

# 総論 自動化への挑戦

## 推進工法の自動化は夢への挑戦！



おおばやし まさあき  
大林 正明

㈱アクティオ  
本社広域営業部専任部長  
技術士（建設部門）

### 1 はじめに （鉄腕アトムは2003年生まれ）

省力化、無人化、自動化・・・の究極の形はロボットだろうか。ロボットと言えば、鉄腕アトムを思い浮かべるのが私達の年代である。物心付いたときには、すでにアトムは少年雑誌に連載されていた記憶がある。

アトムの物語は1952年から1968年にかけて連載され、またテレビアニメとしても人気を博した。物語の中でアトムは2003年生まれでスタートしている。今年人間で言えば小学校に入学の年である。

アトムは50年後の世界をイメージして書き始めている。約60年後の現

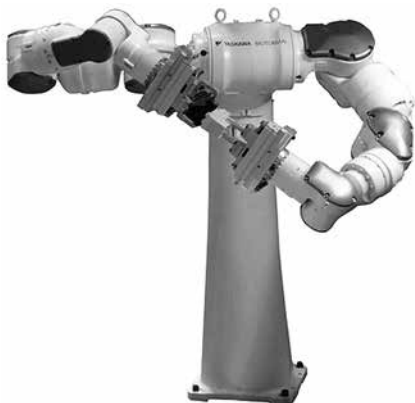


写真-1 ㈱安川電機 MOTOMAN

在、東京で開催された国際ロボット展にみると、現在の産業用ロボットはアトムと較べて、動力源・自由度・知能等の面において、今一步であるが、視覚を持ち、自分で動きを最適化する知能ロボットへと進化してきている。

特に溶接、塗装、仕分け、取付、組立等に関する産業用ロボットは目を眩る物が多く出品されていた。世界で働く100万台の産業ロボットの内、40万台弱を日本製が占めているとのことである。

### 2 建設用ロボット

次に建設用ロボットを見てみると、ロボット元年といわれた1980年前後に、建設内装組立自動化システムの研究、続いて吹き付けロボット他が開発されたがバブルの崩壊と共に研究開発が停滞した。トンネル部門では、昭和の終わりから平成の始めにかけての学・官・産の共同研究

において鉄道、道路、上下水道等の分野における省力化、無人化、自動化を含む技術の研究、開発がスタートし、その後20年の間にそのほとんどが実用化され、実現場に供され、社会基盤整備に大きく貢献している。

日本建設機械化協会発行の「建設機械要覧2007年版」19-1建設ロボットの章に、建設ロボット、自動化システム、省力化、診断・点検システム、無人化施工機械等をキーワードとした、2004年以降2007年までの開発例が分野別に概略説明と共に件数表示されており、その内訳を図-1に表す。

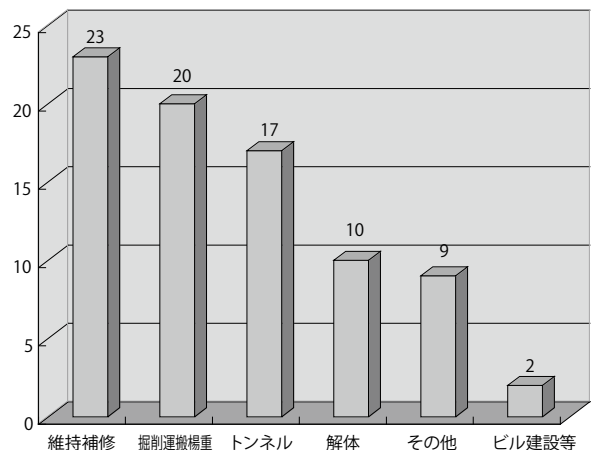


図-1 建設用ロボット分野別開発件数

これから見るように、解体・維持補修分が33件（40%余り）を占める。トンネル分野は17件（20%余り）あるが、その内維持補修・点検関連が13件を占め、トンネルを新規に作る開発はほとんど見あたらない。推進工法に関する事例が掲載されていないのは残念である。

### 3 推進工余話

掘削・覆工・土捨て・裏込めが基本のシールド工法より、滑材注入という工種が多い推進工法のほうが、掘進施工中における短期的管理は難しいと考えられる。シールド工法においては建設業者自らにより施工管理を行う場合が多いが、推進工法においては主として専門業者にそのほとんどが任せられるケースが多い。

