

ダイトー新国際ユニバーサル物流センターの設計・施工

本社 中島 博

概要：ダイトー新国際ユニバーサル物流センター新築工事では、非常に工期が厳しい施主要求に対応し、設計まで遡って工期短縮のための手法を集積することにより、建築主・荷主の要求を満足させた大規模倉庫の繁忙期稼動を実現した。

キーワード：大型物流倉庫 工期短縮 設計施工 工数削減 工区分割 特高変電所

1. ダイトー新国際ユニバーサル物流センターの建物概要

ダイトー新国際ユニバーサル物流センターの概要は次の通りである。

- ・工 事 名：ダイトー新国際ユニバーサル物流センター新築工事
- ・施 主：株式会社ダイトーコーポレーション
- ・建 設 地：東京都江東区青海2-7
- ・工 期：平成12年5月15日～平成13年3月12日
- ・敷地面積：16,313 m²，建築面積：10,207 m²，延床面積：45,853 m²
- ・構造規模：鉄骨造(耐火構造)，地上6階(倉庫5層)，塔屋1階，建物高さ30.95m
南北155m(11m×14 スパン)東西55m(9m×6 スパン)基準階高6m
- ・建物用途：倉庫(自動ラック，定温庫を含む)・事務所
- ・設 計：三菱建設株式会社一級建築士事務所
- ・施 工：三菱建設株式会社東京建築支店

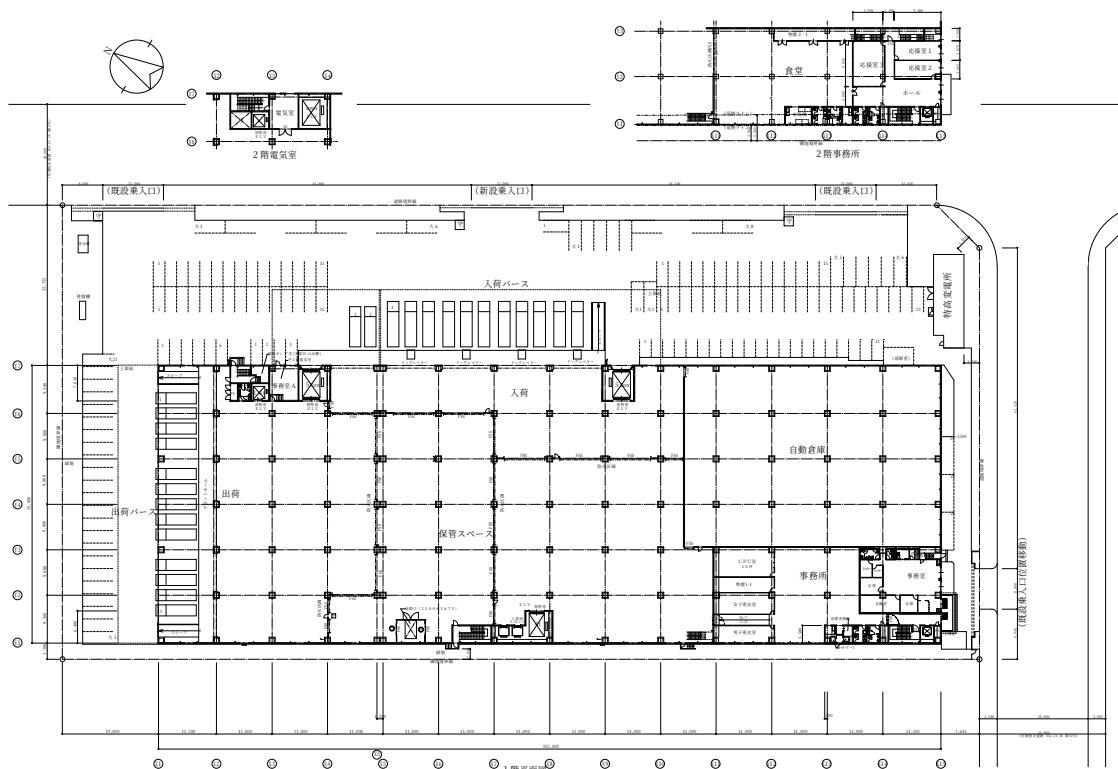


図-1 1・2階平面図



中島 博
建築本部
設計部

2. 設計概要

(1) 倉庫レイアウト

入出荷動線は東側を入荷、北側を出荷主体とするL型動線(図-1参照)とした。設計スタート時点では、入出荷バースを長く取れるように上下に配したI型動線としたが、荷主要望は図-2のように上階でも入出荷を行うものに発展していた。この案では倉庫内の動線は明確になるが、トラック用のスロープがあるなど、全体としてとらえると敷地利用効率・有効保管面積当たりの建築コスト等に問題があったため、要望の入出荷幅を確保した上で1階のみで入出荷を行う、ほぼ現在の形の入出荷動線を再提案し採用された。この形は、計画地の容積率が多くの倉庫用地の場合の200%ではなく300%であったことと、地区の協定で高さを31m以下としたことからの帰結である。

自動ラック倉庫、5ton 2基・4ton 1基・1.5ton 1基の荷物用、1.2ton 2基の人荷用、15人乗1基の計7基のエレベータ、3基の垂直送機、上下階を貫通するコンベアが、5層にわたる倉庫の荷捌きを支えている。

