

# 1. 全自動ビル建設システムによる高層ビルの施工

(株)大林組：\*池田 雄一、宮川 宏  
大島 勝之

## 1. はじめに

全自動ビル建設システム「ABC S (Automated Building Construction System)」は、建設業に従事する労働者の高齢化および技能工不足の解消、3 Kに代表される労働環境の改善を目的として開発された。ABC Sは建設現場に製造業におけるファクトリ・オートメーションの概念を導入することによって建設工事の自動化・ロボット化を図り、情報化を積極的に推進した建設システムである。作業空間を全天候型のビル建設工場「SC F (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。1993年、地上10階の中層ビル新築工事に初めて適用し、工場内の快適な作業空間のもと生産性の向上・安全性の向上を実現した。

今回、2回目の事例となる地上26階の本格的な高層ビル新築工事に適用するにあたり、工事規模に合わせて主要な構成要素である機械の見直しを行い、新規開発を行った。これまで、実証できた生産性・安全性の向上のほか、新規開発機械のイニシャルコストを抑えてコストダウンを図り、SC Fの組立・解体を含めたトータルでの工期短縮を目指した。本報告ではこれらの目標に対する適用結果について報告する。

## 2. ABC Sの概要

ABC Sは、全天候型のビル生産工場であるSC F、SC F内外に設置され、実際にビルを建設するための搬送・取付を行う施工・搬送機械（並列搬送システム）、から構成される。

### 2.1 SC F

SC Fの骨格は最上階の本設鉄骨を利用した屋根架構、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。SC Fは本設鉄骨柱上に建てられたクライミング支柱で支持され、1フロアの施工完了後、クライミング装置により1フロア分上昇する。クライミング装置はSC F外側の柱を貫通するクライミング支柱の上部、屋根架構上に設置した。クライミング装置は油圧ジャッキ方式で、2本のペアロックシリンダを組込んだ。ペアロックシリンダは通常ピストンとシリンダが縮まりばめ状態であり、運転はアンロック圧をかけて行い、任意の位置で停止が可能である。

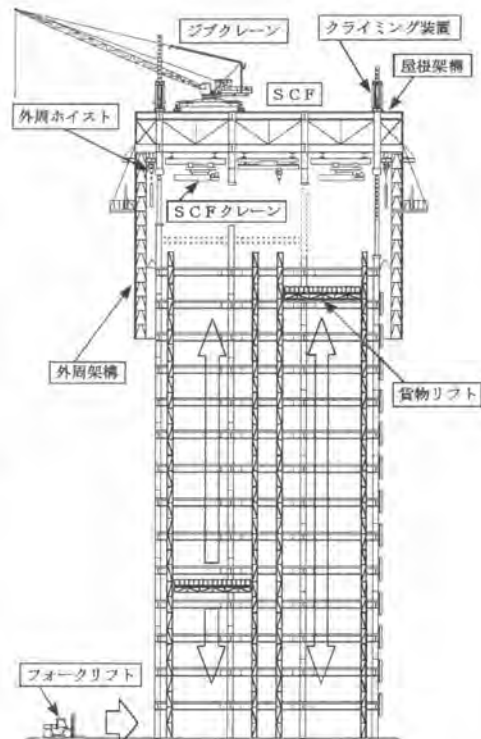


図1 ABC Sシステム断面図

## 2. 2 並列搬送システム

ABC Sでは、在来工法におけるタワークレーンによる揚重とは異なり、揚重・水平搬送を別々の機械を並列稼働させて行う。搬送効率が向上するため、タワークレーンと比較してSCFへの単位時間あたりの部材供給量が大幅に増加する。その結果として、飛躍的な生産性の向上が期待できる。

### (1) 貨物リフト

SCFクレーンとの組合せで並列搬送システムを構成し、主として、鉄骨・PC床板などを搬送する。大型のフォークリフトによって地上運搬された鉄骨部材、PC床板などの揚重は貨物リフトで行った(写真1)。建物中央部の北寄り(図2、上寄り)、南寄り(図2、下寄り)に1基ずつ設置した。最重量部材である柱によって定格荷重を、最長尺部材である小梁によって搬器大きさを決定した。SCF内の施工階以外の途中階への揚重も可能であるため、ガラス、鉄筋の揚重をはじめ、仕上材などの先行揚重も実施した。

