

株式会社 竹中工務店の施工BIM

施工難易度の高いハイブリッド構造（RC造・S造・木構造）を採用したホール建築におけるBIM活用

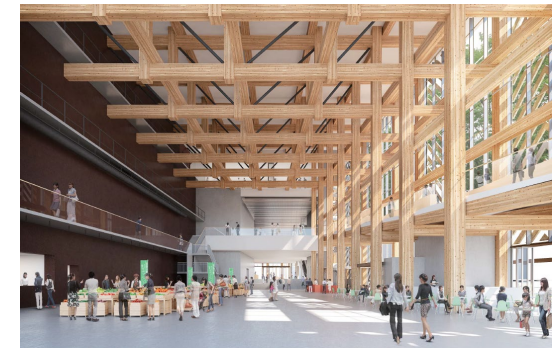
株式会社 竹中工務店 福島 一夫

工事概要

受注方式	設計施工分離
建設地	茨城県
主要用途	劇場、物品販売業を営む店舗
設計期間	基本設計：2016年8月～2017年3月 実施設計：2017年9月～2019年3月
工事期間	2020年4月1日～2022年10月31日 (全工期31ヶ月)
階数	地下2階 地上4階
主体構造	RC造、一部S造・木構造
敷地面積	8,285m ²
建築面積	6,952m ²
延床面積	23,232m ²
備考	耐火集成木材を一部柱・梁に採用



南面外観



やぐら広場 (1階)



