

# 揚重不可能な高压送電線直下の鉄骨建方の施工報告 -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) (※現 ニデック株式会社) -

神前泰\*1 芝田克彦\*2 片山武\*2

今回建設したニデックパーク C棟は、高層棟 10階、低層棟 4階、中層棟 6階が一体となっている鉄骨構造の建物である。建物全体の中間部に位置する低層棟を建設する敷地の上空には、関西電力の特別高压送電線(77,000V)(以下、送電線と略)が建物と直交方向となる南北に渡り架設されている。この送電線は低層棟の建物頂部から送電線の安全隔離範囲までの距離が約 2m と近接していた。本工事は送電線に非常に近接した場所での施工が絶対条件とされた。送電線直下の鉄骨建方は、資材揚重の揚程が確保できず不可能であるため、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」での建設を考案した。本稿では、建物上空を横断する特別高压送電線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」について報告する。

キーワード：特別高压送電線、曳家、摩擦抵抗、スライド柱の形状と柱脚部溶接

## 1. はじめに

本工事は、JR 向日町駅からニデック株式会社本社にわたる 119,000m<sup>2</sup> 丁目の広大な市街化調整区域にニデック株式会社の新たな拠点を構築する大型プロジェクトの一環である。このプロジェクトは、向日市森本東部地区土地区画整理組合により区画整備事業が行われており、今後、今回建設したニデックパーク C棟を皮切りに、順次関連施設の建設が予定されている。区画整備事業とニデックパーク C棟の建設は、同時進行で行われ、両工事の車両動線の共有、工程調整等、互いの協力体制が必要であった。この建物は 1階から 3階を研究施設、それより上階を事務所スペースとして計画されている。外観のデザインは、どっしりして落ち着いた雰囲気でも重厚感があり、外装素材は御影石、カーテンウォールを採用し、近接するニデック株式会社本社のスキームを継承している。また、長大壁面(横 150m、高さ 50m~20m)による周辺への圧迫感を緩和するため、高層棟・低層棟・中層棟によるスカイラインを変化させているほか、大型カーテンウォールにより建物ボリューム感を軽減するため、縦横フィンを強調することで単調さを解消し、季節・日差し・時間により多様に表情が変化するように考慮されている。環境面では「地球環境」・「研究・開発環境」・「執務環境」の 3つをコンセプトとし、「ZEB Oriented」/「BELS ★★★★★」、 「CASBEE WO(ウェルネス・オフィス)Sランク」を取得、セキュリティ強化、「ABW」Activity Based Working(アクティビティ・ベースド・ワーキング)の導入等様々な配慮が行われている。

## 2. 工事概要

建物名称：ニデックパーク C棟  
 発注者：ニデック株式会社  
 設計者：(基本構想策定・設計工事監修)  
 株式会社 都市居住文化研究所  
 (実施設計)  
 株式会社熊谷組関西一級建築士事務所  
 (CM・設計工事監修)  
 株式会社 安井建築設計事務所  
 監理者：株式会社熊谷組関西一級建築士事務所  
 受注形態：単独  
 工事場所：京都府向日市森本町下町田 23 番地  
 敷地面積：32,011.89 m<sup>2</sup> (敷地全体 119,000 m<sup>2</sup>)  
 建築面積：8,325.54 m<sup>2</sup>  
 延床面積：48,571.58 m<sup>2</sup>  
 主要構造：鉄骨造一部鉄筋コンクリート造  
 規模：地下 1階 地上 10階  
 建築高さ：51.0 m  
 軒高さ：50.5 m  
 建物用途：事務所、その他(研究施設)  
 実施工期：2020年12月21日~2022年6月30日



Photo.1 竣工写真

\*1 関西支店 建築事業部 建築部 日本電産工事業所

\*2 関西支店 建築事業部 建築部 日本電産 C棟作業所

### 3. 曳家工事計画

#### 3.1 施工条件

敷地周辺は北面から東面にかけて寺戸川が流れており、東側には東海道新幹線がある。ニデックパーク C 棟は東西に150mあり、西側から高層棟・低層棟・中層棟である。C棟北側には本プロジェクト工事のための、調整池が計画されている。

