

◆특집◆ IMTS/JIMTOF2002에서 본 공작기계기술

JIMTOF2002 국제 공작기계산업의 기술동향

박종권*, 박영조**

Technical Trends of Worldwide Machine Tool Industries in JIMTOF2002

Jong Kweon Park*, Young Jo Park**

Key Words : High speed machining(고속가공), Information Technology(정보기술), Manufacturing Technology(제조기술), Multi-function technique(다기능 기술), Green manufacturing(청정 생산)

1. 서론

JIMTOF 2002(일본 국제공작기계전본시)가 지난 10월28일부터 11월4일까지 8일간 도쿄·아리아케의 빅사이트에서 있었다. 9월의 시카고 국제공작기계전시회(IMTS2002)가 저조한 미국경기를 반영해서인지 전시회의 열기가 부족한 것만큼을 일본의 전시 무대로 옮긴 JIMTOF에서의 기대는 더더욱 높았다. 세계 제일의 공작기계 생산국가에서 개최된 이번 JIMTOF가 정체된 세계의 공작기계시장과 업계에 큰바람을 불어넣었다고 할 수 있었다. JIMTOF는 EU의 EMO(유럽 국제공작기계전본시), 미국의 시카고 전시회(IMTS) 등과 나란히 아시아에서 열리는 세계 굴지의 공작기계·생산기술전으로 전시제품의 판매촉진은 물론 기술혁신의 진도나 그 시대의 시장요구, 시설투자 마인드를 찾아내는 전시회로서 1962년 오사카에서 제1회가 개최된 이

래 21회 째이다.

개최지는 2년마다 도쿄와 오사카에서 교체 개최하는 형태로 진행되었으나 96년 도쿄·아리아케에 일본 최대급의 전시시설인 도쿄빅사이트(도쿄국제전시장)가 완성되면서 2000년의 제20회 전시회부터는 개최지가 도쿄로 일원화되었고, 또한, 주최 단체도 종래의 도쿄 국제전본시협회의 단독에서 일본 공작기계공업회와 공동주관 하는 형태로 되었다.

Table 1 Recent major international machine tool exhibitions

개최년 (개최지)	14회EMO (01하노버)	IMTS2002 (02시카고)	19JIMTOF (98오사카)	20JIMTOF (00도쿄)	21JIMTOF (02도쿄)
전시면적(m ²)	192,226	120,000	76,000	82,660	82,660
출품 업체	2,263	약1,300	538(753)	509(768)	510(-)
전시코너 수	-	-	4,769	5,012	4,600
임장객(인)	약200,000	85,030	103,435	114,292	120,000

이번 21회 전시회는 Table 1과 같이 출품기관은 각종 단체·조합 등을 포함하여 510으로 2년전의 20회 전시회의 509와 규모는 거의 같았다. 세계최

* 한국기계연구원 지능형정밀기계연구부, 책임연구원
Tel. 042-868-7116, Fax. 042-868-7180, Email jkpark@kimm.re.kr,
공작기계 시스템의 고속화 및 지능화기술 분야에 관심을 두고
연구활동을 하고 있으며, 산업자원부의 중기거점과제인 “고속지
능형 가공시스템의 개발”과제에 총괄책임을 맡고 있다.
** 한국기계연구원 첨단산업기술연구부, 책임연구원
Tel. 042-868-7238, Fax. 042-868-7611, Email youngjo@kimm.re.kr,
융접자동화기술 연구 분야에 관심을 갖고 연구에 참여하고 있
다.

대의 유럽 EMO나 9월 상순에 개최된 미국 시카고 전시회에 비하면 작은 규모이지만 공작기계의 공급에서는 생산액 기준으로 20년 연속 세계 제일을 달리는 일본에서의 개최인 만큼 일본 국내 메이커의 시장요구를 파악한 신제품에는 해외 일본뿐만 아니고 아시아, 구미로부터 많은 바이어 및 기술자, 연구자 등이 방문을 하고 있다.