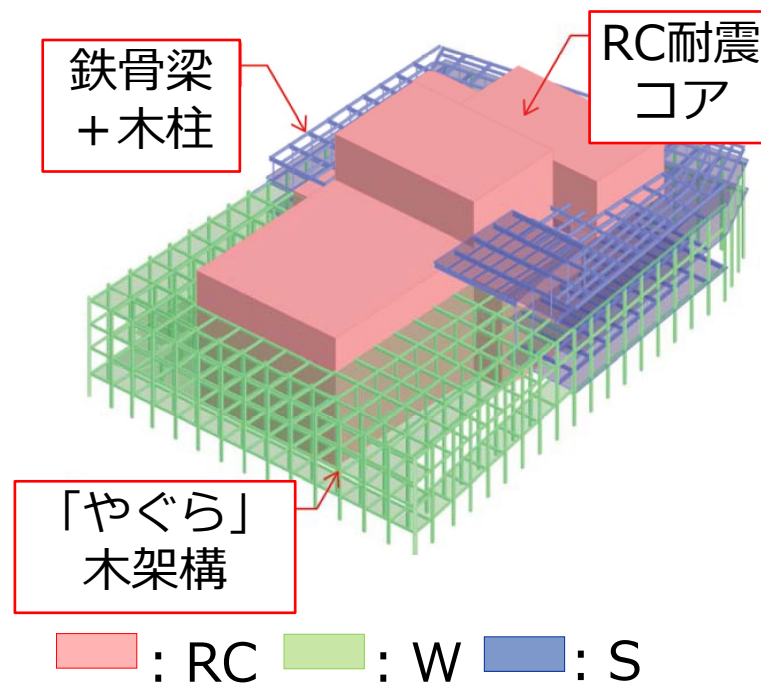
大ホール



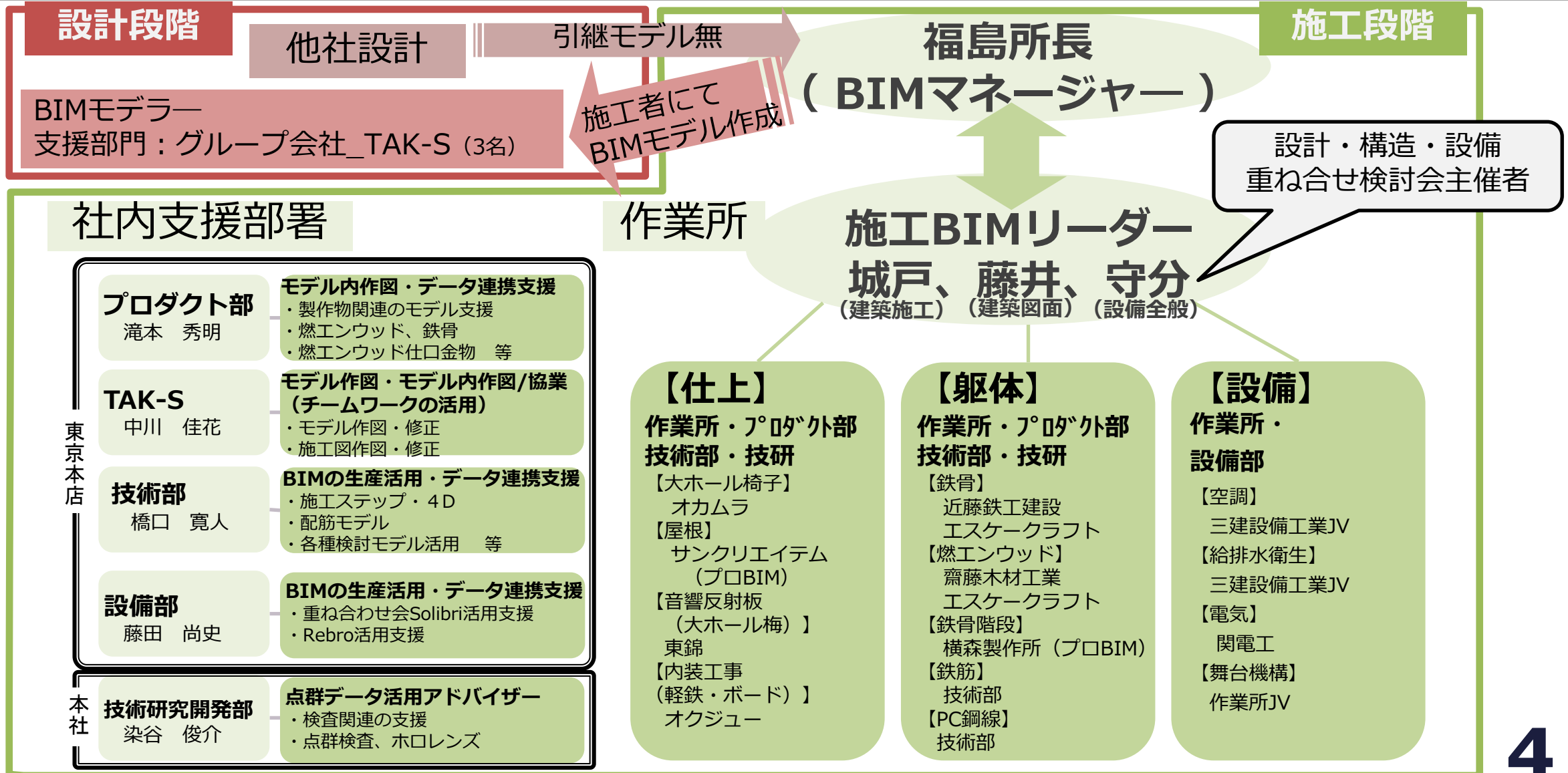
工事概要



RC造、一部S造、W造 のハイブリッド構造



作業体制

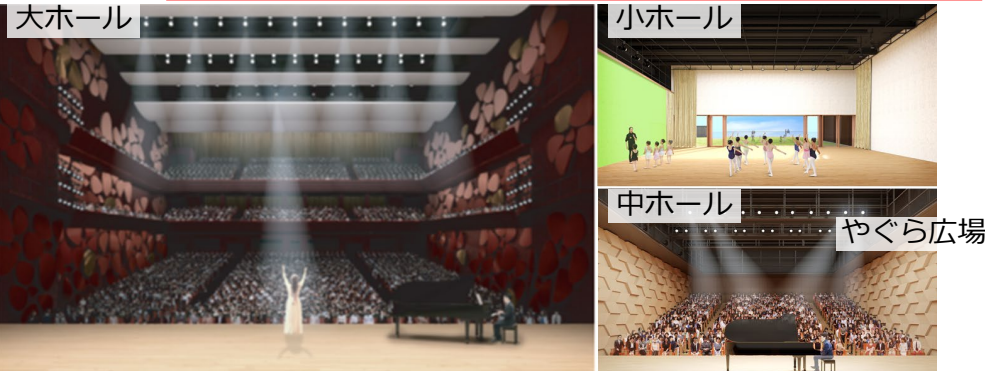


取組みの概要



特性① 多くの関係者がおり、設計図の整合性調整が非常に多い

特性② ホール建築特有の高い遮音性能が必要



大ホール(2000席)を含む3つのホール

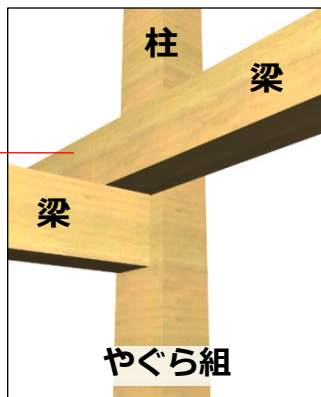
特性③ RC・S・燃エンウッドのハイブリッド構造で納まりや施工が複雑

燃エンウッド(ハイブリッド構造)のやぐら広場



やぐら組採用
平行・直角でない通り芯
トラス構造

1,515㎡、811ピースの燃エンウッド使用



+ ホール建築の施工実績 **=** プロジェクト難易度が高く、生産業務に多くの時間を費やす

➔ BIMによる生産性向上活動が必須

大分類	中分類	番号	検討課題	方策
設計		①	設計図の整合性を取る必要がある	設備/建築/構造設計図整合調整会の実施 (着工6か月前より開始)
		②	屋上設備機器のメンテナンスルートを確認する必要がある	BIMモデルによる屋上設備機器レイアウト検討の実施
		③	大ホール客席床吹出口の機能確認が必要	3Dモデルによる大ホール床吹出口の検討の実施
		④	想定車両とRC躯体との干渉に関する検証が必要	3Dモデルによる地下駐車場スロープの検討の実施
		⑤	他社設計物件であるが、当社開発部材である燃エンウッドの納まり検討が必要	BIMモデルによる燃エンウッド納まり検討の実施
		⑥	BIM作図要員の確保が必要	作業所⇄TAK-Sでのチームワークを活用したArchiCADモデル内作図協業の実施
		⑦	作図における2D・3Dのダブルワークを避ける必要がある	建築・設備モデル<3D>活用による施工図<2D>の作図の実施
		⑧	鉄骨スリーブにおける一般図・詳細図での2度の重ね合わせによる手間の削減が必要	鉄骨モデルへのスリーブデータ連動による鉄骨図のスリーブ作図の実施
		⑨	屋根とRC躯体取合い部の納まり検討が必要	3Dモデルによる屋根とRC躯体取合い部の検討の実施
		⑩	特徴的な形状の鉄骨階段の製作・施工の検討が必要	3Dモデルによる鉄骨階段の製作・施工の検討の実施
		⑪	設計者と意匠性の高い製作物のディテールのタイムリーな合意が必要	3Dモデル活用による製作物の設計者・建築主との合意確認の実施 (大・中ホール椅子・音響反射板 (大ホール椅)・鉄骨階段)
製作図		⑫	施工図の修正・変更連絡のタイムリーな管理を行う必要がある	StreamBIMによる施工図 (設備・電気協力会社) 調整管理の実施
		⑬	地下解体範囲の効率的な位置出しが必要	BIMモデルによる地下解体工事計画の立案
		⑭	床付けレベルが数多くある地下埋戻し工事計画が必要	BIMモデルによる埋戻し工事計画の立案
		⑮	納まりの複雑な箇所の事前配筋検討・合意が必要	3Dモデルによる地下躯体配筋納まり検討の実施
