

2021年 3月20日 六稜同窓会プレゼンテーション(2)

建設業の社会的使命

東京電力福島第一原子力発電所1号機原子炉建屋カバー工事

清水建設株式会社 印藤 正裕

計画時の課題

[1] 現状の把握



高放射線量の為、省人化しなければ 施工できない

建物の形状の実測

付帯設備の実測

地中埋設物の調査

破壊した建物、設備、ガラ等の実測



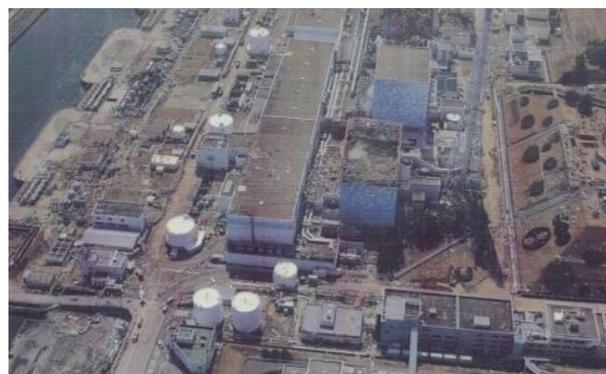
[1]-1) 航空写真の詳査

[1]-2) 現地調査

[1]-3) 図面検討(建物/設備)

[1]-4) 3Dレーザースキャン計測

[2] どうやって建てるか



省人化(無人化)できる架構システム

接合部の省人化

部材数の低減(ユニット化)

建方重機の選定

省人化(無人化)建方

建方精度の管理

非常時の対応



[2]-1) 省人化接合開発(スマートジョイント工法)

[2]-2) 重機選定/搬入計画/ユニット化

[2]-3) 風制御(ファンファン)/自動玉掛

[2]-4) 油圧バケット/油圧カッター

[2]-5) 遠隔制御/計測システム

[2]-6) 屋根押さえワイヤー

[2]-7) レスキューBOX

[2]-8) 休息室

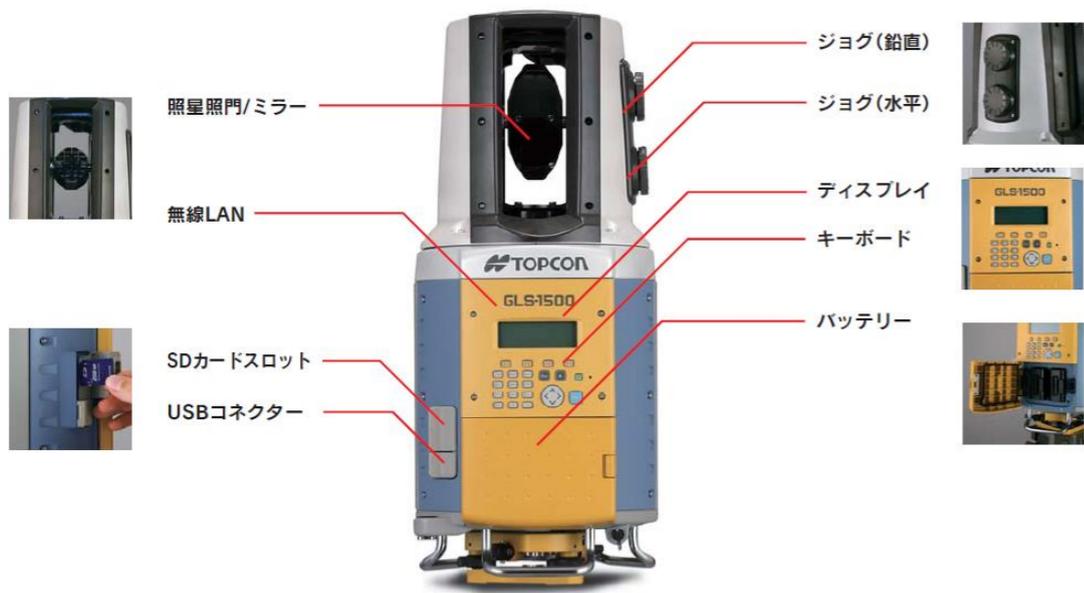
[3] 要求性能の確保 構造強度 耐久性 気密性 防水性 等

省人化(無人化)できなければ膨大な人手が必要⇒ブレイクスルーが必要

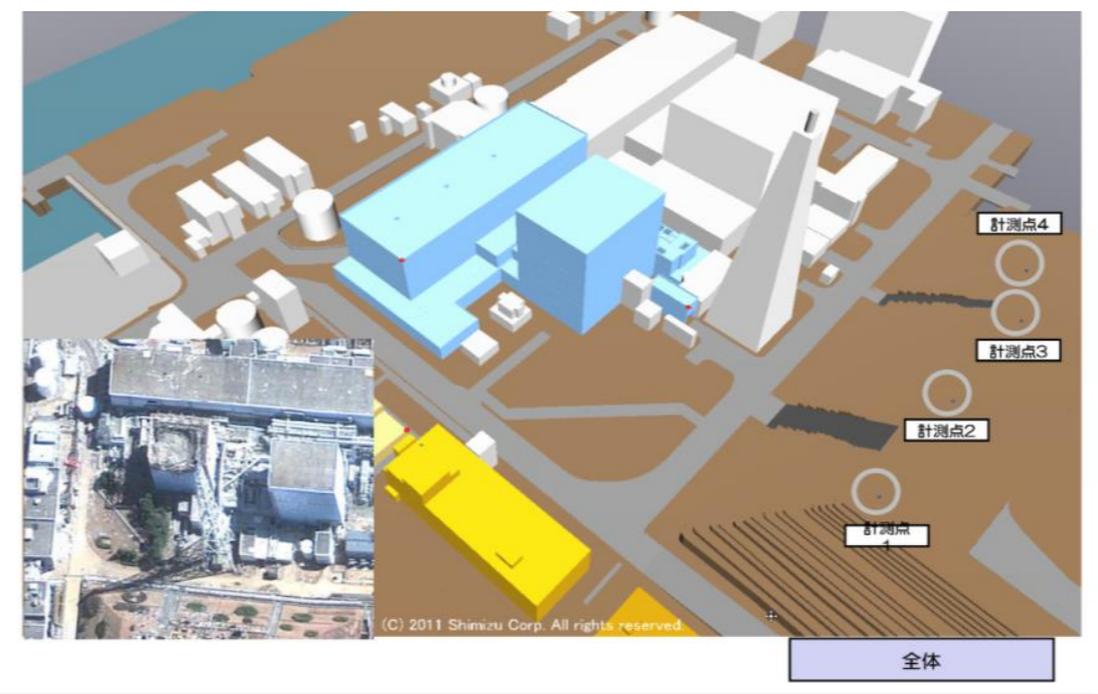
[1]-4) 3Dレーザースキャン計測

竣工図面が存在しない→3次元レーザースキャンによる実測

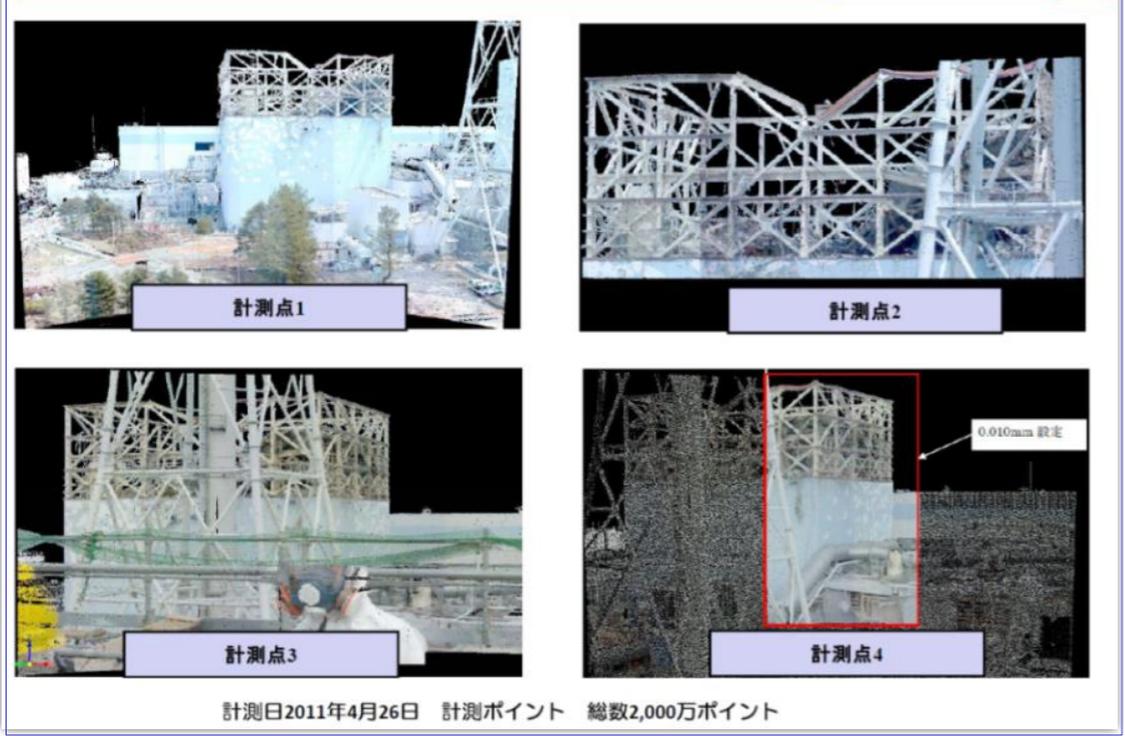
高精度パルス測距テクノロジー！プリサイズスキャン！
 測量・土木・計測に要求される100mを超える距離においても安定した高い精度を確保。
 独自の低ノイズ設計で観測データを効率良く利用。



