

# ボックス柱自動生産ラインの実用化

田中一男\*

## 1. はじめに

急激な経済情勢の変動は、我々鉄骨橋梁業界にも影響を与え、大巾なコストダウンと工期の短縮、品質の向上をせまられている。

特に、建築鉄骨はオイルショック以来の業界の低迷による設備投資の手控えと、需給のアンバランスによる価格競走、あるいは価格決定に至る業界の体質の問題などが影響し、大方の企業では採算割れを起こしている状態である。

この様な背景の内、当社に於いても積極的に生産の合理化に取り組んでいるが、このたびボックス柱自動生産ラインを開発実用化し初期の成果を上げているので、その概要を報告する。

## 2. 鉄骨生産自動化の問題点

鉄骨橋梁の製品はほとんど同じ物がなく、典型的な多品種少量生産品目である。

建築鉄骨を部材形状で分類すると図-1の様に大別される。

図の様に種々の形状を有し、その寸法も全て異なっており共通性が皆無と言っても過言ではない。その為、自動生産システムの最大の目的である量産効果によるコストダウンを期待し難い状況にある。

また、製品の大きさは十数メートル、重さ十数トンと大型であり、1/5000程度の精度が要求される為技術的にも難かしく、装置の価格も相当高価な物となる。

現在、各社で自動化の研究が行なわれ、いくつかの実施例は有るが、溶接工程の自動化（ロボットの使用）が多く、一連の生産ラインを自動化した例は少ない。

当社もその例にもれず、溶接の自動化・高能率化の研究開発は数多く手掛け幾多の実績を上げて来た。

本稿で述べるボックス柱の製作に於ける自動化の変遷を見ても、下記のようにシーム溶接に集中している。

- 1) CO<sub>2</sub>半自動溶接
- 2) サブマーグドアーク自動溶接
- 3) 狭開先自動溶接（S・A・W）
- 4) 大電流タンデムアーク溶接

これらはいずれも高能率化・高品質化を狙って実施された方法であるが、組立・その他の工程との関連は皆無である。この事は生産システムを自動化するというアプローチをしない事にもよるが、溶接工程が質・量共に重要な位置を占めているとも言える。

ちなみに、鉄骨の溶接量はおよそ90~120m/t位あり、全工程の25~30%の工数を要している。

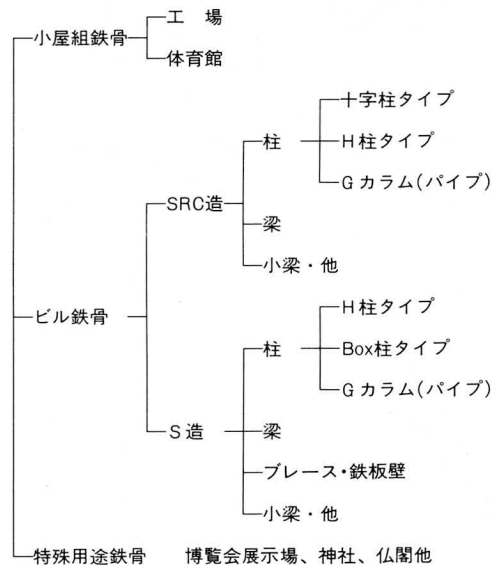


図-1 建築鉄骨の分類

\* 松本工場製造部副部長

一方、組立作業も製品の質および、作業能率を左右する重要な工程であり、自動化・省力化の必要性は溶接工程と同様認識され検討されている。

しかし、前述の如く数百kg～数tの製品を1mm単位の精度で位置設定をする必要がある反面、組立て部品の精度バラついている為、自動アジャスト機能を持たせる必要がある事、および製品の形状・寸法が非常に多岐にわたっている事等が装置設計をむずかしい物にし、自動化を遅らせる原因となっている。

