

독일 아헨대학교의 IFAS연구소 소개 Introduction to IFAS in RWTH Aachen, Germany

장 주 섭
J. S. Jang

1. IFAS 연구소의 역사

독일내에서 뿐만 아니라 국제적인 연구소로 인식되고 있는 IFAS 연구소는 유체 동력 기술 분야에서 많은 연구 개발을 선도적으로 수행해 왔다.

이 연구소는 1968년에 지금은 명예교수로 재직 중인 Wolfgang Backe 교수가 유공압연구소(IHP)로 시작하여 1994년에 정년을 하기까지 26년 동안 많은 학자를 배출하였고, 그 이후에는 Hubertus Murrenhoff 교수가 새로 부임하면서 현재의 연구소 명칭인 IFAS[Institut für Fluidtechnische Antriebe und Steuerungen(독일어), Institute for Fluid Power Drives and Controls(영어)]를 사용하고 있다.

각 년대별로 이 연구소의 연구동향을 살펴보면 1960년대에는 서보 유압과 유체에 대한 연구를 시작하였고, 1970년대에는 공동현상 연구와 서보 공기압, 펌프제어 시스템에 대한 기본적인 연구를 수행하였다. 1980년대에는 디지털제어, DSHplus(유공압 해석도구)의 개발, 비례/방향 카트리지 제어 밸브, 부차 제어에 대하여 연구하였고, 1990년대에는 피스톤 펌프에 있어서 예 압축, 펄스 제어, 바이오 유체, 피에조 기술, 실링 연구가 주를 이루었다. 현재는 코팅 기술과 상태 감시(Condition Monitoring) 연구에 주력하고 있으며, 생태학적으로 사용될 수 있는 작동유의 열화 거동 등에 대한 분야를 연구하고 있다.

현재 IFAS에서 근무하고 있는 인원은 책임지도교수를 포함하여 연구관리와 부품가공, 실험실관리 및 컴퓨터 사용을 위해 보조하는 사람까지 포함해서 19명이 일하고 있고, 연구원은 박사 학위 소지자 2명을 포함하여 18명이 연구 과제를 추진하고 있으며, 국내의 석사학위 수준과 유사한 Diploma과정 학생 60여명이 이 연구실에서 수학하고 있다.

2. IFAS의 설립목적

- 유체동력 기술 뿐만 아니라 유체동력 교육에 있어서도 연구와 개발을 혁신한다.
 - 박사학위 수준의 범위에서 산업체를 위하여 젊은 대학원생 공학도를 질적으로 능력을 향상시킨다.
 - 산업적으로 이용 가능한 역학과 수학적인 기술을 보충하여 응용할 수 있는 기술을 훈련한다.
 - 학생들에게 교육환경의 범위에서 파트타임 업무와 연구 프로젝트에 참여하도록 하여 학생들도 연구 개발 과제에 포함시킨다.
- 이런 목적을 달성하기 위하여,
- 과학, 연구, 산업, 보조자와 협력자로부터 동반자로서 협력하는 것이고
 - 국가와 산업체 수준에서 단기, 중기, 장기간의 연구 프로젝트를 현실화시키는 것이다.



그림 1 연구소 입구 명패

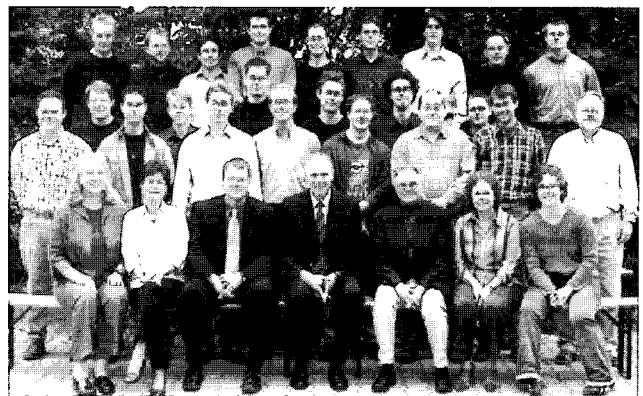


그림 2 현재 연구소에서 근무하고 있는 인원
(앞줄 가운데가 책임 지도교수)

- 출판, 특별한 행사, 전시회와 세미나를 통하여 습득된 지식을 전달하는 것이다.

