

旋削用 NC テープチェックシステム

中 津 正 志*

NC Tape Check System for Turning

Masashi NAKATSU

要 旨

現在 NC 工作機械を導入している企業の大部分は手動プログラミングによって NC テープを作成している、しかし、この方法は NC テープの修正に多くの時間と労力を割かなければならない。筆者はこの作業を軽減する為に旋削用 NC テープチェックシステム (NTS-1) を開発した。このシステムは NC フォーマット、パンチミス、工具径路、切削条件等の誤りをチェックし、プロセスシート、エラーメッセージ表、機械加工時間、工具径路図等を出力することが出来る。

Synopsis

A great number of enterprises which are using numerical control of machine tools make NC tapes by manual programing method at present, but in this method it takes much time and pains to correct errors of NC tape. So, the author devises NC tape check system for turning named NTS-1 in order to lessen the labor for the work.

This system is able to check the error of NC format, punch missing, cutter location and cutting condition, and also to print out process sheet, error message list, machining time and cutter location diagram, etc.

1 緒 言

あるアンケート調査⁽¹⁾によれば、自動プログラミングにより NC テープを作成している所は約 10%で、残りの 90%は手動プログラミングとなっている。生産性向上、省力化の為の自動プログラミングも種々の問題があり、利用の実態は上記の通りで、まだほんの一部で活用されているにすぎない。さらに、この調査は「中小規模工場約 400 社中約 50%が NC テープのチェックに時間がかかり過ぎることを問題点にあげている」と報告している。チェックの方法が機械を空運転させ 1 ブロックずつチェックしていく訳であるから、正しい NC テープが出来上がるまでに多くの時間と手間をかけていることがわかる。従って、手動プログラミングによる NC テープ作成をいかに効率よく行うかがさしあたっての課題となろう。

本校においても 1973 年 NC 旋盤が設置され、実習、実験、卒業研究その他で利用しているが、学校教育における NC 機の使用は、NC テープ作成者が、初心者及び初心者に近い学生であるため、チェック作業に細心の注意が要求される。電子計算機とは異なり、NC プログラミングの誤りは機械の誤動作につながり大きな危険をもたらす。これが担当教官の大きな負担となっていた、さらに、チェックに時間がかかるために正常な授業の進行の妨げになる。筆者は NC テープチェックシステム (NTS-1) を作成し、NC 教育に資するとともに、生産現場における NC テープ作成作業の多少の負担軽減をもくろんだ次第である。

2 システム (NTS-1) について

2.1 NTS-1 の概要

図-1 は旋削用 NC テープチェックシステム (NTS-1) の概要である。

手動 (マニュアル) でプログラムされた内容を、

* 助手 機械工学科

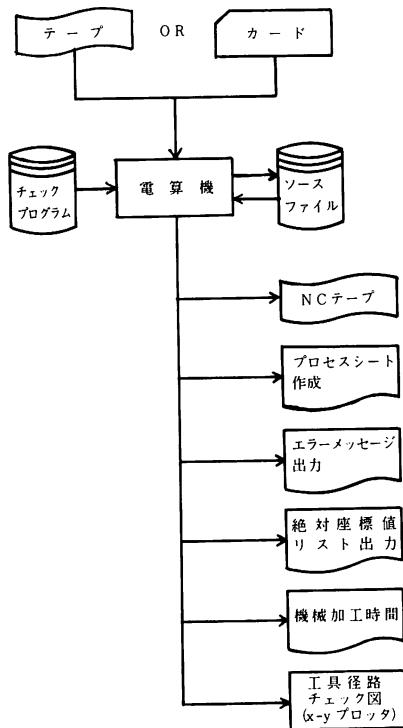


図-1 NC テープチェックシステム (NTS-1)

テープ又はカードの形で電算機に入力し一時ディスクにファイルしておく、次にこのファイルから1ブロックずつNCのテストメントを取り出し、あらかじめディスクに格納してあるチェックプログラムを使用して種々のチェックを行う。エラーがあればその個所を指定しエラー内容を出力する。入力がNCテープでなくカードであった場合NCテープを作成する。ソースリストは見やすい形のプロセスシートにして出力する。X-Yプロッタを利用しての工具路図はチェック作業を視覚に訴えて行えるという点で大切である。その他、機械加工時間、絶対座標値リストを出力する。

