ハンディターミナルによる工具管理*

能 明 彦** 佐 藤 進 一**

Tool Management by Handheld Computer

Akihiko NOH and Shinichi SATOH

This paper describes a new method of tool management using a handheld computer, which has just been in a market and has a potentiality for many applications. The authors try to put the computer into a machine shop where an operator takes care of matching of a cutting tool and tool data. By combining the barcode labeled on a cutting tool and the computer with 16 bits, 768 kbytes memory, light weight of 250 g and compact size, the operator can put cutting tool data to the computer easily and carry them with cutting tools. At the machine tools, he can set cutting tool at any tool pot of the machine tools. And he can input the tool information to the NC controller and get the information from the machine tools to the computer. Following advantages are obtained by the new tool management system: (1) The computer can install sufficient data; cutting tool file, tool offset data, machine tool file, NC tape data. (2) All the cutting data and NC data can be transferred between a machine shop and tool crib all the time with cutting tools. (3) Barcode can be used for rewriting an index and for referring the data in the computer. (4) The computer can calculate an offset value referring the standard cutting path, errors of the cutting tool and type of machine tools. The system provides more reliable cutting tool management and setting-up time saving by 15%.

Key words: tool management, computer, barcode, preset, machine tool, NC, cutting tool

1. は じ め に

市場の多様化, グローバル化の中で, FA, FMS, CIM がますます進展している。これらは, 情報機器の進歩やより強力なネットワークの構築により実現したものであり, さらに機能レベルの高いものへと展開している。しかし, 理想的な仕組みを考えるあまり, さまざまな問題点に直面し, 当初の仕様をあきらめてしまうケースも少なくない。例えば, DNC による工具管理法も問題を起こす一例である。工具情報と工具が一度別々に管理されてしまうと, 加工のときその両者の一致が必要になる。このとき完全性が要求されるが, 工程が複雑になっていたたり, 外乱が生じた時を考えると, 作業者は工具管理に非常に不安となり, 作業者自身で工具と情報内容を確認しようと, 工具に手書きの伝票をつけたりしてしまう。さらには, この伝票の代わりに IC メモリーチップを利用したものやパソコンを利用した工具管理など様々な手法が提案されて

いる¹⁾²⁾。しかし, これらは運用のフレキシビリティや価格の面で改善の余地があった。

一方で電算機の急激な発達および, 機器の信頼性の向上, 価格の低廉化により, 市場には様々な機器類が存在するようになった。ハンディターミナルもその一つで, とくに最近小形化, 高容量化が進み, 様々な使い方の可能性が考えられている。本報では, ハンディターミナルを用いた, 実用的な工具管理法を提案する。

2. 機械工場における工具管理の問題点

機械加工工場では, 工具はおもに工具準備室と工作機械の間を頻繁に往来し, その都度, 工具情報を更新している。FMS においては, 工具準備室の端末機と工作機械の NC 装置から情報を得て, ホストコンピュータで工具情報を集中管理するのが一般的である。この場合, 情報と物(工具)はそれぞれ別の場所にあるが, 工具の使用にあたって, 両者の食い違いは最後まで許されない。工具入替作業を例にとると, DNC でホストコンピュータから NC 装置へ工具入替情報(工具マガジンへのレイアウト, 補正值データ)が正確に伝送されたとしても, 工具マガジンの所定の

* 原稿受付 平成2年12月10日。1990年度精密工学会春季大会学術講演会(平成2年3月29日)にて発表

** 正 会 員 (株)東芝生産技術研究所(横浜市磯子区新杉田町8番地)

Fig. 1 Handheld computer with a barcode reader for new cutting tool management

ポットに正しい工具が投入されていなければ、不具合が生じる。工具の認識方法としてバーコードやICメモリーチップなどを用いた入替方法も提案されているが、価格、NC装置側との対応性（データ伝送）で問題が生じやすく、実用化が進んでいないのが実情である。また、DNCが導入されていない機械加工現場では、データシート表に筆記具で情報の入力が行われており、データの転記ミス、入力ミスなどが生じ、作業効率が低下している。