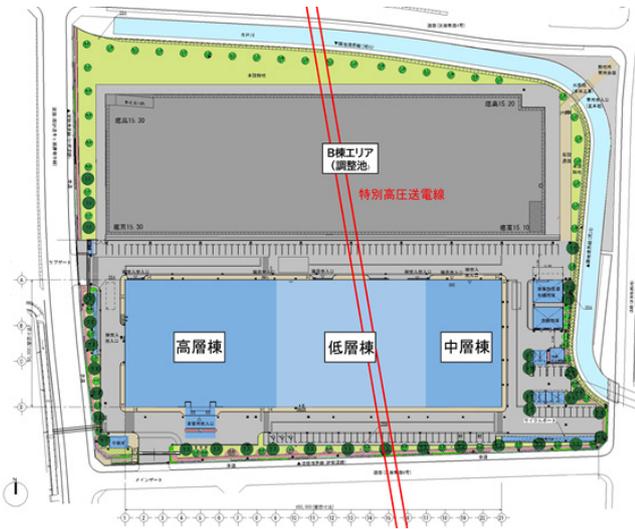


Fig.1 建物配置計画図

低層棟の上空に送電線がある。送電線からの誘導電流発生等の危険範囲(安全離隔範囲)は半径4.0m内のエリアとなる。建物高さからこのエリアまでの距離は、約2mである。



Fig.2 送電線 架線状況

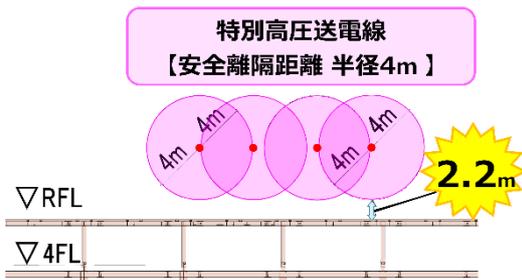


Fig.3 送電線 安全離隔距離

#### 3.2 基本計画

##### (1) 施工工区計画

送電線直下での鉄骨建方は離隔距離から判断すると不可能であるため、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」での建設を考案した。工事計画は、曳家工事範囲を送電線直下の12通り~16通りの4スパン(曳家推進方向30m, 直交方向50m)とした。

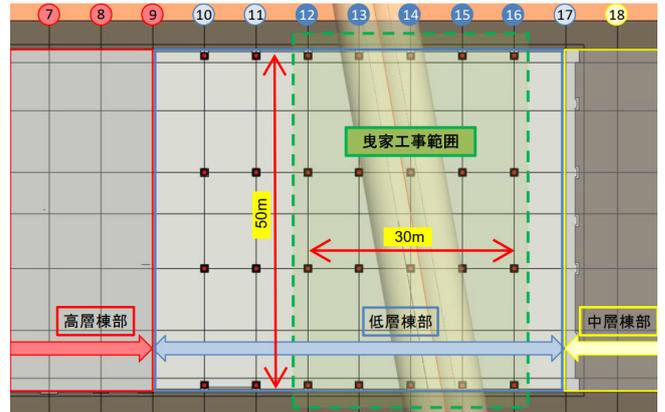


Fig.4 曳家工事範囲図

当初、曳家を行う範囲の鉄骨建方は高層棟を含めた8通り~11通りの3スパンで行う計画としていた。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ない。そのため、柱サイズと同じ低層棟の範囲で送電線の影響のない、10通り~12通りの2スパン間で鉄骨建方をする必要があった。

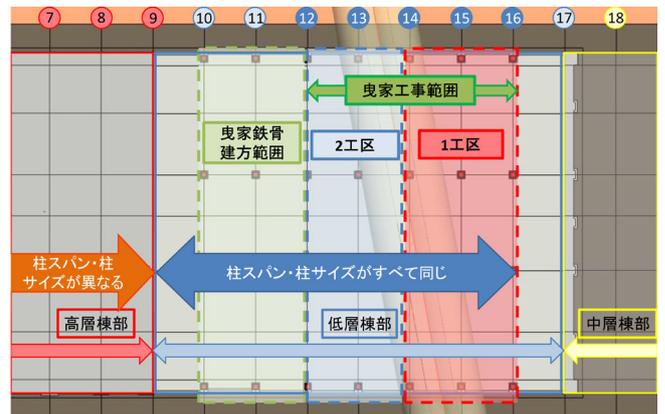


Fig.5 曳家工区計画図

曳家工事範囲4スパンに対し、2スパンで鉄骨建方を行うため、12通り~16通りの内、14通り~16通りを『1工区』、12通り~14通りを『2工区』とした。曳家作業は2回に分け、まず曳家鉄骨建方範囲で1工区(2スパン)の建方を行い、1回目の曳家で15m分スライドさせる。次に、1工区の曳家で空いたスペースで2工区の鉄骨建方を行い、2回目の曳家は、1工区の鉄骨に2工区の2スパンをつなげた4スパンを15mスライドする計画とした。