Diploma 과정의 교육과 대학원생의 교육은 강의와 실험, 실습과정과 특별한 교육 과정에 의해 수행한다.

3. IFAS의 설비 및 실험장비

IFAS 연구소는 R&D업무를 효과적으로 수행하기 위한 우수한 실험실과 작업실로 구분된 2개의 실험실 건물로 구성되어 있다. 이곳에서는 모든 유체동력 값을 측정하기 위한 최선의 기술을 이용할 수 있다.

기계 작업장

- 밀링과 선반
- 부식시키는 기계
- 연삭기
- 호닝기
- 랩핑기
- PC의 지원을 받는 측정장치
- 용접실

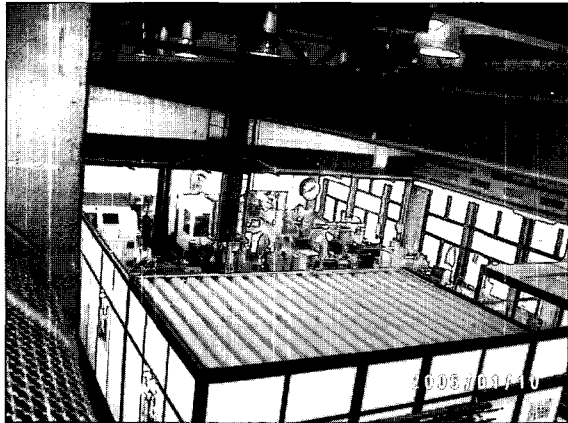


그림 3 기계 작업장 전경

전기 실습장

- CAD 전기실습장
- 논리 분석기
- 소형 컴퓨터
- 고전압전기
- 오일 실험실
- 점도계
- 입자 계수기
- 적량제어장치(NZ/TAN, 물포함)
- 산화시험기

공기압 실험실

- 16bar의 공기 공급 압축기
- 소형 공압기기
- 모든 유체변수 측정을 위한 센서, 소음과 진동 맥동을 측정하기 위한 센서 측정기술.
- 아날로그와 디지털 신호 해석기, 표면과 원통측정을 위한 별도의 사무실이 설치되어 있고,
- 18개의 사무실,
- 80개 PC의 마이크로 네트워크,
- 컴퓨터실,
- 5대의 실리콘 그래픽 유닉스 워크스테이션, 5대의 PC 워크스테이션, 인터넷 연결,
- 서류 보관실, 도면 보관실
- 5대의 CAD 워크스테이션, 칼라 플로터
- 사진 실습실,
- 도서실 - 약 3000권의 전문적인 서적, 약 80 권의 기술적인 저널, 기술적으로 논문의 데이터를 저장하는 장치가 있다.

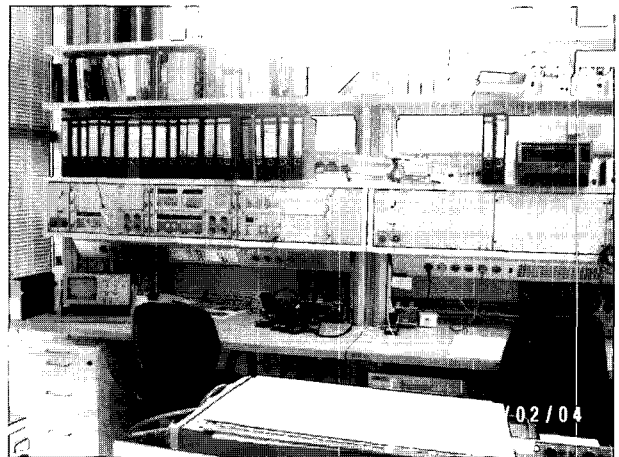


그림 4 전기 실습장 전경



그림 5 이 건물의 3층 전체가 연구소 사무실



그림 6 연구소 실험실 내부 전경(1)

- 35톤의 기초위에 2.5×3m의 2대 고정 베드
- 35톤의 기초위에 설치된 5곳의 소음 차단실
- 200kW 구동장치를 갖는 35톤의 기초위에 6.5×8m로 제작된 소음 측정을 위한 무향실.
- 20%에서 95%의 상대습도, -70℃에서 +70℃, 4.75×3.3×3m로 구성된 환경 실험실
- 약 315bar와 약 500l/min의 밸브 시험기
- 작동유의 열화시험기
- 마멸 시험기
- 측정과 자동화업무를 위한 약 40대 PC를 네트워크로 연결.

