



제28회 국제연소학술회의 참관기

허 강 열 교수 · 포항공과대학교 기계공학과

지금까지 실용적인 엔진 3차원 모사 연구를 주로 해 오면서 매년 디트로이트에서 열리는 미국 자동차 공학학술회의에서 항상 논문 발표를 해오던 입장에서 처음으로 2000년 7월 30일부터 8월 4일까지 영국 Edinburgh에서 열린 제 28회 국제연소학술회의에 참가함으로써 여러 가지 점들을 새롭게 느끼고 배울 수 있었다.

Edinburgh는 세계적으로 유명 관광지로서 특히 8월초부터가 축제 기간이므로 시내에 수많은 관광객들이 몰려 다니며 스코틀랜드의 오랜 역사와 문화를 즐기는 모습을 많이 볼 수 있다. 햇빛이 내리쬐면서도 덥지 않고 상쾌한 좋은 날씨에도 갑작스레 예고없이 쏟아지는 소나기와 오래된 붉은 석조 건물, 검은 양복 차림의 길가는 사람들과 스코틀랜드 전통 의상인 치마를 입은 중년 남자들의 모습들은 새삼 내가 영국이라는 나라에 와 있음을 실감하게 해 주었다.

국제연소학회는 격년으로 열리는 Combustion Institute의 최대의 행사로서 까다로운 논문 심사 과정 때문에 동양권에서는 그리 많은 논문이 실리지는 못하지만 국제적으로 이름이 알려진 학자들이 거의 대부분 참가하여 진지하게 학술 발표

와 토론에 참여하는 모습은 볼 만하였다.

발표 논문들의 내용과 질도 매우 정선되어 있기 때문에 관심이 있는 사람들은 월요일부터 마지막 금요일까지 거의 빠짐없이 발표 과정을 들을 수밖에 없었으며 주요한 내용의 논문 발표 시에는 넓은 발표장을 가득 메우고도 부족하여 많은 사람들이 서서 듣고 있는 열띤 분위기 속에 진행되었다.

이번에 정규 논문으로 채택된 것이 한국에서는 모두 6편으로서 이나마도 예년에 비해 논문 신청 건수와 채택 건수가 모두 2배로 증가하여 가장 빠른 성장세를 보이고 있는 국가라고 한다. 그러나 논문 심사 기준과 과정이 너무 기존의 조류와 관행에 구속되어 있어 결론이 논란의 소지가 있거나 새로운 분야나 색채의 논문은 통과되기가 어렵다는 비판적인 시각이 있다. 대부분의 학술 발표들이 미국, 유럽, 일본도의 분위기에서 일본이 비교적 활발하게 참여하고 있으며 대만, 중국등은 한국보다도 열세에 있는 것으로 판단되었다. 특히 일본은 2년 후 홋카이도에서의 제 29회 국제연소학회 주최국으로서 이번에 모든 학회 참가 연구자들의 명함을 차기 학회 홍보용으로 새로이 일괄 제작하여 단합된 모습을 과시하는 것이 역시 단체



행동을 중요시하는 일본인들다웠다.

국제 연소 학회의 세션은 Turbulent Nonpremixed/ Premixed Combustion, Reaction Kinetics, Laminar Flame, Combustion Dynamics, Spray and Droplet Combustion, IC Engines, Fire, Pollutants, Soot 등으로 구성되어 있으며 그 중에서도 가장 많은 관심을 모으는 분야는 역시 실용 연소기에서 큰 의미를 지니는 난류연소에 관한 실험 기법과 결과, DNS(direct numerical simulation) 그리고 수치 모델링 연구들로 이루어져 있다.

내연기관 세션에서는 Lawrence Livermore 연구소의 C. Westbrook의 Ignition Chemical Kinetics에 관한 강연과 함께 SI, CI 엔진에서의 NOx 예측 및 Laser Diagnostic, 연소 모델, GDI 엔진에서의 혼합기 형성, 노킹에 대한 논문들이 발표되었으며 MIT, 위스콘신 대학등 내연기관 연구를 하는 미국 내 주요 대학 교수들도 많이 참가하고 있었다.

