

# 鋼殻セグメント溶接ロボットシステム

## Welding Robot System for Steel Shell Segment

村上 貴紀\*<sup>1</sup> 木山 敏宏\*<sup>2</sup>  
 Takanori MURAKAMI Toshihiro KIYAMA

### Summary

When fabricating the steel shell segment by the MMST method, a welding robot system using an articulated robot has been introduced. In addition, an instruction system using an off-line teaching method has been adopted to realize an efficient system.

キーワード：鋼殻セグメント，多関節溶接ロボット，オフライン教示システム

### 1. はじめに

首都高速道路の高速川崎縦貫線は川崎市川崎市に位置し、地下構造区間においては新しい非開削トンネル工法であるMMST (Multi-Micro Shield Tunnel) 工法が適用されている。このうち約540mの区間の施工を大成・鹿島・戸田特定建設共同企業体が受注し、一部の鋼殻の製作を当社で行うことになった。鋼殻の種類は図-1のように横鋼殻と縦鋼殻とがあり、1リングは4つのLセグメントと2つのKセグメントで構成されている。セグメントの種類は、トンネル位置によって部材の板厚が変化しますが、大別すると2 (横鋼殻・縦鋼殻)×3 (Lセグメント；2タイプ・Kセグメント；1タイプ) の6種類となる。

このセグメントの製作において、橋梁の製作と異なり少品種多量生産となること、セグメントの主部材の溶接が自動化可能なことから、溶接のロボット化について検討を行った。検討にあたっては、セグメントの実物大試験体を2体製作し、全て半自動溶接と多関節溶接ロボッ

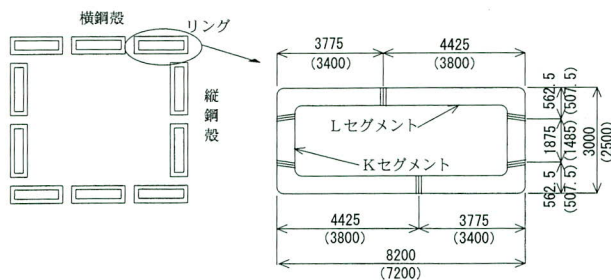
トによる溶接を行い、溶接品質や溶接効率などを比較した。その結果、溶接のロボット化により溶接品質が安定し、さらにコスト面において十分にメリットがあることから、多関節溶接ロボットによる鋼殻セグメント溶接ロボットシステムを導入した。

本文では鋼殻セグメント溶接ロボットシステムの概要について紹介する。

### 2. 溶接ロボットシステム

#### (1) システムの構成

本システムは、(株)神戸製鋼所の多関節溶接ロボット「ARCMAN-RON」と、ロボット移動装置 (X軸とY軸方向)、両持1軸ジョイナーで構成されており、図-2のように、No.1ステージとNo.2ステージで1システムとしており、このシステムを2式導入した。溶接線の教示データの作成はオフラインシステムにて行っており、原



※ ( ) 内は縦鋼殻の寸法を示すセグメントの幅は1.2m

図-1 MMST鋼殻の概略図

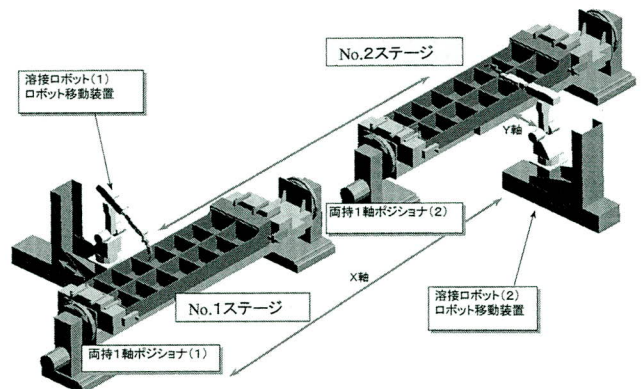


図-2 溶接ロボットシステムの概略図

\*<sup>1</sup>技術本部生産技術研究所

\*<sup>2</sup>製造部生産情報課

寸時に「K-OTS32」による自動プログラミングソフトにより作成し、干渉チェックを行ったあと、データをロボット側に伝送している。

## (2) 溶接要領

本システムでは図-3に示す箇所の溶接を行っており、ポジショナーによりセグメントを4方向の姿勢に保持し、すみ肉溶接箇所は水平姿勢、開先溶接箇所は下向き姿勢にて行っている。1システムで2つのセグメントを同時に溶接しており、その溶接手順を図-4に示す。また溶接中の状況を写真-1に示す。

