

鹿島建設の施工BIM

**捻じれた屋根躯体のB I Mによる
施工合理化**

鹿島建設 山田 和臣

工事概要



受注方式	設計施工分離
建設地	東京都
主要用途	学校
設計期間	—
工事期間	2019年3月～2020年11月
階数	地上3階、地下2階
主体構造	RC造
敷地面積	137,088.40m ²
建築面積	1,293.37m ²
延床面積	4,879.39m ²
備考	設備工事別途

本日の発表内容



1. 取組みの概要

- 作業体制、使用ツール
- 取組みの方針

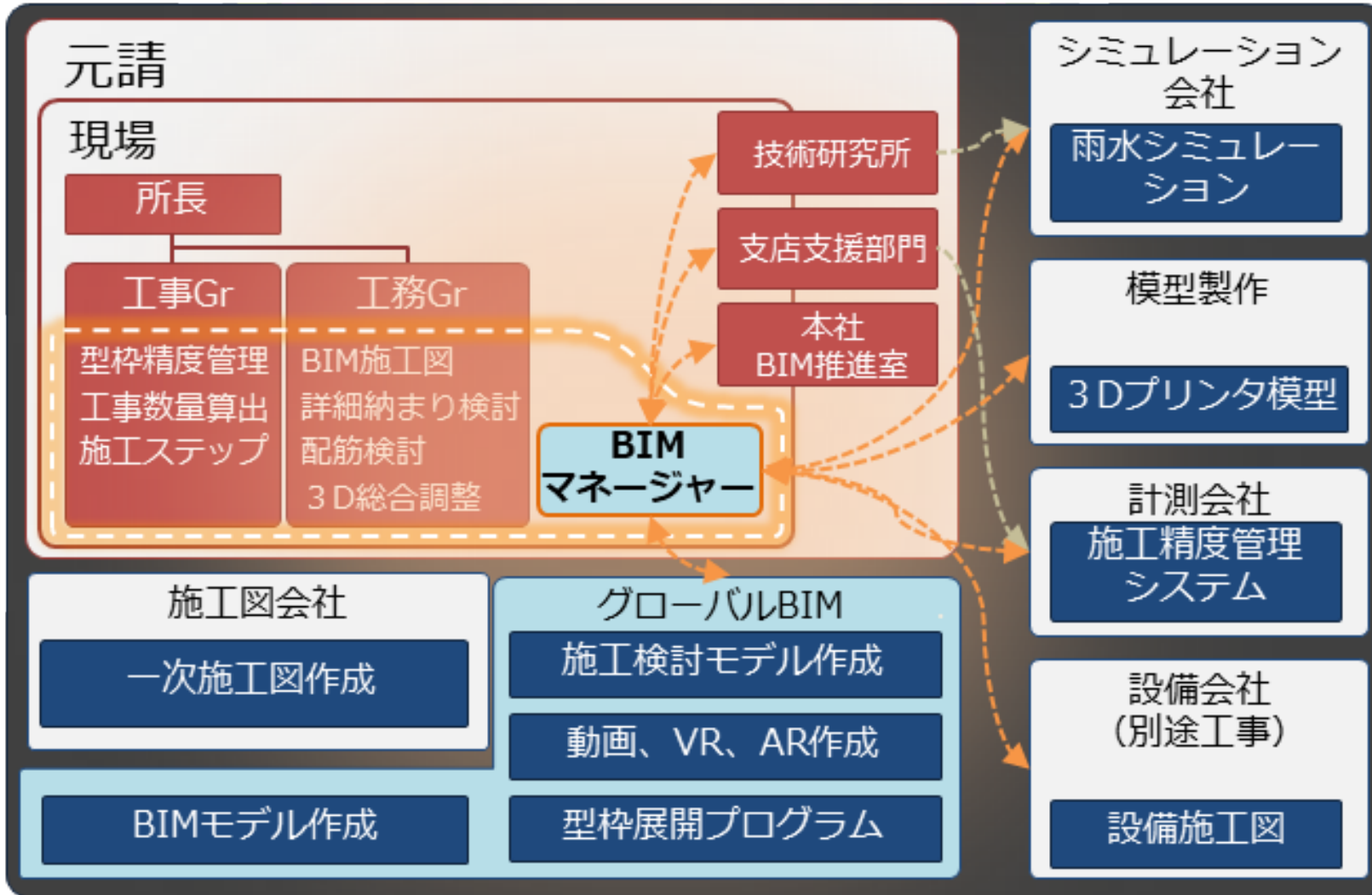
2. 課題解決のためのBIM活用

- 工事の特徴
- 取組みの具体事例

3. まとめ

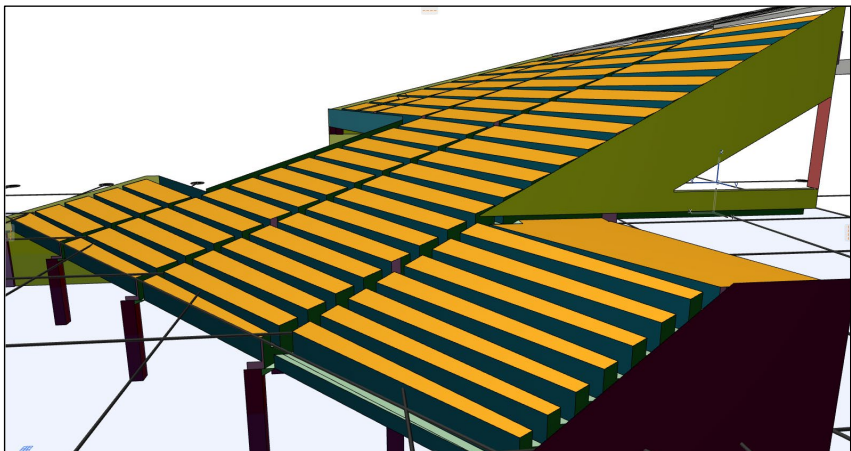
- 効果、成功要因

作業体制



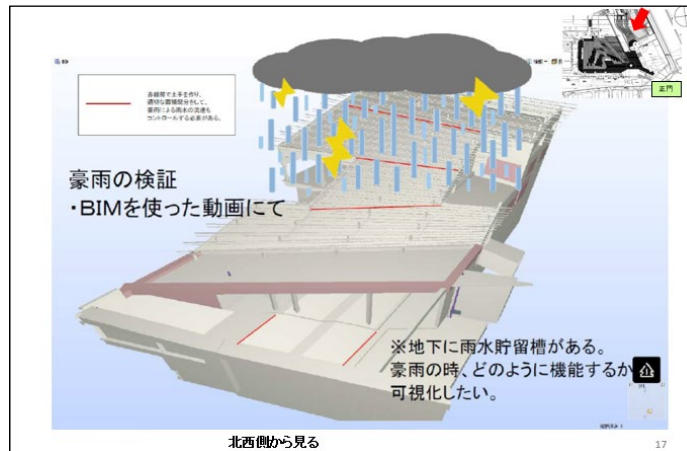
活用方針 アイデア	現場所長 現場監督職員
マネージメント	工事課長 BIMマネージャー (非常駐)
モデラー	施工図員： 1名（現場常駐） BIMコンサル： 2名（非常駐）
連携先	解析ソフト開発 測量機械販売 3Dプリンター製作 元請BIM推進部門 他
備考	別途設備工事も BIMに対応

