



IAEA

연구용 원자로 네트워크 허브 선정



IAEA 사무총장 유키야 아마노(사진 오른쪽)와 CEA 대표 대니얼 베르웨르드

국제원자력기구(IAEA)는 작년에 출범시킨 원자력 연구 계획을 수행하는 차원에서 사클레(Saclay)와 카다라쉬(Cadarache)에 위치한 프랑스 원자력 연구센터를 첫 번째 국제 연구 허브로 지정했다.

9월 14일 비엔나의 IAEA 본부에서 열린 기념식에서 프랑스 사클레와 카다라쉬의 대체에너지 및 원자력위원회(French Alternative Energies and Atomic Energy Commission, CEA) 산하 연구센터가 처음으로 연구용 원자로를 중심으로 하는 국제센터(International Centres based on Research Reactor, ICERR)로 선정되었다. 이번 선정으로 CEA 시설이 허브 역할을 수행하는 기간은 2015년에서 2020년까지다.

IAEA 연구로 부문 책임자인 안드레아 보리오 디 티글리올레(Andrea Borio di Tigliole)는 선정 작업이 신청서 및 보조 문서 검토, CEA 시설에 대한 감사를 비롯하여 국제 연구용 원자로 커뮤니티와 IAEA 스태프의 대표로 구

성된 국제 선정 위원회의 포괄적인 평가와 권고를 포함한 엄격한 절차의 결과로 이루어졌다고 말했다.

CEA 대표 대니얼 베르웨르드(Daniel Verwaerde)는 첫 번째 ICERR로 사클레와 카다라쉬가 선정된 것은 많은 국가들이 미래의 원자력 프로그램을 추진하기 위해 연구용 원자로를 이용한 기술과 역량을 개발하려고 하는 시점과 맞물려 매우 중요한 일이라고 말했다. 또한 그는 다른 국가들도 곧 세계 각 지역에 선정될 ICERR을 통해 프로그램에 참여할 수 있기를 바란다고 덧붙였다. 그는 CEA가 매년 15~20명의 해외 연구자들이 사클레와 카다라쉬에서 연구 활동을 수행할 수 있도록 지원하는 계획을 가지고 있다고 말했다.

IAEA 사무총장 유키야 아마노는 ICERR을 통해 IAEA 회원국들에서 파견된 학자들이 연구 활동을 할 수 있게 되었다고 말하면서, 특히 개발도상국의 연구자들이 연구용 원자로 시설에 접근할 수 있도록 하여 효과적이고 효율적이며 아마도 저렴하게 인적 자원을 개발할 수 있는 기회를 가질 수 있게 되었다고 말했다. 그는 또한 ICERR 체계가 협력을 장려하고 혁신적인 원자력 기술을 개발하는 데 기여함으로써 기존 연구용 원자로 시설의 이용을 개선하는데도 기여할 수 있다고 덧붙였다.

이외에도 IAEA는 국제 협력을 위한 노력을 하고 있다. 여기에는 2014년 10월 28일에 비엔나 본부에서 열린 한 행사에서 웹기반 플랫폼인 CONNECT를 공식 출범시킨 것도 포함된다. 사용하기 쉽고 가입한 회원들에게 정보를 제공하는 환경을 전 세계의 기존 및 미래의 전문가들에게 공급함으로써 CONNECT는 원자력 분야에 걸친 정보와 전문성을 공유하고 협력을 조율하게 된다. IAEA가 회원국을 대신하여 운영하는 이 플랫폼은 개인을 연결하는 중앙 허브의 역할은 물론이고 평화적으로 원자력 과학 및 기술을 응용하는 것에 관련된 기존 훈련과 회의도 지원하게 된다.

- KISTI 글로벌동향브리핑 09-21



미국

“한미원자력협정, 두 나라 이익 반영”



미 전략국제문제연구소(CSIS) 주최 토론회

한국과 미국 두 나라가 지난 6월 정식 서명한 새 원자력협정에 대해 미국 측 전문가들이 두 나라의 이익을 모두 반영했다는 평가를 냈다. 게리 세이모어 전 백악관 국가안보회의(NSC) 조정관은 9월 10일 전략국제문제연구소(CSIS) 주최로 열린 토론회에서 한미 원자력협정이 “두 나라의 이익을 잘 반영했기 때문에 이란의 경우(이란과의 핵협상 합의안)와 달리 매우 견고한 성과가 나왔으며 논쟁을 불러일으키지도 않았다.”는 의견을 보였다.

새 협정은 원자력 연료의 안정적 공급과 사용후연료 관리, 원전 수출 등 3대 중점 추진 분야를 비롯해 원자력 연구 개발과 관련된 개정 조항들을 담고 있다. 한미 양국이 설치할 고위급위원회를 거쳐야 하는 등의 제한이 있지만, 이전에는 아예 불가능했던 낮은 농도의 우라늄 농축이나 파이로프로세싱(건식 재처리)을 통한 사용후 핵연료 재활용(재처리)도 새 협정을 통해 가능해졌다는 평가를 얻고 있다.

허버트대 벨퍼 국제관계연구소장으로 일하는 세이모

어 전 조정관은 이날 토론회에서 파이로프로세싱과 관련해 “추가 공정과 설비가 필요하기 때문에 파이로프로세싱은 기존 재처리 방식보다 (핵물질) 통제가 쉬울 수 있다”고 지적했다. 그는 새 한미 원자력협정이 “한국에서 파이로프로세싱 연구를 계속하기 위한 중요한 단계”라고도 말했다.

토론회에 참석한 CSIS의 사론 스콧소니 연구원은 새 원자력협정에 따라 설치될 한미 고위급위원회가 “독특한 제도”라며 “앞으로 (원자력 협력 분야에서) 다른 나라와 구성될 위원회의 본보기가 될 것”이라고 예상했다.

