

—— システム構成および制御方式の概要 ——

川崎重工業株式会社

正員 ○

古川満男

正員 赤尾 宏

正員

佐野信一郎

長尾陽一

まえがき

鋼橋の現場補修塗装は通常数年間隔で行われているが、作業足場の架設・撤去、作業員の安全衛生の問題等から将来的には自動化される分野と思われる。このことから基礎的な調査実験¹⁾を経て鋼橋の自動塗装用の実験装置を開発し、実物大の橋梁模型を用いて検証試験を行ったので報告したい。以下、本稿ではシステム構成および制御システムの概要を紹介する。

1. システムの概要

本システムは(1)ケレン/塗装作業ロボット(2)ロボット搭載用台車(キャリッジ)(3)制御装置から構成されている。

(1) 作業ロボット 素地調整と塗装を行うために油圧駆動6関節型ロボットを採用している。一般に、6関節あればツール(工具)先端を任意の位置、姿勢に位置決めできる。本ロボットは重量10kgを手首先端に把持させた状態で位置繰返し精度 $\pm 0.2\text{mm}$ 、ツール先端速度 0.5m/秒 を実現できる。なお、本体重量は200kgである。(図-1参照)

(2) キャリッジ キャリッジは図-2に示すように、親台車、子台車、Y台車、Z架台から構成される。親台車、子台車は各々4個のクランプを介し橋桁下フランジに懸架され、親台車、子台車のクランプで交互に把み替えながら橋軸方向に尺取り移動する。親台車が橋桁に固定された状態で、子台車、Y台車、Z架台が各々10m/分の速度で2200mm、2700mm、600mmの範囲を連動しながらロボットの位置決めを行う。したがって、ツール先端の位置決めはロボット6、キャリッジ3の合計9自由度によって実現される。クランプは油圧、各台車およびZ架台は電動モータによって駆動される。

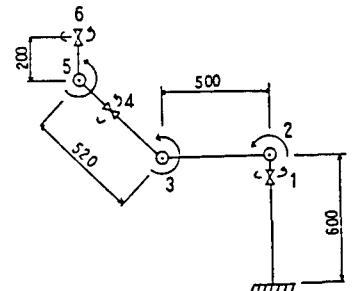


図-1 作業ロボット

(3) 制御装置 制御装置の構成は図-3に示すとおりである。本システムは、上位計算機(VAX11/750, 32bit CPU)内部に格納したロボットおよび橋梁構造の幾何学モデルを用いて作成したNC作業指令により制御している。作業指令はON-LINEとしては光ファイバ、OFF-LINEとしてはフロッピーディスクによりシステムコントローラ(LSI11/73, 16bit CPU)に転送される。作業現場に置かれたCRT端末装置から作業開始指示が与えられると、システムコントローラはNC作業指令を作業単位でロボット言語(拡張VAL)に変換し、ロボット・キャリッジコントローラに順次送信し、続いてそれからキャリッジ、ロボット、作業ツールに制御信号が動作単位で送信される。キャリッジへの制御信号はインターフェース装置によりパワーの増幅を行っている。また、

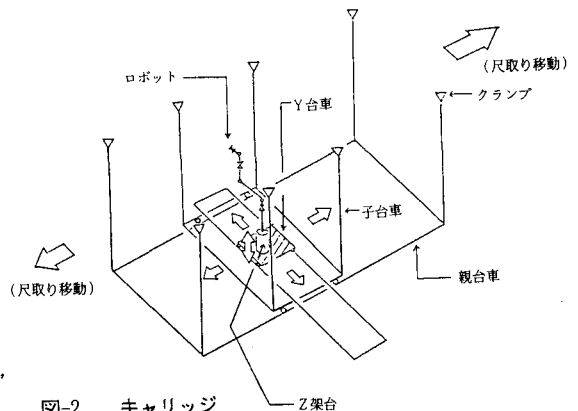


図-2 キャリッジ

ロボット・キャリッジコントローラおよびインターフェース装置には操作ボックスが接続され、ロボット、キャリッジおよび作業ツールの各々を手動操作するこ

とができる。

2. NC作業指令

橋梁構造は部材種類が多く複雑であるが、2主桁と2対傾構で囲まれる部材空間を作業指令作成の単位としている。単位空間中の構造部材を解析して作業要素に分類し、与えられた作業条件およびロボットとキャリッジの仕様を基に作業指令を作成する。

