

ボックス柱製造ライン増強・改修工事報告

小林 光博*

ボックス柱製造ラインは建築鉄骨で主流となっている溶接組立箱形断面柱を製作する専用ラインとして、東京工場時代の昭和 50 年より当社に導入された設備群であり、当社の建築鉄骨製造における心臓部として十分活躍してきた。しかしながら近年、設備の老朽化により生じる溶接品質の低下、相次ぐ故障による稼働停止、製造メーカー撤退による部品調達困難等、様々な問題が発生し、生産性を大きく損なう結果となっていた。そこで設備を一新し、更なる品質の安定化と生産性の向上を図るべく、増強・改修工事を行なった。今回は、ボックスラインの増強・改修工事の内容について報告をする。

キーワード：ボックスライン，生産性向上，溶接不良率の削減，NC化

まえがき

鉄骨加工棟ボックスラインの老朽化に伴う品質低下、生産性の低下を改善することを目的として、平成 17 年 12 月にボックス製造設備検討委員会を発足させ、老朽化した設備のリニューアル及び生産性向上に向けての設備機器の改善について検討を行い、今回のボックスラインの増強・改修工事の対象となる設備機器を選定、工事計画を立案した。

1. 工事概要

- (1) 増強・改修工事対象設備
増強・改修工事対象に選定した設備機器の一覧を表-1 に、配置レイアウトを図-1 に示す。
- (2) 工事期間
平成 18 年 8 月～12 月
- (3) 工事予算
349,000,000 円

表-1 増強・改修設備機器一覧

設備機器名	工事種別
① NCフレームプレーナー	新規購入設置
② NC開先加工機	既存設備を新規購入設備に入れ替え
③ 棟間台車	新規購入設置
④ サブマージアーク溶接機	既存設備を新規購入設備に入れ替え
⑤ ガーダーラジアル	既存機器改修
⑥ エレクトロスラグ溶接機	既存機器改修
⑦ フェーシングマシン	移設
⑧ ダイアフラム組立ロボット	移設
⑨ 角継手下盛り CO ₂ ロボット	新規購入設置

* 鉄構富津工場技術課課長

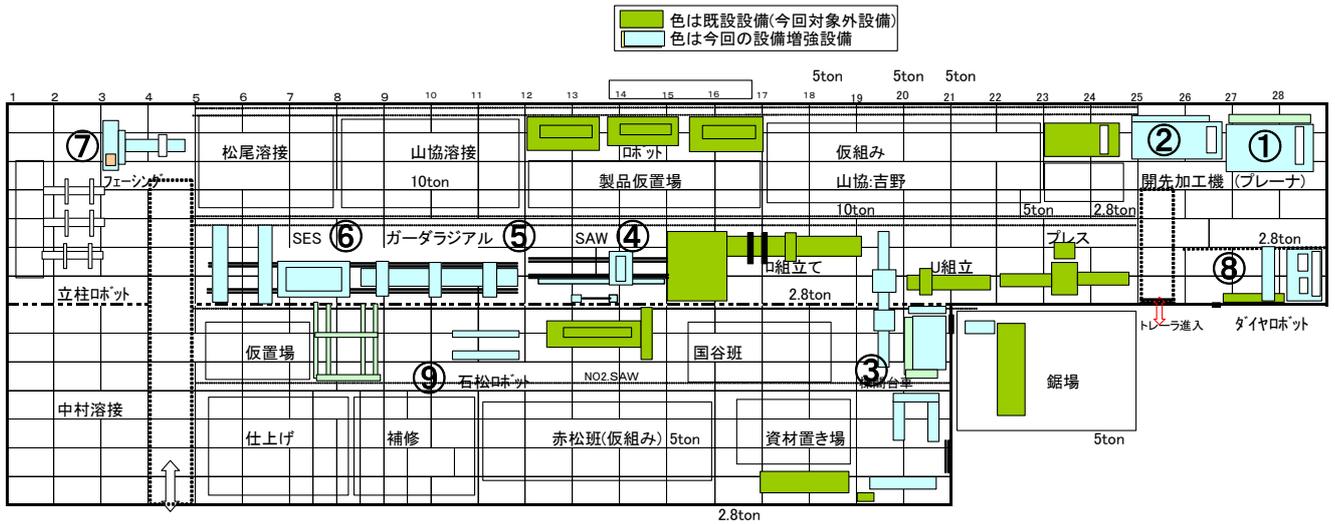


図-1 設備機器配置レイアウト

2. ボックス柱製作フロー

工事報告の前に当社富津工場におけるボックス柱製作フローを説明する(図-2 製作フローチャート参照)。今回増強・改修工事対象となった工程は太枠で示している。製作フローの大きな変更点は、柱スキンプレートのシャーリングを社内で行なうことと、柱スキンプレート板厚 60mm 以下のものについては、角溶接を先行して行うことである。今回の製作フロー変更の目的を以下に示す。

