

# 橋梁製作における大型CNCフライス汎用機と 端面切削等の精密加工

## Large General-Purpose CNC Milling Machine and Precision Machining in the Manufacture of Bridge Members (such as facing)

矢崎 満\*  
Mitsuru YAZAKI

### Summary

Today there is more need for machine work on members and parts of bridges because these items have become larger and their shapes have become more diverse for the sake of appearance. The need for machine work is also increasing because it is a measure to rationalize manufacturing processes. In response to this need, a state-of-the-art general-purpose CNC milling machine capable of working members with cross sections up to 7 m X 15 m was installed in a member production shop at the Chiba Factory. The milling machine is equipped to handle members weighing up to 300 tons.

Large bridge members have been worked in various ways using the machine. Notably, the end faces of members for the main tower of a suspension bridge were milled after performing many milling tests because high precision is required for such work. The results were applied to the Akashi-Ohashi Bridge.

This paper reports on precision work, such as milling the end face of a large member, performed using the general-purpose CNC milling machine.

### 1. はじめに

橋梁製作において大型部材での機械加工といえば、吊橋主塔等のメタルタッチを目的とした端面切削が代表的なものであるが、最近では製作部材の大型化および景観重視による部材形状の多様化、さらには製作工法の合理化等により工場内での大型部材または部品の機械加工の必要性が増加してきている。

これらの要求に応じて、千葉工場は平成元年6月に部材重量300tonの荷扱いができる大型部材製作工場を建設し、大型部材の切削等の機械加工ができる最新鋭のCNCフライス汎用機を設置した。

CNCフライス汎用機設置以来現在に至るまで大型部材の諸々の機械加工を行ってきた。これらの大型部材の機械加工の内、吊橋主塔等のメタルタッチを目的とした端面切削はその厳しい要求精度から高度な機械的精度を持ったフェーシングマシンによってのみ可能となる。従ってフライス汎用機の導入にあたっては、大型部材のメタルタッチを目的とした端面切削が可能な精度と機能を持ちかつ大型部材の機械加工の作業効率の向上を計ったCNCフライス汎用機の開発を行なった。

本報ではこのCNCフライス汎用機による大型部材の各種機械加工についての紹介とメタルタッチを目的とした端面切削の精度向上のための行なった検討結果と段階的に行なった切削試験等の結果を報告する。

### 2. CNCフライス汎用機の機能と性能

本CNCフライス汎用機（以後FMと称する）はファナックの最新3次元制御ソフトと組み合わせた5軸制御（XYZの各軸とヘッド旋回のC軸およびスイベルのA軸）の万能型のフライス機である。このFMは切削長15m、切削高さ7m、ヘッドの突き出し長さ1mの大型鋼構造部材用であり、切削予定面がFM平面（FMのX-Y面）と平行でなくても切削予定面（罫書線）の3点をFMに読み取らせることによりコンピューターが自動的にカット面を切削予定面に平行に調節しかつ切削予定面に平行に切削することができる。また孔明け等においても部材の置き方に関係なく任意な面の加工が可能な3次元位置制御のFMである。

従って被加工部材（以後ワークと称する）の位置決め作業が省略されるため、特に大断面部材の端面切削および孔明け加工等に高能率的な作業ができる。

FMのヘッド回りと加工の種類を図-1に、FMの仕様を表-1に示した。

### 3. FMによる各種機械加工実施例

橋梁部材の大型化と景観重視による部材形状の複雑化および製作方法の改革等により大型部材の機械加工が増加している。

\* 千葉工場製造部製造第一課係長

写真-1 は主塔のメタルタッチを目的とした端面切削の例である。

写真-2 は一般的な箱桁の部材長調整部材の端面切削の例である。

写真-3 は大型箱断面部材の全姿勢での孔明け加工の例である。

写真-4 は吊橋・斜張橋における部材に組み込まれるロープ定着ブロック面の切削加工の例である。

写真-5 は多角断面部材の極厚鋼板のかど継手部の開先加工の例である。

写真-6 は大型部材用ソールプレートの厚さテーパ切削加工の例である。

写真-7 はボーリング加工、写真-8 はエンドミルによるガセット等のピン孔加工の例である。

この他、鋼橋等の大型部材の現場溶接継手の開先加工等が行なわれている。

表-1 仕様性能

項目	仕様、及び数値	
主仕様	切削高さ	フライス; 7 000mm 孔明加工; 6 000mm
	切削長さ	孔明加工; 15 000mm 孔明加工; 14 000mm
	主軸頭主軸駆動容量	A.C 15/11KW
主	上・下移動量 (Y軸)	7 000mm
	ラムの大きさ	450 <sup>□</sup> mm
	ラム移動量 (Z軸)	1 000mm
	ラム前後送り速度	1 ~ 2 000mm/min
	// 早送り速度	6 000mm/min
	主軸端径	φ128.570mm
	主軸端テーパ穴	ISO NO.50
	主軸回転数	45~1 500r.p.m.
	主軸トルク	78.8kg-m
	カッタークランプ力	1 500kg
軸頭	主軸傾頭角度 (A軸)	± 90°
	主軸旋回角度 (C軸)	180°
	A、C軸早送り速度	720度/min
	移動量	15 000mm
X軸	送り速度	1 ~ 3 000mm/min
	早送り速度	6 000mm/min
	移動量	15 000mm
Y軸	送り速度	1 ~ 3 000mm/min
	バランス方式	カウンターウェイト

