図の最小化等)
- ⑤BIM発注者情報要件(EIR)の標準的なあり方

【ライフサイクルコンサルティング業務】

- 2 維持管理・運用で必要なBIM及びモデリング・入力ルールの検討と設計者との
- 施丁段階で確定する維持管理・運用に必要な情報の検討と維持管理BIM作成者 への提示

1 (設計業務)

- 設計と概算工事費のBIMによる検討と発注者との3Dモデル等を活用した設計
- ・ライフサイクルコンサルティング業者と協議し、と維持管理BIMに求めるモデ リング・入力ルールに基づいたBIMの入力
- •施工技術コンサルティング業者と協議し、その提案に基づいた設計及びBIMの 入力と、施工図作成等のための設計BIMの受け渡し

【施工技術コンサルティング業務】

- 設計者に、施工技術、施工手順、構工法、コスト、製品・調達情報、性能比較 検討、仕様の選定、納まり等の提案
- ・設計業務と並行し工事工程の検討、施工計画の検討・作成、 図の作成

【施工業務】

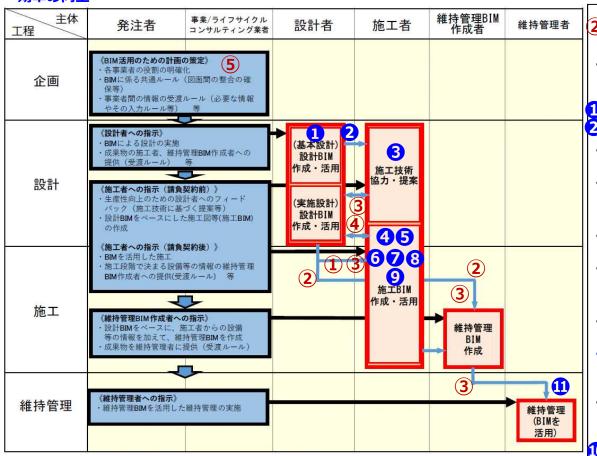
- •工事発注・契約支援業者から引き渡されたBIMを活用又は参照し、生産性と 品質の向上を目的とした施工BIMモデルの作成
- 9関係者間の合意形成、数量算出 6発注・製作 8 現場指示・確認
- ・維持管理BIM作成者から示された維持管理・運用に必要な情報の提供 ※当該情報の提供は、効率化のためにBIMであることを求めない。

【工事監理業務】

りBIMモデル等を活用し、施工者への工事監理方針の説明や工事と設計図書との 照合等を行い、施工者が作成した完成図(2D)を確認

【維持管理BIM作成業務】

- 維持管理・運用に必要な情報が施工者から提供された場合に、ライフサイクル コンサルティング業者と協議し2 維持管理BIMに求めるモデリング・入力 ルールに基づき、設計者から引き渡されたBIMによる設計の成果物に入力し、 維持管理・運用に必要なBIMの成果物を作成
- 竣工後、発注者へ当該維持管理・運用に必要なBIMの成果物を納品



パターン(4): 設計・施工・維持管理段階で連携しBIMを活用する

+施工の技術検討に加え、施工図の作成等をフロントローディング

(設計反映)

(※工事請負契約を前提とした施工技術コンサルティングを、設計契約 と同時に契約(例:設計施工一貫方式))

