

「情報の世紀」のモノづくり考（19）

新たな技術展開

和田龍児

工作機械のブレークスルー技術

筆者は工作機械技術者として、永らく工作機械業界にお世話になった。浮き沈みのたいへんに激しい業種であり、幾度となく不況の激震に見舞われながらも成長を続け、今や世界有数の工作機械生産国となった。振り返ってみると、その要因の1つは諸先輩の日夜に及ぶご苦勞とともに、業界あげての意欲的なNC（数値制御）技術への取り組みが幸いし、結果的には大きな成功を納めたのだと思う。

そして、また工作機械業界は、新たな激震の中にいる。これは単なる不況というものではなく、旧来の枠組み・構造から、新たなパラダイムの確立をめざすべき時期に来ていることを知らせるものである。事業や経営のありようはもちろんのこと、技術基盤のブレークスルーも求められているところでもある。

かつてのNCに相当する牽引車となるべき新たな技術が必要になっていることはいままでのない。それが今日、さまざまな分野で語られているIT技術であり、中でもネットワーク関連技術をどううまく工作機械に生かしていくかが重要なポイントになっている。

こうした認識の有無が今後の業界の浮沈に大きく影響することは必須であるといっても過言ではない。

そこで今回は、この点を含め工作機械に関連する幾つかの技術的課題と将来動向について若干のコメントをさせていただきたいと考えている。

ゼロ・エミッション加工技術

生産の場としての工場もまた社会的な存在である以上、外部にいつさいの廃棄物を出さないゼロ・エミッション工場を実現し、周辺環境に負荷を与えないことは、たいへん重要である。

ゼロ・エミッションの取り組みにはさまざまなアプローチがあるが、生産現場では、加工プロセスでゼロ・エミッションを実現することは、たいへん大きな課題になりつつある。もちろん、これは工作機械業界にかぎったものではない。

地球環境問題や資源の有効活用などの問題を持ち出すまでもなく、材料を無駄にしないという意味でもたいへんに重要である。また、産業廃棄物の処理コストの急増で、廃棄物ゼロがコスト削減の有力な手段になりつつあるのを考えれば、ゼロ・エミッションをいかに実現するかは、二義的な問題ではありえない。

ところで、ゼロ・エミッションの取り組みは最近突然始まったわけではない。従来もニア・ネット・シェープ（Near-Net-Shape）加工法として、精密鑄造・精密鍛造・精密射出成形など種々の加工法が提案されてきたが、これもまた今日のゼロ・エミッションに向けたアプローチの嚆矢ともいえるものだろう。その基本的な考え方と目的は、素材から最終製品までの加工コストを最小にしようとするところにある。これを進めれば、究極的にはゼロ・エミッション工場の実現というゴールにいきつくことになる。

実用化の進んでいる精密金属射出成形法やス

リップキャストリング法は、セラミックスや難削金属材料の小型複雑部品のニア・ネット・シェーブ加工法として実用化されているが、これらの加工法は従来技術の延長線上で検討される加工技術の範疇に入る。情報処理技術とプロセス技術の改善により、型あるいは型に相当する母型モデル製造法の革新がなされれば、ゼロ・エミッション加工法もけっして手の届かない夢ではない。

極端なことをいえば、型なしで個別生産技術として三次元画像処理技術やレーザ技術等との組み合わせで究極のゼロ・エミッション加工法へと進化する可能性を秘めている。ここにも IT 技術展開の可能性が見え隠れするのである。その可能性を真剣に模索をしていただきたい。業界の先輩の一人として、せつに願う次第である。

超高速工作機械

切削工作機械の送り速度の改善は、高速切削技術の進展とともに産業界から強く要請されてきた、古くて新しい課題である。たとえば、マシンニングセンタなどで工具が移動している間や被加工物が加工を行うために搬送されている間の時間は、アイドルタイム（無駄な時間）であり、これをいかに短縮して、正味加工時間をいかにふやすかは、製品づくりのリードタイムを改善するものとして、真剣に追究されてきた。