(2) スパンと階高

スパンと階高は、荷捌上の必要寸法と外壁・床施工上の経済寸法の両方から決定した。柱は少なく・梁成は小さく、代表的なパレットを3段以上積む事が最優先の条件であった。メザニン(mezzanine:中2階)の適法設置も考慮した。(6都市建調7号)

長手スパンは、倉庫・トラックターミナルの実績による8mと11mのうち、巾2.5mの10tonトラック3台接岸を考慮するとともに、荷物収容効率・構造体金額の検討結果から11mを採用した。短手スパンは、4tonトラック転回余地不足を、プラットホームを建物内に食い込ませて解消させるため1階のみ2倍のスパンとなることと、一般的な自動倉庫レーン巾とを考慮し9mとした。

11mは支点間距離3.5mのt=100ALC板横張3枚の限界、9mはスパンクリートt=120の合成床板標準長さ4.5mの2倍であり、フォークリフト走行考慮でのタワミ限界とも一致する。

階高6mは、1階の高床をGL+1.05m(1.2mが海上コンテナ対応の標準)として31mの中で5層すること、高さ1,500のパレットを三段積むことから決定したが、ALC板巾600の倍数となり、非常用進入口に代わる窓を法規上限の1,200以下で、転落の危険の少ない850以上に設けることが、ALC板を欠き込むことなく可能となった。

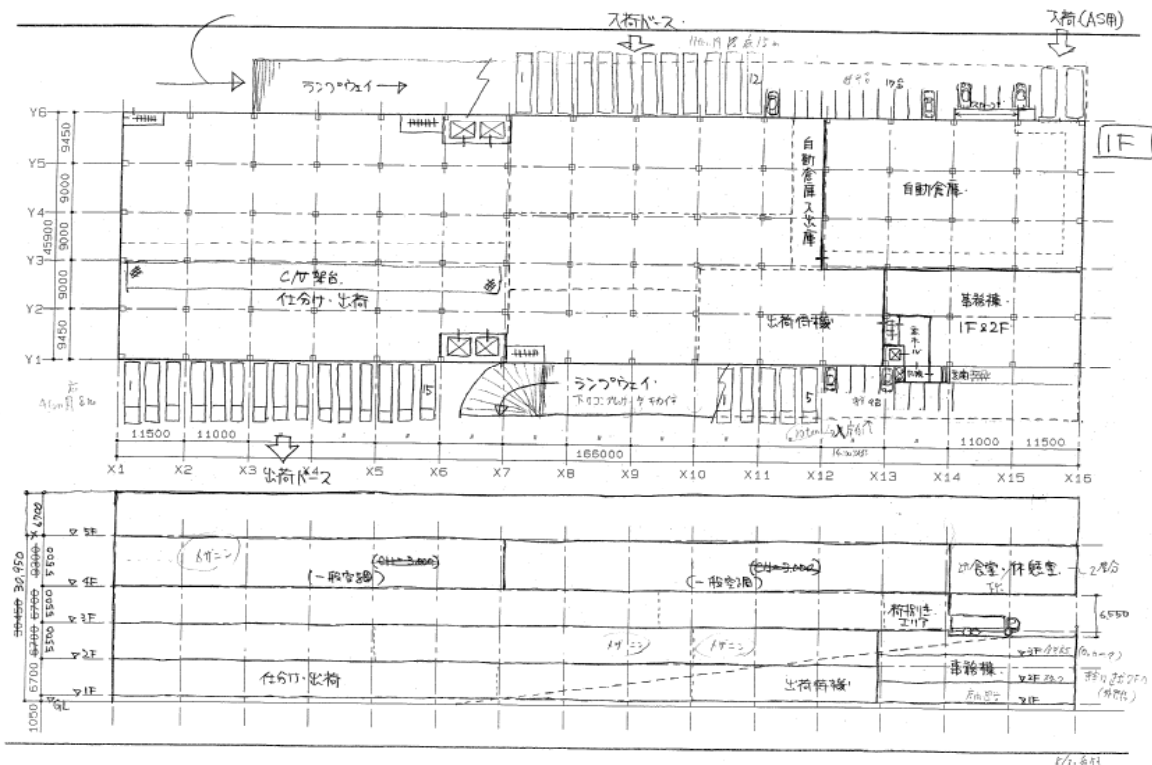


図-2 平成12年8月30日受領図

(3) 構造計画

積載荷重は 1.5ton/m^2 を基本とし、鉄骨と杭のコストを比較して最適なスパンを選定し、倉庫としての機能検討へフィードバックした結果、今回のスパンが決定された。工期短縮の手法検討の結果により、1階柱途中までをSRC造とした。エクステンションジョイントの位置は解体工事の工程に合わせて決定したが、4スパンと10スパンの2棟となり単純に見るとバランスが悪いが、10スパン側は倉庫2層吹き抜けの自動倉庫部分4.5スパンと、スキップフロアの事務所4スパンが南側にあるため、倉庫2層目の剛床仮定のために10スパンは必要であったといえる。(図-3参照) SRC柱を杭頭から建てることと孔内水位がGL-2.06mと高いことから、地中梁は3段配筋とした。