비확산문제 전문가인 조디 리버먼은 이날 토론회에서 “다음 달쯤 (미국) 상원 외교위원회에서 이 합의(한미 원자력협정)에 대해 청문회를 열 것으로 예상된다.”며 “결국 이 합의는 의회에서 큰 문제가 되지 않고 발효될 것이라고 생각한다.”고 말했다.

- 연합뉴스 09-11

일본

재가동 센다이 원전 1호기 상업운전 개시



센다이 원전 1,2 호기

일본을 1년 11개월 만에 다시 원전국으로 회귀하게 한 규슈 가고시마(鹿兒島)현의 센다이(川内) 원전 1호기가 재가동한지 한 달 만인 9월 10일 상업 운전이 돌입했다. 현지 언론에 따르면 발전용량 89만kW의 센다이 원전 1호기는 이날 오후 4시부터 상업운전을 시작했다.

일본 원전의 상업운전은 2013년 9월 운전을 정지한 간사이(關西)전력의 후쿠이(福井)현 소재 오이(大飯) 원전 4호기 이래 2년 만이다.

원자력규제위원회 검사관은 이날 최종 검사를 통해 센다이 원전 1호기 설비가 정상 작동한다는 것을 확인했다. 검사관이 규슈 전력에 검사완료 서류를 교부하면서 센다이 원전 1호기가 상업운전에 들어가게 됐다.

일본 원전은 2011년 발생한 후쿠시마 원전 사고 후 안전 점검 등을 이유로 2013년 9월 16일 오이 원전 4호기 운전 중단을 마지막으로 '원전 제로 상태'를 유지했다. 그러다가 8월 11일 센다이 원전 1호기가 재가동에 들어갔다. 원자력규제위의 새로운 기준 심사를 통과한 원전이 상업운전을 시작하는 것은 처음이다.

상업 운전 개시로 별다른 문제가 없으면 센다이 원전 1호기는 내년 10월까지 가동을 계속할 수 있게 된다. 일본에선 원전의 상업 운전을 최장으로 연속해서 13개월간으로 제한하고 있다.

- 뉴시스 09-10

센다이원전 2호기 핵연료 장전

일본 규슈(九州)전력은 9월 13일 가고시마(鹿兒島)현 사쓰마센다이(薩摩川内)시 소재 센다이 원전 2호기의 핵연료 장전 작업을 완료했다고 교도통신이 보도했다.

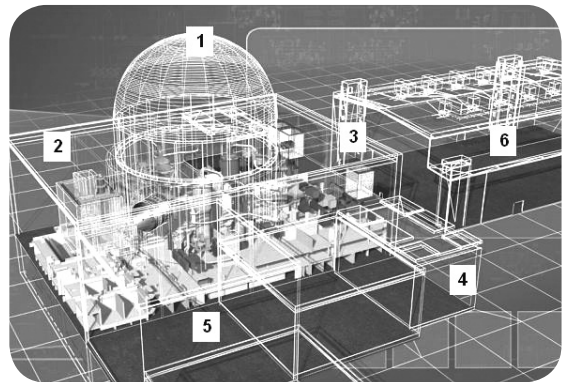
보도에 따르면 규슈전력은 9월 11일 오후부터 협력 업체 직원을 포함한 작업자 약 50명을 동원해 원자로에 핵

연료를 집어넣는 작업을 시작했다. 하루 24시간 체제로 작업한 결과 9월 13일 오후 9시 14분께 연료 157개를 모두 장전했다.

규슈전력은 원자력규제위원회의 검사 절차를 거쳐 이르면 10월 중순경 센다이 원전 2호기를 재가동한다는 방침이다. 센다이 원전 2호기는 후쿠시마원전 사고 발생 후 강화된 안전 기준에 따라 재가동하는 2번째 원전이 될 전망이다.

- 연합뉴스 09-13

베트남에 지을 원전으로 Atmea-1 노형 추천



Atmea-1 조감도

일본과 프랑스가 공동 개발한 원자로 노형인 Atmea-1이 다른 일본 내 경쟁 원자로형 후보를 물리치고 일본 정부에 의해 베트남에 건설할 원전으로 추천되었다고 9월 1일 산업계 한 소식통이 전했다. 이 소식통에 따르면 베트남 정부가 2016년에 일본산 원자로를 공식적으로 선정해서 Ninh Thuan 지역에 베트남 내 2번째 원자력발전소 건설 프로젝트로서 2기의 1,000MW급 원자로를 지을 것으로 예상했다.



일본의 Mitsubishi Heavy Industries(주)(MHI)와 프랑스의 Areva의 합작사인 Atmea는 가압형경수로(PWR)인 Atmea-1을 개발했다. 일본 정부가 베트남에 건설할 원자로 공급사와 원자로 노형을 선정한 것은 2010년에 양국 간에 맺은 협정을 이행하고 Ninh Thuan 프로젝트를 착수하는 동시에 일본의 해외 원전 수출 프로그램을 공고히 할 것으로 평가된다.

미국과 같이 원자력 안전 규제와 같은 인프라가 잘 갖춰진 나라에서는 민간 기업이라고 원전 건설 프로젝트를 잘 진행해 나갈 수 있으나 베트남과 같은 원자력을 최초로 추진하는 신흥 국가에서는 정부의 리더십이 사업 추진에 필수적이다.

이 소식통은 일본 정부가 해당 노형을 베트남 정부에 공식적으로 추천했는지는 밝히지 않았으나 일본 경제통상산업성(METI, Ministry of Economy, Trade and Industry)이 일본-프랑스 공동 개발 기술을 추천하는 데 큰 역할을 하게 될 것이라고 예상했다.