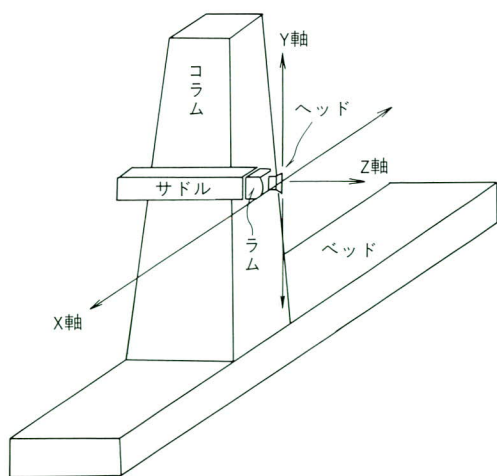
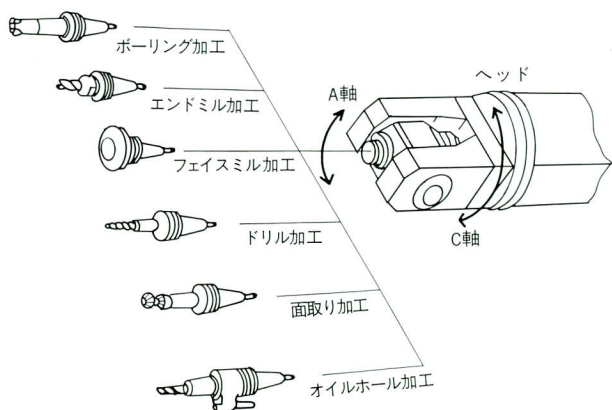


図-1 FMのヘッド回りと加工の種類



写真-1 塔柱の端面切削



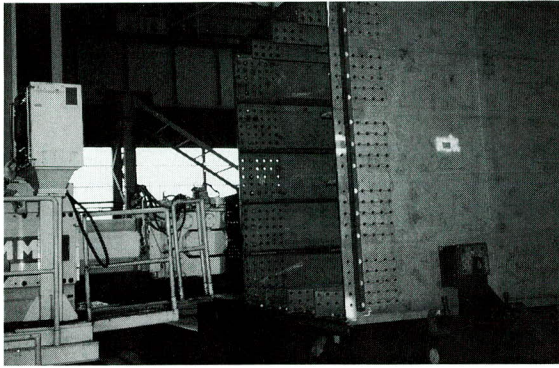


写真-2 箱桁の端面切削



写真-3 添接部の孔明け加工

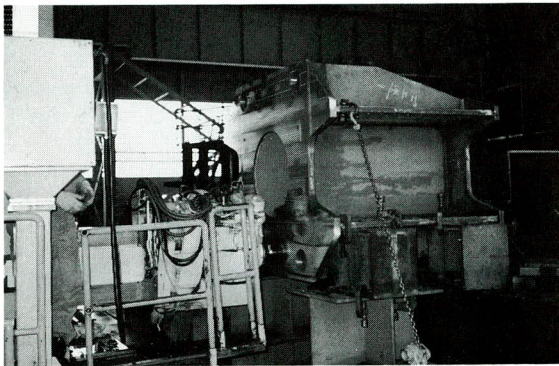


写真-4 定着ブロックの面切削

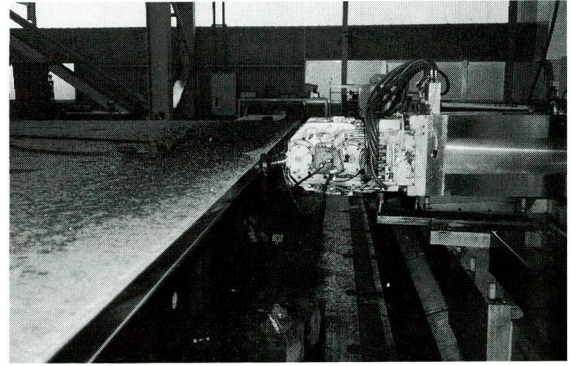


写真-5 面取り加工

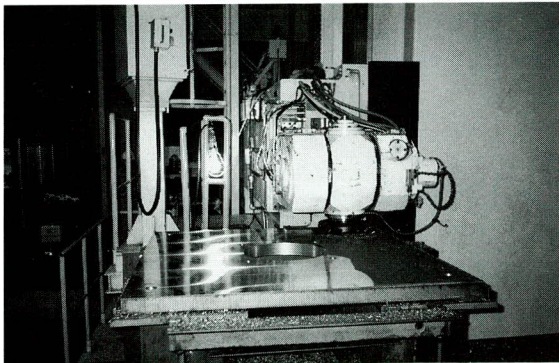


写真-6 ソールプレートのテーパ加工

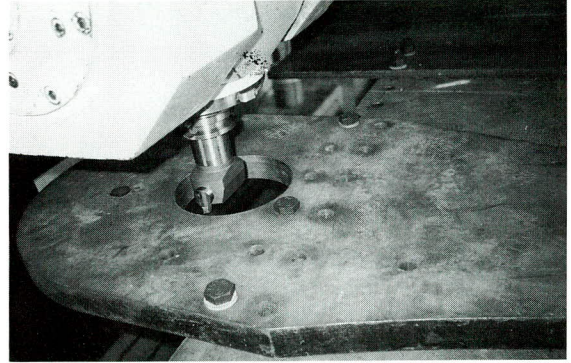


写真-7 ボーリング加工

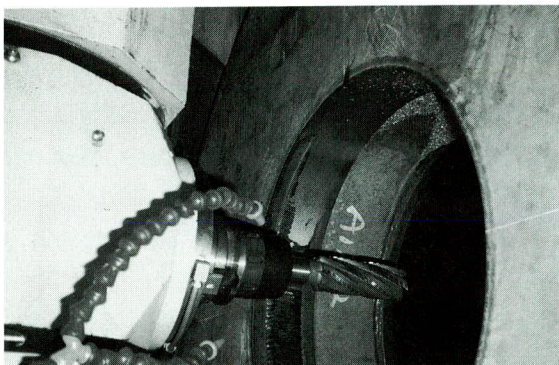


写真-8 エンドミル加工

#### 4. メタルタッチを目的とした端面切削精度向上の検討

吊橋の主塔等においては設計上支圧力の大部分または一部分を部材どうしのメタルタッチにより伝達している。支圧力を伝達させるために必要なメタルタッチとは接触面の隙間が $40\mu$ 以下と定義されており、大型部材でその十分な面積をメタルタッチとするためには端面切削において厳しい精度が要求される。また吊橋の主塔では鉛直度が重要な要求品質であり、切削する部材両端面の平行度も厳しい精度が要求される。