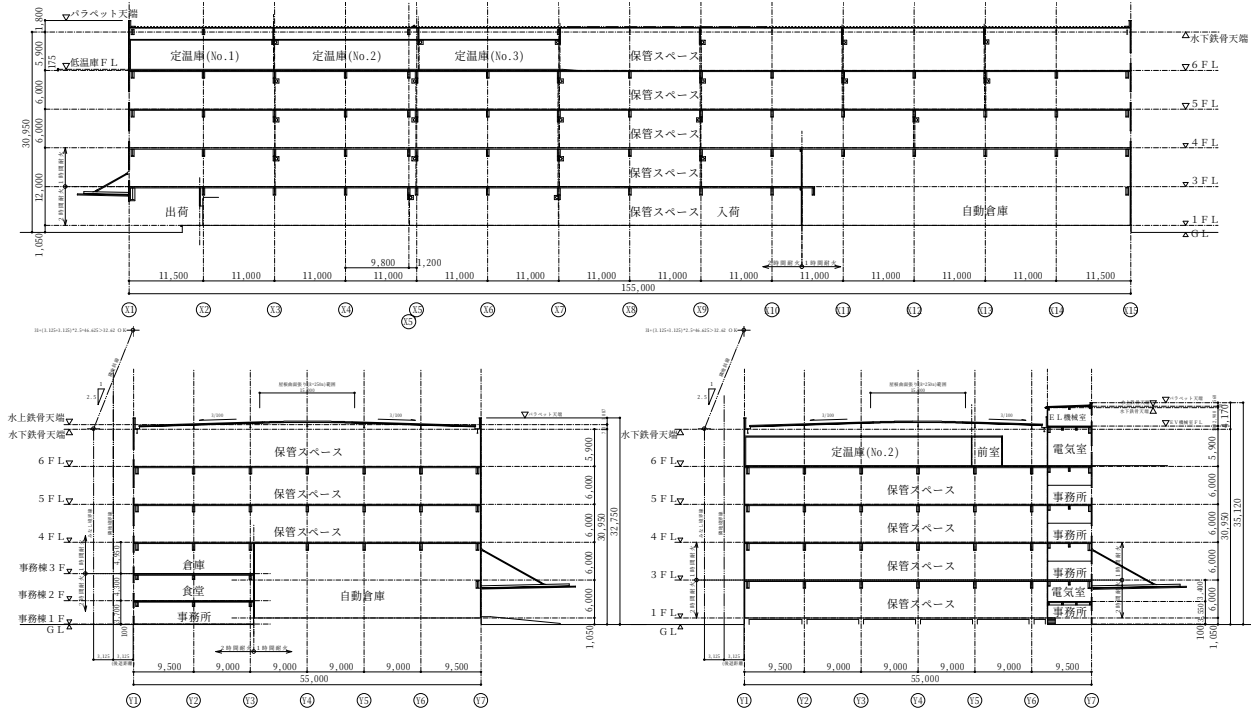


図-3 断面図

(4) 屋根

止水性・塩害対応・荷重＝経済性・断熱性を考慮してガルバリウム鋼板折板葺とした。ガルバリウム鋼板素地(シルバー)の熱反射性を生かした丸馳II型折板葺は、棟部分を半径250mの曲面葺き(緩やかなドーム状)とし、棟部分の雨仕舞を不要とした。強風時に雨水が片側の樋に集中するのを避けるため、棟部分に仕切り板を設置した。(写真-1参照)

軒樋は、外壁を立ち上げたパラペットの内側とし、軒先面戸部分での強風時吹上による止水上の弱点解消と、軒樋が見えないすっきりした外観とを同時に確保した。

断熱は、天井を張らずに断熱性を得るため、断熱システム工法(屋根板を張る前にグラスウールボードをハット鋼の上に敷込)とした。このため天井施工用の足場は不要となった。(写真-2参照)

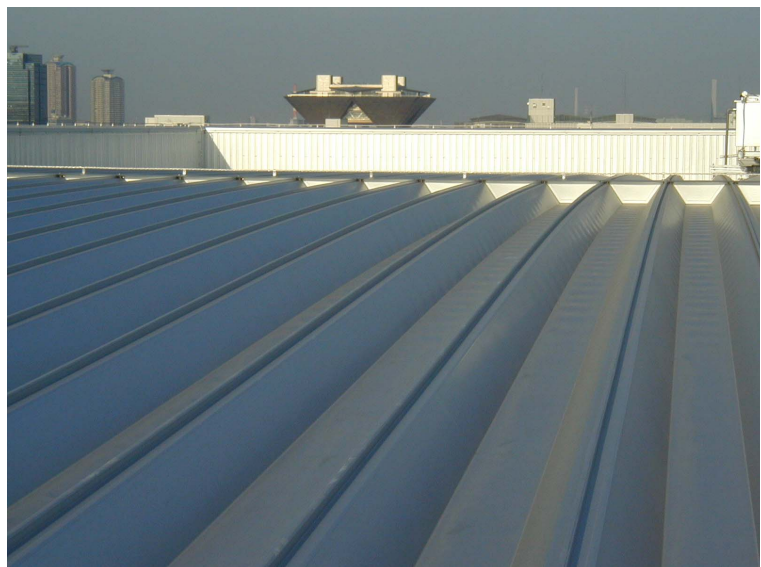


写真-1 屋根：曲面葺き部分にしわが見える。

(5)床

技術情報検討・他社実績調査・工期短縮への効果等からスパンクリート合成床板を採用した。クラック対策上デッキプレーとの差は顕著であった。表面の耐摩耗性はモノシック工法で確保した。(写真-3 床の見上げ状況参照)

(6)外壁

実績・止水性・強度・荷重等を検討し、 $t=100$ ALC板横張の上弾性吹付タイルとした。前述のように11mを支点間距離3.5mで3分割が可能となったのは、柱・間柱部分の取付金物が鉄骨分だけ内側となるためである。建物の四隅は取付金物位置と強度の関係、地震時の変形追従とデザインの優位性からコーナーパネルを使用した。(写真-4参照)

