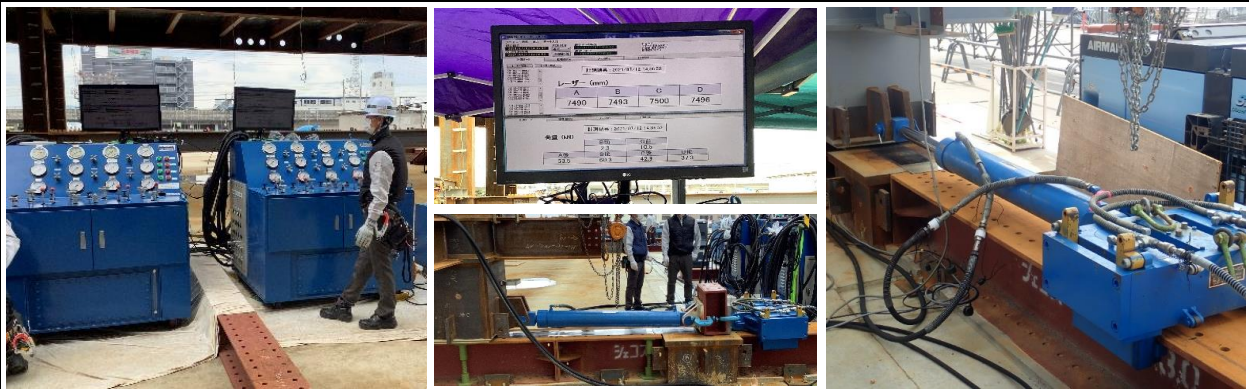


揚重不可能な高压送電線直下の鉄骨建方工法  
(曳家工法 採用～実施について)

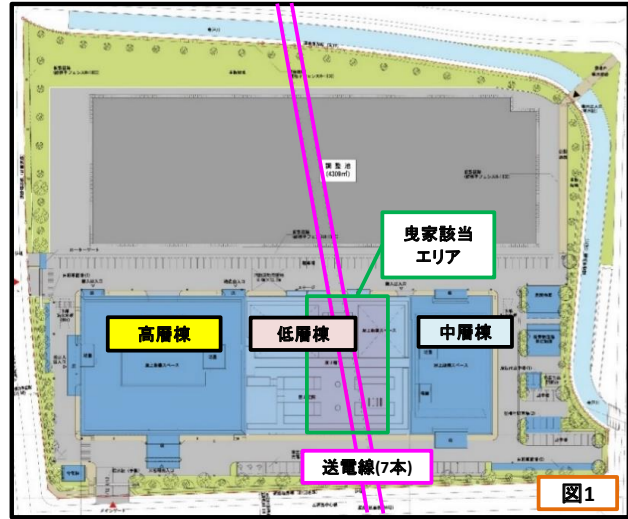
関西支店 日本電産株式会社 向日町プロジェクトC棟建築工事(仮称)