メタルタッチを完全実施するための切削面の具体的な精度目標を下記の通り設定した。

- ① 切削平面度：切削平面任意位置で $\pm 20 \mu$ 以下
- ② 切削段差：切削交差部等任意位置での段差 $20 \mu$ 以下
- ③ 切削粗さ： $12 \mu$ 以下

④ 切削面と罫線面の誤差： $\pm 250 \mu$ 以下  
 大型部材の端面切削においてこれらの精度を安定的に確保するための要因の検討を行なった。

図-2に端面切削における精度確保の要因図を示した。これらの主な要因について、仕様、機能、精度および試験切削を通して検討を行なった結果を報告する。

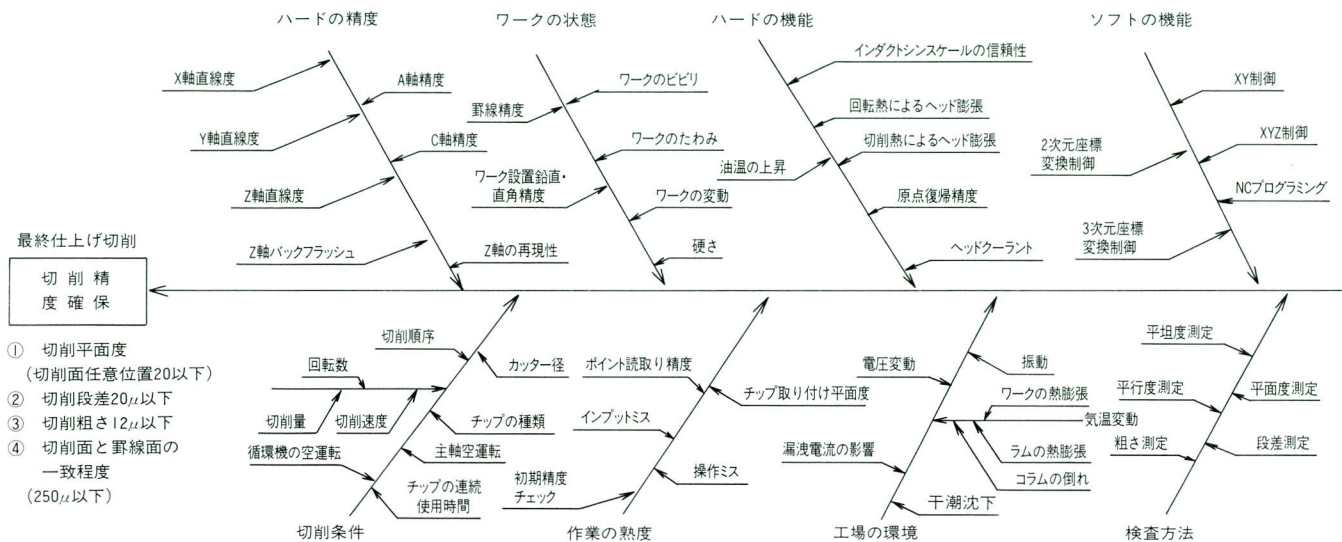


図-2 端面切削における精度確保の要因図  
 (メタルタッチ $40 \mu$ 以下を確保するには！)

(1) FMの据付け精度

FM据付け時のX軸およびY軸の走行直線度等の個々の静的精度はJISの許容値の $\frac{1}{2}$ 程度の高い精度であったが、継続的な安定化を考慮し試験切削を行ないながら適時静的精度のチェックと調整を行なった。

図-3に最終的なFMのX軸およびY軸の直線度、およびコラムの鉛直度とZ軸先端における平面的な出入りを示した。

図-3(A)はコラムトップよりピアノ線の下げ振りを下しヘッド先端とピアノ線までの距離をFMのZ軸で読み取り、Y軸のサドル上下走行の直線度を示したものである。図-3(B)はX軸に平行にピアノ線を張り、 $Y \approx 0$ の位置でコラムをX軸方向へ走行させ任意の位置でヘッド先端とピアノ線までの距離を読み取りX軸走行の直線度を示したものである。また同図(C)はX軸任意位置でサドル上に精密水準器を乗せてコラムの倒れを測定し、X、Y軸の直線度と合成してFMのX-Y平面度の状態を示したものである。なお、実部材の切削にあたってはこれら

FMの実測平面度を参考に、切削部材の配置を決めた。

(2) 潮の干満によるコラムの倒れ

一般に当工場のような海浜工場(埋立地)においては潮の干満による地盤の微小変動が、コラムの鉛直度に影響を与えることが報告されている。

これらの知見に基づきFM設置にあたってはFMの全体重量54tonを考慮して基礎施工を行なった。

FM基礎部はPHC杭(450φ、L=20m)15本の上にコンクリート床版(厚さ17cm)を打設している。またFM前面の部材受け台部にも相応の杭とH鋼梁により補強したコンクリート床版(厚さ27.5cm)およびコンクリート充填鋼製受台を設置している。

FM稼働開始以後数回に亘り潮の干満とコラムの倒れの相関を確認するための測定を行なった。

図-4に潮の干満とコラムの倒れの測定結果の1例を示した。数回の測定結果から統計的に分析すると潮の干満によるコラムの倒れは平均 $6 \mu/m$  ( $0.34^\circ$ )の有差が認められた。これらのコラムの倒れは干満サイクル5~

