

글 ■ 김 성 청 부문위원장(충북대학교 교수)
e-mail ■ sckim@chungbuk.ac.kr

2002년도 한 해 동안 생산 및 설계공학 관련 분야를 중심으로, 소성가공, 절삭가공, 금형 및 사출성형, 용접 및 특수가공, 생산자동화 및 관리, CAD/CAM, 기계요소 및 기구설계, 공작기계 및 기계시스템설계, 지적설계 및 최적설계, 윤활 및 마멸, 생체공학, MEMS 등으로 분류하여 각 분야에서 그 동안 발전 개발하여 게재된 연구 및 실험 논문들을 중심으로 이 들 분야에 대한 관련 동향들을 정리하면 다음과 같다.

소성가공

소성가공은 각종 수송기계, 산업기계 및 전기 전자기계 등에 사용되어지는 부품을 원소재로부터 직접 생산하는 기술로써 우리나라 제조업 분야에서 중요한 위치를 차지하고 있다. 부품의 특성과 요구조건에 따라서 다양한 공정이 이용되고 있다. 현재 국내외에서 이용되고 있는 소성가공의 종류는 단조, 압출, 인발, 압연 Roll 성형, 전단가공, 판재성형, 분말성형가공, 반응용 반응고 가공, 접합 지능화기술, 플라스틱 성형, 고에너지 성형가공, Tube 성형 등 다양한 방법이 이용되고 있다. 이들 소성가공 방법은 현재 공정과정에 있어서 미세 조직의 형성과정 혹은 조직과 가공 공정과 연계하여 정밀정형과 기능을 동시에 만족할 수 있는 새로운 공정 개발을 요구하고 있다. 기존 성형공정을 복합화하여 복잡한 형상의 제품을 정밀정형으로 생산하는 데 필요한 기술은 재료와 연계하여야 한다. 재료와 연계한 소성역학은 이방성, 경화특성, 온도, 속도 의존성, 결정 소성론, 변형집합 조직, Micro 조직변화, 입계거동 등을 Micro 소성거동과 연계한 연구보고가 다수 있다. 최근에는 친환경적인 생산측면에서 Recycling을 중요시하고 있으며, 성분조성이 필요없는 가공 열처리 공정에서 필요로 하는 기계적 성질을 만족시키고 있다. 자동차의 경량화, 철강재료의 조

직제어에 관한 가공열처리 국제회의(THERMEC)가 개최되고 있으며, 재결정 및 결정립 성장에 관한 국제회의(ReX-GG) 등과 연계하여 학술대회가 개최되고 있다. 비철재료로서는 Al, Mg, 금속계 복합재료, Ti합금, Cu합금을 이용한 공정개발이 활발히 진행되고 있다. 최근에는 cell 구조재료 및 다공질 재료의 변형에 관한 연구도 다수 발표되고 있다. 초미세 성형에 필요한 Micro 트라이볼로지에 관한 연구는 원자 크기를 취급하는 이론과 마찰력 현미경에 의한 표면 변형을 관찰하는 연구로서 미세성형 연구자로부터 많은 관심을 일으키고 있다. 특히 윤활제, 피가공재료, 공구재료와 표면처리와의 관계 등은 소성가공의 트라이볼로지 연구에 중요한 인자이다. 국내에서는 소성가공 트라이볼로지에 관한 연구는 독일, 일본 등에 비하여 미흡한 실정이다. 단조공정은 소성가공의 대표적인 공정으로써 냉간단조, 열간단조, 온간단조, 특수단조 등이 현재 널리 이용되고 있다. 단조에 필요한 이론해석은 상계법, FEM 등이 주로 이용되고 있다. 압출공정의 응용은 다양하며, 특히 재료개발(SiC, Al₂O₃, Tic 입자 등으로 강화시킨 복합재료) 등에 활용이 크게 기대된다. 국내에서 자동차 산업에 활용이 많은 판재성형 기술은 향후 경량화 소재의 다품종 소량생산에 대응하여야 하고, 성형품의 고품질화, 고기능화, 고경도화, 지능화 등이 요구되며, 또한 성형한계성을 향상시



키기 위하여 온간성형, 윤활기술을 고려한 새로운 재료 및 생산기술 개발, CAE기술의 응용 및 Micro 성형 및 장비기술 개발, 친환경생산기술 개발 등이 요구되고 있다. 단조 및 판재성형은 소성가공의 대표적 공정으로써 인재 양성시 시스템 구축, 지구환경을 고려한 고경도, 고품질을 만족하는 기술개발 및 사회환경을 고려한 연구체제가 필요하다. 플라스틱 소재를 이용한 소성 가공방법은 압축성형, 압출성형, 사출성형, 열성형, Blow 성형 및 회전성형 등이 있다. 강도와 경도가 균일한 제품을 제조하기 위하여 성형품의 온도, 압력, 시간 및 냉각 등 각 공정 관리가 필요하다. 이러한 목적을 달성하기 위하여 CAE기술의 활용이 요구되며 비열, 열전도율, 점탄성 등의 정확한 물성치의 입력데이터가 필요하다. 향후 해석 소프트웨어의 다양화와 정도향상을 위한 알고리즘이 함께 개발되어야 한다. IT와 MT가 접목된 디지털 소성가공은 전통기술을 첨단화 및 체계화하여 어떻게 하면 개발된 기술이 다수의 산업 현장에 전수될 수 있는가 하는 의문을 해결해 줄 수 있다. 기술자가 가지고 있는 기술을 분석하고 D/B화 및 S/W화 하도록 하는 것이다. 전체의 생산공정을 On-Line화함으로써 새로운 생산시스템의 개발에 응용할 수 있다. 21세기 소성가공은 환경기술과 연계된 기술이어야 한다. 세계적으로 소성가공을 전반적으로 소개하는 ICTP(Int. Conf. Tech. and Plasticity)가 3년마다 개최되고 있으며, 소성가공에 관한 연구내용 등이 종합적으로 발표되고 있다. [강충길, 부산대학교]