使用したBIMツール



型枠展開図

Archicad
Solibri
Rhinoceros



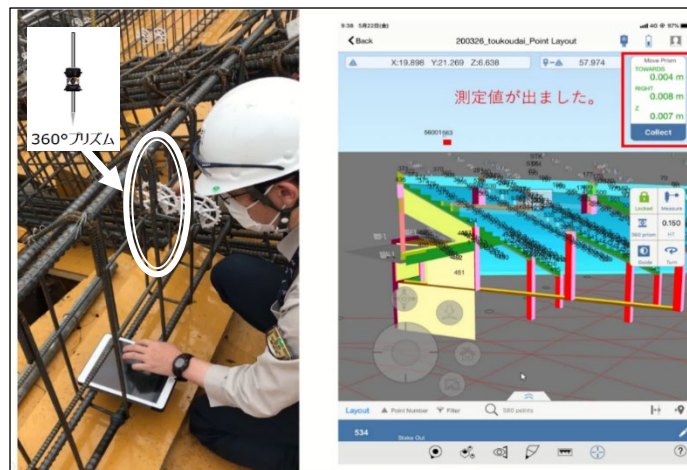
雨水排水CG動画

Archicad
Solibri
解析ソフト；
パーティクル
ワークス



施工ステップ動画

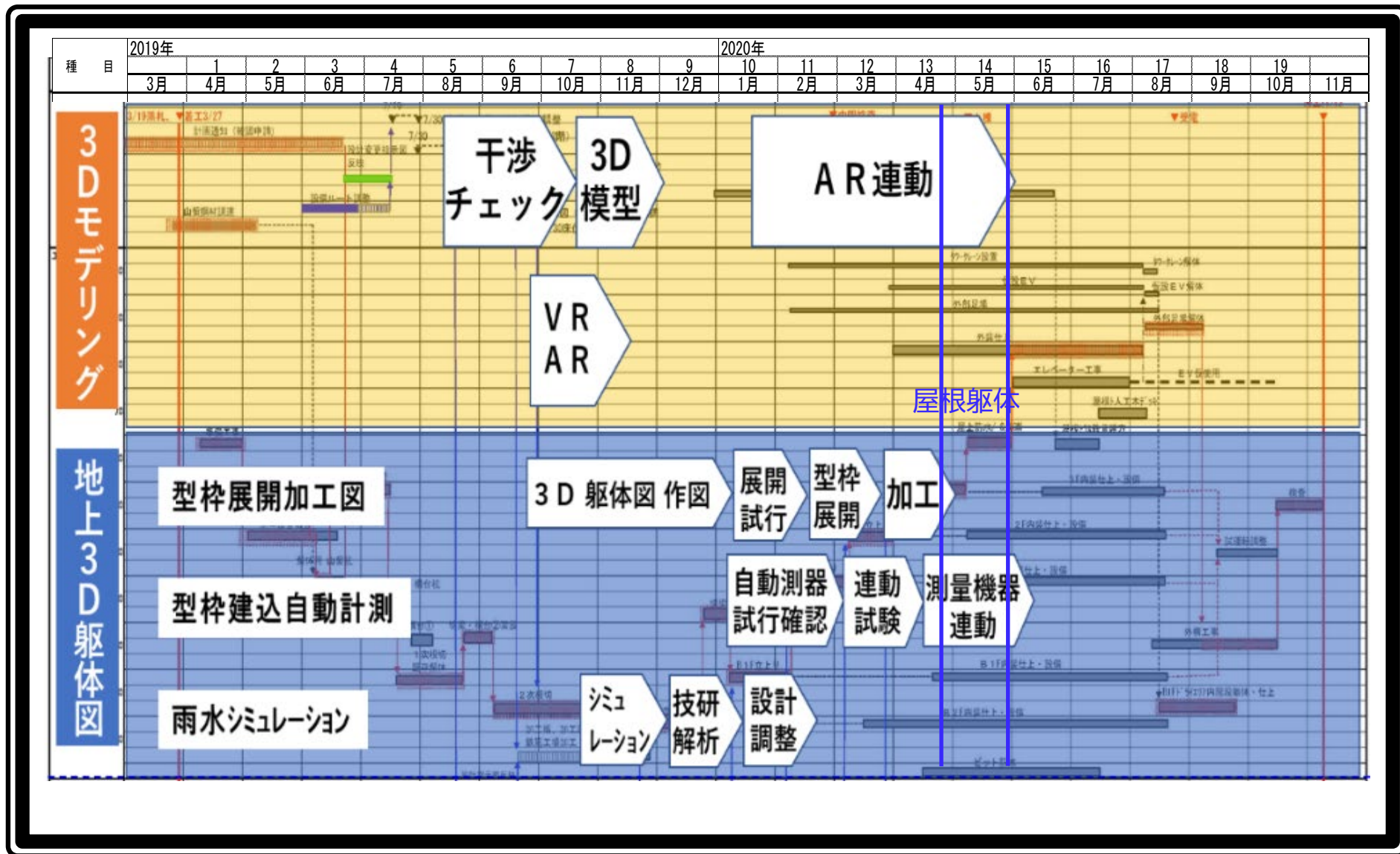
Archicad
SmartCON
Planner
LUMION



自動計測器

Archicad
Solibri
REVIT
BIM360
Layout

取組みの概要



全体工期 = 19カ月

■ 取組着手時期 ■

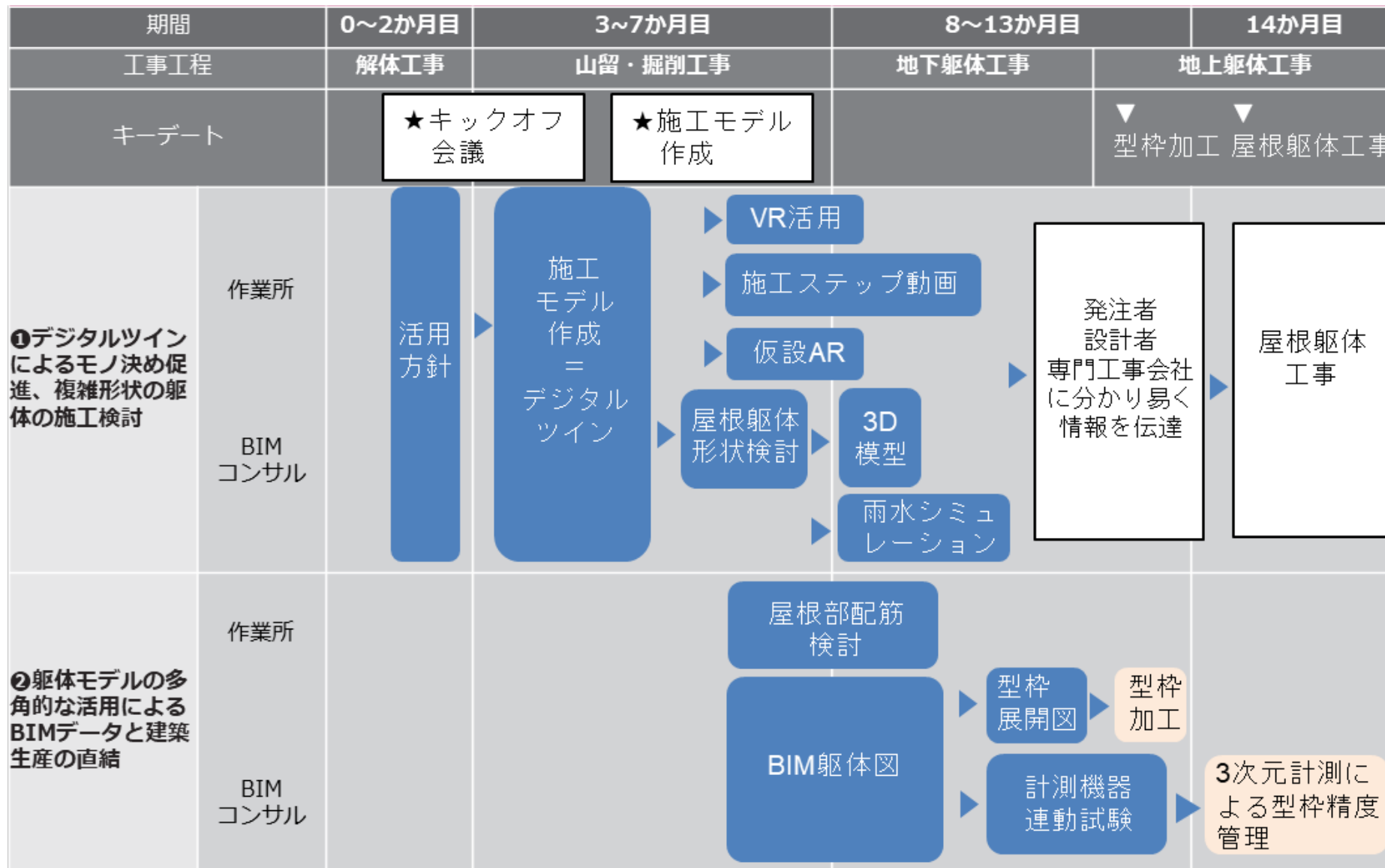
3か月目～
BIMモデリング

7か月目～
型枠展開図
VR、AR活用
雨水解析

10か月目～
自動計測器

14か月目～
捻じれた屋根工事

取組みの概要（ワークフロー）



全体工期 = 19ヵ月
 ■ 取組完了時期 ■

3~6か月目
 BIMモデリング

7~12ヵ月目
 型枠展開図
 VR、AR活用
 雨水解析

10~13ヵ月目
 自動計測器

14~15ヵ月目
 捻じれた屋根工事

現場におけるBIM取り組み方針



特殊な建物形状を構築するにあたり、下記①②③の目的で、既存のICT（情報通信技術）を活用し、BIMと連動させた建物構築体系を試みる。

- ① 設計者や協力会社との合意形成の迅速化
- ② 業務効率化（現場作業の手間減、省人化）
- ③ 出来形管理（品質向上）、数量算出



本日の発表内容



1. 取組みの概要

- 作業体制、使用ツール
- 取組みの方針

2. 課題解決のためのBIM活用

- 工事の特徴
- 取組みの具体事例

3. まとめ

- 効果、成功要因

課題解決のためのBIM活用4ステップ



STEP1

【躯体形状の簡素化】

3Dモデルによる施工を考えた躯体形状の検討
⇒（目標）検討時間の短縮、見える化

STEP2

【加工への展開】

3D施工図から2D施工図の出力
⇒（目標）2次元図面作成・修正時間の短縮

STEP3

【伝達方法】

施工に必要な情報の伝達手法の検討
⇒（目標）効果的、効率的な情報伝達

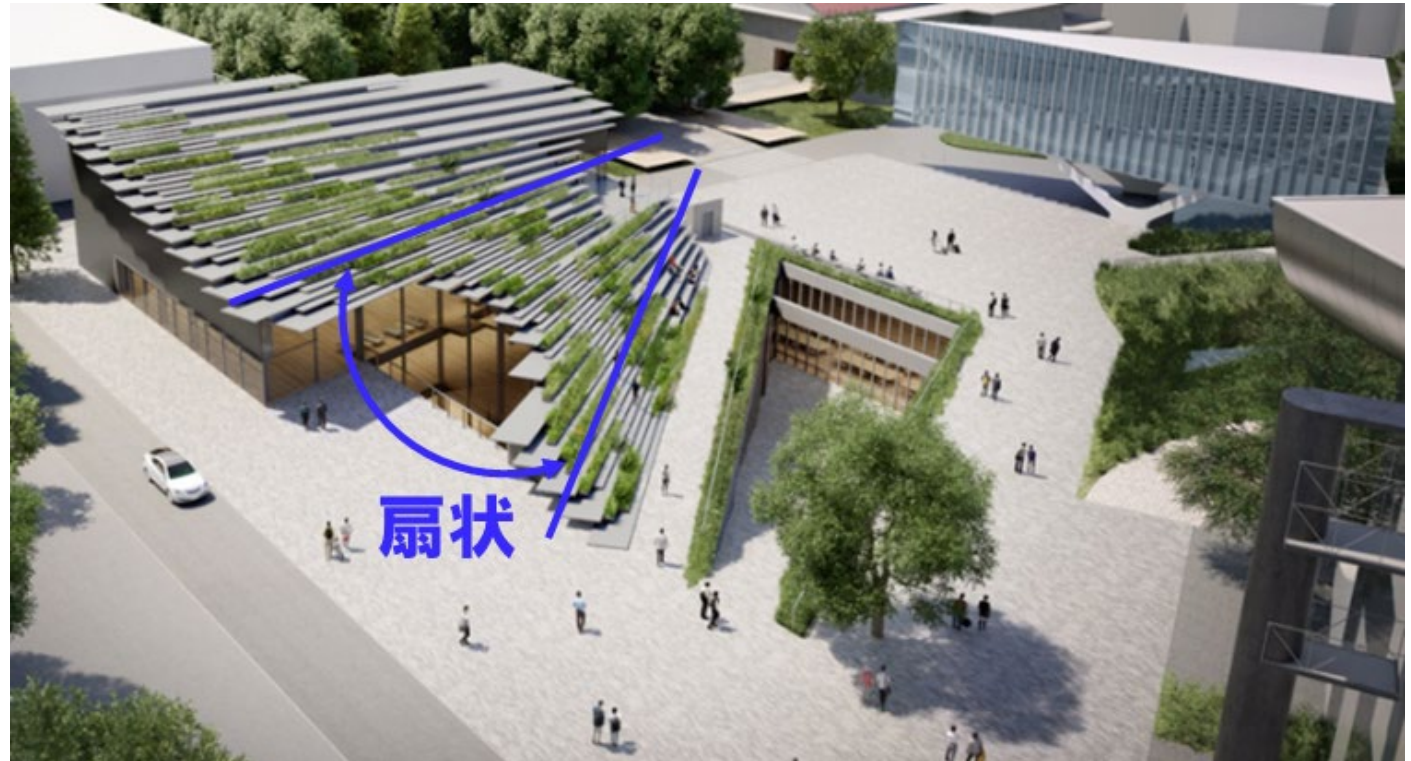
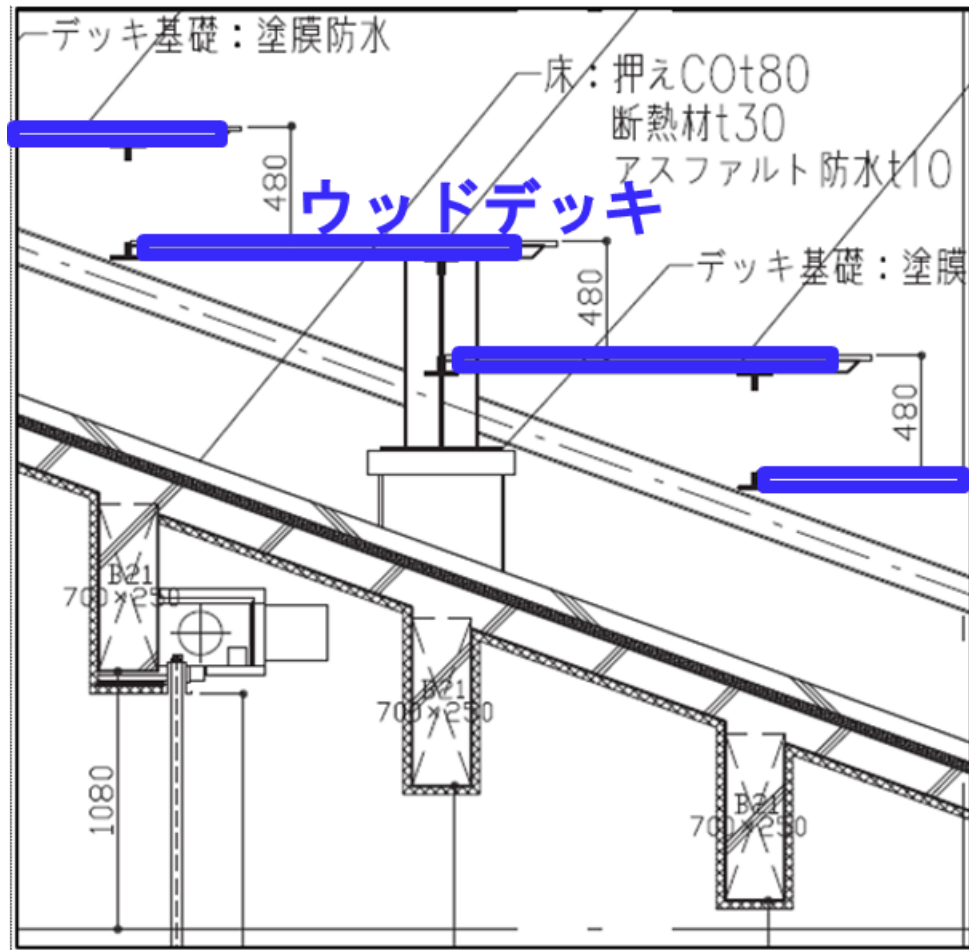
STEP4

