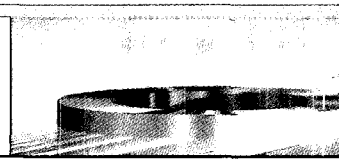
생산 및 설계공학 부문



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

이 글에서는 2003년도 한 해 동안 생산 및 설계공학 관련 분야를 중심으로, 소성가공, 절삭가공, 금형 및 사출성형, 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 연구 개발하여 대한기계학회논문집에 게재된 연구 및 실험 논문들을 중심으로 이들 분야에 대한 관련 동향들을 정리한다.

소성가공

최근 소성가공 기술은 전통적인 소성가공 기술을 바탕으로 고속화, 고정도화, 일체화 기술로 발전시켜 제품의 고급화, 고기능화 및 경량화를 시도하고 있다. 이 글에서는 지면의 제약 때문에 다양한 소성가공 기술의 내용을 전부 소개할 수 없다. 따라서 최근 자동차 분야의 환경 친화형 제조 기술의 차원에서 초경량 재료의 성형 기술에 대하여 소개 하고자 한다. 현재 구조용 부품으로 사용되는 초경량 재료는 Mg 재료이다. 주조재는 Al 함량이 높기 때문에 다이 캐스팅용으로 사용되고 있으며, 노트북 케이스처럼 두께가 얇은 제품은 용탕의 유동성이 우수한 AZ 91B 및 AZ 91D 합금계를 선정해야만 정형 제품의 성형이 가능하며, 에어백 케이스나 에어백 하우징의 경우 연성(toughness)이 우수한 AM 50(51) 및 AM 60(61) 합금계를 선정해야만 한다. 결정 구조가 HCP 결정 구조이기 때문에 실온에서 소성가공이 어려운 결점을 가지고 있다. 또한 가공 경화율이 크기 때문에 Mg의 냉간 가공 온도는 실용적으로 10~20%가 한계이다. 특히 573K 정도이면 연성이 급격히 증가하고, 알루미늄처럼 열간 압연 및 열간 압출 가공이 가능하다. 특히 진동 감쇄성, 절삭성, 전자파 차폐성(EMI shielding), 치수 안정성 및 재활용성 등이 우수하기 때문에 향후 자동차 부품, 휴대 전화, 2륜차 부품, 광학 부품; MD, DVD 플레이어, 디지털 비디오 카메라, 액정 프로젝터 및 그 이외 전자기기 등에 활용이 크게 기대되는 소재이다. Mg 합금의 성형 방법은 Mg 합금의 종류에 따라서 액상법(다이캐스팅법, 반용융 사출성형법)과 고상법(소성가공) 등으로 분류한다. 이 글에서는 소성가공의 현황과 문제점에 대하여 소개하고자 한다.

단조 공정

대표적으로 Mg 단조 공정에 활용되는 공정은 밀폐단조, 개방형 단조 등이다. 일반 단조가공으로 성형이 불가능한 복잡한 부품, 소재는 초소성가공을 필요로 한다. 단조 성형시 환경 친화형 윤활 문제 등이 고려되어야 한다.

Mg 단조공정에 이용되는 온도는 350~400°C 범위에서 80%까지 압축이 가능하다고 알려져 있다.

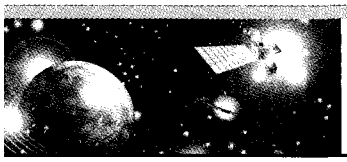
Stamping 및 Deep Drawing 공정

Al, Cu, Fe의 면심 입방 구조에 비해 상온에서 소성가공이 용이하지 못하지만 200~300°C 이상의 고온에서는 부가적인 슬립면의 활성화로 인하여 성형성이 획기적으로 개선된다.

특히, 마그네슘 판재(AZ 31)를 이용한 고온 및 열간 deep drawing, stamping 등의 프레스 성형시 표면 상태가 우수하고, 정밀한 치수를 얻을 수 있어 다이 캐스팅 공정에서 발생하는 grinding을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 강도가 우수한 제품을 생산할 수 있다. 압출품보다 단면적이 작은 MD case, PDA case 등의 보스나 리브를 성형하는 데 적합하다.