다만, 이번 전시회는 여느 전시회의 분위기와는 약간 달랐다. 2000년 전시회(20회)는 IT(정보기술)의 취급이나 환경부하의 저감이라고 하는 초점에 맞추어 IT도 환경보전도 산업계로서는 오래가는 제조기술의 조류와 같은 과제였으나 2년 후의 이번 전시회는 너무 무거운 경제불황에 억눌린 탓인지 그러한 흐름은 잠시 머뭇해진 느낌이 들었다. 그 시황은 최근 2년간에 급격히 냉각되어 시장의 규모도 작아졌다. 일본 공작기계공업회 조사의 수주액을 2년전과 비교해 보면 2000년의 내수액 435억엔(1-12월의 월평균액)에 비하여 2002년은 275억엔(동 1-7월)으로 40% 가까이 까지 축소되었다.

2. 공작기계의 주요 기술동향

2.1 기록 경쟁에서 실용성 추구로

지금까지의 견본시라고 하면 공작기계의 주축 회전수의 빠르기나 ATC의 공구교환속도 등을 경합하는 바꾸어 말하면 기록을 추구하는 울림픽과 같은 분위기였다. 그것은 그 나름대로 나쁜 것만은 아니었다. 그러나 생산현장에서 사용되어 이용자에게 일정한 편리성을 제공하는 것이야말로 생산재로서의 본래의 가치를 발휘할 수 있다는 사고로부터 보다 실용성을 중시하는 방향으로 전체의 제품개발의 흐름이 점차 전환되고 있다. 그래서 금후에도 FA관련제품의 개발 프로세스는 신기술개발⇒시제품 제작⇒실용성 추구⇒보급이라고 하는 주기를 거쳐 한층 높은 수준의 나선상으로 뛰어 오르는 것으로 보여지고 있다.

하여튼 오늘날 제조업을 둘러싼 시장환경은 글로벌화의 진전, 오래 지속되는 경기의 저조함과 디플레이션 경제에의 우려, 활발화되어 가는 업계제편의 움직임 등으로 격하게 변화하고 있다. 이러한 제조업이 안고 있는 과제를 생산설비 면에서 풀어 가는 열쇠를 FA 관련 기업에서는 요구하려 하고도 있다.

Table 2 Noticable features of exhibits in JIMTOF2000 (20th)