(7)防火区画

倉庫内の大半の区画はマテハン機器配置変更対応のためシャッターとした。通常は開放で使うため手動とし、無塗装とし、 $W8m \times H4m$ を主とした。高さが高いのはマテハン機器を上下二段に設置可能とするためである。(写真-5 1階エクспанション部分の防火区画参照：シャッター，SRC柱，耐火被覆のファイヤーガード)



写真-2 6階天井：ハット鋼の上にGWボード



写真-3 一般階天井：スパンクリート、搬送ファン



写真-4 外壁状況



写真-5 防火区画，耐火被覆

(8) 耐火被覆

表-1 使用した耐火被覆工法の長所短所とコスト比較(写真-5,6,7,8,9,10 参照)

材料	使用場所	コスト	耐衝撃性	備考
ファイヤーガード	一般倉庫に多用	○	◎	埃が出ない
セラタイカ	冷蔵庫パネル裏	○	○	水に強い
石こうボード	事務所柱の一部	○	△	直にクロス可
ケイ酸カルシウム板	事務所梁他	△	△	埃が出る
ロックウール吹付	自動倉庫に使用	◎	×	養生が大変
コンクリート巻き	倉庫内柱 FL+1.8m	×(鉄板巻き)	◎	コーナガード不要

かつては鉄骨造の倉庫内の耐火被覆と言えばロックウールと相場が決まっていたが、ある時期からケイ酸カルシウム板（ケイカル板）が主流となった。しかし、フォークリフトで荷物を上げた際に衝突して脱落する例が多く見受けられ、セラタイカも使われるようになった。今回多用したファイヤーガードは、吹付材に不可欠な施工時の養生が不要で、工期短縮には有効であった。



写真-6 定温庫上セラタイカ



写真-7 倉庫内が見える食堂：柱・梁はケイカル板被覆



写真-8 3階柱：石膏ボード



写真-9 自動倉庫内耐火被覆：ロックウール



写真-10 鉄板巻き



写真-11 定温庫：ダクト吹き状況

(9) 定温庫

防火区画3区画分をそれぞれ別の温度帯での使用可能な設計とした(11~15℃). 冬季15℃確保のため、ヒーターを追加したクーラーからダクト吹きとした. 定温庫間にはシートシャッターを設置し、温度管理と荷捌き効率を両立させた. (写真-11参照)

(10) 自動倉庫

今回は自動倉庫の上部に一般倉庫が 載る荷捌き優先のレイアウトであったため、自動倉庫内に建物の柱がある形となったが、大型パレット収容という想定外の事態を逆手に取り、入出庫に周回型自動台車を使用することで、柱部分のみパレット収容棚がない棚配置に変更し、パレット収容効率を大幅に向上させた. ラック高さが10mを越えた場合に必要となるスプリンクラーは、仮想床を除く床面積を2,100㎡以下に抑えることにより設置免除とした. (写真-9参照)

(11) 電力供給

計画地である臨海副都心地区の電力供給は、従前の6,000V 供給から20,000V の特別高圧での電源供給に移行済みであり、従来の6,000V の供給余力に限界があった. マテハン機器・スポットクーラー等の必要電気容量は、残された6,000V の給電容量ギリギリであったが、総合的に判断して20,000V 特別高圧での電源供給を選択した.

マテハンについては、受発注からピッキング・搬送機器の運転・検品に至るまでコンピュータ処理されている. このため、コンピュータのみ無停電装置で守られても片手落ちとなることから、電源供給は予備系統への切替を織り込んだ設計とした.

建物長さが155mあるため建物内に3箇所のサブ変電所を設け、給電の効率向上を図った. 後述の様に、A工区が先行受電することから、サブ変電所のうちの2箇所をA工区に配置した.

(12) 照明

倉庫内照明は、設計当初の予想を遙かに超えるマテハン機器が設置されることがわかり、マテハン機器の上にある照明器具の球交換の困難さを解消するため、電動昇降装置付水銀灯への変更を検討したが、コスト上の問題から当初設計通り機器直近の物品の温度上昇が少ない蛍光灯とした.

(写真-2, 3参照)

(13) 空調換気

倉庫内で作業が集中する場所へのスポット空調を、当初から検討しコストも提示したが不採用となった. しかし一夏経過し、荷捌き作業効率向上のため再び俎上に上がっている. 換気検討に当たり、奥行き55mの空気を移動させるためには外壁に設けた給排気ファンだけでは不十分と考えられたため、中間に空気搬送ファンを設けた. (写真-3の天井面付のもの)

3. 工事概要

今回の工事予定地には、燻蒸倉庫(発注者使用、RC造2階建て、建築面積の70%占有)および一般倉庫(テナント使用、S造平屋建て)が建っており、燻蒸倉庫の解体着工が7月1日であり、新設物流センターの完成が平成14年2月末、営業開始4月1日が発注条件であり厳しい工期であることが決定的であった。

具体的には平成13年5月末から乗り込みはできるが、既存S造テナント倉庫の解体着手は6月以降となることから、新設躯体の過半については躯体工事着手が6月となった。

また新設物流センターを4月1日から営業開始するためには、センター内の搬送機の設置・試運転を建物竣工後に行うのでは間に合わないため、建物建設中に行う必要が生じた。この工期を確保するために、本設電源による試運転を行うための特高受電は11月中旬が条件となる事が判明し、5.5ヶ月程度の短工期で躯体工事を実現しなければならなくなった。(図-4参照)

