

全自動ビル建設システム「ABC S[®]」の開発（その4）

システムの最適化と超高層事務所ビルへの適用

池田 雄一 原田 恒則
（本社建築本部特殊工法部）

長谷川 仁 奥田 幸男
（本社N2工事事務所） （本社建築本部特殊工法部）

Development of Automated Building Construction System (Part4)

System Optimization and Application to Super-High-Rise Office Building

Yuichi Ikeda Tsunenori Harada
 Hitoshi Hasegawa Yukio Okuda

Abstract

The Automated Building Construction System (ABCS), which was developed for constructing high-rise steel structure buildings, applies the concept of factory automation to the construction site and allows much of the work to be done in a factory. It applies automation, robotics, and computer technology to building construction. It integrates the Super Construction Factory (SCF), which provides all-weather warehouse facilities, with automated conveyer equipment and a centralized computer control system.

This thesis describes the fourth application of ABCS to a 37-story office building, called project N2. This building forms a twin-tower with a 26-story office building, which is the second application, called project N1. These buildings have almost the same as specifications and shape, but project N2 had more difficult construction conditions than project N1. In the planning of project N2, the elements of ABCS were mostly reused from project N1 and were partially reformed or newly manufactured.

概 要

全自動ビル建設システム（以下、「ABC S」（Automated Building Construction System））は建設現場に製造業のFAの概念を導入することによって、建設工事の自動化・ロボット化・情報化を積極的に推進した建設システムであり、鉄骨造高層ビルを対象とした工法である。作業空間を全天候型のビル建設工場「SCF（Super Construction Factory）」で覆うことによって天候に左右されない工事を実現できる。過去3回の適用工事では、時代背景や工事条件などに合せて、その都度最善と考えられるシステム構築および施工計画を行ってきた。その結果、生産性の向上や作業環境の改善ばかりでなく、工期短縮・労務削減・施工品質向上などの成果を得た。

4回目の事例となる37階建事務所ビル新築工事は、2回目の事例の 期工事にあたる建築計画である。工事条件や構造設計の違いはあるが、対象となる高層棟はほぼ同一仕様・形状のビルであるため、工事機械や外周架構などの仮設材については大部分が転用可能である。一方、3回目の事例で外周架構の使用範囲を限定して簡略化したことにより組立・解体労務の削減および工期短縮などの効果を得たこと、2回目の事例に対して工事条件・構造設計が若干変更したこと、などを踏まえてシステムの一部改良や新規製作および施工計画の変更を実施した。本報では、4回目の事例について、主に2回目の事例と比較した計画の相違および適用結果について報告する。

1. はじめに

1989年にシステムの構想を発表した全自動ビル建設システム「ABC S」は、約10年間で3度の適用事例がある。そのうち大規模な高層ビルへの適用は、今回で3度目となり、計画・適用時期の時代背景や工事条件に合せて適用目的やシステムの内容を少なからず変化させてきた³⁾。2回目の事例（以下、N1工事）では、外装の仕様を考慮

して外装工事階までをカバーした外周足場を持つ外周架構を建物全周に渡り設置した。安定した工程確保、高い施工品質などの成果を得る一方で、組立・解体工期および労務について改善の余地を残した¹⁾。そこで、3回目の事例（以下、J工事）では、外装材の仕様・形状を考慮して外周架構の機能を見直し、外周架構の用途を限定・簡略化した。その結果、SCF組立・解体工事における工期短縮や労務削減に大きく寄与した²⁾。

最新の4回目の事例(以下、N2工事)は、N1工事の期工事にあたる建築計画である。工事条件や構造設計に多少の違いはあるが、対象となる高層棟はほぼ同一仕様・形状のビルであるため、工事機械や外周架構などの仮設材については大部分が転用可能である。一方でJ工事の実績や工事条件・構造設計の変更を考慮して、N1工事に対してさらなる工期短縮や労務削減を実現するため、システムの一部改良や新規製作および施工計画の変更を実施し、システムの最適化を図った³⁾。

2. 工事概要および総合仮設計画

2.1 工事概要

適用工事の概要をTable 1に示す。N2工事は地上37階建の高層棟(B棟)をメインとした事務所ビル新築工事である。N1工事のメインである地上26階建の高層棟(A棟)と合せてツインタワーを構成し、その周辺は双方を2階部分で連結した人工地盤となっている。その他、B棟に付属した乗用エレベータ棟、A棟と4階部分で接続する食堂棟、16階部分で接続する連絡ブリッジなどがある(Fig. 1)。現場敷地は鉄道営業線計3線および使用中のA棟に囲まれており、周辺への確実な安全確保や環境保全対策が要求された。B棟は約27m(3スパン)×90m(10スパン)の平面形状を有し、両サイドにコアを配置し、その間は事務室となっている。ABC SはB棟基準階である8~37階の計30階に適用され、その適用床面積は延床面積の約8割に相当する。