### (2) SCFクレーン

貨物リフトによって揚重された鉄骨などの資材はSCF下面に設置したSCFクレーンによってSCF内を水平搬送し、取付を行う。建物長手方向(図2左右方向)の走行動作を基本とし、建物短辺方向の各スパンに1基ずつ計3基設置した。鉄骨柱を建方する外側2基のクレーンの定格荷重は貨物リフトと同じ13ton 旋回式とした(写真2)。中央のクレーンは外寄りに配置した貨物リフトから資材を吊れるように左右にスライド可能なスライドビーム式とし、定格荷重は7.5tonとした(写真3)。

### (3) ジブクレーン

外周ホイストとの組合せで外装材専用の並列搬送システムを構成する。外周架構に設けた荷取りステージへ外装パネルを揚重するため屋根架構の上にジブクレーン JCC-120N 走行式を1基設置した。SCF解体にも利用するが、解体時には2基(U-100 走行式)増設して工期短縮を図った。

表1 機械システムの仕様

構成技術	概略仕様
SCF	W33m×L96m×H28m, 重量約2,200ton
クライミング装置	油圧ベアロックシリンダ式, 推力1960kN×22基
SCFクレーン	旋回式天井クレーン: 定格荷重13.0ton, 揚程15.0m ×2基
	スライド式天井クレーン: 定格荷重7.5ton, 揚程16.0m ×1基
貨物リフト	定格荷重13.0ton, 定格速度70m/min ×2基
ジブクレーン	JCC-120N走行式 ×1基
	解体時 U-100走行式×2基増設
外周ホイスト	4.8+4.8ton 2連ホイスト ×2基

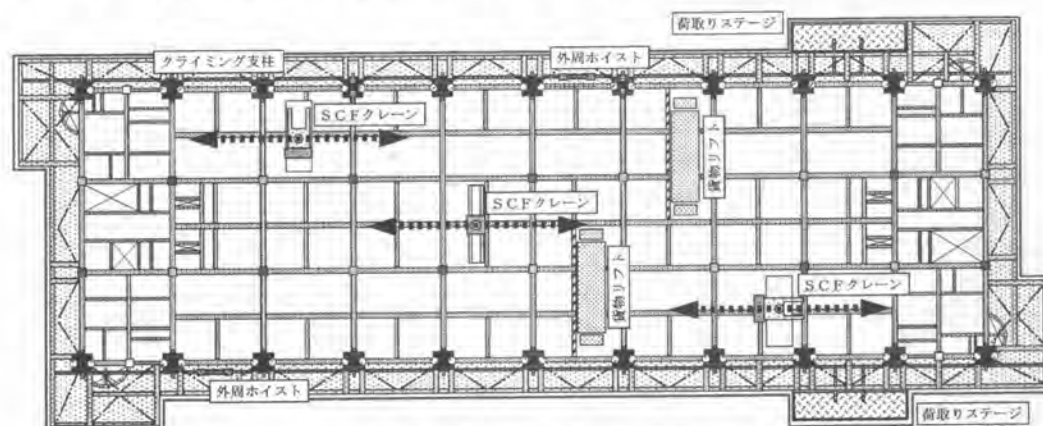


図2 ABCSシステム平面図

#### (4) 外周ホイスト

建物長手方向の外装パネルは、荷取りステージへ揚重された後、外周架構と建物との間に設置した外周ホイストによって運搬・取付を行う(写真4)。長手方向に1基ずつ(図2、上下)、計2基設置した。

### 2.3 機械システムの改善点

今回工事では工事規模に合わせてシステムの改良を行った。初回工事と比較した改良点をまとめる。

- ・クライミング装置にベアロック式油圧ジャッキを採用した。初回のラック・ピニオン式と比較して装置が軽量化し、組立・解体時の作業性が向上した。また、クライミング手順を工夫し、本設柱の半数に設けたクライミング支柱でSCFを支持できるようにしたため、装置の費用を大幅に削減させることができた。
- ・貨物リフトの定格荷重を最重量部材である柱に合せて13tonにアップし、搬送効率アップのため定格速度も40m/minから70m/minにアップさせた。
- ・柱を吊るSCFクレーン(旋回式)の定格荷重も同様に13tonにアップさせ、中央のSCFクレーンは両側の貨物リフトから荷取りできるようスパン外に吊点を移動できるスライドビーム式とした。
- ・本格的な高層ビルへの適用に合わせ、解体用にジブクレーンを屋上に設置した。ABCsによる工事期間中は外装パネルの揚重に使用し、外装パネルの揚重システムを貨物リフトから独立させた。その他、付属するエレベータ棟の建方にも使用し、稼働率を高めた。
- ・SCFクレーンで建物内側から大型の外装パネルを取付けるのは困難であるため、外周ホイストを設置し、ジブクレーンと組合せることによって揚重から取付までの搬送システムを完全に独立させた。