7時間での変化であり、この程度であれば切削精度（特に切削平面度）への影響は少ないと判断した。

### (3) 切削中の工場内の温度変化

大型部材では切削時間が数時間になり、その時間帯における外気温の変化はF M本体およびワークに熱変位を与え、切削精度に影響する。

切削精度に影響する温度要因についてF M本体とワークに分けて報告する。

#### ① ラム（スピンドル）の熱収縮によるヘッドの出入

ラム温度の変化によるラムが熱収縮しヘッド（カッター部）が出入り切削精度に影響する。構造上ラムの熱収縮をヘッドと逆方向に逃がしカッター部の出入りをできるだけ少なくするよう配慮しているが、皆無とすることはできない。

図-5 に主軸空運転中における外気温およびラム先端

での温度とラム先端の出入り量の経時変化を示した。

ラム先端の出入りは、ラムの温度には比例するが必ずしも外気温だけで決まるものではない。長時間切削の場合外気温の他、潤滑油の温度上昇、ボールネジおよびギヤ関係の摩擦熱、カッターの切削熱等の熱伝導によってラム温度が変化する。測定結果によるとラムの温度が1℃上るとラム先端は20μ伸びる。実測値はラム全体の熱収縮計算値の約30%であり、残りの70%はヘッド反対側へ逃がされていることになる。ラムヘッド先端の温度変化におよぼす要因分析の結果によると潤滑油の温度安定が最も重要であることが明らかになった。

潤滑油の温度安定化を計るためオイルコントローラーを設置し、循環中の油の温度を一定温度に保持する機能を持たせているが、潤滑油の温度が安定するには、潤滑油の循環と主軸の回転開始後最低4時間は必要であることが明らかになっている。

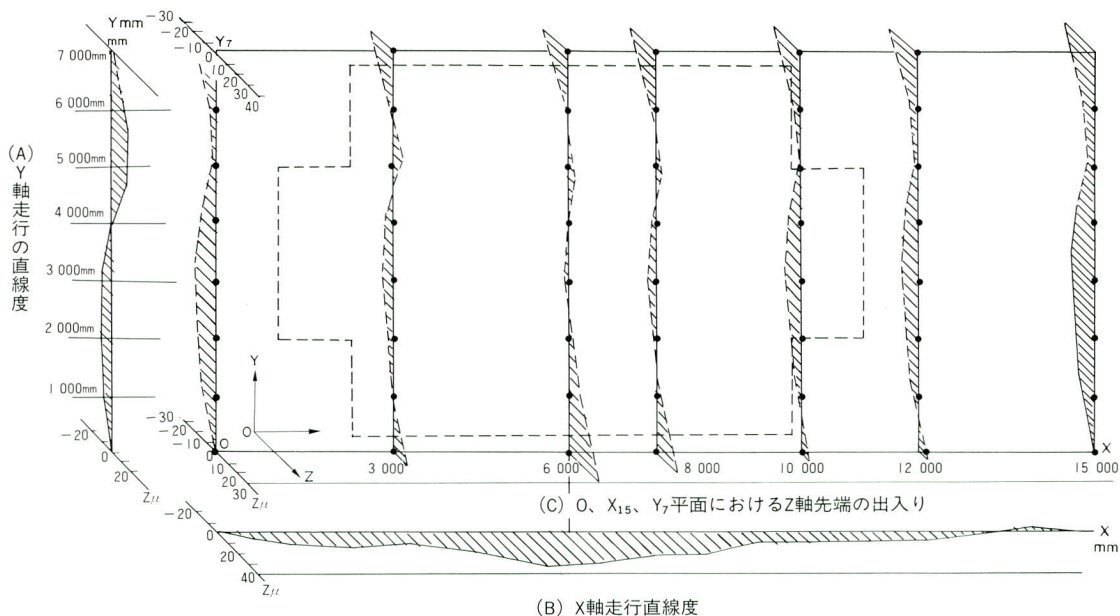


図-3 X、Y軸の直線度およびFM平面におけるZ軸先端の出入り

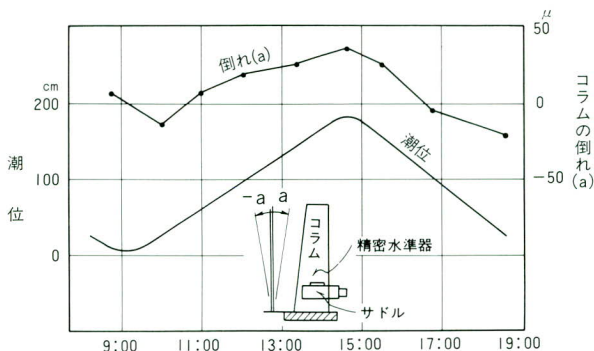


図-4 潮の干満とコラムの倒れの測定結果の一例

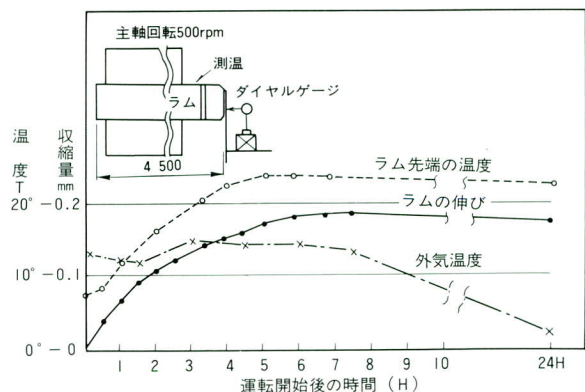


図-5 外気温およびラム温度とラムの伸縮の測定結果の1例



## ② ワークの熱収縮による切削精度への影響

大型部材の長時間切削において、外気温の変化による部材の熱収縮によりFMと切削面が相対的に変位する。さらに工場内の気温は、季節・時間帯により上下方向での温度分布が異なるため、ワークの上・下フランジでの温度差が生じ、その結果ワーク切削面に倒れが生じる。

