

22. 建築自動化生産システム（AMURAD）の開発

鹿 島：*宮本 武三，本間 完介

1. はじめに

建設に関わる情報をコンピュータで統合管理しながら、建物を最上階より一層づつ組立て・完成させ、これを順次押し上げ、常に下階で連続繰り返し施工する建築自動化生産システム（通称AMURAD）を開発した。本報告は、この工法の適用第一号である当社名古屋支店千種社宅建設工事の機械化施工について、概要を紹介する。

2. 背景

産業界においては抜本的な生産性の向上を目指して、コンピュータによる情報の統合化が急速に進んでおり、そのシステムは工場内でフルに活用され、優れた製造業の生産方式を確立している。

建設業界ではいまだ労働集約型生産方式を脱しきれず、他産業に比べ作業環境の整備の遅れや労働負荷の過大さが指摘され、技能労働者不足や若年労働者離れなどの問題を生み出している。そのために従来の労働集約型生産から脱皮した新しい生産方式の開発が望まれている。そのなかで当社は、図面などの設計段階の情報、施工計画・管理情報、資機材の物流情報などをコンピュータで統合管理し、生産性の向上と品質保証を徹底すること（C I C：Computer Integrated Construction）を基本コンセプトに、下層階の固定された生産工場で、この施工に適した独自の機械を用いて連続繰り返し施工する自動化生産システムを開発した。図1にC I Cに基づいた今回の施工システムを示す。

3. AMURAD概要

この工法は、1階から順に上に建物を積み上げていく従来の生産方式とは逆に、建物を最上階より順に一層づつ下階で組立て、設備工事や仕上げ工事も平行して下階で進め、



写真-1 施工状況

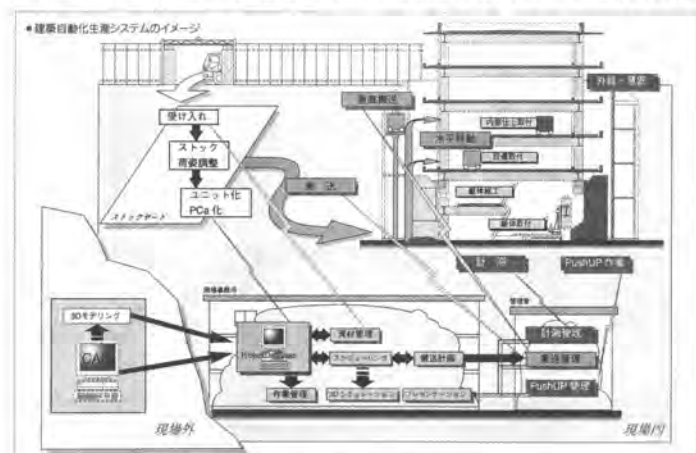


図-1 C I Cによる建築生産システム

これを順次プッシュアップし、常に下階で連続繰り返し施工するものである。今回の工事では地上1・2階を躯体施工階とし、3・4階を設備・内外装仕上げ階として固定化された生産工場を設定した。これにより地上1・2階には躯体施工用の機械や設備を固定して設置し、その作業員もいつも決まった階で仕事をし、3・4階には必要とされる資機材をジャストインタイムに供給し、決まった場所で取付けを行った。これにより作業員の移動は大変少なく、生産性と作業の安全性の向上に寄与することができた。次にAMURADの作業手順について説明する。この社宅は地上9階建のSRC構造である。地下の基礎工事を終了した後、最も重要なプッシュアップ装置を組み立て、1～4階の生産工場を構築し、同時に最上階9階を装置上に施工する。これをプッシュアップし、その下に8階のPCa柱・S梁・PCa梁・ハーフPCaスラブを取付け、各ジョイント・スラブ・壁をコンクリート打設する。その上では9階のバルコニー・廊下を施工し、外壁・配管の取付けを行う。更に進むとその上の階では内装仕上げと設備機器の取付けが行われ、コンクリート強度が確認された後プッシュアップする。2階の施工が終了するまで、これらの作業を一層8日のサイクルで連続繰り返し実施する。(図2) 1階施工後機械装置を解体する。この間情報の統合により資機材の動きが管理されている。

