

제10회 국제 압력용기 기술대회(ICPVT) 참석 보고

김 남 하
대한전기협회 전력기준처 처장

국제 압력용기 기술대회는 발전설비, 가스설비, 석유화학설비 등 장치산업의 핵심이 되는 압력용기의 기술에 대하여 전 세계 관련 전문가들이 모여 논문을 발표하고 토론하는 Conference로, 1969년 네덜란드의 델프트에서 1차 대회를 개최한 이래 매3년 또는 4년 주기로 아메리카, 아시아-오세아니아, 유럽-아프리카의 3개 지역에서 번갈아가며 개최되는 기술대회이다. 제10회 국제압력용기 기술대회는 오스트리아의 수도 비엔나에 있는 비엔나 공과대학에서 개최되었다. 이 대회에 참가한 소감과 ICPVT의 연혁 및 향후 방향에 대하여 소개한다.

▶ 연혁

국제 압력용기 기술대회(ICPVT : International Conference on Pressure Vessel Technology)는 압력용기 기술에 대한 의견교환을 위하여 1969년에 네덜란드에서 처음 개최된 후 대륙별로 번갈아 가면서 개최되는 국제 학술대회이다.

영국, 프랑스, 독일 등이 주축이 되어 압력용기 기술의 공유를 목표로 유럽 - 아프리카 지역위원회(EARC : Europe Africa Regional Committee), 아메리카 지역위원회(AmRC : America Regional Committee), 아시아 - 오세아니아 지역위원회(AORC : Asia-Oceania Regional Committee)의 3개 지역으로 나누고, 각 지역

위원회는 지역위원회 위원장과 위원들로 구성되며, 그 지역위원회 위원장이 그 지역에서 개최되는 기간에 ICPVT 대회장이 된다.

표 1은 지금까지 지역별로 개최되었거나 개최예정인 국가 및 도시에 대한 현황이다.

아메리카 지역은 미국 기계학회의 압력용기 및 배관 기술대회(PVP : Pressure Vessel and Piping)와 동시에 개최되는 것이 관례이고, 남아메리카 및 아프리카 지역에서는 개최된 예가 없으며, 남반구에서는 오스트레일리아가 2000년 처음으로 개최하였다. 아시아-오세아니아 지역위원회는 일본이 거의 주관하고 있으며 현재 AORC 의장은 아사다 야스히데(朝田泰英) 박사이고 일본의 공식창구(Official Window)는 일본 고압기술협회(HPI ;

〈표 1〉 ICPVT 지역별 개최 현황

EARC		AmRC		AORC	
1회(1969)	Delft, Netherlands	2회(1973)	San Antonio, USA	3회(1977)	Tokyo, Japan
4회(1980)	London, UK	5회(1984)	San Francisco, USA	6회(1988)	Beijing, China
7회(1992)	Dusseldorf, Germany	8회(1996)	Montreal, Canada	9회(2000)	Sydney, Australia
10회(2003)	Vienna, Austria	11회(2006)	Vancouver, Canada	12회(2009)	(?), Korea

High Pressure Institute)이다. 필자는 8회 몬트리얼, 9회 시드니, 10회 비엔나 대회에 참석하였었다.

▶ 제10회 ICPVT

2000년 4월 시드니에서 개최되었던 9회 대회에서, ICPVT-10은 EARC 의장인 영국의 Darlaston 씨가 대회의장으로 선출되었고 개최지는 오스트리아의 비엔나 공과대학으로, 주관은 동 대학의 Zeman 교수로 결정되었었다.

AORC에서는 위원장인 아사다 박사가 중심이 되어 ICPVT-10 일본위원회를 조직하고 2002년 4월부터 실질적인 준비에 착수하였었다. 일본 및 AORC 지역의 논문 제출에 대한 업무를 일본 고압기술협회를 사무국으로 하고, 대학, 기업, 각종 연구기관에서의 참가자를 독려하였다. 우리 나라는 아직까지 공식적인 창구가 없으며 다만 대한기계학회의 압력기기 부문 위원회가 잠정적 창구 역할을 하고 있는 실정이다.

EARC가 호스트 위원회로서 논문모집 안내나 대회 안내서를 작성하였고, 일본이 이를 AORC 지역에 배포하는 업무와 AORC에서 제출되는 논문의 초록 및 본문을 심사하여 EARC에 제출하는 일을 맡아서 처리하였다. 일본의 노고에 감사를 드리는 바이다. 제10차 대회는 2003년 7월 7일에서 10일까지 4일간 오스트리아 비엔나

에서 열렸다. 유럽지역에서의 개최는 표 1에서 보여주는 바와 같이 이번이 4회째이다. 개최준비는 유럽-아프리카 지역위원회(EARC)가 담당하였다.