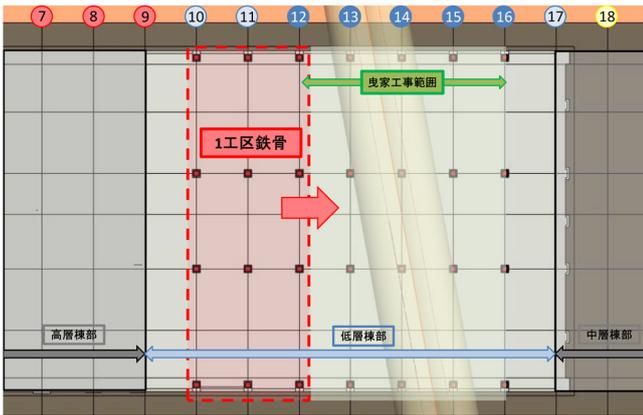


Fig. 6 フェーズ①1工区鉄骨建方および1回目曳家

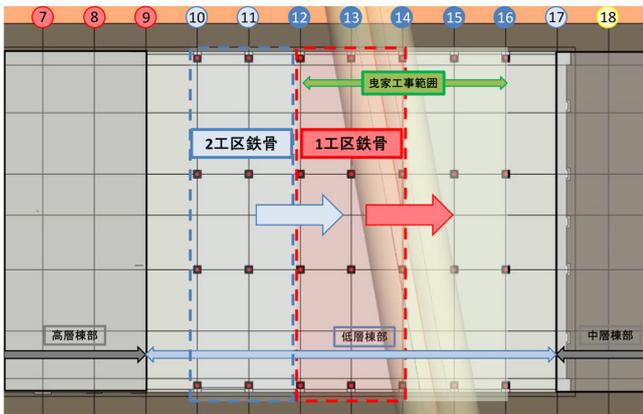


Fig. 7 フェーズ②2工区鉄骨建方および2回目曳家

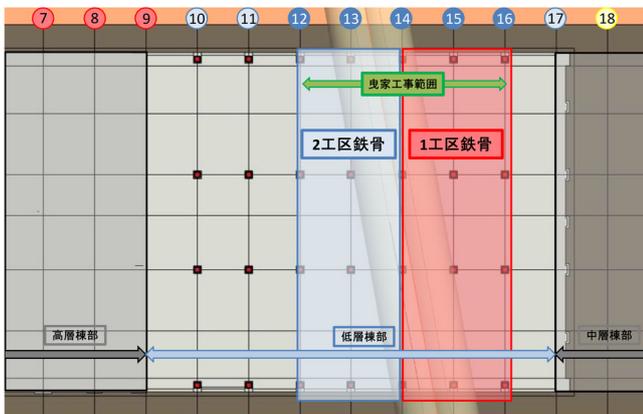


Fig. 8 フェーズ③曳家完了

(2) スライド方法

次に、スライド方法について示す。鉄骨建方は軌条桁（山留材 H400×400×13×21 (SS400)）を敷設し、その上に鉄骨建方を行う計画とした。

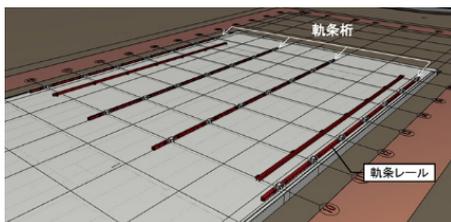


Fig. 9 軌条桁概略図

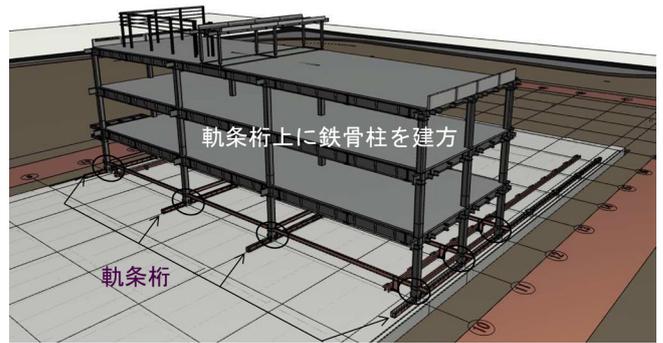


Fig. 10 軌条桁上建方概略図

曳家における推進力として、図 (Fig. 11) 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た。

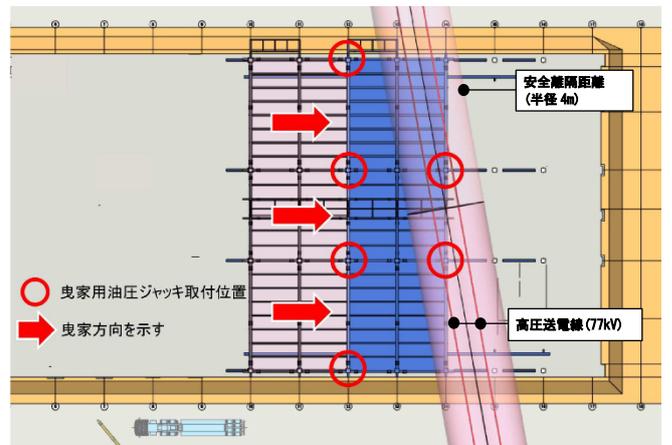


Fig. 11 水平油圧ジャッキ平面配置図

(3) 安全対策

送電線の近くでの工事に伴い、使用する重機には高さ制限を設定した。送電線下では、安全離隔距離から、さらに1.5m下がった位置に制限し、それ以上クレーンのブームが上部へ上がらないようにリミット制限を行った。側面からの接近には、作業領域管理システムのレーザーバリアを使用し、安全離隔距離からさらに2m離れた位置に、バリア面を設置した。このシステムは吊り荷やクレーンのブームがバリアに接近すると回転灯とアラームで警告を発するものである。