		⑯	プレストレストCON部の納まりが複雑であり、早期の配筋・施工検討が必要	3Dモデルによる配筋納まり・施工検討の実施
		⑰	全体施工手順の検証が必要	3D施工ステップ図による全体工事計画の立案
		⑱	大ホール躯体の施工手順が複雑であるため、詳細検討が必要	3D施工ステップ図による躯体工事詳細計画の立案
		⑲	前例のない納まりである燃エンウッド工事において、施工検討が必要	BIMモデルを活用した燃エンウッド工事の施工計画の立案
		⑳	燃エンウッド建方において、歩掛向上のため施工法の改善が必須	BIMモデルを活用した燃エンウッド工事の施工管理の実施
		㉑	大ホール躯体工事の施工手順が複雑かつ大空間であり、詳細な安全リスク検討が必要	BIMモデルを活用した大ホール躯体工事リスクアセスメントの実施
		㉒	大ホール仕上工事の施工手順が複雑かつ大空間であり、詳細な安全リスク検討が必要	BIMモデルを活用した大ホール仕上工事リスクアセスメントの実施
作業所 生産	躯体・仕上工事	㉓	鉄骨長スラブ(トラス建方)の許容差が小さく、精度のより厳しさを要する	鉄骨建方精度管理の徹底 (鉄骨建方精度管理表の活用による許容差の厳格な管理)
		㉔	音響反射板がランダムに配置となっており、効率的な墨出しが必要	3Dモデルによる音響反射板の位置出しの管理
		㉕	屋上設備機器搬入時の建物との干渉の検証が必要	3Dモデルによる屋上設備機器搬入時の検証の実施
		㉖	大規模建築物において、効率的な施工管理手法による生産性の向上が必要	StreamBIM活用による現場運営の実施
		㉗	遮音性能確保のため、内装取合パターンの早急な整理と納まり検討が必要	正しい構造体と遮音壁のモデル化による取合い納まりの検討実施
		㉘	規格外の壁LGS高さになる箇所の事前の抽出と検討が必要	Solibriのルールセットによる検出機能を用いた壁LGS高さ5m以上箇所の抽出の実施
		㉙	天井補強箇所の施工不良箇所の絶無に向けた取り組みが必要	Solibriのルールセットによる検出機能を用いた天井補強箇所の抽出の実施
		㉚	内装品質記録を確実に残すための検査体制の構築が必要	StreamBIMのチェックリスト機能活用による進捗管理・自主検査の実施
		㉛	遮音区画直通部などのタイムリーな施工計画・管理が必要	BIMモデルから直通部をモレなく抽出・StreamBIMを用いた進捗管理の実施
		㉜	防振支持が必要な範囲に適正な仕様で施工されていることの確認が必要	GyroEyeを用いた現地での防振範囲の可視化と防振支持の確認の実施
		㉝	設備部材の積算や施工歩掛の効率的な管理が必要	BIMモデルから部材の数量積算と標準施工効率による工程への反映の実施
内装工事 (内装工事)	内装工事	㉞	遮音区画直通部など、認識の齟齬のない事前の合意形成が必要	ARを活用した消防中間検査で誘導灯配置の合意形成の実施
		㉟	BIMを日常的な業務ツールとして活用する必要がある	BIMモデル活用によるステークホルダーとの合意形成の実施
		㊱		
		㊲		
内装工事 (設備工事)	設備工事	㊳		
		㊴		
		㊵		
		㊶		
		㊷		
		㊸		
		㊹		
		㊺		
		㊻		
		㊼		
		㊽		