3D建屋計測 測定点数:約4000万ポイントの計測



3D建屋計測 計測点

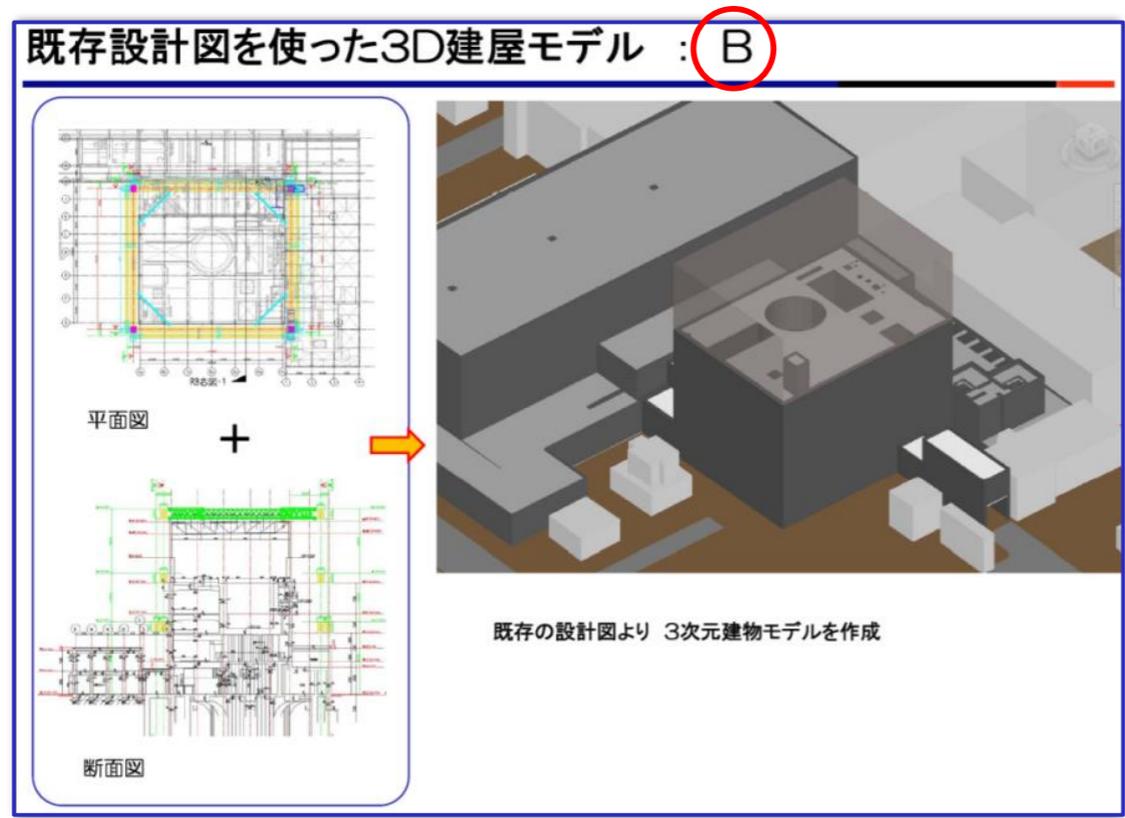
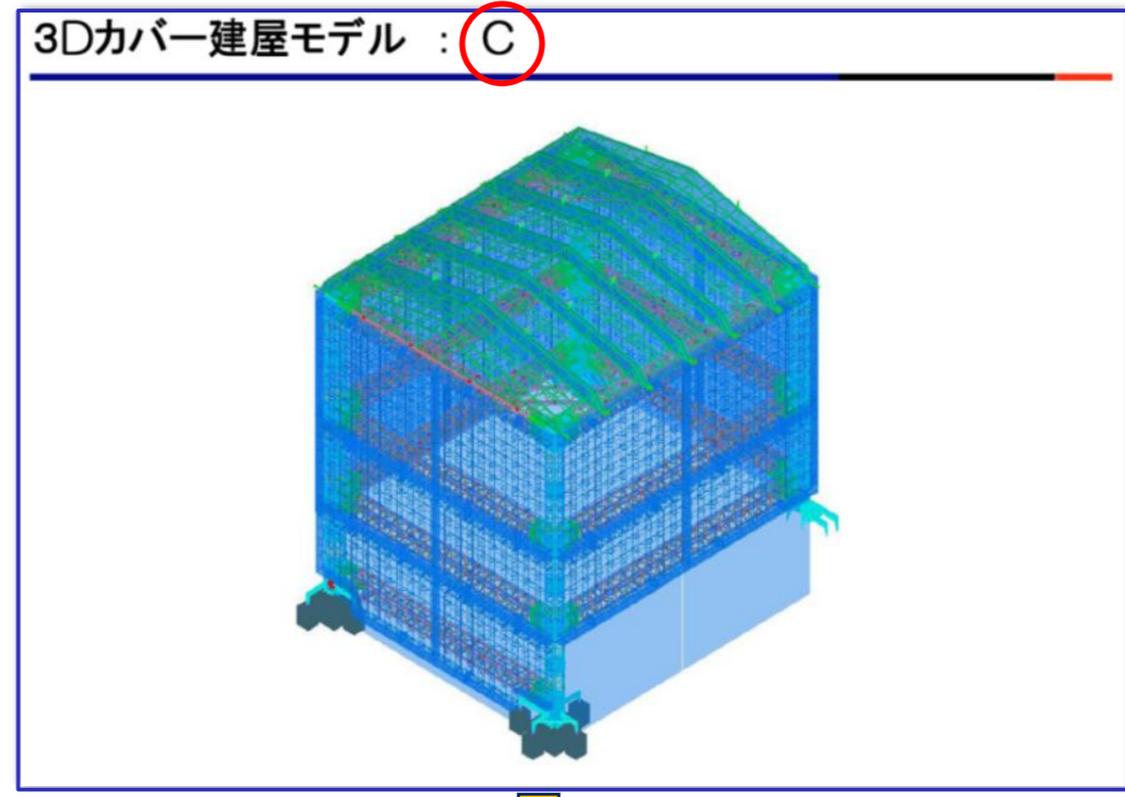
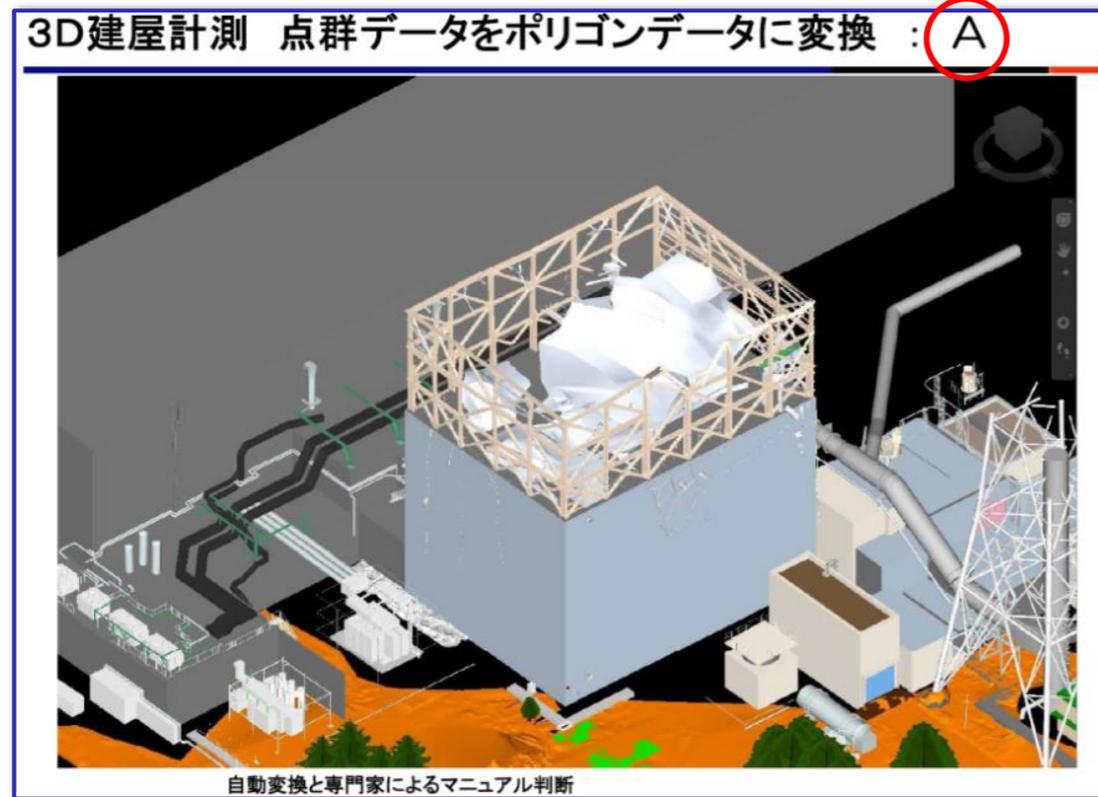


3D建屋計測 各計測データの合成



[1]-4) 3Dレーザースキャン計測

計画データとの合成による構造体配置検討



[1]-4) 3Dレーザースキャン計測 点群データ処理と3Dモデル合成による干渉チェック

11a通面 OP38900~41500 梁と被災鉄骨の干渉

① 被災鉄骨	幅240mm	切断位置(42.80 15.24 31.87)
② 配管?	幅100mm	切断位置(43.73 13.82 33.08)
③ 笠木?	幅250mm	