또한 유럽연합의 단일표준(EN 13445)이 2002년 5월에 발행된 후 처음으로 개최된 회의에서 유럽 압력기기 연구위원회(EPERC; Europe Pressure Equipment Research Council)를 중심으로 EN13445(압력용기)에 대한 적극적인 소개가 있었다.

최종적으로 게재된 기술논문 수는 설계 25편, 재료 11편, 볼트결합 8편, 피로파괴 및 해석 19편, 검사보수 6편, 시험 6편, 특수기기 4편, 용접기술 6편 등 80여 편이었다. 지역별로는 AmRC가 14편, EARC는 36편, AORC가 35편이었다.

EARC에서는 개최국 오스트리아와 영국이 많았다. 이번 대회는 AORC에서, 개최 전에 유행한 신형폐렴(SARS) 영향 때문에, 일본 1편, 중국 4편, 이란 4편의 논문이 취소되었다. 전회는 처음으로 남반부에서 개최되었고 발표된 논문이 155편으로 많았지만, 이번에는 85편으로 감소하였으나 논문집은 전체 661페이지이고 참가자 전원에게 디지털화한 CD-ROM도 배포되었다.

개최장소인 비엔나 공과대학은 비엔나시의 중심가를 연결하는 Ring이라는 환상도로에 접하여 City Center에서도 쉽게 걸어갈 수 있었다. 비엔나 시내에 여러 개로 나누어져 있는 비엔나 공과대학 가운데에서도 외부가 큰 새집 같은 중앙도서관 부근에 위치하고, 거리에 커다란

환영 현수막이 걸려있었다. 발표회의장은 2층과 3층에 세 개의 계단강의실이 있었고, 2층에는 대회의 등록데스크와 전시장이 있었다. 또한 인터넷 룸도 준비되어 있었다. 참가자는 28개국에서 190명 정도였다. 시드니 대회의 참가자, 27개국에서의 약 350명에 비하면 절반 정도였다.

○ 7월 6일(일) : Registration, ICPVT 운영위원회, 기술전시회장 개장

등록시간과 병행하여 3지역의 멤버에 의한 ICPVT 운영위원회가 Darlaston 의장 주재로 비엔나 공과대학 내에서 오후 2시 반부터 개최되었다. 전 대회 시드니 회의 의사록 승인, 약간의 위원교체, 각 지역의 상황보고 외에 ICPVT 역할 및 향후 발전방향에 대한 의견교환이 있었다.

회의의 내용은,

- (1) 기술이전이 주목적이지만 3년 또는 4년에 한번 개최하는 것이 충분한가
- (2) 「설계 및 건설」로부터 「기기의 유지 및 보전」을 중심으로 테마가 이행되고 있는 현상을 고려한 대응책은 무엇인가,
- (3) 매년 개최되는 활발한 ASME-PVP Conference 와 비교하여 회의프로그램의 대응

등이 지적되었다.

AmRC가 주최하는 ICPVT-11은 2006년 7월 ASME-PVP Conference와 동시에 밴쿠버에서 개최하기로 결정되었다. AORC에서 말레이시아의 정식 참가를 허용하였고, ICPVT-12는 한국이 주체할 것을 요청하여 우리가 승낙함으로써 2009년에 우리 나라에서 개최될 예정이다. 또한 향후는 매3년마다 개최하기로 합의하였다. 그 후 다수의 참가자와 함께 카테일파티가 있었다.

○ 7월 7일(월) : Opening Ceremony, Technical Session, Panel Discussion

7일은 Darlaston 위원장의 사회로 오전 개막식 행사가 열렸다. 행사장은 HS1이라고 불리는 강의실로 음향효과를 고려한 계단식이고, 200여 명의 인원을 수용할 수 있는 강당과 같은 강의실이었다. 이번 대회 준비를 하여 온 비엔나 공과대학의 학장 인사말과 J. Spence 교수가 압력용기 기술분야에 큰 공적을 남긴 R. Nichols를 기념한 기조강연이 있었다.

증기기관에서 원자력에 이르는 200년 간의 기술혁신은 아이디어의 「창출」, 「사고」, 「조사」, 「기준화」의 싸이클이 반복되어 진보하여온 결과라고 소개하였다.

최근의 milestone으로 Risk Base에 의한 검사와 압력설비의 유지 및 보전에 대하여 거론하고 다음의 milestone으로 고속로(FBR)와 수소제조일 것이라고 설명하였다. 48쪽에 달하는 기조강연의 소책자가 배포된 것 외에 프레젠테이션도 압력용기의 시험상황 등 시각 영상 자료가 많이 포함되어 이해에 많은 도움이 되었다.

