株式会社 竹中工務店の施工BIM

スタジアム建設におけるBIMを活用した施工シミュレーションについて

株式会社竹中工務店 梶本宗一郎

工事概要



■ 受注方式:設計施工一貫

■ 建設地:長崎県

■ 主要用途 スタジアム・ホテル・商業

■ 設計期間 実施設計 2021年5月~2022年6月

■ 工事期間 2022年7月~2024年7月末

■ 階数 スタジアム 地上7階

ホ テ ル 地上14階

商 業 地上7階

■ 主体構造 スタジアム スタンドRC造

屋根S造

ホ テ ル S造

商 業 S造

■ 敷地面積 74,712㎡

■ 建築面積 44,597㎡

■ 延床面積 194,684.89㎡ (内115,258.3㎡)







作業体制



躯体

外装

鉄骨

設計領域

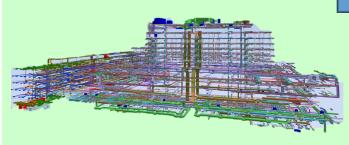
設計BIMマネージャー

BIM₇[°]V-9-商業 3名 ホテル 7名 スタジアム 2名

設備モデル

内装

設備



内装モデル

専門工事会社の施工モデルが予定されてい る部位は基本モデルを作図後、詳細の施工 モデルに差し替え



生産領域

作業所長

作業所BIMマネージャー

BIMオペレーター7名 DXオペレーター2名 MEPオペレーター2名

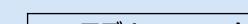
差替え

反映

調整

専門工事会社

躯体



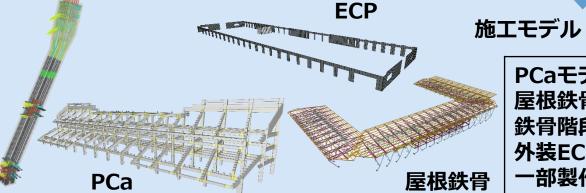
PCaモデル・・・タック

屋根鉄骨モデル・・大象構造

鉄骨階段モデル・・横森製作所

外装ECP、ALC・・ISE

一部製作金物 ・・朝日興産



BIM運用

~BIMオペレーターとDXオペレーターの役割区分~



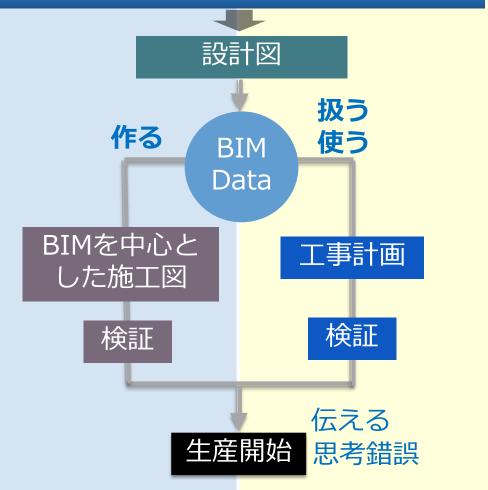
BIMオペレーターの役割

モデル作成計画一覧表 Archicadを活用した3D作図

BIM構築の基本



モデル=2D施工図になることで、 不整合による手戻りがなくなる。 ニーズ・コンセプト・デザイン・機能



デジタル完成に近づけ<mark>て検証してから実物生</mark>産する事が理想的生産を可能にする有効手段

DXオペレーターの役割

(従来業務変革の推進役を担う)