압연 공정

Mg 합금은 냉간에서 소성가공이 어렵기 때문에 1패스당 400°C까지 가열해서 일반적으로 압연을 한다. 압연 공정으로써 두께 3mm까지 압연하는 조압연과 두께 3mm 이하를 가공하는 2차 압연 등이 있다. 현재까지는 0.5mm까지 압연이 가능하다고 알려져 있다. 압연에 필요한 소재는 연속 주조 빌렛을 일반적으로 사용하고 있다. 평판이나 Slab의 열간 압연시 공구 특수강 코팅 응용기술에 의하여 무윤활



성형이 가능하다.

복합 압출 공정

미국 SCI 제의 7인치 AZ31B 빌렛을 이용하여 폭과 두께가 113.5x2.5mm, 165.5x1.0mm인 판재를 생산하고 있다. 압축시 재료의 유출속도가 판재 소재의 표면부와 중앙 부분의 차이 때문에 치수 측면에서 제품의 불균일성을 야기한다. 압출재는 압연재와 비교하여 이방성이 현저하게 증가하고 있기 때문에 이방성을 고려하여 제품의 특성에 적합한 소재 선택이 중요시되어야 하며 향후 산업계에서는 응용을 위하여 복합 성형 기술이 주류를 이룰 것으로 생각한다. **[강충길, 부산대학교]**

절삭가공

최근 절삭가공 분야에서는 고속화, 고정밀화, 지능화 그리고 난삭재 절삭 등에 관한 연구가 진행되고 있다. 고속화와 고정밀화는 복합 가공기의 개발과 고속가공기의 확대로 인하여 다양한 분야의 연구가 진행되고 있다. 특히 광통신의 비약적인 발전으로 인하여, 관련 분야의 부품 개발에 따른 금형의 고속, 고정밀 절삭가공에 대한 연구가 진행되고 있다. 또한 반도체 분야 및 광산업에 사용되는 금형내의 미세 형상 가공이나, 미세 홀 가공의 형상 정밀도 및 고속가공에 대한 부분이 연구되고 있다.

절삭가공으로 인한 소재 변형과 발열의 최소화, 공구의 수명 예측, 가공 조건의 최적화를 위한 지능화 연구가 진행되고 있으며, 실험 계획법을 이용한 가공 조건 최적화 연구와 가공 후의 표면 상태나 버에 대한 연구도 일부 이루어지고 있다.

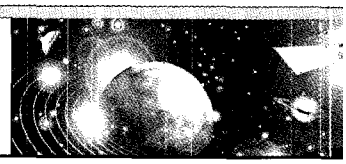
난삭재 가공은 세라믹이나 석영, 글래스 등과 같이 반도체 소재의 가공 및 연삭에 대한 연구가 진행되고 있다. 다양한 형상 및 수 나노미터에서 수 미터까지 다양한 크기의 제품을 가공하기 위하여, 나노미터급의 이송 정밀도와 가공 정밀도의 절삭가공에 관한 연구가 진행되고 있다. 복합 가공기의 개발로 인하여 단일 기계에서 가공하기 어려운 초정밀, 극미세 형상의 가공 결과가 다수 발표되고 있다. 이러한 극미세 가공은 마이크로 영역을 넘어 나노급의 형상 제어가 가능하다. 새로운 나노 소재에 대한 연구가 많이 진행됨에 따라 나노 소재의 가공 특성에 대한 연구가 진행되고 있으며, 나노급의 절삭가공을 위한 제어, 측정, 공구 등 관련 기술에 대한 연구가 상당히 빠른 속도로 진행되고 있다.