【出来形管理】

現場と図面の照合、検査の自動化と遠隔化
⇒（目標）精度管理業務の労務軽減、時間短縮

工事の特徴

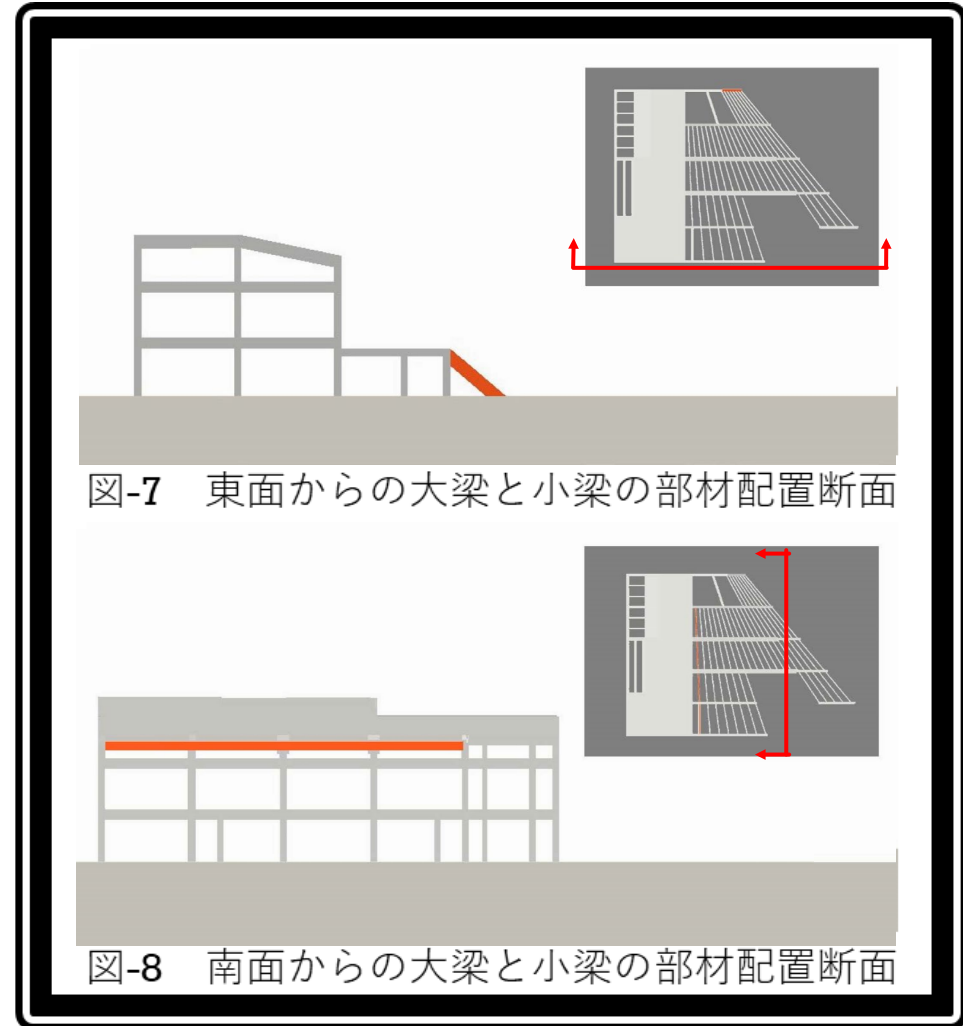
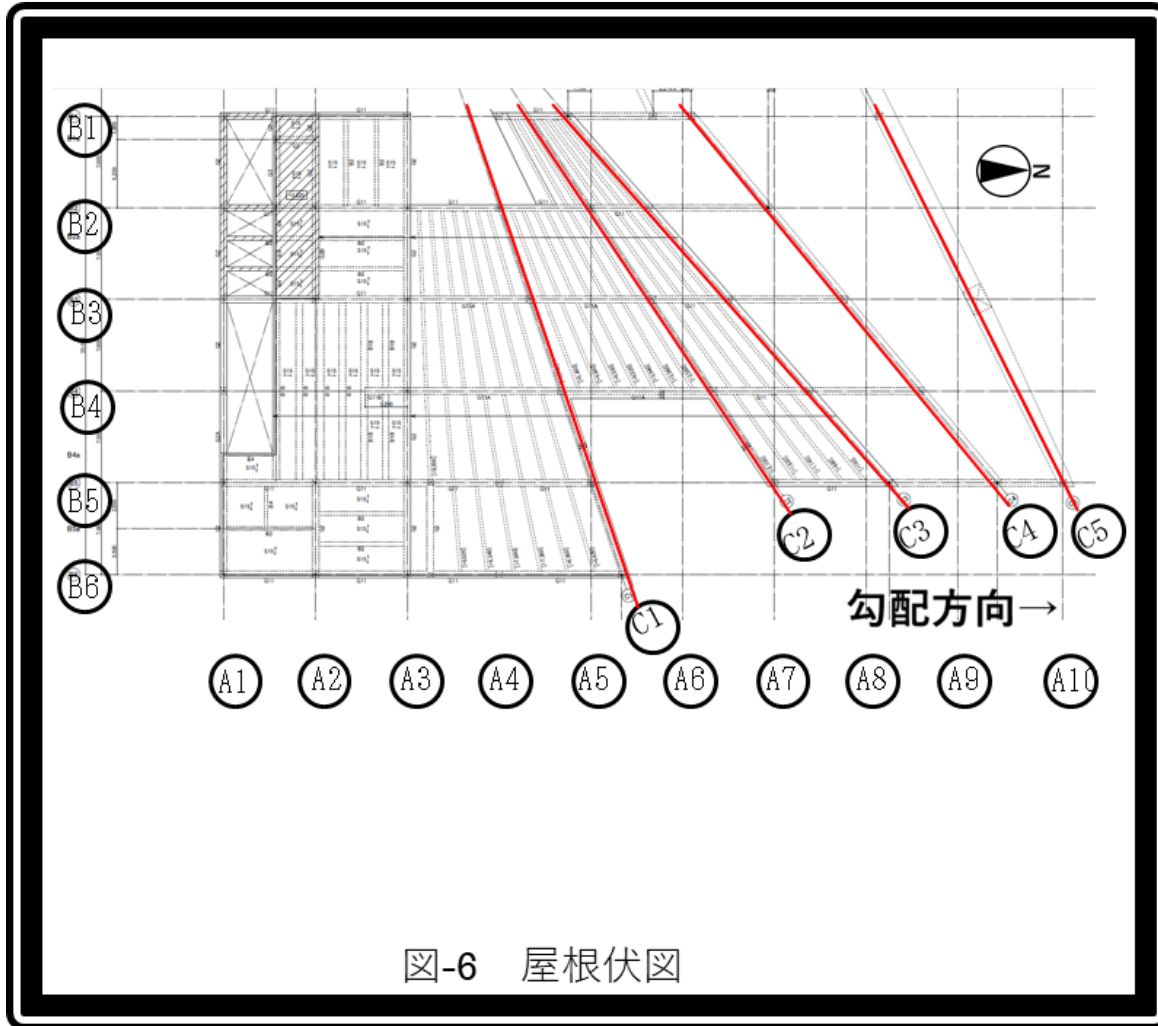
鉄骨下地+ウッドデッキ/梁RC打放塗装仕上



屋根構成詳細

工事の特徴

大梁は南北に一定勾配/小梁は放射状一定レベル



課題解決のためのBIM活用4ステップ



STEP1

【躯体形状の簡素化】

3Dモデルによる施工を考えた躯体形状の検討
⇒（目標）検討時間の短縮、見える化

STEP2

【加工への展開】

3D施工図から2D施工図の出力
⇒（目標）2次元図面作成・修正時間の短縮

STEP3

【伝達方法】

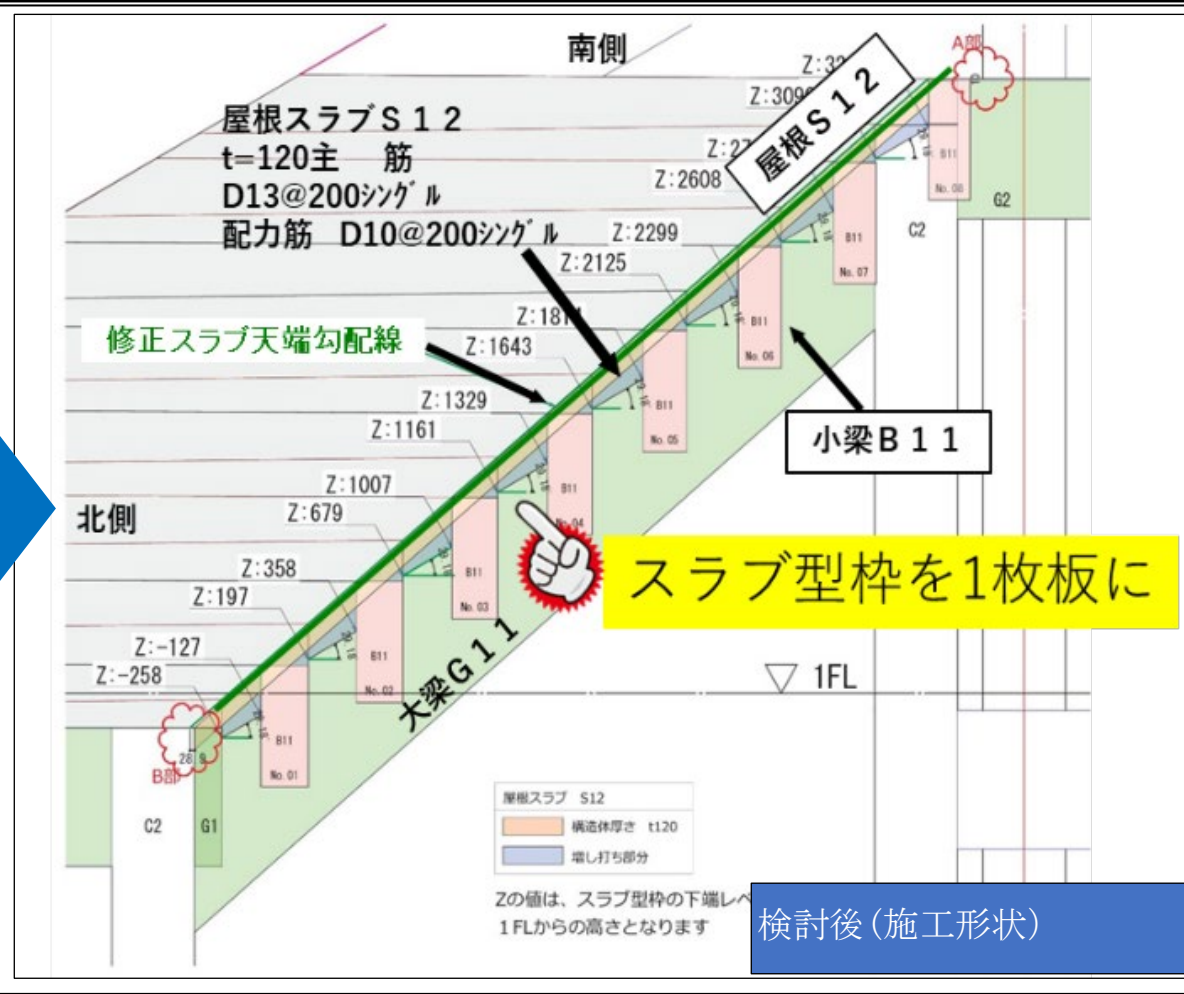
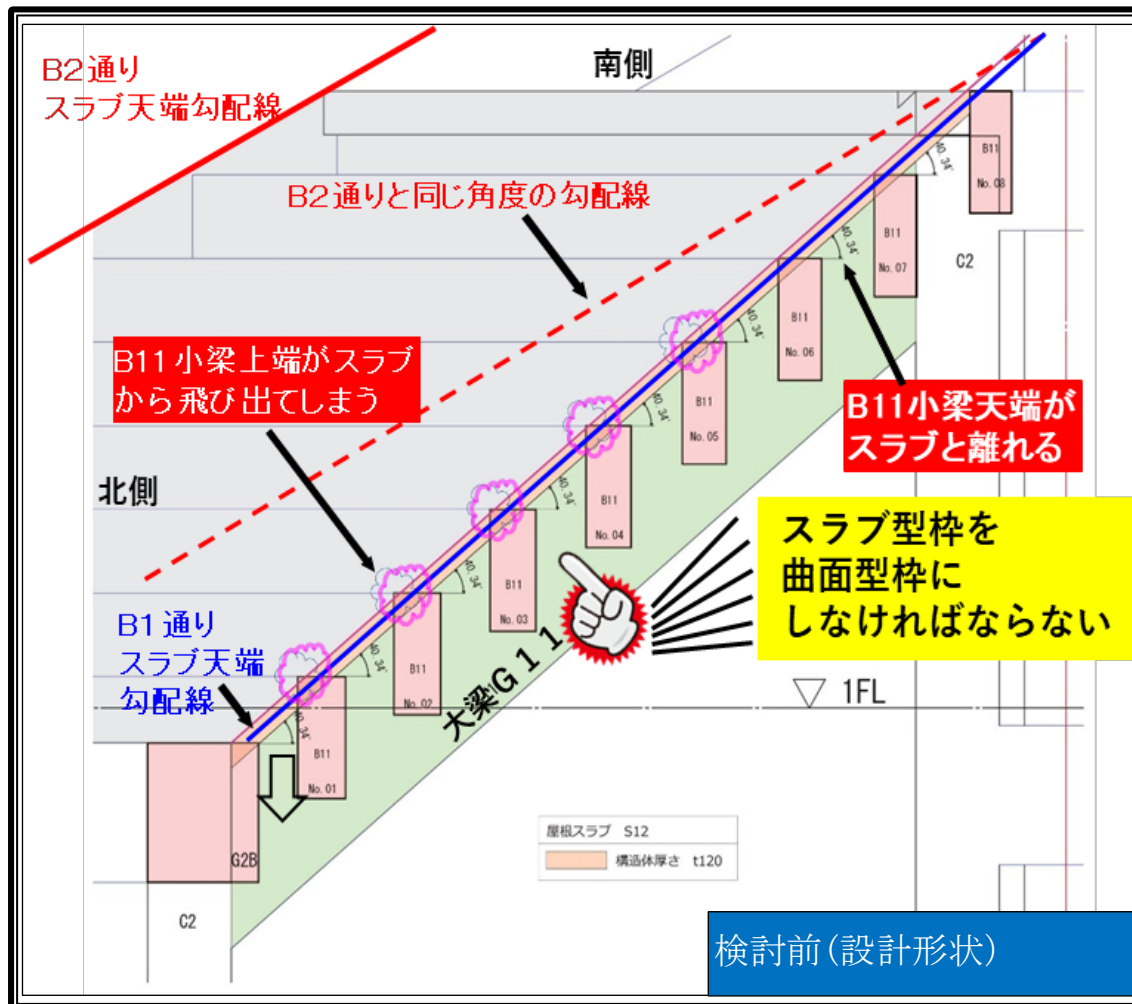
施工に必要な情報の伝達手法の検討
⇒（目標）効果的、効率的な情報伝達

