

◆특집◆ IMTS/JIMTOF2002에서 본 공작기계기술

## IMTS에서의 머시닝센터 최근 동향

김태형\*

### Current Status of Machining Centers in IMTS 2002

Tae Hyoung Kim\*

**Key Words** : IMTS (국제 공작기계 전시회), High Speed Machining Center (고속 머시닝센터), Parallel Mechanism (병렬기구), 5-Axis Machining Center (5축 머시닝센터)

#### 1. 서론

정보의 급속한 발전, 컴퓨터, 가전기기, 자동차 등 내구소비재의 제품개발기간 단축, 생산자의 지속적인 생산성 향상 활동, 소비자 선호의 다양성, 품질요구수준 상승 등 제반 환경변화는 절삭가공부분에 있어 핵심이 되는 머시닝센터의 기술개발 경쟁을 실질적으로 이끄는 원동력이라고 할 수 있다.

여기에 전통적 제조업의 고부가가치화 및 새로운 생산시스템의 도입 등과 맞물려 최근의 머시닝센터는 고속화, 고정밀화를 큰 축으로 발전하고 있으며, 특히 고속화 분야에는 직선구동 모터를 적용한 장비 및 병렬형 구조의 공작기계 등이 실질적인 상품화 단계에까지 이르고 있으며, 고정밀화 부분은 각종 오차보상시스템과 오차 최소화를 위한 설계기술 및 부가유니트, 장비거동에 대한 예측 및 고속 절삭 메카니즘 등의 기초기술을 바탕으로 하는 장비의 고품위화 추세를 형성하고 있다. 덧붙여서, 생산성 향상을 목적으로 새로운 생산시스템의

도입과 병행하여 머시닝센터의 기본 역할에 대한 개념에도 새로운 의미가 부가되고 있으며, 특히 Internet을 이용한 각종 정보의 흐름 역시 새로운 축으로 자리잡고 있는 실정이다.

그러나 전반적인 시장상황은 이러한 일련의 기술개발 성향과는 거리감을 보이는 것이 현재의 상황이다. 지금의 경제상황을 논외로 하더라도, 공작기계 업체간의 통합, 요소부품의 다양화 및 부품업체의 전문화에 따른 기술평준화 등 새로운 국면을 맞고 있으며, 일본 공작기계산업의 침체 또한, 불과 수년전에는 예측하지 못했던 상황이다. 특히, 현재의 공작기계 시장은 고품질/고기능을 지향하던 전통적인 선발업체들이, 가격대비 성능을 중시하는 표준장비 시장에 대대적으로 참여함으로써, 저가격대 장비 시장에 새로운 경쟁을 몰고 오고 있는 실정이다.

이러한 현실을 배경으로, 지난 9월에 있었던 IMTS에서 전시된 장비를 기준으로 하여 최근의 머시닝센터 기술동향에 대해 살펴본다. 첩언으로, IMTS는 신기술의 발표보다는 상품전시 경향이 강하여, 신기술의 발표는 제한적인 편이다. 이것은 IMTS2002에서도 마찬가지였으며, 특히 최근의 세계적인 경기침체의 탓으로 예년의 IMTS와 비교할 때, 참가업체수와 참관인수 모두에 있어 감소하였으며, 전반적인 활기도 적은 편이었다고 할 수 있다. 그러나, 비록 부분적이기는 하지만, 최근의 기

\* 대우종합기계(주) 공작기계연구소

Tel. 055-280-4353, Fax. 055-284-8764

Email hyoung@dhitd.co.kr

공작기계 관련 기술기획 및 신기술개발을 담당하고 있으며, 현재 선형 구동 모터를 이용한 초고속 머시닝센터와 초정밀 가공기 개발을 진행하고 있음.

술 경향을 보여주는 장비를 어렵지 않게 볼 수 있었으며, 이러한 장비를 토대로 전반적인 기술추세를 가늠하는 데에는 큰 어려움이 없으리라고 생각된다.