전반적 특징	(1) 확대되는 IT 시장에 신규 투입되는 신제품이 많이 출품됨. 특히 소형정밀부품시장을 향한 제품이 현저하였음. (2) 한편, 환경부하의 저감을 취급한 초광도 한층 가속와딩, 드라이, 색메드라이·머시닝센터의 제안, 나아가서 에너지 절감, 자원 절감화도 다수 취급하였음. (3) 고속·고정도화, 다축제어를 활용한 복합기능화 등의 신기술의 실용화가 더욱 진전되었음.
머시닝센터	(1) 각축의 이송에 리니어모터를 사용, 급속이송속도 매분 90m(가감속도 1.5G)를 달성, 또한 볼스크류를 사용하여 절삭·급속이송속도 분당 100m(가감속도 2.0G)를 실현 (2) 5면가공에서 공정집약을 도모하고 고품질과 리드타임의 단축에 대응한 5축제어의 MC가 다수 출품되었음. (3) 급속이송 분당 100m의 고속·고성능 패러렐링크 기구의 가공기 (4) 유연하고 최적가공라인 구축용의 컴팩트머신(기계폭 990mm)의 등장
선반	(1) 1mm의 100만분의 1의 값인 나노미터가공(DVD헤드나 정면가공)을 하는 고정도 CNC선반 (2) 다품종·중소로트 영역의 가공합리화를 위하여 1대의 머신에 복수의 기계를 함께 갖추어(선반과 머시닝센터를 일체화) 다종류의 부품가공의 공정절합·집약화로 생산성의 향상을 목표로한 복합가공기, 4축·5축제어의 복합NC 선반이 다수 출품되었음. (3) 넷트웍 대응형 NC선반에 인터넷 이용환경을 구축, 24시간 온라인서비스나 소프트웨어의 온라인 제공 등을 실현
드릴링머신	(1) 고성능·저가격의 제품이 눈에 많이 띄었음. (2) 고속화에서는 랩 가공시의 구축 최고 회전속도 80,000min ⁻¹ . 2면구속 톨랭크와 냉각제로 초고능을 가공
보링머신	복잡한 3차원형상 부품이나 대물 급형가공을 공정집약하는 가공기
밀링머신	(1) 고속 웨이빙가공 기능의 추가로 밸브의 플랜지면이나 시트면의 다듬질가공까지 가공범위를 확대 (2) 원·각도가공을 가공패턴의 선택으로 프로그래밍 없이 가공가능 (3) 고속화에 대응하여 열변위대책이 진전됨
연삭기	(1) 고속·초고속연삭기나 내면·외면의 동시 연삭으로 양산 부품가공의 고능률화를 겨냥한 복합연삭기 (2) 기계폭을 삭감해서 스페이스 절약기 등장 (3) 연삭축 모터를 팬 없는 저진동형으로 탑재하여 저진동·미소 열변위로 초고정도를 실현 (4) 직각 6면체 블록의 직각 4면체를 칫수정도 ±1 μ m로 연삭 가능한 CNC 6면체 연삭기 등
호빙머신	(1) 고속드라이가공과 고정도재료의 드라이 가공을 가능하게 한 호빙머신 (2) 하이소호브에 의한 완전 드라이컷 기계 등장
추진되는 동향	고품질·고생산성을 실현 (1) 종래 자동치관련용의 가공기계가 제품의 대세를 점유하였으나 20회에서는 그에 추가하여 IT·전자업체·금형산업(특히 플라스틱금형)에 초점을 맞춘 제품이 눈에 띄었음. (2) 공정절합과 복합화를 강조 모듈화, 재구속가능시스템, 드라이가공 등 고속·환경대응의 유연시스템이 다수 출품되었음

2.2 최적 제원으로 최적의 이윤 추구

JIMTOF에서 출품된 기술의 경향을 요약해본다면 「최적화」, 「스피드」, 「차별화」의 3가지로 함축해 볼 수 있다. 그 가운데 「최적화」가 키워드인 제품으로서는 소위 “뉴 컨셉 머신”이 있었다. 즉, 가격을 억제하면서 성능(사양)을 향상시킨 「하이 코스트 퍼포먼스(HCP)제품」의 개발 러쉬가 그것이다.

HCP제품의 특징은 종래 상품보다도 성능을 향상시키는 한편 가격은 어느 정도 싸게 함으로써 사용자 하여금 비교적 저렴한 느낌을 갖도록 하는 점이다. 그 개발의 정책은 과잉품질이나 종래에는 별로 사용되지 않았던 잉여기능을 배제하여 부품의 개수도 검토하면서 사용자에게 있어서 필요 충분한 “최적사양”으로 하여 코스트다운을 도모하고 적절한 이윤을 추구하는 것에 있다. 더불어 메이커의 발표자료에 의하면 제품을 다음과 같이 소개하고 있다. 즉, 「세계의 글로벌 마켓에 있어서 일본 공작 기계에의 요망은 한층 더 생산성 향상을 목표로 하는 고속가공, 제품정도를 높이기 위한 기계정도의 향상, 나아가서는 복합가공에의 요망이 증대되고 있다. 한편으로는 디스플레이사회에서 저 가격에의 요구는 점차 엄격하게 되어가고 있고, 고성능 기계를 적시에 저 가격으로 제공하는 것을 바라고 있다. 이러한 시장의 흐름속에 비추어 시장요구에 합치되는 고속·고정도+저 가격을 지향한 하이코스트 퍼포먼스기계를 개발하게 되었다.」