베트남은 자국의 최초 원전 프로젝트용으로 러시아 Rosatom을 2010년 선정하고 VVER 노형을 짓기로 한 바 있다. VVER이 PWR 원전이기에 때문에 이 결정으로 인해 Atmea-1도 수용이 쉬운 것으로 소식통은 판단하고 있다. 다른 한 옵션은 Hitachi가 개발한 비등형경수로(BWR)인 것으로 알려졌다. 일본은 JINED(Japan International Nuclear Energy Development)를 베트남의 원전 건설을 추진하기 위해 2010년 일본의 전력사와 원전 공급사들로 설립해 교육 훈련, 안전 규제 기반 구축 등 베트남에 모든 측면을 지원하고 있다.

한편, Atmea는 터키와 협약을 맺고 4기의 1,100MW급 Atmea-1 원자로를 터키의 흑해 연안에 위치한 Sinop 부지에 짓기로 한 바 있다. MHI 측은 터키 프로젝트는 잘 진행되고 있으며 후속 프로젝트가 바로 베트남이라고 최근 밝혔다

베트남은 2011년 2011~2030년까지의 국가 에너지 개발 마스터계획을 발표하고 Ninh Thuan 1호기 건설을 2014년에 개시해서 2020년에 준공하겠다고 밝힌 바 있으나 현재 이 계획보다 지연되고 있다.

- Nucleonics Week/Vol.56, No.36
(KISTI 글로벌동향브리핑 09-16)

안전에 집중하는 후쿠시마 정화 작업



9층 규모 휴게빌딩에서 식사를 하고 있는 후쿠시마 원자력발전소 정화 작업 작업자들

후쿠시마 다이치 원자력발전소 정화 작업 현장 90%에서 전면 마스크가 필요 없을 정도로 방사선 수준이 낮아졌지만 이번 달에 발생한 사망사고 이후 현장 작업자들의 안전이 최우선 과제로 부각되고 있다.

도쿄전력(Tepco)은 독자기구인 원자력개혁감시위원회(Nuclear Reform Monitoring Committee, NRMC)의 분기 진도 보고서에서 자사의 정화 작업이 긍정적인 평가를 받았음을 발표했다. 도쿄전력은 고오염수를 처리하는데 있어 진전을 거두고 있고 더 이상 필요하지 않아 해체를 앞두고 있는 저장용기에 소량의 오염수만 남겨둔 상

태라고 밝히면서 또한 부지 내에 저장 중이던 오염수를 제거한 결과 환경방사선이 크게 낮아졌다고 덧붙였다.

오염수와 관련된 두 번째 중요한 조치는 고오염수를 펌프로 배수시킬 수 있도록 2, 3호기 지하를 가로지르는 배수로에 수직 샤프트를 고정시키는 작업이다. 복잡한 배수로는 사고 이후 오랫동안 침수되어 있으며 바다로 누출되는 오염수에 가장 많은 기여를 하는 부분이기도 하다. NRMIC 의장 데일 클라인(Dale Klein)은 도쿄전력이 꾸준히 중요한 이정표를 달성하고 있는 것을 환영하며 이 모든 노력은 폐로 작업을 진행하는 데 있어 견고한 기반을 구축해줄 것이라고 덧붙였다.

이번 주 일본 보건노동복지성(Ministry of Health, Labour and Welfare)은 도쿄전력 작업자의 안전을 보장하는데 도움을 줄 수 있는 새로운 규정을 발령했다. 일본원자력산업협회(Japanese Atomic Industrial Forum)의 'Atoms in Japan'을 통해 발표된 이 지침은 신규 작업자들에게 의무적으로 교육되어야 하는 7개의 핵심 항목을 담고 있는데, 여기에는 보호 장구 및 개인 방사선량계 사용법, 방사선량 관리, 오염 방지 수단, 제염 수단, 응급 처치 방법, 보호 장구 착용 작업의 위험성 등이 포함된다.

환경방사선의 감소와 전반적인 정화 작업과 비산 먼지 관리가 진전을 보임에 따라 후쿠시마 다이치 현장에서 전면 마스크가 필요한 곳은 전체의 10%에 그치고 있다. 얼굴의 절반만 덮는 마스크를 사용하는 것은 부지 내 정화작업자의 노동 환경을 크게 향상시켜주고 있는데, 편안함과 시야를 개선시켜주기 때문이다. 수천 명의 작업자와 보호 장구를 착용해야 하는 환경으로 발생하는 복잡성은 후쿠시마 다이치 작업의 리스크를 증가시켰으며 여러 건의 사망 사고를 유발한 바 있다.

가장 최근에 발생한 사망사고는 8월 8일에 진공트럭을 세척하고 스티커를 제거한 후 모회사에 반납하기 위

한 준비 과정으로 탱크 속에서 작업을 진행하던 중에 벌어졌다. 한 작업자가 다른 작업자들이 안전 지점에 대피한 것을 확인하기 전에 트럭 뒤의 수압 덮개를 작동시킨 것이다. 하지만 이 사실을 인지 못했던 피해자는 트럭 안에서 뒷쪽으로 이동하던 중이었다. 덮개에 짓눌린 이 작업자는 병원으로 후송되었으나 2시간 만에 사망했다. 사고를 검토한 도쿄전력은 이런 장비를 사용하는 작업자들은 항상 시야가 확보될 있도록 하는 조치를 신선했다.

