

# ハイテク型ビル自動化施工システム



森元淳平\*, 森哲郎\*\*

## Highly Automated Building Construction System

**Key Words :** ABCS(Automated Building Construction System), Big Canopy, SCF(Super Construction Factory)

### 1. 会社概要

名称：株式会社大林組  
 英文名称：OBAYASHI CORPORATION  
 本社住所：東京都港区港南2-15-2  
 創業：明治25年1月(1892年)  
 資本金：577.52億円(1998年7月現在)  
 売上高：1兆4651億円(1997年度)  
 従業員：11,904人(1998年7月現在)  
 事業内容：・建設工事の請負・地域開発, 都市開発, 環境整備その他建設に関する事業  
 ・上記に関する調査, 測量, 企画, 立案, 設計, 監理等エンジニアリング, マネージメント及びコンサルティング業務の受託・住宅に関する事業 他  
 事業所：東京本社, 大阪本店, 札幌支店, 東北支店, 横浜支店, 名古屋支店, 北陸支店,

神戸支店, 広島支店, 四国支店, 九州支店, 技術研究所, 海外19拠点 他

### 2. はじめに

建設業は就業者数約685万人(平成9年平均)を抱え, その活動は, 我が国の国内総生産(GDP: 507.8兆円: 平成9年度)の約15%(74.6兆円)を占める。道路・河川・公園などの土木工事や, 住宅・工場・ビルなどの建築工事を通して, 我が国の経済活動において重要な位置を占めている。

しかし, 建設の現場作業は他産業に比べ労働負荷が大きく, 厳しい環境下における作業が多いため, 労働災害の発生率も高く, 若い労働者の新規参入が減少していることなどが指摘されている。また, 建設業における労働生産性は図1に示すように低下傾向にあり, その理由として「技術者の高齢化の進行」が第1にあげられている。

このような建設産業の抱える諸問題を解決し, 建

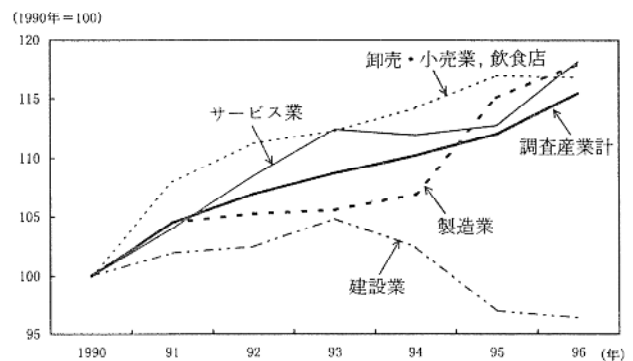
\*Jumpei MORIMOTO  
 1940年2月26日生  
 1962年神戸大学工学部建築学科卒業,  
 1971年コロンビア大学工学部修士修了  
 現在, (株)大林組・エンジニアリング  
 本部・取締役副本部長,  
 M. S. in Applied Material and Eng.  
 Mechanics, 建築構造  
 TEL 06-6946-4565  
 FAX 06-6946-4760  
 E-Mail jmorimot@pub.obayashi.  
 co.jp



\*\*Tetsuro MORI  
 1947年8月20日生  
 1972年京都大学大学院工学研究科卒業  
 現在, (株)大林組・エンジニアリング  
 本部・大阪コンサルタント部, 課長,  
 修士, 建築施工  
 TEL 06-6946-4565  
 FAX 06-6946-4760  
 E-Mail te-mori@o-net.obayashi.  
 co.jp



産業別労働生産性の推移



(備考) 1. 経済企画庁「国民経済計算年報」, 労働省「毎月勤労統計調査」(事業所規模5人以上)により作成。  
 2. 労働生産性=実質GDP/(就業者数×総実労働時間)として計算。

図 1

設現場を魅力ある作業環境にする有力な方法の一つとして、ビル自動化施工システムの開発が行われてきた。

当社では、1993年にビル自動化施工システムを日本で初めて実用化して以来、現在までに6つのプロジェクトでこのシステムを適用し、システムの有効性を検証してきた。その中で、コンピュータによって制御された、各種自動機械によって柱・梁・床板・外壁の搬送・取付け作業、鉄骨の溶接作業など一連の作業を自動化したハイテク型ビル自動化施工システムの開発を行ってきた。