절삭가공의 연구 분야도 산업 발달에 따른 시장과 많은 상관관계를 가지고 이루어지고 있으며, 반도체 산업과 광산업, IT 관련 산업 그리고 NT 기술의 발달과 함께 절삭가공 분야도 각 산업에 소요되는 소재의 가공 특성, 공구의 발열, 마모, 변형, 가공 품위, 다양한 형상 정밀도 등에 대한 연구가 많은 부분에서 진행되고 있다. **[최헌종, 한국생산기술연구원]**

금형 및 사출성형

국내의 생산기반은 중국의 저임금과 생산기술의 발전에 따라 많은 어려움을 격고 있지만, 생산성 향상을 위한 연구개발이 산학의 공동연구를 통해 지난해에도 지속적으로 진행되었다. 금형기술은 생산성과 밀접한 관계가 있고 생산의 3대 요소라 할 수 있는 제품의 가격, 품질, 납기에 직접적인 영향을 미치기 때문에 생산현장에서 금형기술은 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. 2003년에 금형 기술과 관련하여 국내 학술지에 발표된 10여 편의 논문은 최적 금형설계, 금형표준화, 설계자동화, 가공 및 측정, 금형수명 평가 관련 연구 등으로 구분될 수 있다.

금형 설계는 대부분 경험에 의존한다. 그러나 사출 불량의 대부분은 유동의 불균형으로부터 발생된다고 해도 과언은 아니다. 이러한 사출 공정 및 금형의 최적화를 위하여 공리적 개념을 적용한 사출금형의 최적설계에 관한 연구가 진행되었다(연세대학교 차성운 교수 외). 상용 수치해석 코드를 이용하여 공정해석이나 구조해석을 하고, 해석 결과와 숙련된 기술자의 경험과 설계규칙을 데이터베이스로 코딩하여 금형자동설계 시스템을 개발하고자 하는 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. 지난해에는 소성변형 공정을 수치적으로 해석한 결과를 데이터베이스로 구축하여, 볼트류 금형설계에 적용하여 금형설계를 자동화하였다(부산대학교 기계기술연구소 김철 박사 외). 또한 면적 사상법(area mapping method)를 적용하여 압출 금형곡면의 자동 생성하는 방법이 제안되었다(대진대학교 유동진 교수 외). 금형 내의 유해가스의 원활한 배출은 주조나 사출금형에서 가장 중요하게 다루어지는 문제의 하나이다. 이러한 가스 배출문제를 위해서 분말야금 기술을 응용한 통기성 금형제작 기술을 개발하고 신발금형에 적용하였다(부산대학교 정해도 교수 외). 열간 단조용 금형수명 예측 방법으로 소성변형에 대한 금형강도가 항복강도에 도달할 때까지의 경도유지 시간으로 평가하는 소성변형에 대한 수명평가 방법과 고온에서 금형의 경도변화와 표면마멸에 의한 깊이 방향의 경도 변화를 고려한 연삭 마멸에 의한 수명 평가 방법을 제시하였다(부산대학교 김병민 교수 외). 금형의 재활용을 위한 몰드 베이스의 표준화에 관한 연구(한국기계연구원 송준엽 박사 외)와 버 형상을 측정하기 위한 비접촉식 광 삼각법의 응용에 관한 연구(건국대학교 고성림 교수 외)등이 지난해에 발표되었다. **[김용연, 충북대학교]**

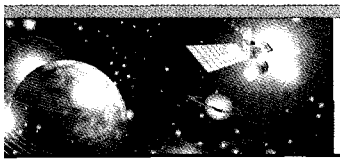
CAD/CAM

자동차 차체 설계 및 항공기 곡면 설계에서 시작한 CAD/CAM 기술은 변수설계와 전문가시스템과의 연계를 통한 지식기반설계, PDM(Product Data Management) 및 VP(Virtual Prototyping)과 연계된 동시공학 설계를 통하여 제품의 개발 및 생산 과정에서 없어서는 안 될 시스템의 한 모듈로 자리잡았다. 초창기 mainframe 컴퓨터에서만 가능했던 시스템이 하드웨어, 소프트웨어의 발전과 함께 PC급 수준에서도 가능하게 되어 사용자의 범위는 급속히 확대되었다.