2.2 NTS-1の機能

(a)チェック機能

手動(マニュアル)プログラミングにより作成したNCテープのミスは大体次の様に分類される。(I)文法的誤り。(II)座標値の計算ミスによる誤り。(III)切削加工上の誤り。(IV)パンチミスによる誤り。(V)その他

(I) 文法的誤り

NCのプログラムは機械の一動作を1ブロックで表わし、このブロックの性格をGモードにより

表現する、各Gモードには必要なワード、使用しなくても良いワード、使ってはいけないワードが決められており、文法的誤りは必要なワードがなかったり、不要なワードを指定した時起こる。NTS-1はこれらフォーマットチェックは勿論、ワードの誤り、不正な文字のチェックも行う。

(II) 座標値計算ミス

旋削の場合、座標系が二次元(X-Z座標)であるので比較的座標の計算は楽であるがそれでも円弧切削部分等の座標値の計算まちがいが多い、NTS-1は1/100(mm)の単位で座標値を指定するNC旋盤を基準にしてあるので1/100(mm)より大きな座標値の狂いがあった場合円弧切削不能として処理する。

座標系は普通、インクリメンタル方式とアブソリュート方式を両方混用出来る、そのためにワードを反対に使ったり、負号をまちがえたり、計算違いを起こしたりしやすい、NTS-1はこれらをチェックするのは勿論であるが、システムのソフトでカバーできないエラーについては工具径路図を利用して判定する。

(III) 切削加工上の誤り

自動プログラミングシステムにおけるチェック機能は(I)及び(II)に力が入られ切削加工上の誤りについて十分な機能を持っていない。NTS-1は可能な限りこの機能を盛り込んだ。たとえば、切削からネジ切り加工に変わる時ネジのピッチを指定しないために切削送りのピッチでネジを切ってしまう場合やその逆の場合、切込みが過大であったり切込みがかからず空切削になってしまう場合、刃物台の移動、旋回にとまなう危険の有無(刃物台がチェックに衝突するような場合)、等々本校のNC旋盤使用中に経験したエラーについては全てカバー出来るようにした。

(IV) パンチミス

せっかく正しいプログラムを作成しても単純なパンチミスが大きな危険を呼ぶ。パンチミスがあった場合、(I)～(III)のいずれかの誤りとして発見される。しかし指定する座標値の単位が1/100(mm)であるのでパンチの際0の多少によるミスをしがちである、そして機械を動かして初めて誤りがあることに気づく場合が少なくない。NTS-1ではソフトで発見しにくいこれらのエラーを工具径路図で表わすことにより安全にチェックすることが出来る。

(V) その他

プログラム上の誤りがなくとも、たとえば加工順序が不適当なために冗長なNCテープとなってパンチミスを起こしやすかったり、加工時間が長くなったりするのはプログラムミスと言わねばならない、大量生産する工場においては加工能率という点から大きな問題である。NTS-1は工具径路図や機械加工時間(空切削時間及び実切削時間)を出力するのでプログラムの良否判定の資料になる。

(b)その他の機能

NTS-1は単にマニュアルプログラムをチェックし、エラーメッセージを出力するだけでなく以下の機能を持つ。

(I) マニュアルプログラミングの場合、所定のプロセスシートにコーディングしてゆくが修正のたびに書き直さなければならない、プロセスシートをLPで出力することによりその手間を省く、又、エラーがあった場合、このプロセスシート上の誤りの個所にメッセージが出るので適確な修正作業を行うことが出来る。

(II) 座標値はインクリメンタル方式でも書くことが出来るので原点からの絶対座標値を知る必要が出てくる。NTS-1はインクリメンタル指令をアグソリュート指令に変換するだけでなく固定サイクル(ネジ切りサイクル、テーバ切削サイクル等)のようにプログラム上に表われない実際の工具の動きの位値も絶対座値リストで表わすことが出来る。

(III) 機械加工時間を知ることは生産計画を立てる上で非常に重要である。NTS-1では実切削時間(切屑を出している時間)と空切削時間(位置決めに要する時間や工具旋回等に要する時間)を自動的に計算し全加工時間とともに出力する。学生に図面を与え許容の加工条件内で図中の製品のプログラムをさせると工具径路の違いなどから必ずしも同じテープは出来上らない。これらのテープの良否を加工時間の長短という観点から比較して見るのも面白いと思われる。

