

SAE World Congress 참관기

SAE 2001 World Congress

김 용 모 · 한양대학교 교수

Yongmo Kim · Hanyang University

학술논문발표와 전시회를 포함해서 자동차공학과 관련된 여러 분야의 연구결과들이 발표된다. 잘 알려진 바와 같이 SAE World Congress는 Detroit의 Cobo Center에서 매년 2월말 또는 3월초에 열리는 자동차공학관련 학술대회 중 가장 규모가 큰 국제학술대회이다. 올해의 이 학술대회의 개최기간은 3월 5일에서 3월 8일까지였으며 학술논문발표와 전시회를 포함해서 자동차공학과 관련된 여러 분야의 연구결과들이 발표되었다. 본 참관기는 이러한 광범위한 연구분야 중 필자의 전공분야인 연소공학관련부분의 최근기술동향에 대해 제한적으로 언급하고자 한다.

최근에 연소기관관련 부분에서 가장 중요한 논점 중에 하나는 효율, 저공해 엔진과 내연기관의 장래에 관한 것이었다. Mitsubishi자동차의 Ando 등은 미래의 저공해, 고효율 내연기관 연소기술을 난류혼합 제어 및 연소제어의 자유도에 따라 체계적으로 분류하였다. 일반적으로 가솔린엔진의 연소제어에 있어서 직접분사방식은 혼합기형성의 자유도를 증가시킬 수 있으며 분사시기를 조절함으로써 균일예혼합기에서 성층혼합기까지 조절할 수 있다. 이러한 기존 혼합기 형성방법에 부가적으로 2단혼합방식, 2단연소방식, 그리고 희박성층혼합기 연소방식 등을 이용해서 균일혼합기와 성층혼합기의 혼합 그리고 연소가

스와 예혼합기의 혼합 등으로 GDI엔진의 혼합기형성에 있어서의 자유도를 한층 증가시킬 수 있는 방식들이 제안되었다. 2단혼합방식은 흡기행정초기의 1차분사시 희박가연한계를 초과하는 공연비 60정도의 초희박 균일혼합기를 형성하기 때문에 Knocking을 억제하는데 효과적이며 압축행정말기의 2차분사는 초희박 균일혼합기내에 약간 농후한 성층혼합기영역을 형성하게 되어 연소초기에는 Soot이 형성되거나 초희박 균일혼합기쪽으로 화염이 전파하면서 희박 균일혼합기속의 O₂ 및 OH라디칼에 의해 완전히 산화하게 된다. 2단연소방식은 압축행정말기에 1차분사에 의해 희박성층혼합기를 형성하고 팽창행정말기에 보조적인 2차분사를 하여 배기가스온도를 상승시켜 촉매를 빨리 가열시키며 2차분사의 연소과정에서 형성된 Soot은 난류혼합과정에서 희박 성층혼합기의 연소생성물중의 OH라디칼 등에 의해 산화하게 된다. 이러한 2단연소방식은 연료소모율을 개선하기 위해 촉매의 초기가열이 끝난 후에는 성층희박혼합기에 의한 1단연소방식으로 전환하게 된다.

일반적으로 가솔린엔진의 연소과정은 난류에 의해 제어되고 GDI엔진의 연소과정은 혼합기 형성에 의해 제어할 수 있으나 NO_x와 PM의 동시저감을 위해 개발되고 있는 개발되고 있는 균일예혼합 압축착화

기관(HCCI)의 연소제어에 있어서 가장 큰 문제점은 점화시기 제어의 어려움에 있다. 나고야 공과대학의 Ohta 등은 HCCI엔진의 연소과정을 제어하기 위해 두 가지 방식, 즉 저휘발성 유기화합물을 연료에 첨가하여 자발화 시기를 지연하는 방법과 디젤엔진용 Cetane수의 탄화수소연료를 가솔린엔진용 높은 octane수의 탄화수소연료에 첨가함으로써 넓은 운전조건에 대하여 점화시기와 엔진부하를 제어하는 방식을 제안하였다. Nissan자동차는 고부하 및 넓은 운전조건에서 작동할 수 있는 HCCI엔진을 개발하기 위하여 개선된 MK(Modulated Kinetics)연소 방식을 제안하였다. 고부하 운전조건에서 MK연소 방식은 EGR가스의 온도증가로 인한 점화시기의 단축과 분사연료량의 증가로 인한 분사시간의 증가와 같은 문제점 때문에 자발화전에 연료분사를 완료해야 하는 예혼합연소의 필요조건을 충족할 수 없게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 EGR가스를 냉각하고 압축비를 낮추어 점화시기를 지연시키고 고압분사에 의해 분사시기를 단축하는 방식과 함께 연소실 형상을 개선하고 선회강도를 증가시켜 류혼합에 의한 혼합기의 예혼합도를 향상시키고 HC의 형성을 최소화하는 연소기술을 제안하였다. Mishubishi중공업연구진은 RCM을 이용해서 HCCI엔진의 연소조건에서 공연비, 산소농도, 그리고 압축온도가 점화시기 및 NO_x배출특성에 미치는 영향에 대한 체계적인 연구들을 발표하였다.