계속된 기술 강연으로 “설계와 해석”, “재료”, “볼트 접합”의 세션이 3개의 강의실에서 진행되었다. 한 건당 20분의 발표시간과 10분의 질의응답의 간격으로 진행되었다. 어느 강의실에서도 음악과 같은 음향효과를 도입한 계단식이기 때문에 질문 등이 반향하여 듣지 못하는 장면도 있었다.

저녁에는 비엔나 시가지의 북쪽에 호이리게라고 부르는 음식점으로 참가자 대부분이 이동하여, 소시지를 안주로 금년에 수확한 포도주를 마시는 시음회가 있었다. 비엔나의 기후는 7월 초순까지도 서늘하고, 6시 반부터 시작된 파티가 11시까지 지속되어 몸에 냉기를 느끼는 사람도 많았으나 포도주를 마시는 테이블을 둘러싼 담소는 계속되었다.

○ 7월 8일(화) : AORC 회의, Technical Session, Panel Discussion

8일은 AORC 운영위원회가 아침 8시 15분부터 9시까지 열렸다. 참가국은 일본, 중국, 한국, 말레이시아였다. AORC로부터 35건의 논문발표가 있을 것이고 일본 1건, 중국 4건, 이란 4건의 논문이 취소되었다는 보고가 있었다. ICPVT-12의 개최지로 한국을 확정하였다. 성균관 대학의 김영진 교수는 한국에서 최근 유사한 회의가 많기 때문에 ICPVT에 대한 관심을 높이기 위하여 산업계로부터의 발표를 한층 증가시킬 필요가 있다는 것과 논문의 질을 향상시키기 위하여 발표논문을 직접 권위 있는 잡지에 게재하는 등의 대책이 필요하다고 제안하였다.

이어진 기술세션에서는 “설계와 해석”, “재료”, “피로와 파괴해석”의 발표가 있었다. 이번 대회를 시작으로 현재 주목되고 있는 기술과제에 대해서 각 지역의 대표가 참석한 Panel Discussion이 계획되었다.

일본 神工大의 西口教授의 “해석에 의한 설계 : 현상과 장래”라는 강연이 주목할 내용이었다. “해석에 의한設計 : 현상과 장래” 패널에서는 응력의 분류방법에 대한 의견이 나누어져, 유지, 보전 등에는 응력분류가 필요하다는 반대의견도 있었다. 모든 패널에서 시간이 짧을 정도로 많은 의견이 나와서 성공한 프로그램 이었다는 평이었다. 그 후 각국의 운영위원과 부인을 위한 만찬회가 열렸다. 각국 위원이 부인을 동반하여 스웨덴광장 가까운 곳에 있는 베토벤이 숙박하였던 유서 깊은 식당에서 화기에 애한 분위기로 진행되었다.

○ 7월 9일(수) : Technical Session, Panel Discussion, 대회파티

9일은 “설계와 해석”, “피로와 파괴역학”, “시험”에 관한 강연발표와 패널 디스커션으로 “파괴해석”이 있었다. 또 오스트리아의 Price 씨의 Pipe Line의 파괴사고

보고는 프로그램에는 없었지만 발표 기권을 메우기에 충분한 내용이었다. 이날 저녁은 시청 광장에서 Conference Party가 있었다.

비엔나 시내에 유서 깊은 고층건물로 둘러싸인 중앙정원에 입식파티로 각국의 참석자와 교류를 넓힐 수 있었다. 회장은 부인을 동반한 사람도 많았고, 비엔나 음악학원 학생에 의한 바리톤, 소프라노의 독창, 이중창으로 분위기를 한껏 돋우었다. 이쪽저쪽 테이블에서 국제교류의 바퀴가 돌아가고, 다음 대회에서 만나자는 약속으로 헤어지는 장면이 목격되었다.

○ 7월 10일(목) : Technical Session, Panel Discussion

10일은 기술강연으로 “피로와 파괴해석”, “특수기기”, “용접기술”의 세션이 있었고, 패널 디스커션에서는 “고온설계”와 “압력용기연구”가 있었다. 오후 3시 반에 이날 일정을 포함하여 모든 대회의 일정이 종료되었다.

▶ 유럽의 통일 압력용기표준(EN13445)

압력용기 기술에 대한 활동의 중심을 살펴보면 미국은 ASME의 압력용기 연구위원회(PVRC : Pressure Vessel Research Council), 일본은 일본 압력용기 연구위원회(JPVRC), 유럽은 유럽 압력기기 연구위원회(EPERC : European Pressure Equipment Research Council)를 조직하고 있다.