- (1) 柱スキンプレートの社内切断によるコスト削減
- (2) 角溶接先行工法採用による角溶接の溶接品質の安定化(開先形状均一化による溶接欠陥の削減, 角継手裏宛金を通すことによる溶接抜け防止)
- (3) ガウジング角開先整形の軽減による騒音, 環境問題の改善

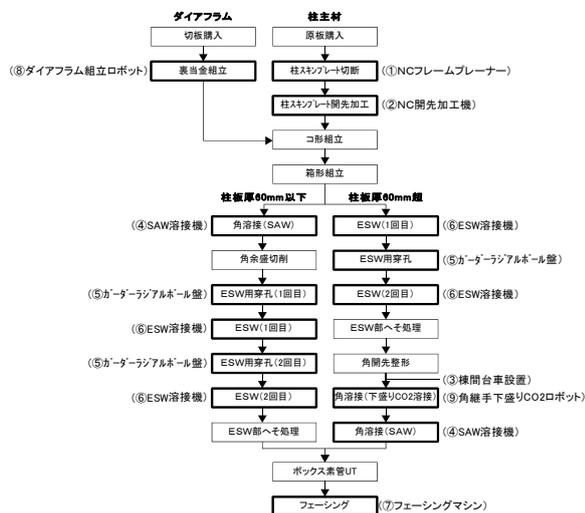


図-2 製作フローチャート

3. 設備機器の紹介

次に今回、増強・改修を行なった設備機器のうち、主な設備について紹介する。

(1) NC フレームプレーナー

【設備概要】

- 機種名：KT-650J
- 製造メーカー：日酸TANAKA株式会社
- 設備能力
 - 可能切断寸法：幅 - 200mm~6,200mm
 - 長さ-18,000mm
 - 板厚-6mm~100mm
- データ入力方法
 - ・MDI 入力
 - ・3.5FD 読み込み
 - ・メモリ登録データ読み込み



写真-1 NCフレームプレーナー

【運用方法】

現在 NC フレームプレーナーは柱スキンプレート切断専用として活用していく方針としている。ダイアフラムやその他二次部材等の異形の部材について

ては、現状と同じくシャーリング業者より購入する考えである。これは切板購入のコスト削減効果が異形材では低いと考えているためである。しかし、今後の異形切り対応、CAD/CAM化も考慮し、設備としてはNCデータ対応も出来るようにしている。(ソフトとしてネスティング、データ変換ソフトの購入が必要)。

(2) NC開先加工機

【設備概要】

- 機種名：ボックス柱フランジ・ウェブ
NCマーキング機能付切断機
- 製造メーカー：日酸TANAKA株式会社
- 設備能力
 - 可能切断寸法：幅 - 500mm~1,200mm
 - 長さ - 18,000mm
 - 板厚 - 19mm~100mm
- 適用開先加工：形状 - V形, レ形, I形
- 角度 - 0° ~ 75°
- マーキング装置：4組
- データ入力方法
 - MDI入力
 - フラッシュメモリ読み込み
 - 光回線によるデータ転送



写真-2 NC開先加工機

【改善点及び運用方法】

既存設備の老朽化により、設備を一新した。新規設備購入にあたり、将来のCAD/CAM化を見越し、光回線を使用したデータ伝送が対応可能となるようにしている。また同時にボックス柱現寸システムの見直しを実施し、現寸担当者が作成した開先データを伝送し、直接開先加工機が読み込めるシステムを構築した。これにより、オペレータ

ーが数値入力していた従来のシステムに対し、入力手間の削減、入力ミスによる誤作防止等の効果が上がることを期待している。

(3) サブマージアーク溶接機

【設備概要】

- 機種名：タンデムサブマージアーク溶接機
- 製造メーカー：株式会社神戸製鋼所
- 設備能力
 - 幅 - 500mm~1,200mm
 - 長さ - 16,000mm
 - 重量 - 23t
 - 板厚 - 19mm~60mm (下盛 CO₂なし)
 - 65mm~100mm (下盛 CO₂あり)
 - 完全溶け込み - 部分溶け込み変換機能有