초기 단순한 도면생성의 수준에 머물던 활용범위가 3차원 솔리드 모델 기반의 시스템들이 출시되고, 디지털 목업 소프트웨어와 다양한 CAE(설계해석) 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' 또는 'PLM(Product Life Cycle Management)'의 개념으로 바뀌고 있다. 이를 위하여, 디지털 엔지니어링 솔루션과 CAD 시스템, VPM(Virtual Product Model) 솔루션이 연계되도록 시스템이 개발되고 있다.

향후 CAD/CAM 기술은 고객의 요구가 다양해지면서, 제품의 종류도 다양해지고 기능도 복잡.고도화되고 있는 시장환경의 변화에 대응하기 위한 방향으로 발전할 것이다. 제품 개발은 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/ CAM 관련 정보의 재사용과 설계 및 생산 전문가 지식의 knowledge base화를 통한 양질의 정보 확립을 위한 방향으로 CAD/CAM 시스템들이 구현되고 있다. 인터넷 기술의 발달로 on-line과 off-line solution들의 활성화가 예상된다. 완성품 업체와 부품업체가 on-line 상에서 정보를 공유하면서 협업을 할 수 있는 collaborative design이 가능하게 되었다. 또한 on-line으로 주문과 결재가 가능한 e-commerce가 활발해지면서, 소비자가 직접 원하는 제품의 사양을 결정하는 데 참여할 수도 있게 되었다.



현재 CAD/CAM과 관련된 기술은 대단히 세분화되고 광범위하게 정의되고 있으며, 통합화된 솔루션에 대한 시장의 요구에 맞추어 관련 업체들은 대형업체를 중심으로 한 인수.합병을 통하여 초대형의 몇 개의 업체로 통합되고 있다. Dassault/IBM 사의 CATIA, Enovia, Delmia, EDS 사의 UG, Ideas, PTC의 Pro-E가 대표적인 예이다. 그러나 특수분야 해석, 가공전용 시스템 등에서 자생력이 강한 몇몇 전용 솔루션들은 그대로 경쟁력을 유지하고 있다. CAD/CAM 관련 연구개발 동향은 국내의 www.cadcam.or.kr(한국 CAD/CAM학회)나 국외의 www.cadcamnet.com을 통해 접할 수 있다. **[박세형, KIST]**

기계요소 및 기구설계

아무래도 우리나라는 자동차 산업이 중요한 기계산업이다 보니 자동차 관련 논문이 많이 제출되는 것 같다. 우리 학회에 실린 중요 논문들을 분석해본 결과 스프링을 이용한 기구 설계와 기어에 관한 논문이 많이 제출되었다. 이는 아마도 기구 설계에서 요소의 소형화와 그리고 구동부 부품 수를 줄이려고 노력하다 보니 스프링에 의해 한 개의 구동부를 대체할 수 있기 때문인 것으로 본다. 기어에 관한 논문이 많이 실리고 있는 이유는 기어가 기계의 기본 요소이고 또한 감속기를 쓸 경우 모터의 회전수를 높이고 이로 인해 모터의 경량화와 소형화를 이룰 수 있기 때문인 것으로 본다.

2004년은 한국기술거래소가 창립되었다. 한국기술거래소(http://www.kttc. or.kr)는 기술보유자(기업, 연구원, 발명가 등)로부터 판매 희망 기술을 위임받아 기술분석과 기술마케팅을 실시하여 수요자(기업 및 사업가)를 발굴하고 이전될 수 있도록 중개 알선 컨설팅을 수행하고 있다. 또한 신규사업아이템 도입을 희망하는 기업에는 사업타당성 분석을 통한 우수 (제품)기술을 발굴 알선하고, 도입기술의 사업화가 조기에 성공될 수 있도록 컨설팅 업무를 수행하고 있다.

