

한국원자력연구소 중수로용 개량핵연료개발팀

우리나라는 세계에서 유일하게 경수로와 중수로를 모두 보유하고 있는 국가로 현재 14기의 원전이 가동되고 있다. 지난 85년 핵연료 국산화개발에 성공한 바 있는 원자력연구소 중수로용 개량핵연료개발팀은 최근 월성 원자력발전소와 같은 중수로에 쓰이는 개량핵연료를 개발해 이 분야에서 세계 최고 수준의 기술을 확보하게 되었다. 개발팀의 책임자인 석호천박사는 “우리의 기술력이 세계 최고 수준의 캐나다와 어깨를 나란히 할 수 있게 된 것은 20여명의 팀원들이 무척 10~20년을 끈질기게 연구해온 결과” 라고 말했다.

21세기의 에너지, 원자력발전은 그 탄생에서부터 지금까지 끊임없는 논란의 대상이었지만 새로운 에너지로서의 유용성과 발전 가능성 때문에 국내에서는 물론 전 세계가 그 가치를 주목하고 있다. 우리나라는 세계에서 유일하게 경수로와 중수로를 모두 보유하고 있는 국가로, 현재 14기의 원전이 가동중에 있으며 원전 의존율은 40%에 이른다. 원자력발전의 효율을 계산해 보면 에너지 수입이 많은 우리나라의 이러한 상황은 필수불가결한 선택의 결과가 아니었나 싶다. 동일한 발전량을 내기 위한 연료비 비중에 있어 액화천연가스(LNG)는 80%, 석탄은 50%인데 비해 원전은 12.3%로 효자노릇을 톡톡히 해 왔다. 더욱이 IMF 시대를 맞아 고유가 등으로 화력발전이 줄면서 근래 그 비중은 빠르게 증가해 왔다. 사용량에서 뿐 아니라 이제 우리나라는 북한 경수로를 지원할



▲ 중수로용 개량핵연료개발팀 석호천박사

수준에 이르렀을 정도로 원전의 설계·발전·운영면에서 세계 유수의 국가로 인정받고 있다. 이번 호에서는 얼마전 월성 원자력발전소와 같은 중수로에 쓰이는 개량핵연료(CANFLEX)를 개발한 한국원자력연구소(소장:김성년)의 중수로용 핵연료개발팀을 찾았다.

92년부터 캐나다와 공동연구

석호천박사가 책임자로 있는 연구실은 중수로용 핵연료의 개발 및 개량을 하는 곳으로, 지난해에는 원전 중수국

인 캐나다에서 개발을 완료한 CANFLEX를 포인트리프러(Point Lepreau, 캐나다) 원자력발전소에 시범 장전한 것을 기념하는 행사를 가졌다. 이번 기념식은 무엇보다 세계적으로 우리나라가 중수로 원자로 핵연료 기술분야에서 세계 최고 수준에 도달했음을 인정받는 의미있는 자리였다. 중수로 원전을 보유하고거나 건설하고 있는 나라는 캐나다를 비롯하여 우리나라, 파키스탄, 인도, 아르헨티나, 루마니아, 중국 등인데, 캐나다를 제외한 캐나다형 중수원전 설계기술은 우리나라를 제외한 국가에서는 아직 확보하지 못한 실정이다. “CANFLEX 개발은 중수로 원자력발전소의 안전성은 물론 경제성 향상에 기여하는 바가 큽니다.” 석박사팀은 과기부의 원자력연구개발 중장기사업의 일환으로 지난 92년부터 캐나다 원자력공사(AECL)와 공동으로 천연우라늄을 사용하는 중수로용 개량핵연료를 개발해 왔다.

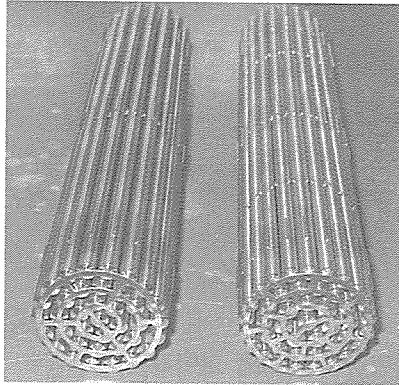
석박사팀이 개발한 CANFLEX는 핵연료 봉(구멍)의 개수를 43개로 늘리고, 연료봉 표면에 열전달 향상용 타원체(버튼)를 부착한 것이 특징. 원자력발전소에 있어 가장 큰 문제는 안전성인데, CANFLEX는 이런 측면을 더욱 강화한 제품이다. “언제나 안전성 문제를 우선으로 생각합니다. 천분의 일 정도의 오차도 허용하지 않지요. 그래야 원자력발전소에서 사고가 나지 않을테니까요.” 석박사의 말처럼 아직 우리나라는 국제기준에서 한번도 사고라고 할만한 문제가 없었다. 핵연료봉의 수가 증가하면 각 봉이 담당하는 기능부담량이 줄어들어 안전성은 높아지지만 열전달 효율이 떨어지기 때문에 몇개인가가 관건이 된다. 중수

로 발전소용 핵연료는 58년에 7개의 핵연료봉 다발로 시작하여, 19개와 28개를 거쳐 현재는 37개 핵연료봉 다발이 표준형으로 사용되고 있다. 43개의 연료봉수를 가진 CANFLEX는 핵연료봉 1개가 담당해야 하는 출력을 표준형보다 20% 정도 감소시켜 방사성 물질 생성량을 1/4 수준으로 떨어뜨리는 만큼 안전성을 증가시킨다.