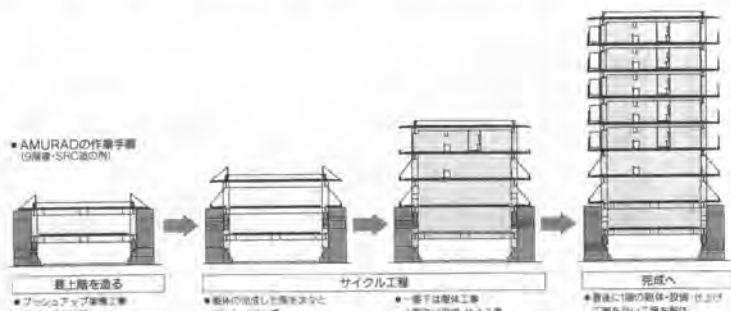


図-2 AMURADの作業手順

4. 機械装置の概要

AMURADにおける主な機械装置は、①建物全体を1フロアずつ順次押し上げる、プッシュアップ装置Z-UP、②生産工場部分の地上1階で柱、梁および床板を取り付ける、躯体取り付け装置Z-HANDおよび③内部工事を行う作業階に資材を自動搬送する、資材搬送装置Z-CARRYで、これらはいずれも今回新しく開発適用された。AMURADにおける各機械装置の現場における設置イメージを図3に示し、これら機械装置の概要について述べる。

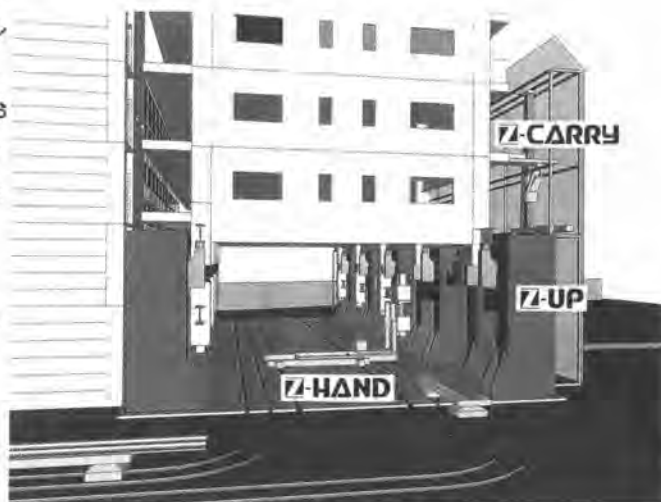


図3 機械装置設置イメージ

4.1 Z-UP

Z-UPは電動ジャッキで、図4に示すようにフレーム、トラベリングブロック、ローディングアーム、駆動装置（電動ネジ方式）および中央制御盤で構成されている。千種社宅工事の場合、ジャッキの配置は、建物支柱の位置に中央部600t×6台、コーナー部400t×4台の計10台設置されている。建物重量は3,000tである。

これらの各ジャッキは、それぞれ各柱の両脇梁下面2箇所をローディングアームにより支持、同調制御しながら1階分建物全体を連続して押し上げる。写真2に建物の押し上げ状況を示す。

本装置の主な仕様はつぎのとおりである。

- ・装置重量：約50t /1基 ・装置寸法：B2,900mm×W4,000mm×H5,975mm
- ・同調性能：全体0～10mm、隣接柱間0～3mm、同一ジャッキ支持アーム間0～1mm
- ・押し上げストローク：3,250mm ・押し上げ速度15mm/min

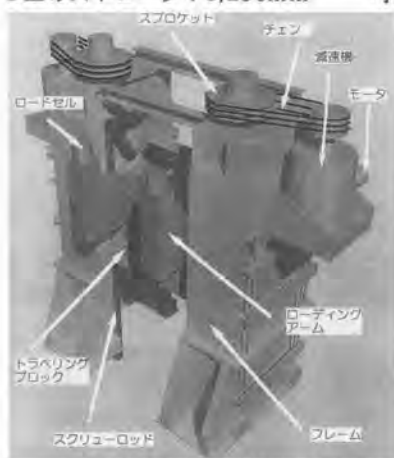


図4 Z-UP (600t)