2.2 総合仮設計画

現場の周辺状況をFig. 2に示す。アクセス道路側にゲートを2ヶ所設け、各所に搬入ヤードを設けた。鉄骨搬入ヤードは北側に設ける計画とした。B棟南側に大きく人工地盤が広がるため、後施工部を設け、B棟南面の西半分エレベータ棟へアクセスする置栈橋を架設した。さらに、人工地盤の一部を後施工とし、北ヤードの不足分を補う形で南側に仮設材仮置きおよび鉄骨搬入ヤードを設ける計画とした。

B棟のほぼ中央に2.8t人荷エレベータを2基、西隣のスパンに13t貨物リフトを1基設置する計画とした。また、建物外部西側妻面にSCFテルハを1基設置する計画とした。その揚重機配置計画に伴い、西ゲートから南側へ通行可能として、SCFテルハへ北・南の両ヤードから資材を供給できるようにした。

鉄骨を揚重の半日前までに搬入し、柱は仮設ピースを取付け、梁は専用パレットにパッキングする。大梁は前日に先行揚重、小梁は建方前に工区ごとに先行揚重を行うことで並列搬送システムの揚重効率が高められる。また、パッキング作業を行うにはある程度の面積を持つヤードを確保する必要があるが、敷地の狭いJ工事ではヤードの確保ができず、鉄骨ファブの工場にて梁のパッキングを行った²⁾。N2工事では、パレット運用上の理由か

Table 1 工事概要
Outline of Project N2

所在地	神奈川県川崎市中原区
建物用途	事務所
階数	地下1階、地上37階、塔屋2階
構造	S造(3階までSRC造)
敷地面積	30,003.27m ²
建築面積	7,176.41m ²
延床面積	105,572.21m ²
最高高さ	約155.25m
工期	2002.10.15~2005.2.28(28.5ヶ月)
適用床面積	約2,700m ² ×30F=81,000m ²



Fig. 1 完成予想パース
Complete Expectation Perspective

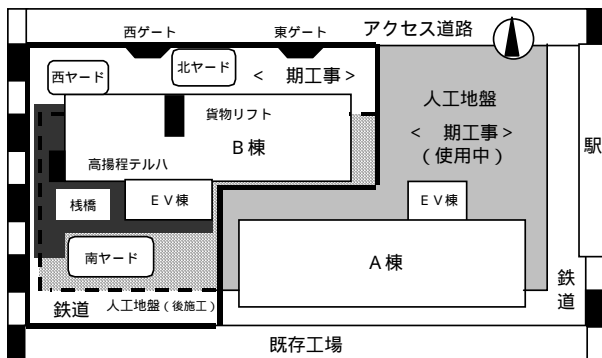


Fig. 2 現場周辺状況
Situation around Construction Site

ら実施を取り止め、ヤードを確保する計画とした。

N1工事では、現場内に約2,800m²のヤードを確保し、鉄骨・外装材の搬入を行った¹⁾。N2工事でも梁パッキング作業を実施するため、梁を北と南のヤードに柱を西ヤードにそれぞれ分割して搬入する計画とした。ヤードの面積は合計して約1,700m²(N1工事の約6割)しか確保できないため、効率の良い搬入計画を行った。主として、貨物リフトでの揚重資材は北ヤードに、SCFテルハでの揚重資材は南ヤードに分割して搬入した。

3. システム適用計画

3.1 システム概要

ABC SはSCFや機械設備などのハード技術と施工支援システムを始めとするソフト技術を組み合わせることによって成り立っている。ハード技術は主にSCFと並列搬送システム、ソフト技術はABC S総合管理システムと計測システムとに分類される。システムを構成する要素技術をTable 2に示す。

3.2 システム適用計画

N 2 工事のシステム断面図をFig. 3に、システム平面図をFig. 4に示す。以下、Fig. 3のように梁取付階をN階、作業階をN-1階と呼ぶ。

3.2.1 SCF SCFは最上階の本設鉄骨を骨組として利用した屋根架構および作業空間の外周を覆い足場を兼ねた外周架構によって構成される。クライミングステップごとにSCFの構造解析を行い、必要に応じて補強を施した。1フロアの施工が完了する度に建方の完了した本設柱に反力を取り、SCFを1フロア分上昇させる。

N 2 工事では屋上階および塔屋部分をSCFとした。骨組は本設鉄骨(一部仮設)を利用し、補強や設置される機械などの重量を含めて約2,200tとなった。クライミング装置は建物外周の22本の柱に設置し、この部分の柱を鞘管状の外ダイヤフラム形式とした。建物内部の柱にはサポート支柱と呼ぶ仮設の柱を取付けた。

SCF屋上にはジブクレーン(走行式)を3基設置した。タクト工事時には付属の乗用エレベータ棟工事および桁行の外装工事等に使用し、その後、SCF解体工事および屋上階・塔屋工事に使用する計画とした。