設計_5項目

施工図・製作図_7項目

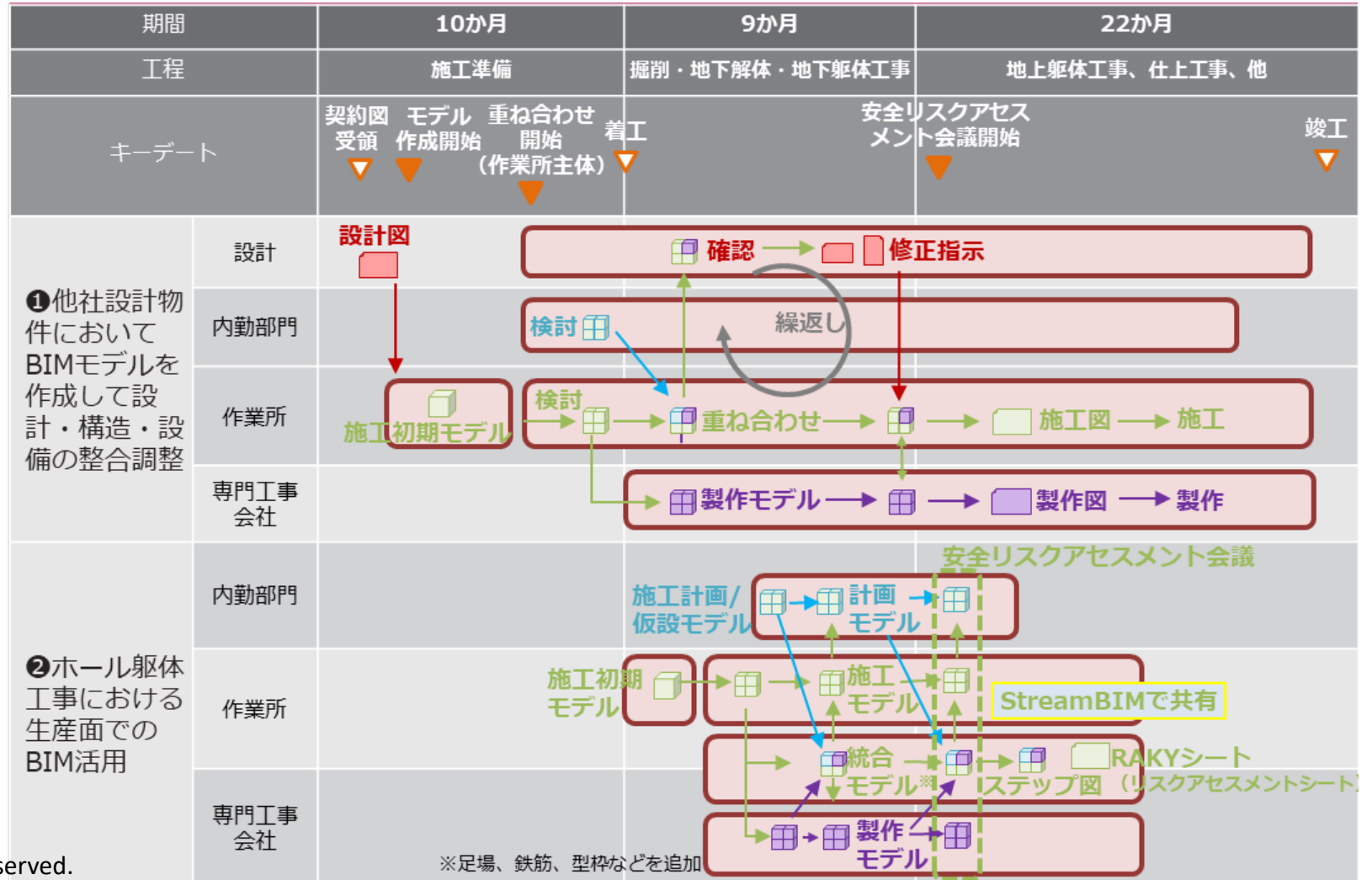
施工計画・管理_23項目

BIM活用による生産性向上活動一覧 (着工当初に設定した全35項目)

取組みの概要（ワークフロー）



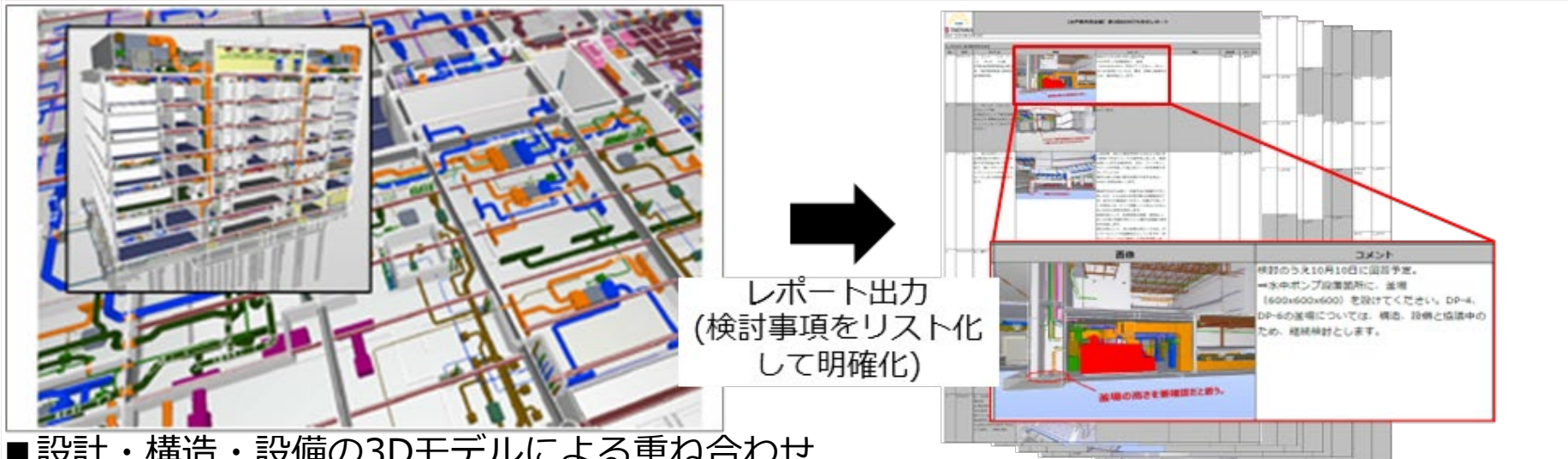
着工10カ月前から内勤支援部門によるBIMモデル作成に取組み、着工7カ月前より施工者主体による設計者・サブコンとの設計・構造・設備図面の整合調整を実施し、竣工までBIM活用を図った