요즈음은 세계 경제가 완제품 중심의 시장에서 부품 및 소재 시장으로 변화하고 있는 상황이다. 우리나라의 경우 완제품에 있어서는 이미 많은 부분이 세계 시장에서 인정을 받고 있다. 그러나 우리가 만들어내는 완제품의 부품 및 소재분야는 아직도 국내의 기술로 해결하지 못하는 부분이 많다. 이러한 문제점을 깊이 인식하고 정부는 부품·소재산업 발전을 위한 획기적인 전환계기를 마련하기 위하여 지난 2001년 4월에 '부품·소재전문기업 등의 육성에 관한 특별조치법'을 제정하여 시행함으로써 부품·소재산업 지원을 위한 기술, 금융, 투자, 신뢰성보장 등에 관한 제도적인 기반을 마련한 바 있다.

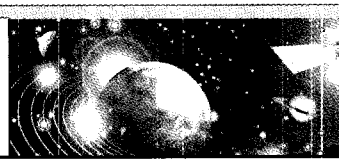
부품·소재통합연구단(www.icon. or.kr)이 발족되었으며 많은 기계요소 개발도 지원하고 있다. 현재 부품 소재 산업을 집중 육성하기 위해 2004년도 제1차 신규 부품소재기술개발사업이 시작되었으며 많은 기계요소가 현재 국산화 및 기능 업데이터가 진행되고 있다. 이 중에서 본인은 위탁으로 참여하는 로봇용 정밀 감속기 개발을 수행하고 있다. 연구비 규모로도 상당히 크고 앞으로 이 분야 논문도 많이 나오리라 예측된다.

산업기술재단(www.kotef.or.kr)에서는 창의적 공학과제라고 하여 전국 50여 대학이 참여하고 각 학교에 5,000만 원 정도를 지원하여 창의적 공학 교육이 되도록 한 것도 중요한 뉴스거리이기도 했다.

창의적 종합설계 과제에서는 5~6개의 과제를 제작해야 하며, 이 중 3과제 이상은 반드시 산학협력으로 제작하여야 하고 '창의적 종합설계 경진대회'에 출품 전시해야 한다. 또한 각 대학은 창의적 공학교육 교과과정 운영을 운영하여야 한다. 이미 e-learning 콘텐츠개발을 하여 대학생들이 자발적으로 공부를 할 수 있도록 한 것도 특징이다. **[오세훈, 중앙대학교]**

공작기계 및 기계시스템 설계

2003년의 공작기계 기술은 부분적으로는 산업자원부 부품소재개발 사업에서 공작기계 요소생산 업체들이 수입대체를 위한 또는 사양변경에 따른 단위부품 개발 사업이 다수 시작된 것으로 보여진다. 선반용 chuck 및 고정밀 turret 개발 사업이 2003년부터 2, 3년 기간으로 시작되었으며, 부품의 신뢰성