## 2. 출품동향

머시닝센터에 있어서, IMTS2002를 통해서 가장 뚜렷하게 드러나는 일반적인 출품동향은 저가형 상품의 대대적인 전시와 고속화 기술의 실용화, 그리고 고객 편의성의 극대화로 요약할 수 있다.

DMG, Mazak, Makino 등 전통적으로 특화모델로서 고부가가치 시장을 집중공략하던 제조업체들이 모두 저가형 시장에 적극적인 진출의도를 가지고 저가형 모델을 대대적으로 전시하였다. 이것은, 상대적으로 시장규모가 큰 일반형 공작기계 시장에서의 일정물량 확보가 없이는 기본적인 경영이 힘들다는 것을 의미한다고 할 수 있으며, 그 동안 미국을 필두로 한국, 대만 등이 주도하던 시장 판도가 바뀔 수 있음을 나타낸다. 일반적으로 저가형 머시닝센터 = 낮은 품질이라는 개념이 팽배해 있으나, 실제로는 극심한 기술경쟁의 또다른 일면이라고 보는 것이 보다 타당할 것이다. 일반화된 부품을 사용하면서도 성능과 품질을 특화 또는 안정적으로 구현하기 위해서는 기업고유의 요소기술과 장비구성기술의 차이가 극명하게 드러날 수 있기 때문이다.

고속화 기술 역시, IMTS2002를 통하여 여전히 머시닝센터에 있어서 기술개발의 주요 쟁점으로 자리매김하고 있음을 알 수 있는데, 다만 전시회의 특성상 많은 수의 고속 장비가 전시된 것은 아니었으며, 오히려 일반 장비의 고속화가 두드러졌다. 40m/min의 급속이송속도, 10,000~12,000rpm 수준의 주축은 이제 일반적인 장비 사양이 되었다고 할 수 있다.

초고속 머시닝센터에서는 속도 측면에서는 여전히 80~120m/min의 급속이송속도와 25,000rpm~42,000rpm의 주축회전수 수준으로 별다른 진전이 없었다고 할 수 있으나, 이 번 전시회를 통하여 변화된 것은, 기능적 안정성과 상품성이 보다 개선되고 있다는 점을 들 수 있겠다. 또 한편으로는, 고속화를 추구하는 기술적 방법의 다양성을 들 수 있는데, 새로운 링크 구조를 응용한 초고속 장비 및 기존의 볼나사를 이용하는 장비, 그리고 기존 구조에

선형구동모터를 적용한 장비 등으로 대별할 수 있으며, 이것은 목표시장이 점차 명확하게 정의되고 있다는 사실로 받아들일 수 있을 것이다.

그 동안 기술적인 진전이 많았던 오차보상기술과 환경대응기술이 이번 전시회에서는 주요 Theme가 아니었다는 점도 지적하고 싶다. 즉, 가공오차의 최소화 또는 고정밀화를 위해 구조설계에서부터 시스템의 냉각기술, 그리고 열변형 오차보상 등에 대한 기술전시가 거의 없었는데, 아마도 이제는 상당부분 일반화되어 고객편의 기능에 자연스럽게 흡수되고 있기 때문으로 보인다. 특히 환경대응기술은 초기의 대대적인 기술개발 추진 예측과는 달리, 어느 정도 한계에 다다른 듯이 보인다. 이것은 공작기계 자체만으로는 환경과 대응되는 분야가 적고, 아작은 현실과의 괴리가 있어 이에 따른 기술개발이 용이하지 않기 때문이며, 다분히 현재의 경제상황과도 연계되어 있는 것 같다. 전시된 기술들은 통상의 기술에서 크게 드러나는 것이 없었으며, 다만 전직절삭 등에 있어서 조금은 일반화되고 있는 경향을 볼 수 있었다.

