

(II-4)

SA化に向けた施工計画・管理技術の現状

Recent Construction Scheduling and Management Technologies for Site Automation

計画・管理技法分科会 SA/F A共同研究グループ 中森昌徳*

By Masanori NAKAMORI

計画管理技法分科会SA/F A共同研究グループでは、SA化に対応した施工計画・管理技術の調査を行っている。

調査は、最近の新聞記事をもとに工種ごとに開発・実用化されている技術を抽出し、技術マップに整理する作業を進めている。

本報は、調査の中間報告に留まっているが、今後引き続いて作業を行い、SA化に向けた施工計画・管理技術のこれからの課題についても明らかにしていきたい。

【キーワード】SA（サイト・オートメーション）、FA（フィールド・オートメーション）
施工計画・管理、技術支援システム、管理支援システム、事務自動化システム
施工自動化システム

1. はじめに

近年、工事量の増大、作業員の高齢化、人手不足などを背景に、建設作業の機械化、自動化や事務のOA化など施工の合理化が急速に進められている。しかし、より高度な合理化を実現するためには、ロボットや機械の使用を前提としたSA化（Site Automation）システムの開発が必要と考えられる。

早稲田大学嘉納教授は、「SAとは、ロボット化施工に対応して、工事技術業務、計画・管理業務、事務処理業務のシステム化、コンピューター化、

エレクトロニクス化を図ろうとするもので、表-1に示す四つの機能から構成される」としている。

計画・管理技法分科会SA/F A共研グループでは、現在各方面で進められているSA化の動向を把握することを目的に、上記の4つの機能について、どのような技術開発が進められているのか分析を行うことにした。

調査は現在進めている途中であるが、本報ではその中間報告を行う。

表-1 SA化の機能

* 柳奥村組
技術本部企画室
06-625-3748

機能	例
技術支援システム：CAE (Computer-Aided Engineering System)	仮設構造計算、山留側圧推定など
管理支援システム：CAM (Computer-Aided Management System)	工程、品質、原価、安全管理など
事務自動化システム：OA (Office Automation System)	報告書の作成、帳票伝票処理など
施工自動化システム：CA (Construction Automation System)	作業のロボット化、自動計測、 検査の自動化など

2. 調査の概要

調査は、1991年1月から1992年4月までの新聞記事をもとに、表-2に示す工種ごとに技術支援、管理支援、事務自動化、施工自動化の各機能について、どのような技術が開発され、実用化されているのか一覧表（技術マップ）にまとめる作業を進めている。

表-2 工種分類

A : トンネル	F : 地下工事
B : シールド	G : コンクリート
C : ダム	H : 橋梁・道路・鉄道
D : 土工	I : 全般・共通
E : 水中工事	J : 建築

現時点で、シールド、全般・共通、建築を除く工種について技術マップの作成はほぼ完了している。以下、工種ごとに調査結果の概要を記す。

(1) 山岳トンネル

技術支援では、レーザー、AE（アコースティック・エミッション）CCDカメラ、コンピュータを用いた画像処理など最新の技術が導入され、計測・解析・マーキングなどの危険で手間のかかる作業を遠隔・無人化し、リアルタイムで処理できる、非接触システムが試行されている。

管理技術では、余掘り管理、安全・環境対策が主である。余掘り管理では、マーキングや計測システムなど技術管理システムとの一体化が図られている。その他、プラスチック技術の開発も進められている。安全・環境対策では、作業環境改善として吹付けコンクリートに関するものが多い。また、周辺環境対策として低公害型の工法開発が進められている。

事務自動化に関する記事は1件もなかった。報告書や日報作成、伝票処理などかなり取組みが進んでいると思われるが、新聞発表する内容ではないからかと思われる。

施工自動化に関しては、即実用化を目指すものとして、

①作業ごとに別々であった機械を1つに多機能集約化するもの

②機械化された作業をさらに無人化するものの2つの方向がある。さらに、近未来を指向するものとして、プレハブ化の試みやロボット化の研究が進められている。

(2) ダム

施工計画・管理システムとしてはコンクリートダムのリフトスケジュールやフィルダムの盛りたて計画が良く知られ、線形計画法やシミュレーション手法が使われている。ただ、1991年と1992年の記事の中では、この分野の報告は多くない。その中において、宮が瀬ダムにおけるCADを利用した測量計画から、リフトスケジュール、出来形管理までの例が報告されている。これは、今後のダムの施工管理において、1つの方向を示すものと考えられる。

コンクリートダムでの機械化、自動化についてはかなり多くが試みられてきている。例えば、コンクリートバケットの自動開閉、自動位置決め、ダンプの自動走行、グリーンカットやレイタンス除去の機械化、自動化等である。しかし、これらの機械化、自動化については、まだ直接的に計画・管理技法と結び付いた物は少なく、制御やセンシング技術と言ったハード技術に負う比重が高い。今後これらのハード技術と計画・管理技法の結び付きによるO/A化や管理資料の作成まで進む事が期待される。