(1) 工事名称	日本電産株式会社 向日町プロジェクトC棟建築工事(仮称)
(2) 発注者	日本電産株式会社
(3) 設計者・監理者	株式会社熊谷組関西一級建築士事務所
(4) 建物用途	事務所、その他(研究施設)
(5) 構造・規模	S+RC造 地上10階 地下1階 塔屋1階 最高高さ:設計GL+51m
(6) 実施工期	2020年12月21日～2022年6月30日(19か月)
発表内容要旨	建物上空を横断する特別高压送電線(77,000V)下における建設を可能にした、「曳家による新設建物の建設」工法
キーワード	【柱切断】～すべてはここから始まった～ 【特別高压送電線】【曳家】
工事の特徴 創意工夫・改善点 計画のポイント 施工のポイント	<p><b>【工事の特徴】</b> 当物件は、建物高さから特別高压送電線(77,000V以下送電線と略)の建築限界までの距離が約2mという非常に厳しく困難な場所での施工が絶対条件でした。当初、送電線を管理する関西電力は当該敷地の現在の配置では、建設不可との判断であり、送電線に影響を与えない建設方法の提案が必要でした。そこで送電線の影響がないエリアで鉄骨建方を行い、その後送電線下に引き込む「曳家工法」での建設を考案しました。</p> <p><b>【計画のポイント・創意工夫】</b></p> <p>①総重量約1,000tの構造物をどのようにスライドさせるか？ ⇒レール(軌条桁)上に構造物をのせ、油圧推進ジャッキで押す方法を採用。摩擦力低減のため、レール上にSUSプレート取付、ベースプレート下にMCナイロンという樹脂をはさみ込むことで摩擦抵抗0.1以下を実現した。</p> <p>②柱20本(アンカーボルト240本)をジャッキダウン時に同時に納めることができるか？ ⇒240本のアンカーボルトを同時に納めることは不可能であると判断。柱脚部を切断し、ジョイント部を溶接接合することに変更。下部ベースプレート部は先行建方、上部はスライドにて移動し現場溶接とした。</p> <p>③油圧ジャッキ取付ピース、エレクションピース、軌条桁との干渉と最下部プレート溶接の問題以下3つの問題点が発生。 (a)油圧ジャッキ取付ピース、エレクションピース、軌条桁との干渉を回避した位置にすると、コラム柱四隅のRがありピースが取付できない。 (b)コラム柱を押す面の板厚が強度不足である問題。 (c)コラム柱最下部のプレート溶接がコラムのR部やコラム内部がせまいため、溶接精度の確保ができない。 ⇒柱下部をBCPコラム柱から四面BOX柱に変更することにより、3つの問題を解決した。</p> <p>④曳家時の鉄骨ねじれ発生の懸念 ⇒仮設梁を設置し、ラーメン構造全体剛性を強化した。</p>
反省点 今後の展開など	曳家のレール・ねじれ対策の仮設梁を本設の鉄骨梁を使用して施工できるよう計画 ⇒コスト削減に繋がる。



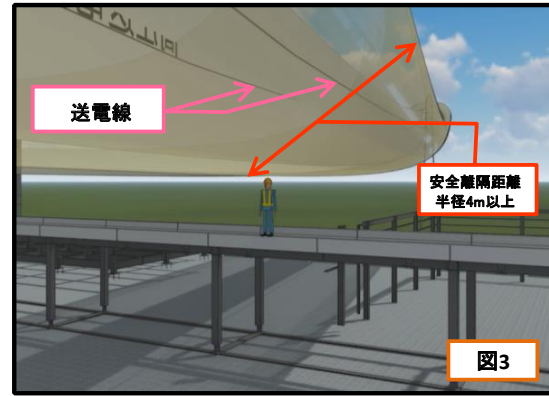
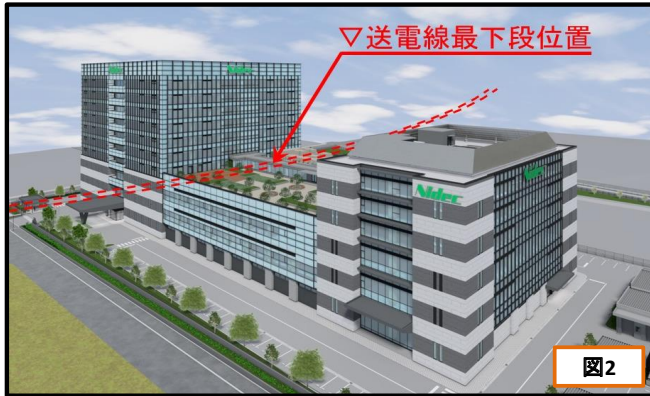
## 【工事概要・経緯】

当物件は高層棟(10階建て)、低層棟(3階建て)、中層棟(6階建て)が一つになった建物で、低層棟の上空に送電線が近接しております。[図1]



建物が完成した際の送電線との位置関係イメージが[図2],[図3]になります。実際に検討を行うとクレーンによる鉄骨工事が不可能でありました。

当初計画時、関西電力は当該敷地の現在の配置では建設不可との判断であったため、送電線に影響を与えない施工方法として、送電線の影響がない範囲で鉄骨建方を行い、建物をスライド移動することによって送電線下部へ移設する、「鬼家工法」での建物建設の方針が決定しました。