大型ワークの切削の場合大型ファンを用いて工場内の空気を循環して上下層の温度差をできる限り少なくするとともに、ワーク熱収縮を切削面の反対側へ逃がすため、ワーク受台はFM側を固定、FM反対側を可動とするよ

うな工夫も必要である。

図-6に一日24Hにおける大型ワークの上・下フランジの温度変化と上・下フランジのFM側での変位の経時変化の例を示した。下フランジのFM側の変位は温度変化に比べて小さいが上フランジ側は温度変化に比例して伸縮している。

仕上げ切削時間を3～4Hとすると上・下フランジの温度差が小さくかつ熱変位の経時変化が最も少ない早朝の5:00～9:00の時間帯が最適である。

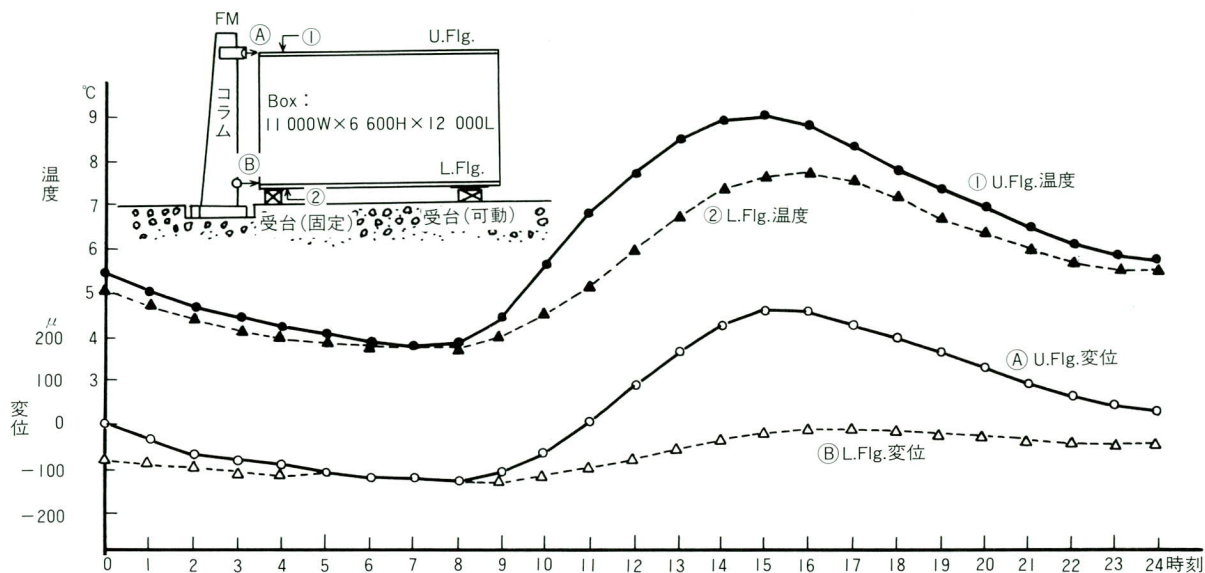


図-6 部材の上下フランジの温度と変位の経時変化

## (4) その他のハードの精度

### ① Z軸のバックフラッシュ

Z軸の制御は高分解能パルスエンコーダで $0.1\mu$ の制御が可能であるが、切削時間を短かくし切削時間中の温度変化の影響を避けるためにはカッターの動きを最短距離運動で行なうことが必要であり切削中頻繁にZ軸の引き戻し再送り込みを行なうことになる。

Z軸の引き戻し再送り込み動作においてNC指示値に対してZ軸の絶対位置の再現性確保が重要である。

Z軸の引き戻し再送り込み等においてボールネジのあそび、ラムの熱収縮を考慮するとエンコーダ方式では再現性の確保が困難であることが判明した。

従ってZ軸の位置決め制御は直線的超精密位置決め用のインダクトシンスケールを用いて制御するように改良した。引き戻し再送り込みの繰り返し運動における測定

結果ではバックフラッシュはほとんど認められなかった。

### ② A軸およびC軸の精度

旋回C軸角およびスウィングA軸角はFMが読み取ったワーク切削罫線面の3点座標より、コンピュータが計算してカッター面を罫線面と平行な状態に自動的に設定する。C軸およびA軸の精度がカッター面と罫線面の平行度に影響する。C軸およびA軸の設定精度基準は40秒であるが、超精密定盤と精密治具(ダイヤルゲージ付き)と計算により慎重な検定を行ないエンコーダ等の補正をコンピュータ上で行なうようにしている。

FMの主軸頭の運動平面とカッター面が完全に平行でないと縦横切削交差部に段差を生じる可能性がある。例えばカッター面がY軸方向に40秒の誤差が生じたとするとカッター径 $60\phi$ として交差部に最大 $12\mu$ 程度の切削段差が生じる可能性があるが、この程度であれば温度変化による要因の影響の方が大きい。

### (5) ワークの3次元座標読み取りと3次元切削制御

従来のFMは2次元制御主体でありワーク切削予定面（罫線面）をFMのX-Y面に平行に置くことが必要であったが、ワークの設置精度を確保することが大型ワークになる程困難であった。本FMは切削予定面の3点を読み取りコンピュータで切削予定面に平行なFM運動面を作成しカット面がFM運動面に平行になるようC軸およびA軸を制御する。また切削経路および切削条件等はNC自動プログラミング装置によりオフラインで作成しFMにインプットできる機能を有する。また切削完了後FMにより切削面の3次元座標を読み取り、切削面の3点の任意位置の座標により形成される基準平面に対して各点がどの程度ズレているかをチェックすることが可能であり、また切削面の各寸法を算出することも可能である。

