

# 溶接組立箱形断面柱の生産ライン構築

西出 大介

株式会社平野鐵工所

## 1. はじめに

当社では、高層ビルを中心に多用される溶接組立箱形断面柱（以下BOX柱）、溶接組立H形断面部材（以下BH）を購買調達に頼っていたが、社内技術力、顧客満足度の向上及び販路拡大等を目的に、2019年頃から内製化を検討してきた。

4年越しの計画でBOX柱、BH製作が可能な第2工場の建設と設備導入も完了し、2023年4月より本格稼働を開始した。

今回実施した設備化は、将来のSグレードアップを目指した活動の一環でもある。

平野鐵工所技報の第一報として、BOX柱製作ラインの概要について報告する。

## 2. 第2工場レイアウト図

第2工場の設備配置を図1に示す。

- ①敷地面積：34,666㎡
- ②建屋面積：8,100㎡

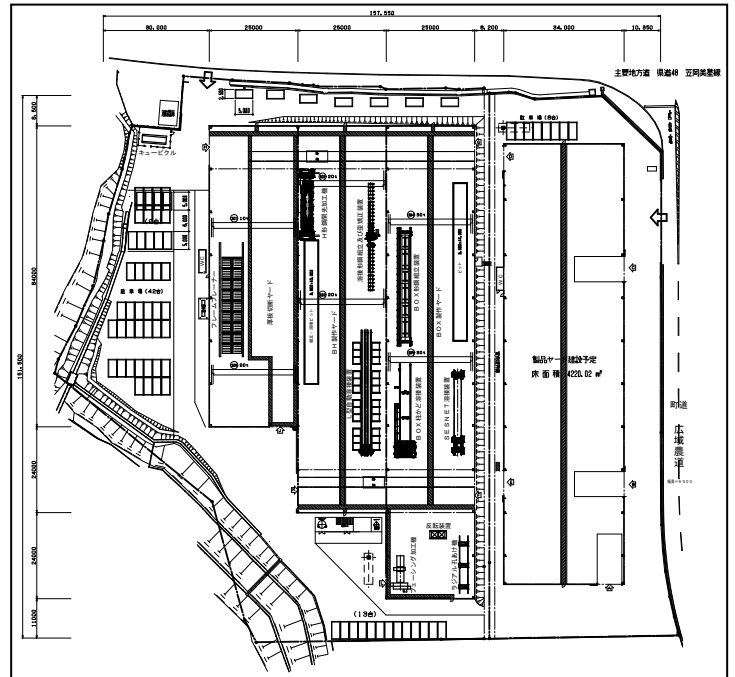


図1 第2工場設備配置図

## 3. BOX柱製作ライン

### 3.1 設備能力諸元

ライン製作可能なBOX柱は以下の通りです。

- ①断面寸法：400～1,600mm
- ②板厚：スキンプレート19～100mm  
：ダイアフラムプレート19～65mm
- ③長さ：～16,000mm
- ④重さ：～30,000kg

### 3.2 製作フロー

BOX柱製作の溶接手順は、最初に角溶接を行い、後からエレクトロスラグ溶接を行う方式を採用している。製作フローを図2に示す。

### 3.3 ライン概要

#### (1) 鋼板切断工程

スキンプレートは、鋼板をロール発注後に購入品とし入荷し、フレームプレーナー（写真1）にて幅切断加工を行う。鋼板の段階で溶接収縮量を考慮したダイアフラム取付位置のケガキ線を記入する。ダイアフラム、その他の二次部材等の切断は外注委託加工を行っている。