(IV) X-Yプロッタによる工具径路チェック図は視覚に許えてプログラムをチェックできるので非常に大きな役割を演ずる、特に切削サイクルを使用しない切削加工は過大な切込みとなっても電算機でチェック出来ない場合がある、このような場合この図は特に有効である。NTS-1は円弧補間、固定サイクルなどのオプション機能についても実際の工具軌跡通り図示する。

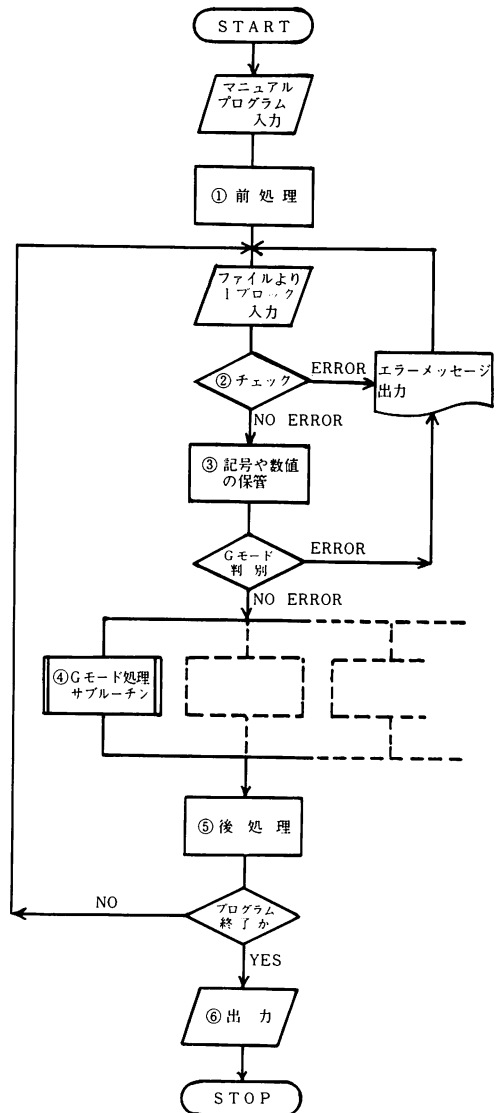


図-2 チェックプログラム

3 チェックプログラムのアルゴリズム

図-2はチェックプログラムのアルゴリズムの概要である。以下説明すると

①前処理では入力したマニュアルプログラムのディスクへの書き込み、ディスクにファイルしているチェックプログラムの呼び込み、初期値の設定を行う。

②では不正な文字のチェック、最大指令値を越える数値のチェックを行う

③ではブロック内のワードの存否を調べ指定さ

れているワードの記号や数値を一時保管する。

④ Gモードごとに処理サブルーチンがありフォーマットチェック、コードチェック、座標値の誤り、切削加工上の誤りがないかチェックしエラーがあればそれ故メッセージを出力する。

⑤の後処理では切削加工時間の集計、エラー数の集計、のちのチェック作業に必要とされる記号や数値の保管、不要な数値のクリアを行う。

⑥では絶対座標値のリスト、工具経距図の作成、加工時間の書き出しを行う。

このチェックプログラムは各まとまった処理ごとにサブルーチンとし全体の簡略化を計るとともに融通性、拡張性を持たせるようにした。又、入力したNCのプログラム中に誤りがあった場合、後続のプログラムに影響が出て関係のない所に多数のエラーメッセージが出てしまうことのないように適当な修復処置を自動的に取るようになっていいる。なおこのチェックプログラムはステートメント数約1200、サブルーチン数32である。

4 NTS-1と自動プログラミング

一般に手動プログラミングは図-3に示す手順で行なわれる、この方法では正しいNCテープを作成するまでに数度に渡る神経の使うチェック作業を行なわなければならない。NTS-1を利用した場合、図-4の如くなりNCテープの作業が簡略化されるとともにエラー発見による修正回数も最小限に食い止める事が出来る