(1) 工区分割

短工期での完成には、工事の重層化を徹底して各作業をどこまでラップさせられるかがポイントであり、平面分割・上下分割の工区割りに対応した。(写真-12参照)

a) 平面工区分割

着手可能である部分から順にA・B1・B2と3工区に分割し、エクspansioジョイントをA・B工区間に設け、A工区は鉄骨工事を独立して行えるようにした。これにより先行するA工区で作業手順の習熟と改善が図れ、より工期の厳しいB工区工事に備えることができた。

b) 上下工区分割

アースドリル杭上から直接鉄骨を建て、建て方と同時並行で3階(倉庫2層目)床版のスパンクリート敷き込みを行う。床版を境に上下分割で作業を行い、建て方終了後に基礎躯体工事を行う。このため1階柱脚が埋込となることから鉄骨ゼロ柱をS造からSRC造に変更した。

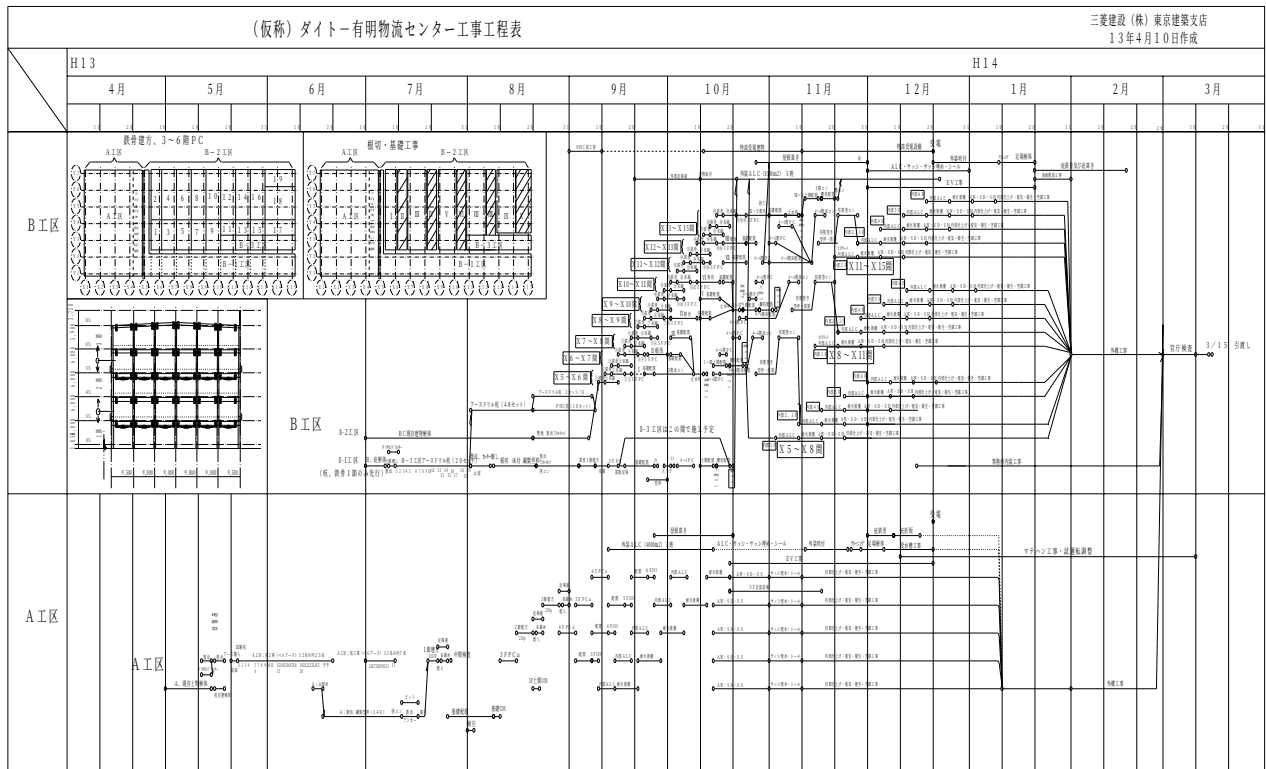


図-4 工事工程表(工区分割表示)



写真-12 工事ラップ状況：A工区鉄骨上から見たB2工区。右下鉄骨はB1工区

(2) 採用工法概要

a) アースドリル杭頭処理（バキュームによる汲み上げ工法）

鉄骨工事後に基礎工事を行う重層化による工期短縮のため、杭天端に直接鉄骨を建てることから、杭頭のレベル精度を確保した。また、スタンドパイプを二重に設置し、コンクリート打設後外側のスタンドパイプを引抜き、コンクリート硬化後に内側のスタンドパイプの引抜きを行った。