3. ハンディターミナル

ハンディターミナルは、手帳サイズの小型コンピュータで、流通部門での適用例が多いが、工場では生産管理用のデータ処理端末機として若干使用されているに過ぎない。今回、使用したターミナルはメモリー容量768 Kバイト、16ビットCPUのもので、RS-232Cやバーコードのインタフェースを装備し、システムに拡張性がある。プログラムは、パソコンで作成しハンディターミナルに転送する。図1にハンディターミナルの外観を示す。筐体外径寸法は77 mm×142 mm×17 mmで、重量も250 g重（電池含む）と小型で軽量であり、作業現場で持ち運ぶのに非常に便利である。また防塵ケースの上からキー入力ができ、機械加工現場のような所でも十分使用できる。光結合アダプタ（伝送速度19 200ビット/s）を具備しているので、外部との情報の授受は非接触で行われ

Fig. 2 The hardware of the system

るので、結線などの煩わしさが無い。表示もバックライト付きの液晶表示で20けた×8行、漢字10けた×4行であり、漢字JIS第1、第2水準を装備している。

4. ハードウェアの構成

開発した工具管理手法のハードウェアの構成を図2に示す。バーコードラベルをホルダ部に貼付した工具、バーコードリーダ付きハンディターミナル、工具プリセッタ、パーソナルコンピュータとNC工作機械から構成される。パソコンは各種データのバッファやNCプログラムの保存に使用するので必ずしも必要としない。バーコード以外のデータ伝送はすべてRS-232Cインタフェースを介して行う。ハンディターミナルと各機器との接続は、コネクタを使用せず非接触の光結合アダプタを使用する。NC装置は、RS-232Cインタフェースを介して紙テープフォーマットでメモリーの内容を書き替えることができる。

5. ソフトウェアの構成

ハンディターミナルのソフトウェアの機能構成は以下のとおりである（図3）。

(1) マスタデータ管理機能

工具データと図番データの二つのデータベースに分割して管理する。前者は工具固有のもので主に工具準備室などでデータ入力をする。後者は製品を中心として、使用する工作機械、NCプログラム、工具関連データからなる。おもに工作機械側の作業に必要なデータである。工具は他の製品や工作機械に共通に使えるようになっている。使

Fig. 3 The software of the system

用中の工具はバーコードでそれぞれを区別する。

a) 工具データ

工具準備指示に使用する工具仕様（組立状態，設定寸法ほか），刃具仕様，ホルダ仕様を工具コード（工具のIDコード）で管理する。工具データは工具仕様が変更・追加されない限り不変である。

b) 図番データ

製品に対応した，図面番号，工作機械，使用工具本数，NCプログラムを管理する。さらに，一つの図面番号のNCプログラムに使用されているTコード，補正コード，補正值，工具マガジンのポット・番号を管理する。ここで，Tコードと前述の工具コードを対応させ両データを照合する。図番データはNCプログラムの変更に伴い随時，書き換えられるデータである。

(2) NCデータ管理機能

NCプログラムそのものだけでなく，工具マガジンのレイアウト，工具補正值，ジグ補正值などのデータを管理する。

a) NCプログラム

NCプログラム番号を介して登録・削除を行う。NCプログラム以外の上記データも同様に管理する。また，ハンディターミナルの画面にNCプログラムなどの内容を表示する。

b) 補正值データ

外部の工具プリセッタから入力した工具の測定寸法と工具データに登録されている設定寸法を比較・演算し，その結果を補正值として図番データ上で登録・修正管理を行う。

c) 工具レイアウトデータ

バーコードリーダから入力した工具マガジンのポット番号とTコードを対応づけ，図番データ上で登録・修正の管理を行う。

d) c)のデータはマニュアルによる入力も可能である。また，一般的に，これらのデータは，NCプログラムと同じフォーマットでNC装置から出力できるので，試し加工を実施し，修正したデータを再度，そのまま利用したいときは，a)の機能を用いて登録することもできる。