図-5は自動プログラミングのブロックフローチャートである、ここで図-4と異なる所は入力の形がマニュアルプログラムかパートプログラムかだけで処理の手順、機能はほとんど変わらない。自動プログラミングによる効果として挙げられるNCテープ作成時間の短縮、NCテープの信頼性向上、NC稼働率の向上、コストの低減はそのままNTS-1の効果として考えることができる、その上、自動プログラミングの場合、ある程度高度な専門的知識(自動プログラミング言語の修得など)が必要であるが、NTS-1はマニュアルでプログラムしたものをそのまま入力とするので現場の担当者に新たな知識を要求しなくとも良い、又、教育現場においてはNC旋盤の場合、マニュアルプログラミングの方が学生に対する教育効果があるのでNTS-1は担当教官の負担軽減に一役買うものと考えられる。

手動プログラミングと自動プログラミングの比較について種々の報告⁽²⁾がありテープ作成時間を

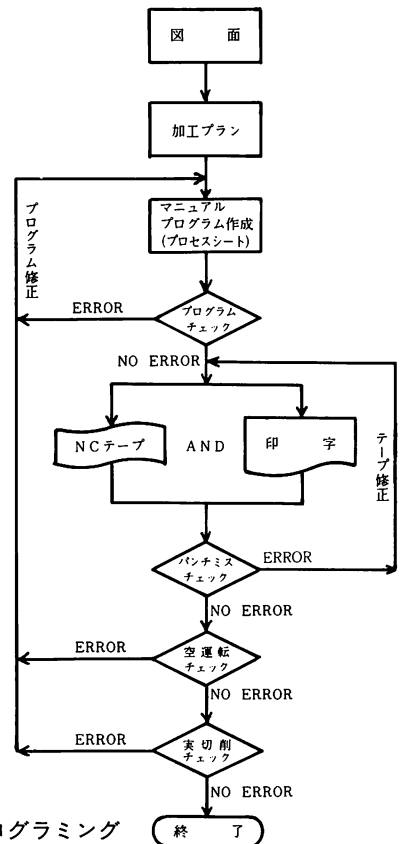


図-3

手動プログラミング

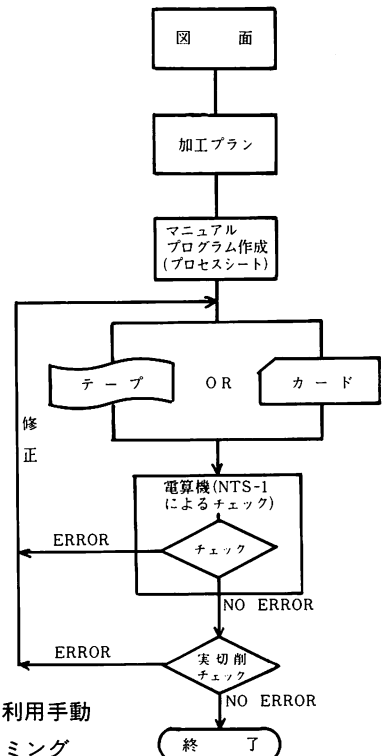


図-4

NTS-1 利用手動
プログラミング

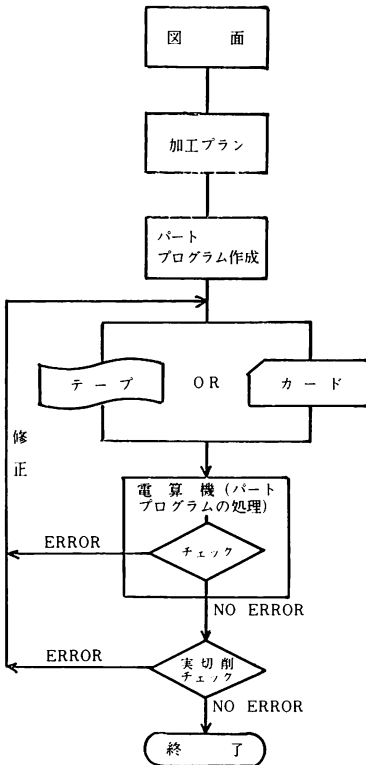


図-5 自動プログラミング

算定する式も提唱されているが誤差が多くだ単に定性的な結果を引き出すにとどまっている。NTS-1を組み込んだ場合定量的にどの程度テープ作成時間が短縮されるか実験するのが今後の課題である。

5 使用例

図-6は本校機械工学実験の課題を入力し作成したプロセスシートである、図中のエラーメッセージはG01のモードのブロックに使用出来ないワード(S03)があったため出力された。