EPERC는 영국과 프랑스 등 서부 유럽을 비롯한 폴란드 등 동부 유럽을 포함하는 19개국이 참가하는 큰 연구조직이다. 이번 대회에 특별할 것은 유럽 압력용기고시(PED : Pressure Equipment Directive)의 요건에 충족하는 유럽통일표준인 압력용기표준 EN13445를 2002년 5월에 발행한 것이다. 이 표준은 비원자력분야의

압력용기를 대상으로 한 표준이지만 본 대회에서는 이 표준의 소개와 배경설명이 적극적으로 이루어졌다.

유럽표준인 EN13445의 설계분야는 오스트리아의 Zeman 교수 등이 중추적 역할을 하였고, 재료분야는 프랑스의 Baylac 씨가 중심이 되는 등 각국의 협력체제로 개정작업이 진행되고 있다. 규정에 의한 설계(Design by Rule)를 주류로 하는 ASME 코드와 달리 유럽표준은 종래의 규정에 의한 설계에 더하여 해석에 의한 설계(Design by Analysis)를 전면적으로 채용한 평가체제를 이루고 있다. 해석에 의한 설계가 ASME 코드에 1963년 원자력 용기 표준에 도입되었고, 1968년에는 비원자력 압력용기 표준에 채택된 긴 역사를 갖고 있지만 아직도 통일된 표준으로 정리를 못하고 있는 반면에 유럽은 미국의 원자력 발전기술을 도입하면서 원자력 및 비원자력 압력용기 표준에 해석에 의한 설계를 유럽표준의 해석방법으로 압력용기분야에 채용하고 있다.

현 시점에서 신규로 건설되는 플랜트에 새로운 유럽표준이 영향을 미칠 가능성은 크지 않을 것으로 생각되지만, 앞으로 유럽의 적극적인 활동을 주시하면서 동향을 파악할 필요가 있다고 생각된다.

EPERC는 금회 전시장을 운영하고 해석에 의한 설계를 알기 쉽게 계산예로 해설한 “해석에 의한 설계 매뉴얼”을 전시하는 것 외에 100쪽 가까운 최근의 연구동향 보고를 요약한 수 종류의 소책자를 무료로 배포하는 등 EN13445의 적극적인 보급 활동을 하고 있었다.

EARC의 패널 디스커션은 모두 유럽표준의 해설로 ICPVT를 적절히 활용하고 있다는 느낌이었다.

▶ 맺음말

비엔나 시는 200만 명의 인구를 갖는 국제도시로, 13세

기부터 640년의 역사를 갖는 합스부르크가의 역사적 건축물이 시내 곳곳에서 볼 수 있는 아름다운 도시이다. 모차르트를 비롯한 음악가를 배출한 음악의 도시에서 대회 종료 후에 오페라 등에서 음악 감상을 즐길 기회도 있었다. 교통 혼잡도 거의 없었고, 또 밤 9시까지도 훑하여 궁전, 왕궁, 사원 등의 시내관광도 비교적 여유를 갖고 즐길 수 있었다.

ICPVT도 10회째나 되었고 압력기술도 성숙기에 들어서, 설계 및 제작기술에서 유지 및 보전 기술로 need가 이행증임을 느낄 수 있었다.

향후 ICPVT-12가 우리 나라에서 개최될 예정인 바 이를 위한 테마 및 프로그램을 만드는 데에는 이와 같은 필요성의 변화를 잘 읽고 대처하여야 할 것이다. 또한 이번 대회 처음으로 패널 디스커션이 기획되어 많은 인원이 참가한 국제 기술교류 상으로는 성공적이었다 할 수 있을 것이나 준비나 전체적인 짜임새는 전 대회보다는 훨씬 못하다는 느낌이었다.

3 지역의 위원회를 비교하면, AmRC는 상대적으로 관심이 적은 것으로 보이고, 다음 대회인 ICPVT-11의 검토에서도 ASME PVP Conference를 전제로 계획되고 있다. AORC는 대회 장소에서 멀리 떨어져있지만 한국, 중국, 일본, 말레이시아, 오스트레일리아, 대만의 적극적인 참가가 눈에 띄었다. EARC는 새로 발행한 유럽 통일표준을 적극적으로 홍보하였다. 또한 AORC의 일본소위원회가 초록이나 논문의 검토에 많은 노고를 하였음에 감사드린다.

AORC의 의장인 조전 박사가 건강상의 문제로 출석하지 못한 것이 유감이었고 귀국하여서는 더 이상 역할을 수행할 수 없어서 다른 분에게 이양을 한다는 메일을 받았다. 우리 나라에도 몇 번 와서 아시아의 압력용기 표준 단일화 방안을 설명하는 등 많은 공헌을 한데 대하여 감사하고 빨리 건강을 되찾기를 기원하는 바이다. ■