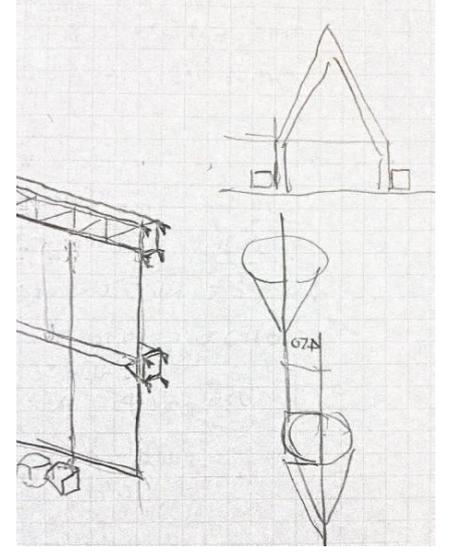
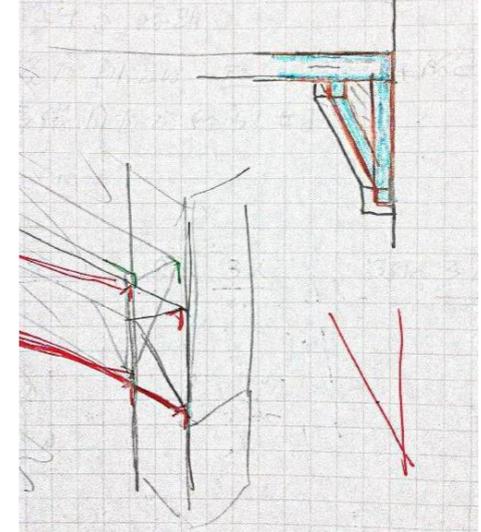
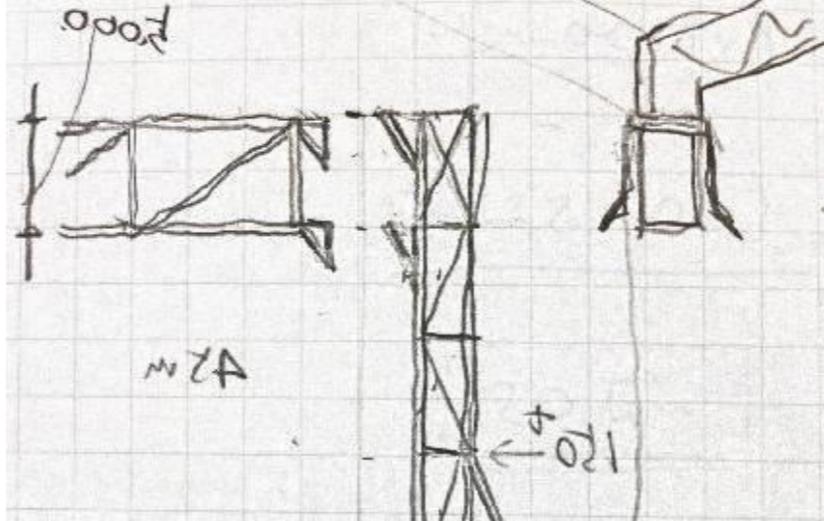
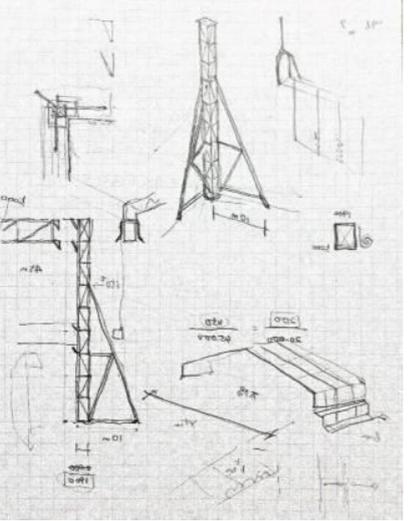
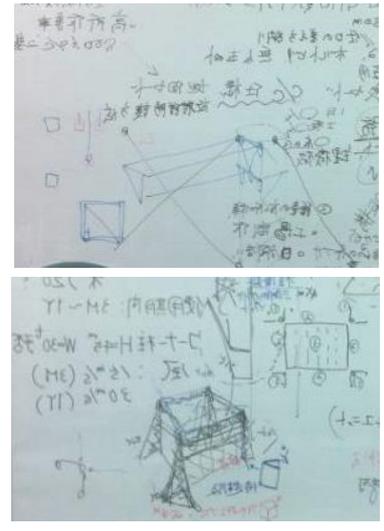
平断面図 OP38900~41500 6aQ 火打と梁の干渉

開始(S) (m)	1.46	9.83	44.92
終了(E) (m)	1.75	9.85	44.88
差(F) (m)	0.29	0.02	-0.04
距離(m)	0.29		

平断面図 OP38900~41500

[2]-1) 省人化接合開発 (スマートジョイント工法)

SHIMZ Smart Joint System S-SJS工法 の仕口初期モデル



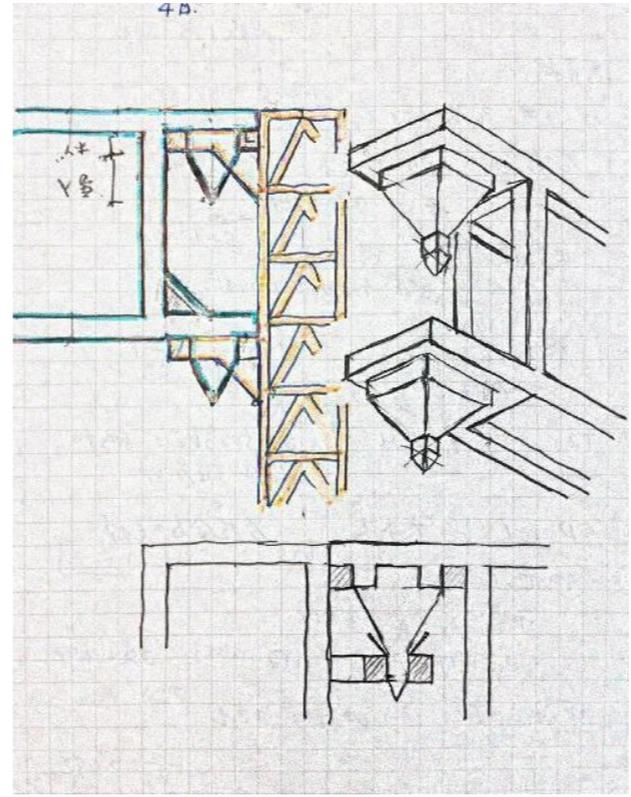
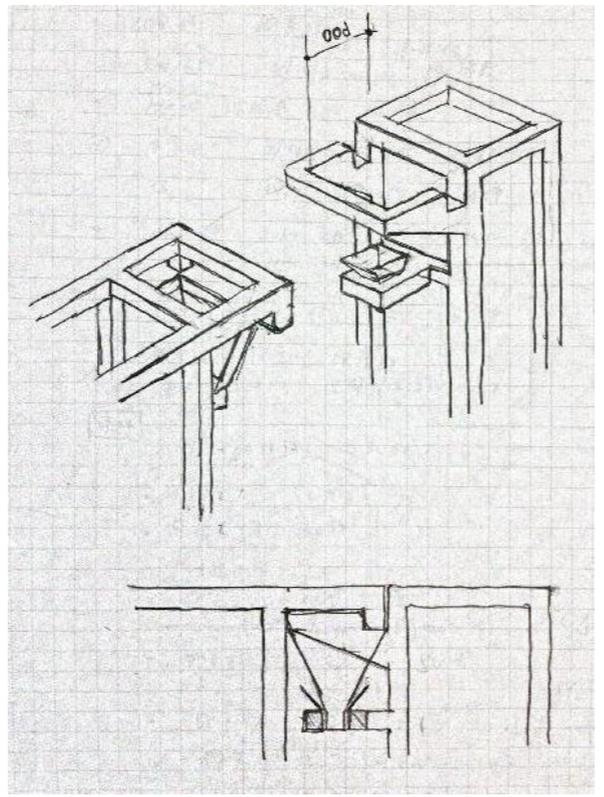
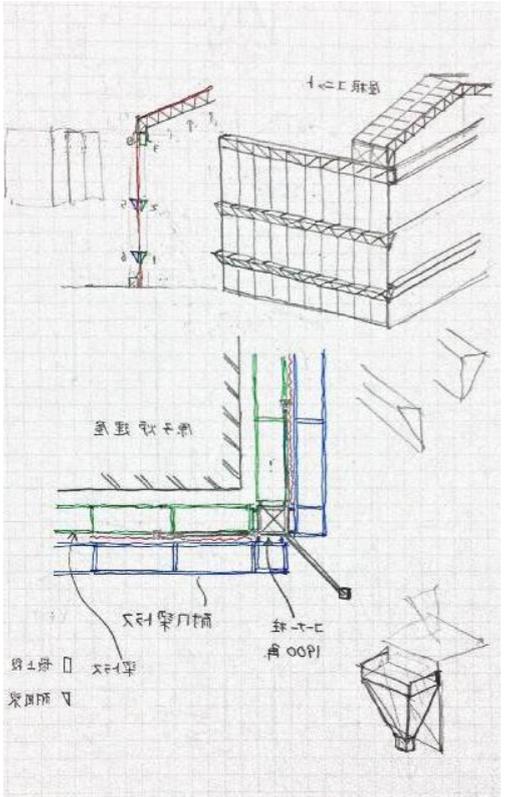
社内で構想発表
2011年3月28日