図-7は機械加工時間と絶対座標値リストである、CTIMEは実切削時間、PTIMEは空切削時間、TIMEは全加工時間を示し単位は分である。絶対座標値の単位は分かりやすくするためにmmとした。固定サイクルについては実際の工具の移動通りの座標値を出力している、図の場合はネジ切りサイクルである。

図-8、図-9は工具径路チェック図である、図-9の矢印部はパンチミスにより0が少なかったため切り込み深さが過大になっていることを示す、このようにシステムのソフトで検出されなかったエラーについても工具径路図を一見することにより見つけ出すことが出来る。

図-10はNTS-1に用意されているエラーメッセージの一部である。

N	G	X(mm)	Z(mm)	I	K	F	M&S,T
	G01	2700	Z				
	G01						M 450 G1
N 101							I 11
							M 05
	G01	4500	Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				
	G01		Z				

C TIME = 5.429 P TIME = 1.010 TIME = 6.439

PR X-Z COORDINATE MK

X	Z
135.00	200.00
135.00	188.00
22.00	188.00
22.00	15.30
27.50	15.30
27.50	188.00
20.30	188.00
20.30	11.00
22.00	95.50
25.00	95.30
25.00	
25.00	
15.50	155.00
15.50	155.00
20.00	155.00
135.00	188.00
20.00	188.00
17.10	188.00
17.10	157.50
19.66	157.00
20.00	157.00
20.00	188.00
16.00	188.00
16.00	157.64
17.44	157.00
20.00	157.00
20.00	188.00
16.60	188.00
16.00	157.00
17.24	157.00
20.00	157.00
20.00	188.00
16.52	188.00
16.52	157.00
17.16	157.00
20.00	157.00
20.00	188.00
100.00	188.00
135.00	200.00