(3) データ変換機能

補正值データと工具レイアウトデータをNC装置に伝送し，メモリーに書き込むためには，NC装置の固有のデータフォーマットに変換する必要がある。図番データ上に登録されているこれらのデータを対象のNC装置が判別可能なフォーマットに自動変換する。

(4) バーコード処理機能

バーコードは，以上の工具情報と物（工具本体）との対応をつけるために使用する。図番データ上に登録されたすべての工具情報はバーコードをキーコードとしてハンディターミナルの中で検索可能である。また，作業者の入力ミスを防止するために工具マガジンのポット番号の入力にも使用できる。この場合，バーコードは実際には図番データのTコードと対応づけられ，コード自体に意味を持たない。ただ，ハンディターミナルの中では，同一のバーコードが存在しないように自己チェックを行っている。

(5) データ伝送機能

外部機器（ホストコンピュータ，NC装置，工具プリセッタ，端末機ほか）とのデータ伝送が可能である。外部機器によりデータ伝送のフォーマットが異なる。ハンディターミナル側に各種の外部機器のフォーマットに対応したプロトコルを準備している。プロトコルの選択は，ハンディターミナルのキー操作によって行うことができる。

6. 運用方法

図4は，工具管理の一連の作業内容を従来の工具管理法と新管理法とを比較した図である。

まず製作する部品によって必要な工具を準備して，組立てる作業がある。この場合，従来，作業者は工具ファイルを参照しながら必要な工具を見つけ，工具組立をしていた。ホルダや工具の膨大なファイルを参照するので，非常に手間がかかった。それに対してハンディターミナルを使った新管理法では，情報はすべてハンディターミナルに入っているのので，計算機がデータを検索し，必要なホルダや工具情報を画面上に表示

OPERATIONS	CONVENTIONAL METHOD	NEW METHOD
assembly of cutting tools	manual operation with files & drawings	manual operation with handheld computer
measurement of cutting tool tip	manual preset writing errors on the sheet manual calculation writing data on the sheet making tags for the tool	semi-auto preset data transmit to the computer & calculation reading barcode
exchanging of cutting tool	exchanging of cutting tool writing pot number on the sheet	exchanging of cutting tool reading barcode of cutting tool reading barcode of pot number
data entry to NC	manual entry	plug-in entry

Fig. 4 The comparison of conventional tool management and new one

Fig. 5 Cutting tool presetter for the system

させることができる。この際、作業者はファイルをめくるわずらわしさから解放される。次に組立てた工具の刃先寸法を測定する。図5は、今回製作した工具プリセッタである。このプリセッタでは、タッチセンサを具備し、自動測定方式にしてあるので、測定時間が短縮されている。さらに目視によらないので個人差の

ない安定した工具オフセット量を知ることができる。ここで得られたデータは、ハンディターミナルに直接入力されるので、転記ミスなどの外乱もなく、安定した転送ができる。また手動式工具プリセッタであっても刃先位置の電気出力を得られれば、データ転送について本機と同様の効果が得られる。ハンディターミナルではあらかじめ登録された工具データの基準値と比較し、さらに工作機械の補正規定に従って工具補正值を計算する。最後に工具シャンクに貼ったバーコードを読み取り、図番データとして登録される。図6は組立てられた工具とバーコードを示す。ラベルはポリエステル製で耐久性がある。この方法では工具先端が変わっても工具シャンクのバーコードで管理するので、少ないバーコードラベル数で、バーコード数値を気にすること無く工具管理をすることができる。一方従来の方法では、これらの一連の作業は、手計算やシートへの転記、タグ作成など人手によって、運用されており、誤記や計算ミスがあったりし、作業者は神経を使いながら作業している。

次に工作機械への工具の投入方法であるが、従来は工具レイアウト表によって、帳票を見ながら、工具を工作機械の決められた工具マガジンポットに格納していた。この作業は手間取るだけでなく、現場で工具の