ビジュアライゼーション デジタルコミュニケーション



複雑なネットワーク工程の可視化る

BIM運用

~BIM作成のルール~



BIM作成計画一覧表

_		以計画一見衣			41	回内容	?				時期									
分類	工種類	JH BIM統合Data計画一覧	N O	基準モデ	898t	作業	協力	着工時	LOD	期中	LOD	竣工	LOD	FM	欄足 ●:主 ○:副 又は 脳	易图				
		■基本要件モデル	1	ル	•	所	業者	•	100	•	н	•	н		: 設計変更に対応					
		■長崎シティBaseデータ	2	•	•	0			100	•		•			: 通り芯IFCデータ					
		※Solibri切断用オブジェ	3	•		•			100	•		•	"		: Soriburiの切断面を作成しやすくするオブジェクトを配置したIFCデータ					
		※フロアレベルオブジェクト_スタジアム	4	•	•	0		•	100	•		•			: StreamBIMの計測ツールにてFLラインを押さえるためのオブジェクトを配置した IFCデータ					
		※フロアレベルオブジェクト_ホテル	5	•	•	0		•	100	•	"	•	"		:"					
		※フロアレベルオブジェクト_商業	7	•	•	0		•	100	•		•	"		:"					
		※敷地周辺	8	•	•			•	100	•		•			: 敷地外の情報をゼンリンよりデータ参照・変換したIFCデータ					
		現状地盤	9	•		•		•	100						: 着工前敷地地盤レベルモデル					
		水位	10	•		•		:	100						: 敷地水位レベルモデル					
ビジネス棟 アリーナ棟 駐車場棟 北側コンコース ※当社外工事		ビジネス棟 アリーナ棟	11 12		:	0			150 150	:		:								
		北側コンコース	13		•	0		•	150	•		•	н							
		立体駐車場	14		•	0			150	•			"							
×347/13	躯体	その他 ST-Bridgeベース	15 16		:	0			150 100	•	-	•								
	杭	杭モデル+杭伏図	17		_	•		•	200	•		•	н							
躯体	改良	地盤改良(仮設含む)	18			•			200											
9814	PC	PC製作図又は一般図	19			0	•	0	2~ 300	•	400	•	н		品力会社による 協力会社のデー	D調整				
	CON	コンクリートモデル+躯体図	20			•		•	300	•	н	•	н							
	07-18-0-11	CT Bridge 2	21						200	0	350									
		ST-Bridgeベース	22		•	0			200		250 2~									
	鉄骨	ST-Bridgeベース又はtekra・Real4	23			•	•	0		•	300	•	500		協力会社による 協力会社のデー	タを用途によってLC	D調整			
			24			0	•		200	•	300 2~		400							
鉄骨	附带鉄骨	間柱・耐風梁・EV・ESC・床開口	25			•	•	0		•	300	•	"		品力会社による					
30.19	下地鉄骨	CON受け SH下地	26			:	0	0		:	200	:	"		の力会社による の力会社による					
			28			0	:	0		•	300	:			の力会社による の力会社による					
		屋根下地	29			Ö	•	Ö		•	300	•			品力会社による					
		サイネージ他	30			0	•	0		•	300	•	н		品力会社による					
		外装板(ALC・ECP・折板屋根・他) 製作図ベース	31 32		0	•		•	300	0	300		500		品力会社による					
			33			0	:			:	300	:	500		の力会社による の力会社による					
	建具関連	SH·AW·SSD·SD他	34		•	0			300	•	н	•	н			D/	OD 概念			
外装	種		35		•	0	0	•	200	•		•	400		品力会社による		しし 何ん心			
		スタジアム椅子	36		0	•	0		200	•		•			40000					
	金属 1	EXP,J·手摺他·笠木	37		0	•		•	200	•	300	•	500		高力会社による	詳細度	形状の概要			
	金属 2	協力会社BIM状況による 内装全般(LGS・ボード・建具・金属関連)+	38			0	•			•	300	•	500				ハンハマンルのま			
	内装	平詳	39		•	0		•	250	•	(300)	•			(スタ: 場合←作	る)	MANTEN DOMESTIC			
	PHAN	各階モデル+詳細図	40		0	•		0		•	3~ 400	•				100	単純形状で表し			
	建具関連	SH·AW·SSD·SD他	41		•	0		•	300	•	400	•				100	位置や配置が			
	金属 1	手摺他	42			•		•	200	•	2~	•	500		品力会社		分かるモデル			
											300 2~	-								
内装	金属 2	協力会社BIM状況による	43			0	•			•	300	•	500		前易モデルで仕れ					
		トイレブース	44		•	0	•	•	200	•	2~ 300	•	500		品力会社によ (一)		構造形式が			
	仕上げ	スライディングウォール	45			0			200	•	2~		500		ふカ会社に (一)	200	確認できる			
	TEU		46				_		200	•	300	•	500							
			47														モデル			
	その他		48												A					
			49						200								主構造の外部			
建築別 途 設備	別途A 別途B		50 51		:	0		:	200	:	н	:	н		透過モデル 透過モデル	300				
	,,,, <u>,,,,,,,,</u>	メイン・サブメイン	52						200		3~		500	•		300	形状を正確に			
	電気				•			•	200	_	400 3~	-					表現したモデル			
		枝配管・機器	53				•			•	400	•	500	•	#					
	消火	メイン・サブメイン	54		•		•	•	200	•	3~ 400	•	500	•	#		公田立び(株)生より高145			
											3~				_///_	400	細部構造や配筋			
		枝配管・機器	55				•			•	400	•	500	•		400	も含めて正確に			
	977.44-	メイン・サブメイン	56		•		•	•	200	•	3~ 400	•	500	•			表現したモデル			
	衛生	枝配管・機器	57								3~		500		7					
										_	400 3~				A					
	空調	メイン・サブメイン	58		•		•	•	200	•	400	•	500	•		500	現実の形状を			
		枝配管・機器	59				•			•	3~ 400	•	500	•	AMAN	300	正確に			
	EV		60				0			0	400	0			2D/FEIO		表現したモデルー			
設備別	別途A 別途B		61			0				0		0			A 40 A		衣切したモナル			
逾			62			0														