## 【特許出願項目】

- 出願 1** 構造物の構築方法  
(構造物構築予定地の上方に制限がある場合において、鉄骨骨組構造物のスライドによる施工方法)
- 出願 2** 鉄骨骨組構造物の構築方法  
(柱下部の先行設置による鉄骨骨組構造物をスライドさせる施工方法)
- 出願 3** 鉄骨骨組構造物の構築方法、及び、鉄骨骨組構造物  
(鉄骨骨組構造物をスライドさせるための補強、ガイドレールの構造及び施工方法)
- 出願 4** 構造物を横移動させる構造物移動方法  
(方向制御ジャッキと、推進ジャッキによる構造物をスライドさせる方法)
- 出願 5** 移動対象物移動方法 (移動対象物を平面上で横方向に滑らせて目的の位置まで移動させる方法)、及び、当該方法に使用する移動対象物  
(スライドと、接合を容易にするための柱下部の構造及び、その施工方法)

## 【鬼家工事の創意工夫】

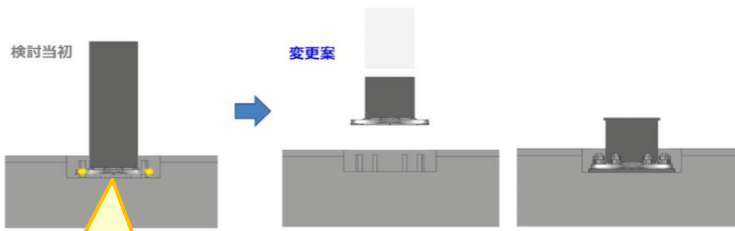
### ① 総重量約1000tの構造物をどのようにスライドさせるか？

⇒ レール(軌条桁)上に構造物をのせ、油圧推進ジャッキで押す方法を採用。  
 摩擦係数低減のため、レール上にSUSプレート取付、ベースプレート下にMCナイロンという樹脂をはさみ込むことで摩擦抵抗0.1以下を実現した。



② 柱20本(アンカーボルト240本)をジャッキダウン時に同時に納めることができるか？

⇒ 240本のアンカーボルトを同時に納めることは不可能であると判断。柱脚部を切断し、ジョイント部を溶接接合することに変更。下部ベースプレート部は先行建方、上部はスライドにて移動し現場溶接とした。



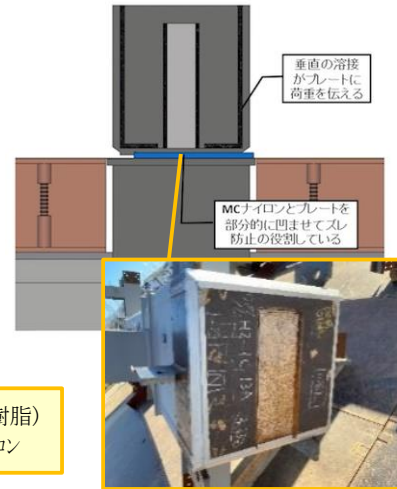
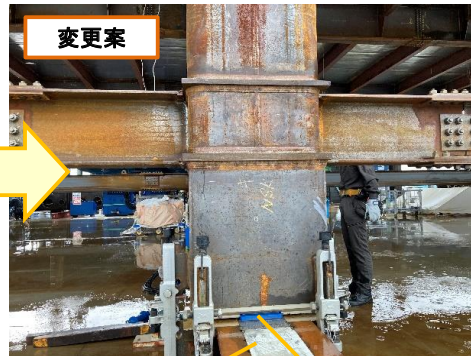
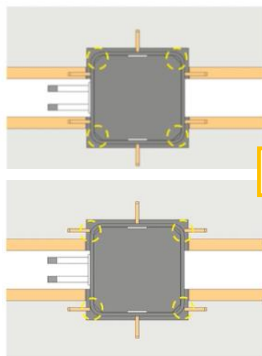
柱1本につき12本のアンカーボルトがある。合計240本をジャッキダウンの時に同時に納めることは不可能!!



③ 油圧ジャッキ取付ピース, エレクションピース, 軌条桁との干渉と最下部プレート溶接の問題。以下3つの問題点が発生。

- (a) 油圧ジャッキ取付ピース, エレクションピース, 軌条桁との干渉を回避した位置にすると, コラム状四隅のRがありピースが取付できない。
- (b) コラム柱を押す面の板厚が強度不足である問題。
- (c) コラム柱最下部のプレート溶接がコラムのR部やコラム内部がせまいため, 溶接精度の確保ができない。