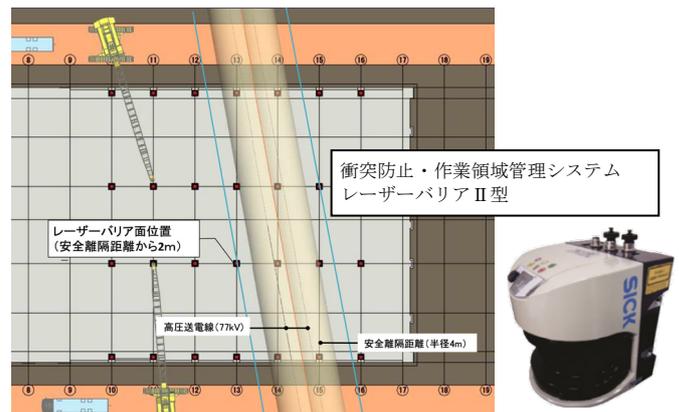


Fig. 12 レーザーバリア配置図

## 4. 曳家に伴う課題の検討と対策

### 4. 1 柱脚アンカーボルト位置合わせの検討

今回、柱脚はハイベース NEO で設計されており、1本の柱に対し、12本のアンカーボルトがある。曳家工区の柱は20本あり、アンカーボルトの総数は240本になる。建物スライド後、ジャッキダウン時に同時に240本のアンカーボルトをベースプレートに納めることは非常に困難である。そこで、軌条桁を同じレベルとなる高さで鉄骨柱を切断し、柱脚部を鉄骨建方前に設置することにした。そうすることで、アンカーボルトの問題点も解決された。また、上部構造体に影響を及ぼすことがないように、慎重かつ精密な管理及び時間を要するジャッキダウンの作業をする必要がなくなった。

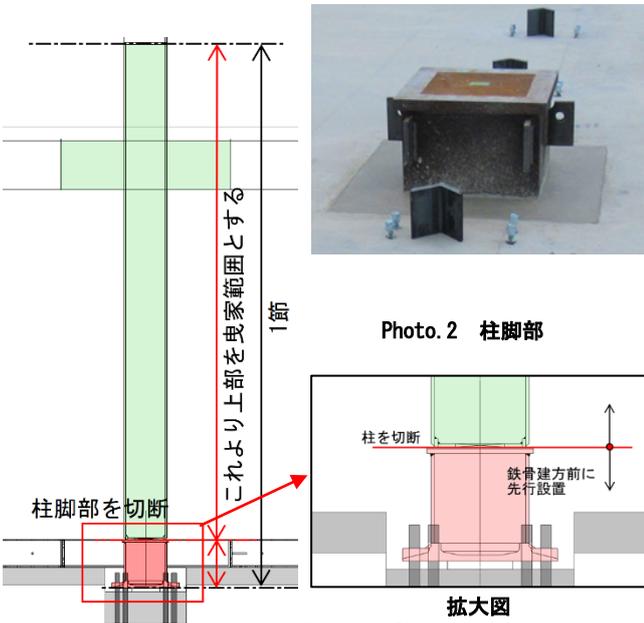


Fig. 13 柱脚部



Photo. 3 柱脚ピース設置状況

### 4. 2 摩擦力低減の検討

総重量約 1,000t の構造物をスライドさせるためには、軌条桁と建物の接地面の摩擦を最大限小さくする必要があった。本計画では摩擦低減のため、ステンレス板 (SUS304) +滑り材 (MC ナイロン) +潤滑剤 (モリブデン グリース) を採用した。軌条桁上に SUS 板 (鏡面仕上げ)