Fig. 6 Cutting tool with barcode label

大きさを知り、その工具が2ポット分の場所を必要とし、工具の差し替えを急遽しなくてはならない場面の時、改めて工具表の入れ替え作業をしなくてはならない。一方新方式では、工具はどこのポットに投入しても良いことになる。これは工具投入後、工具のバーコードとあらかじめポット近傍に貼ったポット番号に対応するバーコードを読み込み、工具がどこのポットに格納されているかを知り、その場でレイアウト表を作成できる。つまり新方式では工具レイアウト図を事前に必要としない。したがって、大きい工具でも、工具が少ない場合でも、バランスの取りやすい位置にその場で工具の格納ポットを決めることができる。このときハンディターミナルでは、順次ポット番号、工具番号、Tコード番号、工具レイアウト表、補正コードと補正值表を作成する。これにより今まで製造技術者が加工状態を想定しながら、工具レイアウトを設計していたがこの作業が一切不要となる。とくに複雑な形状の場合、工具レイアウトは非常に頭を痛めるところであったが、新方式ではこれらの作業は一切必要としない。最後に作業者はNC装置に工具データを投入しなくてはならない。従来の方法だと、作業者は自分で計算した補正值を記入した帳票を目で追いながら、その値をNC装置に人手で入力していた。入力を一けた間違えると暴走するので、この作業も神経と根気が必要とする。しかし新方式では、ハンディターミナルにすべての情報が入力されているので、瞬時にしかも正確に伝送される。本装置の場合、光伝送ができるのでハンディターミナルを受信箱の上に置くだけでこれらの作業ができる。これによりコネクタの接続の煩わしさもなく情報の授受ができる。メモリー容量に余裕があれば、工具情報だけでなく、NCテープ情報も同時に送ることができる。また、加工をしてから、工具補正值を変更する場合、これらのデータの取

Fig. 7 Setting-up time

込みは前述の逆の流れをくむことによって容易にできる。

なお対象とする工作機械が多い場合、1台のハンディターミナルでは、容量的に工具情報を搭載できないことがある。このような場合、上位コンピュータとしてパソコンを使ったり、他のハンディターミナルを使うこととなる。増設するハンディターミナルが対象とする工作機械は、元来のものと異なるのでそのデータ内容も異なる。

7. 本手法の評価

本システムを生産現場に適用し、システムの評価を行った。図7は工具数10本のマシニングセンタでの例である。作業時間としては全体で2分10秒短縮されている。内容的には工具補正值を入力する時間で3分節約されている。これは従来の方法では手で帳票を見ながら工具の1本1本に対応した補正值を入れていたのに比べて、新方式ではファンクションキーを押すだけで良いのでその差は大きい。しかし工具の挿入は工作機械の所で工具レイアウト図を作成することになるので、むしろ時間的には増加しており従来2分であったものが3分20秒かかってしまっている。この場合、従来の方法では、工具投入が計画どおり進み、全く問題がなく実行されたため、時間的ロスが無く、短時間で投入ができていた。しかし一度問題が生じると10分から1時間かかる。また工具刃先測定は30秒減少しているが、自動プリセットであっても、それ程効果的で無いことが分かる。加工テストの結果から従来の工具管理法と比べると本管理法は以下の特色があることが分かった。

(1) 段取り作業の効率化

工具入替え作業をペーパレスで行うことができ、従来の手法に比べ段取り時間が約 15% 短縮できた。

(2) 工具レイアウトの簡略化

工具情報がハンディターミナルに集約してあるので、工具と情報を同一の場所に設置でき、その場で工具レイアウト図を変更でき、工具の入れ違いなどの問題が生じて、フレキシブルに対応できる。またデスクトップ型パソコン¹⁾と比べて設置台数が少なく済む。