写真-3 サブマージアーク溶接機

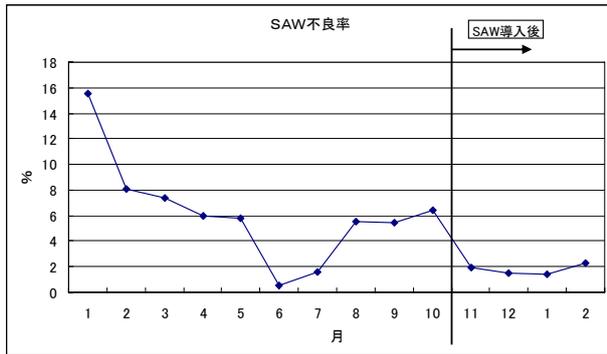
【改善点及び運用方法】

今回の設備は以前の設備に対し以下に示す内容を大きく改善している。

- 柱幅最大幅 - 1200mm まで対応可能
- 操作盤を片側に集約 (1人作業対応可能)
- 500kg ボビン対応によるワイヤ入れ替え作業の軽減
- 走行レールを延長し2ステージ分の作業場を確保

特に作業場を2ステージとしたことにより、段取り作業の効率化、クレーン待ち等の無駄な時間が削減され、リードタイムの短縮が図られている。また旧サブマージ溶接機に比べ、表-2に示すように溶接不良率も格段に下がっている。その結果、補修作業によるコスト増大、補修手間による生産性の低下等の問題点が大きく改善されている。

表-2 SAW不良率推移 (11月より新設備)



(4) エレクトロスラグ溶接機

【設備概要】

エレクトロスラグ溶接機については、溶接機自体は既存の設備をそのまま活用している。今回の改造では、エレクトロスラグ溶接生産性向上に向け溶接架台の可動台車化を図っている(写真-4)。



写真-4 エレクトロスラグ溶接機移動台車

今回の改造は以下の点が改善され、生産性の向上、コスト削減が図られている。

- ①溶接機架台の可動台車化により、チェーンコンベア故障(平均2日/月の故障)による稼働停止の防止、クレーンの待ち時間の削減等が図られている(図-3)。

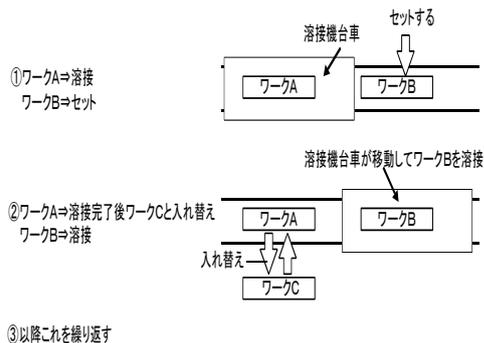


図-3 エレクトロスラグ可動台車運用図

- ②溶接機を可動台車に搭載したことによるケーブル損失の低減
- ③へそ処理用ポンプ採用による工業用水の削減。
- ④ワイヤパック 250kg⇒350kg 対応
(ワイヤパック交換の手間削減)
- ⑤柱せい 1200mm 対応
- ⑥アース板取付け簡略化による溶接品質安定化

(5) 角溶接下盛り溶接ロボット(石松ロボット)
スキンプレートの板厚が 60mm を超える柱の角溶接については、電源容量の問題から全線サブマージアーク溶接が行えないため、CO₂半自動溶接にて下盛り溶接を行った後、表層をサブマージアーク溶接で化粧盛りを行なう工法が採用されている。しかし、最近の柱 CFT 構造化により、角継手全線を完全溶け込み溶接対応とする工物件が増加し、溶接量が増えたため、従来の人に頼った溶接施工では、生産コスト的に厳しい状況となっており、生産性向上に向けた柱角継手の自動溶接化が急務であった。そこで多層 CO₂溶接ロボット(石松ロボット)を導入し、生産性の向上及び溶接品質の安定化に努めることになった。石松ロボットによる角継手下盛り溶接は、従来の部分溶け込み溶接部の形状に合わせた形で行ってきた斜め盛り溶接が不可能である。よって CO₂溶接による下盛り溶接は平坦に盛り、表層のタンデムサブマージアーク溶接の先行極、後行極のワイヤ狙い位置をずらすことにより、上手く溶け込ますよう工夫している(図-4)。石松ロボットの概要を以下に示す。