### 3. システムの設計

#### (1) 設計の基本概念

生産の自動化は下記の様ないくつかの目的をもって行なわれる。

- 1) 生産量の増加
- 2) 生産コストの低減
- 3) 生産時間の短縮
- 4) 品質の向上、安定
- 5) 熟練技能からの脱却

本システムでも、上記1)、2)および4)を主たる目的として設計を行なった。

ボックス柱の生産を自動化した主な理由として

- 1) ボックス柱を使用する建築の場合、工事規模が大きく、自動化による量産効果が期待出来る。
- 2) 形状が単純であるから、装置に特殊な機構がなくても、各種の寸法に対応出来る。
- 3) 部品構成が単純である為、段取り変え等せずに複数ロットを同時に生産ラインに流すことが出来るので作業効率を高める事が出来る。
- 4) 部品数の割に溶接量が多く、装置稼働率を高める事が出来る。

等のメリットが期待出来るとして、以下の基本設計方針を立てた。

- 1) ボックス加工工場として、シャフトの一貫製作が可能なシステムとする。
- 2) 材料・部材等の移動、反転作業を極力自動化する。
- 3) 罫書無しで組立が可能で、所定の精度が確保出来る事。
- 4) 板厚50mm以上の溶接が、高能率で施工可能な方法である事。

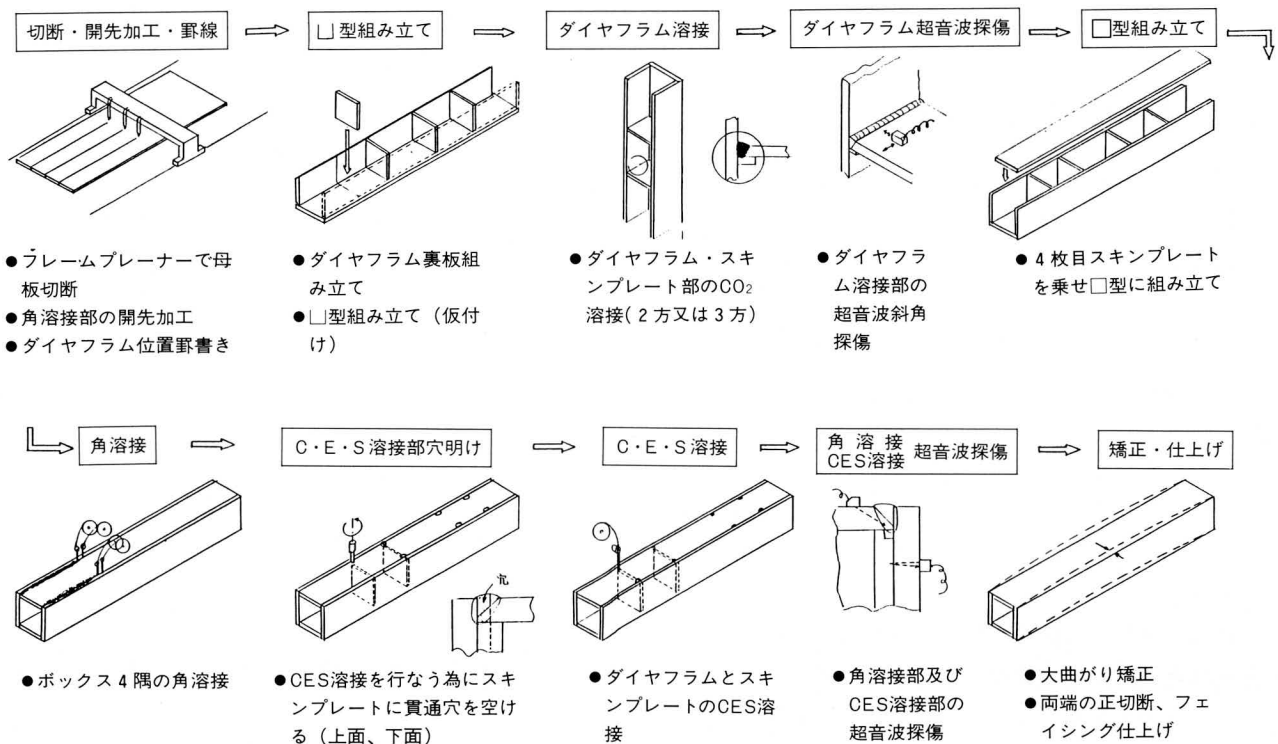


図-2 ボックス製作工程

5) 製作工程間の能力はアイドルが最少になる様、バランスを取る。

ボックス柱の製作工程を図-2に示す。

今回の設計では、このうちU型組み立てからC・E・S溶接までの工程を自動化の対象として取り扱っている。

## (2) 製品諸元

生産可能なボックスの諸元は下記の通りである。

断面寸法	最少	400mm×400mm
	最大	850mm×850mm
板厚	スキンプレート	19mm以上
	ダイヤフラム	19~60mm
長さ	最大	12,500mm
重量	最大	15ton