(3) IC メモリーとの比較

バーコードラベルの価格は、IC メモリーチップに比較し約 1/300 であり、ラベルの耐久性もある。もともと IC チップを使用する場合でも読取装置が必要であり、データを安価に保存するには、バーコード方式が有利である。

(4) 開発したデータ伝送プロトコルは、既存の NC 装置に対して特別なインタフェースを必要としない。工具情報以外のデータの授受も容易にできる。

8. ま と め

ハンディターミナルを使った工具管理システムを開発した。低価格で工具交換時間も減らしただけでなく、従来人間系に依存していた部分を機械化するので、最適化に迅速に対応できるようになった。特に緊急に生産を要するような外乱が入った場合、有効である。また作業者に高度な技能と作業中の神経を要しないから未熟練作業者にも短時間で工具管理手法を習得できる。この情報と物が同時に移動するシステムは、FMS を構築する上で、工具管理だけでなく、段取り変え、生産管理などの信頼性向上に役立つことが考えられる。

参 考 文 献

- 1) D. J. Gayman : Computers in the Tool Crib, Mfg. Eng., 97, 3, (1986) 41.
- 2) J. C. Quinlan : Talking with Tools, Tooling & Production, 54, 1, (1988) 50.

工技院、極限作業ロボット研究終了報告

通産省工業技術院が大型プロジェクト制度で進めて来た極限作業ロボットの研究開発が今年度いっぱい終了する。このプロジェクトは、人間にとって極めて厳しい環境下で複雑な作業を代行する高度作業システムの開発をねらいに昭和 58 年度からスタートする。当面の要求とされる原子力、海洋、防災の 3 分野で必要な要素技術開発やトータルシステムの構築などに取り組んできた。すでに昨年に基盤技術の成果が発表され、昨年には試作した実証機による実証実験で一応の成功を収めている。最終評価は近くまとめられる予定だが、実用化展開には小型軽量化など多くの課題を残す結果となった。

このプロジェクトでは、高い環境適応性と機動作業性を有するとともに、遠隔から迅速かつ安全・確実に制御できる人間・ロボット協調型システムの開発を目指した。

対象としたのは原子力、海洋、防災の 3 分野である。研究は 3 分野に共通な基盤技術と固有の要素技術を開発し、最終的に統合してシステム化するという形態を取った。

研究開発期間は 8 年間、約 200 億円の研究開発費を投じ、基盤技術の開発を機械技術研究所と電子技術総合研究所が、固有の要素技術やトータルシステムの構築などを民間 18 社と関連 2 団体で組織する極限作業ロボット技術研究組合がそれぞれ担当した。

成果としては、原子力と海洋ロボットについてトータル

システムを構築、あわせて移動、視覚、マニピュレーションを備えた一体型ロボットの実証機を試作した。防災ロボットに関しては、研究開発スタートの遅れなどにより要素技術開発のみにとどまったが、「トータルシステムの基本は確立出来ており、実用化展開へのメドは立った」(極限作業ロボット技術研究組合理事・常味孝幸氏)としている。

具体的な成果をみてみよう。まず最も関心の高かった実用原子力発電施設作業ロボットで、狭隘な原子力発電施設内で、目的とする場所へ自らの力で接近し、機器・装置の保全作業を行おうというもので、要求する機能と性能に“人並み”という極めて挑戦的な研究目標を設定した。

試作した実証機は長さ 1.2 m、幅 0.7 m、高さ 1.73～2.0 m (可変) の大きさで、重量は約 750 kg、移動形式は関節型四脚歩行方式を採用し、搭載した視覚機能でロボット自身が周辺の環境を認識、自律的に動く。平地での歩行だけでなく、階段の上り下りや段差のまたぎ越え、くぐり抜けなども行える。

また作業機構には双腕四指 マニピュレータ方式を導入、これに指先の微妙な感覚を操作者に伝えられる多感覚パイラテラル (力帰還) 制御を組み入れ、玉掛けや指によるナット回しなど複雑な作業をこなせるようにした。

(p. 1210へ続く)