ここではこれまでに当社が開発したビル自動化施工システムについて、その開発のねらい、構成する要素技術、自動化施工における問題点・今後の課題などについて述べる。

### 3. ビル自動化施工システム

#### 3.1 ビル自動化施工システムのねらい

ビル自動化施工システムは、従来、人が行ってきた特定の作業を機械に置き換えようとするものではなく、自動化に適した生産方式を創出し、それに適した自動化設備やロボットを効果的に導入し、さらに生産計画や管理業務の情報化を進めることにより、建築現場を一つの自動組立工場化することを目指したものである。そのねらいは以下の通りである。

- 1) 作業環境の改善(安全、快適、清潔、苦渋作業からの解放、魅力ある職場)
- 2) 品質、工程、コスト等の安定化(全天候化、労務平準化など)
- 3) 生産性の向上(工期短縮、省人化など、ローテク産業から情報コントロール技術を駆使したハイテク産業型へ)
- 4) 環境問題の改善(省資源、建設廃材の減少、建設公害の低下、周辺環境との調和)

#### 3.2 システムの構成

当社が開発・実用化したビル自動化施工システムには鉄骨造の建物を対象とした「全自動ビル建設システム」(ABCS: Automated Building Construction System)(写真1)と、鉄筋コンクリート造の建物を対象とした「RC自動化建設システム」(BIG CANOPY)(写真2)がある。

##### 3.2.1 ABCSのシステム構成

ABCSは鉄骨造の建物を対象としたシステムであり、下記のようなシステム構成となっている。(図2)

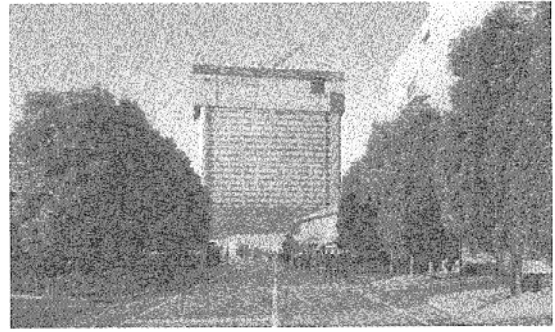


写真1

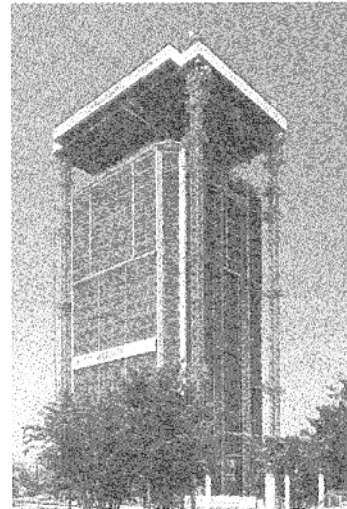


写真2

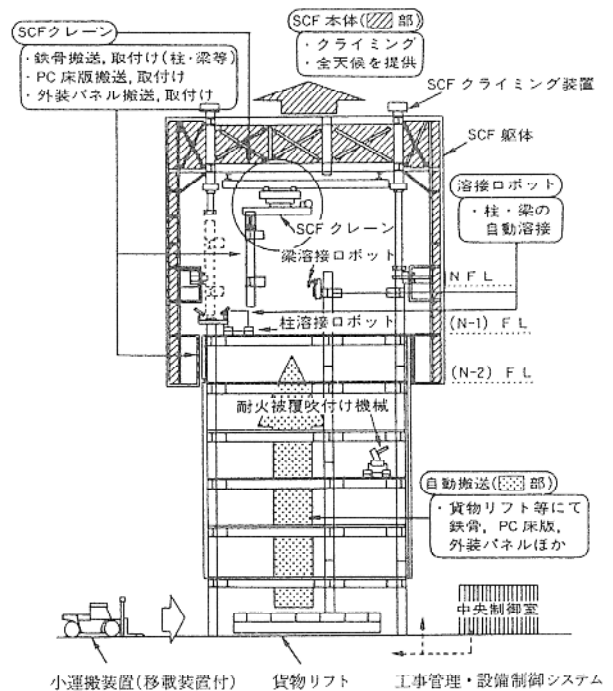


図2

1) SCF(Super Construction Factory)

SCFは建物最上階の構造体をベースに構成され、屋根と壁に囲まれたビルの建設工場である。SCFは自動昇降設備(クライミング装置)を持っており、1階分の工事が完了するとクライミングしてSCFを上昇させ、これを繰り返すことによって連続的にビルを建設する。最終的にはこのSCFがビルの最上階そのものとなる。

2) 搬送システム

現場に資材が到着してから、作業階取付位置までの自動運搬を行う機械である。地上から作業階までの垂直搬送は貨物リフトで行い、SCF内での部材の水平運搬・取付けはSCFクレーンで行う。垂直搬送と水平搬送を分離することにより、作業の並列処理が可能となり高層ビルの施工ではメリットを発揮することができる。