⇒ 柱下部をBCPコラム柱から四面BOX柱に変更することにより, 3つの問題を解決した。

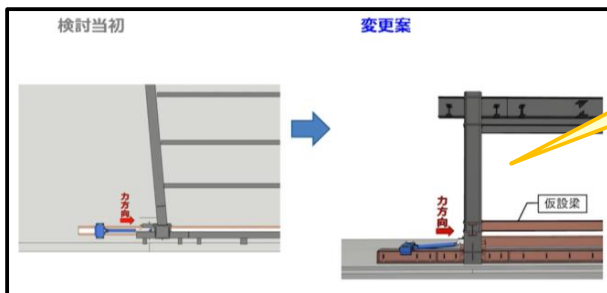


ステンレス板  
緩衝材(樹脂) MCナイロン

④ 曳家時の鉄骨ねじれ発生の懸念

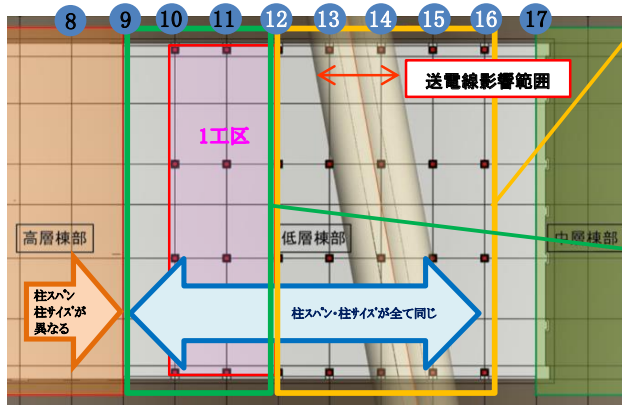
⇒ 仮設梁を設置し, ラーメン構造全体剛性を強化した。

1階の階高が6mと高く, 柱にねじれや, 曲げが生じる可能性が懸念された。



## 【曳家作業計画フロー】

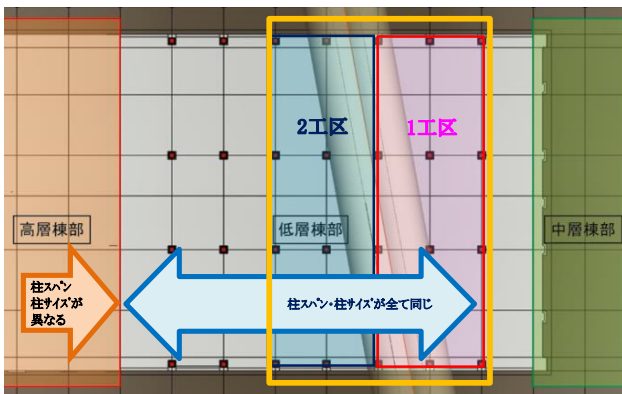
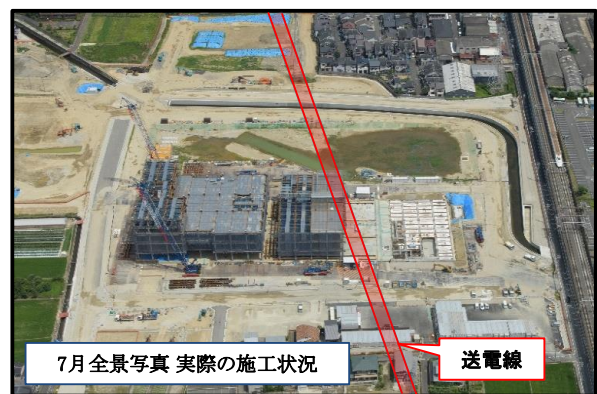
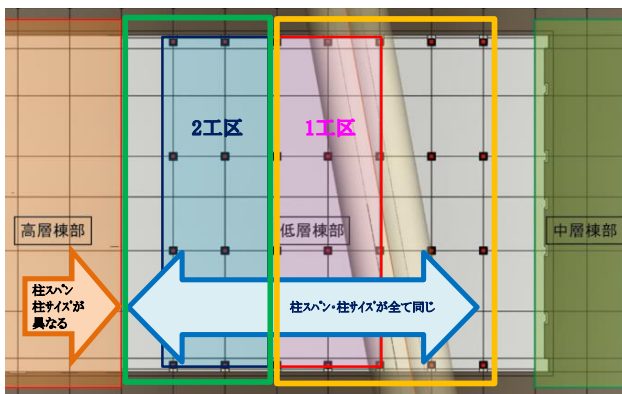
### ● 曳家工事範囲