写真-9にワークの切削ポイントの読み取り状況を示した。

表-2にワーク切削面の3次元座標読み取りによる切削平面度のチェック結果および各点の3次元座標を示した。

## 5. 試験切削および実橋部材切削精度について

FM導入前後の切削精度向上を目的とした検討結果の確認と実切削における問題点抽出および作業訓練を兼ねて試験体切削、実橋部材による試験切削を行ない最終的に主塔実部材の切削を行なった。

図-7に主塔実部材に至るまでの試験体切削および実橋部材の試験切削の概要を示した。

### ① 小型試験体による切削

箱形状多目的試験体(1.3mH×1.5mW×6.4mL)の端面および側面を切削し、切削面を機械定盤に乗せてメタルタッチ率を測定した。その状況を図-8に示した。

メタルタッチ率は、A試験体が測定箇所数233箇所所で合格率97.1%、B試験体が測定箇所数880箇所所で合格率100%であった。不合格箇所は全部で7箇所あったが、この大部分は縦・横の切削交差部であり、FM主軸頭の運動平面の対するカット面の平行度誤差が重要な要因であることが確認された。しかしながら本試験体程度の大きさの部材の切削は精度的に全く問題ないことが確認された。

### ② 橋脚大型部材による端面試験切削

大型部材による試験切削(その1)として橋脚実部材

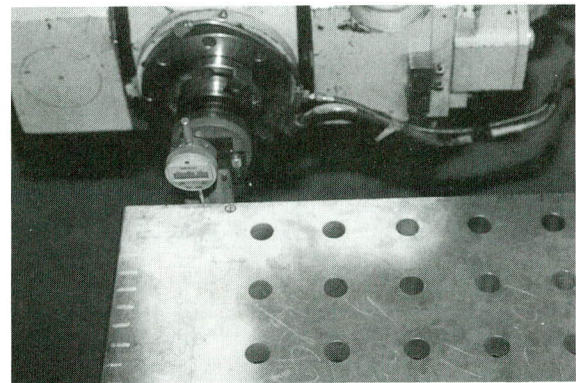
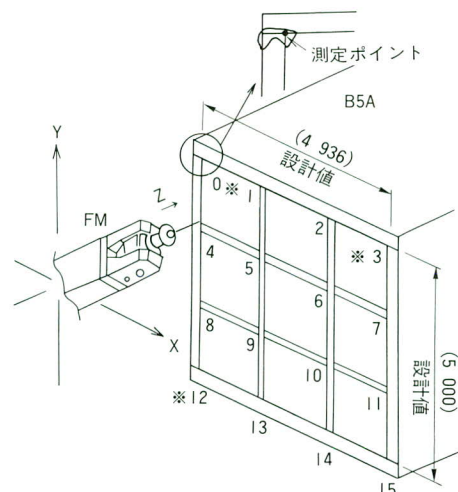


写真-9 切削ポイントの読み取り

表-2 部材切削面座標読取結果

※座標変換(原点=0、3、12) B5A

	①※	1	2	③※
X	0.0000	1 552.4444	3 351.8128	4 936.5580
Y	0.0000	0.7473	0.7548	-0.0000
Z	0.0000	0.0224	-0.0054	-0.0000
	4	5	6	7
X	0.2756	1 553.6352	3 352.7689	4 935.7639
Y	1 489.3237	1 489.4712	1 489.1485	1 488.5634
Z	-0.0452	-0.0119	0.0100	-0.0121
	8	9	10	11
X	2.9535	1 552.9377	3 352.7312	4 937.1360
Y	3 488.4334	3 490.3301	3 490.1576	3 490.1328
Z	-0.0270	0.0251	0.0056	-0.0250
	⑫※	13	14	15
X	-1.1165	1 551.6876	3 351.9716	4 935.8562
Y	5 001.1280	5 002.4554	5 001.4630	5 002.0581
Z	0.0000	0.0012	0.0337	-0.0050