3.2.2 外周架構 J 工事では外装材の仕様・形状を考慮し、SCFの外周でジブクレーンを利用して取付ける計画とした。そのため、外周架構の覆う範囲や機能の見直しを行い、足場を鉄骨工事に限定した²⁾。結果的にSCF組立・解体工事の工期短縮・労務削減に大きく寄与したため、N 2 工事でもそのコンセプトを踏襲し、さらにN 1 工事で使用した外周架構を最大限にリユースする方針で計画を進めた。鉄骨工用の足場はN階とN-1階の柱周りのみ必要であるため、枠組足場ユニットを柱周りに限定し、メッシュシート張りとした。足場ユニット間は被覆ワイヤー下地の塗装工事に利用するメッシュシート張りとした。また、外周架構上部には仮設テント用のシートを張り、雨の侵入を防いだ。建物四隅にのみN 1 工事と同様の連層足場を設けて、SCF屋上への昇降階段を兼用した。外部から見た外周架構をPhoto 1に示す。

3.2.3 並列搬送システム 在来工事におけるタワークレーンによる連続した揚重・取付作業とは異なり、ABC Sでは揚重と運搬・取付を別々の機械で並列に行う。主に地上部からSCFまでの揚重を貨物リフト、SCF内の運搬・取付をSCFクレーンで行う。

Table 2 システム構成
Components of ABCS

SCF	32m x 105m x 23m, 重量: 約2,200t
クライミング装置	油圧式, 1,960kN / 基 x 22基
SCFクレーン	旋回式 x 2基, 定格荷重: 13.0t, 揚程: 15m スライド式 x 1基, 定格荷重: 7.5t, 揚程: 16m
貨物リフト	1基, 定格荷重: 13.0t, 定格速度: 70m/min
SCFテルハ	1基, 定格荷重: 14.5t, 揚程: 200m
ジブクレーン	OTA-150H走行式 x 2基, JCC-120N走行式 x 1基
鉄骨計測	トータルステーション + 専用システム
SCF位置計測	
生産管理 / 機械制御システム	ABC S 総合管理システム

