



### 5) ねじれ防止

組立時および溶接前は、端面左右のレベルを計測してねじれがないことを確認し、次作業に進んだ。

### 6) 塔頂水平材のエンドプレート

エンドプレートは面接合のため、2枚を重ねたまま穿孔および四周の切削を行い、同一のものを確保した。

## 3. 芯出し罫書

芯出し罫書とは、塔柱4面の軸芯を出して、その軸心に対して直角な切削面を罫書くことをいう。

### 1) 芯出し

芯出しは、部材を立てて設置する縦置き芯出し方法で行った。油圧ジャッキで4点を支持する形で部材を縦置きし、向かい合う面の上下端面の仮の軸芯(辺長の1/2)の鉛直度を調整し、誤差を振り分けることにより軸心とした。

### 2) 切削線の罫書

切削線は、下端面のみ罫書を行った。上端面については、棒ゲージを用いて切削時に寸法管理を行った。4点の罫書を行うときに、レベルを部材内側に設置して、1回で4点を視準し罫書を行うことにより、誤差が生じにくくなるようにした。

## 4. 切 削

### 1) 環 境

#### a) 温 度

部材の上下、左右の温度差によるそりやねじれを防止するために、温度管理を行った。測温抵抗体を用いて、部材の温度および気温を9ヵ所で測定した。荒切削は温度差を考慮せずに行ったが、中仕上げおよび仕上げ切削は、部材の温度差が2℃以内になった時間帯に行った。

#### b) 振 動

切削中に工場内の天井クレーンなどの走行によって振動が生じると、切削面に段差が生じたり、切削面が荒くなる。振動の影響をなくすため、中仕上げおよび仕上げ切削は切削以外の工場作業終了後の夜間に行った。

### 2) 部材の据え付け

切削機のX、Y軸が動作した時にカッターヘッドが形成する面と、「3. 芯出し罫書」に示す方

法で罫書いた切削線よりなる切削予定面とが平行になるように部材を微調整しながら設置した。そして、一致した状態で部材を定盤と固定した。

### 3) 切削中のびびり防止

切削中に切削によるびびりを防止するため、以下の材料を用いた拘束治具を取り付けた。

- ①フランジ、ウェブを拘束するパイプ材
- ②ボルト孔を利用して縦リブを拘束する全ネジボルト
- ③ダイヤフラムを拘束するアングルまたはパイプ材

### 4) 切削中の管理

切削中は部材の温度管理と共に、ダイヤルゲージを用いて、部材の変位がないことを確認した。

### 5) 切削条件

温度変化などによる切削面の段差を生じることなく、切削時間を最小とするように切削順序を決定した。カッターは荒切削、中仕上げ、仕上げ切削用の3種類を使用し、要求精度を満足する条件で切削を行った。

特に、頂板や塔頂水平材のエンドプレートは面切削となるため切削時間が長く、切削中に温度が上昇しやすい。このため、面の変形が最小となる切削量に留意した(写真-1)。

### 6) 切削面の養生

切削後は防錆油を直ちに塗布し、切削面の防錆を行った。その後ストリップペイントを塗布し、出荷までの防錆に努めた。

## 5. 検 査

検査には部材検査、部材検査の終わった2塔柱部材を組んで行う2段仮組立検査および塔頂部柱体と塔頂水平材からなる立体仮組立検査がある。



写真-1 頂板の切削

いずれも芯出し、切削工程と同様、温度差および振動の少ない夜間に行った。

1) 部材検査

部材はレベリングブロック上に、4隅の高さがほぼ等しくなるように縦置きで設置した。検査の概要を以下に示す。

- ①寸法計測： 断面寸法、部材長をスチールテープを用いて0.1mm単位で計測した。その際、スチールテープの0点を確実に固定するための治具を考案し用いた。
- ②端面の高低差の計測： 部材の4隅の端面に、直定規が取り付けられた磁石を取り付ける。部材の中心付近に設置したマイクロメーター付きレベルによりこの直定規を視準する。測定値は0.01mmまで読みとる。これを上下端面について行った。
- ③部材の倒れの計測： 部材の各4面に正対する位置にマイクロメーター付きセオドライトを設置し、下端面の中点を視準した後、望遠鏡を鉛直方向に回転させ、上端面を視準する。その際に望遠鏡に取り付けられた水平方向のマイクロメーターを用いて上下端面の中点のずれ量を計測する。測定値は0.05mmまで読みとった。望遠鏡を反転させ、同様の計測を行い、正反の平均値を算出した。

以上の計測の結果から、計算により端面の直角度、部材の鉛直度を求めた(写真-2)。

2) 2段仮組立検査

2段仮組立検査は横置きで行った。検査の概要を以下に示す。

- ①鉛直度、芯ずれ量の計測：部材検査で用いたレベルおよびセオドライトを用いて、3面の端面の中点のずれを計測した。このずれ量と個々の部材の長さから2段仮組時の鉛直度を



写真-2 部材の倒れの計測

計算により求めた。

- ②メタルタッチの計測： 部材の結合に用いられている添接板にはメタルタッチ計測用の孔があけられている。この孔から厚さが0.04mmのすき間ゲージを挿入し、すき間ゲージが板厚の1/3以上入らない箇所を密着と判定した。縦リブの添接部も同様の計測を行った(写真-3, 表-1)。

3) 塔頂部の立体仮組立検査

塔頂水平材は両端の塔頂ブロックともに正位で仮組立を行い、塔柱間隔および塔頂上面の水平度などを計測した(写真-4)。

4) 累積倒れ量

部材検査および2段仮組立検査の結果から求められた塔頂での累積倒れ量を表-2に示す。



写真-3 メタルタッチの計測

表-1 メタルタッチ率計測記録

(単位: %)

段	南塔		北塔	
	ウェブフランジ	縦リブ	ウェブフランジ	縦リブ
21	100	100	100	94
20	99	97	99	100
19	100	94	93	100
18	100	94	100	94
17	99	97	99	100
16	100	100	100	91

表-2 塔頂での累積倒れ量

(単位: mm)

	北塔	南塔
今治面	1.02N	0.06S
北面	1.73W	—
南面	—	0.60W
大島面	3.26S	1.16S

(許容量: 13.8mm)



写真-4 塔頂水平材の仮組立検査

## 6. まとめ

主塔の製作では罫書から溶接，切削に至る各段階で高精度を確保する必要があるため，作業途中でも計測を行い精度を確認した。

要求品質は厳しかったが，各関係者の努力により高精度の主塔部材を製作できた。