年度	ステージ	効果検証項目	効果指標	進捗	取組み状況
令和 2 年度	<u> </u>	1合意形成の円滑化による設計業務効	設計打合せ時間の削減率	取組み中	各種シミュレーションやVRによる関係者との合意推進中
	1	率の向上	確認申請図作成業務工数の削減率	取組み中	事前審査での整合確認や法適合チェック等を主体とした取組み試行中
	設計・	❷積算業務の迅速化と業務効率の向上	自動化による積算業務時間の削減率	取組み中	設計BIMデータから躯体・鉄骨・仕上・設備での積算連携試行中
	砂煤		不整合個所の減少率		・フロントローディングの課題として、設計期間中の変更対応における BIMモデル連携を抽出・着工までのSolibriによる施工モデルの整合と施工図の不整合箇所の 修正手間について検証中
	1	③施工検討及び施工図作成のフロント ローディングによる不整合や手戻りの	手戻り業務工数の削減率	 取組み中	
		発生抑制	主要工事における工事着工時の施工 図(モデル)確定率	TAIL TO	
	1	4品質の事前検証	品質指摘事項の削減率	計画中	品質巡回による確認を計画(躯体完了時と仕上完了時の比較)
令和 2 年度 及び		⑤設計・生産のデータ連携による業務効率の向上	重複入力作業時間の削減率	取組み開始	設計モデル連携による施工モデル・2D図作成と重複業務の把握開始
			製作業務量(作図・加工工数)の 削減率	取組み開始	鉄骨・鉄筋・PC・型枠・金属・設備工事において、施工モデル連携による製作連携(製作図作成・1次加工)の取組み開始
	施工段階	▽ 精度の高い工程計画による業務効率 の向上	施工計画業務工数の削減率	取組み開始	4D施工シミュレーションによる精度の高い工程計画を策定中
令和		❸施工管理業務の効率向上	現地確認業務工数の削減率	計画中	作業指示・進捗確認・検査に各種デジタルツールやAR活用を計画中
3年度	1	●施工情報の効果的な伝達による施工 効率の向上	労務工数の削減率	計画中	BIMデータとリンクしたコミュニケーションツールによる施工の効率化を計画中
	1	●工事監理の効率向上	工事監理業務工数の削減率	計画中	BIMデータ活用によるペーパーレス監理を計画中
			維持管理業務工数の削減率(施工 段階におけるシミュレーション)	計画中	汎用性のある維持管理活用を目指した試行内容を検討中
年度	ステージ	悪題分∤	課題分析項目		取組み状況
令和 2年間 (報 令年 (報 3年 (報 3年 (報 5 (報 5 (報 5 (報 5 (報 5 (1) 1 (1) 1 (1) 1 (1) 1 (1) 1 (1) 1 (1) 1 1 1 1		①設計変更発生時のBIMモデルの変更フォロー		検討中	変更に対応できるモデリング・データ連携のルール化を検討中
		②設計BIMと施工BIMを活用した維持管理BIMの作成業務における、維持管理段階で必要となる情報入力ルール		検討中	諸室台帳や設備機器台帳等、建物管理業務に必要な建物データを 検討中
	及び施工	③BIMガイドラインに沿った、設計BIM、施工BIM、維持管理BIMの関係者間の 適正なデータ連携手法		取組み中	設計・施工・製作・維持管理のプロセス横断を目指し、特定のBIMソフトに縛られず、共通フォーマットIFCによるデータ共有化と相互運用により、 設計・生産及び協力会社モデルの整合を確保することを確認
		④BIMガイドラインの課題に対する解決策の提示(設計段階から施工段階へのBIMデータの受け渡し、3Dモデル承認、2D作図の最小化等)		取組み中	BIMモデルでの整合調整をベースに、各段階での発注内容に応じた3D 承認について試行中
		⑤BIM発注者情報要件(EIR)の標準的	的なあり方	検討中	ライフサイクルコンサルティング含め検討中
4		<u></u>	·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	·

: 今回の取組み報告項目

●合意形成の円滑化による設計業務効率の向上:設計打合せ時間の削減率

取組中

BIMモデルを活用した各種シミュレーションやVRでの見える化による建築主等の関係者との合意

詳細設計内容の合意に至るまでの合意打合せ時間の低減(確認申請図着手まで)







WPP_WS 現地ワークショップ



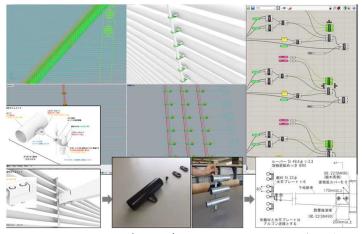
VRによるモデル見える化

照度 建築主との合意形成のための打合せ工数実績:10.5 h/16.75h=63% シミュレーション*分母の16.75 h は同規模同用途における合意形成打合せ時間の実例平均