HCP제품을 상품화함에 있어서 메이커에서는 고도의 모의실험 기술이나 설계병행생산(Concurrent Engineering) 등을 구사하는 등의 설계·생산에 혁신적인 방법을 채택하여 개발에서 시장투입까지 기간의 대폭적인 단축을 실현하고 있다. 이것은 자동차의 신차종 개발로부터 배운 방법이다. 이러한 발상에 근거하여 개발된 제품으로서는 모리세이키(森精機)제작소의 수직·수평형MC 「NV5000/NH5000」, 야마자끼마작의 수직·수평형MC 「NEXUS씨리즈」, OKK의 수직형MC 「VP400/600」 등을 들 수 있다. 특히, 「최적화」에는 제품사양의 최적화와 함께 최적공급을 추구하는 것이며, 최적공급의 일환으로서 각 사에서는 세계동시발매를 실시하고 있다. 세계 어디에서나 시차가 없는 제품을 제공하는 것이라고는 하나 그 배경에는 이 분야에서 일본 내의 메이커는 물론이고 유럽, 한국세 등도 가해져 격심한 경쟁을 펼쳐가고 있어 그러한 실정을 반영

한 전략적인 대응 모습도 보이고 있다.

이러한 제품개발의 배경에는 주변기기 기술의 장족의 발전에 있으며, 예를 들면 서보모터, 무 윤활유 스피들, 베어링, CNC장치의 성능향상 등의 기술발전 정도가 바로 그것이다. 서보모터에서는 ① 소형·박형화, ②고속화, ③저 소음화, ④저 소비전력화, ⑤하이파워(고마력), ⑥고가감속(기동시와 정지시의 빠르기) 등의 진전이 현저하다. 또한 CNC 장치의 성능향상에 의해 동시 다축제어를 고속·고정도로 할 수 있게 하였다.

이와 같이 공작기계의 기술혁신은 컴포넌트와 악세서리의 진보를 촉진하고 그러한 진보가 다시 가공기계에 피이드백되어 그러한 진화를 조장한다고 하는 파급효과가 전시장 도처에서 볼 수 있었다.

2.3 변화에의 신속한 대응

다음으로 두 번째의 키워드인 「스피드」 측면에서 볼때, 오늘날의 제조업에 있어서는 눈부시게 변화하는 시장환경에 재빠른 대응이 요구되고 있다. 거기에는 대응책의 내용도 중요하지만 하나도 둘도 「스피드」가 우선이다. 모처럼의 비즈니스 찬스라도 제품개발에서 시장투입까지 스피드가 동반되지 않는다면 뻔히 보면서도 놓쳐버리는 사례가 많다. 예를 들면 자동차의 신차 투입에서는 개발기간을 단축하기 위하여 컨커런트엔지니어링을 도입하거나 변종변량(變種變量) 생산시스템을 구사한 생산태세로 임하고 있다. 스피드 등의 중요성은 제품개발이나 제조현장만에 그치지 않고 현대의 경영과 비즈니스 활동 전반에 공통되는 것이다.

제조현장에서 스피드의 중시라고 하면 대부분은 생산효율의 향상을 가리킨다. 오늘날 생산효율을 높이는 수단으로서 주목되는 것이 리니어모터 등을 이용한 기계동작의 고속성 추구하고 기능을 복합화한 머신에 의한 공정집약일 것이다. 이 가운데 전자에 대해서는 고효율 절삭과 비절삭 시간의 극소화를 위해 가공기의 각 이송축에 리니어모터 구동을 채용한 제품이 늘어가고 있다. 모리세이키제작소, 야마자끼마작, 오쿠마, 도요따(豊田)공기, 소덕, 미쯔이세이키(三井精機)공업, 마쯔우라(松浦)기계제작소, 후지코시(不二越), 트럼프 등 지금까지보다도 리니어모터 탑재기를 시판하고 있는 메이커에 추가하여 엔슈가 수평형MC 「X107」, 미야노가 미세가공용 NC선반 「BM-170P」, 로쿠로쿠(礪

産)산업의 소형 미세가공기 「NANO-21」 등이 새롭게 리니어모터를 탑재한 머신을 출품하여 일본에서도 본격적인 실용기에 접어들었다.