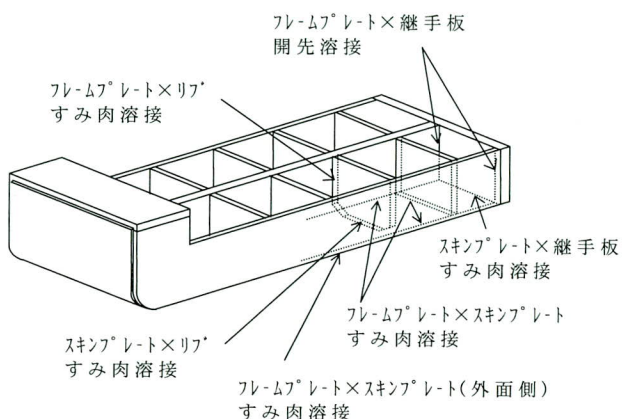


図-3 Lセグメントの溶接箇所図

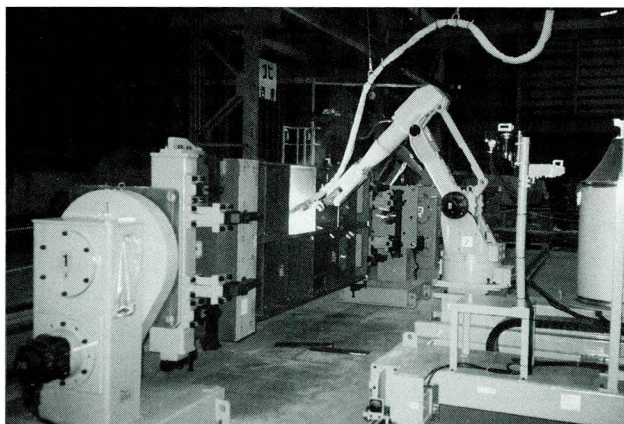


写真-1 溶接状況

## 3. オフライン教示システム

今回のセグメントの構造は、前述したように大別すると6種類と少なく、溶接線の教示はオペレータがティーチングボックスを使用し、ロボットを動作させ溶接線を教示させるティーチングプレイバック方式が適していると考えた。しかし、トンネル位置により主要部材の板厚が変化し、またトンネルの縦断線形および平面線形に対応させた数種類のテーパ鋼殻があり、予め教示したデータと異なる点だけ教示するにしてもその教示時間は増大し、ティーチングプレイバック方式ではロボットの稼働率が大幅に低下してしまう。このことから、ロボットを効率よく稼働させるために専用のオフライン教示システムによる教示方法とした。なお、ティーチングプレイバック方式による教示時間は実物大試験体による試験結果から、Lセグメントで約40時間かかるが、オフライン教示システムでは約2時間でオフラインプログラムが作成できる。オフラインプログラムの作成手順を図-5、K-OTS32によるシミュレーション状況を図-6に示す。