STEP4

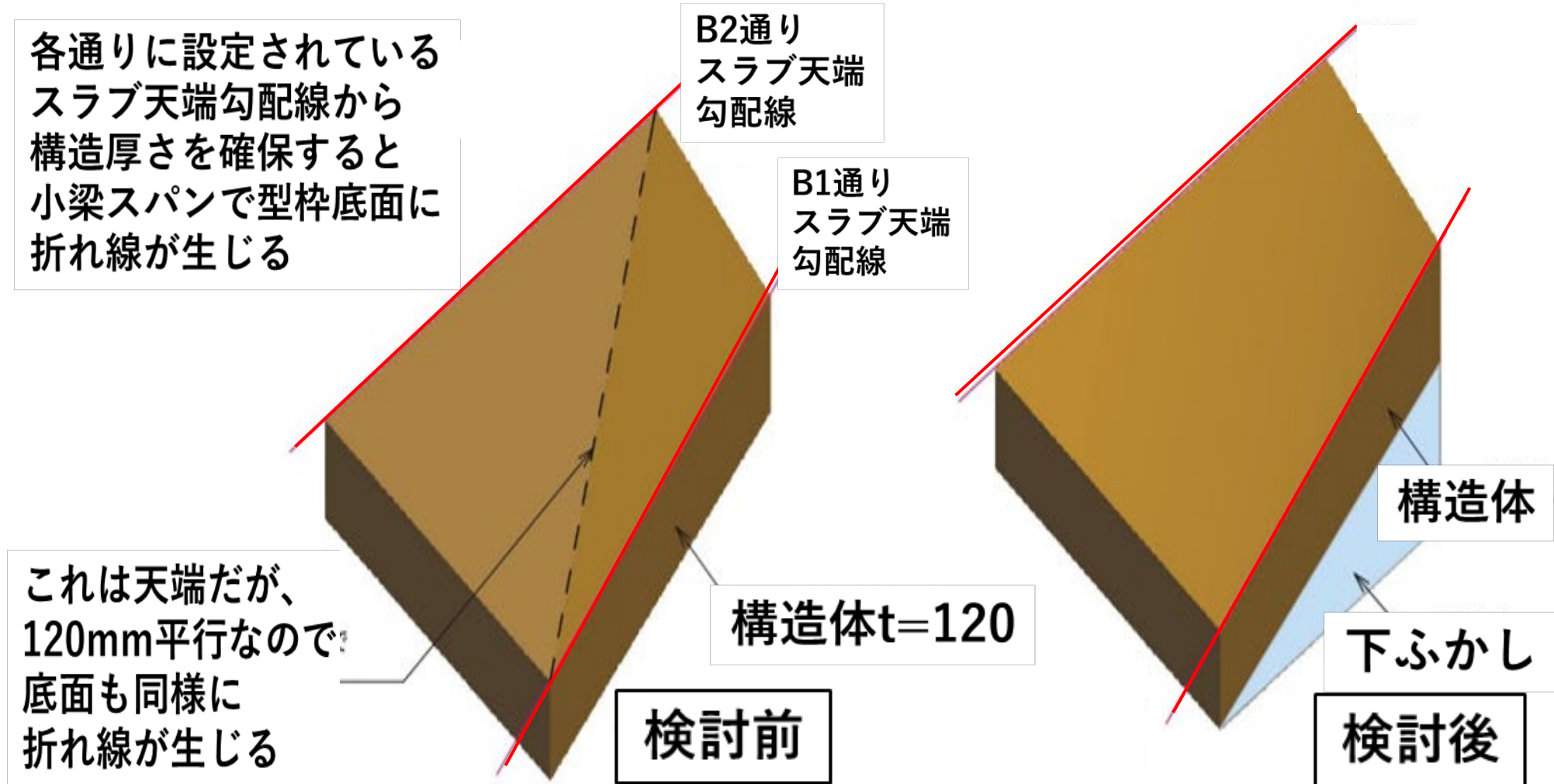
【出来形管理】

現場と図面の照合、検査の自動化と遠隔化
⇒（目標）精度管理業務の労務軽減、時間短縮

躯体形状の簡素化



躯体形状の簡素化



躯体形状の簡素化



梁配筋の納まりも3Dモデルで検討

配筋要領
かぶり厚の設定は下図の通りでモデル化

柱 C2	大梁 G11 端部	小梁 B11
主筋 D25	主筋 D25	主筋 D22
hoop D13 @100	stp D13 @150	stp D10 @200
かぶり 40	腹筋 D10	腹筋 D10
	かぶり 75	かぶり 50

あばら筋の形状変更

大梁再外主筋と壁筋が6mm干渉
→大梁の外側かぶり厚を小さくすると柱筋と干渉しますし、壁のかぶり厚も既に最小です。壁厚を大きくすることは可能でしょうか

スラブ筋は勾配なり

第1スターラップは1段筋アンカ起点とする

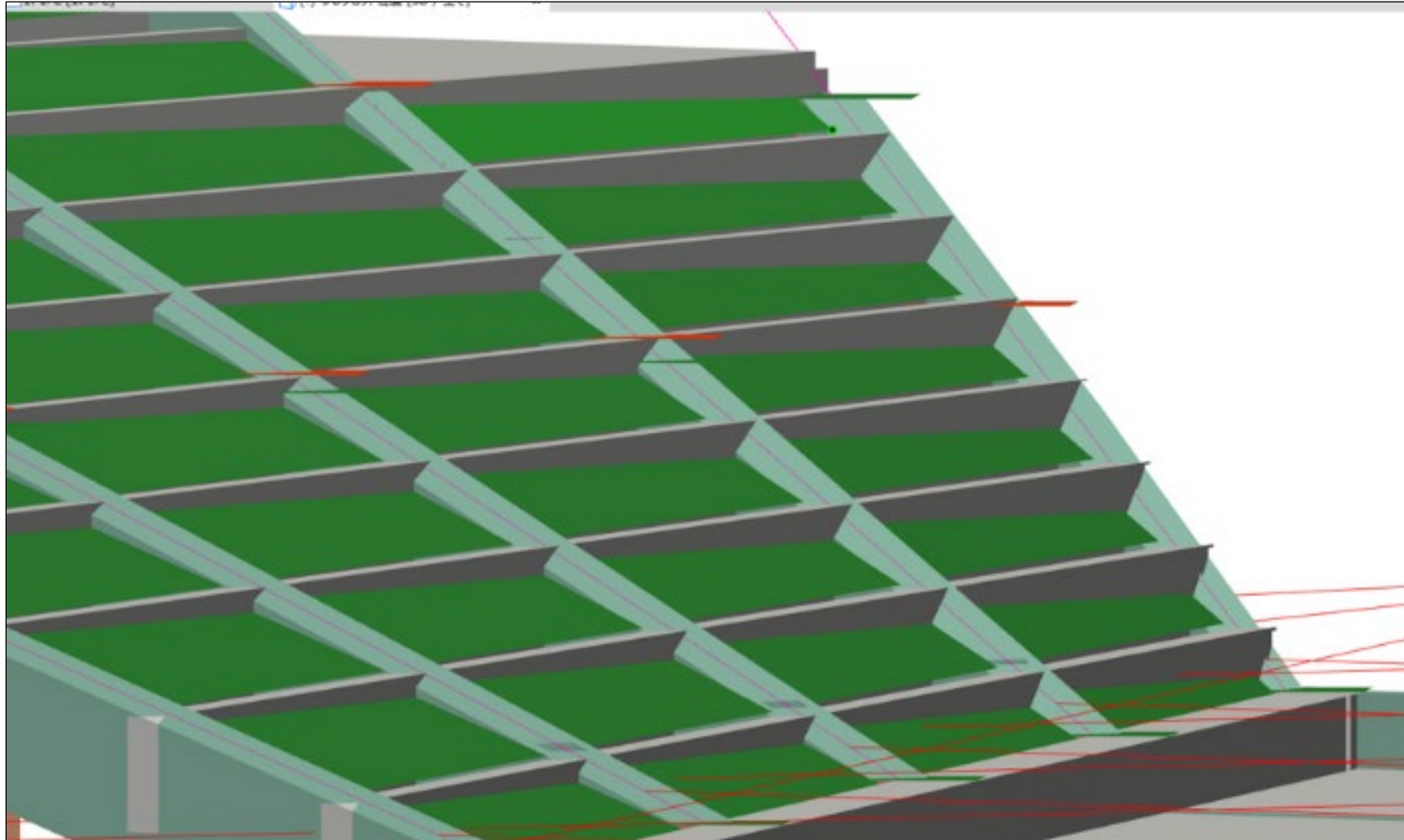
小梁主筋とst干渉 →stpピッチ調整要

柱増打ち補強の軸方向筋が柱内の鉄筋が混みすぎて定着できません。増打ち補強筋の配筋方法をご指示ください

大梁stと壁筋とのあき7mm →間に結束用鉄筋必要?

躯体形状の簡素化

スラブ下の躯体形状を平らに変更



躯体形状の簡素化



コン天レベルは、試行錯誤を重ねた

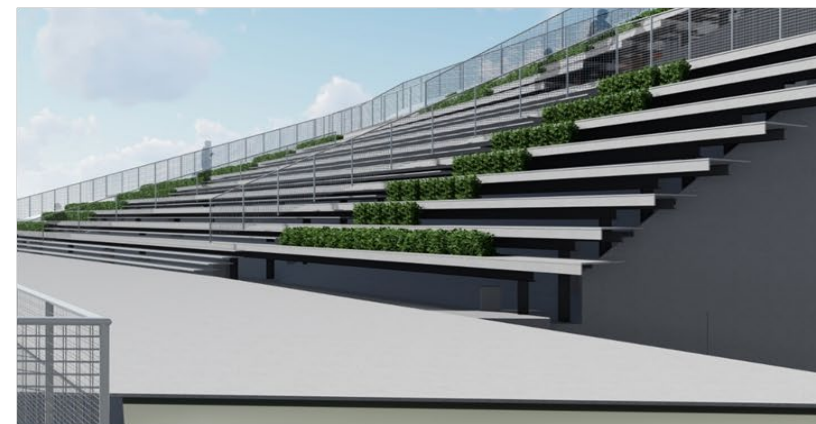
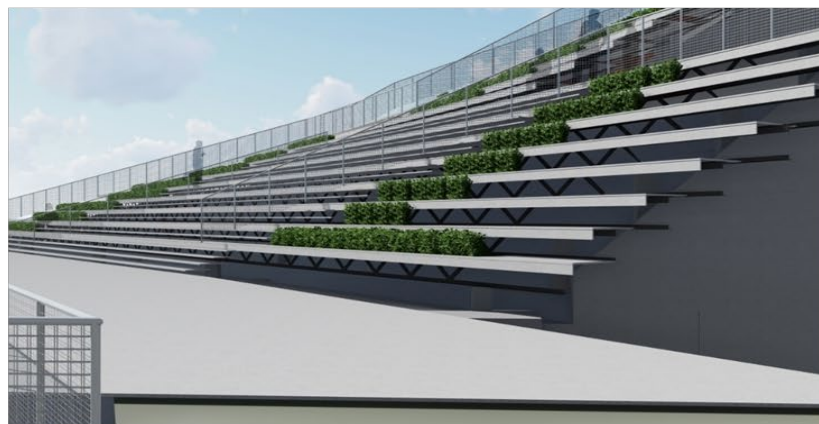
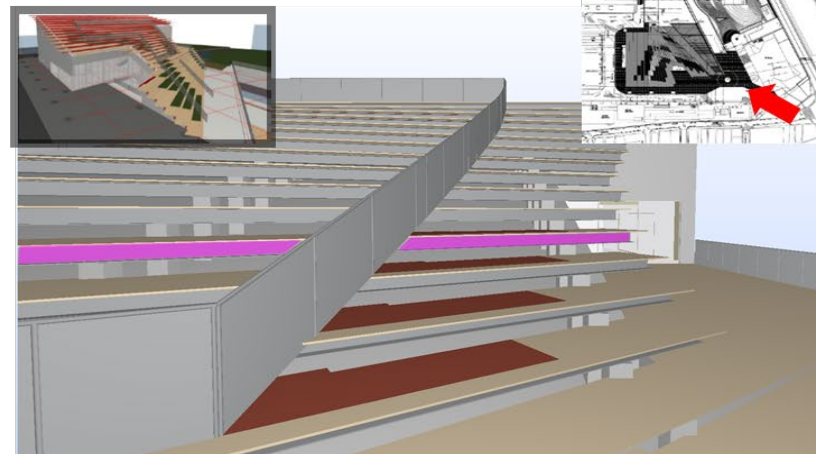
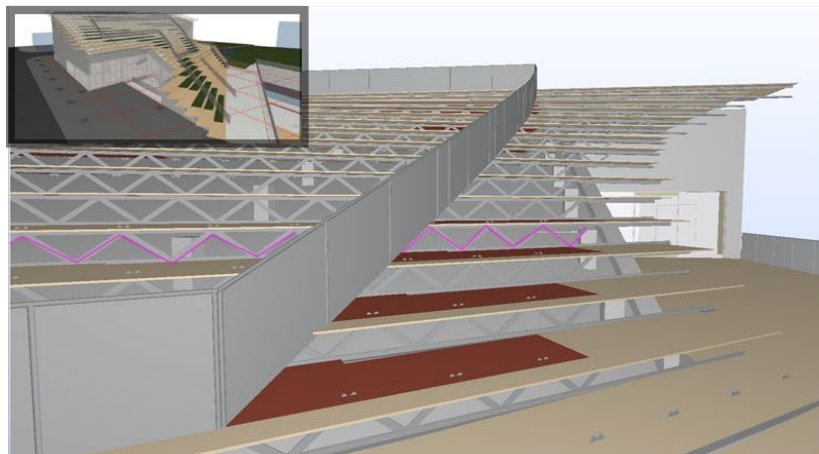
① B通りのラインは、ふかしを0にして、通り+(250+15)の断面で決定。(20)