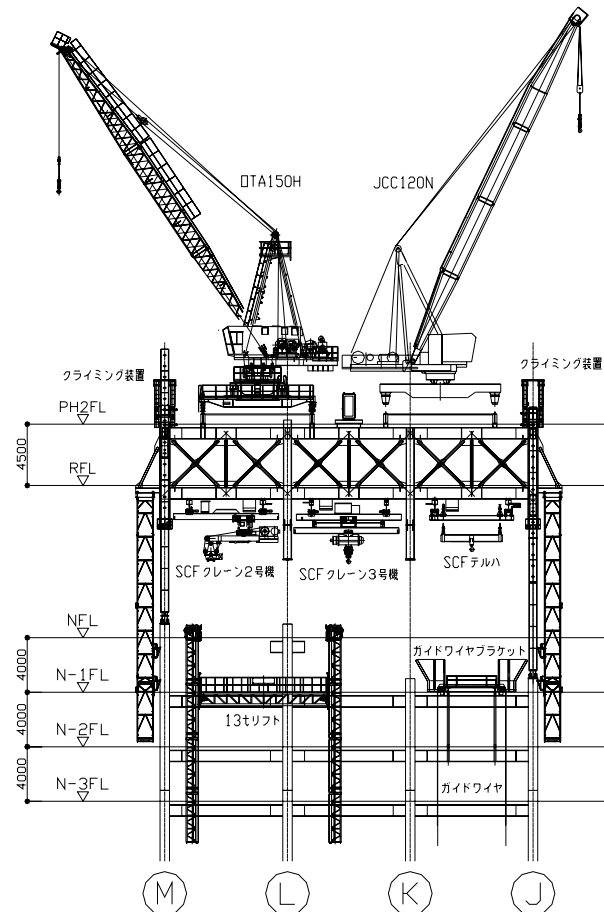


Fig. 3 システム断面図
Section of ABCS



Photo 1 外周架構
Surrounding Walls

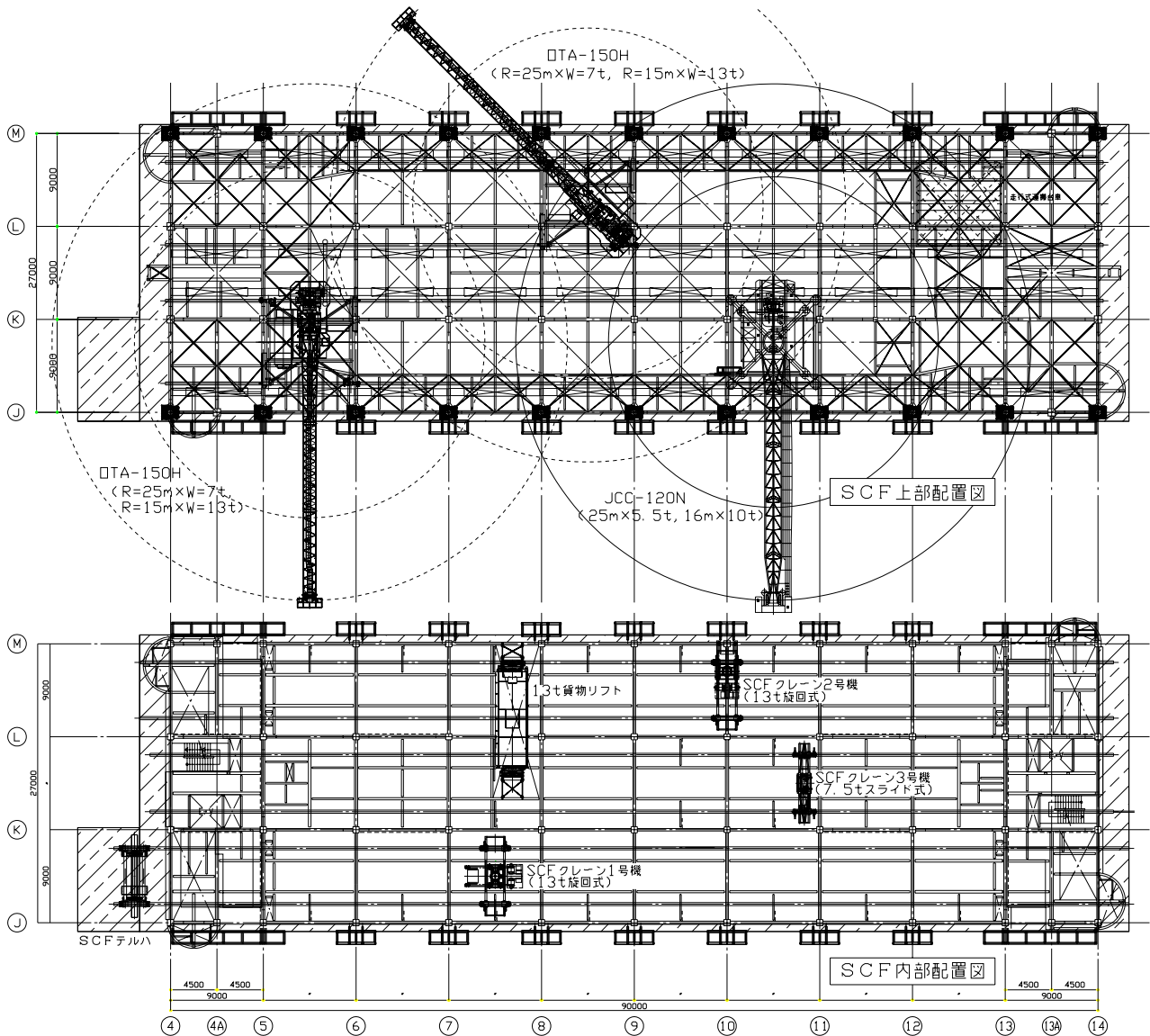


Fig. 4 システム平面図
Floor Plan of SCF

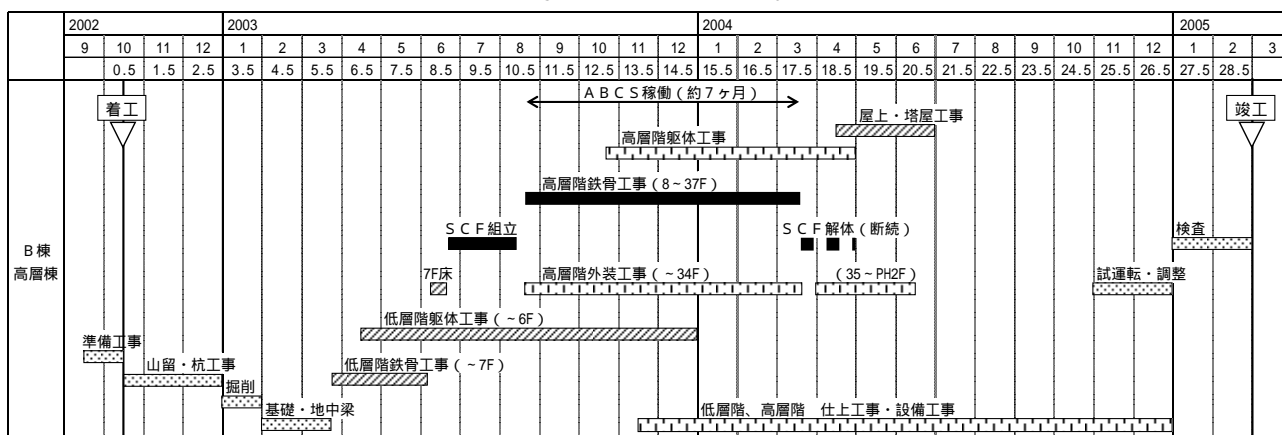


Photo 2 SCFテルハ
SCF Telpher

揚重機の設置場所は、解体後の残工事および関連の仕上工程などを考慮して決定する必要がある。B棟は両サイドにコアを持ちその部分の仕上工程が多いため、妻面外部よりは建物内部中央の事務スペース部に貨物リフト