한 가지 특기할 사항으로는 IT의 급속한 발전에 힘입어 WEB 응용기술 역시 급격한 진전을 이루고 있다. Internet을 이용한 원격진단 및 Monitoring은 점차 일반화 추세에 있으며, 특히 고객편의를 위한 Human-Machine Interface 기능이 대폭 강화되는 추세이다. WEB을 기반으로 하는 통합 Marketing System은 전시회 참가업체중 유일하게 대우종합기계에서 구축하여 시연을 진행했으며, 여기에 시장 상황으로서, Siemens Controller가 부착된 장비가 예년 대비 상당부분 증가했다는 점과 초고속 장비 등 신기술 구현장비의 대부분이 Siemens Controller를 부착하고 있다는 점도 눈여겨볼 부분이라고 할 수 있다.

## 3. 기술동향

### 3.1 선형 구동 모터의 적용

최근의 기술개발 추세를 반영하듯, IMTS2002에서도 머시닝센터의 고속화를 위한 기술경쟁을 쉽게 엿볼 수 있었는데, 고속화를 위한 대표적인 방법이 선형 구동모터와 병렬형 기구의 적용이다.

이 중에서 선형 구동 모터는 Ingersol에서 처음으로 적용한 이래, 급속한 기술발전을 보이는 분야로서, 해외 주요업체에서는 대부분 선형 구동 모터

적용 장비를 전시하였다. 그러나, 급속이송속도 및 가감속도, 주축회전수 등 외형적인 시방측면에서의 진전은 거의 없었다고 할 수 있으며, 오히려 상품화 측면에서 진일보하였다고 할 수 있다. Fig. 1은 일본의 Mazak사에서 전시한 초고속 수평형 머시닝 센터로서, 외형상으로는 기존의 불나사를 이용한 머시닝센터와 유사하며, 보유 공구수 80 개에 Index Table이 부착되어 있다. 여기에 공구 교환시간 1.3 초 및 20,000 rpm 주축의 가속시간도 1.55sec로 상품화에 손색이 없는 시방을 보유하고 있다. 비록 가속도와 급속이송속도를 Vector값으로 각각 3.24g, 208m/min으로 표기하고 있으나, 실제로는 과거의 가속도 및 속도와 같은 값으로, 표기상의 차이일 뿐이다. 오히려 상품화에서의 근접성을 놓고 기술발전 상황을 판단하는 것이 보다 타당할 것이다.

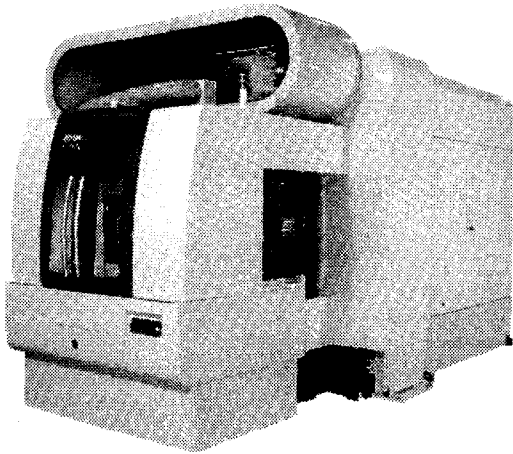


Fig. 1 High Speed Machining Center with Linear Motors (MAZAK)

Mazak외에도 Grob, Huron, MCM 등에서 선형구동 모터를 이용한 초고속 머시닝센터를 출품하였으나, 대부분 같은 상황이라고 할 수 있다. 여기에, 새로운 시도로서 DMG의 선형구동 모터 부착 장비를 들 수 있다. DMG의 경우에는 전축에 선형구동 모터를 적용하는 대신, 특정 축에 선형구동 모터를 적용하여, 기존 장비의 약점을 보완하고, 상용화를 보다 용이하게 하고자 하는 의도로 보인다. 수직형 머시닝센터의 경우에는 상대적으로 긴 행정거리를 갖는 X축에, CNC 터닝센터의 경우에는 상대적으로 빈번한 구동이 있는 X축 등에만 선형구동 모

터를 부착하여, 비교적 낮은 가격대에서 쉽게 선형구동 모터를 적용하였다고 할 수 있다. 그러나, 일부 축에만 선형 구동 모터를 장착하였다는 사실은, 고속절삭에 주안점을 두었다기 보다는 비절삭 시간의 단축을 우선적으로 고려하였다고 보여진다. 이유로는, 특정축의 고속화만으로는 최근에 요구하는 고속절삭, 도는 고품위 가공을 수행할 수 없기 때문이다. 특히, 터닝센터에 적용된 선형 구동 모터의 경우에는, 발열문제와 높은 가격대비 적용의 실효성에 대해 다분히 많은 논란이 예상된다.