曳家工事範囲は12通り～16通りの4スパンです。その4スパンを送電線の影響のない範囲で建方を行うと高層棟の範囲(8通り～9通り)まで利用し建方を行う必要があります。

しかし、高層棟の柱サイズは、低層棟の柱サイズと異なるため、鉄骨柱の仮固定をすることができません。そのため、柱サイズの同じ範囲、すなわち送電線の影響のない低層棟範囲である、10通り～12通りの間で鉄骨建方をする必要がありました。

そこで、曳家工事を2回に分け、1回目は1工区の2スパンを曳家し、2回目は、1回目に曳家をした鉄骨に残りの2工区の2スパンを建方した1工区+2工区の4スパンを曳家する計画としました。

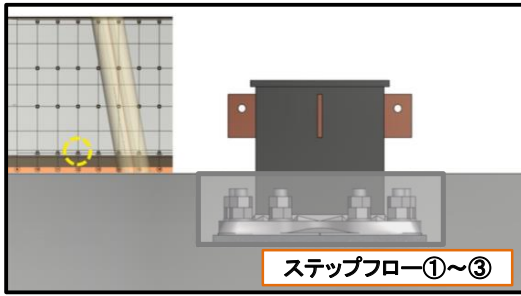


### ● 曳家ステップフロー

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>① 柱脚セット</li> <li>② 柱脚グラウト</li> <li>③ 柱脚コンクリート打設</li> <li>④ レール墨出し・ケミカルアンカー打設</li> <li>⑤ 軌上桁・ガイドレール鉄骨据付け</li> <li>⑥ レール下部無収縮モルタル充填</li> <li>⑦ レール上部SUS PL取付け</li> <li>⑧ 1工区鉄骨建方・建入れ直し・本締め・柱溶</li> <li>⑨ 1工区パラペットサイトPC取付け</li> <li>⑩ 垂直ジャッキ取付け・ジャッキアップ</li> <li>⑪ MCナイロン取付け</li> <li>⑫ ジャッキダウン</li> <li>⑬ 水平ジャッキ取付け</li> <li>⑭ 1工区(2スパン) 曳家工事</li> <li>⑮ 2工区鉄骨建方・建入れ直し・本締め・柱溶接</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>⑯ 2工区パラペットサイトPC取付け</li> <li>⑰ 垂直ジャッキ取付け・ジャッキアップ</li> <li>⑱ 2工区 MCナイロン取付け</li> <li>⑲ 1工区+2工区 水平ジャッキ取付け</li> <li>⑳ 1工区+2工区(4スパン) 曳家工事</li> <li>㉑ 垂直ジャッキ取付け・ジャッキアップ</li> <li>㉒ MCナイロン、SUS PL撤去</li> <li>㉓ 柱ジャッキダウン・位置ねじれ修正</li> <li>㉔ 柱際レール撤去</li> <li>㉕ ロボット溶接(X方向)</li> <li>㉖ ロボット溶接(Y方向)</li> <li>㉗ 仮設梁・建屋下レール鉄骨撤去</li> <li>㉘ 建屋レール下部材撤去</li> <li>㉙ 曳家工事完了</li> </ul> |
|--|--|

●ステップフロー詳細

ステップフロー ①～⑦ (準備工事)



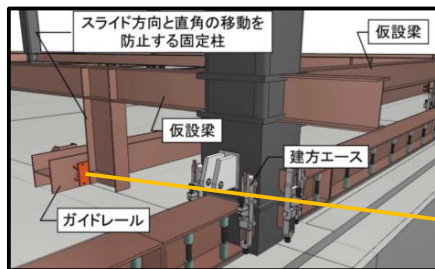
①～③  
10～16通りの柱脚部分の建方をクレーンで行う  
位置合わせ建入れ直しを行い、  
本締め→無収縮モルタルの充填  
→柱脚廻りのコンクリートを打設



④～⑦  
次に軌条レールとなるH鋼を据付ける。  
レールの位置出し  
→ズレ止め用のケミカルアンカー打設  
→レール用のH鋼設置 →レベル調整  
→H鋼下部を無収縮モルタルで充填  
→フランジサポートの設置  
→ガイドレールの設置(横向きに設置し固定)  
→レール上部にステンレスプレート設置  
(柱脚上部は後の工程で設置)