プロジェクトB(S造)における取組み







3Dモデリングツールによるルーバー検証



VRによるモデル見える化

建築主との合意形成のための打合せ工数実績:13.5 h/16.75h=80%*分母の16.75 hは同規模同用途における合意形成打合せ時間の実例平均

●合意形成の円滑化による設計業務効率の向上:確認申請における活用

取組中

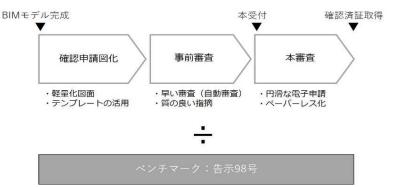
事前審査での整合確認や法適合チェック等を主体とした取組み

取組み1 「STEP3-」に取組み、今後の日本のIFCモデル による確認申請審査のプロトタイプを目指す。 **⇒BIMデータ活用による自動チェック** PDF申請 / 申請図書の電子提出 STEP 1 PDF申請のBIMモデルによる図面作成 STEP 1+ PDF申請+non graphic data STEP 2 STEP2+ PDF申請+model data(BIM or IFC) STEP 3 IFCモデルによる部分的な自動審査 STEP 3 IFCモデルによる完全な自動審査 建築研究所が提唱する建築確認申請の開発ステップ

取組み 2 「電子申請」に取組み、確認申請手続きにおけるペーパーレス化を目指す。 ⇒門滑な電子申請 電子申請受付 We b システム https://shinsei.j-eri.jp/ ・申請図書 ・是正書類 ・是正書類 ・電子申請図書 ・電音済図書・評価済図書 ・記述 ・電音済図書・評価済図書 ・記述 ・電子申請の書 ・記述 ・電音済図書・評価済図書

- ・プロジェクトA(RC造) (静岡営業所建替計画) 事前審査10/20提出、12/1着エ予定
- ・プロジェクトB(S造)(岡山営業所建替計画)事前審査10/30提出、1/1着エ予定

確認申請図作成業務工数の削減率:今後検証



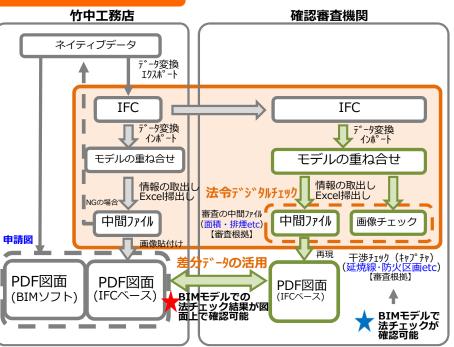
●合意形成の円滑化による設計業務効率の向上:確認申請における活用

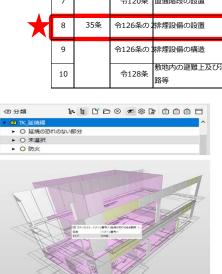
取組中

取組み1

IFCベースでの確認と自動チェック

忍と自動チエック 今回、5項目の自動チェックに取り組む





延焼線と建具の 仕様の確認の例

対象条項 自動チェック項目 法第52条 容積率 容積対象面積が許容容積を超えていないことを確認 建蔽率 2 法第53条 建築面積が許容建築面積を超えていないことを確認 法第56% 建築物の各部分の高さ 斜線制限にかかっていないことを確認 鎌機線にかかる開口部の防火設備を確認 法第61条 36条 令第112条 防火区画 防火区画内にある開口部の仕様が区画の種別に適合していることを確認 令119条 廊下 廊下の有効幅員が規制値以上であることを確認 直通階段の設置 歩行距離が規制値以下であることを確認 令120条 ^{防煙区画面積を確認、排煙要件の適合性を確認} 116条の2無窓居

BIMモデルでの法チェック結果が図面上で確認可能

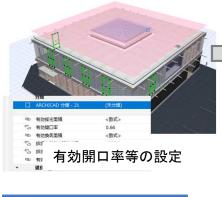
BIMモデルで法チェックが確認可能

有効排煙開口面積の適合性を確認

BIMソフトでの属性設定

IFC検証アプリでの情報確認

表計算ソフトでの集計



排煙計算の例

課題

- IFCを使う上で、BIMアプリケーションからプロパティデータを 取得するための標準化が必要
 - ➤ IDMやMVDの標準化
 - ▶ 開口部部品の腰高・高 さ・幅などの入れ方の標 準化