### 3.2 병렬 기구 응용 공작기계

최근에 기술적으로 가장 흥미로운 분야이며, 많은 아이디어가 도출되고 있는 기술이다. 1992년 IMTS를 통하여, Giddings & Lewis에서 Stewart Platform을 이용한 신개념의 공작기계를 발표한 이후, 병렬형 공작기계에 대한 본격적인 연구가 시작되었으며, 이에 대한 많은 기술적인 진전이 있었다고 할 수 있다. 발표 당시, 병렬형 공작기계가 갖는 장점으로서, ① 고강성 구조, ② 평균화효과에 따른 오차저감, ③ 이송체의 경량화에 따른 고속화, ④ 상대적으로 저렴한 제조원가 등을 제시하였으나, 실제로는 기존 공작기계와 비교할 때, 낮은 위치정밀도와 ATC, APC 등의 주변장치와의 Interface 미비 등이 문제점으로 작용하여, 실제 상품화단계에까지는 이르지 못하였다. 특히, 취약부위로서, 병렬형 공작기계의 Joint부위에서 발생하는 기하학적 오차는 병렬형 공작기계의 실용화에 가장 큰 걸림돌이 되었다고 할 수 있다. 또 한가지 문제점으로는, 병렬형 공작기계에 있어서의 체적오차 측정 및 이의 보완방안이 용이하지 못하다는 것이다. 항상 6축이 동시 구동되며, 공간상을 움직이므로, 특정축에 대한 오차분석 등이 힘들다는 단점을 갖는다. 이에 따라, Aachen 공대 연구소에서는 머시닝센터의 일부축에 링크구조를 활용한 공작기계를 발표한 바 있는데, 보다 실용화에 가깝게 개발되었다고 할 수 있다. 이번 IMTS전시회에서는 기존의 Stewart Platform을 이용한 장비는 Okuma에서만 출품하였고, 그 외 업체에서는 다양한 형태의 링크구조를 이용한 고속장비를 출품하였다. Okuma의 병렬형 공작기계는 그 동안 문제시되었던 정밀도 부분을 대폭 개선하여, 이를 주요 Theme로 전시하였는데, 기존의 공작기계와 동등한 수준의 정밀도라고 할 수 있다. 그러나, 여전히 상품성에는 기존의 이유로

많은 여정이 남아 있다고 보여진다.

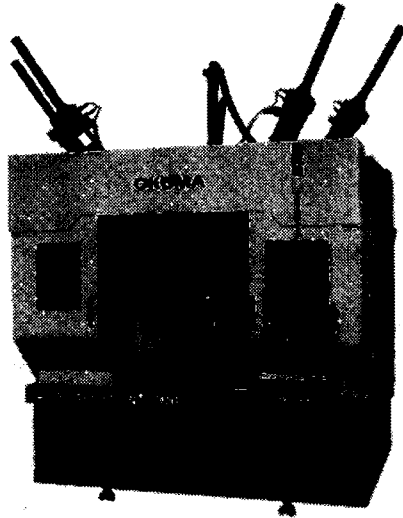


Fig. 2(a) Parallel Mechanism Machining Center (Okuma)