② B通り芯 + 250 + 15 の断面にて、断面に平行に10mmのバツアを付ける。

※ B通りに平行な断面において、各スラブはXY方向に傾きを採るため、必ずしも120mm厚にはならず、(→130) スラブの傾きが大きいほど厚みが小さくなります。

躯体形状の簡素化

ウッドデッキの下地鉄骨は、トラスからH鋼に変更

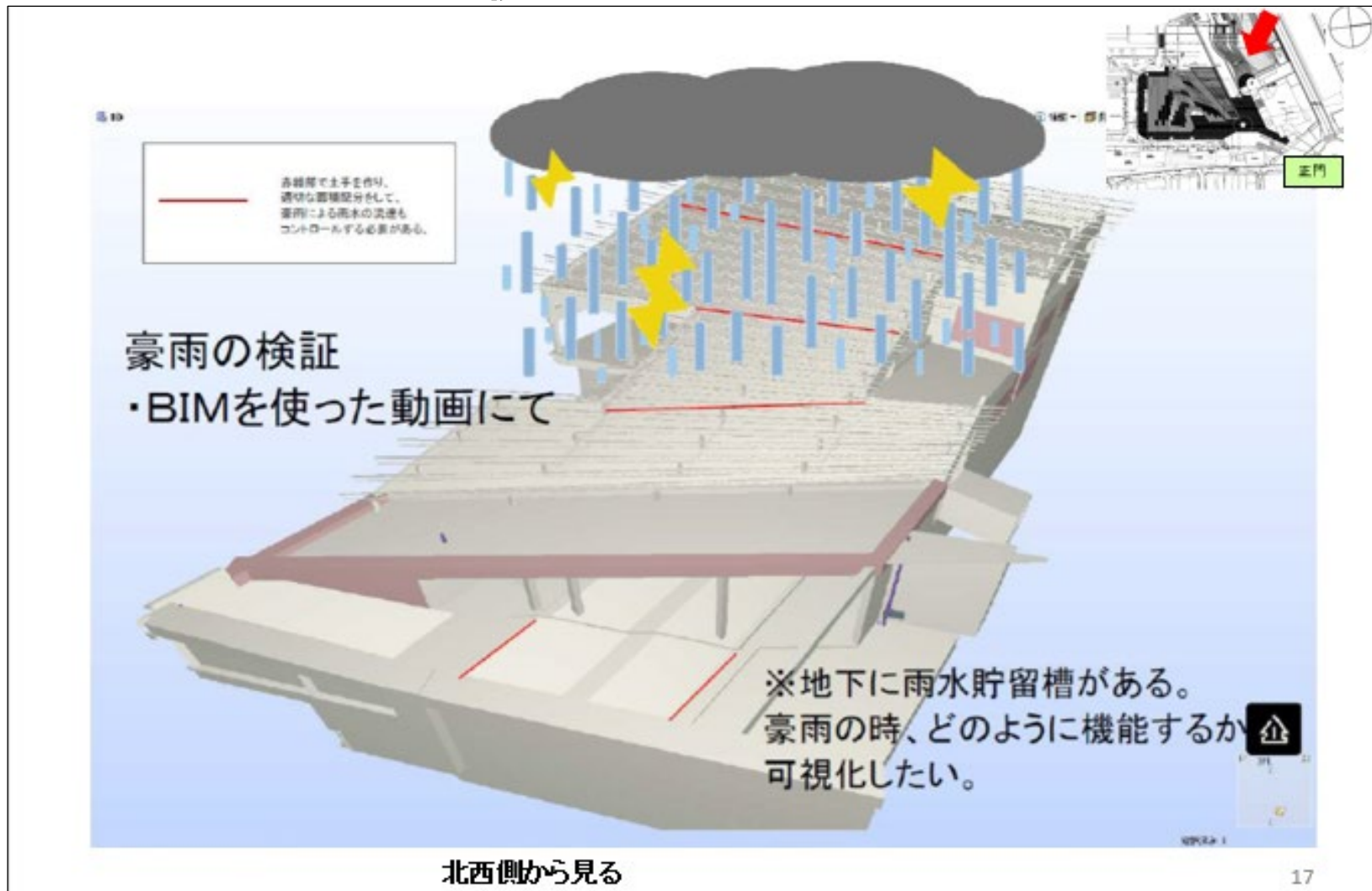


原設計「トラス鉄骨」

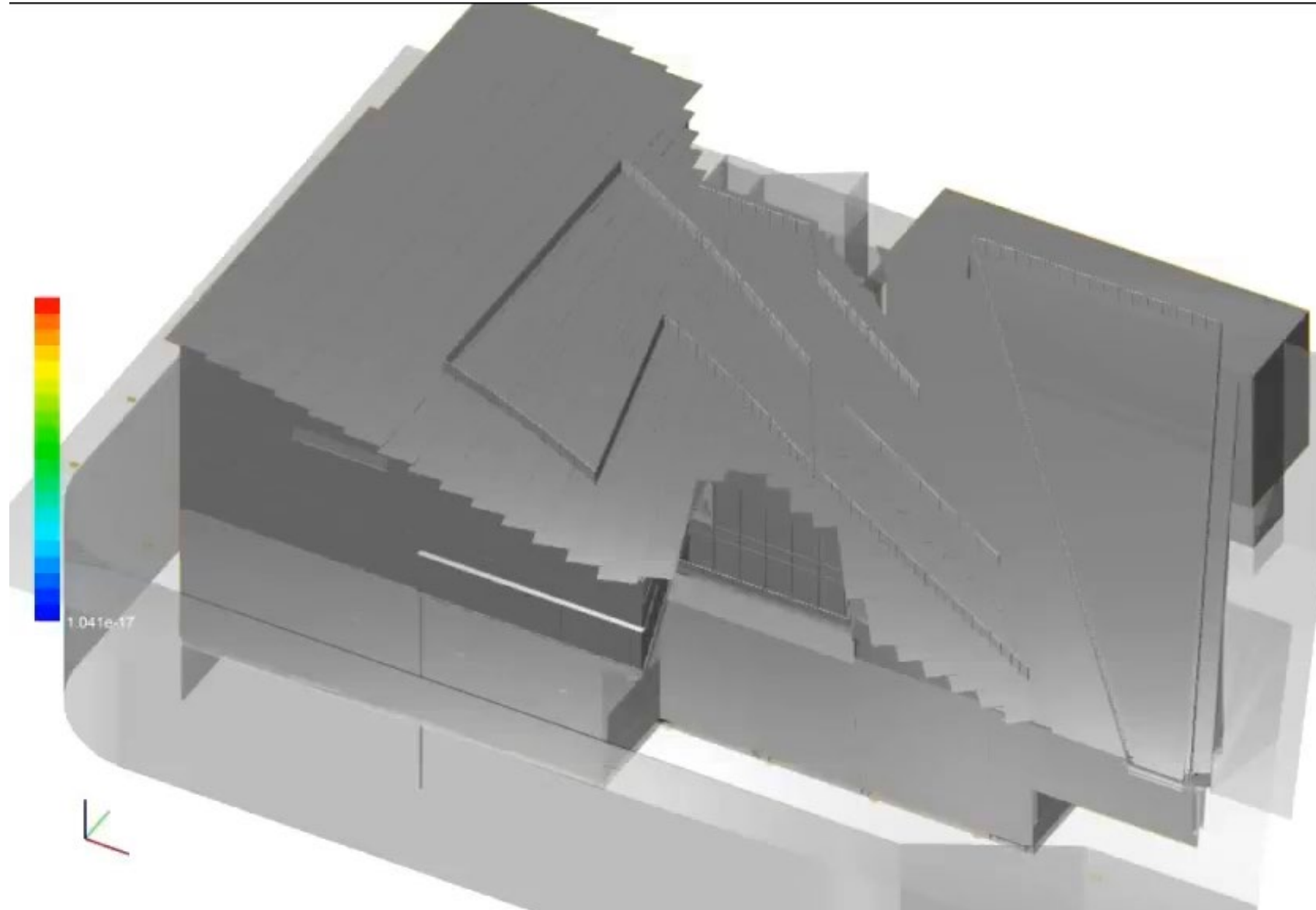
V E 提案「H鋼」

躯体形状の簡素化

雨水を粒状にしたプログラムを使用



躯体形状の簡素化

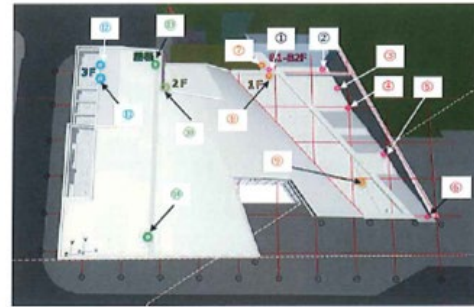


躯体形状の簡素化

一部のドレインに雨水が集中する懸念があった

- 流量測定的面について
 - ドレンの穴の流量測定については頂いた下図^[4]を面形状を以下の表のように配置した。
 - 測定面形状はすべての箇所で「face_holl.STL」である。

オブジェクト名と説明



測定面の位置

$$A \times (\text{係数} \times) = B$$

$$B \div 60\text{min} = C$$

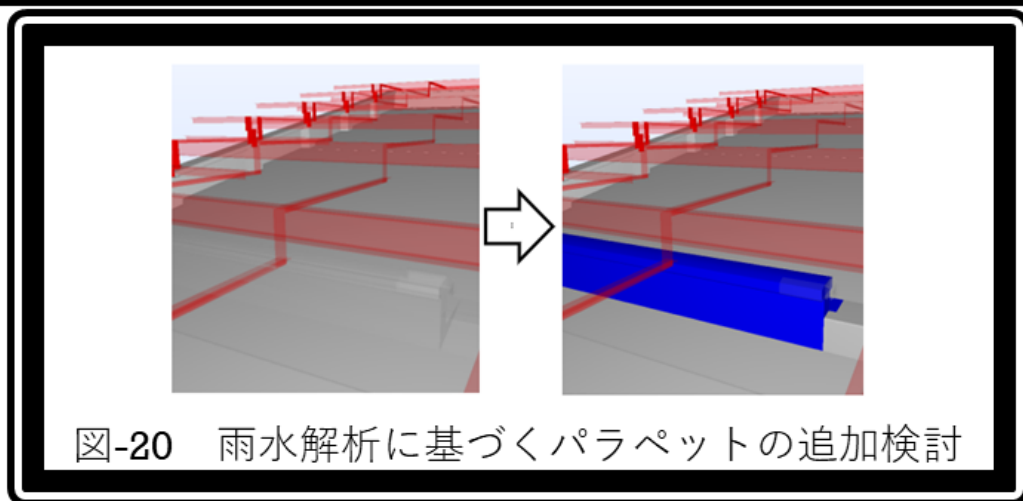
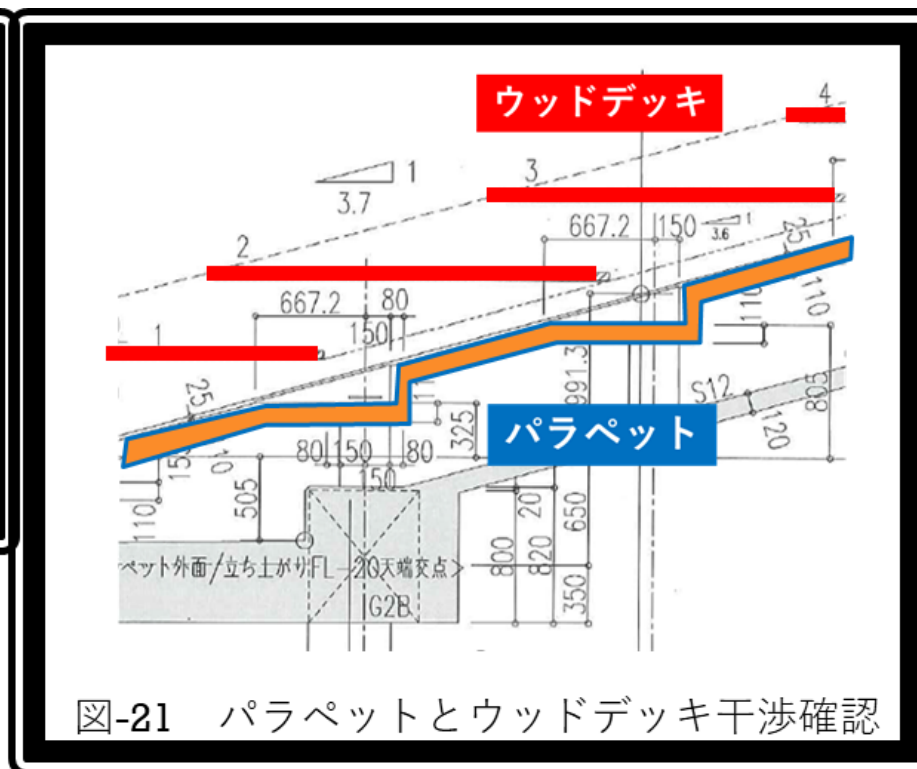
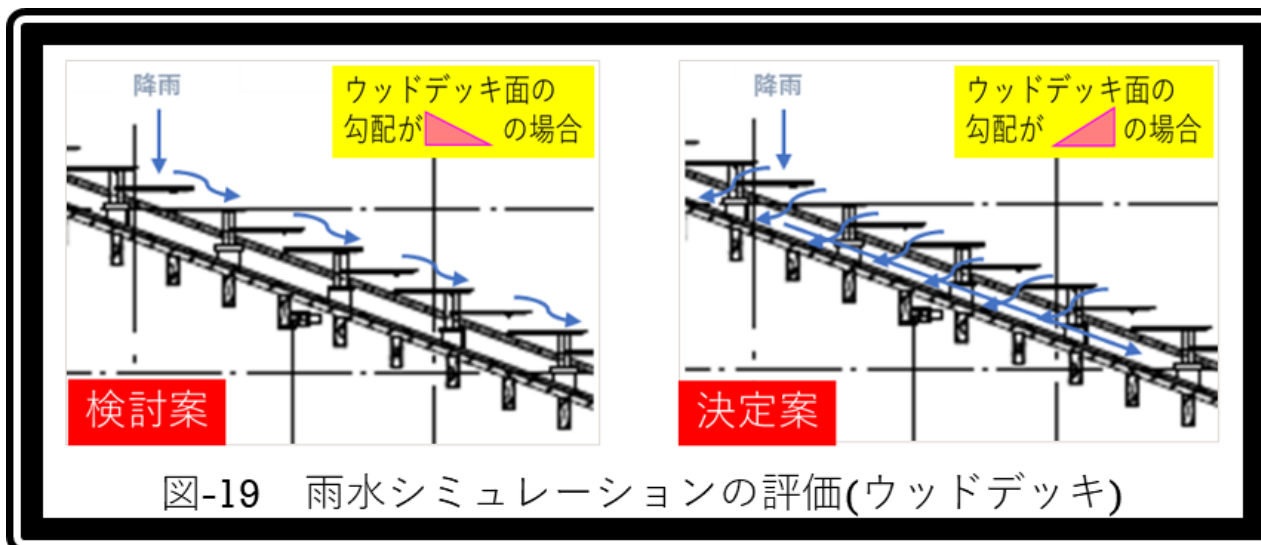
C < D のためオーバーフローせず樋で排水可
※ Dは規定値