室の判定

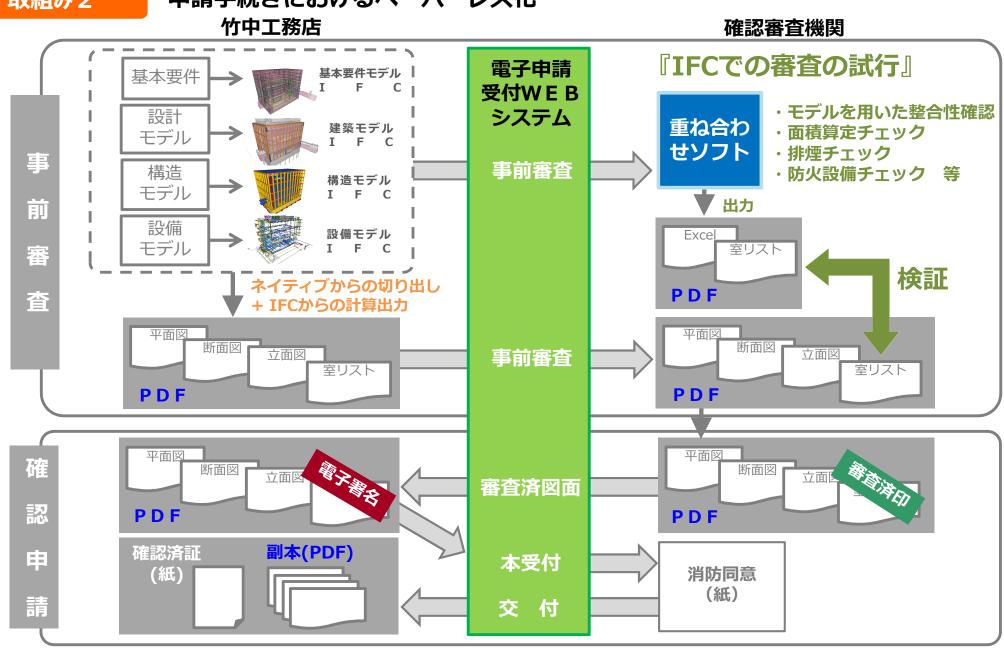
- モデル数量の利用に関する関係 諸法上の問題
 - ▶ 今回は審査機関と合意の 上、モデルの情報をその まま利用