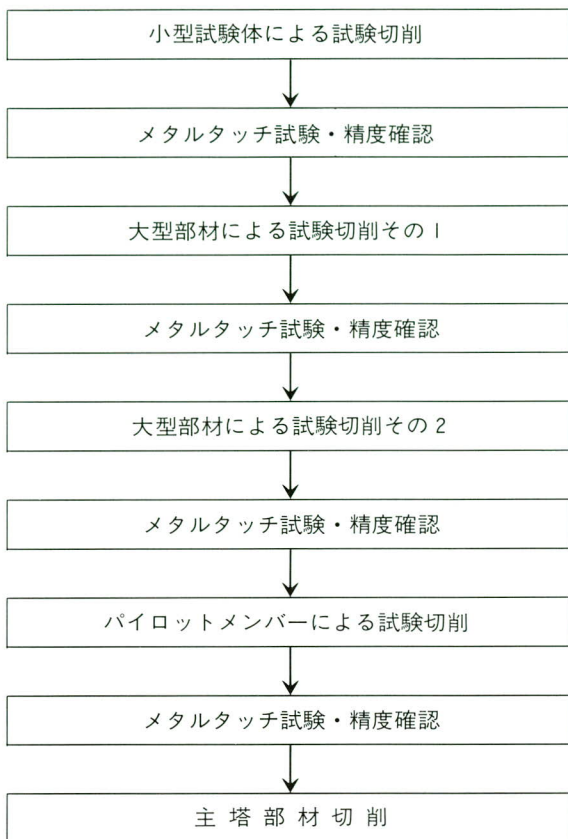


図-7 主塔実部材切削までの試験切削経緯

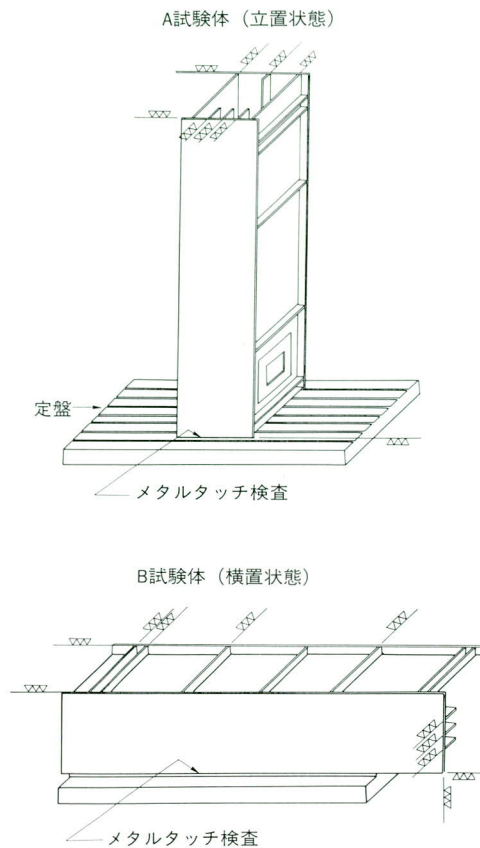


図-8 小型切削試験体のメタルタッチ試験

(5 mH×5 mW×7.2mL) 2基の端面を試験切削し、2部材の切削面をメタルタッチさせ延べ30 m、測定箇所2400個所のメタルタッチ率の測定を行なった。

メタルタッチ合格率は94.3%であった。

写真-10にメタルタッチ試験の状況を示した。

本橋脚部材断面は囲形状であり、中ウェブ2枚、内フランジ2枚からなる部材であり切削およびメタルタッチ対象は内外のフランジ・ウェブである。また本部材の外フランジ・ウェブは現場溶接継手であり、内フランジ・

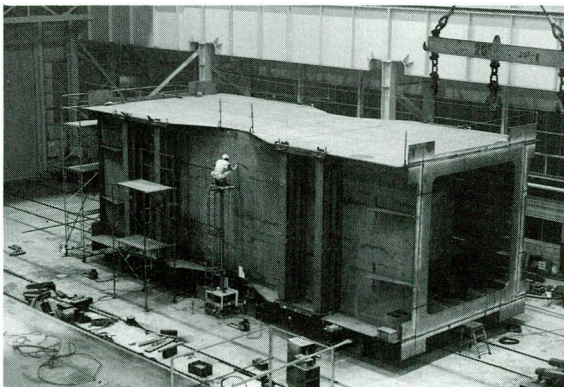


写真-10 メタルタッチ試験

ウェブはボルト添接であるが、組立および部材引き込みにあたっては縦リブのボルト添接部のみにより、内フランジ・ウェブはメタルタッチ試験を行なうため一切ボルト添接を取らなかった。メタルタッチの不合格箇所は外側の上下フランジの中央部等に集中していた。大型部材の場合は切削順序と切削時期および切削時のビビリが精度に影響することが推定された。

### ③ 主塔斜材部材による端面試験切削。

最終的な切削条件の確認と添接板とピンを用いた横組み状態でのメタルタッチ仮組立方法を確立するため主塔斜材部材(4.5mH×3.5mW×10mL) 2部材の端面切削を行ないメタルタッチ測定を行なった。測定位置は添接板の切れ目と角部のみとしたため全部で44箇所しか測定できなかったが、1箇所が0.04mmのすきみゲージ貫通、0.05mmで停止の不合格であり合格率98%であった。

### ④ 主塔パイロットメンバーによる切削試験

試験切削を行なった実部材は最大でも5 mH×5 mWであり予定している主塔部材は6.6mH×11mWであり、仕上げ切削には3～4 Hもかかる。主塔実断面での切削を通して最終的な確認を行なうため実断面を持つパイロット



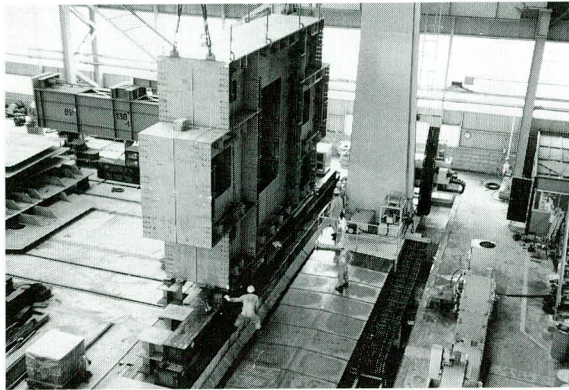


写真-11 パイロットメンバー試験切削

部材を製作し切削試験を行なった。

写真-11にパイロットメンバーの切削状況を示した。

切削条件を表-3に示した。また切削順序の基本型を図-9に示した。Aタイプは部材のフランジ・ウェブの大枠を先に切削しその後リブ等を順次切削する方法であり空送り距離が比較的大きく、かなりの時間が経ってから縦横切削交差部（重複切削部）が生じるため切削段差の可能性が生じる。Bタイプはフランジ・ウェブ切削時に縦リブ等も切削して行くための最短距離切削パターンとなり、切削時間が最も短い。また縦横切削交差部の切削段差も比較的少ない。Cタイプは一方向前面切削となるため切削段差はほとんど生じないが、空送り距離が長くなり切削時間が最も長くなる。パイロットメンバー切削では1端面をAタイプで他端面をB端面で切削したが、切削時間が若干異なった他、切削精度的にはいずれも問題はなかった。

図-10にパイロットメンバーの断面形状およびメタルタッチ測定箇所を示した。添接部は実橋部材の1/2程度とし添接板は原則的に縦リブ間隔1つとび毎に取り付け、メタルタッチ測定は添接板にメタルタッチ測定孔明け部以外の添接板のない部分全長についても測定した。

正規の測定位置（縦リブ含む）224箇所で不合格3箇所合格率98.6%であった。また全長測定（添接板孔部以外は長さ12mmを1箇所とした）では測定数2,448箇所合格99.8%であった。