省人化工法の全体構想
2011年3月29日

同左梁仕口は4本爪
2011年3月29日

4本爪の場合は引き寄せ方向
だけの機能

±400mm程度の押す/引く両方
の機能を持たせる検討



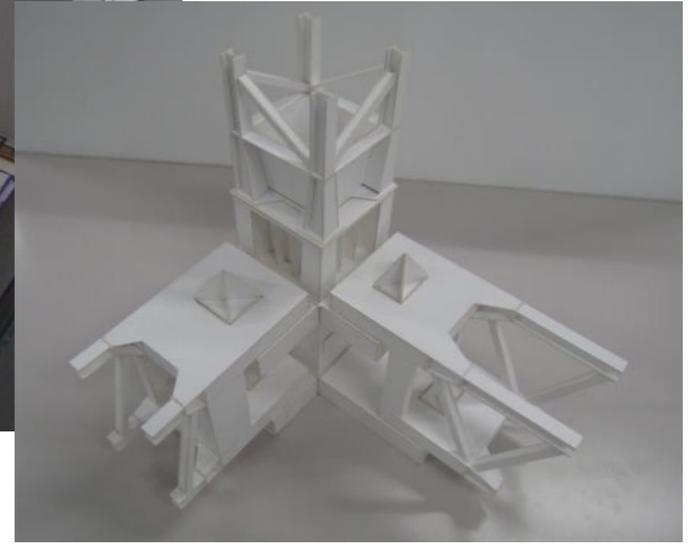
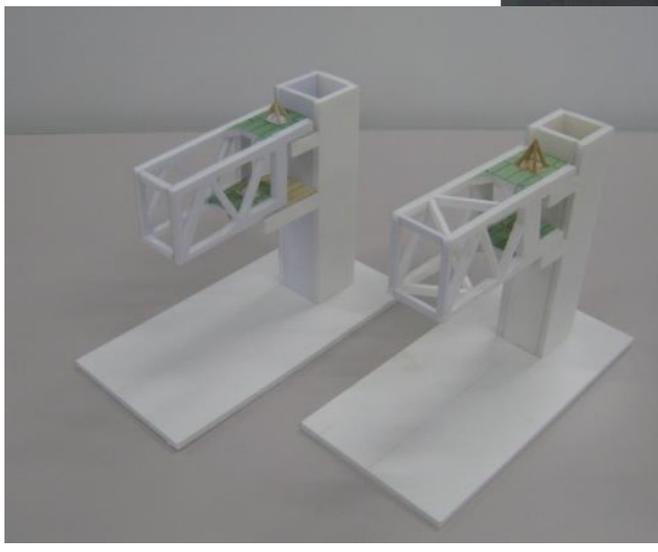
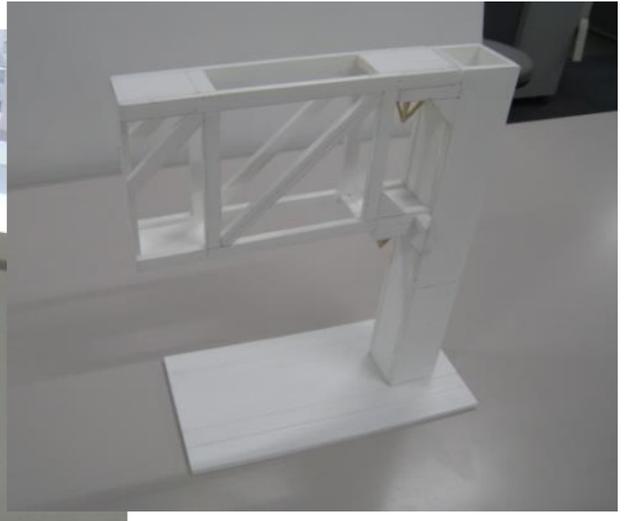
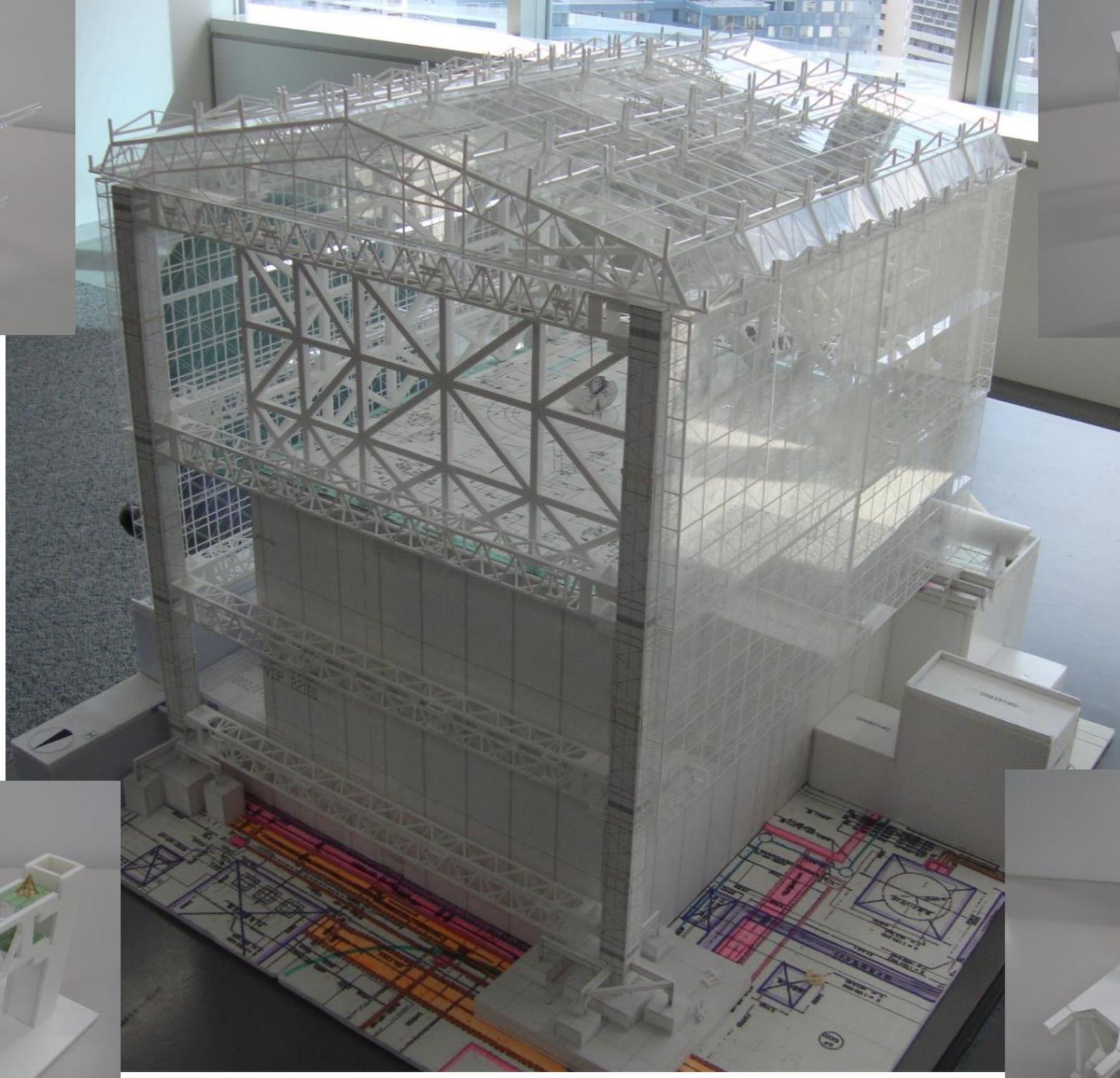
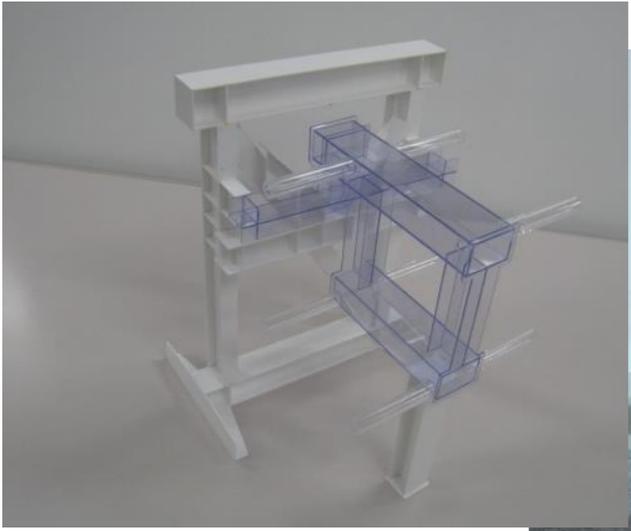
押し引き方向に修正