이어 추가로 적용된 작업 환경 개선 조치는 9층 규모의 휴게빌딩이 7월에 가동을 시작하여 작업자들이 휴식을 취할 뿐만 아니라 매일 따뜻한 식사를 3000명에게 제공할 수 있게 된 것을 들 수 있다. 이 휴게빌딩에는 100명의 지역 주민들이 일하고 있으며 지역에서 조달한 재료로 사전에 요리된 음식을 단열 처리된 트럭으로 배달하고 있다. 도쿄전력은 음식과 휴게 공간을 제공하여 진작된 사기를 통해 폐로작업의 전체 안전성이 향상될 것으로 예상하고 있다.

- KISTI 글로벌동향브리핑 09-02

후쿠시마 원전 정화 지하수 해양 방출

도쿄전력이 후쿠시마 제1원전의 오염수를 줄이는 방안 가운데 하나인 '서브드레인' 계획에 따른 지하수 해양 방출을 9월 14일 처음으로 실행했다고 교도통신이 보도했다.

이 작업은 발전소 건물 주변 우물인 '서브 드레인' 등에서 퍼올린 오염 지하수를 정화해 바다에 방출하는 것이다. 이날 방출된 지하수는 지난해 8월부터 11월까지 서브드레인 우물에서 시험적으로 퍼올려 정화 탱크에 저장하고 있던 4000톤 가운데 약 850톤으로 알려졌다.



후쿠시마 제1원전

도쿄전력은 방사선 세슘과 베타선을 방출하는 방사선 물질의 농도가 검출 한계치 미만인 것을 확인했다고 밝혔다. 방사선 트리튬은 도쿄전력과 제3자 기관의 분석에서 방출 기준치(1ℓ 당 1500 베크렐)를 밑도는 330~600 베크렐이었다.

후쿠시마 제1원전 원자로 건물 주변에는 현재 1일당 약 300톤의 지하수가 유입돼 새로운 오염수가 계속해 증가하고 있다. 정부와 도쿄전력은 원전 건물 주변의 서브드레인이라고 불리는 41개 우물에서 지하수를 끌어올려 건물 유입을 막는다는 계획이다. 이 작업을 통해 유입량은 절반 정도로 줄어들 것으로 기대된다. 도쿄전력은 9월 3일부터 서브드레인에서 지하수를 끌어 올리는 작업을 다시 착수했으며 이 오염수도 정화 처리해 바다에 방출할 예정이다.

후쿠시마현 어업협동조합연합회는 8월 25일 이 작업의 시행을 정식으로 허용했다. 이들은 정부와 도쿄전력에 지하수 해양 방출 시 기준을 엄수할 것과 사고 피해가 계속되는 동안 어업자를 상대로 한 손해배상을 유지할 것을 요구했다.

- 뉴스1 09-14

중국

홍옌허 3호기 상업 운전 자격 확보



중국 Hongyanghe 원전

중국의 홍옌허(Hongyanhe) 원전 3호기가 모든 시운전 시험을 마치고 상업운전 자격을 얻었다고 China General Nuclear(CGN)의 기업 공개된 자회사인 CGN Power가 홍콩증권거래소(Hong Kong Stock Exchange)에 공시했다.

CPR 1000 노형인 Hongyanhe 3호기는 이제 전력 사업 허가와 같은 적합한 허가를 확보할 수 있게 된 것이다. 이러한 허가 중 하나는 바로 국가에너지행정청(NEA, National Energy Administration)이 발급하여 전력 생산을 시작할 수 있게 하는 규제 승인이다.

CGN은 이러한 허가를 확보한 후 통상 상업 운전에 돌입한다고 밝혔다. 올 3월 CGN은 해당 원전이 올 상반기 중 상업 운전에 돌입할 수 있을 것이라고 밝힌 바 있다.

Hongyanhe 3호기는 168시간에 걸친 시험 운전을 8월 16일 밤에 완료한 바 있다. 용량 1,080MW에 달하는 이 원전의 건설은 2009년 3월에 시작되었으며 2014년 10월 원자로가 최초 임계에 도달했다. Hongyanhe 3호

기는 시운전에 따라 생산되는 전력을 송전하기 위해 올 3월 23일부터는 국가 송전망에 연결된 바 있다.

CGN은 현재 14기의 운영 원전을 보유하고 있으며 총 설비 용량은 14,880MW에 달한다. Hongyanhe 3호기는 올해 들어 3번째로 상업 운전에 돌입하는 이 회사의 원전이며 중국 전체로는 26번째의 상업 원자로가 된다. Fujian성의 Ningde 3호기는 올 6월 10일 상업 운전 돌입 자격을 확보한 바 있으며 Guangdong성의 Yangjiang 2호기는 올 6월 5일 상업 운전 자격을 확보했다.

중국 북동부 지역에 건설되는 원전으로는 최초인 Hongyanhe 원전 부지에는 총 6기의 원전이 건설되고 있다. Hongyanhe 1, 2호기는 각각 2013년 6월, 2014년 5월 상업 운전을 개시한 바 있다. Hongyanhe 4호기는 건설이 원만하게 진행되고 있으며 올해 말에 운전이 가능할 것으로 보이며 5호기는 2011년 3월 일본 후쿠시마 사고 이후로는 중국에서는 최초로 올 3월 29일 건설이 시작되어 토목 공사가 진행되고 있다.

Hongyanhe 6호기는 올 6월 24일 공사가 개시되어 최초 콘크리트 타설이 이뤄졌다. Hongyanhe 5, 6호기는 CGN이 개발한 AC PR1000 원자로 설계가 적용되었는데 ACPR1000 원자로는 CPR1000 원자로에 향상된 안전 설비를 추가한 노형이다.

ACPR1000 원자로 기술은 2013년 9월과 12월에 각각 건설이 시작된 Yangjiang 5호기 및 6호기에 최초로 적용되었다. Hongyanhe 원자력발전소는 CGN과 China Power Investment Corp.이 각각 45%의 지분을 갖고 있으며 나머지는 Dalian Municipal Construction Investment가 갖고 있다. 한편, CGN은 Hongyanhe 1~4호기에 들어간 부품의 80% 이상이 중국 내에서 생산된 것이라고 밝혔다.