절삭가공

절삭가공 분야에서의 최신 연구 동향은 고속화, 고정밀화, 복합화 그리고 환경 친화화로 요약될 수 있다. 물론 공정별로 다양한 요소기술이나 주변기술들이 소개되고 있으나, 절삭가공 전반으

로 본다면 위의 네 가지 기술이 최근의 주요 경향이다. 고속화는 크게 주축의 고속화와 이송계의 고속화로 구분해 볼 수 있다. 주축 속도는 70,000rpm 정도가 가장 빠른 속도로 소개되고 있다. 또한 이러한 주축에는 주로 자기 베어링이 사용되고 내장형 모터가 적용되며 발열에 대비하여 냉각용 자켓이 설치되어 있다. 고속이송계는 리니어 모터를 사용한 것이 대표적인 사례일 것이다. 과거 볼 스크류와 서보모터로 구동되던 이송계가 분당 30~40m의 속도를 낼 수 있었던 것에 반해 이 경우는 분당 100m 이상의 속도를 내게 된 것이다. 물론 여기에는 고속가공시의 높은 온도발생에 대비한 새로운 공구의 개발도 뒷받침되어야 할 기술의 하나이다. 이를 위하여 TA공구에 내마모성과 내열성이 뛰어난 새로운 박막의 코팅기술 등이 개발되고 있다. 고정밀화는 가공기계의 정밀화와 새로운 가공공정의 적용을 통한 정밀도 향상으로 나누어 볼 수 있다. 전지를 위하여서는 주축의 회전 정밀도 향상과 저진동 설계, 발열의 최소화 그리고 우수한 제어 시스템의 적용 등이 해당 기술들이 될 것이다. 후자의 경우에는 다이아몬드 공구를 활용한 초정밀 가공이나 초미세가공과 폴리싱가공 등이 있고 국내·외적으로 활발한 연구가 진행 중이다. 복합화는 선반을 기본으로 머시닝센터의 기능을 추가한 것과 반대로 머시닝 센터에 선반기능을 보강한 것이 일반적이다. 과거 한 기계에서 다 할 수 없었던 가공을 복합가공기 한 대로 해결 할 수 있어 많은 수요가 예상되고 있다. 국내에서도 이미 개발되어 있으며, 앞으로 기능이 보강되면 수출상품으로도 각광 받을 것으로 기대된다. 환경 친화화에는 주로 MQL(Minimum Quantity Lubricant)이나 압축 냉각공기를 이용한 가공기술 등이 해당된다. 현재까지는 MQL이 가공성이나 가공 후 재료의 변형 등에 유리하다는 결과가 나와 있다. 하지만 아직도 기존의 냉각수를 사용하

KSPB

는 경우보다 가공물의 표면품질 등이 안 좋은 편이라 기술적 개선이 필요하다고 하겠다. [최헌중, 한국생산기술연구원]

금형 및 사출성형

국내의 생산기반은 중국의 저임금과 생산기술의 발전에 따라 많은 어려움을 겪고 있지만, 생산성 향상을 위한 연구개발이 산학의 공동연구를 통해 지난 해에도 지속적으로 진행되었다. 금형 기술은 생산성과 밀접한 관계가 있고 생산의 3대 요소라 할 수 있는 제품의 가격, 품질, 납기에 직접적인 영향을 미치기 때문에 생산현장에서 금형 기술은 대단히 중요하게 다루어지고 있다. 따라서 다른 분야에 비해 금형기술 개발을 위한 연구는 주로 생산현장에서 이루어지고 있고, 작업자의 경험이나 직관에 의존하고 있기 때문에 형식을 갖추어 학술지에 발표되는 논문의 편수는 극히 적다고 할 수 있다. 2002년에 금형기술과 관련하여 국내 학술지에 10여 편의 논문이 발표되었고, 공정해석, 구조해석, 설계자동화, 가공 및 측정 기술 관련 연구 등으로 구분될 수 있다. 상용 수치해석 코드를 이용하여 공정해석이나 구조해석을 하였고, 해석결과와 숙련된 기술자의 경험과 설계규칙을 데이터베이스로 코딩하여 금형 자동설계 시스템을 개발하고자하는 연구가 진행되었다. 설계자동화 프로그램을 개발함에 있어서 금형 설계 중에 생산 공정을 해석하고 최적화하는 것은 납기의 제한 때문에 현실적으로 어렵다. 따라서 기술 데이터베이스에 의한 설계자동화 시스템이 현실적으로 현장 적용 가능한 방법이라고 할 수 있다. 지난 해에는 소재 변형 공정을 수치적으로 해석하여 그 결과를 데이터베이스로 구축하여, 디프 드로잉 금형설계, 냉간 단조 금형 설계, 프로그래시브 스탬핑 금형 설계를 위한 금형 자동설계프로그램 개발이 진행되었다. 또한 분말