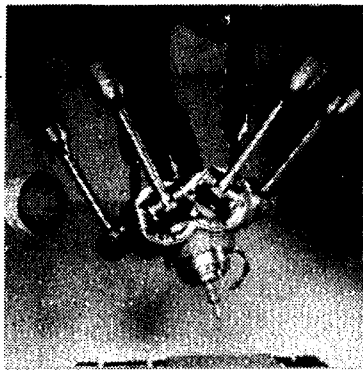


Fig. 2(b) Spindle Head

Stewart Platform 응용 공작기계와는 달리, 일반 링크구조를 적용하는 공작기계의 경우에는, 장비구성의 아이디어 도출이 쉽고, 기존 장비의 형태를 크게 바꾸지 않아도 구성이 가능하므로 실용화가 보다 용이하다는 장점을 갖는다. 이에 따라, 여러 업체에서 링크기구를 이용한 장비를 선보였으며, 한가지 특징으로는 대부분 선형구동모터를 동시에 적용하여 고속화를 보다 강조하였다는 것이다. 아래에 그 중 특징적인 장비에 대해 기술한다.



Fig. 3 Kinematic Axes (Lamb)

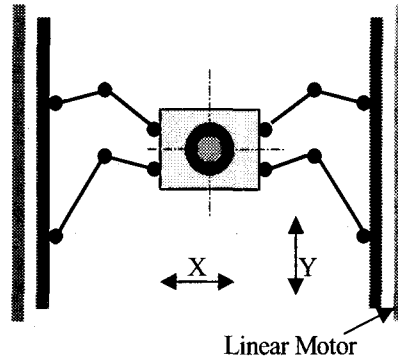


Fig. 4 Kinematic Axes with Linear Motors (MCM)

Table 1 Accuracy of a Parallel Mechanism Machining Center (Okuma)

Positioning Accuracy	$\pm 5 \mu\text{m}/406\text{mm}$ (X,Y) $\pm 6 \mu\text{m}/355\text{mm}$ (Z)
Repeatability	$\pm 1 \mu\text{m}/50\text{mm}$
Roundness	$10 \mu\text{m}/100\text{mm}$ Dia. $25 \mu\text{m}/100\text{mm}$ Dia. at $25^\circ$

Fig. 3에 LAMB사의 구조를 도시하였다. Y축 대신에 회전축을 적용한 것으로, 회전축과 X축의 조합으로 Y축 이송을 구현하는 구조이다. 볼나사를 이용하면서도 X,Y축은 1.5g의 가속도, Z축은 2g의 가속도를 달성하고 있다(급속이송속도 : 80m/min).

독창적인 아이디어가 구현된 제품으로는 MCM, Starragheckert, Chiron에서 전시한 제품을 들 수 있는데, 각 각 선형구동모터를 동시에 적용하고 있으며, 최대 급속이송속도는 100m/min 수준이고, 두 축은 링크구조를 응용하고 나머지 축은 기존의 방식으로 구현되어 있다.

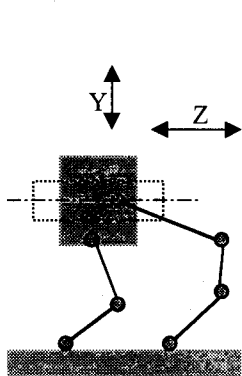


Fig. 5 Kinematic Axes (Starragheckert)

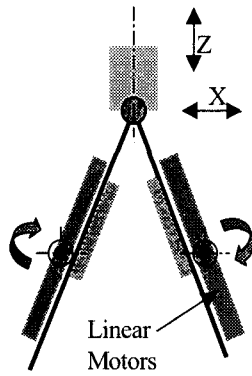


Fig. 6 Kinematic Axes (Chiron)

### 3.3 5축 머시닝센터

최근의 경향을 반영하여, 공작기계의 복잡다기능화는 이번 전시회를 통해서도 활발하게 진행되고 있음을 알 수 있다. 복합화는 주로 기존의 선반 기능에 면삭기능과 동시가공 기능 등을 추가함으로써, 복합기능을 추구하는 경향이 강하며, 최근에 이르러서는 CNC선반과 머시닝센터의 경계가 모호해지는 상황에 까지 이르고 있다. 그러나, 머시닝센터를 기본으로하는 복합화는 5축 장비의 다양성외에는 크게 부각되는 것이 없으며, 다만 DMG에서 보여주고 있는 바와 같이 5축 머시닝센터의 테이블에 주축기능을 추가하여 선삭가공이 가능한 형태가 유일한 예외라고 할 수 있다. 따라서, 여기서는 5축 머시닝센터에 대해 간단히 언급한다.