## 6. あとがき

大型部材の機械加工に対応するため導入した大型CNCフライス汎用機による大型部材の種々の機械加工の例を紹介した。その中で吊橋等の主塔のメタルタッチのための端面切削については特に慎重な検討と段階的な切削

表-3 切削条件

		切削A面	切削B面
切削面配置偏心量※1		X:1.8mm/m Y:1.6mm/mm	X:4.6mm/m Y:0mm/m
切削の種類		①粗切削②仕上げ切削	①粗切削②仕上げ切削
カッターの種類		63φ、5枚刃	63φ、5枚刃
切削量	①粗切削	2～5mm（2回）	2～5mm（3回）
	②仕上げ切削	0.2mm	0.2mm
回転数（毎分）		600RPM	650RPM
X軸送り速度	空送り	2000mm/min	2000mm/min
	粗切削	250mm/min	250mm/min
	仕上げ切削	600mm/min	650mm/min
Y軸送り速度	空送り	2000mm/min	2000mm/min
	粗切削	250mm/min	250mm/min
	仕上げ切削	600mm/min	650mm/min
Z軸送り制御量		自動制御最小1μ	自動制御最小1μ
最終仕上げ切削時刻		23:30～03:00(3.5H)	23:00～02:00(3.0H)
最終仕上げ切削時温度		UF:21.5→21.1℃ LF:20.8→20.6℃	UF:26.7→25.6℃ LF:26.5→25.7℃
切削順序		図9-(A)	図9-(B)
切削制御		3次元CNC自動制御	3次元CNC自動制御

※1：部材の切削予定面とFMのX、Y軸との偏心量

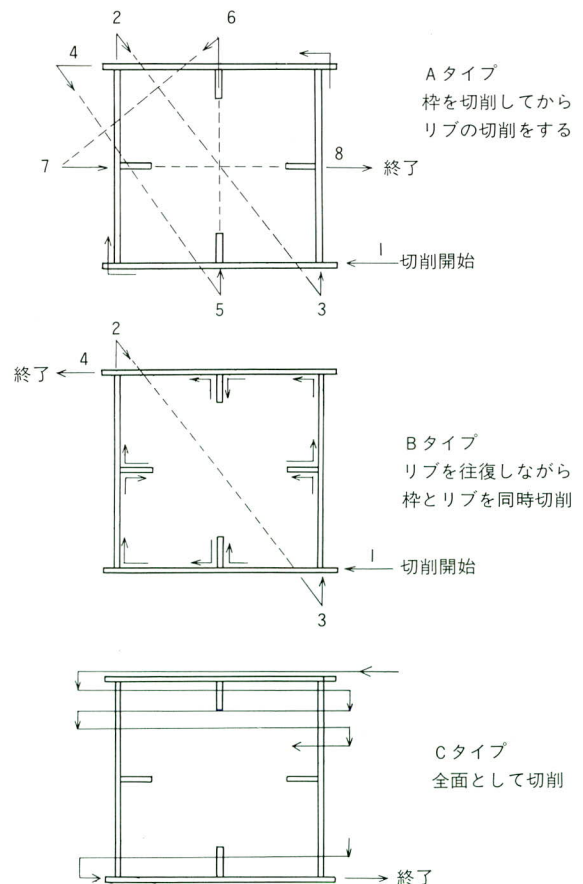


図-9 切削順序

試験を行ない、十分な経験と実績の基に明石大橋主塔の端面切削を行なった。メタルタッチ試験については良好な結果を得ることができた。

現在橋梁部材の形状が複雑化しかつ大型化している中で、必要に応じて機械加工を行ない、精度を向上していくことは全体的には合理的な製作方法ともなり得るし、かつ鋼構造としての利点を助長する手段ともなり得ると

思われる。今後とも橋梁製作合理化の一環として、大型CNCフライス汎用機を利用していくつもりである。

最後になるが、本機の導入にあたり、製作、据付け工事のみならず技術的に多岐にわたり御協力頂いた本間金属工業(株)殿およびソフト関係でお世話になったファナック(株)殿の関係各位に深甚なる感謝の意を表する次第である。

1994.6.25受付

## グラビア写真説明

### 福武書店東京ビル

福武書店東京ビルは、東京都の郊外多摩丘陵に出来た巨大な人工都市多摩ニュータウンの中心部多摩センター駅のすぐ近くに建つ都内の建物では23区外で現在ただ一つの100m（屋上ヘリポート面で111m）を越すノッポビルです。屋上のヘリポート面に立つと360°の大パノラマが展望出来ます。新宿の超高層街はもとより東南方向には横浜MM21のランドマークタワー、房総半島も良く望めます。構造的には、両サイドにコア部分を設け中間部を大支間梁（22.4m）で結んで大空間を作った構造で更にコア部分はブレースが集中し、しかもセンタージョイントの柱が多いことから高度な製作精度を必要としたので当社の技術力が多いに生かされたものと思います。尚周辺に配慮してビル風を避けるため2階部分の中央部に大きな吹抜部を設け風の影響を最小限に押さえた構造となっております。内部的にはミュージアム、プラネタリウム等一般の方々も入館出来ますので近くへ行った時は立寄ってみるのも一興かと思えます。

（中村 勇）

### リバーサイド隅田

春は桜、夏は花火で人々に親しまれている隅田川のほとりに、「リバーサイド隅田」が完成しました。日本電気精器(株)の跡地（江戸時代は小松島庭園）を大規模再開発、隅田川のスーパー堤防につながる水と緑豊かな公開空気を広々と確保し、アメニティな空間となっている。中心となるセントラルタワーは地下2階、地上33階、底層部、事務所、高層部住宅、16階には墨田区の文化施設となるコミュニティギャラリーを予定、この区では最高層のビルになった。レストラン施設、ガーデンプラザ、独身寮、研修所棟も配置され、業務用地、住宅用地の両側面から新しい街として、今後の発展が期待されます。

（園城）