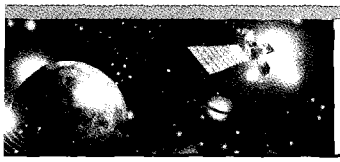
시험을 위해서는 주로 KIMM에서 주관 및 설계하여 부품 생산업체에서 시험을 수행하는 방법으로 수행되고 있다. 공작기계 및 기계시스템에서도 정부의 첨단기술 지원 정책에 따라 NT, BT, IT 등이 융합된 과제가 도출되고 있으며, 2002년부터 시작된, IT 기반에 근거한 공작기계용 NT제어기 개발 등의 내용으로 향후 수년간 지속될 것으로 보인다. 정밀 기계이송 시스템을 사용하는 SEM 전자 현미경의 국내 개발도 같은 이유로 NT기술의 막대한 정부 자원을 바탕으로 10년 계획으로 추진되고 있으며, 이들 과제는 모두 초기 1, 2년 후에는, 한국생산기술연구원 등의 정부출연연구소 주관에서 관련 업체 주관으로 바뀌는 형태를 취하고 있으며, 궁극적으로 그러한 기술이 업체에서 생산되어야 경쟁력이 있는 것을 감안하면 바람직한 제도로 보인다. 2002년에 개발이 완료된 KSNC(한국형 공작기계용 NC)는 터보테크에서 생산하여 2003년부터 주로 중소기업의 특수목적 공작기계를 중심으로 보급되고 있는 것으로 보인다. 공작기계용 NC의 경우, 스핀들 및 서보 Motor & Driver를 일체로 판매하는 일본 Fanuc의 경우와 비교하면, 아직까지는 경제성이 그리 크지 않은 것으로 보이며, 향후 NC 제어기 시스템 전체를 통합적으로 생산, 판매하기 위한 기술이 부가되어야 될 것이다. 이를 위해서는 우선 일본에 비하여 크게 뒤져있는 서보 motor & driver의 기술 개발이 시급하게 추진되어야 할 것이며, 현재 국내 일부 기업체에서 정밀 rotary 서보 시스템의 상품화 개발 사업이 진행 중이며 2004년 후반기에 공작기계용 고분해능 엔코더를 장착한 시제품이 출시될 것으로 보인다. Linear 서보 motor의 경우도 특수 목적으로 수년 전부터 개발 시도가 있어 왔으며, 고속이송 또는 가공기계용 목적의 1m 이하의 정밀 linear 서보인 경우 2003년을 시점으로 향후 수년간 활발하게 개발 시도될 것으로 보인다. 스핀들의 경우, 2002년부터 개발되기 시작한 공작기계용 일체형 모터 방식의 스핀들이 2003년부터는 고속 가공을 위한 수만 RPM 급의 magnetic bearing을 사용한 고강성 스핀들 개발로 이어지고 있다. Air bearing을 사용하는 반도체 가공용 초고속 스핀들(수십만 RPM)의 경우는 지금까지의 외국제 A/S 수준에서 부분적으로 소규모 업체를 중심으로 개발.시도되고 있으며, 1, 2년 내에 경쟁력 있는 국내 제품들이 출시될 것으로 보인다. **[이응석, 충북대학교]]**

지적설계 및 최적설계 동향

2003년의 최적설계 발전 현황을 보면 각종 학회 논문집 및 학술대회에 발표된 논문이 60여 건에 달하고, 연구자도 대폭 늘고 있는 실정이다. 응용분야도 기계요소의 설계는 물론이고 철도 및 해양, 공작기계 분야까지 쓰이지 않는 부분이 없을 정도로 광범위하게 연구되고 있다. 최적화 기법의 측면에서 보면, 잘 알려져 있는 비구배(non-gradient) 기반 방법으로서 유전자 알고리듬(GA : Genetic Algorithm), 반응표면법(RSM : Response Surface Method), 실험계획법(DOE : Design Of Experiments) 및 나아가서 다구찌 방법(Taguch Method) 등의 알고리듬을 이용한 최적화 방안이 실제 설계 및 생산되는 분야에서 널리 활용되고 있다. 그러나 구배를 활용하기 위한 민감도 해석(Sensitivity Analysis) 방법의 연구 또는 활용도 꾸준하게 발표되고 있다.

2003~2004년에 걸쳐 계속되어 연구, 발표된 것으로 고속철도의 개통으로 인한 안전성과 에너지, 속도를 위한 최적화 방안의 연구가 있었는데, 순차2차계획법(Sequential Quadratic Programming, SQP)을 이용한 철도차량 현수장치 연구와 고속철도 터널 조건의 최적설계를 들 수 있다. 학교와 기업간의 공동 추진 연구로서 RSM 알고리듬을 사용한 다중판재의 고속충돌에 대한 연구가 있고 고속 이송 계 부분에서 연구가 추진되었다. 한편 열 유체 분야에서는 RSM에 의한 Navier-Stokes 해석을 이용한 원심다익송풍기의 최적설계의 연구가 있었다. 이외에도 신경망을 이용한 롤러분쇄기의 최적설계를 하였다. 이 연구를 통해 응력 7.95%, 변위 부피, 11.1%, 4.76%의 감소를 보였다.