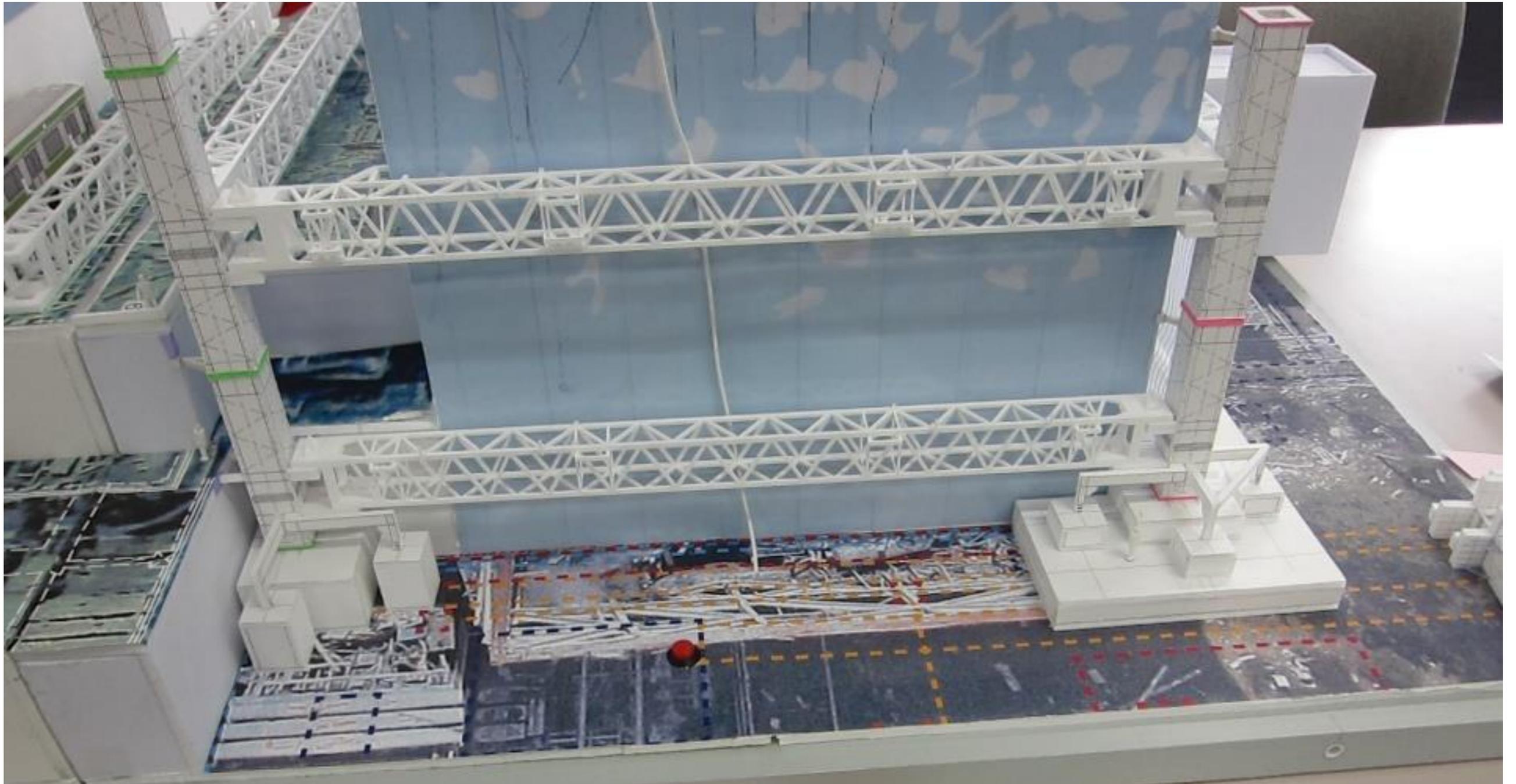
構造的な応力伝達で悩む

機能的にも構造的にも収斂されてくる 3/30

1/50モデル製作を行い形状を確認
2011年4月1日

[2]-1) 省人化接合開発 (スマートジョイント工法) 模型製作

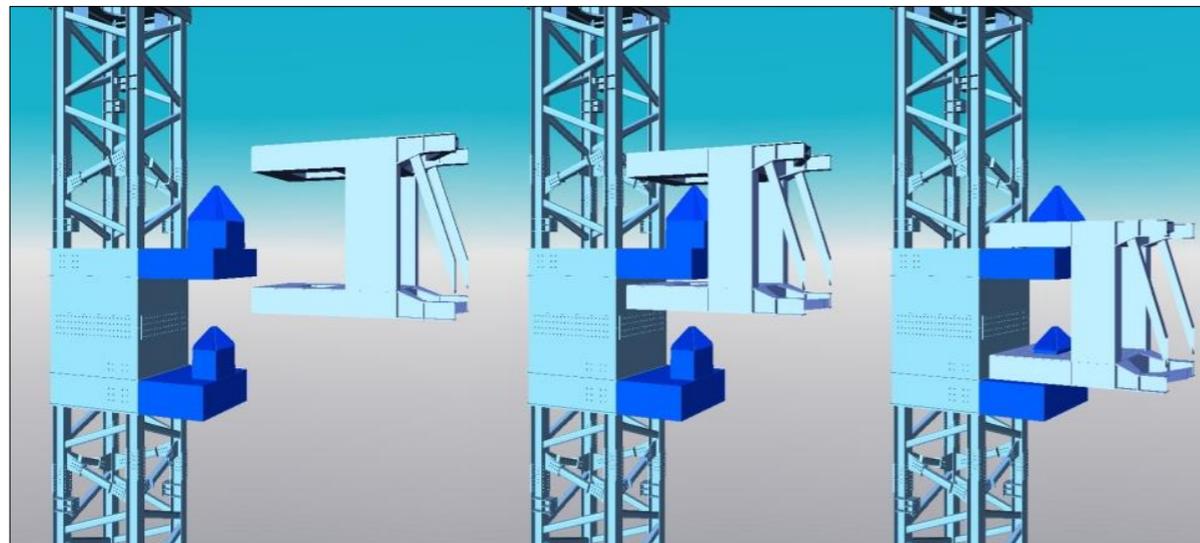




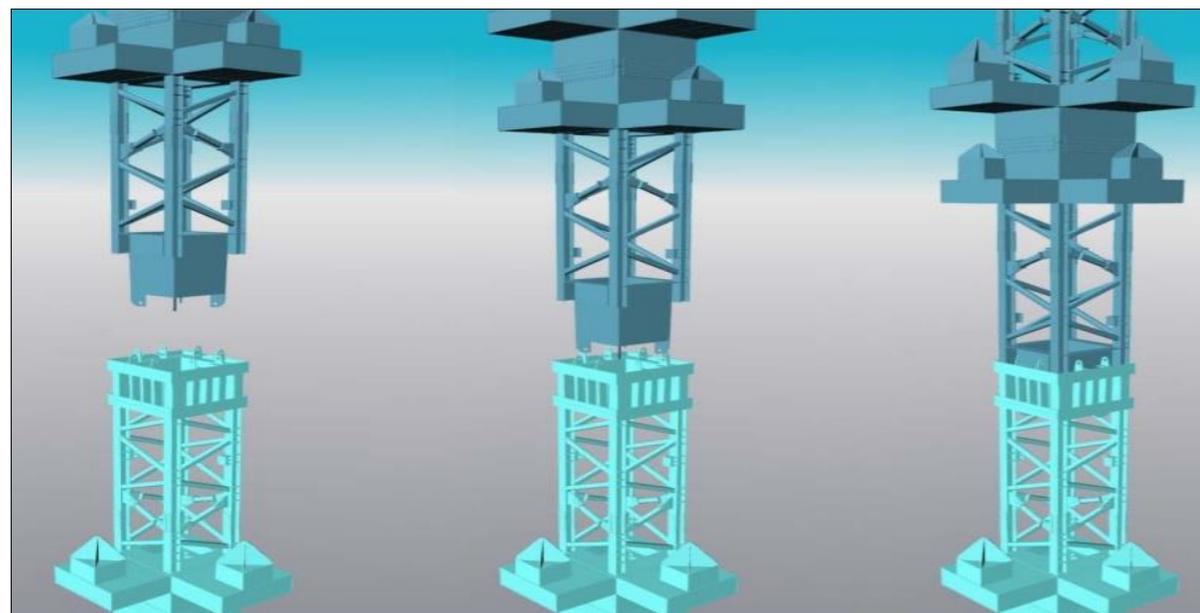
[2]-1) 省人化接合開発 (スマートジョイント工法)

SHIMZ Smart Joint System S-SJS工法 (清水スマートジョイントシステム)

- ・ボルト無し、溶接なしで鉄骨を接合でき、極限までの省人化を図る工法
- ・伝統木造で使われるホゾの形状をした「固定部」、誤差を修正し正しい位置に滑らせる「導入部」とで形成
- ・S-SJS工法は、自動玉掛け、自動追尾計測、遠隔回転制御、リアルタイム部材位置データ共有システムと合わせて総合的に省人化鉄骨建方システムを実現



柱・梁 接合部



柱・柱 接合部



小名浜における第一次仮組検証実験 6月27日



模型による検討・検証



ファブでの勘合検査



[2]-1) 省人化接合開発 (スマートジョイント工法)





[2]-1) 省人化工法開発

高放射線下での架構システム及び建方制御 技術

①地耐力確保、地中埋設物対応→クローラ走行路：砕石敷 t1000mm、42mm 鉄板3枚重ね

②部材数を少なくする →基礎なし、被曝作業を少なくする

41m×46m 通常は 6スパン×7スパンで柱は 外周で 22本 梁 71本
 屋根は 大トラス 7本 小梁114本 合計 214本

福島1号機の場合 1スパン×1スパンで柱は 外周で 4本 梁は 13本
 屋根は大パネル 6台 引張ケーブル 12本 合計 35台

(壁はこれ以外に 18ピース)

③省人化(無人化)接合

通常は梁では 1ヶ所80本で 約 12,000本 全ての接合部で 約 20,000本

福島1号機の場合 **ボルト締付**作業及び**溶接**作業等の被曝作業を回避 **ボルト0本**
 全ての**玉外し**作業の被曝を回避できる計画

④リモート建方システム →「かいしゃく」なし、自動追尾、画像/音声通信システム

福島1号機の場合 建方情報システムを短期で開発
 リモート計測、通信、機械制御
 建方時 回転制御⇒ファンファン大佐

[2]-2) 重機選定/搬入計画/ユニット化

①800tクローラクレーンの揚重可能な最大ユニット化

→最終組立対象鉄骨ユニット数:62ピース×約35t

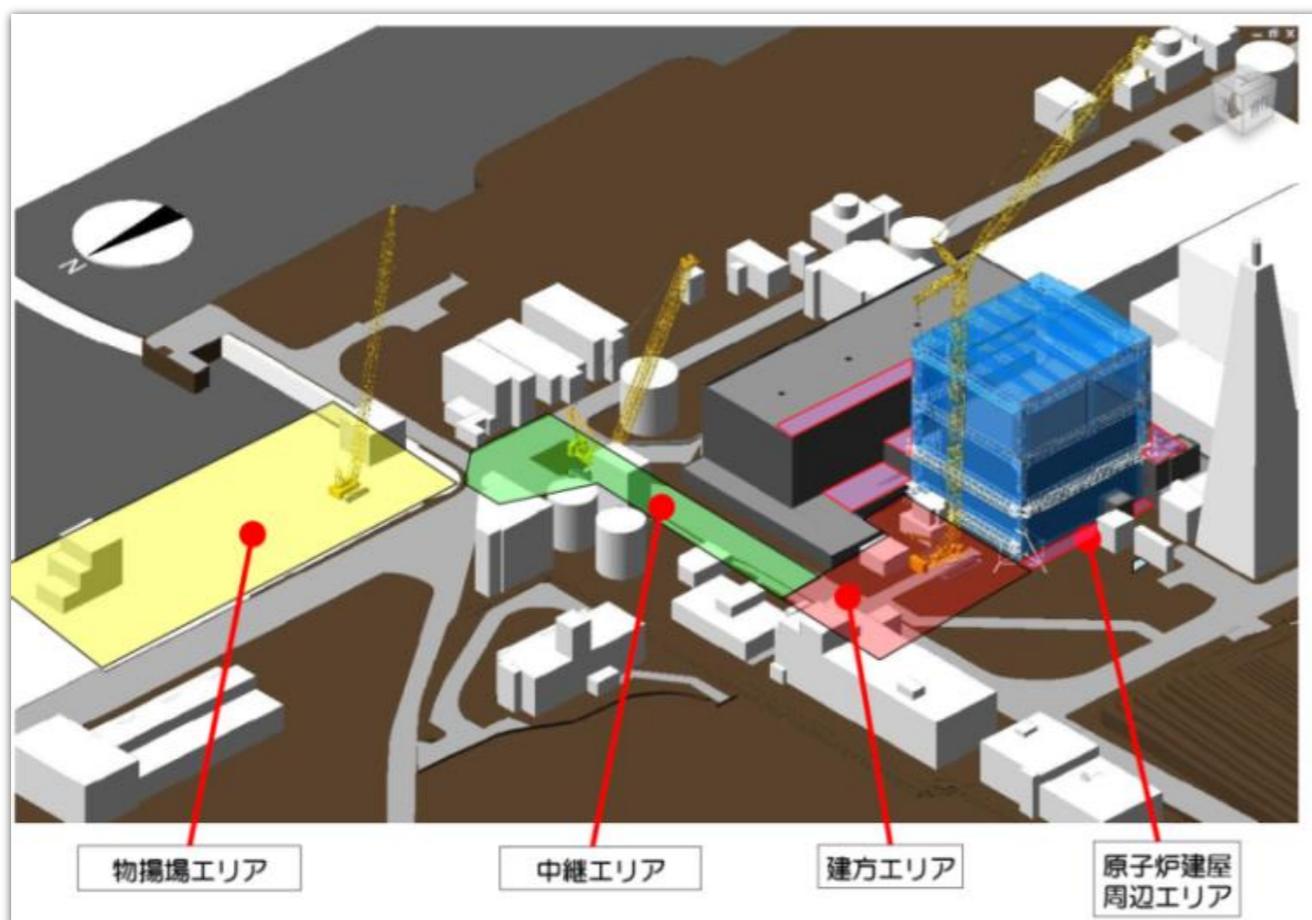
②膜は鉄骨ユニットに先付

→壁ユニット 18ピース(膜仕様:塩化ビニル樹脂塗装/ポリエステルクロス t=0.52mm)