を設置する方が有利であると予測された。その一方で、長期間に渡り建物内部に最上階まで大きな開口を残す場所を少しでも減らすため、N1工事の2基に対してN2工事では貨物リフトを1基設置とした。削減した1基分の代わりに大きな床開口や外装工事の後施工部分を残さず、鋼製のガイドポストを持たずに大掛かりなクライミング作業の不要な揚重機としてSCFテルハを新規開発した。SCFテルハの設置場所はB棟西側妻面の建物外周とし、揚重した資材を建物内部に取込むため、SCFクレーン1号機と同一スパンを3スパン分走行できるようにしてある。N-1階外周と地上間にガイドワイヤーを設置して強風による資材の荷振れを軽減し、取付済の外装パネルへの衝突を防止した(Photo 2)。SCF内部には短辺の各スパンに1基ずつSCFクレーンを設置する計画とした。外側の2基は旋回式、中央の1基は横スライド式とした。地上部では北・南・西の各ヤードから柱・梁パレット・デッキプレートなどの各資材を大型フォークリフト2台に

Table 3 全体工程
Total Progress Schedule for Project N2



てそれぞれの揚重機に対してタイムリーに供給した。

3.2.4 計測システム 鉄骨建入精度の計測と毎回のクライミングおよびリフトダウン後におけるSCFの位置計測を効率良く実施するため、トータルステーションを利用した専用システムを適用した。操作端末にペン入力型パソコンを利用して、操作効率を向上させて現場での計測データの管理を簡便にした。

3.2.5 ABC S総合管理システム 鉄骨に部材情報となるバーコードを鉄骨ファブの工場であらかじめ貼り、それを鉄骨建方時に読み取って作業の進捗状況を管理する生産管理システム、SCFクレーンの安全運行管理を行う衝突防止システム、クライミング装置の自動運転制御を行う機械制御システムなどを一部改良して適用した。特に生産管理システムでは、端末にバーコードリーダーを備えたPDAを採用してユーザーインターフェースを向上させると同時にSCF内を無線LAN環境とし、読取ったデータをバッチ処理からリアルタイム処理に変更することで進捗管理の精度を向上させた。

3.3 構造設計変更による計画変更点

床がハーフPCa床板からフラット型デッキプレートへ変更になったため、N1工事で使用した高所作業車に替えて、汎用の軽量ローリングタワー(h=2.5m)を使用する計画とした。また、柱・梁接合がブラケット式からノンブラケット式(一部ブラケット式)へと変更になったため、本締め・梁溶接用足場として建物内部では2台組合せて、外周部では外周架構のN階梁下の足場と組合せて使用するほか、鉄骨建方用の足場として単独で利用した。ノンブラケット化に伴い梁溶接(フランジ・ウェブ共)の手順が増えるため、梁溶接を早く開始でき、その後の作業が流れるようにタクト工事の工程計画を行った。

その他、床がフラット型のデッキプレートとなったため、デッキプレート上を移動できない重量のある資材はSCFクレーンを使用した先行揚重が必要になった。タクト工程計画を調整して、ABC S工事の下階で行われる床躯体工事用の資材である鉄筋、スタッド、外周コン止めをタクト工程内でN-1階に先行揚重した。

4. 適用結果

4.1 工程

4.1.1 全体工程 N2工事(B棟のみ)の全体工程をTable 3に示す。高層棟の上棟がクリティカルパスであるため、天候に左右されずに安定した工程進捗が可能なABC Sの採用は適正であったと判断できる。全体工期は28.5ヵ月であり、工事は2005年の2月末に竣工した。

4.1.2 ABC S工事期間 ABC Sの工程はSCF組立工事、基準階タクト工事、SCF解体工事の大きく3つの工事に分割できる。

SCF組立工事はB棟南面の東半分が 期工事で構築された人工地盤に覆われて重機が寄付けない、地組・荷捌きヤードがN1工事の半分程度、という制約条件下で工事を進める必要があった。鉄骨建方および機械・仮設備組立を行う重機として、北面に450tおよび150tクローラークレーンを1基ずつ、南面に150tクローラークレーンを2基配置した。鉄骨建方・機械組立の工程を調整し、外周架構を簡略化した結果、東半分を北面からのみの建方・組立であったにも関わらず、工期はN1工事より約0.5ヵ月短縮した約1.5ヵ月で完了した。

8~37階の基準階タクト工事は妻面の外装工事、設備ライザーユニット取付、SCFや貨物リフトのクライミングなどを含めて6日工程で計画した。実施では雨・風の影響をほとんど受けず、習熟効果などにより作業時間は徐々に短縮し、各社とも早期にほぼ定時内の作業となった。32階タクトから5日工程を実施し、基準階30階分を予定より1週間短縮した約7ヵ月で完了した。

SCF解体工事は、機械設備・外周架構の解体およびSCFと基準階最上階鉄骨との定着作業が中心である。ジブクレーンを使用した本設工事がストップした期間を解体工事期間と定義すると、本設工事との工程の調整により約0.5ヵ月でSCF解体工事は完了した。