- Nucleonics Week/Vol.56, No.34
(KISTI 글로벌동향브리핑 09-08)

영국에 원전 건설...서방 선진국 대상 첫 수출



중국 푸젠 지방의 원전 건설 현장

중국이 서방 선진국에는 처음으로 영국에 원자로를 수출하게 될 것으로 보인다. 9월 15일 중국 관영 차이나데일리지는 데이비드 캐머런 영국 총리가 남동부 에섹스주에 중국이 원자로를 건설토록 하는 기념비적인 달에 10월 중서명할 예정이라고 현지 언론을 인용해 보도했다. 이번 달이 성사되면 중국은 처음으로 서방 선진국에 원자력 발전 설비를 수출하게 된다.

영국은 에섹스 지방에서 노화된 화석연료 발전소를 저탄소 발생의 원자력 발전으로 대체할 계획이다. 중국은 영국의 100만 가구에 전기를 공급할 수 있는 1기가와트(GW)의 원자력발전소를 건설함으로써 관련 설비 수출에 획기적 전기를 마련할 것으로 보인다.

이 원전 건설에는 중국 광동핵전집단(CGN)과 중국핵공업집단(CNNO)이 참여할 예정이다. 프랑스 정부가 다수 지분을 갖고 있는 프랑스전력공사(EDF)도 소수 지분으로 참여하게 될 것으로 보인다.

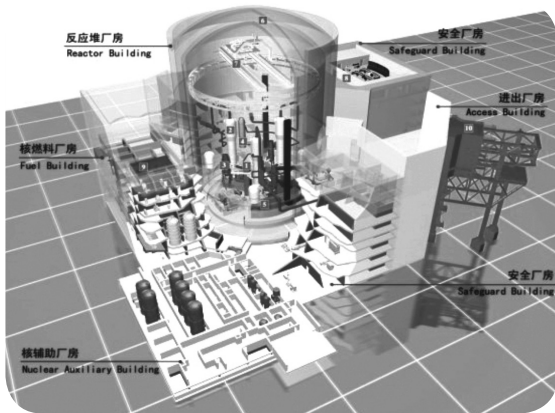
중국의 원전업체들은 최근 수년간 영국 시장에서 투자와 기술 수출을 위해 다각적인 노력을 기울여왔다. 영국은 원전 건설에서 규제가 가장 엄격한 국가 중 하나로 알

려져 중국 회사들의 원전 설계가 까다로운 심사 절차를 통과하게 되면 원전 수출에서 유리한 고지에 오르게 된다고 신문은 밝혔다.

중국은 지난해 12월 중국핵공업집단의 3세대 원자로 ACP 1000이 국제원자력기구(IAEA)의 원자로 안전성 검사를 통과함으로써 원자력 기술 수출을 위한 교두보를 마련했다.

- 연합뉴스 09-15

케냐에 원전 진출, '중국 원전 벨트' 일환



화룽(華龍) 1호 조감도

해외 원자력 발전소 시장에서 한국의 경쟁국으로 부상한 중국이 케냐의 원전 진출에도 시동을 걸었다. 중국 원전 산업을 주도하는 중국광허그룹(廣核集團·CGN))은 최근 광둥(廣東)성 다야(大亞)만에 있는 원전 기지에서 케냐 에너지·석유부 산하 원전국과 케냐의 원전 건설에 협력한다는 내용의 비망록을 체결했다고 프랑스 공영 라디오 방송 RFI가 9월 10일 AFP 통신을 인용해 보도했다.

비망록에 따르면 케냐가 원전 부지를 선정한 이후 양측은 중국이 독자 개발했다고 주장하는 3세대 원자로 화룽(華龍) 1호 기술을 기초로 원전 건설에서 각종 협력을 해나기로 했다. 화룽 1호는 CGN이 지난 5월 푸젠(福建)성에서 착공한 원전에서 첫 적용한 원자로로, 중국은 프랑스 기술을 토대로 이 원자로를 개발했다고 주장하고 있다.

앞서 케냐는 원전 건설과 관련해 한국, 슬로바키아 등과 협력 협정을 체결해 케냐 원전 시장에서 외국 업체 간 경쟁이 치열해질 전망이다. 케냐는 전력 부족을 해소하기 위한 방안으로 2025년에 100만kW의 원전을 첫 건설하고 2030년 하반기까지 모두 4기의 원전을 가동할 계획이라고 RFI은 전했다.

중국 매체들은 케냐 원전국장 등 대표단이 현재 중국을 방문하면서 비망록을 체결한 이외에 원전 건설 공사 현장을 둘러보는 한편 케냐의 원전 인력 훈련 방안 등을 논의하고 있다고 전했다.

중국은 해상 실크로드의 출발점인 푸젠성을 기점으로 남아시아와 이집트 영공에 이르기까지 실크로드를 따라 '중국 원전벨트'를 구축한다는 구상이다. 중국이 원전 수출을 협의 중인 국가는 20여개국에 이르는 것으로 전해졌다.

- 연합뉴스 09-111

러시아

MOX 연료 생산 확대

러시아 광산화학복합단지(Mining and Chemical Combine, MCC)의 대표가 혼합산화물(MOX) 연료 가공 시설을 확장하여 현재 연간 20개의 핵연료집합체 생산



러시아의 로사톰(Rosatom) 자회사인 MCC 조종실

수준을 2017년에는 400개로 늘릴 것이라고 9월 10일 발표했다.