- face_holl3F1.STL 左図の青色丸部分の穴
- face_holl3F2.STL 左図の青色丸部分の穴
- face_holl_roof1.STL 左図の緑色丸部分の穴
- face_holl_roof2.STL 左図の緑色丸部分の穴

解析結果		位置	total volume [m ³]/30min	60min	x係数※	総流量(m ³ /min)	樋φ	許容流量(m ³ /min)	判定
①	1	hollB1	1.142	2.284	14.21	0.24	φ80	0.32	可
②	2	hollB2	0.000	0	0.00	0.00	φ80	0.32	可
③	3	hollB3	3.250	6.5	40.44	0.67	φ125	1.28	可
④	4	hollB4	2.428	4.856	30.22	0.50	φ125	1.28	可
⑤	5	hollB5	0.012	0.024	0.15	0.00	φ100	0.71	可
⑥	6	hollB6	0.000	0	0.00	0.00	φ100	0.71	可
⑦	7	holl1F1	0.000	0.0002	0.00	0.00	φ200	4.50	可
⑧	8	holl1F2	13.284	26.568	165.31	2.76	φ200	4.50	可
⑨	9	holl1F3	12.331	24.662	153.45	2.56	φ200	4.50	可
⑩	10	holl2F	0.000	0	0.00	0.00	φ100	0.71	可
⑪	11	holl3F1	0.000	0	0.00	0.00	φ80	0.32	可
⑫	12	holl3F2	0.000	0	0.00	0.00	φ80	0.32	可
⑬	13	holl_roof1	0.000	0	0.00	0.00	φ125	1.28	可
⑭	14	holl_roof2	3.471	6.942	43.20	0.72	φ150	2.08	可
計			35.918	71.8362	←値(1)				
					係数※=値(2)÷値(1)=		6.22		
建物面積				2150 m ²					
雨量				231 mm/h					
総雨量				496.7 m ³					
外構へ	10%	越流したと仮定		49.7 m ³					
貯留水量				447.0 m ³ /h	←値(2)				