(3) 土工

技術支援の分野では、土工量の把握を行うための装置や管理システム、地山の力学的情報を集め施工にフィードバックさせる情報化施工に関するもの、土地改良や緑化など環境関連のもの等に分類できる。最近では、ゴルフ場の環境破壊問題に端を発した環境関連の記事も多く、また、コンピュータの画像処理技術を利用した、植物の育成状況診断システム等も報告されている。

施工自動化について、最近では機械の自動化や制

御そのものをあつかった単独の報告は減少し、前述した技術支援、管理支援の分野での一つのツールとして位置付けられたものがほとんどとなっている。また、レーザー光線を利用した、自動追尾システムの利用、ビデオ映像をデジタル化して解析する方法などが報告され、今後の自動化に大きく影響を与えるものと期待できる。

管理支援の分野では、土工量を把握するために様々な工夫がなされ、機械の自動化や制御技術、OAシステムとの組み合わせにより、今や大規模土工に関しては必要不可欠なものとなっている。さらに最近では人工衛星の電波を利用したGPSシステムの利用による施工管理システムは、単なる自分の位置を把握するだけでなく様々な活用がおこなわれ、ほぼ実用化に達したと言える。

(4) 水中工事

技術支援分野では、海洋・水中工事の特徴ともいえる海象条件の調査・分析に関わる技術が多くみられる。

観測測定は、空気中とことなり電波による測定が不可能であるうえ、波力・水圧等地上の条件より特に厳しい状況を扱うため、技術的進歩は地上技術に比べ一歩遅れている感がある。

管理支援では、水中工事での管理分野のシステムは作業船自動運転管理等の分野に多く見られるが、この分野は特に開発が進んでおり目新しいものはほとんど見受けられない。

事務処理自動化について、今回の調査では見受けられなかった。

施工自動化について、調査監視に関するロボット化は実現しているが、自走により何らかの作業を実際に行う事が可能なロボットは数少ない。今回の調査でも稼働脚部分・動力部分の開発が数件見受けられた。この原因として、地上工事に比べ、波力・水圧・視界等の条件が格段に厳しく、自動化技術が遅れているためと考えられる。

(5) 地下工事

技術支援では、連壁工事に関するシステムが多

い。特に、掘削機の位置計測システムの発表が多かった。これは、各社とも大深度掘削機を開発、これを精度良く施工するために不可欠な技術として開発したと思われる。

管理支援でも、連壁の管理システムが多い。位置管理や安定液の管理など複数システムを準備している。

事務自動化は、一件もなかった。今後、現場での自動化や管理システムが普及すると、必然的に増加するものと思われる。また、あまり社外に公表する技術でもない、ということも数件の少なさの原因かもしれない。

施工自動化では、ニューマチックケーソンの無人掘削が目立った。また、地下タンクの鉄筋組立てやコンクリートの打設・締固めにも自動化が行われている。自動化のセンサーとして、3Dカメラの利用に注目したい。

自動化では、危険作業や複雑な作業をまず機械化しようとしているように思われる。

地下工事として、ケーソン、連壁、地下タンクと深礎が対象となっているが、今後、地下大空洞に関する技術システムが多くなるとと思われる。

現在の自動化は、全自動ではなく、部分自動である。自動化システムは、安全面から全自動にするべきであり、また費用対効果も良くなるとと思われる。

(6) 橋梁・道路・鉄道

技術支援では橋梁に関しては、主塔の制御装置と橋脚基礎診断システムが開発・実用化されている。道路では、舗装診断システムが開発されている。鉄道では、路線保守作業の省力化が実用化されているが、各工種とも、件数が非常に少ない。

管理支援および事務自動化については1件もなかった。

施工自動化に関しては発表件数が少ないが、コンクリート橋脚のはつり、目荒らし作業の自動化、無金属の道路橋の開発があげられる。

(7) コンクリート

技術支援では、ひび割れ対策としての事前冷却、

繊維補強や超高強度コンクリートの開発・実用化が図られている。

管理支援では、コンクリートの打込作業監視システムが開発されている。

事務自動化は1件もなかった。

施工自動化に関しては、締固め不要のハイパフォーマンスコンクリート（HPC）の開発が各社で行われている。コンクリート打設、敷均しのロボット化が実用化されてきている。

3. おわりに

今後のSA化に対応した施工・計画管理技術の方向性を見出し、取組み課題を明らかにすることを目標に調査を進めているが、期日までに十分な作業が行えず、本報ではSA化の現状の中間報告に留まったのは残念である。しかし、今後引き続いて、残されたシールド、全般・共通、建築についても技術マップを完成させ、今後のSA化に向けた計画・管理技術の課題について明らかにしていきたい。

SA/FA共研グループ 50音順

- 池田滋 (佐藤工業)
- 菊地正俊 (五洋建設)
- 小森一字 (鹿 島)
- 新堀昌宏 (大成建設)
- 中尾通夫 (大林組)
- 中森昌徳 (奥村組)

参考文献

- ： 嘉納成男『ロボット化施工と管理技術』
建築の技術「施工」 1988年5月号