Work-in-Progress 포스터에서도 많은 좋은 논문들이 발표되었으며 위스콘신 대학의 Foster 교수 같은 분은 Engine Research Center의 Director이었으며 이미 중견학자로서 명성이 높은 분이면서도 직접 포스터 앞에서 열띤 설명을 하면서 토론하는 모습이 인상적이었다. 아직 충분히 활동할 나이에도 학문적으로 더 이상의 창의적인 연구가 이루어지지 못하고 학생에 의하여 연구가 진행되는 국내 대학의 연구 관행에 대해 나 자신부터 깊이 반성하여야 할 것으로 생각되었다.

그러나 다른 한편으로는 우리도 최근 활발한 활동을 통해 연구 수준을 높여가고 있으나 언어의 장벽 때문에 일본과 함께 우리의 실력을 제대로 인정받지 못하는 경우가 많이 있으므로 특히 앞으로 자라나갈 젊은 층에서는 영어에 좀더 관심을 갖고 준비해야 할 것으로 생각되었다. 우리말과

우리 문화를 소중히 함은 물론이지만 동시에 국제 무대에서 남들과 경쟁하려면 영어가 일단 해결되어야 함은 필요악이라고나 할까.

국제연소학회가 열릴 때에는 전세계에서 많은 연소 관련 인사들이 모이기 때문에 그 전후로 하여 여러 워크샵등의 소학회나 친목 모임들이 활발하게 이루어진다 이번에는 국제연소학회가 열리기 전 주에 네델란드 델프트 대학에서 제 5회 TNF(Turbulent Nonpremixed Flame) 워크샵이 3일간의 포스터 세션과 패널 회의 형식으로 개최되어 난류연소 분야의 발전과 협력 방안에 대해 논의하였으며 2년 후에는 일본에서 다음 모임을 갖기로 하였다.

TNF 워크샵의 진행 방식은 내실 있는 모임을 이루기 위해 직접 연구에 참여하는 연구자들으로써 전체 인원을 일정 규모로 제한하고 있으며 난류연소 모델링 기법의 발전을 위해 몇 가지의 Test Flame들을 정하고 그에 대한 완벽한 데이터 베이스를 측정을 담당할 기관에서 Web에 올려 놓으면 그에 대해 자신의 모델을 적용하고자 하는 사람들이 그룹을 형성하여 결과를 상호 비교하는 방식이다. 미국 Sandia National Lab(piloted jet flame), 호주의 Sydney 대학(bluffbody flame), 독일의 Darmstadt 대학(swirl flame) 등이 주관 기관으로서 각 Test Flame에 대한 결과를 종합 정리하였으며 이 분야의 원로들이 나서서 앞으로의 연구 방향과 문제점, 해결책에 관해 패널 형식의 토론을 진행하였다. 국제연소학회 전날 일요일에는 CHEMKIN 사용자들의 회의가 열렸으며 본인이 관심을 갖고 있는 CMC(Conditional Moment Closure) 모델에 대해서는 학회 후 Leeds 대학에서 소규모의 토의 모임을 가졌었으며, 2년 후 일본 홋카이도에서 국제연소학회를 할 때에는 한국에서 다시 CMC에 관한 모임을 갖기로 하였다.



국제연소학회는 SAE에 비해 기초 연소 현상에 대한 실험 및 이론 논문이 주류를 이루고 있으나 내연기관에 대한 세션이 별도로 독립되어 있다.

또한 대부분의 기초 연구들도 궁극적으로는 엔진과 같은 실용적인 연소기에 적용하는 것을 목표로 하고 있으므로 내연기관을 연구하는 사람에게 직접적으로 유익한 논문들이 많이 있었다.

국제연소학회에서 다루어지고 있는 문제들 중 자동차 공학의 관점에서 중요한 분야를 정리해 보면 스파크 점화기관과 압축착화기관의 연소방식인 Turbulent Premixed Combustion과 Turbulent Nonpremixed Combustion에 관한 기초 연구들이 포함될 것이며 GDI 엔진에서의 복합 연소 문제가 많은 관심의 대상이 되고 있다. 이들 중 특히 엔진과 직접적으로 관련이 있는 스파크 점화, 분무연소, 배출가스등의 내용은 내연기관 세션에서 별도로 다루어지고 있으며 연소 시의 온도, 각종 species 농도를 위한 레이저 측정 기법과 결과들도 엔진 가시화 실험에서 매우 중요한 최근의 동향과 정보들을 제공하고 있다.