躯体形状の簡素化

雨水を拾いやすくする改善を行った



課題解決のためのBIM活用4ステップ



STEP1

【躯体形状の簡素化】

3Dモデルによる施工を考えた躯体形状の検討
⇒（目標）検討時間の短縮、見える化

STEP2

【加工への展開】

3D施工図から2D施工図の出力
⇒（目標）2次元図面作成・修正時間の短縮

STEP3

【伝達方法】

施工に必要な情報の伝達手法の検討
⇒（目標）効果的、効率的な情報伝達

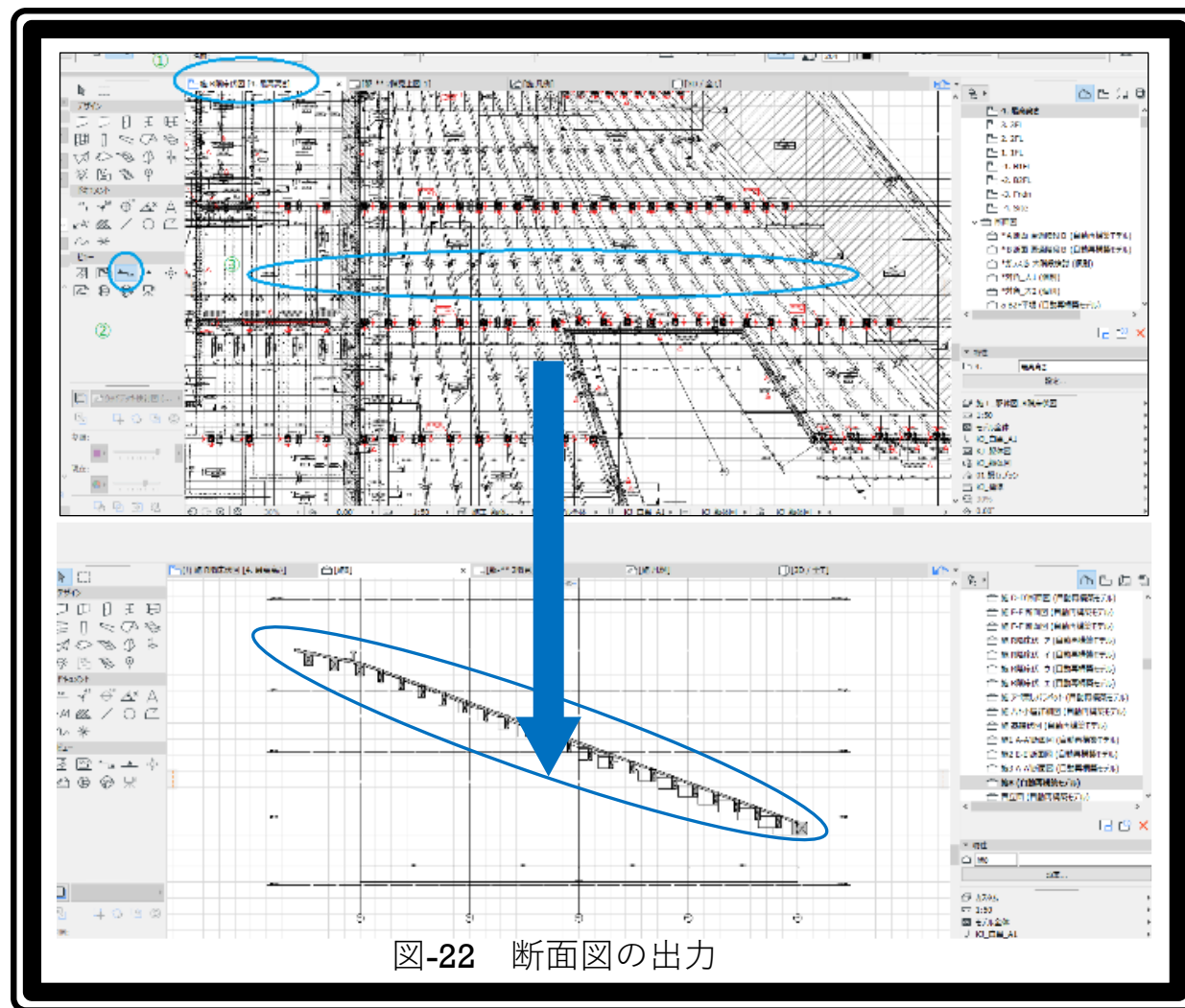
STEP4

【出来形管理】

現場と図面の照合、検査の自動化と遠隔化
⇒（目標）精度管理業務の労務軽減、時間短縮

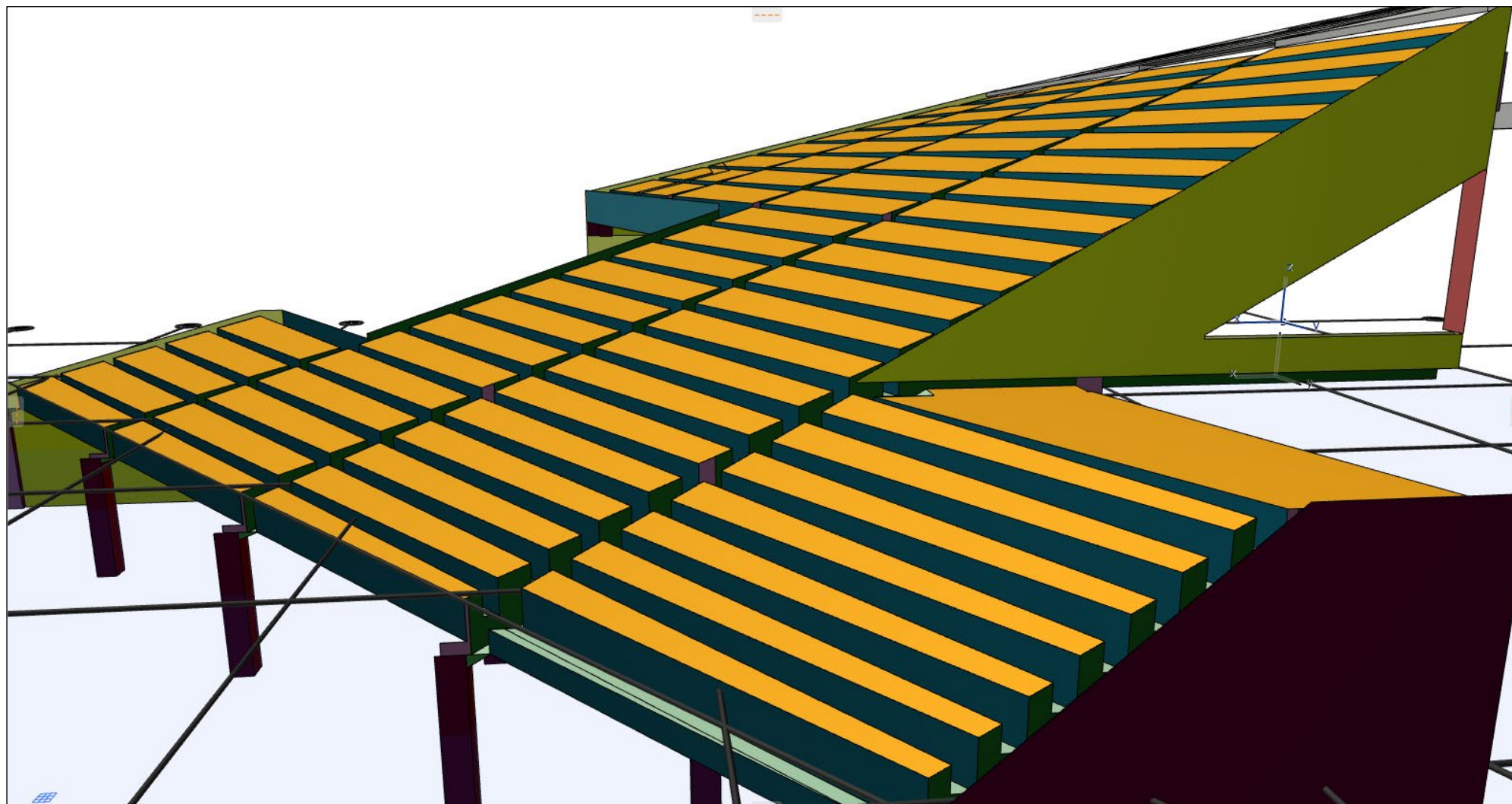
加工への展開

BIMで作図の省力化



加工への展開

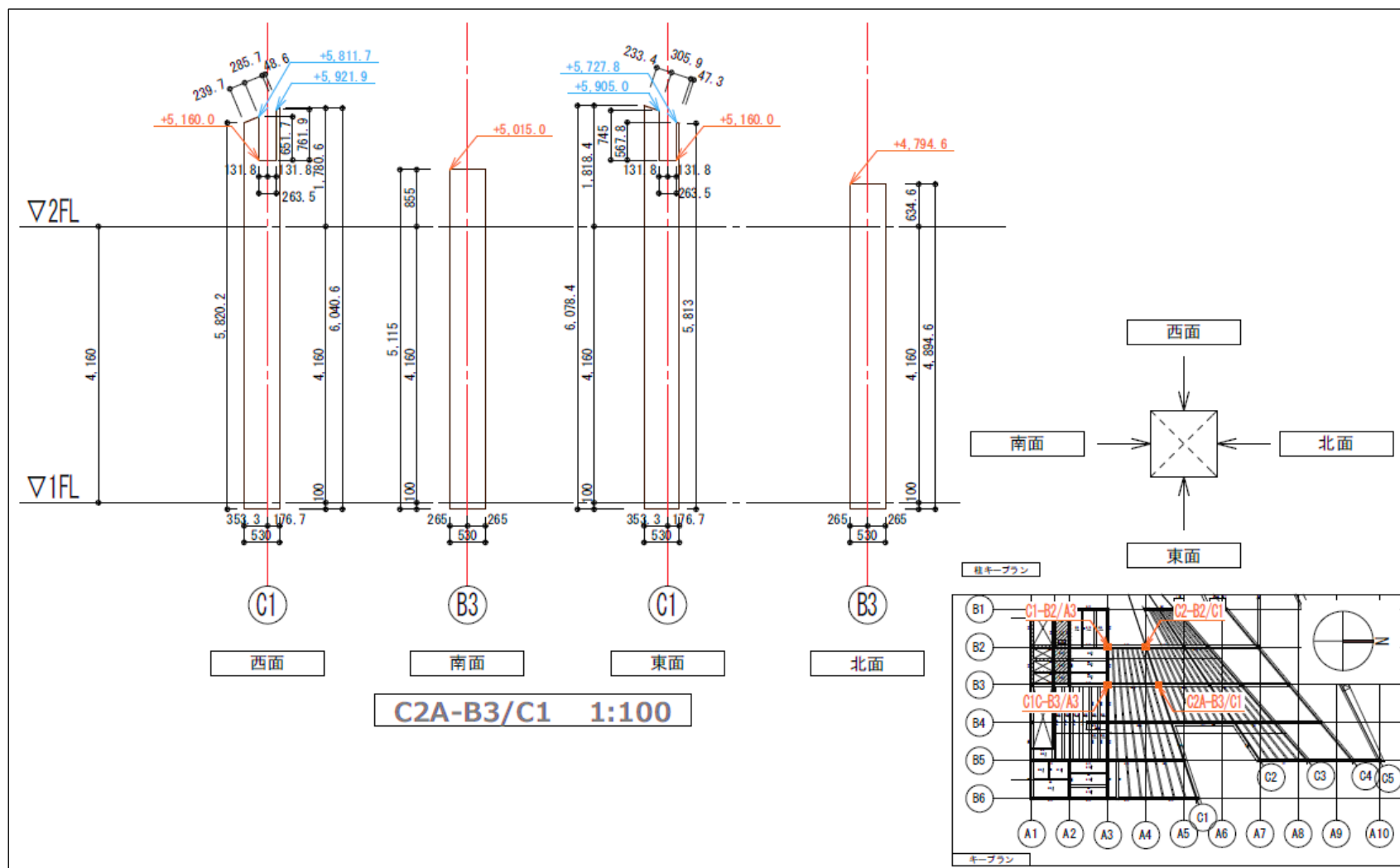
機械的に書き換えることが出来れば、時間短縮に



加工への展開



型枠大工の加工図に活用され、拾いが省力化された



課題解決のためのBIM活用4ステップ



STEP1

【躯体形状の簡素化】

3Dモデルによる施工を考えた躯体形状の検討
⇒（目標）検討時間の短縮、見える化

STEP2

【加工への展開】

3D施工図から2D施工図の出力
⇒（目標）2次元図面作成・修正時間の短縮

STEP3

【伝達方法】

施工に必要な情報の伝達手法の検討
⇒（目標）効果的、効率的な情報伝達

STEP4

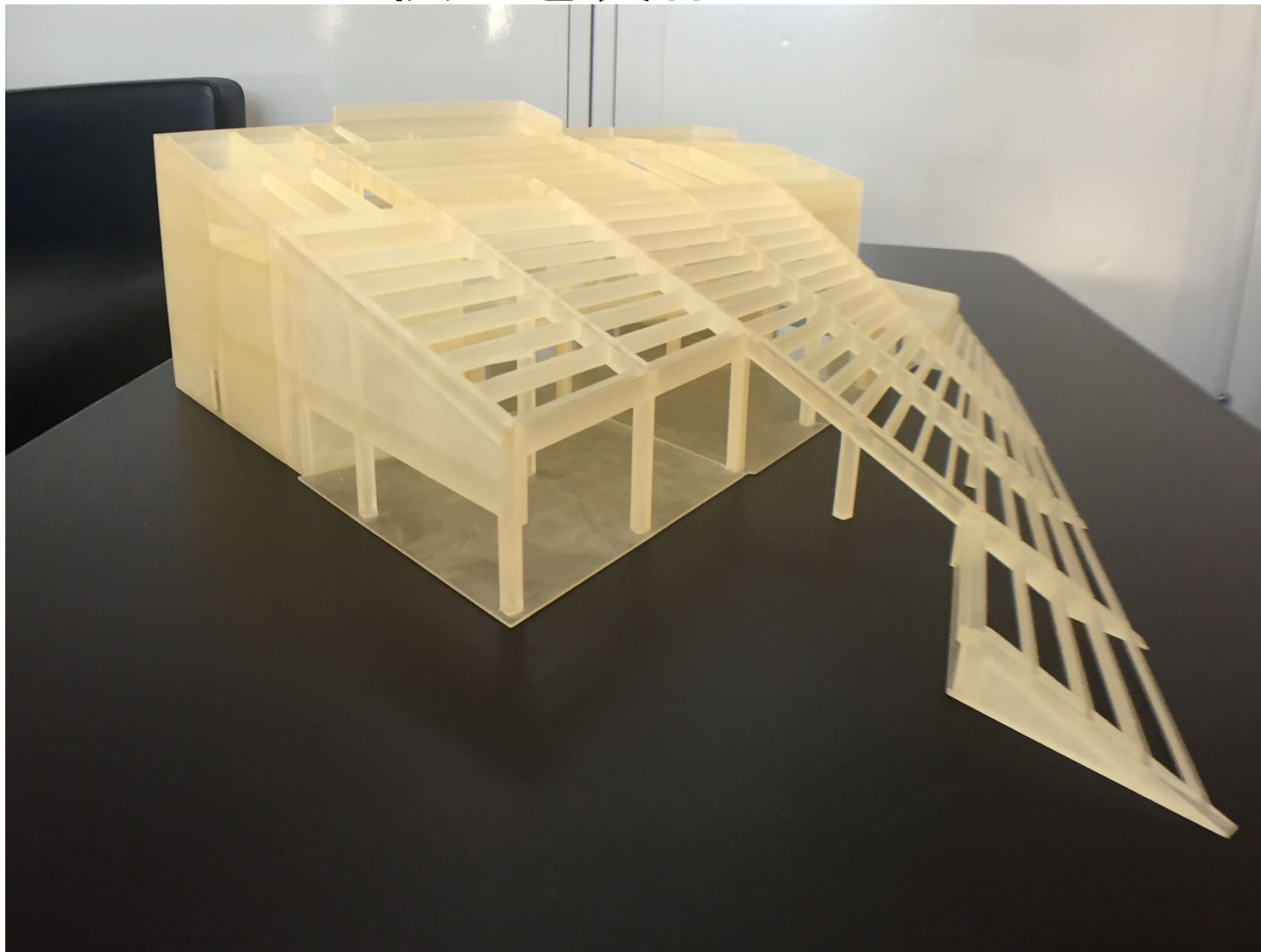
【出来形管理】

現場と図面の照合、検査の自動化と遠隔化
⇒（目標）精度管理業務の労務軽減、時間短縮

伝達方法

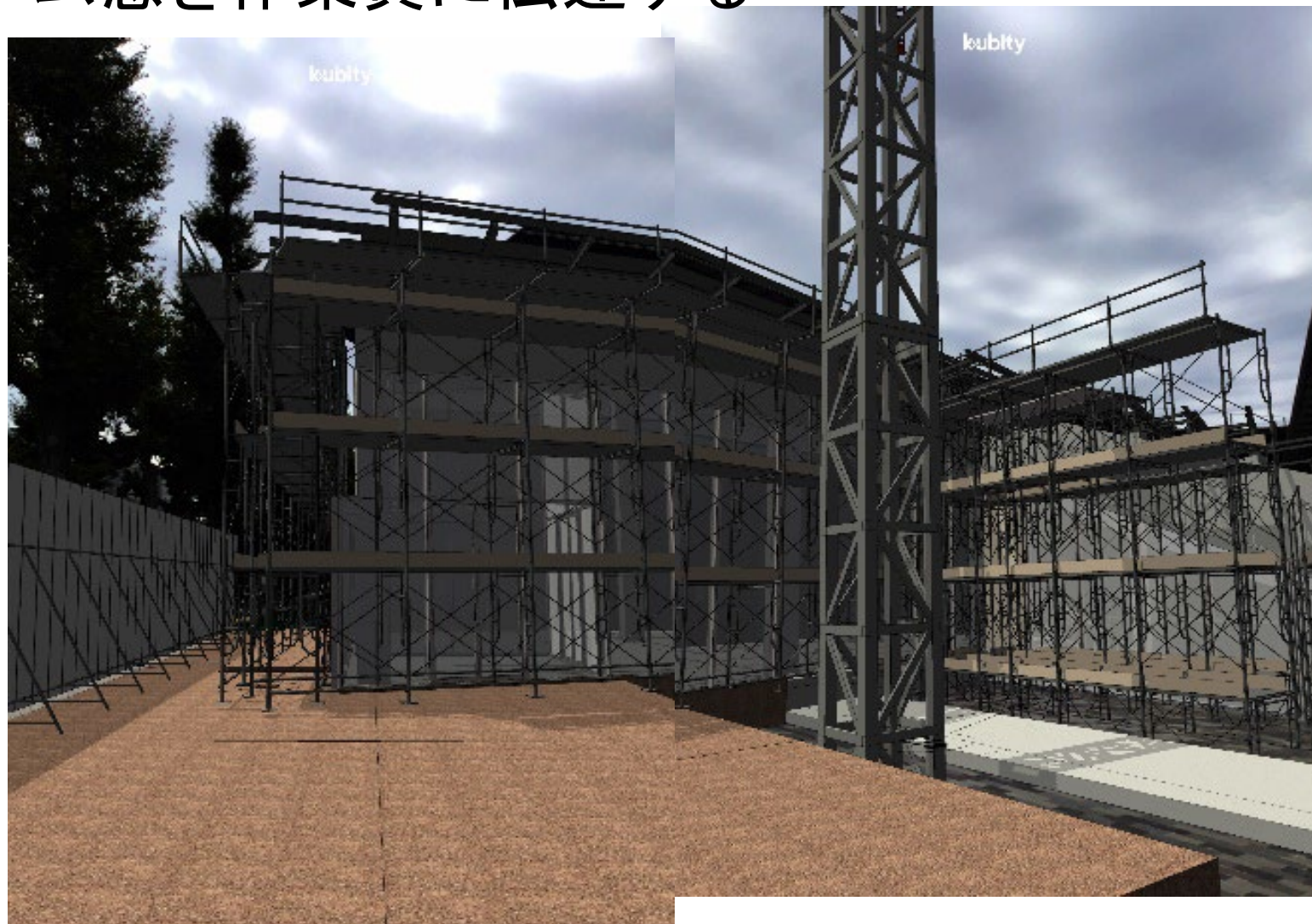


3Dモデルからダイレクトに模型を製作した



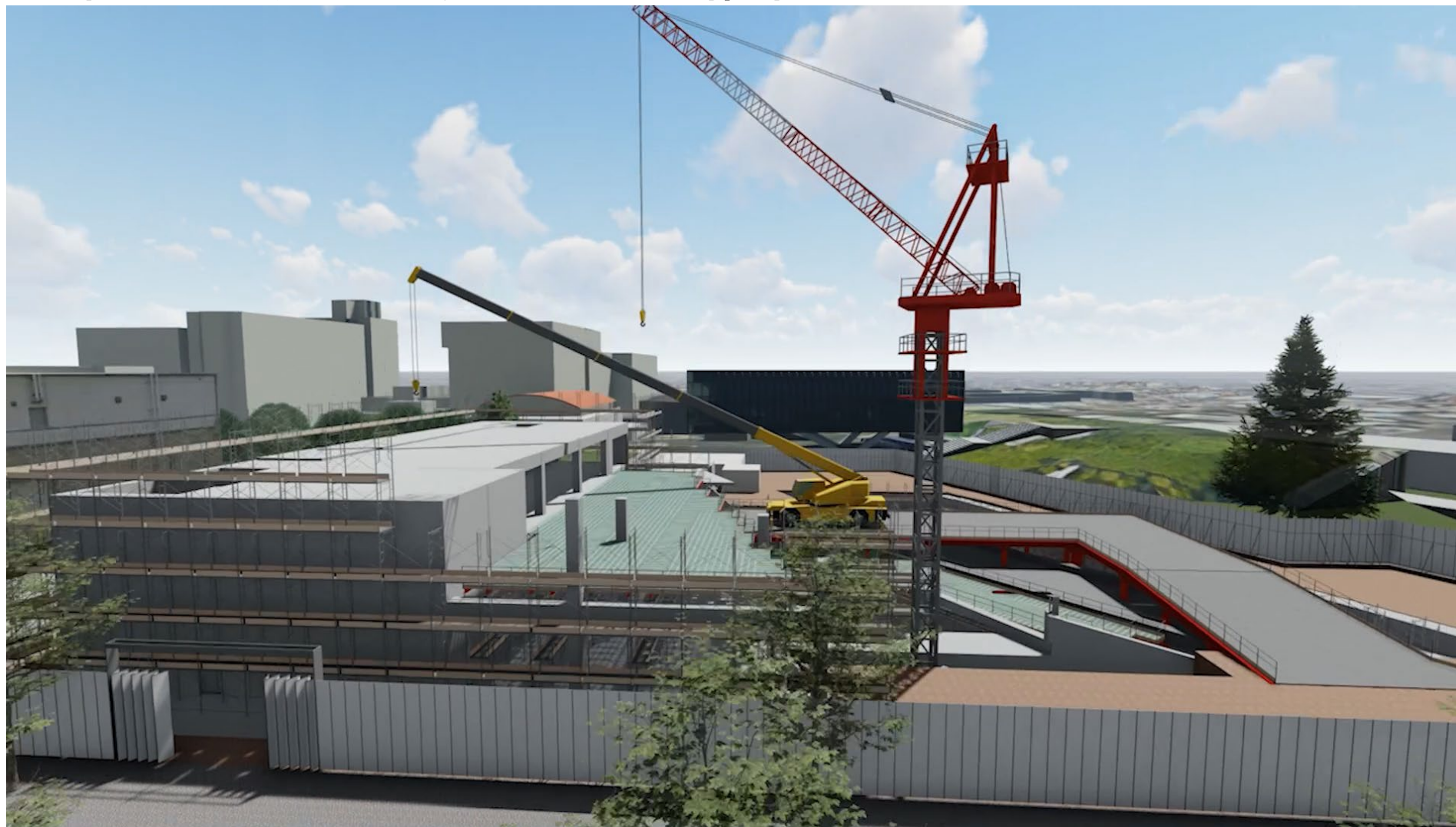
伝達方法

ボリューム感を作業員に伝達する



伝達方法

物体を立体的に捉える、作り手が情報を共有



課題解決のためのBIM活用4ステップ



STEP1

【躯体形状の簡素化】

3Dモデルによる施工を考えた躯体形状の検討
⇒（目標）検討時間の短縮、見える化

STEP2

【加工への展開】

3D施工図から2D施工図の出力
⇒（目標）2次元図面作成・修正時間の短縮

STEP3

【伝達方法】

施工に必要な情報の伝達手法の検討
⇒（目標）効果的、効率的な情報伝達

STEP4

【出来形管理】

現場と図面の照合、検査の自動化と遠隔化
⇒（目標）精度管理業務の労務軽減、時間短縮

出来形管理



業務効率は大幅に改善。完成物とBIMの連動。

今から計測を開始します。



<アプリ画面>

本日の発表内容



1. 取組みの概要

- 作業体制、使用ツール
- 取組みの方針

2. 課題解決のためのBIM活用

- 工事の特徴
- 取組みの具体事例

3. まとめ

- 効果、成功要因

成功要因と工夫点

VRを利用した手摺仕様の検討



格子案

ガラス案

竣工イメージに近い状態で確認が可能

施工ステップ動画