4. 연구내용 및 과제

이 연구소에서 진행되었거나 진행되고 있는 연구 개발과제는 5개 그룹으로 구분된다. 이것을 그룹별로 나타내면 다음과 같다.

1) 윤활 유체 해석 분야 연구 그룹(Tribology)

- 압력 매개물과 윤활 연구그룹은 다른 종류의 오염물이나 동력을 전달할 때 발생하는 하중 변화에 의해 부품, 작동유, 유압시스템의 변화 현상 등을 연구한다. 매우 짧은 시간 안에 실제로 응용하기 위한 적절한 결과를 제공할 수 있는 실험과정과 방법의 개발은 이 그룹에서 상당히 높은 권위와 자부심을 가지고 연구 활동을 하고 있다. 생태학적으로 경쟁할 수 있는 작동유를 사용함으로써 효율이 높은 결과를 얻고 있다. 이런 특별한 분야에서 IFAS 연구소의 경험이 많고, 일찍이 이 분야의 운영위원회에 대한 선두자로서의 공헌을 무시할 수 없을 것이다. 유체와 윤활 시스템과 관련이 있는 기본적인 실험을 제쳐두고라도 ER유체와 같은 특별한 매개물에 대한 연구가 진행되었고 현재도 수행하고 있다. 장래에 사용될 작동 유체의 개발은 생태학적으로 경쟁력이 있는 생산과정과 다 기능화와 직접관계가 있을 것이다. IFAS 연구소의 연구개발 경험은 압력 매개물 분야뿐만 아니라 마멸 역학 등 각각에 대하여 완전한 윤활 시스템으로 개량하는 것과 작동 유체의 거동을 규명하기 위한 실험방법을 개발하고 있다.



그림 7 연구소 실험실 내부 전경(2)

실험실 빌딩

- 약 1250 m²의 바닥면적
- 약 60개로 구성된 실험을 위한 공간
- 70톤의 기초위에 5×3m의 2대 고정 베드 (2개동 사용- 앞쪽에 보이는 것은 1998년도에 건립)



그림 8 연구소 실험실 건물전경

대체 유체

- 유압에 있어서 새로운 유체를 위한 응용분야
- 열화 성능의 실험과 적응성의 한계

- 유체 구조의 최적화
- 오염

유탈 시스템의 모델링

- 새로운 재료혼합물 시스템의 연구
- 마찰과 마멸과정의 재현

실제적으로 영향력을 가진 실험방법

- 목적을 갖는 유체 개발
- 성과를 확실하게 전달할 수 있는 시스템의 최적화
- 폭넓은 매트릭스(matrix) 연구

현재 진행되고 있는 연구

- 생태학적으로 받아들일 수 있는 작동 유체의 열화거동 분석
- 작동유체를 시장에 소개하기 위해 과학적인 평가를 수반하는 연구
- 생물 분해성이 있는 유압 유체를 위한 회전체 실링
- 생물 분해성이 있는 유압 유체의 실질적인 실험과 조건적인 감시 장치
- 실린더를 위한 코팅 기술

2) 펌프와 모터 기술 분야 연구 그룹(Pump and Motor Technology)

펌프와 모터 기술 분야 연구 그룹은 유체 정역학적인 토출장치에 대하여 연구와 개발을 한다. 이들의 업무는 본래 부품 특성에 있어서 환경적으로 경쟁력이 있는 새로운 부품을 개발하거나 개선하는데 초점이 맞추어져 있다.



이런 것을 수행하기 위해 없어서는 안되는 가장 중요한 선행조건은 토출장치를 위한 개발 설계 도구들이다. 개발 목적은 본질적으로 유탈 시스템을 개선하거나 새로운 재료와 표면 코팅기술을 사용하는 것뿐만 아니라 토출장치에 의해 발생하는 소음을 측정하고 계산하거나 결과물들의 기본적인 소음을 줄이기 위하여 설계와 측정기술을 개발하는데 초점이 맞추어져 있다.