◆躯体、鉄骨、外装、内装設備などを分類した上で さらに工種ごとに細分化し目的・時期に応じたLOD設 定を行い、BIM作成を実施



目的

- ■施工BIMへの展開を考慮し扱いやすいモデル構築
- ■モデル作成・修正時の作業性向上

メリット

- ・データ容量が大きくなりすぎることを防止
- ・2D施工図化の際のレイアウトを明確に整理できる

留意点

・取合い調整の際に複数データを取り扱う必要がある。

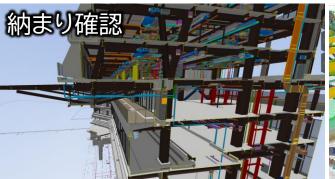
BIM運用

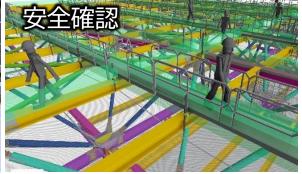
~BIMを活用したDX手法の取組内容~

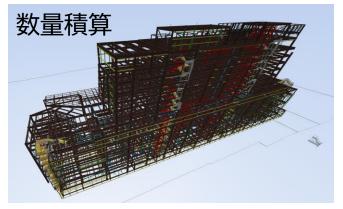


デジタルシミュレーション 試行錯誤する⇒考える









<u>ビジュアライゼーション</u> 視覚化する⇒伝える



総合仮設の周知





使用したBIMツール・CDEツール

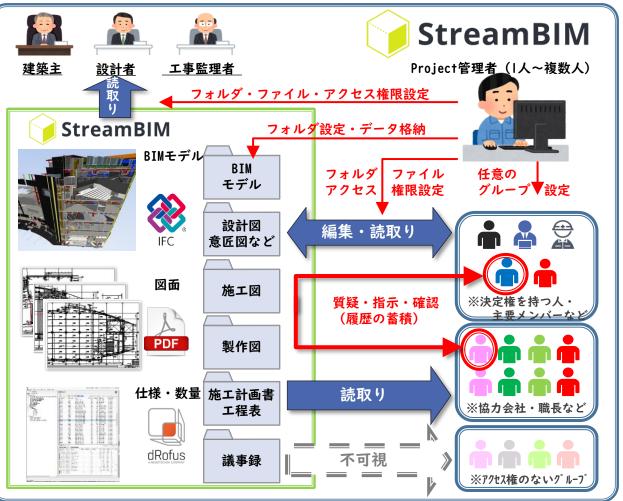


CDEツール









Stream BIMによるDX効果









大量の図面

タブレット端末

今まで:図面の新旧が存在し、作業所での不具合が出ることがある。

これから:モバイル端末で、**常に最新図が確認**できる。変更があった時は通知で把握。変更前の旧図も確認出来る。

CASE.2

今まで:次工程の物を取付ける段階で初めて納まらない事が判明し、遅延・ 損失が出る。

これから:モバイル端末による、経験年数の浅い若手社員でもBIMモデルと現地現物との相違点が見つけ易い

CASE.3

今まで:作業所で協力業者の職人さんより納まりについて聞かれる。事務所に戻り関連する図面を確認し答えを用意し、電話、又はコピーした図面を 持って伝える。

これから: **手持ちのiPad又はiPhoneでStreamBIMのモデルで確認**寸法確認をしたり最新図に高速アクセスし確認し回答する。

BIMツール













様々なツールで<mark>オープンBIM</mark>を展開

取組みの概要(ワークフロー)