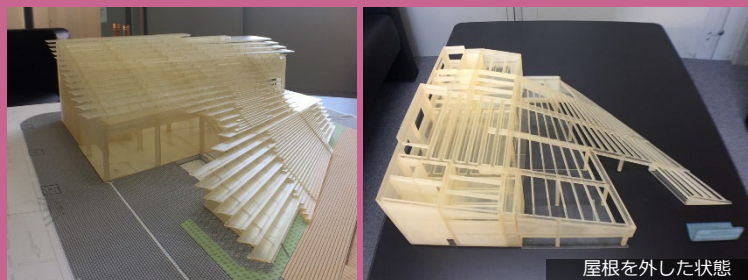
外部足場 A R



【成功要因】

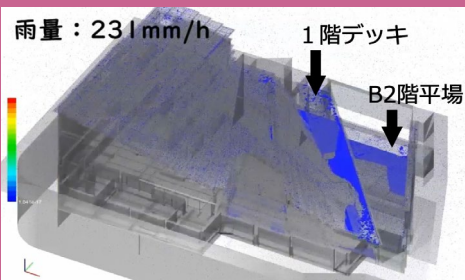
デジタル上で完成した建物を、VRで体感したり、雨を降らせたり、施工順序を動画にすることで、施工時の心配事を可視化し、検証することができた。

3Dプリンタによる模型作成



屋根を外した状態

雨水シミュレーションによる屋根勾配の確認



【工夫した点】

デジタルツインモデルをどのように使ってみるか、事前に計画したこと。

次回改善点

VRを利用した手摺仕様の検討



施工ステップ動画



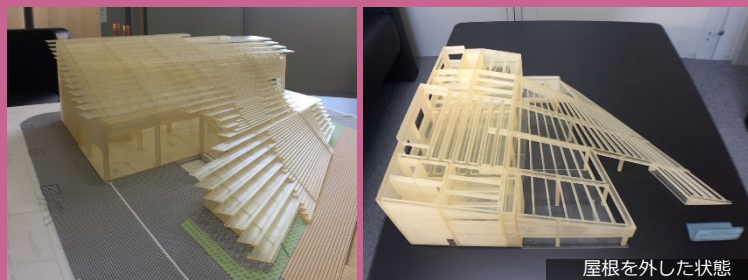
外部足場 A R



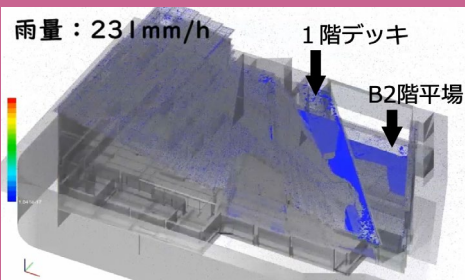
【成功要因】

デジタル上で完成した建物を、VRで体感したり、雨を降らせたり、施工順序を動画にすることで、施工時の心配事を可視化し、検証することができた。

3Dプリンタによる模型作成



雨水シミュレーションによる屋根勾配の確認



【工夫した点】

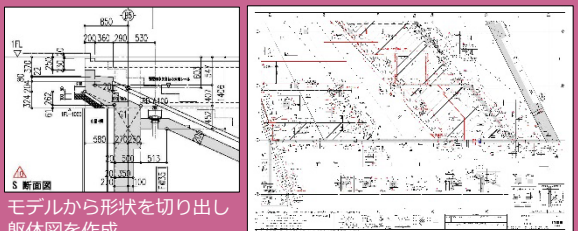
デジタルツインモデルをどのように使ってみるか、事前に計画したこと。

【次回改善点】

風洞実験、空調シミュレーション、音響などの検証とリンクすること。実際に風や音の違いを体感できたら、画期的だと思う。

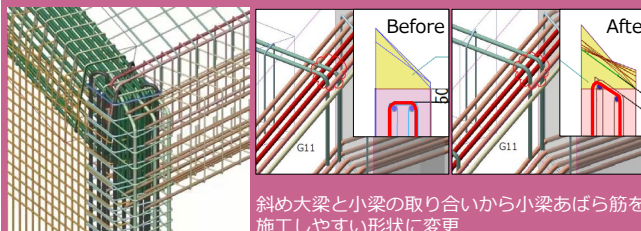
成功要因と工夫点

BIM躯体図



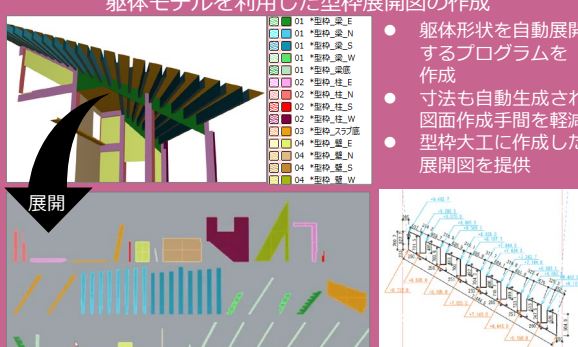
モデルから形状を切り出し
躯体図を作成

屋根部の配筋検討



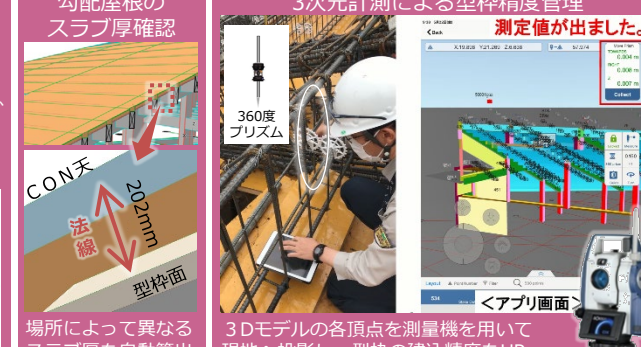
斜め大梁と小梁の取り合いから小梁あばら筋を
施工しやすい形状に変更

躯体モデルを利用した型枠展開図の作成



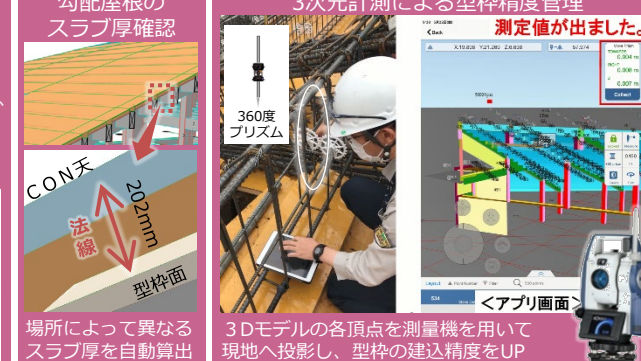
- 躯体形状を自動展開するプログラムを作成
- 寸法も自動生成され、図面作成手間を軽減
- 型枠大工に作成した展開図を提供

勾配屋根の スラブ厚確認



場所によって異なる
スラブ厚を自動算出

3次元計測による型枠精度管理



3Dモデルの各頂点を測量機を用いて
現地へ投影し、型枠の建込精度をUP

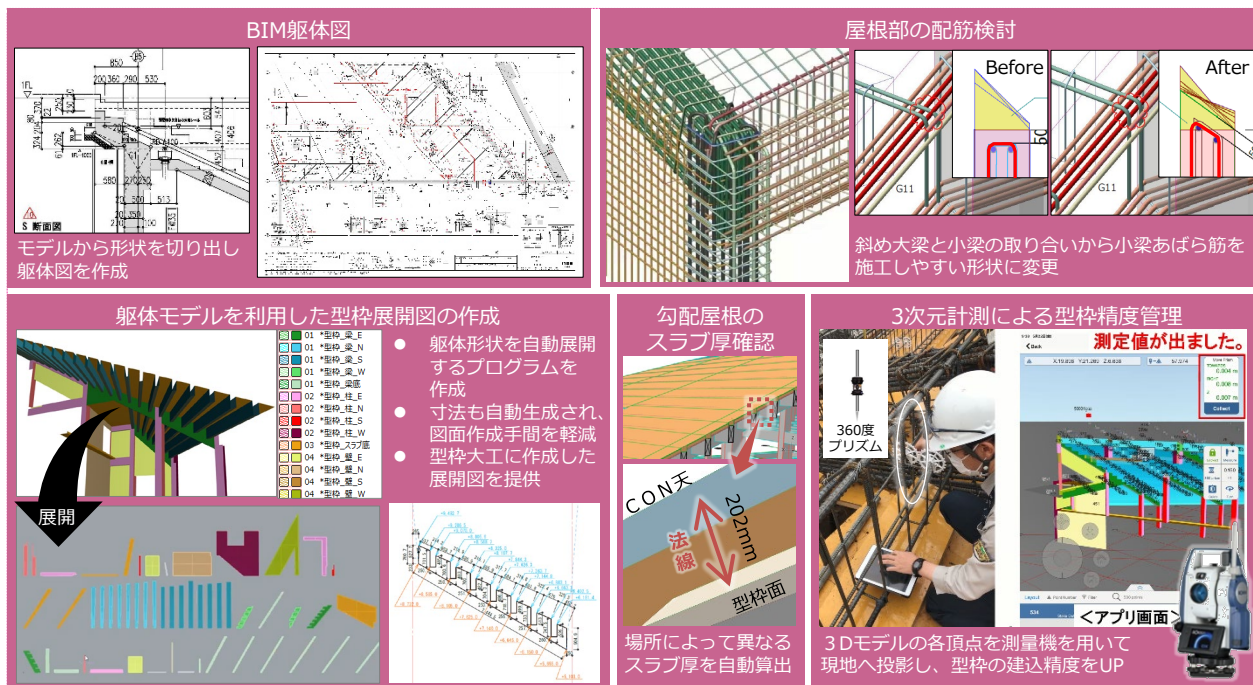
【成功要因】

加工図作成にかかる手間を削減したことで、精度測定まで同じBIMデータを使うことができたこと。

【工夫した点】

BIMから直接デジタルデータを連携することで、情報伝達のエラーを防止することを目的としたこと。

次回改善点



【成功要因】

加工図作成にかかる手間を削減したことで、精度測定まで同じBIMデータを使うことができたこと。

【工夫した点】

BIMから直接デジタルデータを連携することで、情報伝達のエラーを防止することを目的としたこと。

【次回改善点】

自動測量技術とBIMとのデータ連携を、簡易かつ安価にすること。

おわりに

様々な現場でBIM活用に取り組む必要がある