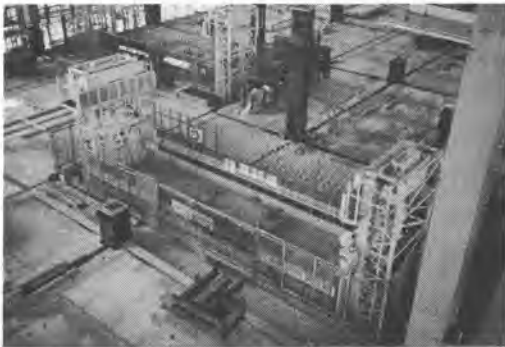


写真1 貨物リフト



写真2 SCFクレーン(旋回式)



写真3 SCFクレーン(スライド式)



写真4 外周ホイスト

### 3. 適用工事概要

ABC Sを適用した現場の工事概要を表2に、総合仮設計画を図3に示す。建物の概要は敷地南端に位置する高層棟（3×10スパン）とその北側に付属する1×2スパン分のエレベータ棟、高層棟を低層部西よりの部分で南北に貫く食堂棟、高層棟北側の敷地の大部分を2Fレベルで覆う人工地盤に大きく分けられる。

#### <SCF組立時>

ABC Sによる施工は高層棟の基準階となる7F～26Fで行った。SCFはRF部分とし、7F床コンクリート打設後、SCFの組立工事に入った。組立工事は東西南北の4面から大型のクローラクレーンにて行い、周囲の低層階工事と調整を行いながら効率良く行った。

#### <ABC S稼働時>

ABC Sによる工事期間中、鉄骨やPC床板などの部材は現場搬入後、高層棟西側のストックヤードへ建方順番にしたがって仮置きし、梁やPC床板は効率良く先行揚重を行うためパッキングを施した。外装PCパネルやアルミパネルは高層棟東側に搬入し、ジブクレーンによって揚重した。エレベータ棟の建方はジブクレーンによる在来工法で、外装材揚重のサイクル工程の合間に行った。

#### <SCF解体時>

26Fの躯体工事が終了すると26Fの柱頭に本設屋上階となるSCFを定着させ、建物と一体化させる。その後、あらかじめ2基増設していたジブクレーンによってSCFの仮設部分の解体を順次行った。建物内部では、SCFクレーン、貨物リフトの解体工事を並行して行った。

表2 工事概要

工事場所	川崎市中原区
階数	地下2階、地上26階、塔屋2階
構造	地下：SRC造、一部RC造 地上：SRC造（3階床まで）、S造
延床面積	79,752m <sup>2</sup>
用途	事務所
工期	1997年10月1日～2000年1月31日
ABC Sによる施工	7階～26階
ABC S施工床面積	約2,730m <sup>2</sup> ×19F=51,900m <sup>2</sup>
ABC S稼働期間	5ヶ月