取組 1 : 他社設計物件においてBIMモデルを 作成して 設計・構造・設備の整合調整



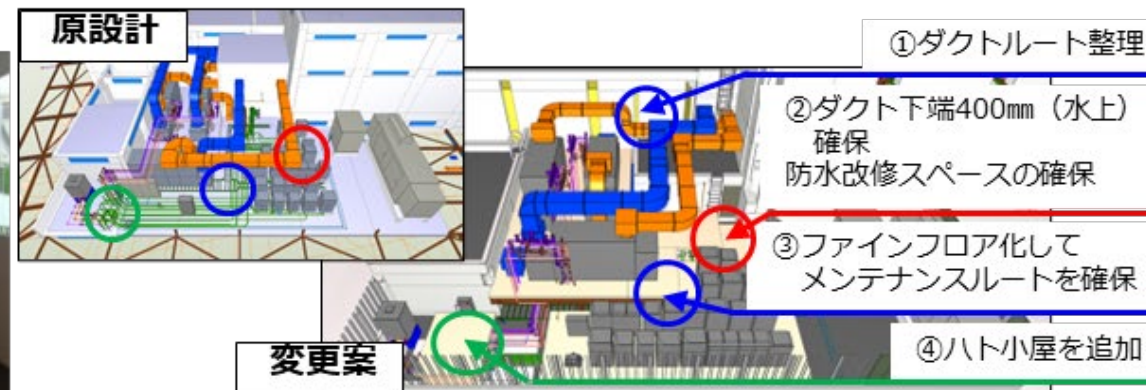
着工7カ月前より施工者主体による設計者・サブコンとの設計・構造・設備図面の整合調整を実施した



■ 設計・構造・設備の3Dモデルによる重ね合わせ



【BIMモデルを活用した重ね合わせ会】



【BIMモデルを活用した検討事例_屋上設備機器レイアウト検討】

取組2：ホール躯体工事における各作業ステップで BIMデータを活用した安全リスクアセスメント検討



難易度の高い大ホール躯体工事において、BIMを活用して専門工事会社と一体となった
施工計画・管理及び、安全リスクアセスメント検討を実施した

STEP10 施工環境を記載

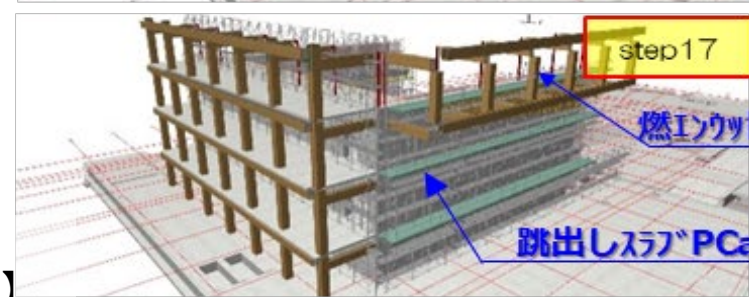
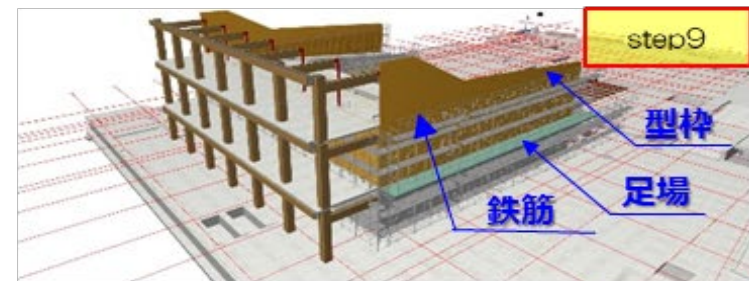
作業内容を記載

リスクアセスメントを実施

作業内容・作業手順	どのような危険・有害要因があるか	リスク評価	リスク削減措置	責任者	実施会社
1 足場組立	足場組立中に落下して怪我する	2 3 6 2	CONE設置による落下防止を確実に設置する。高所からの落下防止に気をつける。	高橋	高橋
2 燃エントラップの取付	燃焼・爆発の危険がある	2 2 4 3	燃焼・爆発の危険を減らす。燃焼防止剤を塗布する。	高橋	高橋
3 鉄筋の設置	鉄筋の設置中に落下して怪我する	1 3 3 3	鉄筋の設置中に落下防止を確実に設置する。	高橋	高橋



専門工事会社と施工方法についての検討会を実施



■ BIMデータを活用した新しいリスクアセスメント (各作業ステップごと)