【設備概要】

- 機種名：多層盛り溶接ロボット (ISHIMATSU)
- 製造メーカー：長菱エンジニアリング(株)
- 設備能力
板厚：19mm～100mm
溶接姿勢：下向き溶接
対応開先形状：V形，レ形
対応開先角度：25°，35°
開先検知方法：ワイヤタッチセンサー
- 購入台数：8台



写真-5 石松ロボット



図-4 下盛りCO₂表層SAW工法

【設備詳細説明】

本設備は、設置した走行レール上を自動でウィーピングしながら溶接ロボットが走行することにより溶接を行うものである。微妙な開先形状の違い（ルートギャップ、開先角度等）は、溶接前にワイヤタッチセンサーにて検知し、ロボットがワイヤ狙い位置等を制御して、欠陥のない溶接を行うようにしている。

【設備運用方法】

柱角溶接の 2mを単位溶接線とし、その溶接の下盛り CO₂溶接（または、開先全量溶接）をロボットが行う。溶接範囲を 2mとしたのは、角変形防止、組立精度確保のため、どうしても溶接線の途中でコマと呼ばれる変形防止用の開先残しが必要であるからである（図-5）。コマ部分については、ロボット溶接完了後、ガウジングにて除去し、従来通り溶接技能者が溶接を行う。ガウジングを行ないやすくするため、ロボット溶接はカスケード溶接としている（図-5）。また溶接範囲を 2m に区切ることで、ノズルにスパッタが付着すること起因するブローホールの発生等の防止も図られている。生産性の方が、ロボット一台あたりの溶接効率は溶接技能者とそう変わりはない。しかし、一人で数台のロボットを操作できるため、その生産性は大きく向上している。当面は 1人 4台、2人で 8台を活用していく方針である。

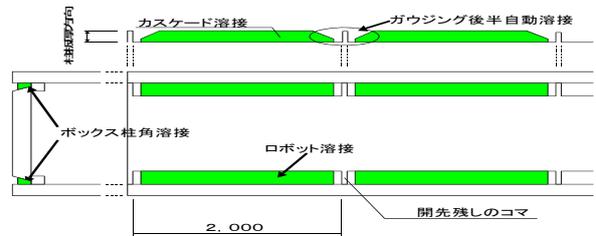
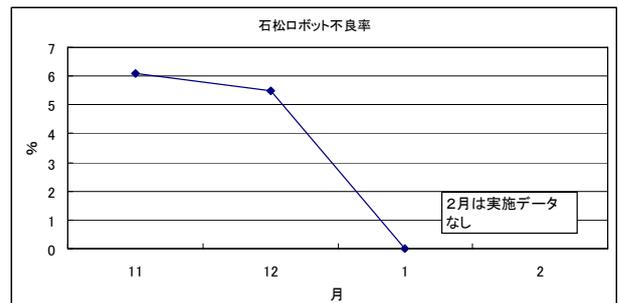


図-5 ロボット溶接適用箇所

また、ロボット溶接は生産性の向上ばかりでなく、品質の安定化、溶接技能者不足対策としても導入を決めたものである。ロボット溶接による溶接不良率を以下に示す。

表-3 ロボット溶接不良率



ロボット自体の不良率は平均 5.3%と溶接技能者全体の不良率と相違ない値（半自動 2006 年平均不良率 5.5%）となっている。今後はよりいっそうの不良率低下に努めるとともに、角下盛り溶接のみならず、一般の仕口フランジ溶接部への適用も検討していく方針である。

4. まとめ

今回実施したボックスライン設備増強・改修工事により、エレクトロスラグ溶接、サブマージアーク溶接、角継手下盛り CO₂溶接の溶接品質の安定化、生産性の向上が図られた。ただ、設備の設置は完了しているが、NC フレームプレーナー、NC 開先加工機の本格活用はまだこれからであり、今後の CAD/CAM 化推進に向けての問題は山積み状態である。また、最新設備を導入してもそれを取り扱う作業者の技能育成が疎かになっては意味がない。今後取り組む課題として技能者の育成強化による品質の安定化、切断、開先加工、組立装置の自動化、簡易化による生産性の向上を考えている。今後厳しくなる建築鉄骨製造業界を生き抜いて行く上で、生産性の向上、品質の安定化は避けて通れない重要課題として認識している。今後も関係各部署との連携を図り問題解決に取り込んでいく所存である。最後に、今回の増強・改修工事に御尽力頂いた関係者各位に感謝の意を表し、本報告書のまとめとする。