부품 개발

- 효율 연구 및 조사
- 토출 장치와 모델 조사를 통해서 미끄럼 접촉부의 개선

- 부품의 특성에 따라 표면 코팅의 영향력 연구
- 유압 모터의 초기 구동 성능의 개선
- 수압을 위한 정역학적인 변속기의 설계
- 작업 대상물을 고정시키는 시스템을 위한 소형 유압부품의 개발

소음과 맥동

- 공기를 통해 발생하는 소음의 측정
- 구조물 진동의 측정과 계산
- 모드 해석
- 하우스 구조의 수정에 의한 진동 감소
- 변경과정을 통한 수정을 통하여 유체에서 발생하는 소음의 감소

설계 도구

- 펌프와 모터를 위한 설계 소프트웨어 개발
- 수정 과정의 해석
- 토출 장치에 있어서 유압과 기계적인 것과 유탈과 관련된 값에 대한 해석 및 계산

현재 연구 활동

- 소음과 압력맥동의 감소
- 환경적으로 받아들일 수 있는 기본 시스템에 대하여 유체정역학적인 토출 장치의 선택
- 토출 장치의 해석
- 구조 변경을 통한 토출장치의 소음 감소

3) 밸브기술과 메카트로닉스 분야 연구 그룹

밸브기술과 메카트로닉스 분야 연구 그룹의 연구 활동의 초점은 유체 동력 밸브, 액추에이터 및 센서를 개발하고 성능을 최적화하는 것이다. 기계와 전기 부품뿐만 아니라 정보기술이 통합적으로 이루어진 고 정도의 시스템들을 소위 메카트로닉스 시스템이라 부른다. 이러한 것들을 개발하는 동안에 기본적인 기계 구조, 센서 및 액추에이터가 작동하는 것들 사이에서 최적의 균형 조건을 발견하기 위하여 연구를 실시한다. 오늘날 우리들이 사용하고 있는 일반적인 유체 동력 부품은 메카트로닉스 시스템으로 볼 수 있을 것이다. 즉 기계적인 부품, 액추에이터, 센서와 전자 사이의 밀폐회로로 통합 제어되는 것은 예술적인 경지에 이를 만큼 훌륭하다. 유체 동력 시스템에서 사용되는 고 정도의 동적인 액추에이터와 센서의 설계는 밸브 기술의 영역에 있어서 더욱 발전



된 기술인 것이다. 에너지 소비의 최소화, 소음과 누설의 감소는 이 분야의 기술 발전에 있어서 더욱 더 환경적인 개념을 확립하는 것이라 생각된다.

밸브 기술

- 스위칭밸브와 비례밸브에 있어서 정적, 동적인 특성의 최적화
- 밸브의 동력 손실 최소화
- 고 정도로 동적인 비례밸브, 서보밸브의 개발

유체역학

- 압력손실과 유체 동력의 최소화를 위하여 밸브 내부의 유량에 대한 FE계산(3D-CFD)
- 밸브의 유량 계수 측정(유체 동력, 신호/ 유량 특성)
- 파이프뿐만 아니라 다른 구성 부품에서 압력손실을 최소화하기 위한 유량 계산
- 해석결과를 최적화 하기 위한 해석 소프트웨어에서 공동현상을 나타내는 모형 통합화 구성

센서와 액추에이터

- 혁신적인 밸브 액추에이터의 개발과 연구 (피에조와 플러저 코일)
- 혁신적인 센서의 개발(와전류 위치변환기)

현재 진행 중인 연구 활동

- 고 응답 유압 액추에이터
- 고 정도의 동역학적인 유압 서보밸브를 개발하기 위한 피에조로 구동되는 파일럿 스테이지 밸브
- 유압 밸브 스펙에 있어서 균형이 있는 노치형상 개발

최근에 끝난 연구과제

- 유압을 산업에 응용하기 위한 피에조 온/오프 파일럿밸브의 확실한 보증체계
- 연속적으로 제품을 생산하기위한 잡는 시스템
- 계산 유체 역학

4) 시스템과 제어기술 분야 연구 그룹

시스템과 제어기술 분야 연구 그룹은 시스템의 거동과 관련이 있는 유체 동력 구동장치에 대하여 연구한다. 이 그룹은 동적인 거동뿐만 아니라 에너지 소비량도 포함하여 연구한다. 유압 동력 부품의