●合意形成の円滑化による設計業務効率の向上:確認申請における活用

取組中

取組み2

申請手続きにおけるペーパーレス化

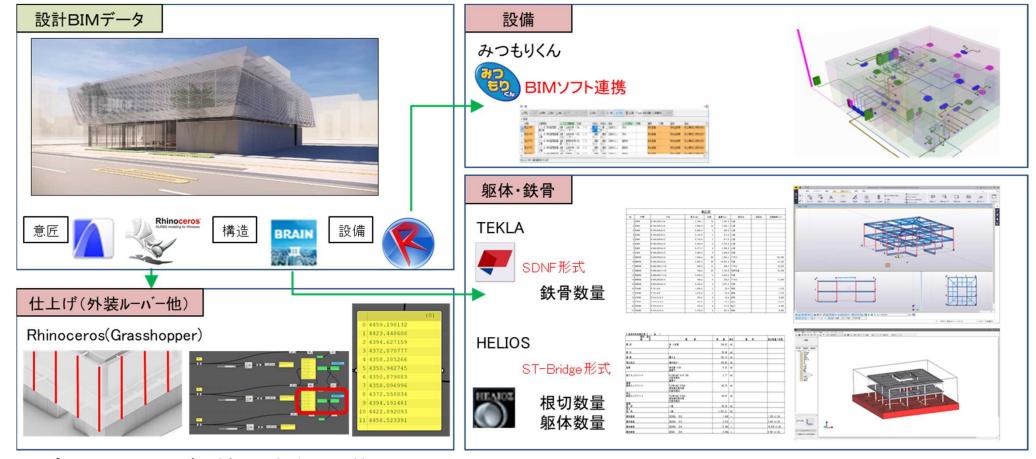


BIM申請・電子申請 全体フロー図

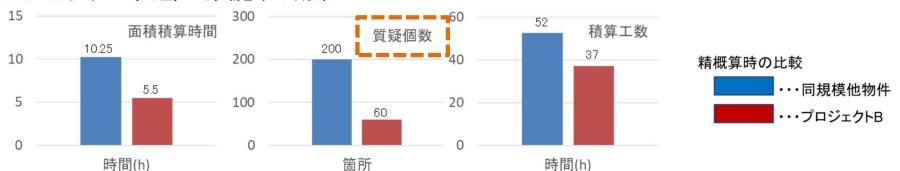
❷積算業務の迅速化と業務効率の向上:自動化による積算業務時間の削減率

取組中

設計BIMデータから躯体・鉄骨・仕上・設備での積算連携



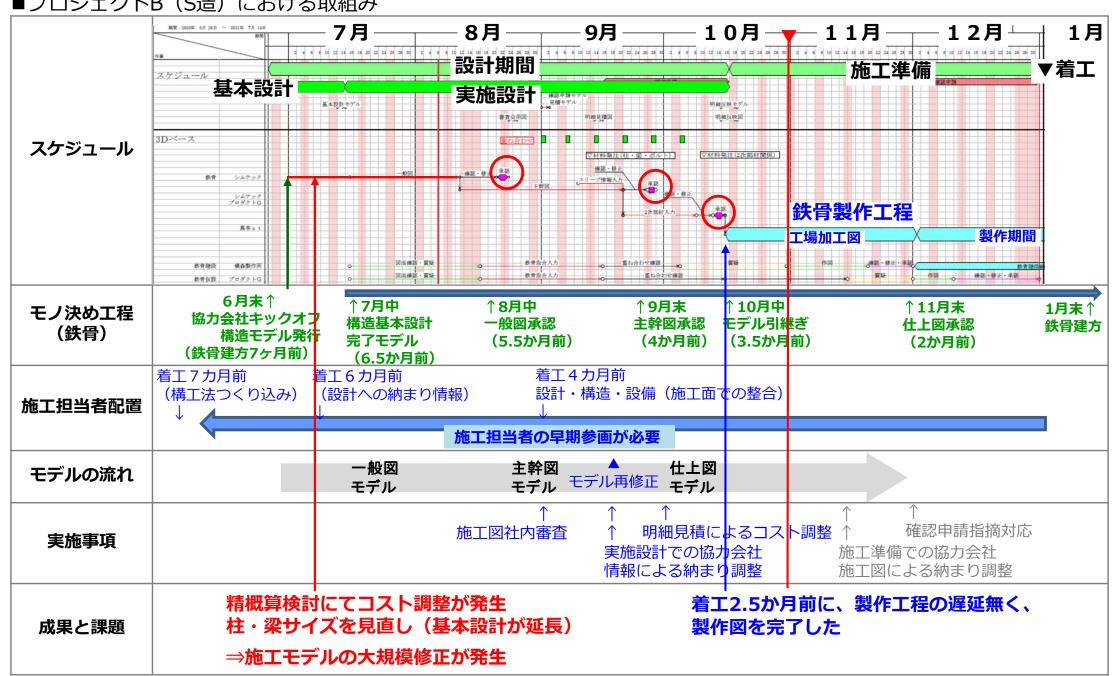
■プロジェクトB(S造)で実施中の効果



❷施工検討及び施工図作成のフロントローディングによる不整合や手戻りの発生抑制

取組中

■プロジェクトB(S造)における取組み

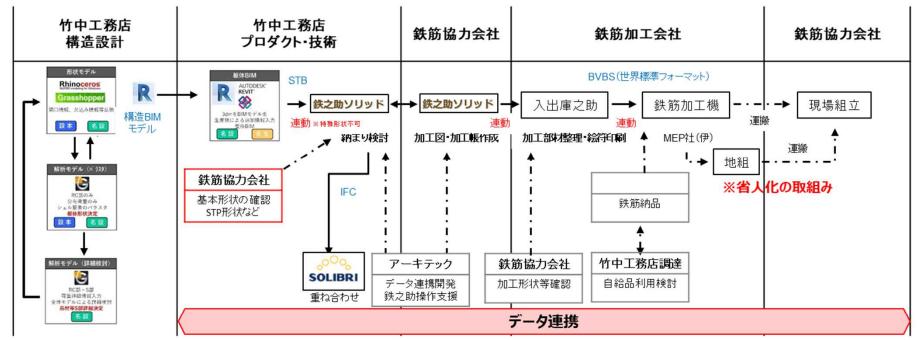


⊙デジタルファブリケーションの実施による製作効率の向上:製作業務量(作図·加工工数)削減率

取組開始

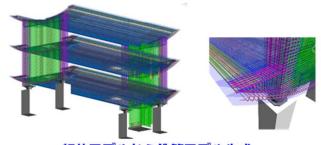
鉄筋工事におけるデジタルファブリケーション

■プロジェクトA(RC造)における取組み

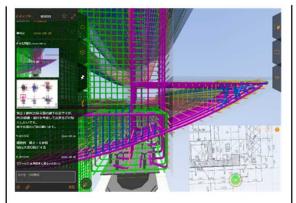


【取組内容】

- ・鉄筋モデル内 デジタル配筋検査の実施
- ・鉄筋専用BIMから鉄筋加工機連動 (デジタルファブリケーション)
- ・現地での配筋検査にホロレンズを利用予定



躯体モデルから鉄筋モデル生成



StreamBIM (BIMマネジメント ツール)を設計段階から構造担当者 との質疑応答に活用