야금에 의한 성형공정에서 분말 성형체 밀도의 불균일성은 부품 내부의 결함을 야기시키는 원인이 된다. 성형체의 밀도 분포를 수치해석으로 구현함으로써 고무물드금형에 의한 성형체의 밀도 분포와 일반금형에 의한 성형체의 밀도분포를 비교 분석한 연구도 진행 되었다. 사출금형이나 정밀금형의 가공에 있어서 다이의 표면 거칠기는 금형 품질에 대단히 중요한 인자이다. 표면 연마 공정은 수작업에 의존하고 있기 때문에 자동연마기에 의한 표면거칠기를 신경망 이론을 적용하여 추정한 연구가 진행되었다. 또한 나노 영역의 연마를 위해 고분자의 팽창현상을 이용한 고정일자 패드 개발에 대한 연구가 진행되었다. 개발된 고정일자 패드는 친수성 고분자가 물과 접촉하면 팽창하기 때문에 폴리머가 분해 되면서 연마패드는 날무덤 또는 눈메움현상을 발생되지 않는 특성이 있고, 이러한 특성은 나노 영역의 거칠기를 구현하는 데 효과적으로 이용될 수 있을 것이다. 이밖에도 전도성 세라믹의 Wire-EDM가공에 관한 연구와 고경도재 QRO90의 고속가공에 대한 연구 등이 진행되었다. [김용연, 충북대학교]

용접 및 특수가공

현재 산업은 새로운 재료의 도입이나 공정 개선을 통해 생산성 향상과 품질의 신뢰성을 높이기 위해 많은 노력을 기울이고 있다. 이에 발맞춰 용접 공정 또한 갈수록 새로워지고, 공정의 신뢰성, 생산성 향상을 위해 연구개발을 활발히 진행하고 있다. 현재 용접 공정 및 연구 내용을 공정 자동화와 새로운 접합 공정에 대한 내용으로 나누어 보면 다음과 같다. 용접 공정 자동화 측면에서는 기존의 용접 공정 자동화가 인력을 대체하기 위한 형태로 개발되었다면, 최근에는 생산성 향상 및 신뢰성 측면에 비중을 두면서 자동 용접 공정을 구현하고자 한다. 이를 위해서



비전 시스템을 이용하거나, 용접부 품질을 모니터링하기 위해 다양한 센서를 사용하기도 한다. 특히, 비전 센서를 이용하여 용접 로봇 교시를 통한 용접 공정에서 구현 불가능했던 부정확한 용접선을 추적하거나, 용접 시 형성되는 용융물 관측을 통해 용접 품질 개선을 위해 사용하고 있다. 레이저 용접의 경우에는 다양한 광센서(포토다이오드, IR, UV 등)를 사용하여 용접 시 발생하는 플라즈마 및 키홀 등을 계측하여 이를 바탕으로 용접부 품질 제어 및 모니터링을 수행하고 있고, 아크 용접에서는 파형제어를 통해 안정된 아크와 스파터 저감효과를 얻기 위한 연구와 Narrow Gap과 같은 특수한 상황을 고려한 용접 공정 개발을 하고 있다. 또, 자동차 차체 조립에 널리 쓰이는 저항점용접의 경우에는 기존의 공압을 이용한 가압 기구를 모터로 대체하여 가압 정도를 향상시켜 적용하고 있다. 이와 같은 연구는 용접공정의 생산성 및 신뢰성 향상에 큰 효과를 가져올 수 있는 연구로서 그 파급효과는 매우 클 것이라고 생각된다. 용접 자동화 측면이 아닌 신공정에 대한 내용으로 국외에서 시작된 Hybrid Laser-arc Welding이 국내 조선산업의 경쟁력 강화를 위해서 연구되기 시작하였다. 조선 산업에서 후판 재료의 접합을 위해서 소모되었던 공정 시간과 재료의 절감효과를 Hybrid Laser-arc Welding을 통해서 얻고자 산학연 연계를 통해 연구가 시작되었고, 정부에서도 이에 대한 지원을 아끼지 않고 있다. 또한, MEMS/NANO에 관한 생산 공정이 각 분야에서 사용됨에 따라, 용접 공정에서도 보다 미세한 재료의 접합을 위해서 접합 원리 및 접합 공정 개발에 관한 연구도 진행 중에 있다. 한 예로 BGA, Flip Chip 등과 같은 미세한 부품을 사용한 반도체 패키지 제조 공정에서 적용되고 있는 솔더링의 경우, 솔더볼의 균일한 형상 제조와 그 크기 및 특성을 분석, 예측하기 위한 공정도 개발 중에 있다. 국내 용접 연구

의 활성화 및 경쟁력 강화를 위해서 국제적인 교류도 중요할 것이다. 2002년 국내 용접학회에서는 International Welding/Joining Conference를 개최하여 국내의 연구결과뿐만 아니라 국외의 연구 내용을 교류할 수 있는 기회를 가지기도 하였고, 영문용접학회지 발간 등을 통하여 국제적으로 뻗어 나아갈 수 있는 노력을 하고 있다. 최근 활발한 연구와 새로운 시도를 토대로 제품의 생산성 및 신뢰성 향상에 통해 우리나라의 경쟁력 강화에 이바지 할 것이라 본다. [이세현, 한양대학교]