また、SCFクレーンは作業階において部材の取り付けを行うが、その動作はあらかじめプログラムされた自動運転により施工される。

3) その他の自動化設備

その他の自動化設備については、溶接ロボットや姿勢計測装置、部材吊り治具装置、カーテンウォール搬送装置など、各種のロボットないしは設備をシステムとして組み合わせて運用を行う。

4) 総合管理システム(図3)

ABCSは、現場に相当量の設備を持ち込んで一つのFA工場を構築して建築施工を行うものである。そのため、工場の運用方法に関する計画や管理が重要となる。それを効率的に行うための各種の管理システムが適用されている。

「機械制御システム」は、クレーン、クライミング装置、貨物リフトの運転制御を行うシステムで、各機械を中央制御室に設置された操作盤からコントロールすることができる。「生産管理システム」は、設計段階で作成されたCAD情報を施工モデルにデータ化し、各部材の現場搬入や投入・取付けなどのスケジューリングを行うとともに、設備運転管理システムから返される実績情報をもとに3次元建方進捗状況を画面に表示する。

「設備運転管理システム」は、生産管理システムで計画したスケジュールに基づいて、あらかじめ自動運転データの作成を行う。また、部材に貼り付けられたバーコードを読み取り、運転データに従って所定の取付位置までクレーンを自動運転させる。その運転状況はリアルタイムで表示され、作業管理者は複数のクレーンの稼働状況をすべて把握することができる。