写真2 建物押し上げ状況

4.2 Z-HAND

柱、梁および床板の取り付けはZ-HANDにより、生産工場となる1階で行う。本装置はレール上を走行し、走行フレーム上を横行フレームが左右にスライドする。横行フレーム上の旋回可能な揚重フレームには昇降装置が組み込まれ、これに傾斜可能なプレートが設置されていて、当プレートには柱または床板の保持装置が取り付けられている。躯体材のZ-HANDへの供給は、柱はストック場所にてクレーンで積まれ、梁および床板は付属の運搬台車より受け取る。可搬能力は5tである。本装置を図5に示す。

4.3 Z-CARRY

Z-CARRYの全体構成を図6、搬送台車を写真3に示す。内装および仕上げなどの一般資材はコンテナケージに入れて、本装置により、取り付け作業階（設備取り付け階および内装仕上げ階）まで搬送する。当装置は搬送台車、トラバサ、走行レール、制御盤および資材搬送管理装置により構成

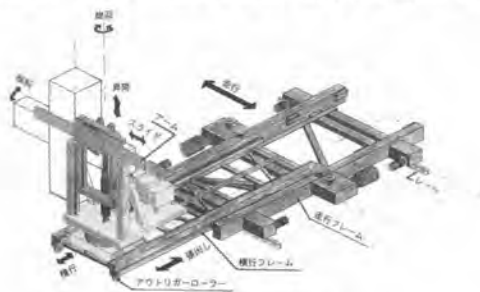


図5 Z-HAND

されている。

地上荷捌場でフォークリフトにより、コンテナケージが搬送台車に積み込まれ、行き先場所が指示されると、搬送台車はコンテナケージを水平に保持しながら上昇してトラバーサのレールに乗り移り、搬送階高さの位置で停止する。搬送台車がトラバーサに乗り移るとトラバーサは水平に移動して、指定した資材取り入れ位置で停止する。コンテナケージを載せているテーブルが90度回転し、スライドテーブルが張り出して荷物を建物内部に取り込める位置まで移し、スロープ板をセットしてケージを降ろす。

搬送は荷捌場において各ケージに取り付けたバーコードの読み取りまたは行き先ボタンの操作により、荷物取り入れ位置まで自動的に行われる。また空ケージの地上荷捌場への戻しも本装置により行う。

本装置の主な仕様は、可搬能力1.3t、搬送速度 水平20m/min・昇降10m/minとなっている。

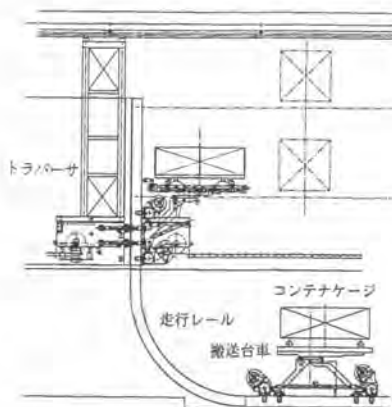


図6 Z-CARRYの全体構成



写真3 搬送台車

5.AMURADの特徴

- ① 従来の工法に比べ、工期を30%短縮、作業員数を50%削減、コンクリートのガラや木材・梱包材などの産業廃棄物の排出量を50%カットできる。
- ② 汎用性が高くS造、RC造およびSRC造にも適用できる。
- ③ クレーンが不要のため、飛行場の近隣等高さ制限がある場所などでの施工に適している。
- ④ 全天候型自動化施工のため、施工の品質・コスト・安全性・工程が安定し、建設作業環境が飛躍的に向上し、また完成された建物が立ち上がっていくため、近隣に対する工事環境を大幅に改善できる。
- ⑤ 既存建物の下階の増改築や免震装置の組み込みができる。

6.おわりに

AMURADでターゲットとする建物は、高さが12~15階程度でしかも建物高さが建物幅の3倍以下のプロポーシヨンの中高層建物である。千種社宅工事に引き続きオフィスビル工事（S造、地上11階、地下1階）に本年10月から適用する。

今後あらゆる方面に本工法の採用を積極的に働きかけていくと共に、当工法を通して『CIC』に本格的に取り組んでいく予定である。