생산자동화 및 생산관리

생산자동화 및 생산관리 분야는 IT 기술의 발전과 더불어 최근 들어 많은 연구의 결과와 발전이 예상되는 분야이다. 특히, 생산 개념의 변화가 많이 이루어져서 기존의 대량생산 (Mass Productive Manufacturing) 개념에서 다품종 개별생산 개념(Mass Customized Manufacturing), 또는 다품종 변량생산 개념으로 바뀌어 가고 있다. 또한, 제조업 환경도 차츰 개발과 생산이 분리되고, 중국 미국을 중심으로 한 전문 생산업체의 등장 등으로 글로벌 최적 생산체제로 바뀌어 가고 있다. 이러한 환경 변화에 대응하기 위한 생산자동화 및 생산관리 측면에서의 신 개념이 많이 요구되고 있다. 특히, e-manufacturing이나, digital full-automated factory, 고속-전용 생산시스템 등에 대한 연구가 많이 요구되고 있으며, 이러한 추세는 앞으로도 강조 될 것으로 보인다. 기술적인 측면에서도 IT 기술의 발전으로 지능형 생산방식 (Intelligent Manufacturing System)에 대한 개념과 아직은 초보 단계이지만, 부분적으로 Agile Cell Architecture, Network-Based, Distributed System, Virtual Manufacturing System 등에 대한 연구들이 활발히 이루어지고 있다. 좀더 세부적으로 살펴 보면, 단위 장비나, 단위 시스템들의 통합 제어

및 운영을 위한 자동화 통신망 기술의 발달이 두드러지고 있다. 산업현장의 LAN이라고 할 수 있는 필드버스의 연구와 사용이 확대되어, 필드버스를 이용한 시스템 구성 기술 및 시스템 통합을 위한 표준화, 생산시스템과 B2B 전자 상거래와의 통합, CRM(Customer Relationship Management)과의 통합 관리, XML 등을 이용한 지식 기반시스템에 대한 연구도 지속적으로 되고 있는 추세이다. 최근에는 필드버스의 표준화 포럼이 구성되어 활발히 활동이 되고 있다. 공정 데이터 처리 및 운영 면에서도 데이터마이닝(data mining)^{*)} 기법의 많이 연구되고 있다. 시스템이 Network로 연결되고, 그 규모가 커질수록 데이터의 수집 및 처리에 대한 중요도가 높아지고 있다. 특히, 데이터마이닝 기법을 이용하여, 필요한 데이터를 수집하고 수집된 데이터를 바탕으로 공정관리에 필요한 정보를 추출하고, 생산 공정을 최적화하는 다양한 의사결정시스템에 대한 연구가 되고 있다. 생산 시스템 모니터링 및 오류진단에 관한 연구들도 심도 있게 진행되었다. 특히 위험기반검사(RBI: Risk Based Inspection) 관련 연구가 정유석유화학 설비 분야에서 수행되었다. 시스템 정기검사시에 미리 분석된 위험도의 순위에 따라 순차적으로 검사함으로써 설비 진단에 경제성 및 효율성을 배가 했다. 최근 대형 시스템들의 안전에 대한 관심도가 높아지고 있는 시점에서 주목받는 연구라 할 수 있겠다.

주1) 데이터마이닝(data mining) : 많은 데이터 가운데 숨겨져 있는 유용한 상관관계를 발견하는 것. [김종형, 서울산업대학교]

CAD/CAM

자동차 차체설계 및 항공기 곡면설계에서 시작한 CAD/CAM기술은 변수설계와 전문가시스템과의 연계를 통한 지식기반설계, PDM 및 동시공학

설계와 연계되어 설계분야에서 없어서는 안 될 시스템의 한 모듈로 자리 잡았다. 초창기 Mainframe 컴퓨터에서만 가능했던 시스템이 하드웨어, 소프트웨어의 발전과 함께 PC급 수준에서도 가능하게 되어 사용자의 범위는 급속히 확대되었다. 초기 단순한 도면생성의 수준에 머물던 활용범위도 3차원 솔리드모델 기반의 시스템들이 출시되고, 디지털 목업 소프트웨어들이 등장하면서, 시작품의 제작 없이 제품에 대한 다양한 실험과 제조공정에 대한 시뮬레이션을 컴퓨터 내에서 수행할 수 있도록 확대되었다. 이러한 가상제조 기술은 설계와 동시에 제조공정계획을 수립할 수 있는 동시공학을 가능케 함으로써 제품의 개발 주기를 크게 단축시키고 있다. PDM 솔루션은 CAD 데이터가 완성된 이후의 데이터 흐름과 설계 변경, 가공, 생산 등의 과정을 관리하여 제조업 분야에서 많은 생산 효율 증대를 가져왔다. 최근의 PDM 솔루션들은 개념설계 단계에서부터의 CAD 데이터의 관리를 지원한다. PDM의 개념이 'Product Data Management'가 아니고 'Product Development Management'의 개념으로 바뀌고 있다. 이를 위하여, 디지털 엔지니어링 솔루션과 CAD 시스템, VPM 솔루션이 연계되도록 시스템이 개발되고 있다. 향후 CAD/CAM기술은 고객의 요구가 다양해지면서 제품의 종류도 다양해지고, 기능도 복잡·고도화 되고 있는 시장환경의 변화에 대응하기 위한 방향으로 발전할 것이다. 제품개발은 설계자가 정한 설계평가 기준에 대하여 현재의 설계가 그 기준을 얼마나 만족하였나를 검증하고, 만약 기준을 만족하지 못 하였을 경우 적절한 설계대안을 도출시키고 선택을 돕는 방향으로 전환되고 있다. 이를 위하여, 기존의 CAD/CAM관련 정보의 재사용과 설계 및 생산 전문가 지식의 Knowledge Base화를 통한 양질의 정보 확립을 위한 방향으로 CAD/CAM 시스템들이 구현되고 있다. 인터넷기술의 발달로 on-line과