鉄之助ソリッドから加工帳及び ロール発注の数量表を自動作成

鉄筋数量表

鉄筋加工帳

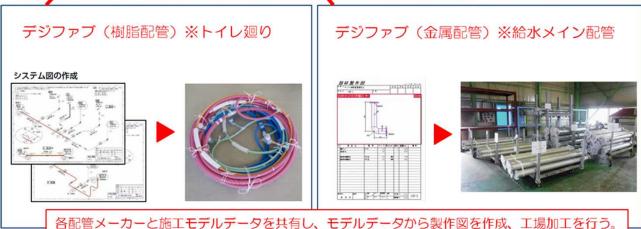
⊙デジタルファブリケーションの実施による製作効率の向上:製作業務量(作図・加工工数)削減率

取組開始

設備工事におけるデジタルファブリケーション

■プロジェクトB(S造)における取組み





設備サブコン(設計・施工)と協業し、早期 に施工レベルでの設備納まりを検証。 *Rebro ● MMHTS ▼ ● DEE全体を対象とする つかシャピューのみ対象にする 配管 冷雄 耐火二層管 角炉外・円形炉外 2月1756点外 電気 他形式(2) 操作環境 要素選択 定様指定 配形 サイズ・名称記入 配管・ダケナ・電気共産 フリーブ

サイズリスト

回至表現

自動スリーブ

深真達

連続

同村

配置が加工 調整した3Dモデルより、 自動で鉄骨スリーブを配置 **設定の飲み込み・保存** ▼ X Excelファイル 同データより、エクセル形式の スリーブリストを出力 CSVファイ. 鉄骨ファブへはCSVファイル形式 にて出力し、データ取り合いを実施 **Tekla**

●BIMモデルと維持管理データの連携による業務効率の向上:維持管理業務工数の削減率

計画中

汎用性のある維持管理活用を目指した試行内容の検討

- ・BIMモデルと維持管理機能の連携によるお客様対応の試行
- ・市販の施設管理システム活用による、**汎用的なお客様のBIM活用ニーズへの対応の検証**
- ・複数建物(本事業のプロジェクトA・B)での実施による施設管理業務の効率化の検証