#### (2) 開先加工工程

スキンプレートへの角溶接用の開先加工は、ポータブルガス切断機（写真2）で行

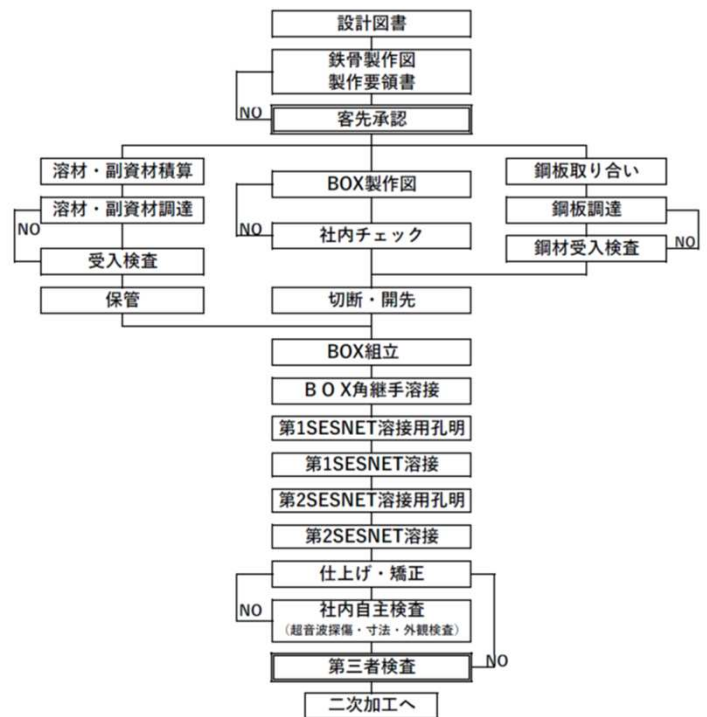


図2 BOX柱製作フロー図

ている。角継手溶接の開先形状は、レ形とV形がある為、ウェブ、フランジ材各々切断

加工を行っている。2024年度には、開先加工の精度向上のために、切削加工機の導入を予定している。



写真1 フレームプレーナー



写真2 開先加工用ポータブルガス切断機

(3) スキンプレート, ダイアフラム裏当金取付

①スキンプレート (ウェブ材) に角溶接用の裏当金 (□22×22mm, □25×25mm) を取付ける。(写真3)

②ダイアフラムにエレクトロスラグ溶接用の裏当金 (FB28mm×50mm) を取付ける。

(写真4)



写真3 スキンプレートへの裏当金取付



写真4 ダイアフラムへの裏当金取付

(4) BOX柱組立工程

①コ形組立: スキンプレートの下フランジ材にダイアフラムをケガキ位置に並べた後にウェブ材を立ててコ形にする。コ形組立機の油圧装置でスキンプレート (フランジ材, ウェブ材) とダイアフラムを密着取付を行う。組立模式図を図3に示す。(写真5)

②コ形内側養生溶接後に, 上フランジ材を載せ, 油圧装置で密着させながら仮付溶接を行い箱形組立が完了する。(写真6)



写真5 コ形組立状況



写真6 コ形組立機の油圧装置

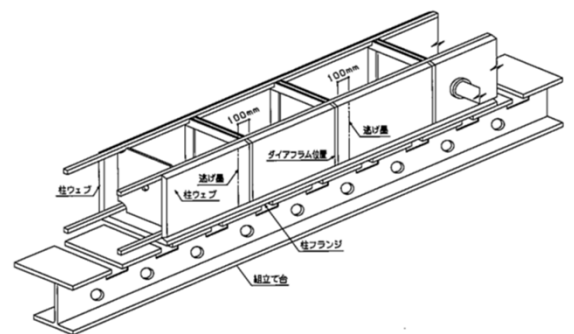


図3 BOX柱三面組立模式図

(5) 角継手溶接工程

①サブマージーク溶接施工前には, スタートタブ (L=400~500mm), エンドタブ (L=500~700mm) を取付ける。

②2電極のサブマージーク溶接機を2台搭載した, BOX柱角溶接装置にて角継手2シーンを同時溶接を行う。(写真7, 8) 片面終了後にBOX柱を180度反転し, 残りの2

シームの溶接を行う。スキムプレート板厚65mmまでは、1パスのサブマージアーク溶接施工としている。



写真7 BOX柱角溶接前の状態



写真8 BOX柱角溶接装置

(6) エレクトロスラグ溶接用孔明工程

①角溶接終了後、内ダイアフラム取付位置にダイアフラムとスキムプレート（フランジ材）を接合する。第一エレクトロスラグ溶接用の孔明加工を一軸のラジアルボール盤（3台）にて、ダイアフラム1枚に対して4箇所（写真9）の孔明加工を行う。（写真9）

②ダイアフラム板厚40mm以上については、1箇所（写真10）にキリ穴を2個明けた後にガス切断加工で長穴とする。（写真10）



写真10 2個のキリ穴加工後ガス切断した長穴



写真9 ラジアルボール盤

(7) 第一エレクトロスラグ溶接

①内ダイアフラムとフランジ材との開先内をセスネット溶接装置（6台）を用いてエレクトロスラグ溶接を行う。（写真11、12）セスネット溶接方法模式図を図4に示す。  
②溶接アークスタートは水冷銅タブ内で行い、溶接終了時は銅エンドタブを取付けて余盛溶接を行う。