400) 998×200 t=2mm を設置。柱下部小口に MC ナイロンを取付けるための柱下部プレートを取付け、そのプレートと SUS プレートの間に MC ナイロンを設置した。

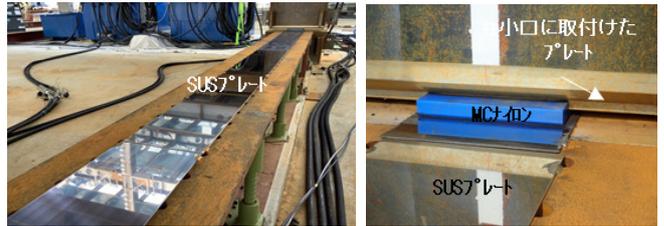


Photo. 4 SUS プレート, MC ナイロン

以下に、MC ナイロン、モリブデン グリースおよび柱下部プレートについて詳細を示す。

#### (1) MC ナイロン

(三菱ケミカルアドバンスドマテリアルズ)

◆物性 6 ナイロンと呼ばれるポリアミド樹脂

◆特徴

- 1) 機械的強度が大きいので、耐荷重性に優れている。
- 2) 耐摩耗性に優れているので、寿命が長い。
- 3) 表面硬度が小さいので、相手材を傷付けにくい。
- 4) 比重が小さいので、軽く取扱が容易である。

◆機械的性質

Table 1 MC ナイロン機械的性質

項目	比重	引張強度	伸び	引張弾性率	圧縮強度 (5%変形)	圧縮弾性率	曲げ強度	せん断強度
試験方法 ASTM	D-792	D-638	D-638	D-638	D-695	D-695	D-790	D-732
単位	-	Mpa [kgf/m <sup>2</sup> ]	%	Mpa [10 <sup>3</sup> kgf/m <sup>2</sup> ]	Mpa [kgf/m <sup>2</sup> ]	Mpa [10 <sup>3</sup> kgf/m <sup>2</sup> ]	Mpa [kgf/m <sup>2</sup> ]	Mpa [kgf/m <sup>2</sup> ]
MC901	1.16	96 (980)	30	3,432 (35.0)	95 (970)	3,432 (35.0)	110 (1,120)	70.9 (723)

◆摩擦特性

Table 2 MC ナイロン摩擦係数

	静摩擦係数		動摩擦係数	
	無潤滑	潤滑	無潤滑	潤滑
MC901	0.15~0.17	0.06~0.08	0.13~0.15	0.05~0.07



Photo. 5 MC ナイロン MC901

#### (2) モリブデン グリース

モリコート G ラピッドスプレー

(東レ・ダウコーニング)

◆物性 二硫化モリブデンペーストであり、粒子で潤滑する。

◆特徴 高荷重に対して耐えられるグリス。極圧剤とも言われ、万能グリスやシリコングリスでは耐えられないような高荷重の状態でも、潤滑性を保持可能な高性能なグリスである。



Photo. 6 モリコート G ラピッドスプレー

(3) 柱下部プレート製作

柱下部プレートとSUSプレートとの間にMCナイロンをはさみ込むだけでは、MCナイロンがスライド時にずれてしまう。ずれ止め防止対策としてPL40mmに座グリ加工を施した。

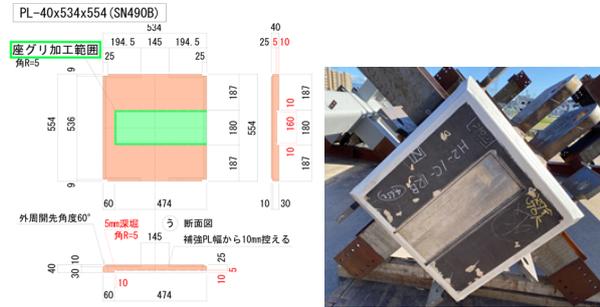


Fig. 14 柱下部プレート Photo. 7 座グリ加工

4. 3 柱の強度検討

柱には、建物全体の鉛直荷重を受ける柱下部プレート (ア) と推進力のための油圧ジャッキから水平荷重を受ける柱側面 (イ) についての強度検討が必要であった。

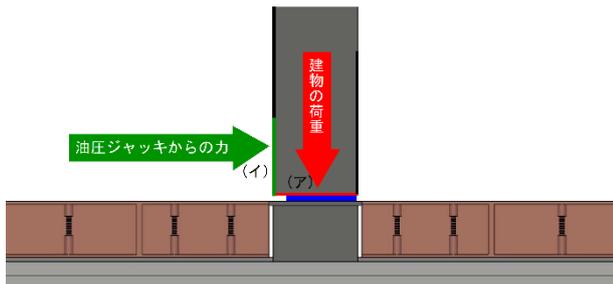


Fig. 15 柱にかかる荷重

柱に対し下記の検討を行った。

- ① 鉛直荷重に対する柱下部プレートの検討
- ② 自重受けプレートの検討 (Fig. 16に図示)
- ③ ジャッキから柱に作用する水平力の検討
- ④ 作用する水平力に対する柱面材強度の検討