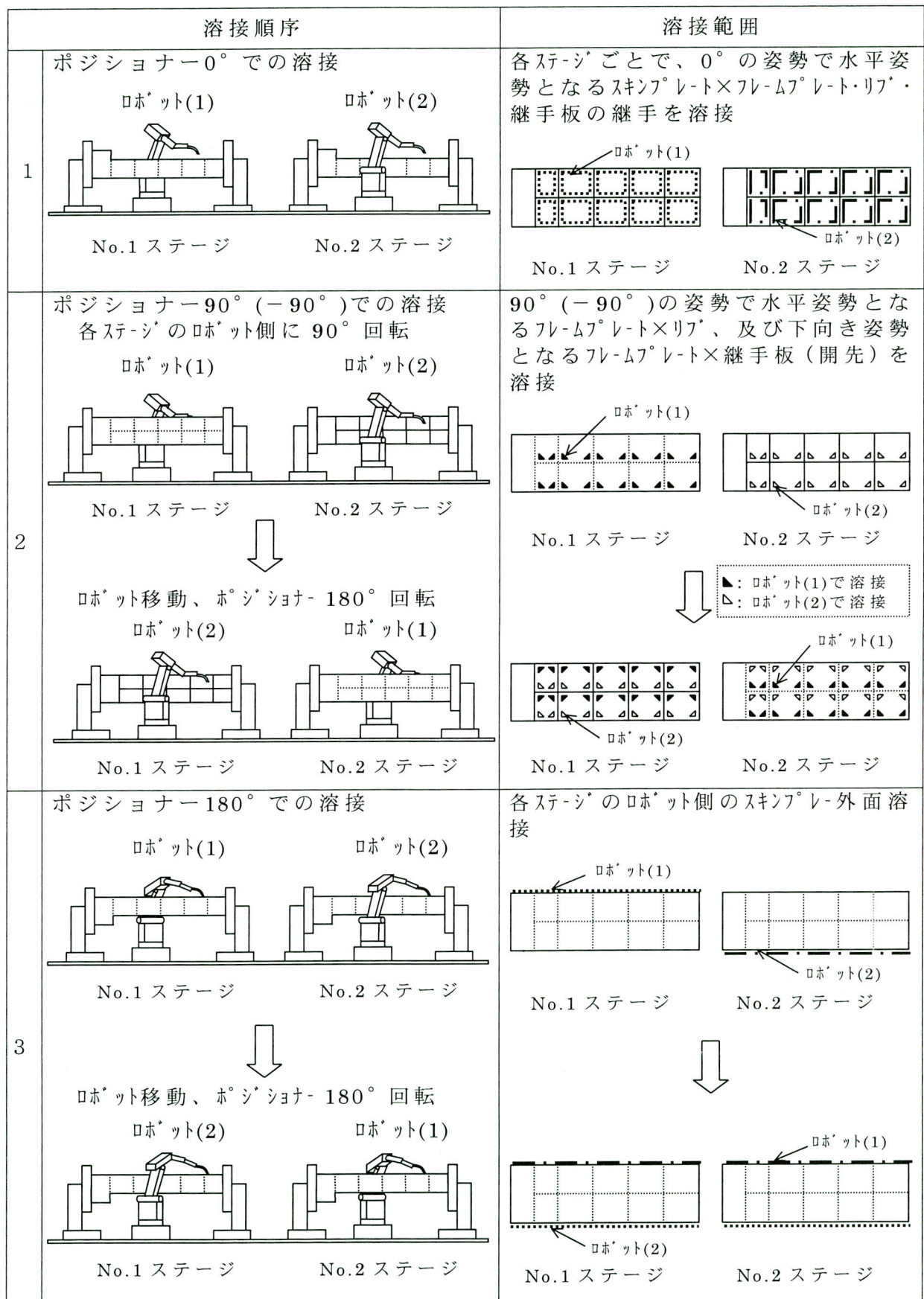


図-4 溶接手順

## モデル作成ソフト

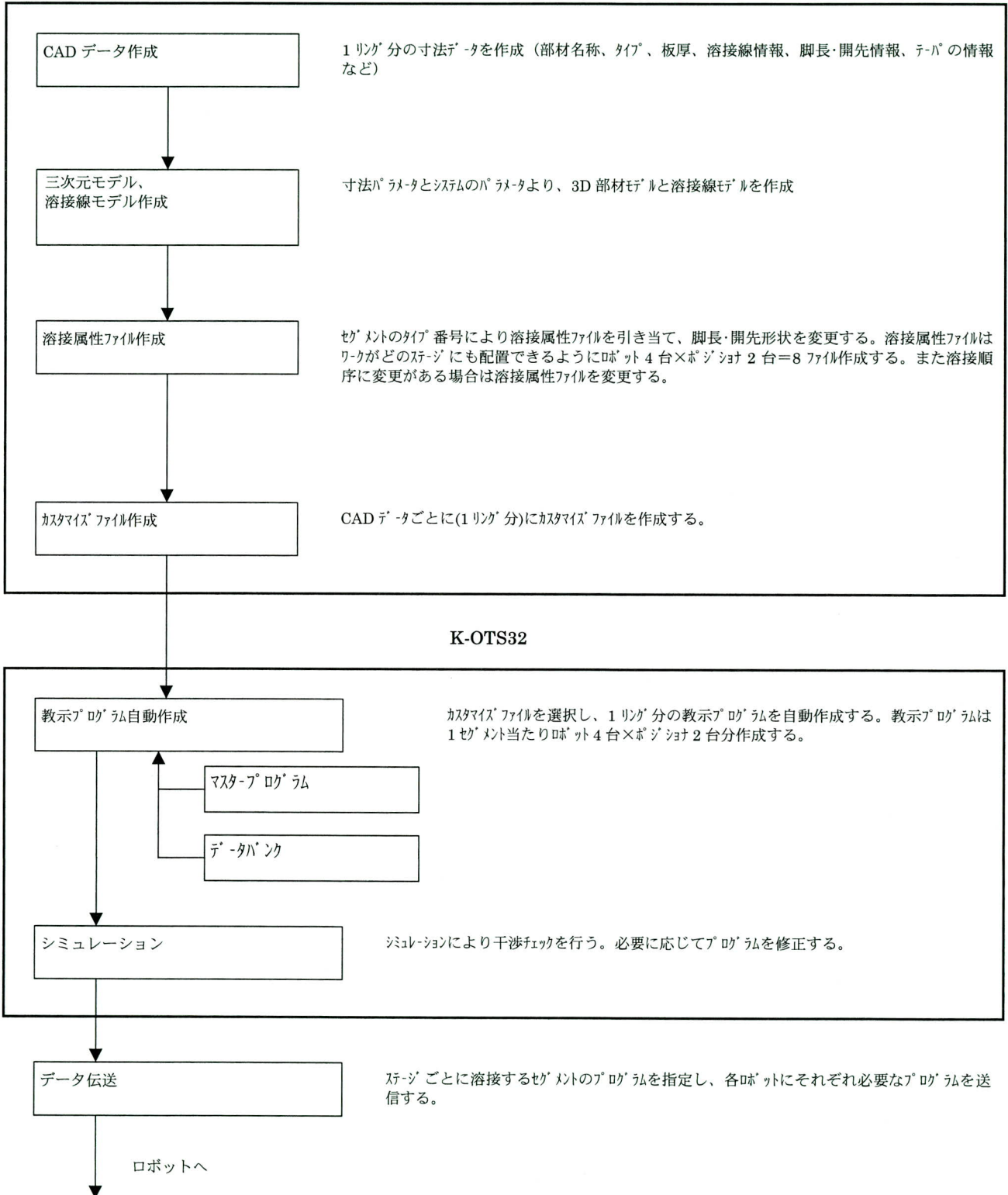


図-5 オフライン教示プログラムの作成手順

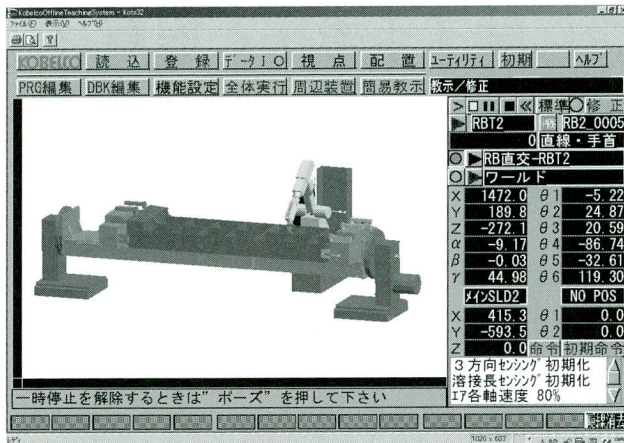


図-6 K-OTS32によるシミュレーション

#### 4. あとがき

本文では、高速川崎縦貫線のMMST工法における鋼殻セグメント溶接ロボットシステムについて紹介した。本溶接ロボットシステムは、今回施工する鋼殻セグメント専用として開発しているが、構造が類似したセグメントであれば、ポジショナーの固定治具の改造、オフライン教示システムの一部修正により適用可能である。また、溶接システムを一部改造することにより、橋梁部材の横桁や縦桁などの小型部材の溶接だけでなく、主桁のパネル溶接にも適用でき、今後溶接ロボットシステムの橋梁部材への適用について検討していく予定である。

最後に、鋼殻セグメント溶接ロボットシステムの検討・開発・導入に当たり、(株)神戸製鋼所溶接カンパニーの関係各位には多大なる御協力を頂いたことを記し、紙上を借りて感謝する次第である。

2002. 11. 27 受付