図-7 機械加工時間及絶対座標値リスト

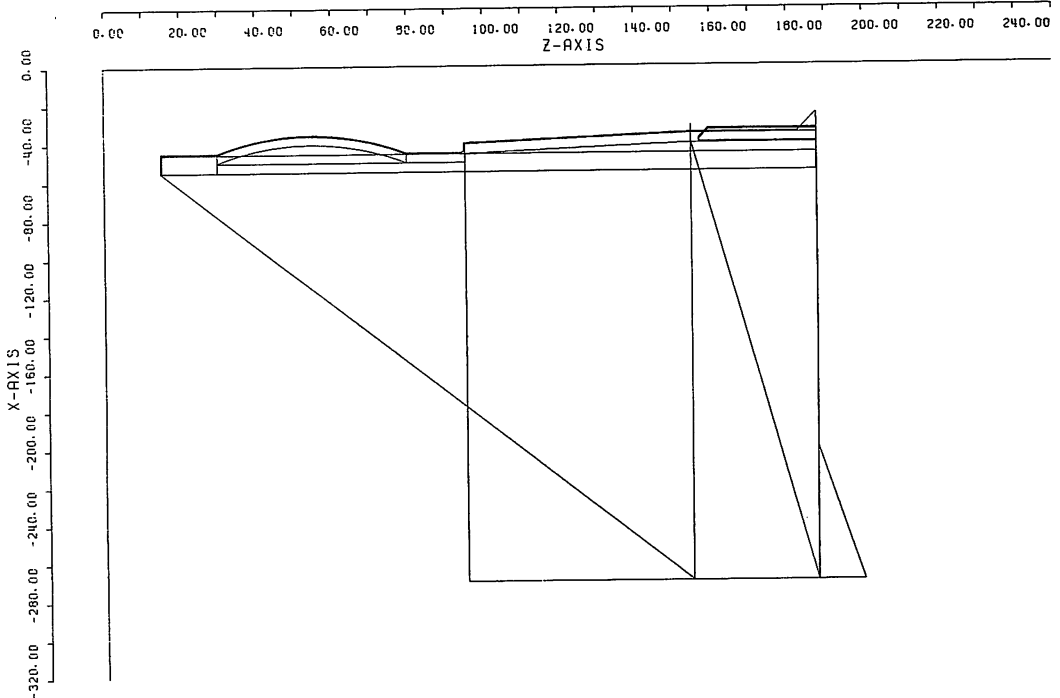


図-8 工具径路チェック図

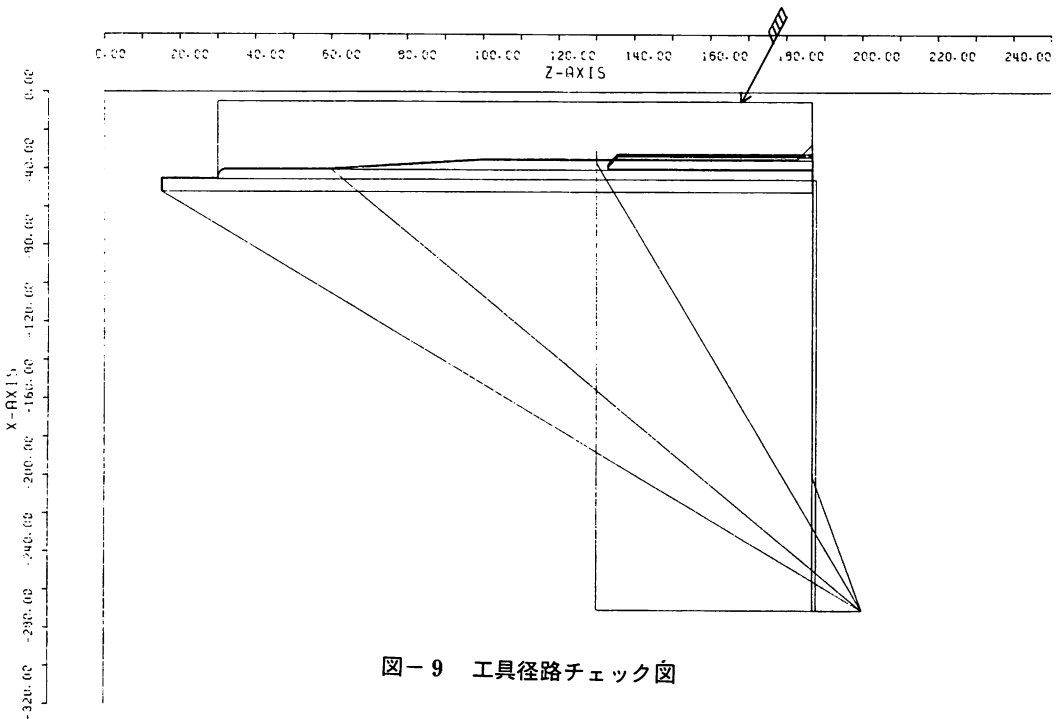


図-9 工具径路チェック図

```

*** ERROR MESSAGE ***
ERROR NO 1   コノ BLOCK ニ フルゲリタイ トシ"カ"アル
ERROR NO 2   オナシ"BLOCK"ニ オナシ"WORD" カ"ズツアル
ERROR NO 3   コノ BLOCK ニ WORD" カ"タイ (オール フ"ラック ト アツティル)
ERROR NO 4   コノ キート" デ" ツカウ WORD" カ" タイ
ERROR NO 5   * * * * *
ERROR NO 6   * * * * *
ERROR NO 7   コノ G キート" ノ BLOCK ニハ X(U) ノ WORD" カ" ヒツヨウ チ" アル
ERROR NO 8   コノ G キート" ノ BLOCK ニハ Z(W) ノ WORD" カ" ヒツヨウ チ" アル
ERROR NO 9   コノ G キート" ノ BLOCK ニハ I,K ノ WORD" カ" ヒツヨウ チ" アル
ERROR NO 10  コノ G キート" ノ BLOCK ニハ 'X' ノ WORD" カ" ヒツヨウ チ" アル
ERROR NO 11  コノ G キート" ノ BLOCK ニハ 'U' ノ WORD" カ" ヒツヨウ チ" アル
ERROR NO 12  コノ G キート" ノ BLOCK ニハ 'Z' ノ WORD" カ" ヒツヨウ チ" アル
ERROR NO 13  コノ G キート" ノ BLOCK ニハ 'W' ノ WORD" カ" ヒツヨウ チ" アル
ERROR NO 14  コノ G キート" ノ BLOCK ニハ 'F' ノ WORD" カ" ヒツヨウ チ" アル
ERROR NO 15  コノ G キート" ノ BLOCK ニハ 'M' ノ WORD" カ" ヒツヨウ チ" アル
ERROR NO 16  コノ G キート" ノ BLOCK ニハ 'S' ノ WORD" カ" ヒツヨウ チ" アル
ERROR NO 17  コノ G キート" ノ BLOCK ニハ 'I' ノ WORD" カ" ヒツヨウ チ" アル
ERROR NO 18  ノ PLUCK ニハ X(J) マダハ フ"ラック
ERROR NO 19  コノ G キート"
ERROR NO 20  * * * * *
          * * * * * (W[T,H>6.00)
          * * * * *
ERROR NO 78  G02 F G03 ノ キート" オ ハツタイ ニ ツカツチ イル
ERROR NO 79  G03 F G02 ノ キート" オ ハツタイ ニ ツカツチ イル
ERROR NO 80  マイノキート" カ" G01 ニ ナツタイ
ERROR NO 81  * * * * *
ERROR NO 82  ツツク ノ Iカイダリ キリコミ カ" オオキズキル ( UOC )
ERROR NO 83  オシ"キリ ノ Iカイダリ キリコミ カ" オオキズキル (