期間 工程		4か月 実施設計に向けた見直し	7か月 詳細設計	3か月 生産準備	25か月 施工
キーデー		▼	図体モデル着手 ▼仕上モデ ▼設備モデル着手		着工
		フロン	トローディング(設計・生産	連携)	
		基本設計の見直し	実施設言	+	
① フロントロー ディングによる	設計	生産情報の反映		重ね合わせ会 仕上モデル	発注者へのプレゼン テーションに活用
躯体情報や施工計 画を反映した早期	作業所	【構工法検討】 ・屋根鉄骨の検討	設備予		躯体図・平面詳細図 のモデルからの出図
BIMモデルの作成 と活用	専門工事会社	・ピット計画の合理化 ・PCa割付検討		CDE (StreamB	
			スタジア A PCa トーーーー	g·鉄骨 モデル作成 Ca単品モデル作成	
2屋根鉄骨や大型	支援部門	古	 	施工時解析の実施	
PCaの複雑な取付 手順について、未	作業所			施工計画に活用 施工シミュレーション	品質管理·施工
経験者含めてわか りやすく周知徹底	専門工事 会社			ルルエンミエレーンコン	施工手順の周知
			7	、 発表でクローズアップ /	7

取組み(1) ~フロントローディングによる躯体情報や施工計画を反映した 早期BIMモデルの作成と活用~



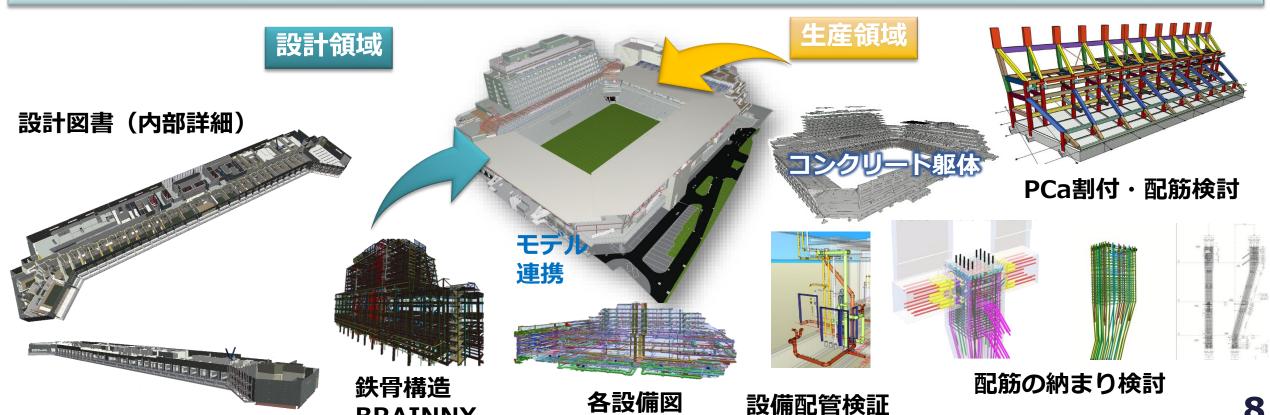
設計・生産のモデル 施工

方針

・フロントローディングにより設計図書作成時点で納まり検討を協業

BRAINNX

- ・準備室も関与し、施工的な納まり(具体的にはPCaの配筋納まり・屋根鉄骨)まで考慮したモデルを作成し、
- ・実現可能なパースへ。BIMモデルからパース、設計図書、施工図へとデータ連携していく。