수학적인 모델링 분야에 있어서 IFAS 연구소가 가지고 있는 폭넓은 경험이 새로운 제어의 개념과 그들이 원하는 시스템에서 최적화된 것을 개발하기 위하여 기본적인 연구개발의 개념을 제공한다. 현대 제어 개념의 발전은 점점 사용자를 위해서 유압 장치를 통합시킴으로서 시스템을 단순하게 하여 작동시키는 것이다. 미래에 있어서, 강건 제어 및 적응제어의 전략은 개발의 한 용어로서 중요한 형태로 나타날 수 있을 것이다. IFAS 연구소에서는 선행하는 연구 과제에 근거하여 자동화와 관련된 연구과제와 강건 제어를 위해서 현재 전략적으로 이 분야를 연구 개발하여 발전시키는 것이 급선무이다. 또한 온라인 상태 감시(Condition Monitoring) 기능을 제공하는 것뿐만 아니라 연구 목적을 달성하기 위한 가격과 유체 동력 구동 장치의 동력 소비량을 감소시키는 것이 팔목할 정도로 간단하게 이루어지고 있는 것이 주목할 만하다.

유체동력 시스템의 동력

- 비선형 디지털 해석
- 부품의 설계를 위한 해석 모델의 설정

버스 시스템

- 유체 동력 구동기를 위한 부품 프로파일
- 분산화시킨 제어 개념

에너지 절약 구동기를 위한 전략

- 제어 개념의 개발
- 유압 구동기를 위한 시스템과 사이클 최적화

제어의 질적 수준

- 시스템에 대하여 현존하는 제어 전략의 적용
- 강건 적응 전략

현재 진행 중인 연구 활동

- 지능형 유압 구동기를 위한 상태 감시
- ER 유체를 사용한 고 정도의 동역학적인 액추에이터
- 서보 유압시스템의 전문가적인 시스템

최근에 끝난 연구과제

- 저 동력 공기압 밸브
- 전기유압 복합 축

5) 공기압 분야 연구 그룹

공기압 분야 연구 그룹의 업무는 실험과 이론적인 연구 그리고 공기압 부품과 시스템 개발을 한다. 공기압 부품의 크기에 있어서 눈에 띄게 감소되고 있는 방향은 파일럿 밸브의 동력소비를 감소시키고 소형화시키는 연구과제가 지원되었다는 것이다. 일반적인 기계를 사용하는데 있어서 소형화를 하는데 크기와 성능의 한계 때문에 이 분야의 연구가 시작되었고, 향후 특별한 관심은 소형화 기계의 가능성을 더욱 가속화시키는 것이다. 서보 공기압의 응용은 조작과 자동화 기술로 확대되었다. 고도로 유연성이 있는 잡는 기구와 가공된 로봇의 손은 스위칭밸브의 사용과 구동부품의 최소화에 의해 개발되었다. 스위칭밸브 혹은 비례밸브의 조립분야 뿐만 아니라 공기압 시스템의 동역학적인 거동을 해석하기 위한 소프트웨어의 개발은, 즉 손으로 잡는 공구나 자동차분야 기술은 이 그룹의 연구 업무를 보완하여 추진하고 있다.



공기압 부품의 개발과 최적화

- 밸브를 제어하는데 필요한 동력의 감소
- 밸브제어의 최소화
- 소형기계부분에서의 응용
- 공기압 부품의 최소화
- 비례밸브의 새로운 형상

공기압 시스템의 해석

- 공기압 부품의 모델링
- 유동 해석
- 부품의 자료 확립

새로운 응용과 적용

- 자동화 기술
- 조작과 잡는 기술
- 자동차와 오토바이분야 기술
- 서보 공기압

현재 진행되고 있는 연구 활동분야

- 2개의 조(Jaw)로 물건을 잡는 지능형 기구
- 센서와 액추에이터가 통합된 서보 공기압 손
- 공기압용 밸브를 위한 솔레노이드의 동력학을 개선하기 위한 해석

최근에 종료된 연구과제

- 소형 공기압 기구
- 공기압 시트밸브에서 마멸기구 연구

5. IFAS에서 유공압과 관련이 있는 교육과 내용

IFAS에서는 기계공학과 관련되어 있는 모든 유체 동력기술의 전반적인 내용을 강의하고 있고, 학생들은 연구개발 과제에 직접 참여할 수 있고 심지어 미래 고용주와도 접촉할 수 있을 것이다. 특히 이 곳은 매학기별로 산업체에서 근무하고 있는 외부 인사를 초청하여 특강을 실시하고 있다. 참여 대상으로는 산업체에 근무하고 있는 외부인사 뿐만 아니라 특정 분야에 관심을 가지고 있는 학생들과 교수들이 참여하는 것으로 학기당 4~5번 정도 진행되고 있다. 내부에서 실시하고 있는 특강은 박사과정에 있는 학생들이 학회에 발표한 내용이나 연구과제가 끝난 과제에 대하여 유공압 분야를 전공하고 있는 학생을 대상으로 자주 진행되고 있었다.