杭コンクリートの強度確認後、鉄骨建て方用ケミカルアンカーを施工した。（図-5参照）

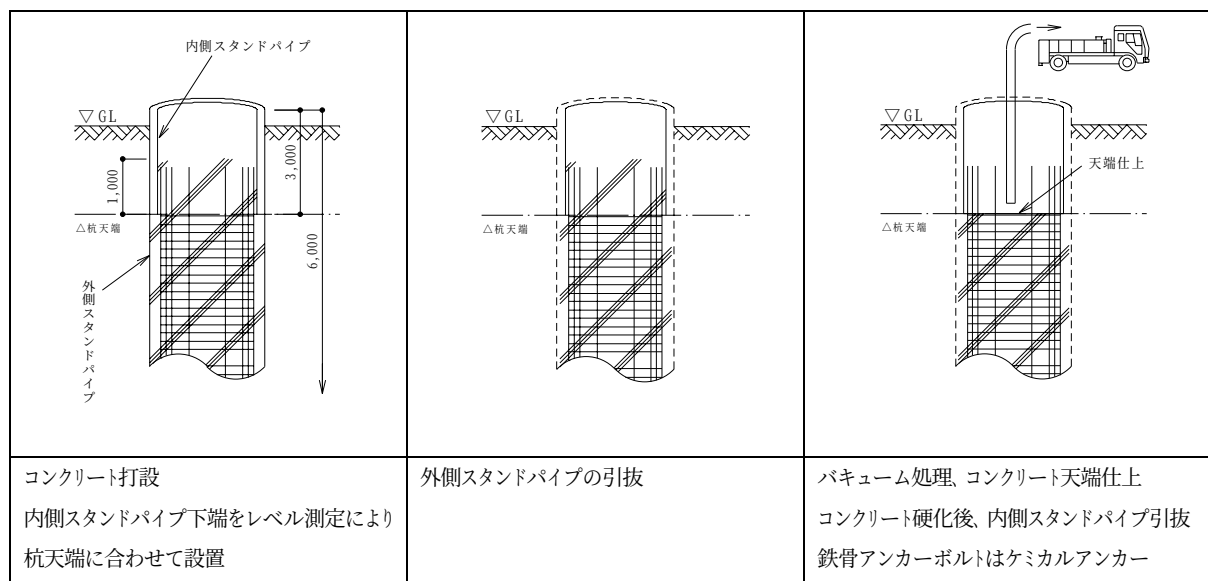


図-5 アースドリル杭頭処理要領

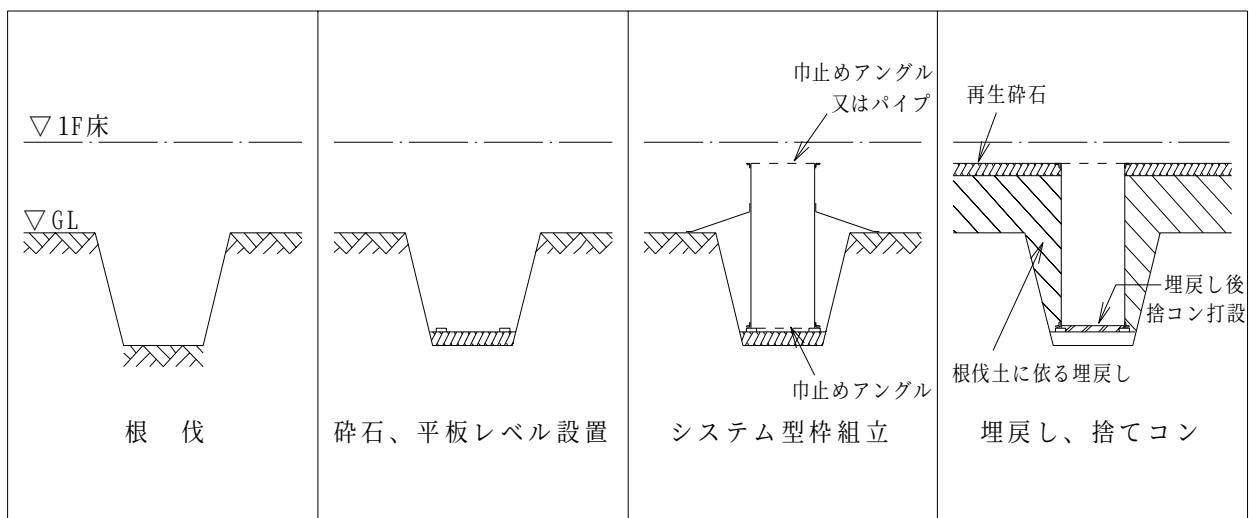
b) 基礎躯体

根伐・基礎型枠・埋め戻し・1階土間下地工事の一体施工による工期短縮を目標として、各工事につき検討した。

根伐残土については、盛り土や埋め戻しに使用することによりコストダウンおよび材料数削減による工期短縮を図った。

根伐工事と平行して基礎型枠として鋼製システム型枠を設置した。根伐土および既存建物の解体により発生したコンクリート再生砂利を利用して1階床の床付けを行った。基礎配筋は基礎型枠内に入って作業を行うため、基礎地中梁巾や配筋の検討を行ない、以下の変更と工法を採用した。

- ①主筋径の変更 (D35→D39)、鉄筋本数の低減
- ②地中梁スタラップはコの字形の一体形状とし、作業効率を改善
- ③端部アンカーはプレートナット工法を採用
- ④鉄筋接続は圧接を主に端部柱廻りはネジコン・機械式継ぎ手を採用



図－6 基礎躯体施工手順

c) 鉄骨工事

準備期間に余裕があることから、鉄骨工事工期短縮のために鉄骨ピース数の削減を検討した。

当初計画は床構造がデッキスラブであるために小梁が多く、全体の鉄骨ピース数は7,000を超えていたが、スパンクリート合成床版の採用により小梁2,000ピースが削減でき、工期にして30日の短縮が可能となった。(図－7、8参照)