工作機械のテーブル移動は通常、サーボ・モータを介してボールスクリュウで減速されて伝えられるが、この間に機械的な伝導機構がなければ慣性負荷を極限にまで減少させた超高速テーブル移動が可能となる。リニア・モータ駆動はその候補の筆頭にあげられている。超高速単軸頭工作機械は、従来の工具交換機能付工作機械よりはるかに高い生産性をあげることが期待される。また、ラビット・プロトタイプを志向する自由局面の超高速金型加工もけっして夢ではない。

ただし、解決すべき技術課題は山積している。制御システムの安定性や推力の問題もあり、発生熱量除去などの問題もある。そして最大の課題はコスト低減問題である。

これをいかに解決するか、超高速工作機械の実現はここにかかっている。

超多軸型工作機械

世界最初の実用型のパラレル・リンク型工作機械は 1994 年秋のシカゴ国際工作機械見本市に G & L 社から出品されたのが最初とされている。

この機械の基本原理は特に目新しいものではなく、多関節型リンク・ロボットではお馴染みのスチアート・プラットホームの原理を採用したものである。

加工機械としての工作機械の本質はなにか？それは案内精度を工作機械自体が自己完結的に機械内部で保持し加工部材に転写する母性原理を有していることである。つまり、工作機械の機能とは、工作機械が持つ案内精度を工具を介して部材に正確に引き写す機能で、精度を遺伝情報として部品に転写することにある。

母性原理 (Copying Principle) とは『被加工物の加工部分は工作機械自身の持つ精度と遺伝関係にある』ことを示す原理である。母性原理を明確に意識した近代的工作機械の嚆矢は産業革命勃発期の J. Wilkinson の中グリ盤や、H. Moseley の時計旋盤に見ることができる。具体的には機械内部に基準となる何らかの尺度を保持していることが近代工作機械の大きな特徴の一つであるといってもよいだろう。

現在、われわれに身近な工作機械は三次元 X Y Z 座標系の世界で構築されているものがほとんどであろう。同様に、球面座標系や円筒座標系あ

るいは空間記述が異なる特殊座標系の世界でも、工作機械の構成は可能なのである。

その意味では、軸定義を仮想軸で定義する超多軸工作機械は、情報技術重視時代の申し子であることは間違いない。特に、その用途開発は今後の大きな課題になっている。

ネットワーク対応工作機械

情報世界から見れば、個々の電子デバイスは符号化された情報のサーバに過ぎないともいえる。NC工作機械でいえば、三次元図形情報は符号化されたかたちで端末デバイス（NC装置）に送り込まれ、適当な制御情報として機械デバイス（駆動機構）に出力されていると理解すべきである。つまり、クライアントから提供される形状情報を制御信号に変換してサーバに与える図式を想定していただきたい。

真にオープン環境に適したデバイスとして、FA機器を工場全体の生産システムに整合させる

ためには、FA機器のアーキテクチャを明確に定義づけを行うことが何よりも必要なのである。

インターネット時代の電腦工場の建設は、製造業生き残りの決め手となってきたことを考えると、このことはたいへんに重要な意味を持っていると思う。今後問題となるのは、ネットワーク技術の進展はたんに「情報の共有」の段階から一段と進化して、生産システムの形態や企業経営の形態さえも大きく変化させる可能性を秘めていることでもある。

今後の展開

工作機械に関連するいくつかの今日的な技術課題について、ごく簡単にコメントしたが、ここでおもに取り上げた「固有技術的課題」の実現のプロセスでは、IT時代に対応した「国際標準への戦略的取り組み」や「ビジネスモデルを含む知的資産問題」などに関しても十分な注意と関心を払う必要がある。その中にこそ将来の技術展開の可能性やビジネス・チャンスの大きなヒントが隠されていると思うからである。(2001/7/25)