특히 모델링 연구를 주로 하는 본인의 입장에서 RIF(Representative Interactive Flamelet), CMC 등의 난류연소 수치 해석 모델들이 핵심 관심 사항들이다. 특히 목요일 아침에 Plenary Session에서 발표한 독일 Volkswagen의 W. Hentschel의 가솔린 직분식 엔진 개발 과정에서의 실험과 수치 연구 결과에 대한 강연은 정말로 인상적이었으며 산학연 협동 연구가 지향해야 할 모범을 그대로 보여주는 것 같았다.

여러 관련 대학과 연구소, 기업에서 GDI 엔진 연소라는 하나의 주제를 가지고 개발에 필요한 각종 기초 정보를 얻기 위해 다양한 세계 최고 수준의 실험들을 수행하였으며 이를 하나로 종합함으로써 연소실 내에서 일어나는 복잡한 연료-공기 혼합 과정에 대한 전체적인 윤곽이 자연스럽게 도

출되었다. 이와 같은 협동 연구 과정에서 역시 가장 중요한 것은 복합적인 팀을 하나의 목표 하에 일관적으로 이끌어 나갈 리더쉽으로서 여기서는 완성차 업체에서 그 역할을 수행해 나간 경우에 해당하였다.

하나의 주제를 어느 한 팀에서만 수행토록 함으로써 중복을 피하기보다는 오히려 다양한 방법들 동시에 적용하여 결과의 신뢰성을 확보하고 상호 보완적인 상승 작용을 할 수 있으며 또한 그 과정에서 공정한 경쟁과 적자생존의 원리가 적용될 수 있다면 진정한 발전으로 피할 수 있는 것이 아닐까 하는 생각을 해 보았다.

국내의 내연기관 관련 연구가 G7 차세대 자동차 과제 수행 초기에 활발한 모습을 띠던 시기에 비해 최근 새로운 능력있는 연구자들이 많이 증가하였음에도 불구하고 다소 가라앉은 모습을 보이는 것은 우리 모두에게 책임이 있다고 생각된다.

여러 가지 문제점들 중에서도 역시 가장 중요한 것은 초기 R&D의 연구 결과가 실제 엔진의 설계, 개발에 기여하는 확고한 선례를 남기지 못하고 선진국 연구의 외형적인 모습을 모방하는 정도에서 그쳤기 때문이 아니었나 생각된다.

선진국들의 경우 이미 100년 전 내연기관이 처음 모습을 드러낼 때부터 산학 연계를 통해 이루어진 역사를 갖고 있는 데 반하여 우리는 너무나 짧은 역사를 갖고 있으므로 사실은 이만큼이나 파해온 것도 자랑스러운 일이겠으나 창의성이 요구되는 핵심 엔진 기술 사항에 있어서 거의 경쟁을 포기하는 현 상황에서 앞으로의 국제적인 자유 경쟁을 극복할 수 있을 지 우려되는 마음은 모두가 마찬가지일 것이다. 이에 대한 해결책의 하나가 될 수 있는 것이 역시 기초 연구와 엔진 개발 선행 연구가 서로 유기적으로 협조해 나갈 수 있는 체제를 확립하는 것이며 단순히 연구의 모양새만 갖추고 사람을 키워내는 데에 그치지 않고 정말로



서로가 필요로 하는 정보와 기술을 주고 받을 수 있는 단계로 발전해 나아가는 일일 것이다.

학교와 국공립연구소에서는 완성차 업체의 연구와는 확연히 구분되는 기초, 원천 기술 연구 쪽으로 좀더 관심을 가져 서로 상부상조할 수 있는 체제를 갖추고 이를 위해 일부 연구자들은 국제연소학회에서 다루어지고 있는 것과 같은 기초적인 연구 내용들에도 관심을 가져 기초 연구와 응용 연구의 연계가 가능해지도록 다양한 연구를 수행

해 나가는 것이 바람직할 것이다.

완성차 업체는 아무리 인적, 물적 자원이 풍부하여도 스스로 관심을 가지기 어려운 문제들이 있으며 이에 대한 기술이 결국 엔진 개발과정에서 필수적인 원천 기술이 되는 만큼 좀더 여유를 가지고 산학연 협조에 계속 관심을 가지는 것이 필요하다고 생각된다.

〈노수영편집이사 : sooyoung@cbucc.chungbuk.ac.kr〉