検討の結果から当初、曳家範囲柱の設計仕様はコラム柱のBCP325 □-600×600×22であったが、

- ① コラム柱下部プレートの溶接がコラムのR部やコラム内部が狭いため、溶接精度の確保ができない。
- ② 推進ジャッキによる水平荷重に対する柱板厚の強度不足。
- ③ 仮設ピースの取付けスペース不足。(詳細は後述)

以上の理由により、コラム柱から4面ボックス柱に変更し、水平載荷方向と直交する面の板厚を22mm→32mmに変更した。

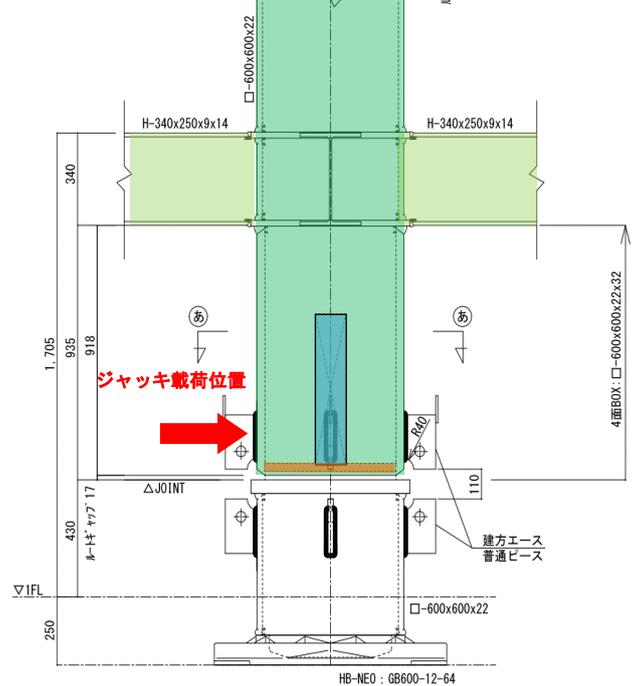
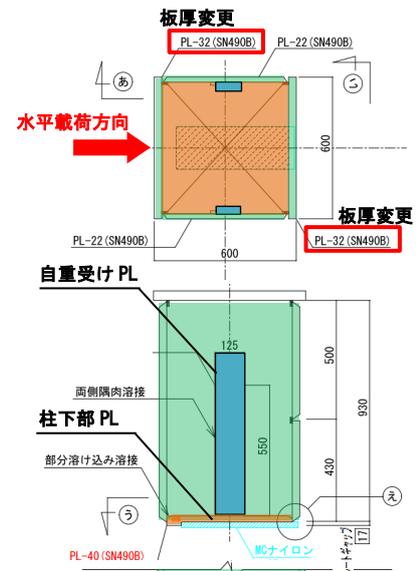


Fig. 16 柱部材詳細図

4. 4 仮設ピース取付け位置の検討

当初柱には、建方エース用のエクシジョンピース (ア) 及び油圧ジャッキ取付け用治具 (イ) をFig. 17のように取付ける必要があった。しかし、エクシジョンピースをこの位置に取付けると、建方エースの下部が軌条桁と干渉するため、配置を調整する必要があった。

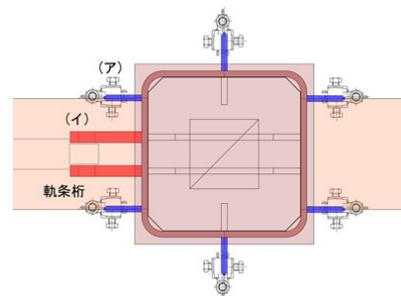


Fig. 17 柱仮設ピース配置 (変更前)

建方エースが軌条桁と干渉しないようにするには、エレクションピースをコラム柱の R 部まで移動する必要があったが、前述したように、コラム柱を 4 面ボックス柱に変更することにより、Fig. 18 のような配置が可能となった。