이 핵연료집합체들은 세베르드로브스크(Sverdlovsk)의 벨로야르스크(Beloya

rsk) 원자력발전소에 위치한 4호기 원자로인 BN-800 고속로를 위한 핵연료로 사용될 것이다. MCC는 러시아 국영 원자력 기업인 로사톰(Rosatom)의 자회사다.

WNA 연례 심포지엄에서 이와 같은 내용을 발표한 포트르 가브릴로프(Pyotr Gavrilov)는 MCC가 20개의 핵연료집합체를 생산하는 인허가를 가지고 있지만 내년에 200개까지 생산량을 늘릴 수 있는 규제 승인을 받을 것으로 예상한다고 말했다. MCC는 8월에 BN-800을 위한 첫 번째 핵연료집합체 조립 시험을 완료했다고 발표했다. 또한 8월 초 BN-800 원자로는 두 번째로 최저 통제 출력 수준(minimum controlled power level)에 도달하여 상업 운전의 시작에 한 걸음 더 다가선 바 있다.

첫 번째 최저 통제 출력을 2014년 6월 27일에 기록한 이 원자로는 2014년 말 가동을 시작할 예정이었다. 하지만 작년 12월 러시아 원자력 운영사업자이자 역시 로사톰의 자회사인 로스에네르고아톰(Rosenergoatom)은 첫 번째 핵연료의 추가 개선이 필요하다고 발표했다. 현재

이 원자로는 올해가 가기 전에 가동을 시작할 예정이다.

가브릴로프는 로스에네르고아톰이 프로젝트를 연기한 것은 MCC가 생산한 MOX 연료와는 관계가 없는 것이었다고 말했다. MOX 연료 생산에는 중단이 없었으며 첫 번째 핵연료집합체도 이미 생산 중이라고 말한 가브릴로프는 생산량을 늘려 3년 내로 연간 400개의 핵연료집합체를 생산할 수 있도록 기술 공정을 개선하고 있는 중이라고 덧붙였다.

MCC의 젤레즈노고르스크(Zheleznogorsk) 부지 지하 200미터 광산에 위치한 MOX 생산 라인은 작년 말 완전하게 가동을 시작했다. 이 시설은 순환 핵연료주기(closed nuclear fuel cycle)를 실현하기 위한 러시아의 '돌파(Proryv)' 프로젝트의 일부로 건설되었다. 이 프로젝트의 궁극적인 목표는 원자력 발전으로 생성된 방사성 폐기물을 제거하는 것이다.

러시아는 MOX 연료를 사용하는 상업용 원자로를 보유하고 있지는 않지만 BN-800 원자로를 위한 일련의 핵연료 생산에 돌입한 바 있다. MOX는 플루토늄과 우라늄 산화물의 혼합체이다. 가브릴로프는 러시아 핵연료주기에서 처음으로 산업적 규모의 플루토늄 개발 잠재력을 보여준 것이라는 점을 강조했다.

러시아는 2012년 2월부터 RBMK-1000 원자로에 생산된 사용후핵연료를 저장하기 위해 MCC 부지에 중앙 집중식 건식 임시 저장 시설을 운영하고 있다. 이 시설은 동일한 종류의 원자로를 사용하는 레닌그라드(Leningrad), 쿠르스크(Kursk), 스몰렌스크(Smolensk) 등 3개 발전소에서 발생한 8,129톤의 RBMK 핵연료를 수용하게 될 것이다. 현재 이 사용후핵연료들은 각 발전소의 저장수조 내에 보관 중이지만 저장 용량에 도달하고 있다.

이후에는 발라코포(Balakovo), 칼리닌(Kalinin), 노보보렌네즈(Novovoronezh), 로스토프(Rostov) 등 VVER-



1000 발전소에서 생산된 사용후핵연료가 저장된다. 이 종류의 핵연료는 이미 켈레즈노고르스크의 저장수조로 운반되고 있는 중이다. 길이 270미터, 폭 35미터, 높이 40미터의 이 시설은 최종적으로 38,000톤의 RBMK 및 VVER 사용후핵연료를 보관하게 된다. 이 저장단지의 전체 시범 가동이 올해 중으로 예정되어 있으며, VVER-1000 사용후핵연료를 저장하기 시작할 것이라고 가브리 로프가 말했다. 향후 이 시설은 해외 고객들도 유치할 것으로 알려졌다.

2012년에는 건식 저장시설에 러시아산 핵연료를 저장하는 것 외에는 다른 계획이 없었지만 VVER-1000 핵연료를 저장하기 위한 국제 협력이 논의될 가능성이 있다. 이 시설은 핵연료를 50년까지 저장하게 되는데, 이 기간 중에 상당량의 재처리 용량이 가동될 수 있을 것이다. 장기적으로는 고준위 방사성폐기물을 지질학적으로 처분할 계획이다. 건식 핵연료 저장 기술은 습식 저장 기술에 비해 다양한 장점을 가지고 있다. 예를 들면, 저장수조가 필요하지 않고 대규모 충격과 온도 변화를 견딜 수 있다는 것이다.

러시아 국가 정책은 가능한 순환 핵연료주기를 최대한 적용하고 우라늄을 재활용하는 것으로 궁극적으로는 혼합산화물(MOX) 연료를 통해 플루토늄을 활용하는 것을 포함하고 있다. 2011년의 경우 단지 16%의 사용후핵연료가 재처리되었지만 2030년까지 그 비율을 100%로 늘리는 것을 목표로 하고 있다.