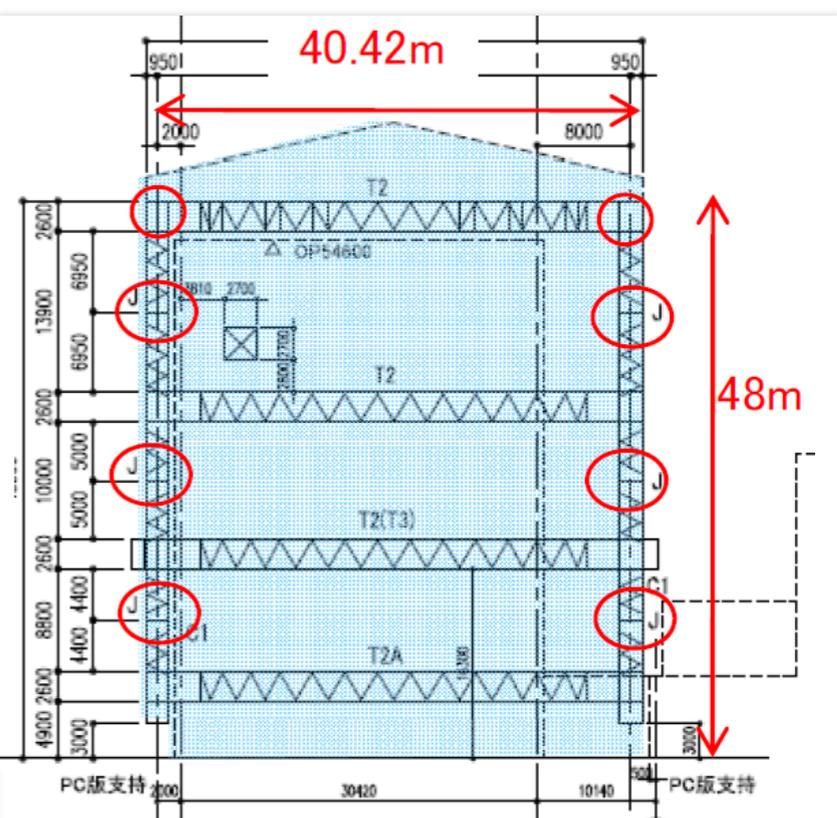
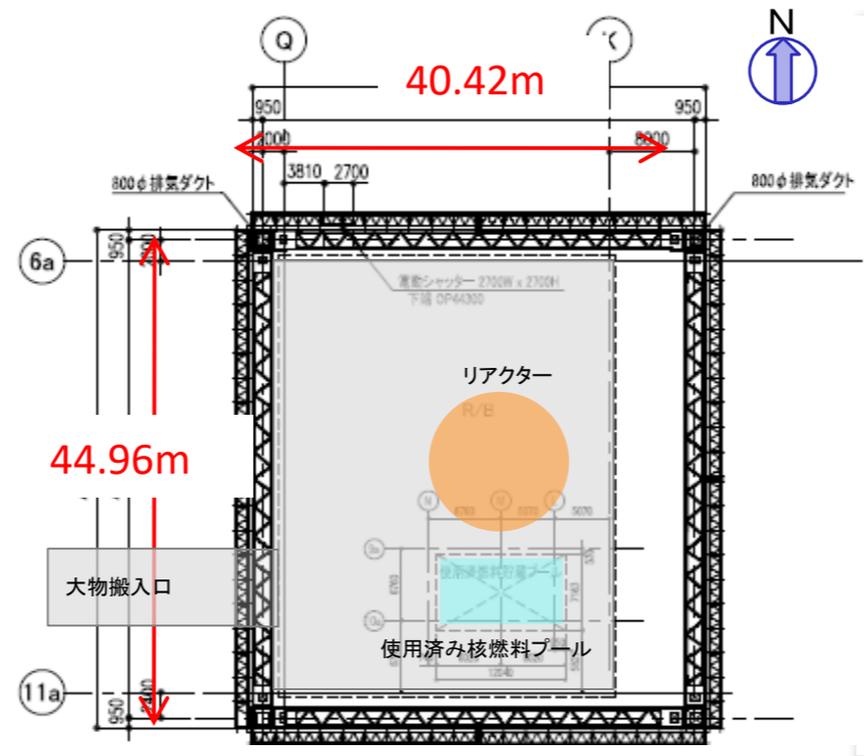
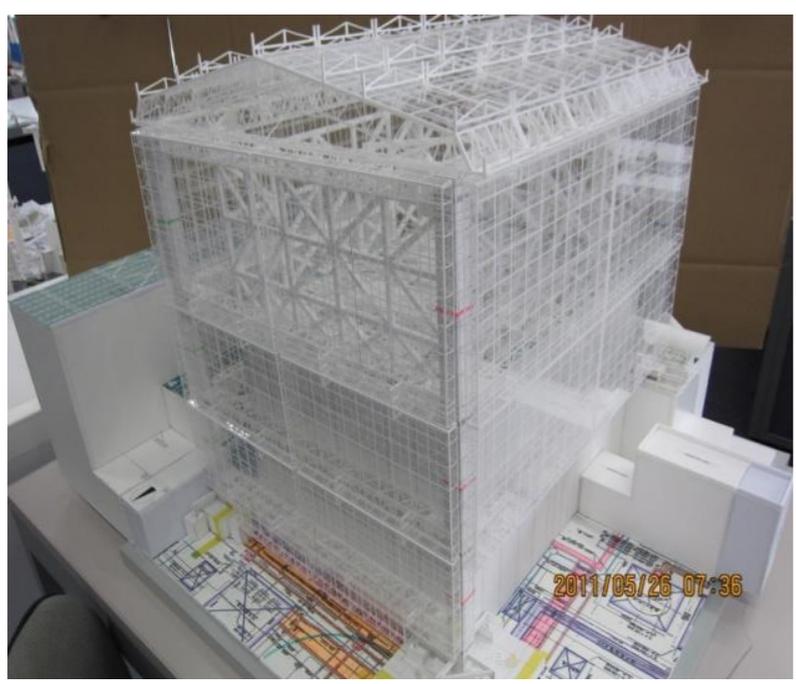
→屋根ユニット 6ピース(膜仕様:塩化ビニル樹脂塗装/ポリエステルクロス t=0.63mm)

③小名浜で仮組とユニット組立

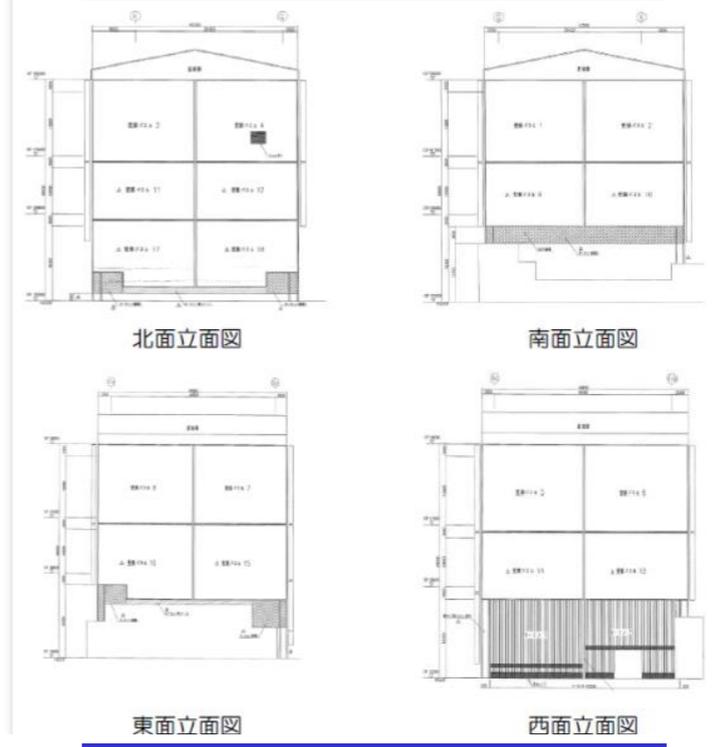
→福島第一原子力発電所の物揚場まで
台船 60m x 20m にて65km海上輸送