#### グラビア写真説明

##### 大年寺山テレビ放送所自立式146m鉄塔新設工事

大年寺山テレビ放送所は、昭和35年の増強運用開始から既に40年余り経過し、放送設備の老朽化も進んでおり、これからの地上波デジタル放送を見据えて、平成10年から5ヵ年計画で放送所の整備工事が進められた。

当社は新設鉄塔の基礎から建方までが施工範囲であり、サイドタワークレーン工法を採用して高さ171mの鉄塔建方を行った。平成13年11月より新設鉄塔から放送が開始された後、既存の支線式鉄塔（高さ137m）をエレクター工法により頂部からブロック解体を行い、平成14年3月に無事完成した。（福田）

##### 〔仮称〕JR貨物業務・商業棟 新築工事

JR水道橋駅と飯田橋駅の丁度中間辺りに建てられた。

平面形状は六角形で、16mの無柱オフィス空間を実現するために、ラチストラス梁の採用、柱は極厚H鋼柱とCFT鋼管柱を併用した。また、極低降伏点鋼を使用した制震壁を配置している。

地下2階、地上35階の内、4、5、8、9階（10～15、22～27階）を担当した。

ラチストラス梁については、重量が軽い上に、加工は複雑で生産性を悪化させた。また、外周柱については全てセンタージョイントで、精度確保が重要な工事であった。

設計監理は日建設計で、パス間温度、入熱管理の具体的な管理手順を決めた工事であった。（横内）