이 전략은 네 가지 핵심 요소를 갖추고 있다. 마야크(Mayak)의 RT-1 사용후핵연료 재처리 시설이 개량되고 2030년경에는 해체된다. MCC의 고속로를 위한 MOX 연료 성형 공장이 올해 완공될 것이다. 사용후핵연료를 재사용하는 것에 대한 파이릿 입증 센터가 2016년까지 완료되며, VVER, RBMK와 BN 사용후핵연료를 MOX 연료 혹은 우라늄과 플루토늄 산화물을 재생성한 혼합물

인 리믹스(Remix)로 전환하는 실물 규모의 RT-2 시설이 완공된다. 또한 사용후핵연료 저장조는 건식 용기로 대체된다.

- KISTI 글로벌동향브리핑 09-18

독일

중저준위 및 고준위 방사성폐기물 최종 처분장 개발 추진



독일의 Grohnde 원전

독일은 고준위 및 사용후핵연료에 대한 별도 처분장은 물론 중저준위 방사성폐기물에 대한 최종 처분장 개발을 추진하고 있다고 연방 환경, 자연보전미 원자력안전부가 정부가 승인한 사용후핵연료 및 방사성폐기물 최종 저장 프로그램 초안에서 밝혔다.

연방 환경, 자연보전미 원자력안전부에 따르면 2022년까지 독일 내 모든 발전용 원전이 폐로되면 10,500톤의 사용후핵연료가 발생하게 된다. 이를 보관하기 위해서는 총 1,100여 개의 저장 캐스크가 필요한 것으로 평가된다.

의회가 지명한 24명의 위원으로 이뤄진 위원회가 사용후핵연료 처분장 입지 및 건설 기준을 개발하고 있다. 이 처분장 문제가 수 년간 독일 사회를 뜨겁게 달궜었다. Lower Saxony주의 Gorleben 광산 소금 돔을 처분장으로 활용하자는 연구는 지난 1977년에 시작되었다. 2000년에 정부는 해당 연구와 해당 광산에 대한 굴착을 중단시킨 바 있으나 2010년에 해제된 바 있다.

물론 다른 부지도 물색되고 있으며 한편으로 사용후핵연료가 Gorleben의 중간저장소에 저장되어 있는 형편이다. 위원회는 내년에 처분장 입지 및 건설에 관한 기준을 정부에 제출할 계획이다.

하지만 독일원자력포럼은 원자력 발전 회사에 신규 처분장 선정 프로세스에 비용을 부담하게 해서는 안된다고 로비를 벌이고 있다. 이 기구는 원자력 발전 회사들이 이미 미화 18억달러(약 2조 1,100억원)를 부지 선정 목적으로 부담했으며 Gorleben 광산을 최종 처분장으로 지정해서는 안 될 이유가 전혀 없다고 주장하고 있다.

지난 5월, 독일원자력포럼의 Ralf Guldner 회장은 위원회 작업이 너무 늦게 진행되고 있다고 불평했다. 현재 검토가 진행되고 있기 때문에 Gorleben 중간저장소에는 더 이상 사용후핵연료를 보내고 있지 못하다. 따라서 독일 원자력 발전 회사들은 자신들의 원전 부지 내에 중간저장소를 지어야만 하는 형편이다.

독일은 2080년까지 사용후연료 재처리로부터 나오는 중고준위 저장용 컨테이너가 300개, 연구용 및 시범용 원자로에서 나올 사용후연료가 컨테이너 500개에 달한 것으로 추정하고 있다. 독일은 현재 어떤 종류의 방사성폐기물도 최종 처분할 수 있는 부지를 갖고 있지 못하다. 이 계획에 따르면 역시 Lower Saxony주에 위치한 Konrad 철광석 광산도 중저준위 처분장으로 사용될 수 있을 것으로 평가하고 있다.

Konrad 철광석 광산에 폐기물을 저장하는 것은 2013

년에 시작되었으며 독일이 마지막으로 원자로를 폐로하는 2022년 이후에는 더 이상 폐기물을 반입하지 않을 계획이다. 이 말은 고준위 방사성폐기물과 사용후핵연료를 처분할 한 곳과 함께 원자로 해체 과정에서 발생할 중저준위 방사성폐기물을 처분할 2번째 장소를 확보해야만 한다는 의미가 된다.

독일의 원자력발전회사들은 360억 유로에 달하는 원자로 폐로와 사용후연료 저장 비용을 전액 부담할 수 없다고 주장하고 있으며 특별 기금을 만들어서 정부가 관리해 주기를 희망하고 있다. 발전 회사들은 자사가 소유한 원전이 운전되는 동안에는 자신들이 기금을 납부하되 결국 부족한 금액은 정부가 충당해 주기를 희망하고 있는 것이다.

- Nucleonics Week/Vo.56, No.36
(KISTI 글로벌동향브리핑 09-21)

우크라이나

스웨덴과 원자력 안전, 보안 및 핵비확산 분야 협력 강화



우크라이나의 Zaporozhe 원전



스웨덴과 우크라이나 간의 원자력 안전, 보안 및 핵비확산 분야 협력이 러시아의 우크라이나에 대한 군사 행동 때문에 더욱 증진되고 있다고 스웨덴방사선안전청(SSM, Swedish Radiation Safety Authority)의 국제협력실 Lars van Dassen 실장이 밝혔다.

우크라이나에서 SSM이 수행하고 있는 프로젝트 책임자를 맡고 있는 Dassen 실장은 우크라이나와의 협력이 정치적으로나 행정적으로나 더 쉬어지고 있다고 언급하면서도 자국은 러시아와도 원자력 안전 및 보안 분야 프로젝트에서 좋은 협력 관계를 유지하고 있다고 밝혔다. 스웨덴방사선안전청은 구 소련의 여러 나라들은 물론 우크라이나와 러시아와도 약 25년 동안 협력해 오고 있다.