4.1.3 基準階タクト工程 基準階工事のうち31階までのタクト工程表(6日タクト)をTable 4に示す。柱の継手位置を半数ずつ奇数階と偶数階に分け、隣り合う

Table 4 基準階タクト工程(6日)
Tact Schedule for Typical Floors (6 days)

タクト	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目
	C工区		A・B工区			
N階	鉄骨建方	鉄骨建方	SCFリフトダウン 梁先行揚重	鉄骨建方	鉄骨建方	SCFリフトアップ 梁先行揚重
N-1階	柱溶接	柱溶接	スタッド先行打ち	スタッド	鉄筋先行揚重	
外装 N-2-5階	西A P・A G	東A P	東面P C a版			東A G
偶数階 タクトのみ						2.8LEVリフトアップ
奇数階 タクトのみ	設備工(衛生)	設備工(空調)				13LEVリフトアップ

Table 5 基準階サイクル工程(5日)
Tact Schedule for Typical Floors (5 days)

タクト	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目
	C工区		A・B工区		
N階	鉄骨建方	鉄骨建方	SCFリフトアップ 梁先行揚重	鉄骨建方	SCFリフトダウン 梁先行揚重
N-1階	柱溶接	柱溶接	スタッド先行打ち	スタッド	鉄筋先行揚重
外装 N-2-5階	西A P・A G	東A P	東面P C a版		東A G
偶数階 タクトのみ					2.8LEVリフトアップ
奇数階 タクトのみ	(衛生)	(空調)	設備工		13LEVリフトアップ

柱同士の間隔を1フロア分ずらしている。A群タクトで偶数階の梁を、B群タクトで奇数階の梁を建方する。タクトは大きく前半と後半に分かれ、前半にC工区(K-L間)の鉄骨工事および表面の外装工事を中心に行い、後半にA・B工区(J-K, L-M間)の鉄骨工事を中心に行う。前半の工事が完了した3日目の夕方にSCFをリフトダウンさせ、K・L通りの溶接が完了した柱に荷重をあげる。後半の工事が完了した6日目の夕方にSCFを1階分クライミングさせて、次階のタクトへ移行する。デッキプレートは次階タクト時の作業床となるため、各階タクトで敷込みを完了させた。

その他、両サイドコア周りの仕上工程および外装パネルの納まりや施工手順を考慮して、妻面の外装工事を鉄骨工事のタクト工程に組み入れ、SCF内部で施工した。結果的にタクト前半におけるSCFクレーンの稼働率が向上できた。鉄筋やスタッドなどの先行揚重および煙突や設備ライザーユニット(奇数階タクト)の取付をタクト内で行った。奇数階タクトに貨物リフト、偶数階タクトに人荷エレベータのクライミングを行った。

32階以降のタクト工事では、作業手順の標準化および習熟効果、鉄骨の板厚減による溶接作業時間の短縮、鉄骨の重量減による梁パレット数(揚重回数)の減少などの相乗効果によって、前半1日を短縮した5日タクトへと移行した。5日タクトの工程表をTable 5に示す。

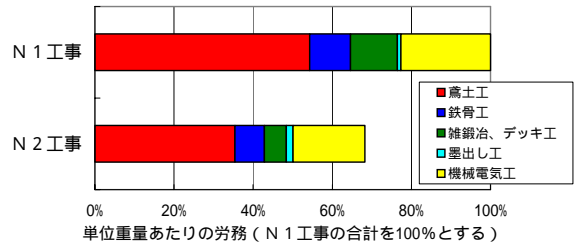


Fig. 5 SCF組立・解体工事における労務比較
Comparison of Labor for Assembling and Dismantling SCF

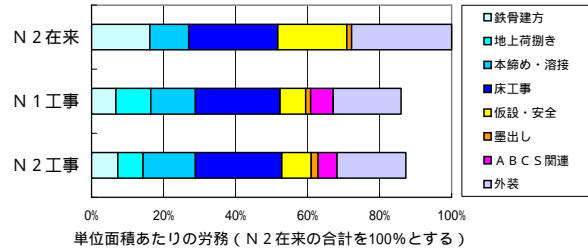


Fig. 6 基準階タクト工事における労務比較
Comparison of Labor for Typical Floor Construction

4.2 労務実績

4.2.1 SCF組立・解体工事 N2工事におけるSCF組立・解体工事に要した労務をN1工と比較するため、SCF単位重量あたりに要した労務を指標とした。SCF組立・解体工事を合計した労務をFig. 5に示す。N2工事では、外周架構の簡略化などのシステム変更や作業内容および手順の標準化などの相乗効果により、高土工の労務が大幅に削減できたため、N1工事に対して要した労務は約35%減となった。

4.2.2 基準階タクト工事 N2工事における基準階工事に要した労務をN1工と比較するため、タクト工事全体に要した労務を適用床面積で除した単位面積あたりの労務を指標とした。基準階タクト工事の労務をFig. 6に示す。比較のため、在来工法で行ったABC S適用範囲外のN2工事のデータ(N2在来)を併記する。N2工事ではN2在来に対して約15%減となった。床がハーフPCa床板からフラット型デッキプレートに、鉄骨の柱・梁接合がボルト接合から溶接継手へと構造設計変更がなされたが、現場労務はN1工とほぼ同等となった。