Off-line Solution들의 활성화가 예상된다. 완성품 업체와 부품업체가 On-line 상에서 정보를 공유하면서 협업을 할 수 있게 되었고, On-line으로 주문과 결제가 가능하게 되었다. 이를 통하여 소비자가 직접 원하는 제품의 사양을 결정하는데 참여할 수도 있게 되었다. 현재 CAD/CAM과 관련된 기술은 대단히 세분화되고 광범위하게 정의되어지고 있으며, 통합화된 솔루션에 대한 시장의 요구에 맞추어 관련업체들은 대형업체를 중심으로 한 인수/합병을 통하여 초대형의 몇 개의 업체로 통합되고 있다. Dassault/IBM사의 CATIA, Enovia, Demia, EDS사의 UG, Ideas, PTC의 Pro-E가 대표적인 예이다. 그러나 특수분야 해석, 가공전용 시스템 등에서 자생력이 강한 몇몇 전용 솔루션들은 그대로 경쟁력을 유지하고 있다. CAD/CAM관련 연구개발동향은 국내의 www.cadcam.or.kr(한국 CAD/CAM학회)나 국외의 www.cadcamnet.com을 통해 접할 수 있다. [박세형, KIST]

기계요소 및 기구설계

지난 한 해 우리 학회 논문집과 학술대회에 많이 발표되던 MEMS 관련 기술은 한풀 꺾인 것 같고 다양한 형태의 논문이 증가되고 있다. 물론 MEMS 관련 연구비가 증가하고 있어서 많은 논문이 기대되지만 과연 우리나라 현실에 맞는 시장 주도형 기술이 될지는 의문시된다. 가장 많은 토퍽으로는 아무래도 자동차 관련인 변속기이며, 이에 관한 동특성과 구조 메카니즘 연구도 활발하게 이루어지고 있다고 보아도 상관없다. 특히 기존의 변속기를 이룬 유성형 감속기에 벨트식을 결합한 형태의 변속기가 연구의 집중 대상이 되는 것을 알게 되었다. 이와 관련하여 헬리컬기어의 강도 평가와 전달오차 등의 해석도 눈에 띄게 많이 연구하고 있는 것으로 생각된다. 몇 편은 안 되지만 로봇에 관한 메커니즘 연구도 활성화

되는 것으로 보아 이와 관련된 연구도 앞으로 많이 진전될 것으로 사료된다. 의료용 연구도 몇 편이 실리고 있는데 휠체어와 그리고 대장 내시경 메커니즘 연구가 의미하는 바는 앞으로 우리 학회 논문집에 의료 관련 기기가 많이 실리 것으로 생각된다. 기계요소는 우리나라에서 가장 취약한 분야이며, 대일 의존도가 가장 높은 분야이다. 요소의 국산화 설계에는 많은 경험과 현장 노하우를 알아야 하는데 학계에서만 연구해서 이루어질 수 있는 상황은 아닌 것 같다. 앞으로 산업계와 긴밀한 협조 아래 중요한 부품 배어링 등의 국산화가 이루어 질 수 있을 것이다. [오세훈, 중앙대학교]

공작기계 및 기계시스템 설계

공작기계용 NC 제어기의 설계 기술은 2002-2003년도에 우선 국내 MTB(기계 자체 생산 업체)에서의 상품화 확보를 위하여 그 동안 진행된 연구과제의 정리 및 새로운 방향을 정하는 시기였다고 보인다. 2002년까지 5년간 수행되어온 산자부 주관 중기거점과제에서 수행되어진 NC 제어기의 국산화 개발이 마무리 되었으며, 개발된 KSNC(Korea Standard NC)의 본격적인 제품화 및 보완에 대한 문제점을 남기고 일 단락 되었다. 후속과제로서 연구소, 대학, 관련 업체 등이 참가하는 Nano NC 제어기 개발 사업이 금년부터 시작되었다. NC 제어기의 경우 PC를 Main Controller로 채택하여 다양한 운용이 가능하도록 하는 Window O/S 사용을 위한 PC-NC 개발이 보편화되기 시작하였으며, 유럽의 경우 SIEMENS 840D, 일본의 FUNUC i Series 등이 세계적인 경쟁력을 확보한 선도적 제품이었다. 국내의 경우도 대우공작기계 및 터보테크 등에서 일찍부터 PC-NC의 개발이 추진되어 왔으며, 대우공작기계의 640i 모델 등이 자사의 공작기계를 중심으로