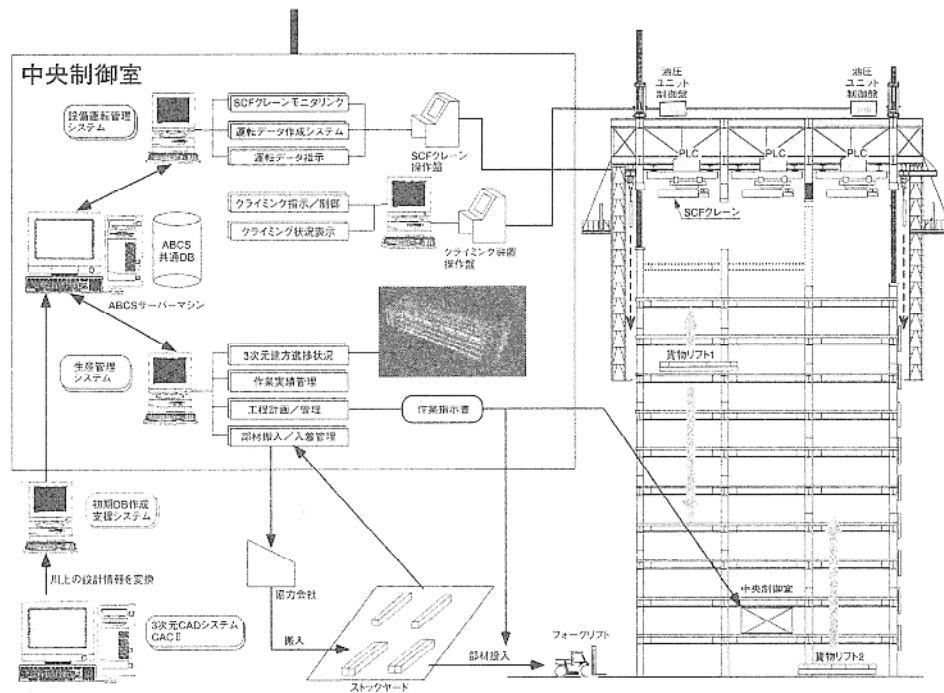


図 3

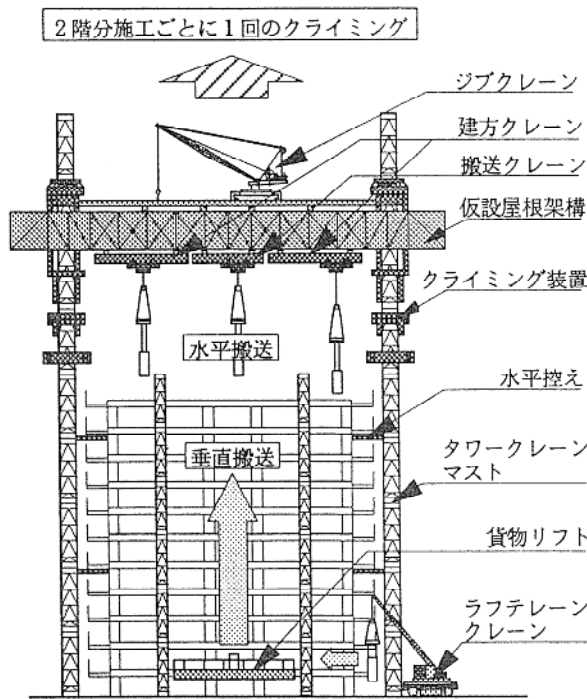


図 4

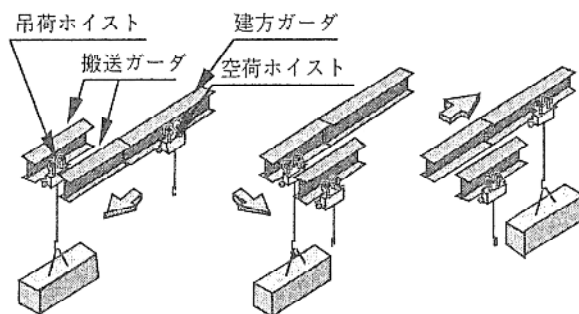
### 3.2.2 BIG CANOPY のシステム構成

BIG CANOPYは鉄筋コンクリート造の建物を対象としたシステムであり、下記のようなシステム構成となっている。(図4)

#### 1) 同調クライミング式仮設屋根架構

同調クライミング式仮設屋根架構は、建物の外部に独立して設けた仮設ポストとクライミング装置、および全天候仮設屋根から構成される。

仮設ポスト、およびクライミング装置は転用可能なように、タワークレーン用のものを利用した。屋根架構は鉄骨トラス構造で下面に乗り移り式天井クレーンを設置している。



1. 空荷ホイスト移動 2. 搬送クレーン移動 3. 吊荷ホイスト移動

図 5 ホイストの乗移り動作

#### 2) 搬送システム

ABCSの搬送システムと同様、垂直搬送と水平搬送を分離した並列搬送システムを採用している。水平搬送は、乗り移り式天井クレーンを使用した。乗り移り式の概要は図5に示すように、搬送クレーンの2本のガーダを建方クレーンのガーダと交互に連結させながら、建方クレーン側の空荷ホイストと搬送クレーン側の吊荷ホイストを入れ替えることを行なう。

#### 3) その他の設備

風やクレーン動作に伴う吊荷の回転を精度よく制御するために、ジャイロ効果によって旋回モーメントを得る方式の吊荷旋回制御装置を装備した。操作は天井クレーンのオペレータが無線コントローラを用いて行なう。

#### 4) 資材統合管理システム

ABCSの統合管理システムに対応するものであり、大量の資材を管理するコンピュータによる支援システムである。施工図CADにリンクした資材管理データベースによって、資材の搬入から建方までの作業計画や実績管理など業務を合理化・省力化することを目的としている。

## 4. システムの効果と課題

本システムのねらいは、最初に述べたように、大幅な省力化と工期短縮、そして品質向上、安定した生産システムの確立である。実績では、躯体工事における省力化効果としては50~70%が得られている。また、全天候型施工による工期と品質の安定に加え、現場作業者の勤務時間の安定、建設資材や部材供給の協力会社における生産安定化の効果を得られている。

近年、環境問題が注目を集めているが、ビル自動化施工システムは環境負荷低減に寄与する要素技術の一つとしても取り上げられている。具体的には、建設用仮設材の低減に伴うCO2排出量の削減、省力化に伴う属人的に発生する環境負荷の低減、工事に使用する電力量の削減などがあげられる。

ビル自動化施工システムの課題としては、変化する社会状況の中で費用効果の得られるプロジェクト規模の分岐点は何処なのか、ビル自動化施工システムの組立て・解体を含めて工期短縮の程度、その省力化の程度、適用範囲がどの程度か、開発投資回収の考え方など、まだ多くの問題を抱えている。

また、自動化施工の利点を最大限に発揮するには、設計との関係を変革する必要がある。企画・基本設計といった初期段階において、部材の製作や現場での組立、施工性についての適正な評価を事前に行うことが必要である。さらにこのシステムでは建設材料の工業製品化を想定しており、その製造や供給、現場作業の内容が大きく変化する。これに適した新しい生産支援体制の確立や自動化施工のための作業

者チームの養成などが必要である。これらの課題は、個別の企業では解決できないところも多く、ある程度まとまった企業単位での産業構造改革の取り組みや政府による産業政策が必要だと考えられる。

厳しい経済環境下ではあるが、建設現場における若年作業者の減少と外国人作業者の増加に対応するためにも、また今後の建設生産の改革のためにもこれらの課題に積極的に取り組んでいく必要がある。