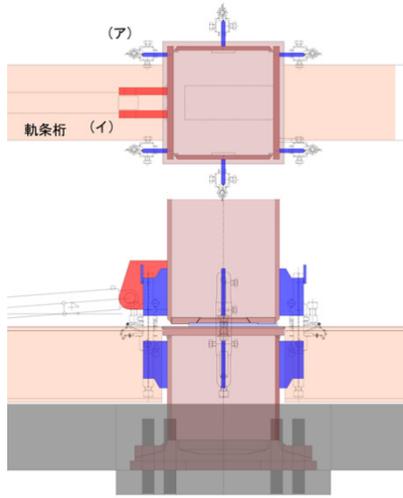


Fig. 18 柱仮設ピース配置 (変更後)

#### 4. 5 曳家時の建物のねじれ・曲げの検討

曳家時に水平ジャッキにて柱に載荷していく際に、1 階部分の階高が 6m と高いため、柱にねじれや、曲げが生じることが懸念された。

検討の結果、柱切断面から 1m ほど上部の高さで、すべての梁に X, Y 方向の仮設梁 (サイズ : H-340×250×9×14) を設置することで、ねじれや曲げの発生を制御することとした。

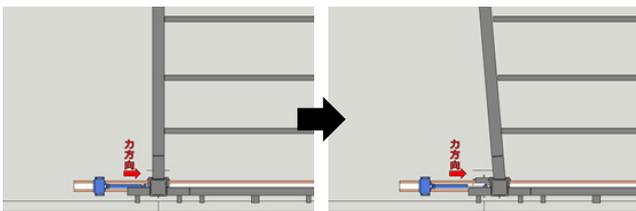


Fig. 19 水平力による建物のねじれ



Photo. 8 仮設梁設置状況

## 5. 曳家工法の精度管理

曳家工事において、精度管理は非常に重要となる。移動後の精度はもちろん、移動中は各部材の変形、建物全体のねじれ等が生じるおそれがあるので、細心の注意と綿密な管理を行う必要があった。

### 5. 1 精度管理

曳家の推進力用の油圧ジャッキ 6 台の管理はジャッキ制御ポンプを介した制御装置にて行った。進行方向に対する移動距離の計測は 4 ヶ所にレーザー距離計を設置し、リアルタイムで管理した。また、直交方向のズレの管理については、ガイドレールを設置し、下げ振りにて計測を行った。Photo. 10 に示すようにモニターの下段には、各ジャッキの圧力値及び、上段に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、X, Y 方向にズレが発生していないか、確認しつつ作業を進めていった。

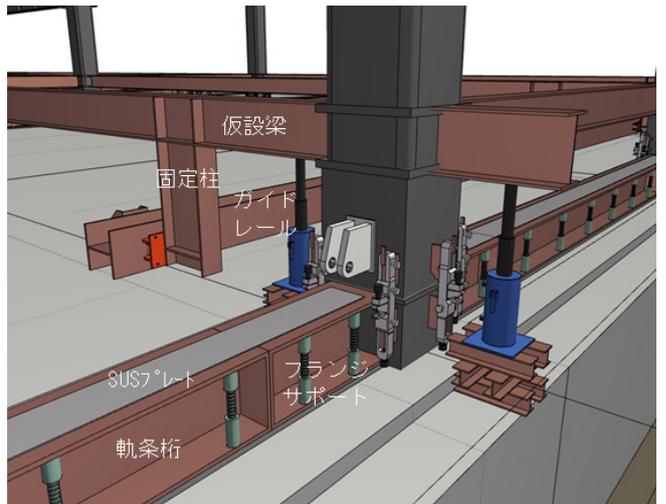


Fig. 20 柱周りイメージ



Photo. 9 計測管理状況

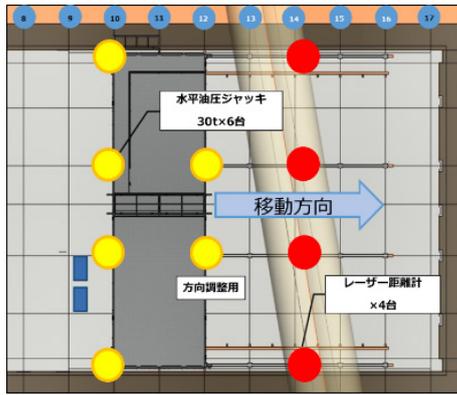


Fig. 21 レーザー設置位置

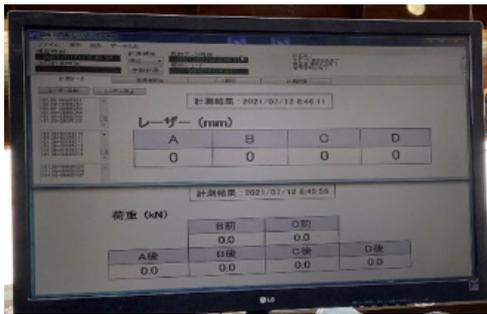


Photo. 10 管理モニター

5. 2 計測管理基準値

Table 3 計測管理基準値

計測項目	計測器名	基準管理値	
		曳家時	曳家完了
Y (直交) 方向ズレ	下げ振り (目視)	±10mm	±5mm
X (進行) 方向距離	レーザー 距離センサー (LDS-7H)	距離差10mm	±5mm