4.3 環境保全

4.3.1 作業環境 SCF内観の様子をPhoto 3に示す。N-1階の作業床にはデッキプレートの敷込みが各タクト工程内で完了し、通常の鉄骨工用足場の仮置き量が少ないため、工場内の様に整然とした環境となっている。

SCF内の作業環境を定量的に評価するため、タクト工事中にABC Sに関連した職種の作業員を対象としたSCF内の作業環境に関するアンケート調査を実施した。アンケート調査はSCF内の作業環境に影響のあると考えられる合計12項目について5点満点で評価する形式とした。アンケートの回答者は6職種12社の計73名(平均年



Photo 3 SCF内観
Inside View of the SCF

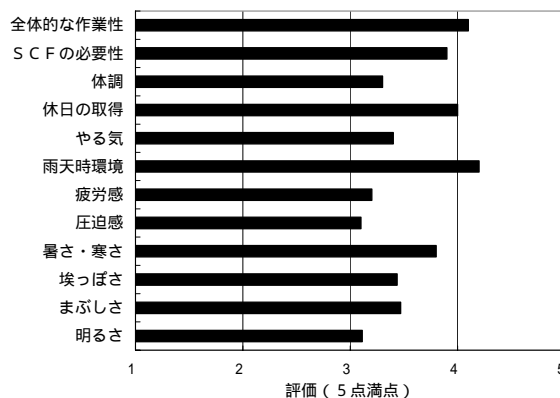


Fig. 7 SCF作業環境アンケート結果
Result for Questionnaire
of Working Environment inside SCF



Photo 4 鉄骨工事前ローリングタワー
Light Weight Rolling Tower for Steel Frame Work



Photo 5 SCF外観
Outside View of the SCF

年齢40.7歳、経験年数16.7年)であり、「雨天時の環境が良い」、「暑さ・寒さを凌げる」、「休みを計画的に取得できる」という項目について高得点を得た。また、SCFの必要性や全体的な作業性についても高得点を得ており、アンケートの実施によってSCF内の良質な作業環境が作業員の立場において証明された。

ABC Sは1フロアごと作業を進める積層工法であり、鉄骨工事の作業足場として軽量ローリングタワーを使用した(Photo 4)。柱・梁接合がノンブラケット式に変更され、建方用足場としても使用した他、ボルト本締め、梁溶接、U T検査にも使用した。在来工法の梁上からのみのアクセスと異なり、作業床上からもアクセスが可能のため、作業性および安全性が向上した。

4.3.2 周辺環境 タクト工事中のB棟(写真左奥)の外観をPhoto 5に示す。敷地に隣接して3線の鉄道営業線があり、隣接する使用中のA棟(写真右前)へは平日1日あたり数千人の勤務者の出入りがあったが、外周架構により飛来・落下災害に起因する第三者災害を防止できた。ABC Sの特徴である外周架構で鉄骨工事階を覆い、外装工事を鉄骨工事階直下まで進めることで周辺に対して建設現場を強く感じさせずに工事を進められた。

5. 結果考察

5.1 工期短縮

5.1.1 SCF組立・解体工事 SCF組立・解体工事期間中はクレーンを使用する躯体・外装工事は中断を余儀なくされるため、できる限りクレーンの占有期間・時間を短縮できる工事計画をしなければならない。N2工事では外周足場を2階分短縮して桁柱周りに限定し、妻面は骨組架構のみに簡略化した。この簡略化によって、組立・解体のユニット数が大幅に減少したことで揚重能力の高いジブクレーンを選定したため、クレーンの占有期間は組立・解体工事ともに大幅に減少し、それぞれ約0.5ヵ月の工期を短縮することができた。組立・解体期間の短縮にはユニット数の削減が非常に効果的である。

5.1.2 基準階タクト工事 在来工法ではタワークレーンを利用して鉄骨工事と外装工事を交互に繰返し施工するのに対して、ABC SではSCF内部でSCFクレーンを利用して鉄骨工事、SCF外部でジブクレーンを