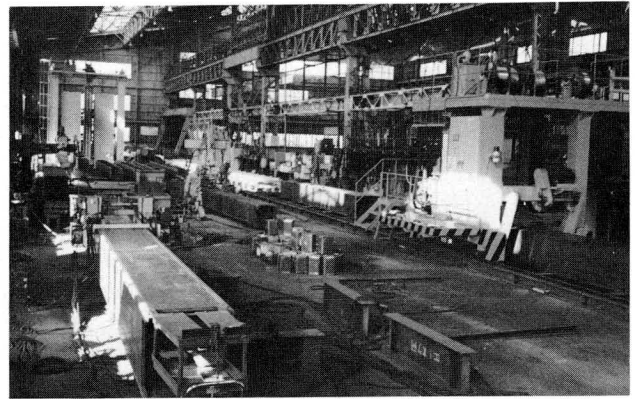


写真-1 全景

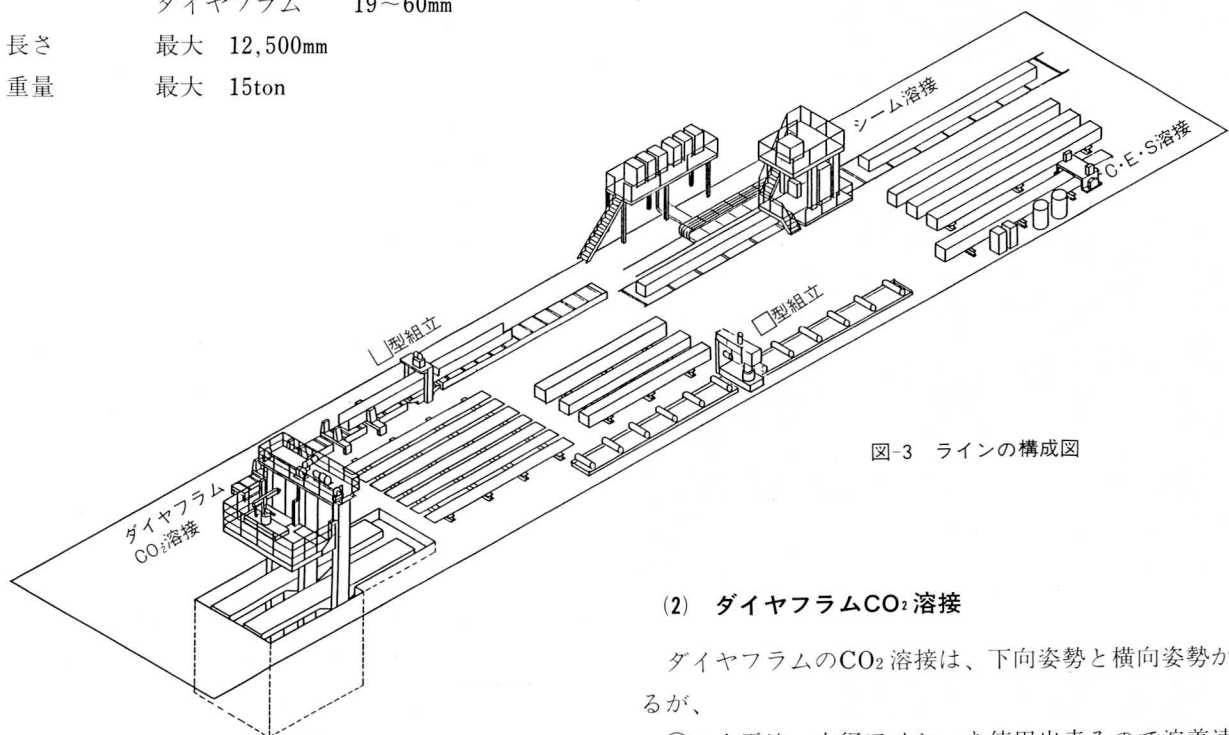


図-3 ラインの構成図

## 4. ラインの概要

生産ライン全体の構成図を図-3に、ラインの全景を写真-1に示す。

このうち、主な装置の機能を簡単に説明する。

### (1) U型組立装置

- 1) ダイヤフラム位置の野書を行わず所定の位置に取り付ける機能を有している。
- 2) 部品の取り込み、固定は全て機械化しスケール、スコヤ等測定具を使用しなくても、所定の精度が確保出来る。
- 3) 組立溶接はMAG半自動溶接にて行なうが、将来はロボットを使用し全自動化する。

### (2) ダイヤフラムCO<sub>2</sub>溶接

ダイヤフラムのCO<sub>2</sub>溶接は、下向姿勢と横向姿勢があるが、

- ① 大電流、太径ワイヤーを使用出来るので溶着速度を上げられる。
- ② 欠陥のない安定した品質が得やすい。
- ③ 自動溶接が簡単に出来る。
- ④ 反転作業が少なくて良い。

等の理由により下向姿勢を採用している。

- 1) 下向姿勢で溶接する為の柱を直立する機構と、溶接位置に移動する昇降機能を有している。
- 2) 溶接ロボットを使用し、作業人員の削減と大電流高速溶接を行なう。