HCCI엔진의 연소과정 및 점화시기를 예측하기 위한 모델링에 대한 다수의 논문들도 발표되었다. 미시간대학의 Fiveland 등은 HCCI엔진의 연소실 벽면에서의 경계층 영향을 고려하기 위하여 연소실 중앙의 단열화염영역과 열전달을 수반하는 연소실벽면 근방의 연소영역을 구분하여 해석하는 Two-Zone모델을 제안하였다. 또한 위스콘신대학의 Kong 등은

HCCI엔진의 연소과정에서 유동장과 화학반응의 상호작용 영향을 고려하기 위하여 CFD Code을 이용하여 HCCI엔진의 연소특성을 해석하였으며 수치계산 결과는 실험치와 정성적인 일치를 보였으나 연소과정과 점화시기를 정확하게 예측하기 위해서는 난류연소 모델의 예측능력을 개선할 필요가 있음을 지적하였다. 최근에 와서 특기할만한 수치해석연구의 기술적 동향중에 하나는 포괄적인 수치 및 물리모델을 최저설계기법과 결합하여 흡기 및 배기시스템을 포함하여 Gasoline, GDI, 그리고 Diesel엔진의 최적설계에 적용한다는 점이다.

내연기관의 연료소모율개선과 관련하여 주목할만한 논문은 Volkswagon사의 Lupo 3L 직분식 터보차지 디젤엔진에 대한 연구결과였다. 지난해에 수행된 도로주행 시험결과에 의하면 이 Lupo 3L 디젤엔진을 타재한 차량이 792.57L의 연료로 80일 동안에 5대륙에 걸쳐서 평균속도 85.6 km/h로 33333 km를 주파하였으며 이는 100km를 주행하는 데 2.38L의 연료가 소모되고 연료 소모량당 주행거리로는 98.9miles/gallon이 된다는 것을 의미한다. 이러한 Lupo 디젤엔진은 세계최초의 3-L Car이며 동시에 EURO4를 만족할 수 있는 첫번째 디젤엔진이다. Volkswagon사는 100km 주행거리 당 연료소모량을 2.0L로 저감하기 위해 Ring노즐을 장착한 디젤형 총상혼합기 엔진(HTSC)의 개념설계를 제시하였다. 이 엔진은 Lupo 디젤엔진처럼 Unit Injector를 사용하고 연료는 2개이상의 니들밸브를 가지는 Ring노즐로 분사되며 Ring노즐을 거쳐 연소실로 유입된 연료는 연소실 중앙에서 충돌하면서 자발화와 함께 연소실벽면과 접촉이 없이 Fireball을 형성하면서 급속하게 연소되기 때문에 Wall Quenching에 의한 UHC형성을 막을 수 있고 Fireball이 잔류 연소가스에 쌓여서 연소되기 때문에 NO_x 및 Soot의

생성을 최소화할 수 있는 이점을 가지고 있다. 이러한 고효율 연소기관의 개발은 석유자원의 고갈과 지구온난화와 관련해서 아주 중요한 의미를 가지는 것이다.

UC Berkeley의 Oppenheim교수가 구성한 Session(Advances in Combustion)의 Panel Debate에서 내연기관의 장래에 대한 열띤 토론이 있었다. Panelist로써는 Mitsubishi자동차의 Ando, Sandia Lab의 Carling, 위스콘신 대학의 Foster, Toyota자동차의 Nakanishi, 그리고 Aachen공대의 Pischinger 등이 참여하였고 이 분

야의 전문가들인 200명 이상의 청중이 참가하여 연료소모율, 저공해특성, 에너지 밀도, 열효율, 엔진 생산비용, 연소과정 및 추진관련 모든 물리적 과정에서 발생하는 유효에너지의 손실, 기존의 고성능 저공해 내연기관의 미래엔진으로써 가능성, 연료전지 엔진과 내연기관에 대한 전망 등에 대하여 진지하고 의미있는 토론이 진행되었다. 특히 86세의 고령에도 불구하고 상충되는 의견들을 특유의 카리스마와 함께 정연한 논리로 수렴하던 Oppenheim교수는 참으로 인상적이었다.

〈배충식 편집위원 : csbae@sorak.kaist.ac.kr〉

2001년도 공공기관의 중소기업(자동차관련) 기술개발 지원사업 안내

정부에서는 “벤처기업육성에 관한 특별조치법”에 의하여 정부부처 및 정부투자기관의 연구개발 예산중 일정비율 이상을 중소기업에 지원토록 하고 이에 대한 내용을 중소기업청을 통해 아래와 같이 발표했기에 안내하오니 우리학회 회원사중 관심있는 업체에서는 많은 활용바랍니다.