과거 5축 머시닝센터는 일부업체에서, 주로 대형공작기계용으로 많이 개발하였으나, 최근의 금형산업에 대한 관심이 높아지면서 대부분의 업체에서 5축 머시닝센터를 전시하였다. 5축의 구성은, 크게 주축에 회전축을 부가하는 형태와 테이블에 회전기능을 부가하는 형태로 나눌 수 있는데, 최근의 경향은 일부 대형기종을 제외하고는 모두 테이블에 회전기능을 부가하고 있음을 알 수 있으며, 따라서

회전 테이블에 대한 전문화 및 집중적인 기술개발 동향 역시 엿볼 수 있다. Mazak, Okuma, Mitsui Seiki, Enshu, Hermle, Matsuura, Mikron 등이 테이블에 회전축을 부가한 형태의 5축 머시닝센터(Fig. 7)를 집중적으로 전시하고 있었으며, Viper, Fidir, Cincinnati 등은 주축에 회전축을 부가한 형태가 주류를 이루고 있다. 특히 Cincinnati의 경우에는 주축부의 회전을 Ballscrew와 Joint를 이용하여 B축을 구성함으로써 (Fig. 8), 강성증대를 실현하고 있었다. 5축 머시닝센터의 경우에는 장비의 Loop강성이 절대적으로 회전축의 강성에 지배되는 경향이 크므로, 회전축의 강성증대가 중요한 기술적 관심사라고 할 수 있다.

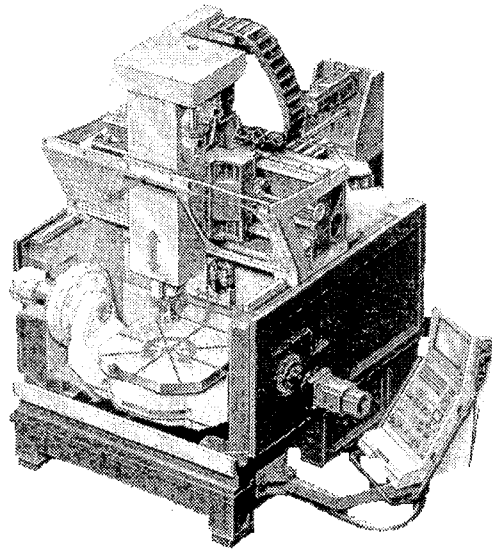


Fig. 7 Structure of a 5-Axis Machining Center (Hermle)

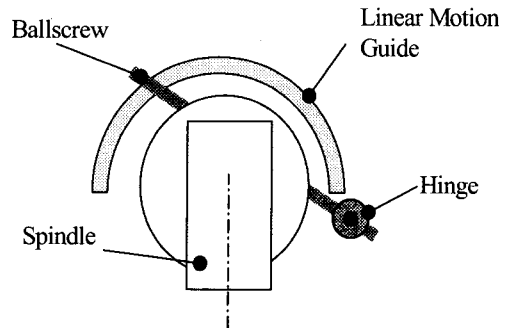


Fig. 8 B-axis (Cincinnati Milacron)