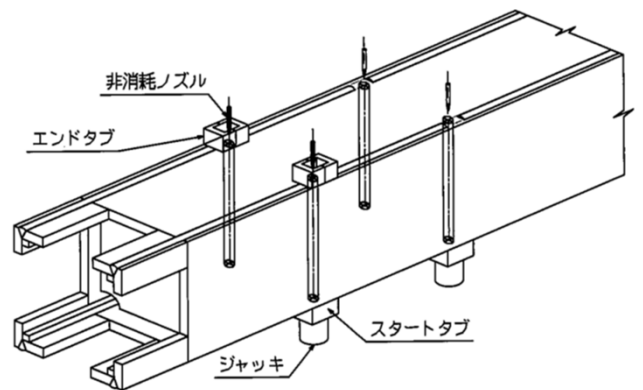


図4 エレクトロスラグ溶接方法模式図

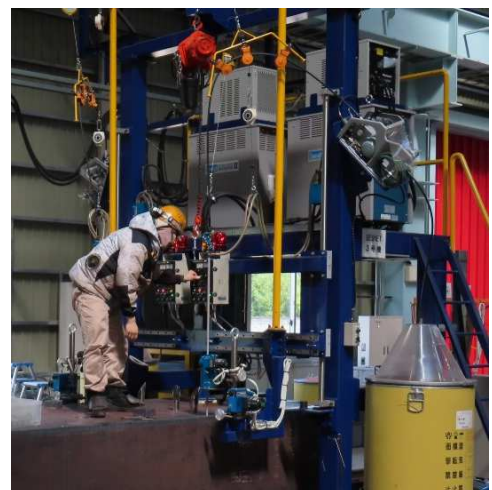


写真11 セスネット溶接装置



写真12 エレクトロスラグ溶接中のBOX柱

(8) 第二エレクトロスラグ溶接用孔明工程

①第一エレクトロスラグ溶接終了後、90度回転させてダイアフラムとウェブ材を接合する第二エレクトロスラグ溶接用孔明加工を行う。(写真13)

②丸孔、長孔の形状は、第一エレクトロスラグ溶接用孔明加工と同様に行う。

(9) 第二エレクトロスラグ溶接

①内ダイアフラムとウェブ材との開先内をセスネット溶接装置でエレクトロスラグ溶接を行う。(写真14)

②溶接時のスタート、エンドは、第一エレクトロスラグ溶接と同様に行う。



写真13 第二エレクトロスラグ溶接用孔明加工



写真14 第二エレクトロスラグ溶接加工

(10) エレクトロスラグ溶接後の仕上処理

①エレクトロスラグ溶接後のスタートタブ部及びエンドタブ部の余長部をアークエアーガウジングでハツリ、グラインダーで平滑に仕上げる。(写真15)

②角溶接部及びエレクトロスラグ溶接の補修溶接を行い、溶接後にグラインダーで仕上作業を行う。

(11) 矯正工程

①余長部処理仕上及び補修溶接仕上後に、溶接施工によって発生したBOX柱素管の大曲り、ねじれの矯正作業を線状加熱矯正にて行う。(写真16)

②内ダイアフラム取付位置ケガキを二次加工用として記入する。

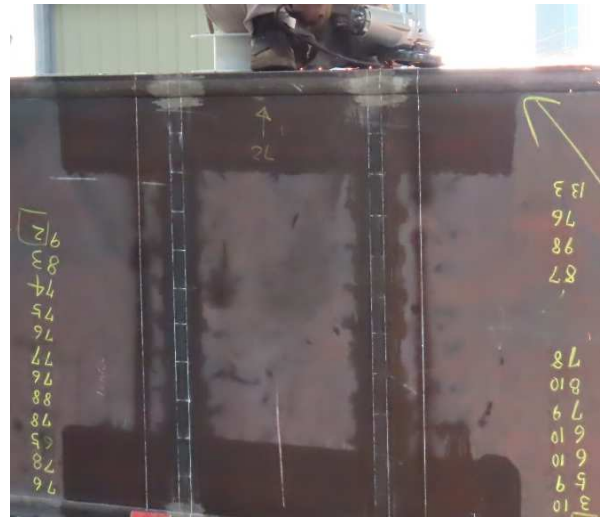


写真15 スタート、エンドタブの余長部処理



写真16 BOX柱素管の大曲計測

(12) フェーシング工程

トッププレート付ボックス柱は、トッププレート溶接後、フェーシングマシンにて平面切削加工を行う。(写真17)