탑재되어 제품화되고 있다. 또한 최근 IT 기술을 사용하여 DNC 또는 무인화 공장 등에 필요한 원거리 모니터링 및 제어 기능이 추가된 공작기계용 NC 제어기 관련 연구가 국내외적으로 진행되고 있으며, 현재 출시되는 PC-NC를 이용하여 부분적으로 상품화가 추진되고 있다. NC 제어기 개발은 축 이송 제어용 서보모터와 주축 스피들 및 드라이브를 모두 포함하여 시스템으로 개발해야 하기 때문에, 개발과제에는 MTB 이외, 모터, 엔코더, 드라이브 및 스피들 업체 모두가 참여하는 대형 사업이 되는 것이 필연적이었다. 수년 전부터 독일 아헨공대 등을 중심으로 추진되어온 공작기계용 STEP-NC 기술은 NC 제어기에 기존의 G-Code에서 제외되는 많은 기능을 포함하는 별도의 공작기계용 가공 코드를 포함 하고자 하는 표준화 작업이다. 국내에서도 포항공대 산업공학과를 중심으로 공작기계용 STEP-NC의 핵심 알고리즘 개발이 거의 완성된 것으로 보이며, 향후 2, 3년간 관련 연구가 진행될 전망이다. STEP-NC Turning의 경우는 포항공대에서 주도적으로 추진하여 기술표준원 공동으로 현재 ISO - 14649 관련 규정의 제안 및 확정화(FDIS) 단계이다. 가공 중 또는 가공 후 재가공(Re-Machining)을 위하여 가공물을 공작기계상에서의 검사를 목적으로 하는 On Machine Inspection(OMI)의 실제 활용화 연구가 활발히 진행되고 있으며, 이것은 기존 NC 공작기계 기능의 고급화를 위하여, 공작기계의 Over Hall 업체를 중심으로 상품화 시도가 추진될 전망이다. NC 제어기를 제외한 공작기계 기계부품의 수입대체 및 고정밀도 부품 개발 연구는 부품공급업체의 주도로 지속적으로 진행되었으며, 특히 고속 가공을 위한 Linear Motor와 Magnetic Bearing을 사용하는 수만 rpm 급의 고속 스피들 개발이 추진되어, 현재 마무리 단계의 제품 생산을 위한 연구가 계속되고 있다. PCB 가공공정에 필요한 Air Bearing을 사용하는 수십만

rpm 급의 기존 소형 고주파 스피들 제어 기술이 특수 또는 전용 공작기계에 사용되고 있으며, 일부 소형 업체에서 드라이브 제외 개당 수백만 원대로 수입되는 고주파 스피들의 국산화를 위한 개발이 시도되고 있다. NC 제어기 및 공작기계 부품 등의 성능 검사를 위한 연구는 KIMM 및 NC공작기계연구조합 등의 주도로 공작기계 관련 각각의 대형 사업에 필수적으로 포함되고 있으며, 향후 서울대학교 제어계측센터, 기술표준원 등과 협동으로 관련 시험 방법 및 기준 개발이 활발히 이루어질 것으로 보인다. [이응석, 충북대학교]

지적설계 및 최적설계

제조부문의 최적화(optimization) 기술의 연구 및 적용은 매우 오래된 역사를 가지고 있는데 비해 그 활성화는 기대에 미치지 못하였다. 그러나 최근 들어 기술 분업과 아웃소싱 등 제조회장이 크게 변화되면서 고객 지향적 사업방식 및 다품종 소량생산의 신속한 시장 대응을 위한 전략의 하나로서 최적화는 다시 크게 붐을 맞이하고 있다. 특히, 인터넷 기술 및 정보기술의 발전으로 인해 이러한 전략의 현실성이 증대되고 있으며, 더욱이 지식 기반의 제조회장 구축을 위해서 많이 기업들이 최적화 또는 지능형 생산 환경을 추진하고 있다. 설계 업무에서의 자동화 혹은 최적화는 1980년대 후반 CAE(Computer Aided Engineering) 기술의 도입 및 활성화에 이어 1990년대 CAE 또는 CAT(Computer Aided Test) 중심의 설계와 실험 등의 단위 업무에 대한 자동화 및 지능화 차원에서 추진되었고, 2000년대의 PDM(Product Data Management) 및 인터넷 기술의 접목으로 그 범위가 넓어지고 있다. 최근 이러한 기술의 주요 목표는 협업적 환경에서 최적화를 구현하는 것이며, 궁극적으로는 지식 또는



지능형 기반의 가상제조(virtual manufacturing)를 구현하는 것이라 볼 수 있다. 기술적 유형 측면에서 고찰하면, 1) CAE 기반에서 사전품질 검토를 위한 최적화, 2) CAD 기반에서 설계 함수화 및 간편화를 위한 최적화, 3) PDM 등 관리시스템의 정보를 이용하여 생산성 향상을 위한 최적화, 4) 생산 현장의 품질 모니터링 및 자동제어를 위한 최적화, 5) 전체 제품주기 관리 및 프로세스 차원에서 최적화 등과 같이 최적화는 매우 다양하게 나타나고 있다. 기술적 요소 측면에서 고찰하면, 1) 제조 지식 및 노하우의 알고리즘 기술, 2) 최적화를 위한 목적 어플리케이션 기술, 3) 최적화 및 관련 원천 정보를 저장하고 연계하는 관리 기술, 4) 협업 및 모니터링 등의 사용자 환경 및 Framework와 Data 변환 기술 등이 최적화의 중요한 요소이다. 최적화의 목적은 납기, 품질, 원가, 생산성 등 다양하며, 최적화의 적용 수단, 업무의 대상, 사용자 고려 등을 고려할 때 최적화의 형태는 더욱 다양하고 복잡한 양상을 갖는다. 다시 말해서, 제품의 생산과 직접적인 관계에 있는 일차적인 요소로 설계·생산·조립 공정의 최적화, 각 단계별 기술 적용의 최적화, 투입 자원의 최적화 등으로 구분할 수 있고, 이차적인 요소로서 제품의 품질과 가치를 높이기 위한 최적화로 구분할 수 있다. 최적화 추진의 주요 구성 요소를 보면, 프로세스(공정), 적용 기술 및 기법, 최적화 알고리즘, 자동화 시스템이나 정보 시스템, 수행하는 사람(전문가 및 담당자) 등으로 결국, 최적화 추진의 전략과 의지가 결과에 가장 큰 영향을 끼치고 있다. 최근 자동차 업체의 생존 필수 조건은 개발 기간의 혁신적 단축을 통해 소비자의 다양한 요구에 신속하게 대응하여야 한다는 것이다. 자동차의 신제품 개발 프로세스의 기본은 Concurrent Engineering 혹은 Simultaneous Engineering 개념 아래에서 기획, 개념설계, 제품설계, 상세 설계, 생산, 조립, 테스트의 제품개발

