

I-323

大型部材切削加工精度の加工机上計測に関する研究

(株)横河橋梁製作所 正員 ○小櫻義隆
新潟鉄工 藤田良衛
長岡技術科学大学 高田孝次

1. まえがき

長大橋の塔柱のような大型の鋼構造物は部材単位で製作し、これを積み上げていく。この場合、鋼構造物の完成形状は主に部材端部の接合面の切削精度で決るため、高度な切削技術が要求される。このため加工機上での計測と修正加工を行わなければならない。特に、大型部材の切削に関しては、現在のところ部材を効率よく計測する装置がないので、トランシットまたはレベル等の測量機器により位置決め及び加工精度の測定をしているのが現状である。これらの測量機器は個人誤差を含みやすく精度が不十分であり、また加工機械に組み込むのが難しいので、計測の作業効率を低下させている原因となっている。

このような背景から、本研究では大型の鋼構造部材の切削精度を向上させるため、新たにレーザーとCCDカメラを用いて、大型の鋼構造部材の端面形状、部材軸に対する端面の直角度、部材両端面の平行度を測定する計測システムの開発を試みた。

2. 部材両端面の平行度の測定原理

図-1 は部材の両切削端面の平行度を計測する原理を示したものである。レーザー発振器Aを出射光が切削機械座標系のO-X Y平面に対して垂直となる様に設置し、このレーザー光線を直線基準とする。そして、直線基準のレーザー光線が入射する様にペンタプリズムを設置する。すると、レーザー光線の出射方向をこの直線基準に対して90°変える事が可能となる。ここで、このペンタプリズムをペンタプリズムの回転軸と直線基準であるレーザー光軸とを一致させた上で回転させると、図-1に示す様に、直線基準に対して垂直なレーザー光線による垂直平面を形成する事ができる。

この平面から、例えば部材端面1上の計測位置までの垂直距離(y_1, y_2, y_3, y_4)と、部材端面2上の計測位置までの垂直距離(y_5, y_6, y_7, y_8)が計測できれば、これらの相対距離から両端面の平行度を求める事ができる。なお、図-1における変位座標系は新しく開発した計測機器である二次元位置センサーの座標系である。

いま、垂直平面上の点 $li (Xli, Yli)$ 、
(xli, yli)は、部材上の計測位置 Hi
(xHi, yHi)を垂直平面へ投影した点
である。この時 Hi と li との距離
 yi は、二次元位置センサー座標値
より次の様に表される。

$$yi = yHi - yli \quad (1)$$

($i=1 \sim 8$)

また、 yi は切削機械座標系の
奥行き情報

$$Zi = C \pm yi \quad (2)$$

(C: 負の定数)

(+: 断面2, -: 断面1)

に変換する事ができる。

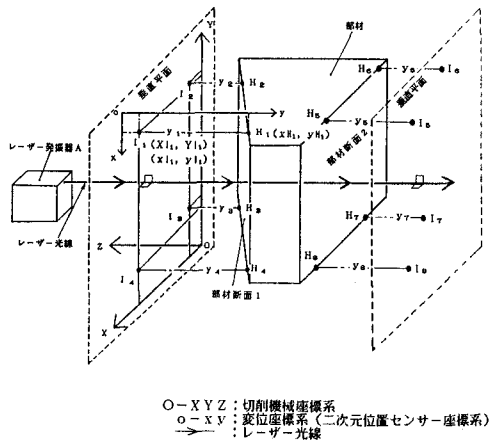


図-1 平行度の測定原理

これら3点以上の計測点の切削機械座標値(X_{ii}, Y_{ii}, Z_i)を基に各端面を平均化し、両端面の法線ベクトルを求める。この両端面の法線ベクトルの相対的なずれを部材両端面の平行度として表わすことができる。

3. 二次元位置センサー

二次元位置センサーとは、各計測位置において局所座標値を得るために新しく開発した計測機器である。

本機は図-2に示す様に、スクリーンに映し出された画像(レーザービームのスポット)をCCDカメラで取込んで、CCDカメラ内部のセンサー面座標値からスクリーンに映し出された画像の重心の局所座標値を得る装置である。

CCDカメラで画像を取り込む場合、画像面とセンサー面は図-3に示す様に、平面から平面へ1対1に対応するので、M点のセンサー面座標値から、m点の画像面座標値への座標変換が可能である(逆変換も可能)。この時、カメラレンズの歪による画像の歪みを射影変換する事により補正し、座標値を得ている。

4. 計測システムの構成

本計測システムの構成を図-4に示す。本システムでは、フェーシングマシンの後に固定設置したレーザー発振器Aからのレーザービームを直線基準とし、また、ペンタプリズムによって直線基準に対して垂直に出射方向を変えられたレーザービームを垂直基準として、このレーザービームから計測位置までの垂直距離を二次元位置センサーで測定する。

5. あとがき

本計測システムは、切削機械の切削面に対して垂直に出射させたレーザービームを基準として、部材を切削機械に据え付けるための測定と部材の形状の測定を行うのが特徴であり、工作機械のX軸、Y軸の運動精度、加工した面の直線基準に対する直角度、2平面の平行度等を計測できる。なお、実機の計測結果は当日報告の予定である。

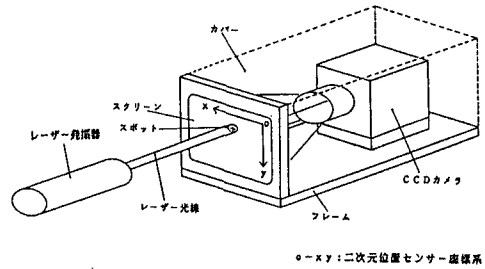


図-2 二次元位置センサーの構造

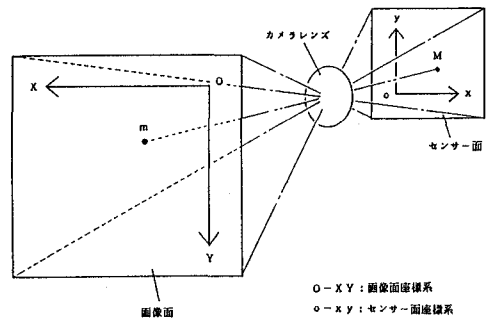


図-3 CCDカメラのセンサー面と画像面の関係

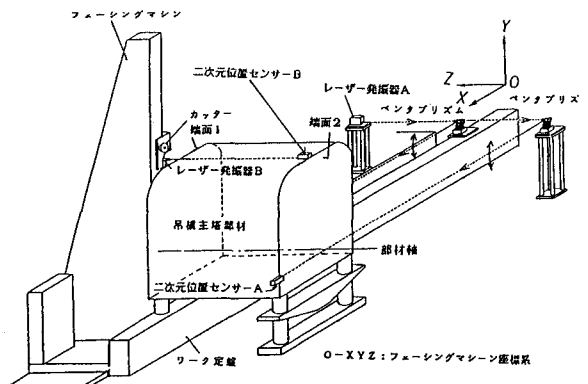


図-4 計測システムの構成