ERROR NO 84  オシ"キリ オクリ ノ マツ"アル
ERROR NO 85  ツツク オクリ ノ マツ"アル
ERROR NO 86  ツツク オ イト"ツツカ"ハ ハセ/タ"イ オ センカイシテイル
ERROR NO 87  ツツク オセ"イ オ カイシ"ヨ シタイ
ERROR NO 88  ツツク"キ"オ"ツツカ"ノ タメ キリ"ン"アル
ERROR NO 89  ツツク"カ" カイ"ン"シタイ
ERROR NO 90  ツツク"カ" オリツツ ノ コツク" カ" カイシ"ノ イチ ニ モト"ツツ"イタイ
ERROR NO 91  ツツク"カ" オリツツ ノ シツク"カ" テイシ"シ"イタイ
ERROR NO 92  ツツク"カ" オリツツ ノ ツツク"カ" テイ"アル
ERROR NO 93  * * * * *
ERROR NO 94  キリコミ カ" マイ"ズ ニハ ツツク"カ" オリツツ"アル
ERROR NO 95  キリコミ カ" マイ"ズ ニハ オシ"キリ"カ" オリツツ"アル
ERROR NO 96  * * * * *
ERROR NO 97  * * * * *
ERROR NO 98  * * * * *
ERROR NO 99  1ラ- カ" オオ"タメ X-Y フ"ラック ノ カ"タ"シ ハ シタイ(ERROR>5)
ERROR NO 100 * * * * *

```

図-10 エラーメッセージリスト

6 結 言

前述の如く自動プログラミングはそのメリットを認められながら一部でしか使われていなく、多くは手動プログラミングによって NC テープを作成している、利用者の少ない原因として、自動プログラミングが専門的知識を必要としたり、生産技術、生産現場の人達だけで運用できにくいシステムであることがあげられる。NTS-1 は手動プログラミングを対象にしたシステムであるので担当者に導入による新たな負担はない。

NTS-1 を組み込むことにより自動プログラミングと同様の効果が期待されるが、定量的に評価するために今後種々の実験が必要である。

学校の授業においては、(1)チェック作業の時間的、内容的制約がなくなり課題を広範囲に選べる(2)チェックプログラムを少々手直しするだけでエラー内容ごとの集計が出来るので学生の落ち入りやすい誤りについてきめ細かい指導ができる。(3)不注意による危険を事前に避けることが出来る、等のメリットがあり教育効果が期待される。

最後に本システムを作成するにあたり貴重なアドバイスをいただいた苫小牧高専、林雄二氏に感謝の意を表します。

尚、計算機は苫小牧高専 HTIAC-8250、北海道大学大型計算機 FACOM-230/75 を利用しました。

参 考 文 献

- 1) 数値制御工作機械の利用に関する調査報告「機械と工具」1976. 12
- 2) 簡易形 NC テープ自動作成システムの経済性「機械と工具」1977. 4
- 3) NC 自動プログラミング一問一答集「機械技術」1976. 6
- 4) 特集「自動プログラミングの現状」「機械と工具」1976. 4
- 5) 数値制御工作機械等の有効利用に関する実態調査：日本工作機械工業会、(財)日本能率協会 1975. 3

(昭和 52 年 11 月 29 日受理)