이곳에서는 여름학과와 겨울학기로 나누고 있고, 각 학기별로 개설되는 과목은 3과목이다. 교육 방법은, 기초과목과 책임 지도교수가 전공한 분야는 직접 강의를 하고, 다른 유사분야의 교육은 강의내용과 관련이 있는 같은 학과의 전공교수와 공동으로 강의를 진행하고 하고 있고, 산업체와 직접적으로 관련이 있는 내용은 박사학위를 취득하고 산업체에서 근무하고 있는 연구원이 강의를 진행하고 있다.

학기별로 IFAS 연구소에서 실시하고 있는 교육내용을 살펴보면

겨울학기

- 유공압 기술의 기초
- 자동차에 적용된 유공압 기술
- 유체 동력 부품의 설계(유압펌프, 모터 등)

여름학기

- 서보 유압장치
- 유공압 기술에 있어서 제어기술과 마이크로컴퓨터의 응용
- 윤활과 압력 매질

6. 국제학술대회

1974년에 Wolfgang Backe 교수가 시작한 AFK라고 하는 국제학술대회 기간에 아헨대학교의 IFAS 출신의 과학 연구자들이 그 당시에 진행되고 있는 연구 결과를 발표하고자 하였다.

그리고 1996년에 AFK(Aachener Fluidtechnisches Kolloquium(독일어), Aachen Fluid Power Conference)가 마지막으로 열렸을 때 IFK가 창립되었으며, 1998년부터 Backe 교수의 제자인 IFAS의 Murrenhoff 교수와 드레스덴 대학교의 유공압 연구 소장인 Helduser 교수에 의해 처음으로 IFK-International Fluid Power Conference로 변경되었다. 이 학술대회는 매 2년마다 개최되는 것으로 처음에는 아헨대학교에서 1998년도에 1회를 시작으로 2004년에는 4회 대회로 드레스덴 대학교 유공압 연구실에서 진행되었다. 5회 학술대회는 2006년 3월 20일부터 23일까지 아헨대학교에서 실시될 예정이다.

이와 같이 유럽에서는 대학의 연구소에서 국제학술대회를 유치하는 일이 빈번하게 이루어지고 있고, 모든 학술대회에는 많은 연구자들이 참석하여 기술 교류를 활발하게 추진함으로써 유공압 분야에서 추

진되고 있는 연구동향과 어느 곳에서 어떤 연구를 하고 있는지를 쉽게 파악할 수 있다. 국내 유공압 분야 연구자들도 점차 유럽에서 실시되고 있는 국제학술대회에 참가하여 연구결과를 발표할 수 있는 기회를 자주 마련하여 우리의 기술수준을 파악할 수 있는 자리를 가졌으면 좋겠다.



[저자 소개]

장주섭(책임저자)

E-mail : jsjang@kwc.ac.kr

Tel: 031-750-8842

1960년 5월 15일생

1987년 경희대학교 기계공학과 학사,

1989년 동 대학원 석사, 2000년 동대학

원 박사, 2004년 2월부터 2005년2월까지

아헨대학교 IFAS연구소 방문연구원(한국과학재단지원), 1988년 11월~1996년2월 만도기계(주) 중앙연구소 선임연구원, 1996년 3월~현재 경원전문대학 자동차과 부교수, 자동차에 사용되는 유공압 시스템, 중장비용 유압 부품 개발에 관심이 많음, 대한기계학회 회원, 한국 자동차공학회 평의원, 한국정밀공학회 평의원, 기계기술학회, 한국액체미립화학회, 한국윤활학회, ASME 회원, 현재 유공압시스템학회 편집위원, 산업기술평가원 심사위원, 한국건설교통기술 평가원 심사위원, 한국부품소재산업 진흥원 심의위원