한편, 복합가공기는 지금까지 여러 대의 가공기에 갖추어져 있던 기능을 한 대의 가공기에 포함한 것으로 피가공물을 한 번 셋팅함으로써 복수의 공정을 연속해서 마칠 수 있기 때문에 생산의 효율화는 물론 고정도의 유지 및 스페이스 절약화 등의 효과가 크다. 복합화에는 이종공정의 집약과 서로 다른 가공법의 통합이 있다. MC나 NC선반, 연삭기 등에 있어서 다축화, 다두화의 흐름은 전자에 대응한 것이고 레이저가공과 터렛편칭가공의 복합이나 플라즈마가공과 워터젯트 가공의 병행탑재 등은 후자의 예이다.

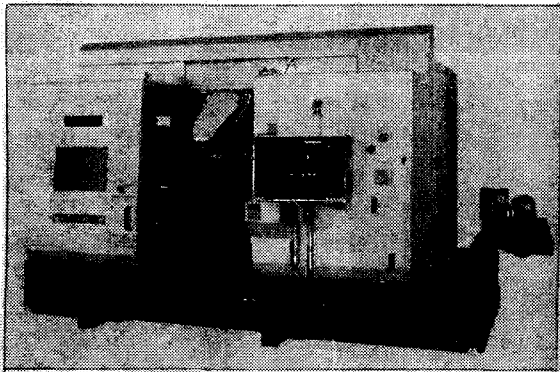


Fig. 1 A multi-process turning center (OKUMA)



Fig. 2 Machining of a turbine blade at turning center

MC, 터닝센터와 함께 4축, 5축제어 이상의 다축화가 현저하다. 특히 터닝계에서는 서로 마주보는 2개의 축이 별도의 움직임을 함으로써 복잡한 가공을 고효율적으로 해 내는 형식의 출품이 늘어났다. 예를 들면 오쿠마가 함께 9축제어에 대항 2 헤드 터닝센터 「MacTurn350」을, 씨티즌시계가 2스핀들·3바이트대의 CNC자동선반 「M32V」를, 나카무라류(中村留)정밀공업이 2스핀들 선반과 MC 기능을 융합시킨 복합CNC선반 「Super NTX(s)」를 각각 출품하였다.

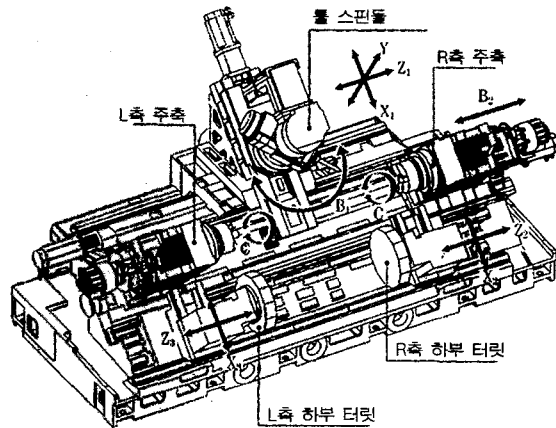


Fig. 3 Control axes of turning center based multi-process machine (Nakamuraryu, STW-40)

MC로서는 오쿠마토요가즈(大隈豊和)기계가 소형부품의 고효율, 고생산성가공을 겨냥한 입형 4헤드MC 「MILLAC-644V」를 출품하였다. 한편 복합기를 측면에서 지원하는 주변기기 군에도 신기술을 구사하고 있었다. 예를 들면 복합기의 다축동시제어를 고속, 고정도로 해내는 CNC장치를 화낙, 미츠비시(三菱)전기, 야스카와(安川)지멘스 등이 출품하였다.

또한 Direct Drive 방식의 로터리 회전테이블 등도 이번 JIMTOF에서 대거 출품되어 꽃을 피웠다.