専門工事会社担当・職長・作業員
131名登録済み

【スマートフォンでStreamBIMを利用して登録した作業員が3D施工ステップ図を閲覧出来るようにした】

取組3：大断面耐火集成材工事における納まり

検討から製作・施工段階までのBIM活用



やぐら組み・木造トラス・スロープ等、施工難易度の高い耐火集成木材工事において、製作から施工までBIMデータを活用し生産性向上を図った

□燃エンウッド製作図～製作 ※燃エンウッド：国土交通大臣より耐火構造の(弊社開発部材) 認定を受けた耐火集成木材

検討段階から製作まで同一データで展開

【BIMモデル作成】 → 【部品図作成】 → 【NC加工】

□燃エンウッド建方検討 **BIMデータより建方ステップ図を作成**

□燃エンウッド仕口金物製品検査 **BIMモデルと3Dスキャンによる製品検査**

スケールでの製品検査に難 **対象部材**

3Dスキャナー 形状が複雑な16台で実施

点群データ = 3Dモデル

+2mmを超える誤差は **赤色**で表示

-2mmを超える誤差は **青色**で表示

【BIMデータ活用による建方検討】

取組4：内装工事におけるBIM活用による

施工計画・管理プロセスの改善

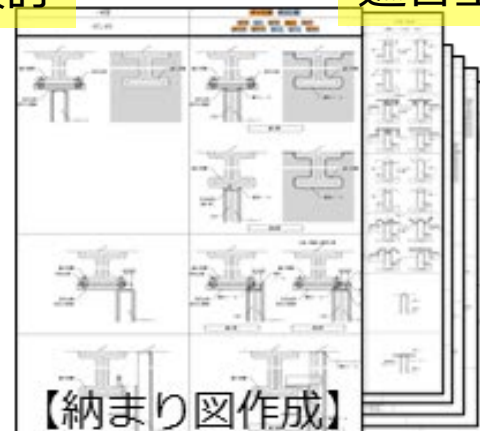
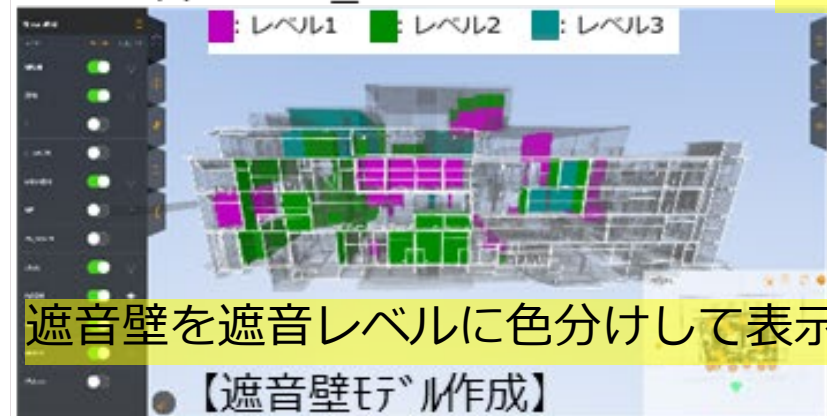


ホール建築に求められる高い遮音性能、階高の高い内装工事においてBIMデータを活用して施工計画・管理の改善を実施した

□施工計画段階_遮音壁の納まり検討

遮音壁の納まりを3Dモデルで検討

遮音壁の納まりパターンを作成



遮音壁を遮音レベルに色分けして表示

●【遮音壁モデル作成】

【納まり検討】

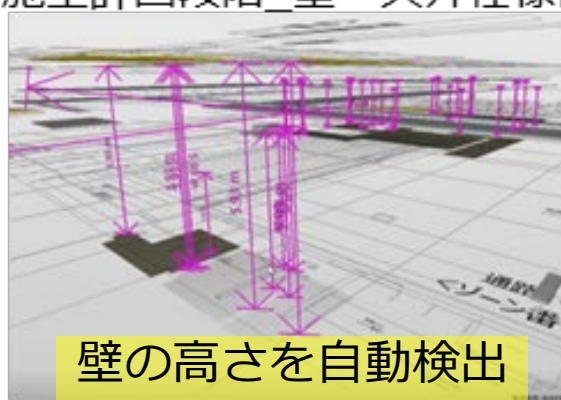
【納まり図作成】

(全103パターン)

□施工計画段階_壁・天井仕様検討

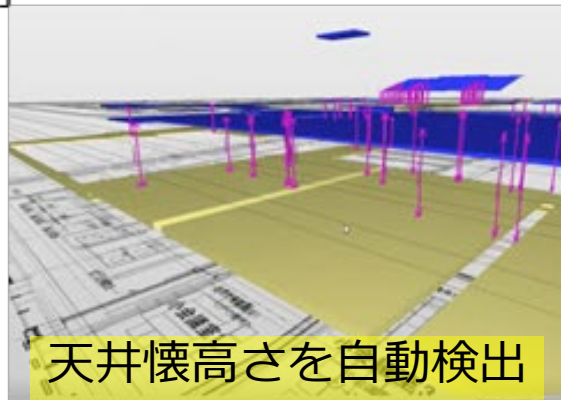
□施工管理段階_進捗及び検査

<検査表>



壁の高さを自動検出

【壁仕様検討】



天井懐高さを自動検出

【天井仕様検討】

<進捗表>



3Dモデルで部屋を選択

【BIMデータを活用した進捗管理と検査】

取組みの効果



BIM活用による生産性向上活動一覧(全35項目)