(13) 社内超音波探傷検査

①角溶接継手の完全溶込溶接仕様の箇所は、全線超音波探傷検査を実施する。

②内ダイアフラム取付箇所のエレクトロスラグ溶接部については、全箇所の内部欠陥確認超音波探傷検査の実施と、ダイアフラム溶込幅測定を実施する。(写真18, 19) 超音波探傷検査の結果は、超音波探傷検査報告書として客先へ提出する。

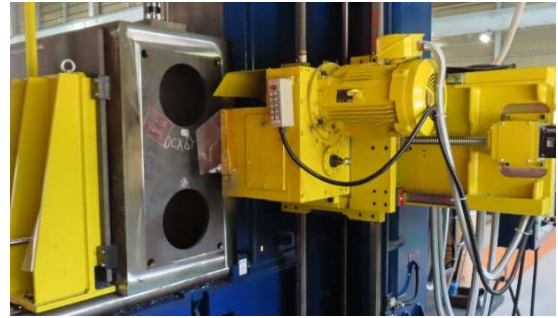


写真17 フェーシング加工状況

4. 溶接施工後のマクロ試験片

下記に当社で実施した施工試験結果の一例として角継手溶接(スキンプレート板厚45mm)とエレクトロスラグ溶接(スキンプレート板厚45mm, 内ダイアフラム板厚45mm)のマクロ写真を示す。



写真18 超音波探傷検査状況

5. おわりに

今回は、操業を開始した当社第2工場のBOX柱製作ラインを紹介した。

まだまだ立上げたばかりで、これから更なる品質並びに生産性向上に向けて努力を重ねて、お客様に満足頂ける製作ラインに仕上げて参ります。

また製作ラインだけにとどまらず、鋼材発注から製作加工指示、そして検査までの最適化に向けて調査、研究、分析を推進して行く所存です。



写真19 超音波探傷検査が完了したBOX柱

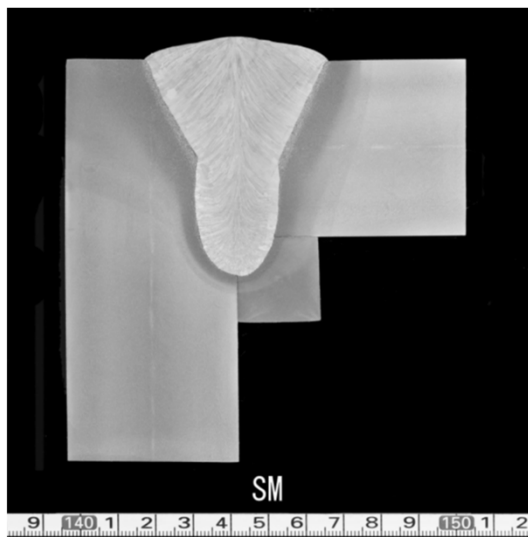


写真20 サブマージアーク溶接マクロ(板厚45mm)

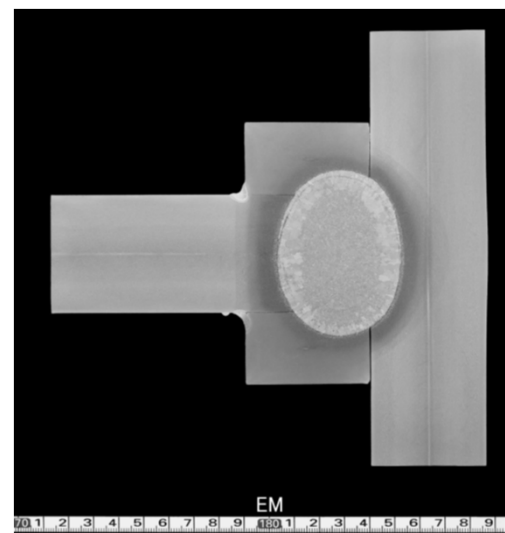


写真21 エレクトロスラグ溶接マクロ(板厚45mm)