①BIMモデルと維持管理データの連携による業務効率の向上:維持管理業務工数の削減率

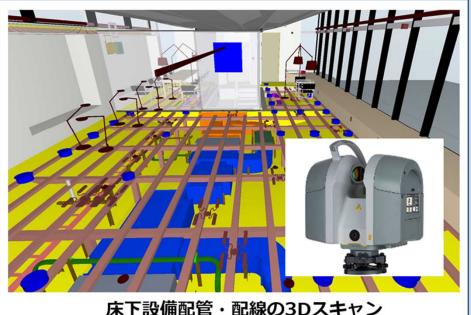
計画中

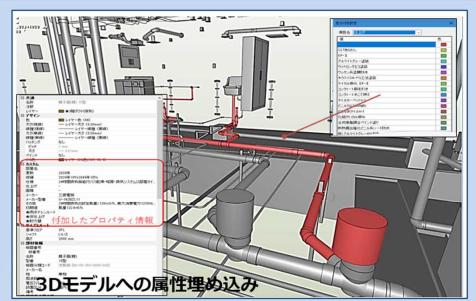
設計・生産情報をシームレスにFM領域に展開検討

■プロジェクトA(RC造)における取組み

【維持管理活用】

- 床下および壁の隠ぺい部となる設備スペースについて Matterport撮影・3Dスキャン(Nikon Trimble)
- 施工中に利用したQRコードのメンテナンスへの活用
- 施設管理モデルへの属性情報の埋め込みと維持管理活用
- BIMデータの竣工時更新による維持管理活用
- ・ FMプラットフォームを活用した3Dモデル活用
- アサヒファシリティズ (FM関連の当社グループ会社)とのBIMデータ連携



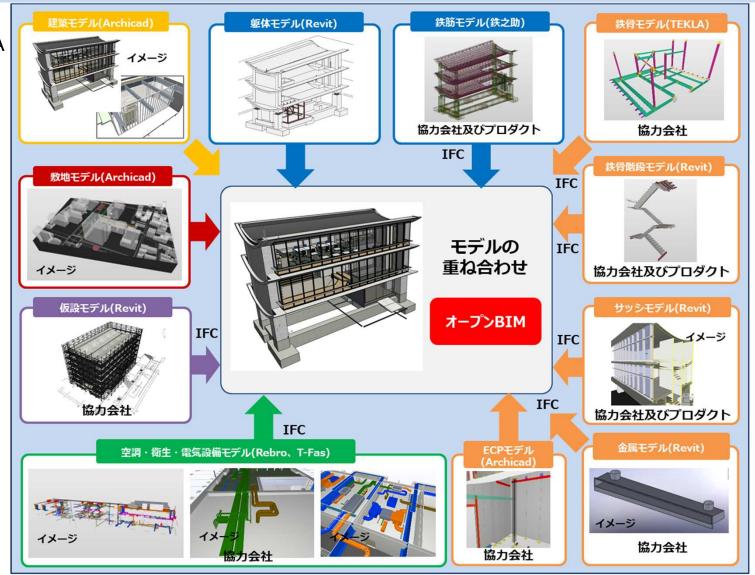




③BIMガイドラインに沿った、設計BIM、施工BIM、維持管理BIMの関係者間の適正なデータ連携手法 ●IFCを介したオープンBIMの展開 取組中

設計・施工・製作・維持管理の全てのプロセス横断を目指すBIM活用において、特定のBIMソフトに 縛られず、共通フォーマットIFCによるデータ共有化と相互運用により、設計・生産及び協力会社 モデルの整合を確保する

■プロジェクトA (RC造) に おける連携例



モデルの重ね合わ せを軸とした IFCの効率的活用 により、 多工種における 連携を図れている

取組中

④BIMガイドラインの課題に対する解決策の提示

3 Dモデル承認

BIMモデルでの整合調整をベースに、一般図・主幹図・仕上図の各段階において発注内容に応じ承認

■プロジェクトB (S造)に おける取組み

01 一般図 モデル承認 02 主幹図 モデル承認

03 仕上図 モデル承認