### 3.4 고정밀 머시닝센터

단위 공작기계에서의 영원한 숙제로서, 고정밀화와 고속화를 들 수 있는데, 이 번 공작기계 전시회에 출품된 장비를 중심으로 판단할 때, 상대적으로 고정밀화의 발전속도가 둔화된 듯한 인상이다. 고정밀화를 구현하기 위해서는, 가공오차의 최대원인인 열변형에 대한 대책이 요구되므로, 대부분 장비들이 열변형 억제를 위한 최적 Cooling시스템의 구성에 초점을 맞추고 있는데, 중공 불나사의 냉각, Column 과 Bed 등 장비구조물의 냉각 등이 그것이다. 가장 전통적인 업체로는 YASDA를 들 수 있으며, 금번 전시회에서는 분해능이 0.1  $\mu\text{m}$ 인 YBM950V가 전시되었다. 이 외에 MAZAK, KITAMURA 등에서도 고정밀형 장비를 전시하였는데, MAZAK에서는 60m/min의 고속화를 동시에 구현하였으며, 특히 다이아몬드 Insert를 이용하여 경면가공이 가능하다. KITAMURA의 경우에는 4단계 기어구동 고속주축(20,000rpm)을 장착하고, 불나사와 안내면은 Air-Oil을 이용하여 윤활과 냉각을 동시에 추구하는 점을 특색으로 들 수 있다. 고정밀화에의 진전이 늦은 이유로는, 시장에서의 요구조건이 심화되지 않고 있다는 점과 현재의 시스템으로 구성할 수 있는 최고의 정밀수준에까지 이르고 있다는 점을 들 수 있다. 즉, 다양하게 진행되고 있는 초정밀, 초미세 가공 시스템과의 접경지역에 있으므로, 기존의 고정밀형 장비의 발전은 어느 정도 한계에 다다르고 있음을 뜻한다고 할 수 있다.

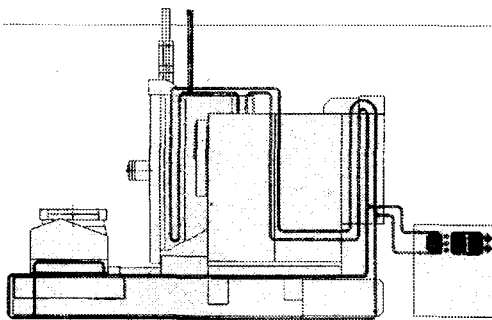


Fig. 9 Cooling of Structures (YASDA)

### 3.5 기타 주요 기술

IMTS전시장을 통하여 새로운 개념의 공작기계가 소개된 예는 여러번에 걸쳐 있어 왔는데, 이번

전시회를 통한 새로운 개념이라면, 미시간대학에서 출품한 Reconfigurable Machine Tool을 들 수 있다. 실제 Reconfigurable Machine Tool은 기존의 Transfer Line을 대체하기 위한 Reconfigurable Manufacturing System을 구현하기 위해 제안된 것으로서, 생산시스템의 재배치시에 생산에서 요구하는 공작기계의 사양에 적합하도록 재구성이 가능한 장비를 이룬다 (Fig. 10). 실제로 장비의 구성은 부가축이 추가된 형상과 비슷하여, 경제적인 관점에서의 비교를 논하기는 어렵지만, 단순히 새로운 개념의 일환으로 받아들일 수는 있을 것으로 사료된다.



Fig. 10 Reconfigurable Machine Tool (University of Michigan)

DMG에서 발표한 초음파진동절삭을 이용한 머시닝센터도 새로운 기술의 하나이다. 진동절삭에 대한 기술적인 연구는 이미 오래된 사실이지만, DMG에서 고객 편의성까지 고려하여 응용성을 높혀 상품화한 것이다. Silicon, Zirconium Oxyde, Optical Glass, Ceramic 등 고경도 취성재료의 정밀가공에 활용할 수 있으며, 표면거칠기 0.2 $\mu\text{mRa}$  이하의 가공이 가능하다.

기타 요소기술로는, 가공품의 표면거칠기를 개선하기 위해 감쇠효과가 뛰어난 Polymer Concrete 소재를 일반 공작기계에도 적용하는 추세가 확산되고 있다는 점을 지적하고 싶으며, 새로운 부품으로는 상용화된 유정압 Linear Guide로서 기존의

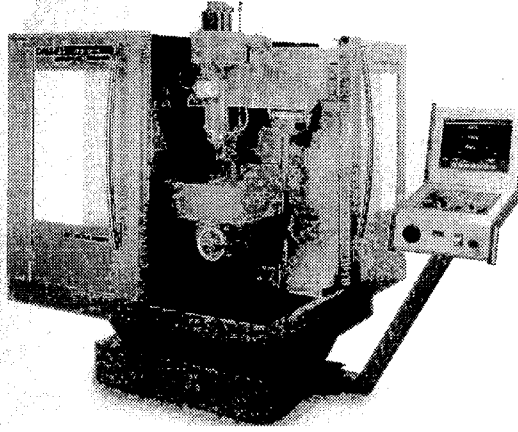


Fig. 11(a) Ultrasonic Machine (DMG)