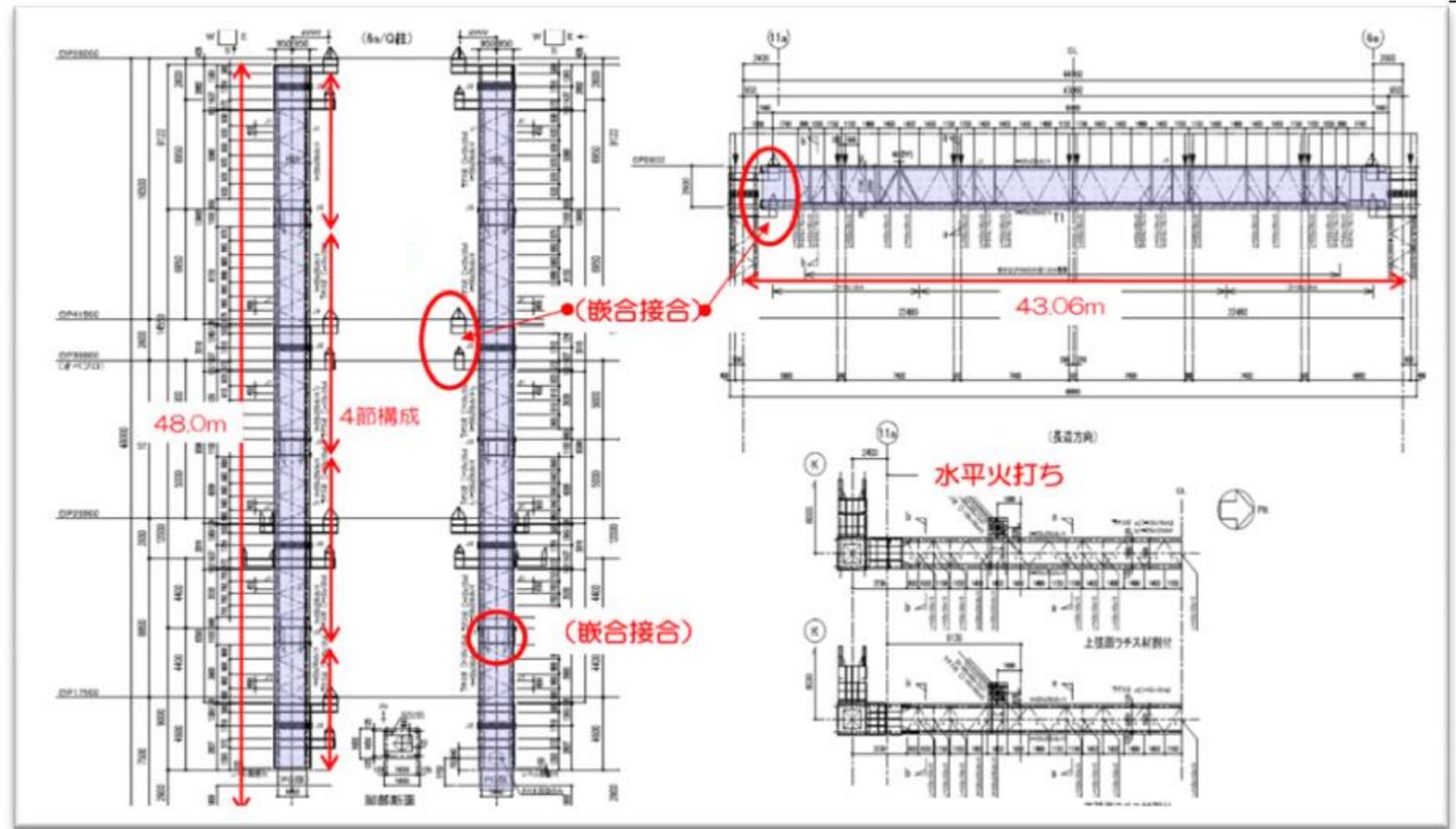
[2]-2) 重機選定/搬入計画/ユニット化



6a通り軸組図(北面)



膜パネル構成図



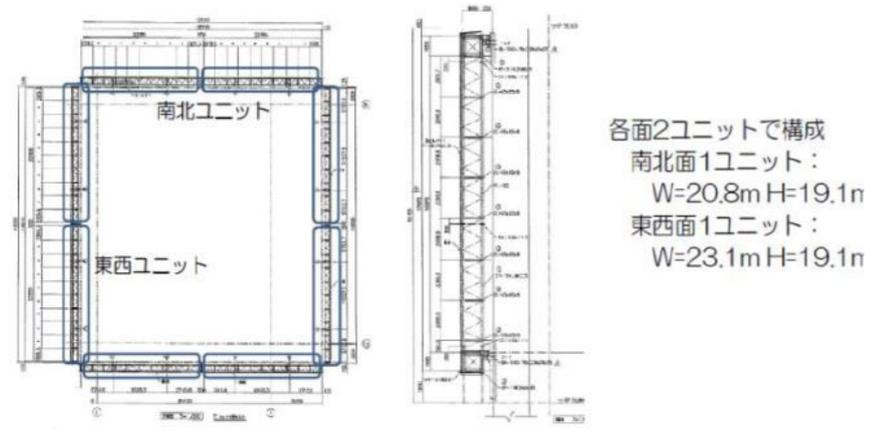
[2]-2) 重機選定/搬入計画/ユニット化 屋根および壁面の膜工事

壁・屋根部材の大型ユニット化

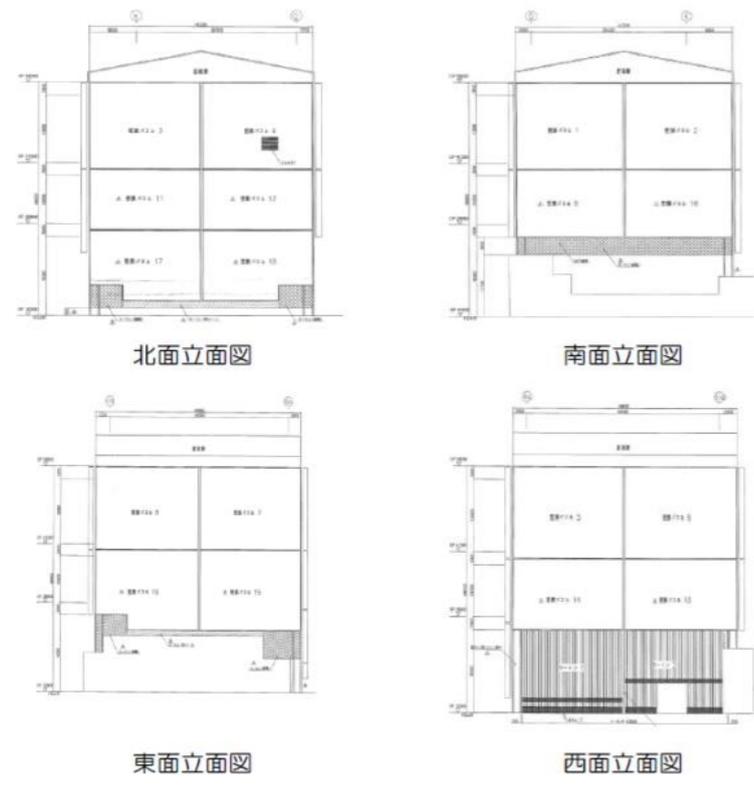
a) 壁パネルユニット

壁パネルユニットはトラス鉄骨にテント用倉庫膜*を張り付けて構成し、各層各面2ユニットで計18分割（西面最下段はカーテン構造）とする。

膜仕様: 商品名 / **クラフテルE5**
塩化ビニル樹脂塗装/ポリエステルクロス t=0.52mm



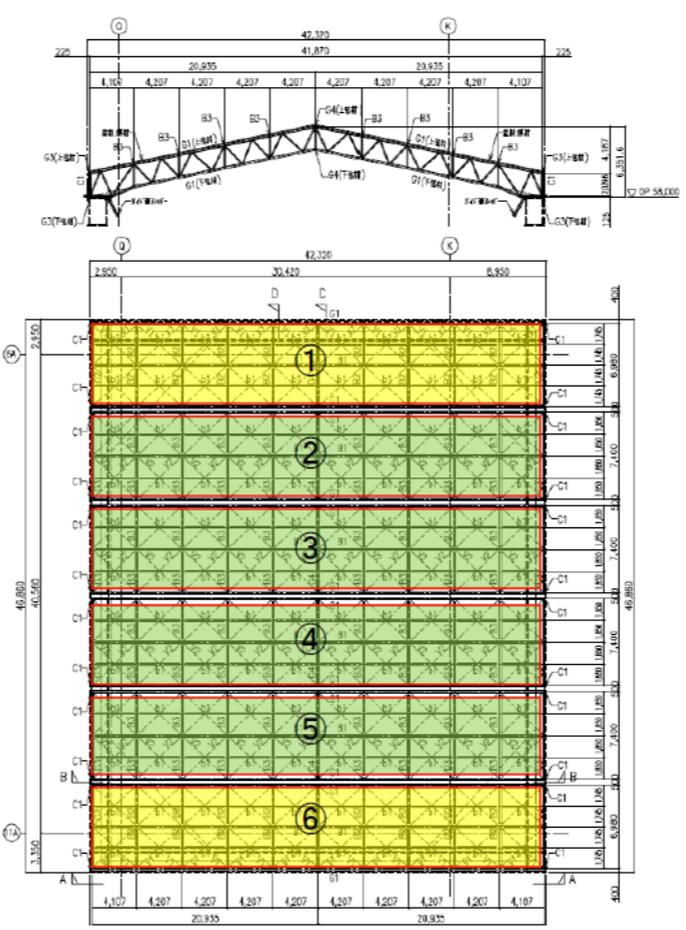
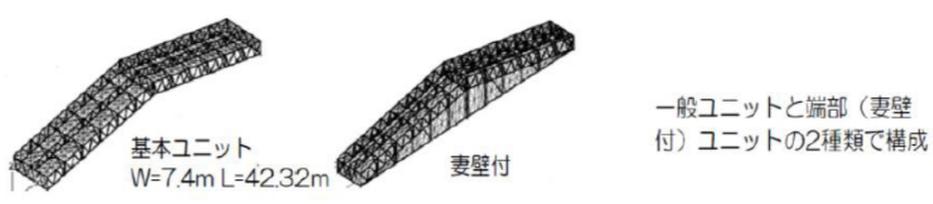
壁ユニット構成図



b) 屋根ユニット

屋根ユニットはトラス鉄骨にC種膜*を張り付けて構成し、妻側ユニット2カ所、一般ユニット4カ所の計6分割とする

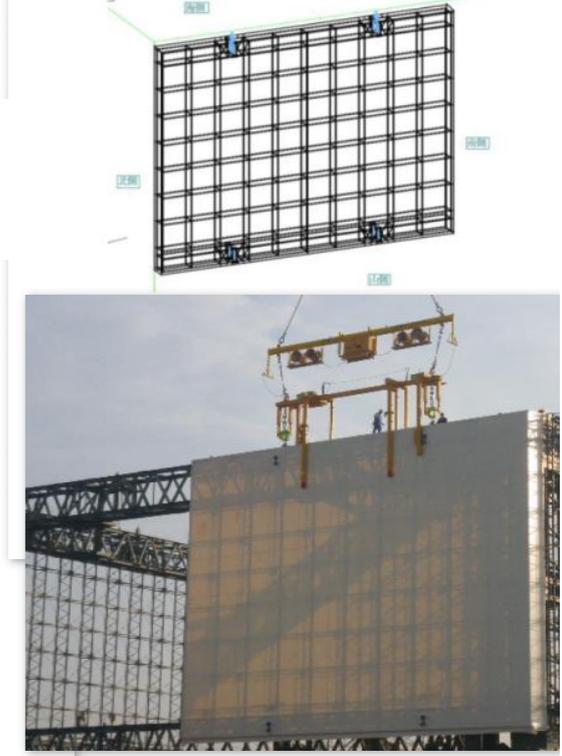
膜仕様: 商品名 / **TT200**
塩化ビニル樹脂塗装/ポリエステルクロス t=0.63mm