과정을 병렬화하여 리드타임을 단축하는 것이다. 이 과정에서 CAE 기술은 형상 정보뿐만 아니라 소재 특성, 구조 특성, 조립 특성, 공차, 요구 규격, 각종 관리 정보들을 망라하여 PMU(Physical Mockup)에 상응하는 DMU(Digital Mockup)가 가능하도록 발전하였고, 제품개발 단계의 전 과정에서 활용되어 제품기간의 단축, 생산비용의 절감, 제품품질의 향상에 많은 기여를 하게 되었다. 나아가서는 NC Machine, Robot System 등에 대한 생산과정 시뮬레이션과의 연계에 의한 생산 공정 최적화, 협력 업체간의 데이터 공유 및 교환을 통한 설계협업 환경 구축을 통한 개발 기간의 최적화, 원가 및 기능 분석을 통한 원가의 최적화 등을 추구하면서 보다 완벽한 Virtual Prototyping과 Digital Manufacturing으로 발전되어 가고 있는 상태이다. 결론적으로 최적화는 미래 제조업의 화두인 가상제조의 핵심이 될 것으로 판단되는데, 현재까지 기업의 정보화가 개발 및 생산 현장의 기초 정보를 수집하고 관리한다는 관점에서 추진되었다면, 이제부터는 생산성 향상 또는 품질개선 측면의 지능형 생산체제 형태의 정보화 구축이 필요한 시점이며, 이를 만족시킬 수 있는 대안은 제조부문의 최적화라고 볼 수 있다. [이규봉, 한국생산기술연구원]

생체공학 및 의학

최근 생체공학분야는 다른 분야에서와 마찬가지로 전통적인 역학과 다른 학문(전자공학, 신소재, 자동제어, 영상 등) 기타 학문분야와 융합한 융합기술(fusion technology)의 경향이 뚜렷하며 이와 관련된 분야로 메카트로닉스 기술과 복지기술(welfare technology)의 융합기술인 실버복지로봇 기술의 개발을 목표로 하는 과학기술부의 프론티어사업도 결실을 맺게 되었으며, 사회의 발전과 더불어 문제점으로 대두되고 있는 노령화시대에

대비한 실버공학기술개발에 대한 관심이 고조되고 있다. 또한 그간 보건복지부의 G7 의료공학사업과 산업자원부의 기술개발사업에 의한 과제의 결과물이 지속적으로 제품화되어 사용되고 있다. 대표적인 연구결과성과물로서는 기존의 정형외과용 척추 나사못(pedicle screw)을 이용한 척추 고정기(주로 요추용)들과 경추고정기들이 개발 완료되었으며, 체외고정장치 및 각종 수술기들이 대표적으로 상품화되어 현재 임상에 사용되고 있다. 생체역학분야 중 가장 시정성이 큰 인공고관절 및 인공 슬관절 개발이 거의 완료단계에 도달하고 있다. 이들의 상품화와 관련된 연구 논문들은 국내외 학회지를 통하여 관련 학회를 통해 보고 된 바 있다. 재활공학 분야에서는 장애인들의 일상생활권(activity of daily living)과 이동권을 보장할 수 있는 장애인용 승강기, 휠체어탑재가능 차량, 통합형 인공 대퇴의지의 개발 및 기능성 전기 자극 장치의 개발, 그리고 기능성 휠체어 및 전동휠체어 개발이 눈에 띄는 실적으로 기록되었으며, 기존의 기술을 한 단계 향상시킨 지능형 및 고부가가치용 제품들이 계속 개발되고 있다. 이외에도 각종 신기술을 이용한 인공심장을 비롯한 인공장기의 개발도 눈에 띄는 주요한 경향의 하나이며 또한 영상기술과 융합한 각종 비침습(noninvasive)/저침습형 모의 수술시스템 기술 및 로봇을 이용한 각종 수술과 내시경을 이용한 각종 수술기법 및 시스템의 개발도 일부 이루어지고 있으며, 인체의 구조를 3차원으로 분석할 수 있는 각종 모델의 개발도 진행되고 있다. 그 외 전기구동 이동형 인공호흡기, 혈류투석기, 심장보조장치 등이 혈류역학 분야 연구자를 중심으로 개발 중에 있으며, 스텐트 설치술에 의한 혈류역학적 변화, 수두증 환자의 치료를 위한 섀트밸브의 개발, 뇌척수액을 제거하는 소형 밸브의 개발도 진행 중에 있다. 최근 새로운 생체공학의 한 분야로 조직공학과 연관된 인체 각종

연조직과 뼈에 대한 대처를 목적으로 하는 관절 및 인공관절(joints & joint prostheses)분야, 이식 및 골절(implants and fracture fixation)분야, 척추(spine) 및 재활분야(clinical aspects and rehabilitation)등에 대한 연구도 활성화 되고 있는 추세이다. [김성민, 건국대학교]