2.4 동질속에서의 차별화

다음으로 3번째의 키워드인 「차별화」에 대해서 살펴보면 다음과 같다. 냉전구조의 종식에 따라 세계는 미국이 주도하는 시장 단일화, 즉 글로벌화

를 향하여 돌진해 왔다. 거기에서는 서로 다른 나라들이 마치 같은 나라처럼 하나의 원리와 제도상에서 활동한다. 아주 흡사한 말로서 「국제화」가 있지만 이쪽은 서로 다른 체제나 제도를 갖는 국가와 국가의 관계이고 양국의 서로 다름을 전제로 하고 있는 점이 글로벌화와 결정적으로 다르다. 글로벌화의 보급을 측면에서 받쳐주고 있는 것이 정보통신기술의 진보이다. 인터넷의 보급에 의해 정보는 순식간에 지구의 구석구석까지 전달되어 세계 어디에 있건 나라가 다르고 시간의 차를 느낌없이 비즈니스활동이 가능하게 되었다. 처음부터 글로벌화라는 것은 동질화 운동이고 경쟁을 전제로 한 「씨름판」을 표준화하는 활동인 것이다. 「국제화 체제」의 속에서는 나라에 따라 다양한 가치관이 존재하고 있지만 그것을 단순한 경제원리의 속에는 동질화하는 성격을 갖는 것이 글로벌화이다.

본래 동질화는 시장에서의 경쟁을 쉽게 하기 위해 오로지 제도나 체제 등 Rule 측면에서의 정비를 목표로 한 것이었다. 그러나 정보 네트워크의 발달로 최근에는 제품 그 자체에까지 「동질화」의 파도가 밀려오고 있다. 제품 가운데서도 소비재라면 몰라도 생산재-그 중에서도 FA 관련 제품이 되면 고객에 따라 요구되는 기능이나 성능, 타협할 수 있는 가격이 달라지게 되므로 동질화의 흐름은 마켓인 (market in) 지향이 아니고 프로덕트 아웃(product out)이어서 바람직한 경향이라고는 말 할 수 없다.

제품화의 동질화의 원인은 반드시 모방만은 아니다. 고도의 정보화 사회아래에 있어서는 컴퓨터를 활용한 제품개발이 주류를 이루고 있고, 그렇기 때문에 같은 목표로 접근하면 얻을 수 있는 결과도 비슷해지는 것은 어떤 의미에서는 어쩔 수 없는 것인 지도 모른다. 「동질화」라고 하는 단어는 대량 생산을 연상케 한다. 양산기술은 일본의 메이커가 잘하는 것이지만 개성이 없으면 동질적 전체의 속으로 묻혀 버린다.

따라서 소프트웨어도 포함하여 다른 것과의 차이를 강조한 「차별화」를 도모하지 않으면 안된다. 이번 전시회에서 차별화를 도모한 제품의 예, 혹은 독특한 아이디어를 적극적으로 채용한 사례에는 다음과 같은 것이 있었다. 차세대 DVD(디지털 다용도 디스크), 차세대 전자소재의 회로패턴, 의료용 미세 구동모터부품, 나노수준의 고정도가 요구되는 가공에 대응하는 「나노머신」을 각 사가 출품하였다. 화낙의 「로보나노 UiA」, 소딕의

「NANO-100」 등은 어느 것이나 최소제어 단위가 1 nm의 성능을 갖는다. 또한 마키노(牧野)밀링제작소의 마이크로 FF가공기 「HYPER2」는 일반적인 공장온도 환경하에서 1 μm이하의 가공정도를 실현한다고 하였다.