大分類	中分類	番号	検討課題	方策	効果の確認						
					Q	C	D	S	E		
作業所	設計	①	設計図の整合性を取る必要がある	設備/建築/構造設計図整合調整会の実施(着工6か月前より開始)	●	●	●				
		②	屋上設備機器のメンテナンスルートを確認する必要がある	BIMモデルによる屋上設備機器レイアウト検討の実施	●	●	●				
		③	大ホール客席床吹出口の機能確認が必要	3Dモデルによる大ホール床吹出口の機能確認の実施	●	●	●				
		④	想定車両とRC躯体との干渉に関する検証が必要	3Dモデルによる地下駐車場スロープの納まり検討の実施	●		●				
		⑤	他社設計物件であるが、当社開発部材である燃エンウッドの納まり検討が必要	BIMモデルによる燃エンウッド納まり検討の実施	●	●	●				
	製施工図	⑥	BIM作図要員の確保が必要	作業所⇄TAK-Sでのチームワークを活用したArchicADモデル内作図協業の実施	●	●	●				
		⑦	作図における2D・3Dのダブルワークを避ける必要がある	建築・設備モデル<3D>活用による施工図<2D>の作図の実施	●	●	●				
		⑧	鉄骨スリーブにおける一般図・詳細図での2度の重ね合わせによる手間の削減が必要	鉄骨モデルへのスリーブデータ連動による鉄骨図のスリーブ作図の実施	●	●	●				
		⑨	屋根とRC躯体取合い部の納まり検討が必要	3Dモデル活用による屋根勾配納まり検討の実施	●	●	●				
		⑩	特徴的な形状の鉄骨階段の製作・施工の検討が必要	3Dモデル活用による鉄骨階段の納まり・施工検討の実施	●	●	●	●			
		⑪	設計者と意匠性の高い製作物のディテールのタイムリーな合意が必要	3Dモデル活用による製作物の設計者・建築主との合意・整合確認の実施(大・中ホール椅子・音響反射板(大ホール梅)・鉄骨階段)	●	●	●				
		⑫	施工図の修正・変更連絡のタイムリーな管理を行う必要がある	StreamBIMによる施工図(設備・電気協力会社)調整管理の実施	●	●	●				
		生産	躯体・仕上工事	⑬	地下解体範囲の効率的な位置出しが必要	BIMモデルによる地下解体工事計画の立案	●	●	●	●	●
				⑭	床付けレベルが数多くある地下埋戻し工事計画が必要	BIMモデルによる埋戻し工事計画の立案	●	●	●	●	●
				⑮	納まりの複雑な箇所の事前配筋検討・合意が必要	3Dモデルによる地下躯体配筋納まり検討の実施	●	●	●		
	⑯			プレストレストCON部の納まりが複雑であり、早期の配筋・施工検討が必要	3Dモデルによる配筋納まり・施工検討の実施	●	●	●			
	⑰			全体施工手順の検証が必要	3D施工ステップ図による全体工事計画の立案	●	●	●	●		
	施工計画・管理		内装工事	⑱	大ホール躯体の施工手順が複雑であるため、詳細検討が必要	3D施工ステップ図による躯体工事詳細計画の立案	●	●	●	●	
				⑲	前例のない納まりである燃エンウッド工事において、施工検討が必要	BIMモデルを活用した燃エンウッド工事の施工計画の立案	●	●	●	●	
				⑳	燃エンウッド建方において、歩掛向上のため施工法の改善が必須	BIMモデルを活用した燃エンウッド工事の施工管理の実施	●	●	●	●	
				㉑	大ホール躯体工事の施工手順が複雑かつ大空間であり、詳細な安全リスク検討が必要	BIMモデルを活用した大ホールの躯体工事リスクアセスメントの実施	●	●	●	●	
				㉒	大ホール仕上工事の施工手順が複雑かつ大空間であり、詳細な安全リスク検討が必要	BIMモデルを活用した大ホールの仕上工事リスクアセスメントの実施	●	●	●	●	
			内装工事	㉓	鉄骨長大スパントラス建方の許容差が小さく、精度のより厳しい管理が必要	3D計測による建方精度管理の実施	●	●	●	●	
				㉔	音響反射板がランダムな配置となっており、効率的な墨出し方法の検討が必要	次世代墨出し機を使用した大ホールの音響反射板墨出しの実施	●	●	●	●	
				㉕	屋上設備機器揚重時の建物との干渉の検証が必要	3Dステップ図による屋上機器搬入計画の立案			●	●	
				㉖	大規模建築物において、効率的な施工管理手法による生産性の向上が必要	StreamBIM活用による現場運営の実施	●	●	●	●	
				㉗	遮音性能確保のため、内装取合パターンの早急な整理と納まり検討が必要	正しい構造体と遮音壁のモデル化による取合い納まりの検討実施	●	●	●		
	設備工事	㉘	規格外の壁LGS高さになる箇所の事前の抽出と検討が必要	Solibriのルールセットによる検出機能を用いた壁LGS高さ5m以上箇所の抽出の実施	●	●	●				
		㉙	天井補強箇所の施工不良箇所の絶無に向けた取り組みが必要	Solibriのルールセットによる検出機能を用いた天井補強箇所の抽出の実施	●		●				
		㉚	内装品質記録を確実に残すための検査体制の構築が必要	StreamBIMのチェックリスト機能活用による進捗管理・自主検査の実施	●	●	●				
		㉛	遮音区画貫通部などのタイムリーな施工計画・管理が必要	BIMモデルから貫通部をもれなく抽出・StreamBIMを用いた進捗管理の実施	●	●	●				
		㉜	防振支持が必要な範囲に適正な仕様で施工されていることの確認が必要	GyroEyeを用いた現場での防振範囲の可視化と防振支持の確認の実施	●	●	●				
		⑳	設備部材の積算や施工歩掛の効率的な管理が必要	BIMモデルから部材の数量積算と標準施工効率による工程への反映の実施	●	●	●		●		
		㉝	消防中間検査において、認識の齟齬のない事前の合意形成が必要	ARを活用した消防中間検査で誘導灯配置の合意形成の実施			●				
		㉞	BIMを日常的な業務ツールとして活用する必要がある	BIMモデル活用によるステークホルダーとの合意形成の実施			●				