기관명	사업명	지원예산	사업시기	담당부서	연락처
환경부	환경기술 및 자동차저공해 연구개발	20억원	6월 / 12월	환경기술과	02-500-4245
산업자원부	산업기술개발사업	2000억원	3월 / 6월	산업기술평가원	02-8298-652
	에너지기술개발사업	213억원	9월 / 11월	자원기술과	02-500-2795
건설교통부	산화연공동연구개발	40억원	4월	기술정책과	02-500-9022
	지능형교통체계연구개발	4억원	3월	교통정보기획과	02-504-9082

위 내용에 대한 상세내용은 중소기업청 기술지원국 홈페이지 (<http://techno.smba.go.kr>) 참조바랍니다.

토를 수행하고 있다. 이러한 결과는 일본의 자동차산업계에 직접, 간접적으로 영향을 주기 때문에 자공회와 협조하면서 일본의 의견을 제시해 나가고 있다.

또한 자동차배출가스의 건강영향 및 교통사고조사와 같이 각각의 기업이 조사하는 것 보다는 JARI가 실시하는 편이 효과적인 과제 및 배출가스, 소음, 안전기준작성을 하기 위해서는 중립기관으로서 적극적으로 역할을 수행해나가고 있다. 이 가운데 환경대책 및 안전대책의 효과예측은 자동차산업과 역할분담을 하면서 수행하여 나갈 수 있는 과제이고, 향후 적극적으로 실시해나갈 계획이다. 또한 하이브리드 전기자동차 및 연료전지자동차와 같이 지금까지의 평가범으로는 어려운 문제에 대해서는 제3의 기관으로서 평가법 책정을 위하여 정부와 협력하면서 수행해나갈 것이다.

다른 분야의 경계영역에 관한 과제로서는 가솔린 엔진, 디젤엔진에 대하여 배출가스 규제가 더욱 엄격해지면 자동차만으로 이에 대응하는 것이 쉽지 않게 된다. 연료를 개질하여 환경개선에 기여하는 것과 도로교통을 개선하여 배출계수를 저감하는 것 등 다른 분야와의 공동연구가 필요하게 된다. 이 때문에 자동차기술과 연료기술, 자동차기술과 교통관제기술을 조합한 종합적인 대책이 필요하다. JARI에서는 (재)석유산업활성화센터 및 국토교통성 토목연구소와 협력하여 환경개선에 관한 연구를 계속하고 있고 향후 이러한 공동연구를 더욱 촉진시켜나갈 계획이다.

21세기는 정보기술의 시대이기 때문에 자동차기술에서도 ITS를 시작으로 많은 IT를 채용할 것이다. ITS 관련하여 JARI는 드라이빙 시뮬레이션을 통하여 휴먼머신인터페이스(HMI)분야에서 많은 데이터를 제공하여 왔고, 인간공학에 바탕을 둔 고령자의

시각탐색기술 및 운전 특성에 관하여 연구에는 강점을 갖고 있는 연구영역이다. 향후에는 ITS 도입의 효과 예측 및 사회에의 수용성 등에 관하여 연구를 진행하여 나갈 계획이다.

이상과 같이 JARI는 에너지, 환경분야 및 안전, 정보분야에 있어서 국가, 자동차산업 등으로부터 많은 연구를 수탁 받아 수행하고 있고, 중장기연구사업으로 고려하고 있는 연구영역은 에너지 및 환경분야에서는

1. 도로, 도시구조 및 교통체계에 있어서 환경개선책을 포함한 종합적인 환경부하저감 방책과 평가 시스템의 제안, 환경개선 대책의 효과예측 모델의 개발
2. 유해 대기오염물질에 관한 리스크팩터를 이용하여 지역별, 발생원별 건강리스크에 관한 시뮬레이션을 하고 이에 따라 건강에 안전한 대기질의 목표치를 설정

안전 및 정보분야에서는

1. 인체의 충격내성 및 상해 메카니즘에 관하여 연구, 인체 FEM 모델 및 더미-FEM 모델 등의 개발에 바탕을 둔, 인체특성 데이터베이스의 구축과 일본인 더미의 개발
2. 사망중상사고 제로비전의 실현을 향하여 사람, 차, 환경에 관하여 통합 시뮬레이션 및 사고발생기술 모델의 개발
3. 자동차의 고지능화가 진행되는 가운데, 사람의 판단 알고리즘의 해명, 자동차와의 대화를 위한 HMI의 고도화 등이 계획되고 있다.

(이대업 편집위원 : daeyup@kimm.re.kr)