レール(軌条桁)のフランジが曳家をするにあたり強度不足であったため、フランジサポートにて補強

ステップフロー ⑧・⑨



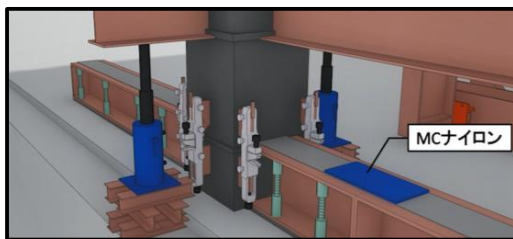
⑧ 1工区の建方を行う。(10通り～12通りにて)  
柱脚固定は安全と精度良く施工するため  
「建て方エース」を使用した。

⑨ パラペットPC取付け

ガイドレールと固定柱の間にローラーを付け  
スライド・直交方向の移動を防いだ

クレーンで施工が出来ない  
ため、先行して取り付け  
る必要があった。

ステップフロー ⑩～⑫

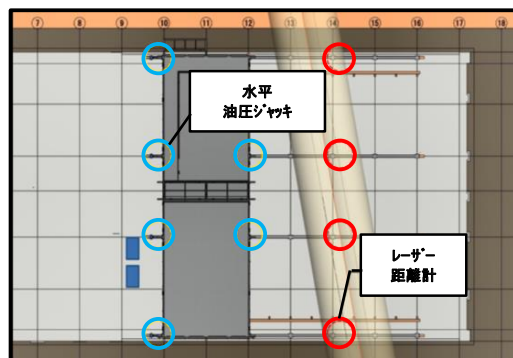


⑩ 油圧ジャッキを設置し、左右の同時に加圧し  
15mmのジャッキアップを行う。  
⑪ 15mmの隙間にMCナイロンを挿入  
⑫ ジャッキダウンする。

ステンレスプレートに  
段差がないようにする  
ことが重要となる。

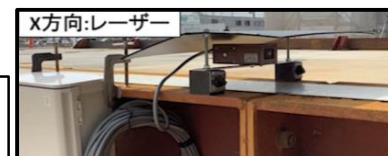


ステップフロー ⑬

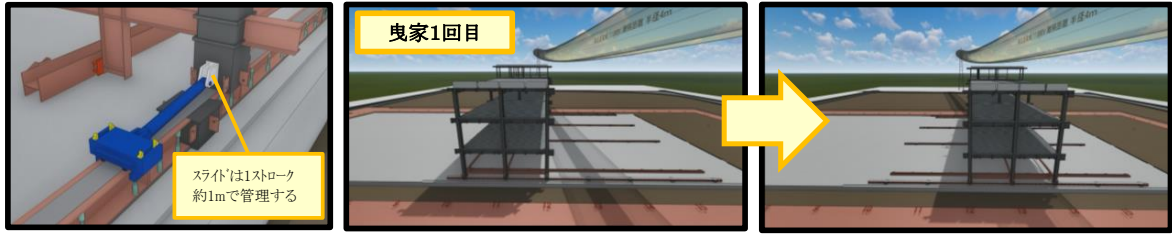


⑬ 1回目の曳家工事は左図の位置に水平油圧ジャッキ6台設置しスライドしていく。  
赤丸の位置にレーザー距離計を設置し、X方向への各柱の移動距離を計測する。Y方向はガイドレールと平行にラインに下げ振りを合わせ目視にて確認する。ジャッキを同時操作するためコントローラーを設置し、モニターの下段で各ジャッキの圧力値、上段でレーザー距離計の柱前面までの距離寸法が表示される。