素地調整、塗装条件は基礎実験¹⁾の結果に基づいて、素地調整はエアブラストを、塗装はエアレススプレーを選定している。検証試験では塗装を対象にしており、吹付距離 400～500mm、吹付角度 30°～90°、塗装速度最大30m/分、塗装幅 20mmとして条件設定した。

作業指令の作成手順は図-4のとおりであるが、大要は、各作業要素に対するロボットの変位解析と作業パターンの結合順序、そしてロボットと部材との干渉チェックが基本である。すなわちロボットの姿勢解析では、各作業要素ごとに、ロボットの動作可能な範囲でのロボットの動作と位置を検討する。その結果、図-5に例示するようなロボット動作と位置に関する情報をもった作業パターンが各作業要素毎に作成される。さらにこれらの作業パターンを橋梁構造全体にあてはめた上で効率的な結合順序を決定する。作業パターンとその結合順序はロボットおよびキャリッジの制御指令作成の基本データとなる。最後に、計算機に格納されたロボットと橋梁構造の幾何学モデルにより、上記で得られた制御指令に基づいたロボット動作シミュレーションを実行し、ロボットが部材に干渉しないことを照査確認する。

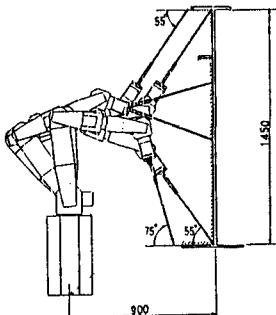


図-5 作業パターンの例

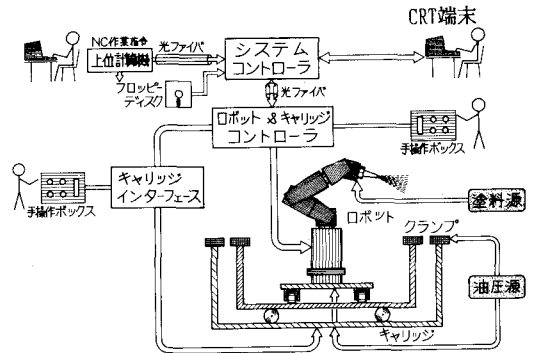


図-3 制御装置の構成

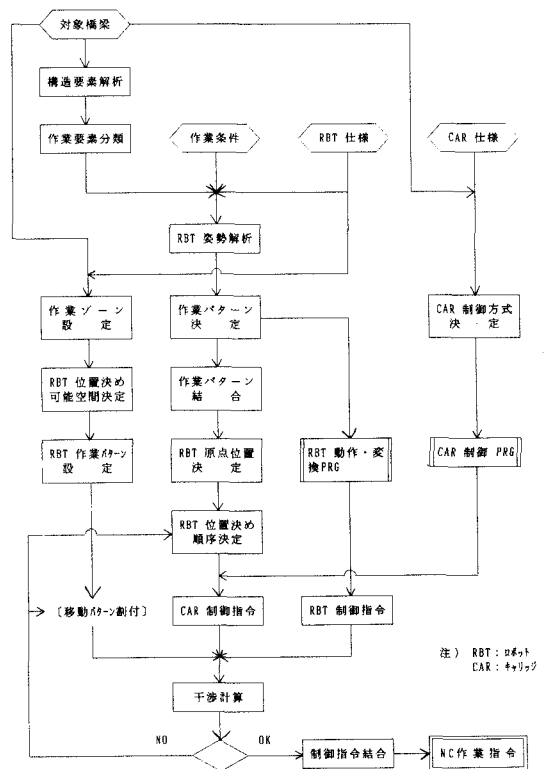


図-4 NC作業指令作成の手順

あとがき

本装置を実際に製作し、実物大の橋梁模型の自動塗装実験を行った。²⁾ 本開発研究の成果を実用装置の足がかりにしたい。

参考文献 1) 大杉他：鋼橋の塗装システム開発のためのロボットによる塗装試験について 土木学会第40回年次講演VI-29 2) 大杉他：鋼橋の自動塗装システムの開発（その2）土木学会第41回年次講演VI