MEMS

지난 한 해 동안 우리 학회 논문집 및 학술대회에 발표된 MEMS 관련 논문은 크게 다음과 같은 다섯 가지 분야로 분류할 수 있다. 첫째 분야는 MEMS 소자의 시뮬레이션에 관한 것으로 과거 주류를 차지하던 미소 기계부품의 응력해석과 미세구조물의 거동 시뮬레이션에서 미소 채널 내의 유동 및 표면장력 해석 등 미소 유체의 거동 시뮬레이션으로 그 관심이 이동되고 있다. 둘째 분야는 마이크로 센서의 설계, 제작 및 성능 실험에 관련된 논문들인데, 최근 수년간 바이오 센서에 관한 관심이 증대되어 2002년 우리학회에서 발표된 전체 마이크로 센서 논문의 절반 이상을 차지하고 있다. 또한 2003년 제5회 MEMS 학술대회 마이크로 센서 관련 16편의 논문 중 압축 편이 단백질 및 DNA 센서 등 바이오 센서에 관한 논문이었고, 과거 주류를 차지하던 가속도계에 관한 논문은 한 편에 불과하였다. 세 번째 분야는 미소 기계요소 및 미소 유체 구동을 위한 마이크로 액추에이터의 개발에 관한 것으로, 새로운 구동원리나 관련 제조 공정 기술에 관해 지속적인 연구가 진행되고 있는 분야이다. 지난 한 해에는 잉크젯 프린터용 유체 분사기와 마이크로 유체 펌프 및 밸브에 관한 논문이 주류를 이루었다. 네 번째 분야는 극미세 소재 및 가공기술에 관한 것이다. 이 분야는 레이저 가공, 방전 가공, 화학기계적 가공 등의 미세가공기술과 이러한 가공기술이 적용되는 소재에 관한 연구를 포함하고



있으며, 실리콘 웨이퍼의 미세 가공에서 폴리머, 세라믹, 유리기판 등의 미세 가공으로 다양화 되고 있다. 마지막 다섯 번째 분야로서 앞서 언급한 기초 및 소자기술과 시스템 및 응용 기술간의 결합을 통한 MEMS 응용 및 적용 분야를 들 수 있다. 이 분야에서는 MEMS 기술에 바탕을 둔 바이오 산업에 관한 응용기술 개발이 지배적이며, 나노 소자 관련 연구도 상당 부분을 차지하고 있다. 이와 같이 MEMS 기술에 관한 연구가 활발히 진행되는 이유는 정부의 관련 기술개발투자의 지속적 확대에서 기인된 것으로 사료된다. 1995년에 시작된 국가선도기술개발(G7) 초소형 정밀기계기술개발사업을 통해 국내 MEMS 기술기반이 형성되었으며, 과학기술부의 지능형 마이크로시스템 프론티어 사업에 의한 기술개발투자와 산업자원부의 차세대 신기술 개발사업의 일환인 고성능 초미세 광·열유체 마이크로 부품개발 사업

등 정부의 MEMS 관련 중장기 기술개발 투자가 확대되었다. 또한 2002년에는 과학기술부의 프론티어 연구사업의 하나인 나노메카트로닉스 사업 등 NEMS(Nano Electro Mechanical Systems)에 관련된 기술개발 투자로 이어지고 있다. 한편 우리 학회의 마이크로머신(MEMS) 분과회에서는 대한전기학회 MEMS연구회, 한국정밀공학회 마이크로머시닝 부문 그리고 한국센서학회 MEMS연구회 등 국내 타 학회와 연합하여 1999년부터 매년 봄에 국내 단일 'MEMS 학술대회'를 공동 개최하고 있으며, 2003년 5월 15일부터 17일까지 삼일에 걸쳐 제5회 MEMS 학술대회가 제주 오리엔탈 호텔에서 개최되었다. 본 MEMS 학술대회에서는 전년도 58편에 비하여 큰 폭으로 증가한 84편의 논문발표가 이루어졌으며, 국내 관련분야 연구자 400여 명이 참석하였다. [조영호, KAIST]

기계 용어해설

무선계측기(Telemetry)

Telemetry의 어원은 원격(tele) 측정(meter)에서 유래했다. 그러나 신호선 연결과정에 특별한 수단이 필요한 경우(예, telemetry linkage)에도 telemetry를 사용하고 있으며, 최근 들어서는 일반적으로 telemetry라 하면 주로 거리의 원격 구분 없이 무선(wireless) 계측기를 일컫는다. 무선계측기는 데이터 송신장치, 전원공급장치, 센서 신호처리장치 등을 필요로 한다. 무선 데이터는 아날로그 태는 디지털의 형태를 따르고, 무선 통신 매체로는 적외선, RF 등이 이용되고 있다. 전원공급은 배터리, 발전기, 유도 코일 등에 의해 이루어지며, 적용 가능한 센서에는 큰 제한이 없다. 최근 들어 회전 기기 및 엔진 등 왕복동 기관에 적용되는 무선계측기의 연구 개발 및 상용화가 활발하게 이루어지고 있다.

송출계수(Discharge Coefficient)

송출공 양단의 주어진 열역학적 조건에서 송출공을 통과하는 이상적인 질량 유량과 실제 질량 유량의 바로 정의된다. 송출계수에 영향을 미치는 인자에는 Re 수, 송출공의 길이 대 직경비, 입출구의 형상, 입출구에서의 직교류(crossflow), 유동 입사각 등이 있고, 회전 송출공의 경우에는 이들 인자 외에 송출공의 Ro 수의 영향을 크게 받는다. 유량계로 사용되는 오리피스 등에서는 discharge coefficient를 '유량계수'로 표현하기도 한다.