민감도 해석을 이용한 연구에서는 포텐셜 유동을 다루는 초공동 캐비테이터의 형상설계 연구가 진행되었고, 민감도를 이용하여 전자장와 열전달을 복합고려하는 전기기기의 다분야 위상최적설계 프로그램



을 구축하고 이를 스크롤 컴프레서용 단상 유도 모터에 적용한 연구가 진행되고 있었다. 이 밖에도 열전달을 고려한 thermal system에도 민감도를 이용한 위상최적화가 적용되었다.

사용자 환경에 맞추는 연구도 행해졌는데 최적설계를 알고 있는 사람과 모르는 사람이 동시에 사용할 수 있는 여러 방법이 개발 중이다. API를 이용하여 기존의 최적설계 방법에 비하여 다양한 데이터를 최적설계에 이용하고, 설계자가 손쉽게 최적설계를 수행하여 볼 수 있는 캐드 기반 최적설계의 연구를 하였고, 타이어 측벽 최적설계를 위하여 전문가 프로그램을 GUI를 통해서 설계자가 쉽게 설계를 구현할 수 있도록 사용자의 편의를 도모하였다.

최적설계에 대한 관심이 대한기계학회에서의 논문투고 수나 매년 두 차례 실시되고 있는 학술대회에서의 발표자 수를 보면서 매년 증가함을 알 수 있다. **[최주호, 한국항공대학교]**

생체공학(생체역학)

최근 생체공학 분야는 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 technoloy)의 융합기술인 실버복지로봇 기술의 개발을 목표로 하는 과학기술부의 프론티어 사업도 결실을 맺었으며 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 연구결과 성과물로서는 기존의 정형외과용 척추 나사못(pedicle screw)을 이용한 척추 고정기기(주로 요추용)들과 경추 고정기기들이 개발 완료되었으며, 체외고정장치 및 각종 수술기기들이 대표적으로 상품화되어 현재 임상에 사용되고 있다. 생체역학 분야 중 가장 시장성이 큰 인공 고관절 및 인공 슬관절 개발이 이미 완료되었으며, 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, 휠체어 탑재 가능 차량, 통합형 인공 대퇴의지의 개발 및 기능성 전기자극장치의 개발, 그리고 기능성 휠체어 및 전동 휠체어 개발이 눈에 띄는 실적으로 기록 되었으며, 기존의 기술을 한 단계 향상시킨 지능형 및 고부가가치용 제품들이 계속 개발되고 있다.

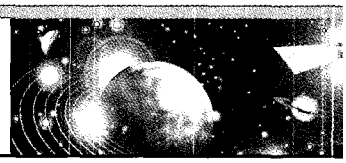
이외에도 각종 신기술을 이용한 인공심장을 비롯한 인공장기의 개발도 눈에 띄는 주요한 경향의 하나이며, 또한 영상시술과 융합한 각종 비침습(noninvasive)/저침습형 모의 수술시스템기술 및 로봇을 이용한 각종 수술과 내시경을 이용한 각종 수술기법 및 시스템의 개발도 일부 이루어지고 있으며, 인체의 구조를 3차원으로 분석할 수 있는 각종 모델의 개발도 진행되고 있다.

그 외 전기구동 이동형 인공호흡기, 혈류투석기, 심장보조장치 등이 혈류역학 분야 연구자를 중심으로 개발 중에 있으며, 스텐트 설치술에 의한 혈류역학적 변화, 수두증 환자의 치료를 위한 션트밸브의 개발, 뇌척수액을 제거하는 소형 밸브의 개발도 진행 중에 있다.

최근 새로운 생체공학의 한 분야로 조직공학과 연관된 인체 각종 연조직과 뼈에 대한 대치를 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

지난해 우리 학회 논문집에 게재된 약 500여 편의 논문 중 30여 편이 MEMS 관련 논문이었으며, 우리 학회 마이크로머신(MEMS) 분과회와 대한전기학회 MEMS연구회, 한국정밀공학회 마이크로머시닝 부문 그리고 한국센서학회 MEMS연구회 등 우리 학회와 국내 타 학회가 연합하여 매년 봄에 개최하는



'한국 MEMS 학술대회'에서는 2003년 84편, 2004년 125편의 MEMS 논문이 각각 발표되었다. 우리 학회 논문집과 한국 MEMS 학술대회에 발표된 MEMS 관련 논문은 1) 해석 및 시뮬레이션, 2) 센서 및 시스템, 3) 액츄에이터 및 응용, 4) 나노공정 및 장비 등 크게 네 가지 기술분야로 분류할 수 있다.