6. 施工フロー

以下に、曳家工事における施工フローを示す。

1. 柱脚セット

10 通り～16 通り 28 ヶ所の柱脚ピースをセットし、スラブ天端までコンクリート打設を行う。

2. 軌条桁セット



Photo. 11 軌条桁セット及び下部無収縮モルタル充填状況

3. ガイドレールセット



Photo. 12 ガイドレール設置状況

4. 鉄骨建方



Photo. 13 1工区建方及び最上階パラペットPCa設置状況

5. ステンレスプレートセット



軌条桁上に SUS 板を溶接び両面テープで貼り付ける。熱伸びを考慮し、各 SUS 板間のすきまは 2mm 程度とした。

Photo. 14 SUS 板設置状況

6. 垂直ジャッキ設置・MC ナイロンセット

垂直ジャッキを使用し、MC ナイロンを柱下に取付ける。



Photo. 15 MC ナイロン設置状況

7. 水平ジャッキ・ガイドローラー設置



Photo. 16 水平ジャッキ・ガイドローラー設置状況

8. 制御装置セット・計測機器設置



Photo. 17 制御装置設置状況

## 9. 1 工区曳家

スライドにあたっては、ジャッキの押し出し量を 1 ストローク約 1m で管理し、1m 進む毎にジャッキを盛替える作業を繰り返して、1 工区全体で約 500t の重量を、約 8 時間かけて 1 日 7.5m を目標に移動を行った。この様にして 2 日間で 2 スパン分の曳家作業を行った。



Photo. 18 1 工区曳家状況

## 10. 2 工区曳家

2 工区の曳家も 1 工区同様の手順にて、1 工区+2 工区分の 1,000t の建物をスライドした。



Photo. 19 2 工区鉄骨建方完了状況



Photo. 20 2 工区曳家状況

## 11. 柱脚部溶接

柱脚の溶接は、溶接ロボット『石松』を使用した。溶接は、ロボット 2 機で対面ずつ施工を行った。2 面の溶接が完了後、ロボットの盛替えを行い、残りの 2 面の溶接を行う。約 2 週間で曳家部全ての溶接作業を行った。



Photo. 21 溶接ロボットによる柱脚部溶接状況

## 12. 仮設部材撤去

完了後、仮設梁を切断撤去、建屋下軌条桁や桁下グラウト及びケミカルアンカーを撤去して、曳家作業の完了となる。

## 7. まとめ

本件では、大型新築建物の曳家工事という、初の試みであったが、綿密な事前検討を行い、試行錯誤を繰り返しながら施工計画を練った結果、問題なく当初の予定通りの工程及び、高い施工精度で完結することができた。最終計測値は、曳家方向+2mm 直交方向±0 であった。なお、今回の計画においては以下の 5 つ特許を出願中である。

- 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)
- 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)
- 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)
- 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)
- 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)

## 謝辞

本計画において、ご支援・ご協力いただきました本社技術研究所、支店建築部の皆様、工事に携わった皆様方へここに深く感謝の意を表します。

## Report on steel frame erection work directly under a high-tension power transmission line where lifting operations are impossible: Mukocho project building C construction (tentative name) for Nippon Densan Corporation\* (\*now Nidec Corporation)

Yasushi KOUZAKI, Katsuhiko SHIBATA and Takeshi KATAYAMA

### Abstract

Nidec Park building C is a steel frame building consisting of a ten-story high-rise, a four-story low-rise, and a six-story mid-rise. Above the construction site for the low-rise located in the middle of the entire building, an extra-high tension power transmission line (77,000 V) of Kansai Electric Power Company (hereinafter referred to as the power line) runs from north to south in a direction orthogonal to the building. The distance from the top of the low-rise to the safe separation zone of the power line was approximately two meters. While construction work very near the power line was unavoidable, steel frame erection directly under the power line was impossible because there was not enough space to lift materials. Therefore, we devised a structure relocation method involving erecting the steel frame in another area where the power line would not obstruct the work and sliding the completed structure into place under the power line. In this paper, we report on the construction of the new building by structure relocation, which enabled construction directly under an extra-high tension power transmission line crossing overhead.

Key words: Extra-high tension power transmission line, structure relocation, frictional resistance, the shape of columns to slide and welding of column bases