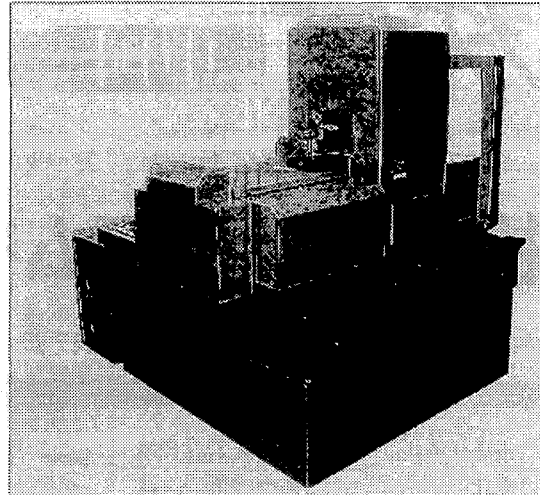


Fig. 4 Nano-cutting machinel (Sodick, NANO-100)

한편, 엔슈는 공작기계의 안전보장지원시스템을 개발하고 있다. 이 시스템은 공작기계의 구동량이나 각 부위의 온도, 진동 등을 원격 감시하여 점검시기나 부품의 교환시기를 알려 주기 때문에 MC의 일부에 표준으로 장착하는 것은 공작기계 메이커에서는 처음이라고 하였다.

절삭공구로서는 다이젯트공업이 마키노밀링제작소, MS코포레이션과 공동으로 공구길이와 날의 길이가 일본내에서는 가장 짧은 불엔드밀 「수퍼숏 불엔드」를 출품하였다. 예를 들면 공구직경이 3mm 형으로 길이는 2.5cm. 일반적인 제품과 비교하여 1/3정도로 짧다. 공구길이를 짧게 함으로써 심흔들림의 영향을 적게하여 가공정도를 향상시키고 공구의 파손도 감소시킨다. 또한 공구재료비가 저렴하여 코스트다운에도 영향을 준다고 한다.

이외에 TACO는 지금까지 곤란하다고 했던 소경·심공가공 영역의 semi-dry가공을 가능케 하는 급유시스템 「MCA」를 출품하였다. 독자의 미스트 생성기구의 개발로 예를 들면 크랭크샤프트의 오일통로와 같은 가늘고 긴 구멍의 가공에도 적용이 가능하다고 하였다.

3. 결론

현대의 공작기계 시장은 한층 더 생산성 향상을 지향한 고속가공, 제품정도를 높이기 위한 기계의 정밀도 향상, 나아가서는 복합가공에의 요망이 커지고 있다. 이러한 상황속에서 이번 국제 공작기계 전시회의 각 출품회사 전시코너에서는 시장요구에 맞춘 고속·고정밀도, 나아가서 저 가격을 지향한 제품의 출품과 함께 차세대를 향한 신 제조기술의 제안을 볼 수 있었다.

특히, IT화기술, 환경부하의 저감기술 등에도 큰 흐름으로서 반영되기는 하였으나 평범한 기술측면에서 볼때 기계 밖으로 들어내본 기술은 없었다. 그러나 21세기의 공작기계가 지향하는 기술에서는 커다란 기둥이 되는 부분인 만큼 착실한 기술 축적이 진행되고 있음에는 틀림없었다. 또한 고속화에 대해서도 가격이 저하하거나 리니어모터의 보급이 이루어져 이번 JIMTOF에서는 채용하는 메이커의 지변확대를 볼 수 있었다.

한편, 그 동안 정체된 수요를 JIMTOF를 통하여 만회하고 동시에 다음의 비약을 위한 시발점이 되고픈 욕망은 모든 출품자들의 공통된 바람이었다. 그리고 출품작에서 볼 때 일본 국제공작기계 전시회는 여전히 기술도 사업규모도 공작기계 대국에 적합한 수준의 높은 경연장임을 다시 한번 느낄 수 있었다.

아울러 범용기술의 격차 접근을 상징하는 것처럼 이번 전시회는 한국의 대기업이 처음으로 단독 전시코너를 확보하고 일본의 머시닝센터나 복합가공기와 경쟁하고 있었으며, 이 외에도 대리점 경유로 일본에 신규 상륙을 목표로 하는 대만이나 한국, 구미의 중견메이커의 범용기가 등장하기도 하였다.

참고문헌

1. 月刊 生産財マーケティング, 10, 2002.
2. 第21回日本國際工作機械見本市ガイドブック, 2002.