写真-2、3に装置とロボットを、写真-4に溶接マクロ写真を示す。

溶接ロボットは、5軸制御の多関節型と同期移動装置を組合わせ、これを柱直立装置に2式搭載している。

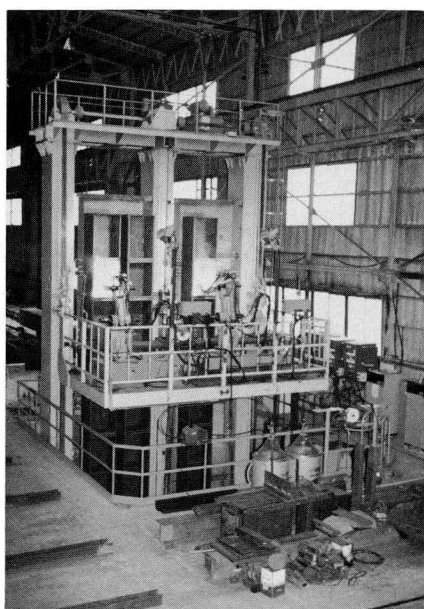


写真-2 柱直立装置

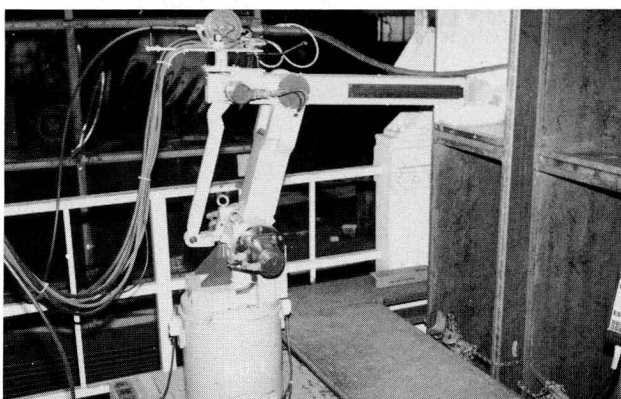


写真-3 溶接ロボット



写真-5 ボックス柱シーム溶接装置

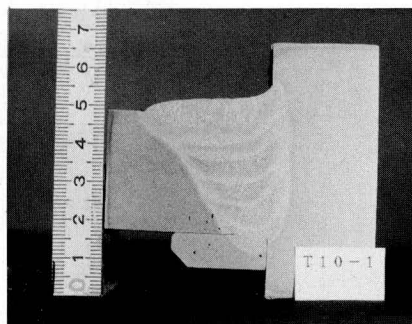


写真-4 溶接ロボットによるマクロ

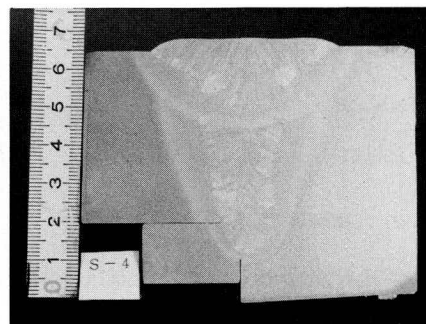


写真-6 シーム溶接のマクロ

### (3) シーム溶接

ボックス柱のシーム溶接（角溶接）は、板厚が厚く、溶接長も長い上、仕口部は完全溶込みが要求される為、欠陥のない安定した溶接の出来る事がなにより必要である。

過去の実績からルート部の溶け込みを確保する為、大電流で深溶け込みを計り、尚かつ高い溶着速度の得られる、二電極サブマージド・アーク溶接を採用している。

又、左右同時溶接、開先做い機構、電流自動制御機能、フラックス自動散布回収等の機能も有している。

写真-5 に装置を、写真-6 に本装置で溶接したマクロ写真の一例を示す。

### (4) C・E・S 溶接

C・E・S (Consumable Electro Slag) 溶接には、非消耗揺動式エレクトロスラグ溶接を採用している。

この溶接法は、比較的溶け込みが浅いが、溶着速度は消耗式E・S溶接より数10%早く、ノズルが非消耗である為経済的であるという特長を有している。

## 5. おわりに

本報では、ボックス柱の一貫生産ラインの実施例を紹介したが、本ラインの設置が最終段階まで完了したわけではなく、矯正、仕上げ工程の機械化も検討されている。

本生産ラインが稼働を開始してから約8ヶ月経過した現在、当初計画した生産量の増加、コスト低減の目的は充分達している。