建設業に従事していた時代の、今から35年前、ある市の下水道工事で泥水式推進工事を機械係として始めて担当した。二桁台と三桁台の国道が交差する場所で、推進路線も各々の道路沿いに2スパンずつ、呼び径1000、1スパン平均延長約100m、平面線形は直線、土被り5～7m、土質は沖積砂層、地下水位はGL-2mであった。その時代の現場の職務分担・管理体制は切羽に近いところからいえば、掘進機の運転・方向制御・測量手元・滑材注入・坑内水替え等々は坑内の切羽で掘進機の後方に座した機械係の職務で、立坑周辺の全体管理および立坑中段に設置された作業床辺りの元押し・送排泥ポンプ管理・測量は土木係が担当した。

協力業者はヒューム管荷役、滑材注入混練、土捨て場管理（池を掘って上澄水を還流、循環利用し、沈殿した土砂をバックホウで積みだし）が主たる業務であった。

機械係が切羽に向かう時は、作業服

にヘルメット・長靴姿の上に、カップをズボンのみ着用し、首からウエス1袋、腰に300mmのモンキーレンチを常用する。当然坑内移動は四つん這いである（その方が早くて楽である）。

初めての推進工事・掘進機運転であったが、あるスパンでは、他現場での、最速昼夜日進量24本の記録を1本上回る25本（60m強）を達成し、今まで施工してきたシールド工法に比べ随分な進捗だと感心したものであり、この記録は私の現場体験内では最初で最後の記録であった。

その後、曲線推進・長距離推進・砂礫を含む複合地盤推進と体験したが、目指すは常に高速・高精度施工で、いつもこの二つの命題について工夫しながら施工に当たっていたように思う。

まず、高速施工のねらいは3K作業からの早期解放、つまり同じ施工量をこなすのであれば、早く施工したい、出来高をあげたい、そのうえで余裕時間を生み出し、更なる工夫をしたい。

次に高精度施工はよい管渠を作る。すなわちいくら高速施工してもできあがり目的に供されないようであれば当然不合格である。高精度でなければ高速施工も意味がない。

このなかで、測量方法の改善・ジャイロの導入、泥水処理設備の新たな設備導入、送排泥・元押し・換気設備等の一元管理等の工夫により、数分ずつ掘進のサイクルタイムを縮めていく。このような現場の業務は20歳代、30歳代の建設業職員にとっては、大型の卒論実験みたいな物で、なおかつ、毎日ライフラインである上・下水道・電力等の管路が自分たちの手で完成されていく。形が見えてくる。推進工事は勝負が早いだけに経験の少ない若い職員でも一連の流れを掴み安く、自分なりの工夫の結果が確認できる。どこにでもアイデアは転がっていた時代で

あったかもしれない。

推進工事における、工夫、いい物を楽に早く作るための技術とはいかないまでも簡単なアイデア競争はとにかく、お祭りであったように思う。ある工事条件に対して、作戦を練り、それが予定以上に効果を現し、現場全員が、時間的余裕を持って、よいインフラを作り、多少は儲ける、事故・傷病も無し。こういう現場を作るために元請け・協力業者職員全員が汗をかき、努力し、現場に従事している各自が自分の現場だというプライドを持っていたように記憶している。

### 4 推進の省力化、自動化

開削、非開削工法により下水道の幹線工事が進められるなか、中小市町村の管路、大都市部の枝線工事等においては、道路交通の支障、騒音・振動の発生、社会活動の阻害等から非開削による施工が求められるようになり、昭和の終わり頃から平成の初めにかけては、坑内作業ができない管径の推進をより長距離・より高精度に施工する技術開発が各社により始められていた。

大口径管推進工法での技術、経験並びにシールド工事で既に実施されていた中央管理システム即ち、シールド機、流体輸送、裏込め注入等の中央制御盤上での一括集中運転、施工の一元監視等の技術を踏まえ各社各様の技術が開発された。

呼び径800未満の小口径管では労働基準法により坑内労働が禁止されており、掘進機の運転、方向修正は坑外より遠隔操作が不可欠である。主な開発要素は掘進機の顔である、ビット配置・種類、開口比の土質に対する各種ラインアップ、耐水性、屈曲部の耐久性、次に測量機器・方法、元押し装置の単純化・省力化等であった。写真に