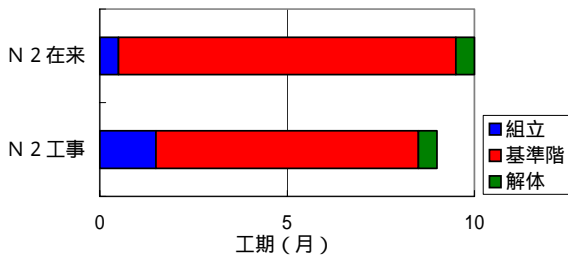


Fig. 8 ABC S全体工程比較
Comparison of Total Construction Period for ABCS

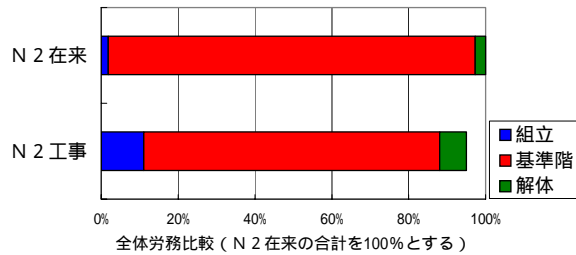


Fig. 9 ABC S全体労務比較
Comparison of Total Labor for ABCS

利用して外装工事を明確に作業区画しつつ同時並行施工することが可能である。また、節単位ではなくフロア単位で作業を繰返すため、繰返し回数が在来工法より多くなり、回を重ねるごとの習熟効果と合せて、基準階工事の工期短縮が期待できる。N 2 工事(在来工法)における工事計画の概要は、900t・mクラスのタワークレーン2基を使用して、1節15日タクトで施工する計画であった。S C F部分を含めた32フロア(16節)分の施工は、実働26日/月で計算すると全体で9ヵ月を要す計画であった。それに対してN 2 工事では、計画通り工事が進捗して基準階全体で7ヵ月の工程であったため、在来工法に対して約2ヵ月の工期短縮効果を得た計算となる。

5.1.3 ABC S全体工程 S C F組立・解体工事および基準階タクト工事を合計したABC S全体工程についてN 2 工事(在来工法計画)と比較した結果をFig. 8に示す。在来工法において、ABC SのS C F組立・解体工事の工期に対応するのはタワークレーンの組立・解体であり、同時期の在来工事の実績からそれぞれ0.5ヵ月とした。同図において、全体を比較すると在来工法の10ヵ月の試算結果に対して、ABC Sでは約1ヵ月工期を短縮した9ヵ月であった。これらの実績工程をN 2 工事に当てはめると基準階が20階以上であれば在来工法に対して全体工期の短縮が十分に可能であると試算できた。

5.2 労務削減

5.2.1 S C F組立・解体工事 S C F組立・解体工事の労務の削減には、機械設備の部品点数の削減が効果的である²⁾。N 2 工事では外周足場を鉄骨工事に限定したことにより、外周足場および骨組架構の見付面積はN 1 工事の約1/3となった。N 2 工事における外周架構の組立・解体に関する鷹工の労務はN 1 工事の約1/3となり、

見付面積とほぼ同比となった。今後の適用計画では、外周架構の足場の見付面積比から外周架構の組立・解体労務(概算値)を予測可能になる。また、新規開発したS C Fテルハは揚重機の種類上クレーンであるため、鋼製のガイドポストが不要で建物外部に跳ね出して昇降するため周囲の養生が大幅に削減できるなどの理由により部品点数が減少した。建物内部に設置した貨物リフトと比較して、組立で約1/3、解体で約1/10に労務を圧縮できた。

5.2.2 基準階工事 前述した通り、床材と鉄骨の柱・梁接合について主に材料のコスト削減を目的とした構造設計変更がなされた。N 1 工事に対して、床工事では床配筋の増加した1段分と現場打ちインサートの工数が増加し、本締め・溶接では小梁のピース数の増加によって本締め工数の増加と梁溶接の工数が増加した。一方、S C Fテルハの採用と貨物リフトのクライミング階数の削減(2フロアに1回)によって、揚重機のクライミングに要した労務を大幅に削減することができた。全体としてはN 1 工事とほぼ同等の労務に収めることができた。

5.2.3 ABC S全体工事 S C F組立・解体および基準階タクト工事に要した労務の合計をFig. 9に示す。N 2 在来は、Fig. 6の結果を参考に算出した基準階工事の労務と同規模現場の労務資料を参考に算出した工事機械の組立・解体労務を合計した予測値である。同図からN 2 在来に対して、約5%の労務が削減すると予測できた。

6. まとめ

本論文ではN 1 工事で建設したビルとツインタワーを構成するほぼ同一仕様・形状の事務所ビル新築工事(N 2 工事)へのABC S適用事例について報告した。N 1 工事で使用した機械設備をN 2 工事において最大限リユース・転用して、工期短縮・労務削減効果の特に高いと予想された外周架構を簡略化し、貨物リフト1基の代わりにS C Fテルハを新規開発した。その結果、基準階の鉄骨・外装工事(部分的)の工程を在来工法に対して約10%短縮、それらに要した労務を約5%削減することができた。

N 2 工事の結果から、システムの基本をそのままにして、適用現場の諸条件に合わせて効果の高い部分に集中したシステム変更を行うことによって、システム変更に要すコストを最小限に抑えながら工期短縮・労務削減を実現させることが可能であることがわかった。

参考文献

- 1) 浜田耕史他：全自動ビル建設システムの開発(その2)、大林組技術研究所報, No.61, (2000.7)
- 2) 池田雄一他：全自動ビル建設システムの開発(その3)、大林組技術研究所報, No.66, (2003.1)
- 3) Ikeda Y. et al : The Automated Building Construction System for High-rise Steel Structure Building, CTBUH 2004 Seoul Conference, (2004.10)