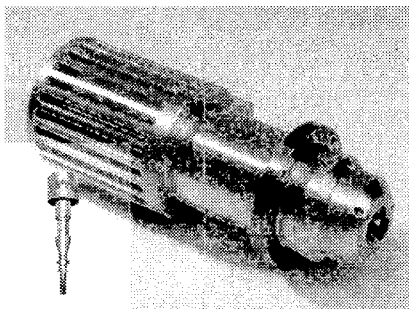


Fig. 11(b) Ultrasonic Spindle (DMG)

Rolling Element Linear Guide와 동일 방법으로 조립할 수 있게 개발되어, 비교적 고정도 및 고감쇠 이송시스템의 구현을 용이하게 이룰 수 있다. 여기에 Linear Scale사용시에 가장 문제가 되던, 절삭유로부터의 분리문제를 해결한 Coolant Free Linear Scale 역시 새로운 기술을 배경으로 탄생된 부품이다. 또한 고속 회전에 따른 베어링의 예압 변화를 자체적으로 조정가능한 Floating Displacement Bearing 과 Linear Motor를 회전축에까지 확대한 Linear Rotary Motor 등도 새로운 부품군으로 지적할 수 있을 것이다. 특히 주축용 동기유도모터의 확산은, 비동기 모터에 비해 발열특성이 좋다는 장점에 다양한 모델이 개발되어 있으며, 향후 그 사용량이 늘어날 것으로 예측할 수 있다. 한편, 최근의 고압절삭유에 대응하기 위한 주축의 Air Purge System 도 각 주축업체를 중심으로 발표되고 있으며, 향후 Parallel Mechanism 공작기계의 확산을 대

비한 Ball Joint의 상품화도 꾸준히 이루어지고 있다.

#### 4. 결론

그 동안 기술력의 과시정도로 치부되던 초고속 머시닝센터가 이제는 상품화 진입단계에 이르고 있음이, IMTS2002를 통해서 입증되었다고 할 수 있다. 그 기저에는 선형 동기 모터가 자리하고 있으며, 이를 응용한 각종 기구학적 새로운 모델들이 계속해서 발표되고 있는 시점으로, 과히 초고속화 기술이 전세계적인 최대의 기술적 쟁점으로 보여진다. 그러나, 시장 상황은 전술한 바와 같이 경제형 공작기계의 경쟁이 치열하여, 공작기계의 저가격화를 위한 기술개발이 보다 뚜렷하게 나타난다는 것은, 현재의 세계적인 경기상황외에도, 기술적인 평준화시대가 도래했음을 알려 주는 단편으로 해석할 수도 있을 것이다. 급변 전시회를 통하여 나타난 주요 경향과 향후 추구해야 할 방향에 대해 간단히 정리한다.

1) 저가형 장비의 경쟁이 치열하며, 이에 대한 기술개발 경쟁이 심화되고 있다.

2) 초고속 머시닝센터의 확산과 더불어 상품화 진입을 눈앞에 두고 있는 상황으로, 그에 대한 응용 영역에 대한 연구가 필요한 시점이라고 할 수 있다.

3) 링크기구를 이용한 공작기계의 경우, 아직까지는 시험단계에 불과하지만, 현재의 확산속도로 볼 때, 새로운 기술경쟁의 장으로 연결될 개연성이 높으므로 이에 대한 대비가 필요한 시점이다.

4) 장비의 지능화 기술도 이제는 상당부분 고객 편의사항에 포함되는 추세이며, 특히 Web을 이용한 장비의 판매, 개발, 응용 등에 대한 전체적인 Data의 통합 및 관리가 시도되고 있다.