曳家中、この数値を確認しながら各方向にねじれが発生していないか管理しつつ作業を進める。

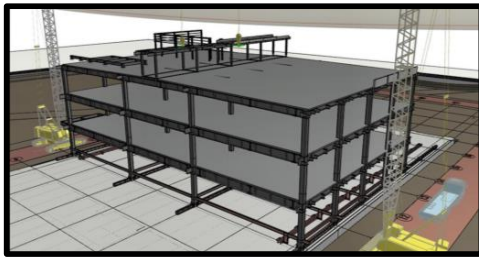


ステップフロー ⑭



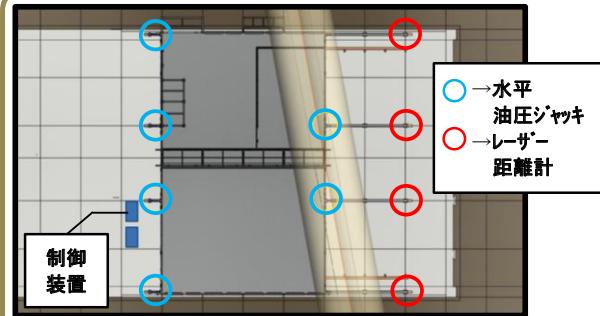
⑭ 1工区全体で約500tの重量を約8時間かけて1日7.5mを目標に移動を行う。スライドは、それぞれの水平油圧ジャッキの油圧ホースに取付けた制御盤にて制御を行い、スライド距離や油圧の荷重を確認しながら慎重に行う。移動後、建方エースを再取付けし倒壊防止を行う。1mのスライドが完了したら、水平油圧ジャッキの盛替えを行い、再度1mのスライドを行っていく作業を2日間繰り返していき、2スパン分の曳家作業(10-12通り→12-14通り)を行う。

ステップフロー ⑮~⑰



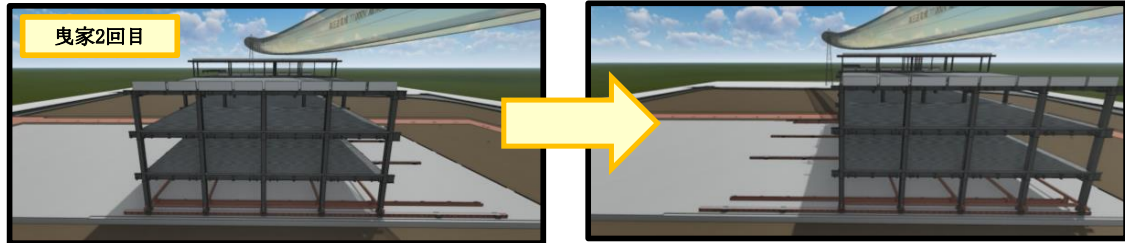
⑮2工区の鉄骨建方・建入れ直し・本締・柱溶接  
⑯パラペットPC取付け  
⑰ジャッキ取付け→ジャッキアップ

ステップフロー ⑱



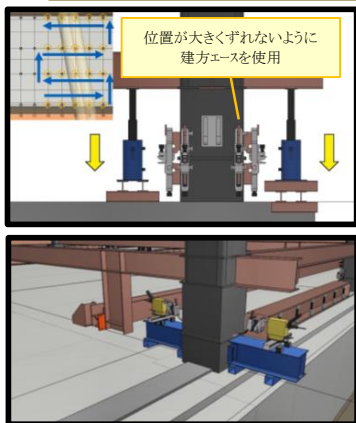
⑱2回目の曳家工事では、図に示す位置に水平油圧ジャッキ6台を設置しスライドしていく。

ステップフロー ⑳



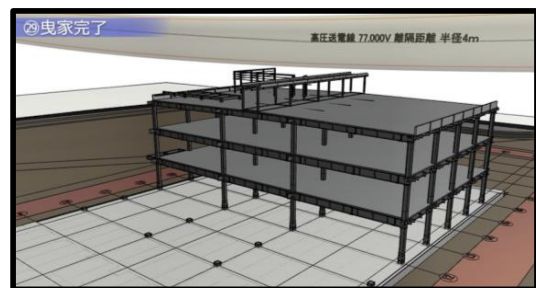
⑳ 1工区及び2工区の4スパン分、約1000tの鉄骨躯体を送電線下部の12~16通りにスライドし、実際の建物位置まで移動をさせ、建方エースを使用し、鉄骨位置の微調整を行い曳家が完了。

ステップフロー ㉑~㉕



⑳ 柱1本ずつジャッキアップ  
㉑ MCナイロン・SUSプレート撤去  
㉒ ジャッキダウン ねじれ修正  
㉓ 柱際レール撤去  
㉔ ロボット溶接 (X方向)  
㉕ ロボット溶接 (Y方向)

ステップフロー ㉖~㉙



㉖ 仮設梁・建屋下レール鉄骨撤去  
㉗ 建屋レール下部材撤去  
㉘ 曳家工事完了。

最終実測結果

取付位置誤差: 曳家方向+2mm 曳家直交方向±0mm 実現!!