建て方は、油圧500tクレーンを主に180tクローラークレーンを合番機として行った。(重機作業半径70m、吊荷重10t)油圧のスピード性を活かし、1日に70ピースの取付けが可能となった。

柱鉄骨は、ゼロ柱を可能とするため、反曲点高さ相当の1階のFL+3,100まではクロスHのSRC造とした。2階～6階の柱根巻は、FL+1,800まで鉄板加工t=3.2を巻き立て、モルタル充填(t=50)することによりサイクル施工のスピード化を図った。

鉄骨製作は海上運搬が可能な工場を選定した。建て方開始時点で製作の60%を完了し、鉄骨建て方工事を効率的に行えるよう計画した。また、鉄骨の一時ストックヤードとして、施工場所近くの豊洲埠頭ヤードに製品を事前に確保することによって建て方の効率化を図り、海上運搬1回につき500～600tの大量運搬とすることで運搬効率を上げた。

d) ALC板工事

階高が結果としてALC板の幅の倍数となり、外壁の高さ方向の割付は容易であった。但しALC板取付金物のために5枚毎に目地巾を15mm増やすこととなり(写真－15右側ALC下から5本目の目地)、サッシの高さ方向の間隔は6.030となった。11mスパンを3.5mの3分割とする

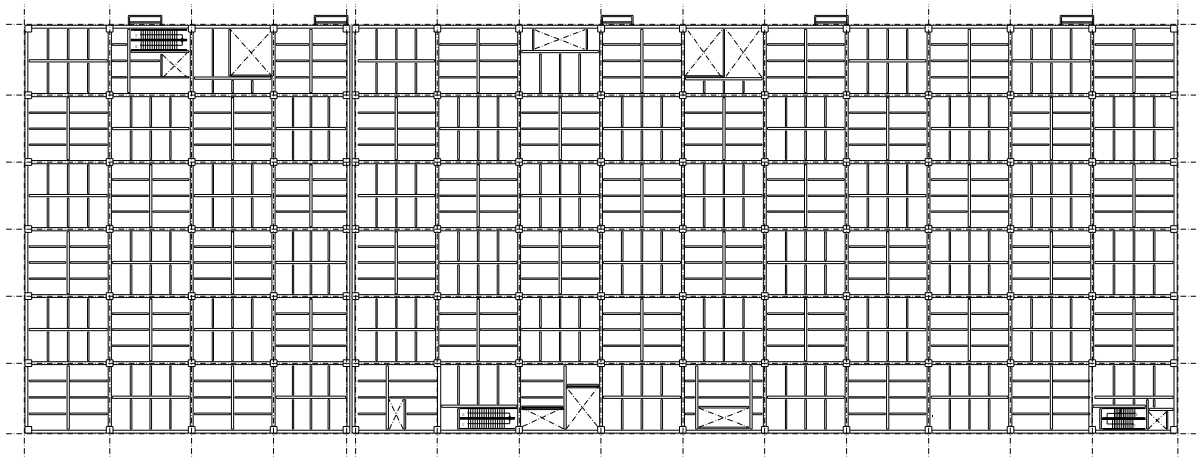


図-7 5階梁伏図：デッキプレートの場合

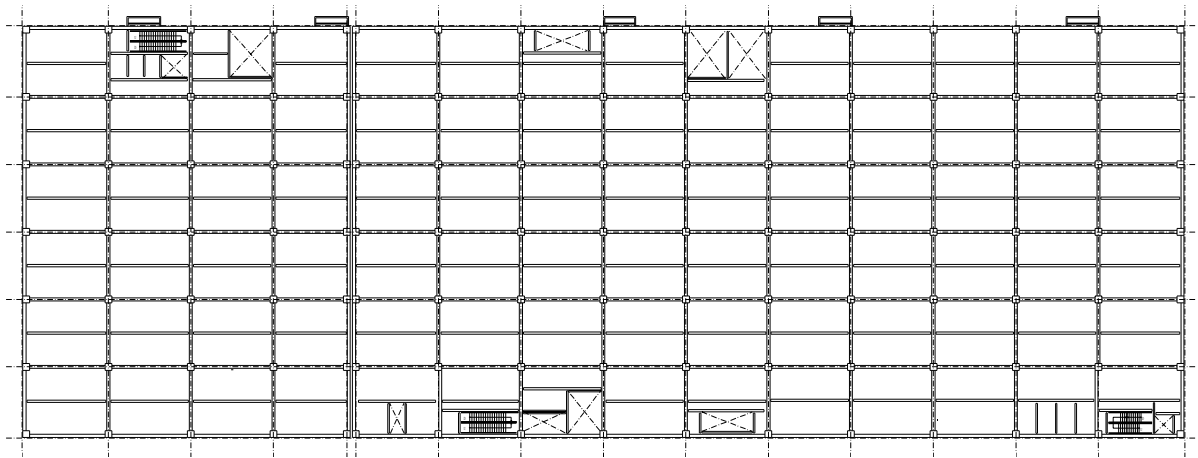


図-8 5階梁伏図：スパンクリートの場合(座屈止めを除く)

件は前述の通りである。(写真-13参照) 内壁では防火区画にALC板を多用したが、小梁の梁成を800に増大して梁下を $t=100$ ALC板製作可能最大寸法の5mに抑え、ALC板一枚を縦張で使用した。(写真-14参照、小梁も写真の大梁と同様)