봉의 개수와 마찬가지로 중점을 둔 것이 버튼, 즉 버튼의 위치와 개수 문제이다. “흐르는 물이 버튼에 부딪쳐 교란되면 그 안에 있는 열들을 뽑아내는 데 효과적이 됩니다. 이러한 원리를 이용해 버튼 부착을 착안했지만, 어디에 얼마나 많은 버튼이 있어야 하는가가 어려웠습니다.” 버튼 부착의 효과는 원자로의 운전여유도를 5% 이상 증대시켜 원자로의 노후화에 따른 운전여유도 감소를 회복시켜 안전운전을 가능하게 하고 열전달 효율을 높여 비용을 절감시키는 장점으로 나타났다. 개량핵연료의 효율 증가율은 5~8%에 달하는데 이를 경제적으로 환산하면 굉장한 수치가 나온다. 1%를 전기로 그리고 다시 돈으로 추정해 보면 순수 이익만 연간 10억원 이상이 된다. 현재 월성발전소에 들어가는 1년치 핵연료 값이 50억, 월성 1호기가 담당하는 전력생산량이 국내 5~6%를 차지하고 있다는 점을 감안하면 실감이 날까.

85년에 핵연료 국산화 성공

원자력발전소에서 가장 중요한 부분은 핵연료 다발이다. 핵연료 다발이 운전 중 파손되거나 또는 부적절한 상황에서 너무 많은 열에너지를 생산하면 발전소의 안전에 문제가 발생한다.



▲ (좌측) 기존 37개의 핵연료 봉을 가진 중수로용 핵연료 다발, (우측) 43개의 핵연료 봉과 버튼이 부착된 중수로용 개량핵연료 다발

발전소가 다중 안전장치 개념을 도입하고는 있지만 핵연료를 지속적으로 개량·보완하는 일은 원자력에 대한 근본적인 안전 확보에 필수적이다.

연구원 20여명 뚝뚝 문쳐

석호천박사는 지난 85년에 이미 핵연료 국산화개발에 성공한 바 있다. “81년에 월성발전소가 세워질 당시만 해도 핵연료는 전적으로 수입에 의존할 수밖에 없었습니다. 당시 우리나라는 자원 뿐 아니라 기술적인 측면에서도 말 그대로 불모지였죠.”

하지만 지금은 ‘원자력 핵연료개발 기술 수준에 있어서는 세계 최고 수준’임을 자부한다. 핵연료 국산화 연구를 시작한 초기에는 의욕은 있었지만 기술을 도입할 수 있는 공식적 통로가 전혀 없었기 때문에 모방수준에 머물렀으나 이제는 원전 분야에 있어 선진국인 캐나다와 상부상조적인 성격의 공동연구를 진행할 정도로 급성장했다. 연구개발에 대한 지적소유권은 물론 독립적인 제품 상업권까지 갖춘 완전한 소유권을 인정받고 있는 우리나라의 핵연료 기술 수준은 앞으로 중국, 아르헨티나 등 중수로형 원자력발

전소 건설을 추진 중인 국가의 핵연료 시장에 단독으로 진출할 수 있는 발판을 마련했다는 평가를 받고 있다.

“시간이 지나면 발전소도 낡고 문제도 자주 발생하는데, 이때 발전소 시설을 교체하는 것보다 새로운 핵연료를 개발하는 것이 훨씬 저렴합니다. 저희 팀에서는 노화발전소용 연료에 대한 연구도 수행하고 있습니다.” 연구가 개발성공으로 이어질 수 있었던 것은 정부에서 원자력증장기 개발사업을 시작해 지원한 덕분이기도 하지만, 연구원들이 10~20여년 이상 우직스럽게 함께 노력해 온 결과였다. “초기에 투자와 기술력에서 상당한 차이가 있었던 캐나다와 어깨를 나란히 할 수 있었던 것은 20여명 정도 되는 팀원들이 유행에 휩쓸리지 않고 오랜 시간 같이 일했기 때문”이라고 한다. 실제 캐나다 연구소에서는 사람이 자주 바뀔 반면 석박사팀에서는 연구의 흐름을 잃지 않고 기술을 축적해 왔다. 하나의 연구과제의 성패는 개개인의 기술력을 합친 팀이 경쟁력을 가지느냐에 달려있다고 보는 석박사는 근래 들어 구조조정의 여파로 기술집단이 분산되는 시류를 ‘기술의 공동화’ 현상으로 보고 조심스레 우려를 표명했다. “백년 대계는 아니더라도 근시안적 시각으로 기술수준을 과거로 되돌리는 잘못은 피해야 한다”는 것이 그의 생각이다. 경북대학교에서 교수로 재직하다가 지난 76년도에 연구소에 입소한 석박사는 연구소에서 일할 수 있는 기간이 길어야 30여년 정도인데 20여년동안 한가지 연구개발에 몰두하고 제품 개발에 성공했으니 “나는 행복한 사람이다”며 미소지었다. ⑤7

장미라<본지 객원기자>