각 기술분야별 발표 논문의 최근 동향은 다음과 같다.

첫째, MEMS 해석 및 시뮬레이션 분야에서는 과거의 미소 기계부품의 응력해석과 미세구조물의 거동 시뮬레이션에 관한 논문이 전반적으로 감소한 반면, 최근 미소 채널 내의 유동과 표면장력 해석 등 미소 유체의 거동 시뮬레이션에 관한 논문이 주류를 이루고 있다. 둘째, 센서 및 시스템 분야에서는 과거 관성센서에 관한 논문이 주류를 이룬 데 반해, 최근 수년간 바이오센서에 관한 관심 증대가 급속히 증대되고 있다. 2003년 MEMS 학술대회에서 발표된 마이크로 센서 관련 16편의 논문 중 9편이 단백질 및 DNA 센서 등 바이오 센서에 관련된 논문이었던 것에 이어, 2004년에는 바이오 센서 관련 논문 21편을 포함하는 하나의 독립적인 세션이 새로 만들어져 진행될 정도로 증가 추세가 뚜렷하다. 셋째, 액츄에이터 및 응용분야에서는 새로운 구동 원리나 관련 제조 공정 기술에 관한 지속적인 연구가 진행되고 있으며, 주로 유체 분사기, 펌프 및 밸브에 관한 논문을 비롯하여 광통신용 구동기 및 관련 소자 개발 관련한 논문들이 주류를 이루고 있으며, 최근 바이오 분야에서의 액츄에이터 응용에 관한 논문들이 점차적으로 증가하고 있다. 넷째, 나노 공정 및 장비 분야에서는 최근 논문 증가 추세가 가장 두드러진 분야로서 과거 극미세 소재 및 가공기술 관련 논문에서 최근 나노 영역에서의 물리적 현상 해석 및 분석에 관한 논문으로 연구 주제가 변화되고 있으며, 나노 영역으로 확장된 NEMS(Nano Electro Mechanical Systems) 구현을 위한 접근이 다각도로 시도되고 있다.

이와 같이 MEMS 기술에 관한 연구가 활발히 진행되는 이유는 정부의 관련 기술개발 투자의 지속적 확대에서 기인된 것으로 사료된다. 1995년에 시작된 국가선도기술개발(G7) 초소형 정밀기계기술 개발을 통해 국내 MEMS 기술기반이 형성되었으며, 1999년 과학기술부 프론티어사업 지능형 마이크로시스템 기술개발과 2000년 산업자원부 차세대 신기술개발사업 고기능 초미세광 열유체 마이크로 부품개발 등 정부의 MEMS 관련 중장기 기술개발 투자가 확대되었다. 이어 2002년에는 과학기술부 프론티어사업 나노메카트로닉스 기술개발이 착수되어 마이크로에서 나노영역에 이르기까지 극미세화 기술개발 투자가 이어지고 있다.

한편 2003년 우리 학회가 주관 또는 후원한 MEMS 학술대회로서 IEEE International MEMS Conference, 한미국제공동심포지움, 한국 MEMS 학술대회 등이 개최되었으며, 국제 학술대회와 국제공동심포지움에는 각각 국내외 연구자 700여 명과 324명 그리고 국내 학술대회에는 국내 연구자 260여 명이 참석하여 MEMS 관련 논문발표와 토의를 통해 활발한 기술교류의 장을 마련하였다. **[조영호, KAIST]**

기계용어 해설

슬라이더 디스크 상호작용(Slider Disk Interaction)

하드 디스크 드라이브에서 데이터를 읽고 기록하는 슬라이더가 디스크와 접촉하여 발생하는 현상을 나타낸다.