写真-13 ALC板:金物位置に注目



写真-14 防火区画のALC板

e) 床工事

9mスパンを2分割したスパンクリート合成床版の採用により、現場打ちコンクリート数量を削減し、床コンクリートの打設効率を当初計画の2倍に改善した。また、フォークリフト走行荷重に対する剛性向上、ひび割れ防止も図ることができた。

設備機器取り付け用の吊金物、1,500本を越えるコンベア等マテハン機器用の吊ボルトのうち、スパンクリートの目地に設置できないものは、PC鋼線を避けてトップコン前にセットした。(写真-15はコンクリートの打設状況。市松に打設しクラック発生を予防した)



写真-15 合成床板コンクリート打

f) 耐火被覆工事

主に採用したファイヤーガード(前述、写真-5)は、工場で必要寸法にカットして現場に搬入し、ゴミの発生を抑えた。また、ファイヤーガードでは各種吹付材を使用した場合に必要になる養生・清掃がほとんどないため、工事のラップが可能になった。

3階事務所で採用した石こうボード(前述、写真-8)は、1時間耐火の場合鉄骨柱に直に貼れるため、柱寸法を小さくでき、仕上の施工も容易であった。

g) フリーアクセスフロア工事

主事務所にはフリーアクセスフロアを設置した。通常のフリーアクセスフロアは50cm角であるが、この場合下地床の不陸のため、パネル間で発生する若干の段差の影響を和らげるため、タイルカーペット等の仕上材の目地をフリーアクセスフロアの割付とずらす必要があるが、今回は写真-16に示すように不陸の発生が最小になる、50cm角の対角線で折れ曲がるタイプを採用した。これにより配線替え作業が仕上材1枚のみをはがすことで可能となり、模様替えが頻発するテナントの実用上の使い勝手を大幅に向上させた。

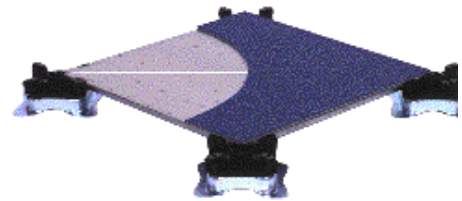


写真-16 フリーアクセスフロア

h) 特高受電

計画地は20,000V供給の地区となっているため、本体の工期に左右されないよう別棟に特高変電所を設けた。また、先に工事が完了する部分があるために監督官庁の理解を得て、工区毎に受電の検査を受けた。これにより全てをコンピュータで制御するマテハン機器の設置工事、試運転作業のための電力供給が可能となった。

(写真-17参照)

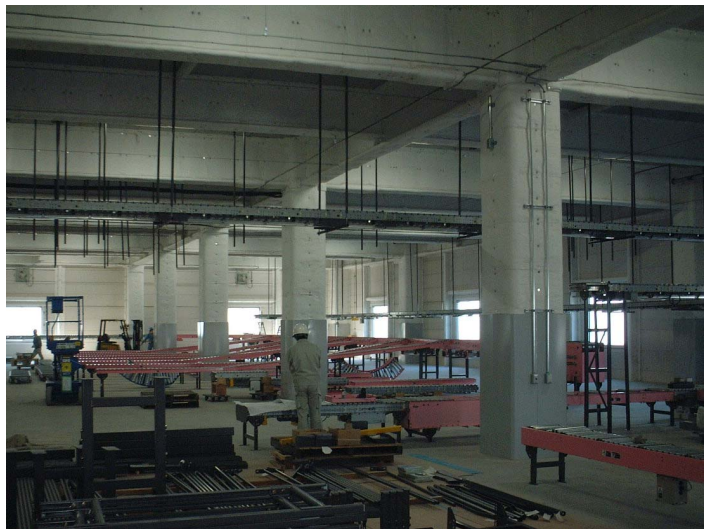


写真-17 マテハン機器設置状況

4. 結論に代えて

荷主情報を基に、平成12年1月に始まる5件の土地情報の中から決定された本計画は、実質工期を短縮しなければならない事態が発生したものの、設計まで遡って工期短縮のための手法を集積することにより乗り越え、平成13年5月の解体工事着手から11ヶ月後の、荷主の絶対条件であった、平成14年4月の繁忙期に使用可能な状態で引き渡すことができた。

別途工事のマテハンも含めて新規開発の工法・製品等の採用は、杭頭処理等僅かであったが、手慣れた手法を適材適所に取り込むことで、短工期で建物を完成することができた。

本工事は、荷主の要望する規模の建物を建設可能な土地の選択に始まり、建主の抱える様々な業務の調整をサポートし、建主・荷主双方から信頼を得ることができた。設計図作成に当たっては、当初から施工部隊との打合を頻繁に行い、工期短縮のアイディアを出し合っていたが、更なる工期短縮の必要性から施工手順の見直しを設計にフィードバックするとともに、客先要望の積極的な取り込みを行い、着工後の変更・手戻りを最小限に抑え、工事に引き継いだ。着工後は各担当者が担当工種・工区に愛情を持ち、工程作成時に織り込み済みの土日出勤ローテーションをこなし、客先の追加要求を工程に乗せる工夫を怠ることなく締めくくった。上述した以外の面でも各部門担当者の力の結集無くしては、この規模の工事をこの工期内に納めることは成し得なかったと考える。

最後に建主・荷主のご協力、監督諸官庁のご理解に対し厚く感謝し、本稿を閉じることとする。
(工事概要は元東京建築支店副支店長 原常昭氏資料を引用)



写真－18 平成14年3月8日鳥瞰