しかし、生産ラインの中で各工程間のバランスを保つ為の工程能力の向上、超音波探傷の為のアイドルタイムの削減とロット構成の仕方、あるいは製品移動の自動化

省力化等いくつかの改良点を有している。

今回、組立以後の工程の自動化を試み、ほぼその目的を達したわけであるが、上記改良点の他に今後、鉄骨生産の自動化、システム化を行なって行く上でいくつかの問題点をつかむ事が出来た。

この経験とノウハウをもとに今後共、生産性向上、品質向上の為の製作システムの開発にのぞんで行くつもりである。

## グラビア写真説明

### 群馬大学医学部付属病院

群馬大学が、現在ある低層の外来診療棟を改築し、スペースの増大と設備の充実を計ろうとするものである。注目されるのは、中央に大きな開口部をもうけて、広々とした空間を作り、従来からの病院のイメージを払拭し、明るい雰囲気を出そうとしていることである。

これまでの平均的なSRC造ビルに比べて、スパンが非常に大きく、一般部で13.6m、開口部屋根面では、20mもあり、これに水勾配、キャンバー等の要素が加わって、寸法精度に細心の注意が要求された。

これに続いて、病棟の建設も予定されており、当外来診療棟は、病院施設充実の先駆けをなすものである。(西原)

### 主婦の友3号館

主婦の友3号館ビルは、御茶の水の明治大学と道路を隔てて、反対側に建設中です。現在鉄骨部が完成して、62年9月30日(60年9月に工事着手)に竣工予定です。1~2号館の鉄骨も当社が施工しました。今回の3号館は大正13年に建築された、旧館棟部分と駐車場用地に、地下3階、地上12階塔屋1階、延床面積23,200m<sup>2</sup>(重量2,500t)、高さ57mの鉄骨鉄筋コンクリート造の建物を新築、地下部分は駐車場、2階迄は店舗、4階迄はコンサートホール、その他が貸事務所で使用されます。特徴としては旧館棟部分の鉄骨は改築して、外装は特別注文により、当時(大正13年)と同じように復元され、又コンサートホールは天井高11m、623席でパイプオルガンが設置されます。(園城)