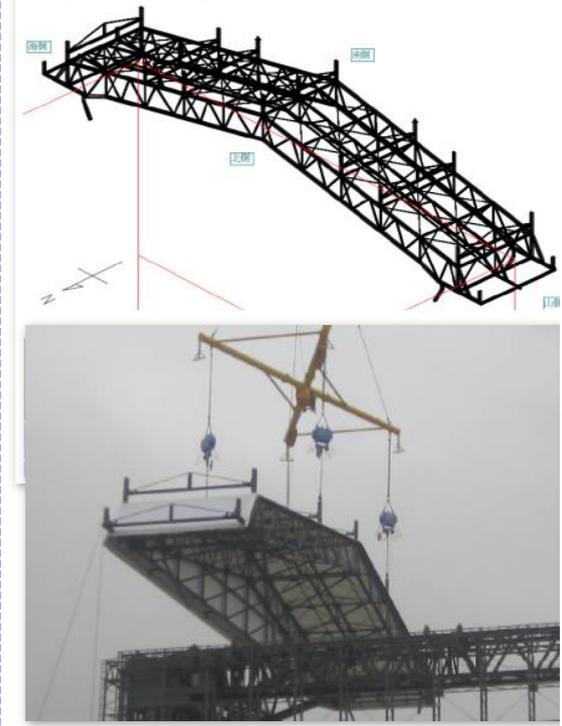
屋根ユニット構成図

(屋根ユニットは取外し可能)

壁パネル (18°-ス)



屋根パネル (6°-ス)



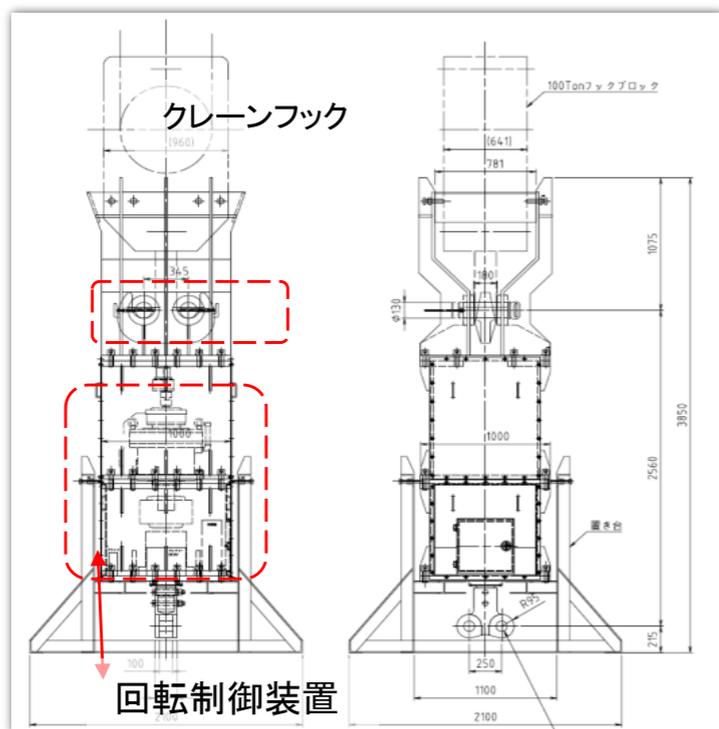
[2]-3) 風制御(ファンファン)/自動玉掛 ユニット回転制御システム

「ユニットの回転制御」とは：クレーンで吊り上げられた部材の水平軸の方向制御を行うこと

- ① 回転制御方法1:トルクによる制御
- ② 回転制御方法2:風力(ファン)による制御

①トルクによる回転制御システム

- ・クレーンフックに装着する回転制御装置
- ・商品名:「にくる」、「ツイストロック」



「にくる」大型化
40t対応試作品

②風力(ファン)による回転制御システム



■ 開発段階の試作品と実験



■ 送風コントロールリモコン



■ クレーンフック取付式



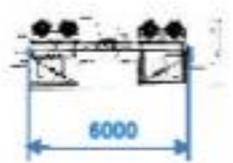
■ 自動玉掛外し装置取付式

ファン式回転制御装置

ファンファン少佐



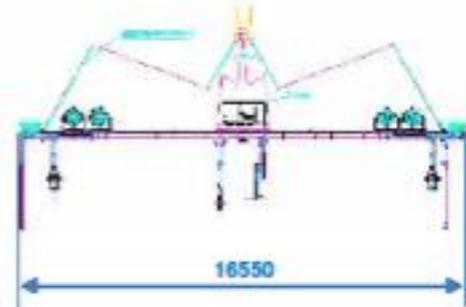
・主な仕様
 発電機: 10/13KVA × 2台
 送風機: 口径 615mm
 風量 320m³/分
 推力 15Kg/台
 台数 4台
 回転力: 15kg × 2.0m



ファンファン大佐



・主な仕様
 発電機: 20/25KVA × 1台
 送風機: 口径 615mm
 風量 320m³/分
 推力 15Kg/台
 台数 4台
 回転力: 15kg × 6.0m



参考機種

ツイストロック



・主な仕様
 寸法: 1000L × 1000W
 × 3750H
 自重: 3000kg
 最大慣性モーメント:
 4850t·m²
 吊下げ質量: 45000kg
 フック回転数: Max0.13r/min

スカイジャスタ(大林)



・主な仕様
 寸法: 1900L × 1250W
 × 2040H
 自重: 3600kg
 最大慣性モーメントI:
 125 t·m²
 吊下げ質量: 28000kg

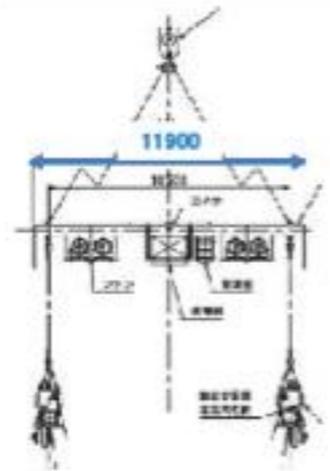
共通: 無線リモコン(送信機)



ファンファン中佐



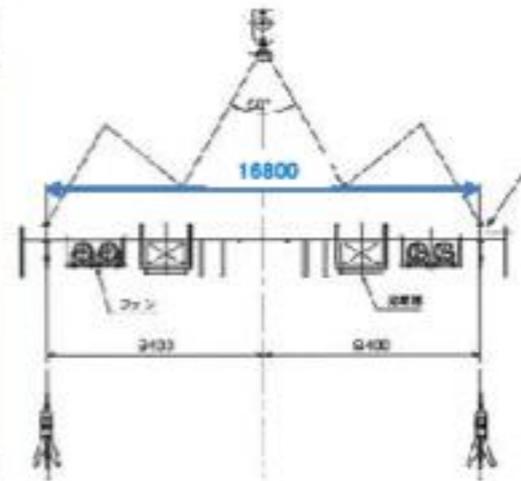
・主な仕様(壁ハネル例)
 発電機: 20/25KVA × 1台
 送風機: 口径 615mm
 風量 320m³/分
 推力 15kg/台
 台数 4台
 回転力: 15kg × 3.4m



大將軍



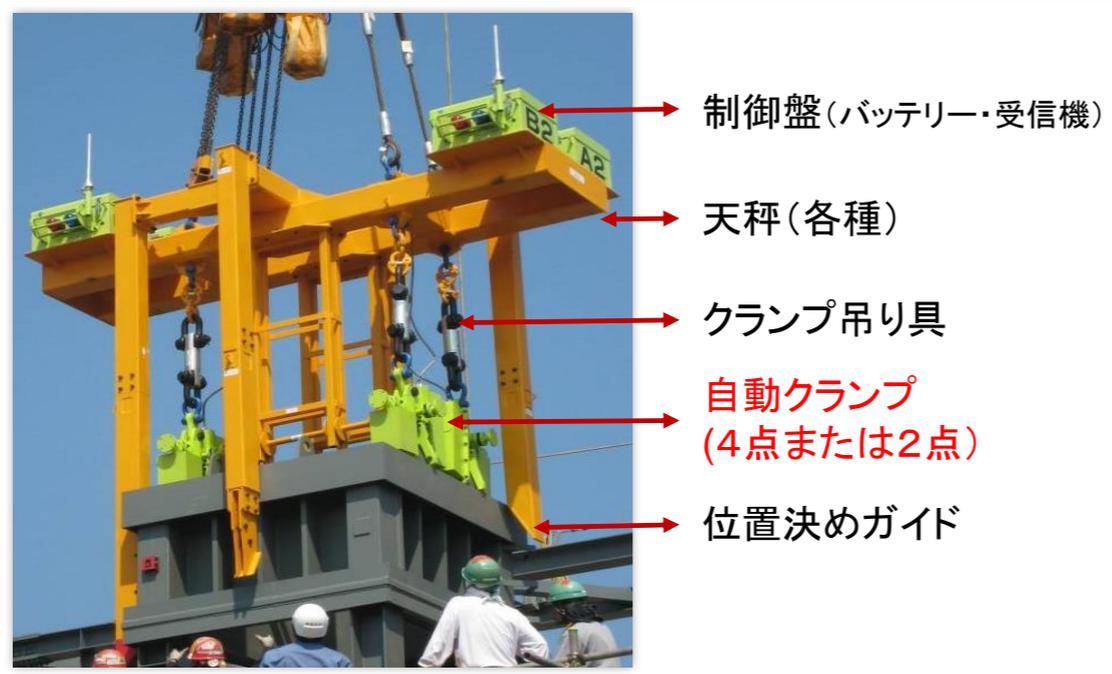
・主な仕様(屋根トラス例)
 発電機: 20/25KVA × 2台
 送風機: 口径 615mm
 風量 320m³/分
 推力 15kg/台
 台数 8台



[2]-3) 風制御(ファンファン)/自動玉掛 自動玉掛/自動玉外し装置及び治具

- ・「玉掛け」とは: 部材をクレーンで吊り上げるために、部材とクレーンフック(ないしワイヤー)を連結すること
- ・「玉外し」とは: クレーンフック(ワイヤー)と連結されている部材の連携を解除すること
- 自動玉掛け・玉外しシステム: 通常、鳶作業にて行う「玉掛け、玉外し」を作業を無人自動化する装置

システム基本構成



自動クランプ



システム事例



(柱用 7種類)



(大梁用)



(壁パネル用)



(屋根トラス用)