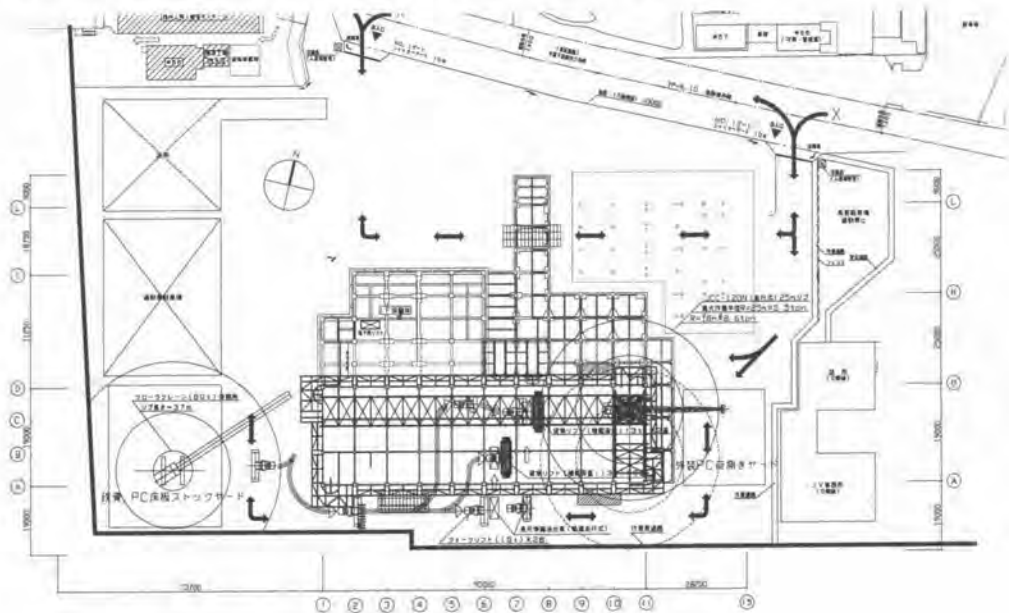


図3 総合仮設計画



め作業は高所作業車を使用し、安全に行えた(写真5)。

鉄骨工事やPC床板敷込工事はSCFクレーンによって行ったが、オペレータが作業場所近傍に常にいるため遠隔にて操作を行うタワークレーンと比較して操作の確実性、状況判断ともに優れ安全性が向上した。

#### (2) 作業環境の改善

作業環境がSCFにより覆われるため、作業は天候の影響を受けない。このため、ボルト本締めや溶接作業、外装工事のシーリング作業などにおいて良質な作業環境が維持でき、品質の向上に貢献した。

ABCによる工事における作業環境への影響について分析するため作業員を対象としたアンケートを実施した。対象はABCSに関係した多能工、薦・土工、鍛冶工、墨出し工など合計120名である。アンケート結果を図7に示す。同図は5点満点で採点した職種別の平均点を表したものであり、概ねSCFによる作業環境の改善に関する項目を肯定している結果となった。

#### 4.5 自動化

SCFクレーンの自動運転は玉掛けから取付位置決め、玉外しまでの全自動運転ではなく、玉掛け、巻上げ後の走行動作から取付位置近傍までの部分的自動運転とした。初回の工事における自動化レベルは非常に高かったが、費用対効果のバランスが悪かった。今回工事では自動化レベルを限定することでコストダウンを図り、当初の目的は達成できた。

#### 5. おわりに

ABCは天候に左右されやすく、高所での危険要因を多く含む建設業における作業を改善するため、製造業における工場のように快適な作業空間のもと安全に建築生産を行うことを目的として開発された。開発当初から現在に至るまで建設業を取り巻く環境が激変したことで、ABCの目指す方向も自動化・無人化による生産性の向上から人間共生型・地球環境問題配慮型へと変化してきた。しかし、労働者の高齢化・技能工不足などの問題は解決されたわけではないため、今後も自動化・ロボット化に向けての取組みが必要であると考えます。

#### <参考文献>

1. 森 他：「全自動ビル建設システムの適用実績」, 第8回建築施工ロボットシンポジウム
2. 宮川：「地球環境保全に配慮したエコ活動と自動化施工」, 建築の技術「施工」, 彰国社
3. 池田他：「全自動ビル建設システムによる鉄骨造高層ビルの施工」, 第8回建設ロボットシンポジウム



写真5 作業状況

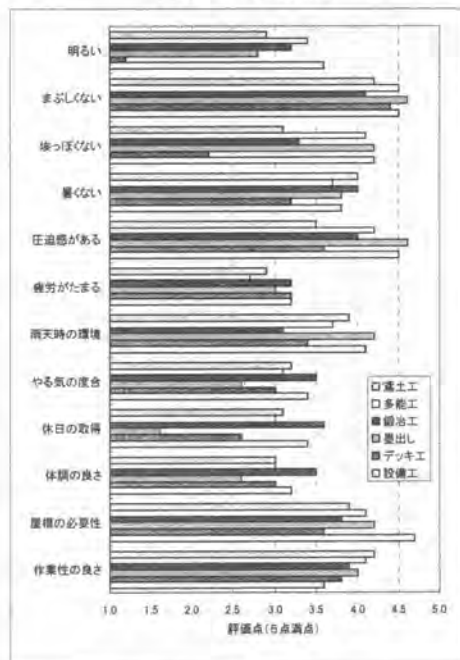


図7 作業環境アンケート結果