各取組みで生産性向上の効果を確認、無事故・無災害、期中2週間工程短縮等の成果を上げることが出来た

次回改善点



◆BIMスケジュール		基本設計	詳細設計	見積調整期間	着工準備期間	施工期間
スケジュール			▼見積図受領 契約図検討支援 (eci協力)	▼契約図受領(2019/3/19) ▼モデル作成開始	▼設計図整合調整会開始 (2019/9/12)	▼20/4/1工事着工 施工検討
設計部	建築				外装・内装・遮音	
	構造				燃エンウッド・地下躯体検討・既存躯体	
	設備				舞台設備関連・ホール仕様	
プロダクト部				基本モデル作成 (TAK-S) 作業所へ引継ぎ	TAK-S協業	ArchiCAD 作業所とチームワークで協業
設備部				OREO作成 Rebro		Rebro 作業所支援
重ね合わせ会			▼着工6か月前 設備部主体 (全9回) Solibri		作業所主体 (継続中) Solibri	
技術部			▼ 専門工事会社のBIMデータ活用 地下躯体低減・既存地下躯体処理・施工計画		屋上機器レイアウト検討等	作業所BIM支援
作業所協力会社						Rhinoceros (鉄筋) Tekla (燃エンウッド) Real4 (鉄骨) ArchiCAD (建築モデル、平面詳細図他) Rebro, T-fas (設備モデル、設備施工図他)

合意形成・共有

- ・設計者 意匠確認
- ・建築主 室使用勝手確認
- ・諸官庁協議
- ・作業員へのイメージ共有(Stream BIM)

設計者打合せ
【例】協力会社担当者が、BIMモデルを見せながら説明し、内容を議論

イメージ共有
【例】作業員が、自らのスマホできあがりイメージを確認

重ね合わせ会

- ・納まり調整
- ・課題把握

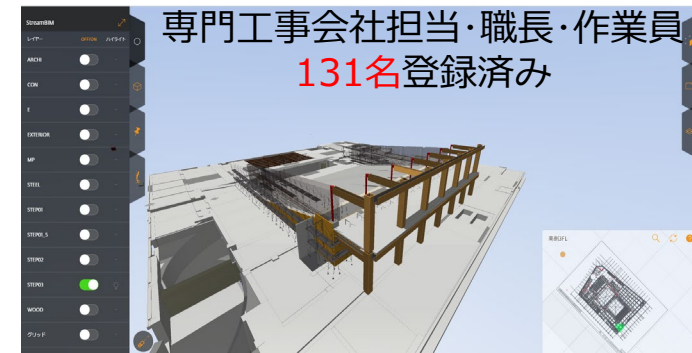
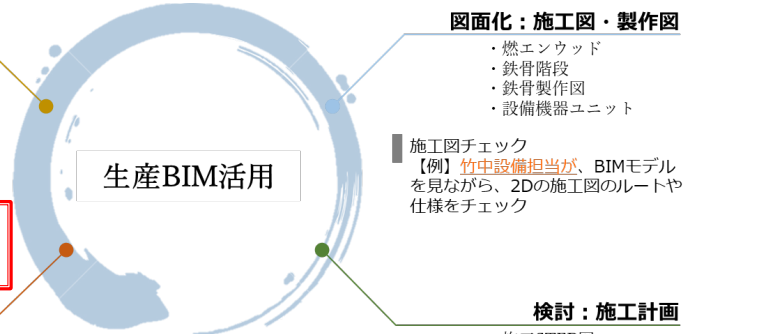
図面化：施工図・製作図

- ・燃エンウッド
- ・鉄骨階段
- ・鉄骨製作図
- ・設備機器ユニット

施工図チェック
【例】竹中設備担当が、BIMモデルを見ながら、2Dの施工図のルートや仕様をチェック

検討：施工計画

- ・施工STEP図
- ・検討会での活用



専門工事会社担当・職長・作業員
131名登録済み



【スマートフォンでStreamBIMを利用して作業を確認】

□ 専門工事会社を早期に決定して、専門工事会社のBIMデータを設計図調整に活用していきたい

- 多岐に渡るBIM活用を実施したが、
 - ・ 専門工事会社とのデジタルデータ共有による専門工事会社の生産性の向上
 - ・ 多くの作業員が自身のスマートフォンで確認していたが、大画面での確認

等が必要あると考えており、専門工事会社がBIM活用する環境を整えることも課題と考えている。