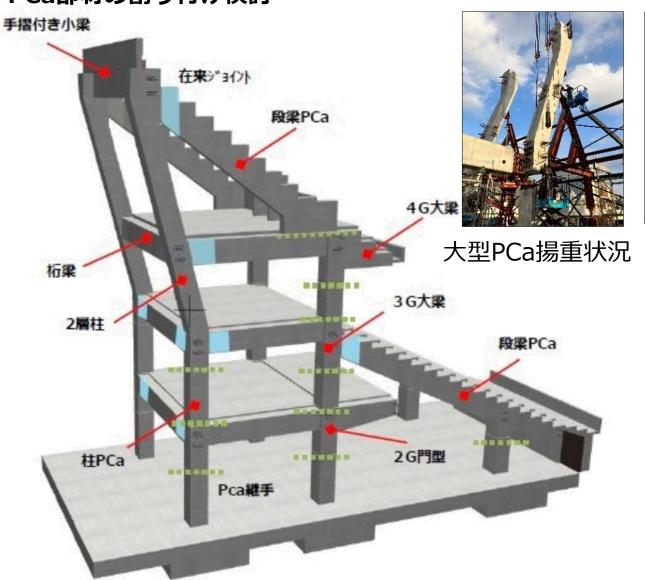


取組み2

~屋根鉄骨や大型PCaの複雑な取付手順について、 未経験者含めてわかりやすく周知徹底~

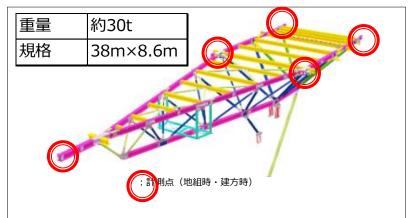






屋根鉄骨取付の検討

思想コニット



揚重状況

屋根鉄骨ユニット形状

仮設鉄骨

ユニット間の複雑な仕口部の検討

BIMモデルを活用した施工計画シミュレーション①



スタジアム棟 PCa部材取付シミュレーション

アウェイスタンド Pcaステップ 4Dモデル



Step.1-下部基礎



BIMモデルを活用した施工計画シミュレーション②



スタジアム棟 屋根鉄骨取付シミュレーション

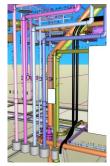
取組みの効果



①フロントローディングによる躯体情報や施工計画を反映した早期BIMモデルの作成と活用

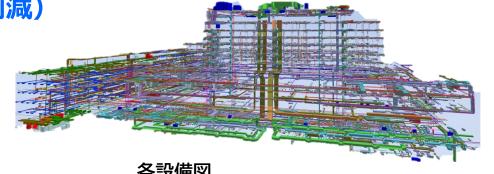
- ・着工までに設備含めたモデル整備が完了し、労務工数の平準化や施工計画周知など<mark>幅広い活用の展開</mark>
- ・早期モデル作成による設・構・備の重ね合わせによる**納まりの検証、**施工的観点の配筋納まりやPca割 付など**生産情報を反映**でき、精度の高い設計図書から施工図へスムーズに移行することができた。

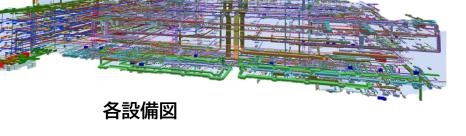
約40%削減) (当社従来の施工図費

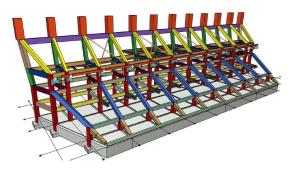


設備配管検証









PCa割付·配筋検討

②屋根鉄骨や大型PCaの複雑な取付手順について、未経験者含めてわかりやすく周知徹底

- 2Dで理解・周知に時間が必要であった複雑な施工手順を動画により 「わかりやすく」周知することで、理解する**時間の大幅な短縮**
- デジタル上でのトライ&エラーによりくり返し検討ができることで、

現地作業の手戻りの防止

(当社施工管理指標 約30%の向上)



4Dによる施工計画の見える化

成功要因と工夫点



<u>フロントローディングによる躯体情報や施工計画を反映した早期BIMモデルの作成と活用</u>

成功要因

- 1,設計・生産の早期連携
- 2,細かな役割分担を明確にし短期間で協業

工夫点

設計・生産の役割分担を明確にしたこと

設計:内部仕上、平面詳細図、設備全般

生産:不変の主架構(鉄骨・PCa)、一部の設備

屋根鉄骨や大型PCaの複雑な取付手順について、未経験者含めてわかりやすく周知徹底

成功要因

- 1,施工計画シミュレーション動画を展開
- 2,複雑な施工手順を見える化(ユニット屋根鉄骨・大型PCa計画)

工夫点

- ・わかりやすさと便利さを追求し、**動画**を用いて関係者へ正確かつ容易に周知したこと
- ・DXオペレーターを配置することで、BIMモデルを活用したシミュレーションなど迅速な対応を可能にした

今後の展開



フロントローディングによる躯体情報や施工計画を反映した早期BIMモデルの作成と活用

- ・設計/生産で協業作成したBIMでの設計図・施工図・平面詳細図のモデル内作図について検討を進めたい。
- ・早期BIMモデルを作成し、わかりやすい工事計画を促進し<mark>検討プロセスのDX化</mark>を 展開していきたい。

屋根鉄骨や大型PCaの複雑な取付手順について、未経験者含めてわかりやすく周知徹底

・従来の文字情報や2D図面を用いた施工計画のイメージの共有に比べ、動画を用いて 視覚的にイメージを共有することは経験年数や経験値によらず効率的で大きな時間の 短縮にはつながることが明白であり、今後、ビジュアライゼーションによる早期人材 育成に取組んでいくと共に、他の作業所への水平展開にを図る。