지난 11월, SSM, 노르웨이방사선방호청 및 우크라이나 국가원자력감독청(SNRIU, State Nuclear Regulatory Inspectorate of Ukraine)은 우크라이나의 원자력 안전 및 보안을 증진시키는 데 협력하기로 협약에 서명한 바 있다. 이 협약은 2014년 3월 헤이그에서 개최된 핵안보정상회담(Nuclear Security Summit)에서 최초로 거론된 바 있는데 여기에서 스웨덴과 노르웨이 정부가 우크라이나를 도울 수 있다고 밝힌 것이 시발점이 되었다.

Dassen 실장은 스웨덴이 시작한 프로젝트의 약 70%가 노르웨이와 공동 수행하는 것이며 노르웨이가 시작하는 프로젝트의 대부분은 스웨덴과 공동으로 수행하는 것이라면서 나머지는 미국 및 영국과의 협력 프로젝트라고 소개했다.

우크라이나는 총 15기의 원자로를 4곳의 원자력발전소에 갖고 있으며 가장 큰 원전은 Zaporozhe이며 총 6기의 원자로가 총 6,000MW의 설비 용량을 갖고 있다. 이 원자력발전소는 우크라이나 남부에 위치하고 있으며 이 나라의 전력 20%를 담당하고 있다. 이 원전은 유럽에서 설비 용량이 가장 큰 원전이며 세계에서 가장 큰 원전

중 하나다. 우크라이나는 전체 전력의 약 50%를 원자력에 의존하고 있다.

Dassen 실장은 러시아와 우크라이나 간의 긴장이 고조됨에 따라 우크라이나는 원전에 대한 보안 수준과 대책을 대폭 강화하고 있다고 밝혔다. 또한 원전 소유사인 Energoatom과 규제 기관인 SNRIU가 취한 이러한 조치들이 원전을 안전하게 유지하는 데 도움이 되고 있다고 밝혔다.

우크라이나 내에는 러시아와의 분쟁이 고조될 경우, 반군이 원전이나 Donetsk 및 Lugansk에 위치한 중저준위 방사성폐기물 처분장을 공격할지 모른다는 우려가 널리 확산되어 있다.

- KISTI 글로벌동향브리핑 09-11

카자흐스탄

2기 원자로 공급사로 일본, 러시아 고려 중



카자흐스탄 Kurchatov에 있는 원자력연구센터

2기의 원자로를 2곳의 부지에 건설하는 것을 잠재적으로 고려하고 있는 카자흐스탄은 일본과 러시아를 유력한

원전 공급국으로 생각하고 있다고 카자흐스탄 정부 관리가 최근 밝혔다.

잠재 부지 중 한 곳은 Kurchatov로 알려져 있다. 일본으로 가는 카자흐스탄 정부 대표단이 원자력에 대한 브리핑을 한 후 카자흐스탄 정부의 원자력감독위원회의 Yermek Karentayev 부위원장은 일본과 러시아가 가장 앞선 원자력기술을 확보하고 있다고 평가했다.

Karentayev 부위원장은 미국, 프랑스 및 대한민국을 포함한 여러 나라를 평가한 결과, 이 두 나라가 가장 좋은 평가를 받았다고 밝혔다. 또한 카자흐스탄 정부는 잠재 후보로서 일본의 Toshiba와 자회사인 Westinghouse를 포함한 여러 원자로 공급사와 협상을 벌이고 있다고 밝혔다. 하지만 아직 카자흐스탄 정부가 특정 공급사를 결정한 바는 없으며 향후 일정, 원전 위치 및 원자로 노형 등도 아직은 미정이라고 밝혔다.

카자흐스탄 정부는 원자력발전소 건설을 위해 각 공급사로부터 입찰을 받을 예정이지만 Karentayev 부위원장은 이 입찰 계획에 대해서는 언급하지 않았다. 이 원전 건설 프로젝트는 소련이 공급했던 원자로를 1999년에 폐쇄한 후 처음으로 추진되는 원전 프로젝트다. 세계원자력협회(WNA, World Nuclear Association) 자료에 따르면 이 나라는 전 세계 우라늄 공급량의 38% 정도를 공급하는 주요 우라늄 공급국이다.

Toshiba 측 대변인은 8월 25일 Toshiba는 카자흐스탄 국영 원자력 발전 회사인 Kazatomprom과 Toshiba의 자회사인 Westinghouse를 통해 AP1000 원자로를 건설하는 협약을 맺기 위해 협의하고 있음을 확인했다. Toshiba 측은 협상이 언제 결론을 맺을지는 알 수 없다고 덧붙였다.

일본과 카자흐스탄 정부는 2013년 원자력 협력을 강화하는 데 합의하고 원자력 건설 타당성 조사 등을 수행한 바 있다. 하지만 이 합의가 원자력발전소 건설권을 일

본에 준다는 것을 의미하는 것은 아니다. 한편 카자흐스탄은 2014년 러시아와도 자국 내에 신규 원전을 건설하기 위해 합의문 초안에 서명한 바 있다.

Toshiba, Hitachi 및 Mitsubishi중공업(주) 등 일본 내 원자로 공급사들은 해외 원전 시장 진출에 집중하고 있는데, 이는 기존 원전의 재기동이나 수명연장을 제외하고는 2011년 3월 후쿠시마 원전 사고로 일본 정부가 자국 내에 신규 원전을 건설하는 데 있어 국민들의 지지를 얻는 데 실패하고 있기 때문이다.

Kurchatov는 카자흐스탄 북동부에 위치하고 있으며 인구는 약 11,700명이며 원전 유치에 매우 열심이라고 Kurchatov 부시장이 8월 24일 밝혔다. 이곳은 소련 시절 원폭 시험장인 Semipalatinsk과 인접해 있다. 도시 이름을 소련의 최초 원폭 개발과 최초 원전 건설에 기여한 핵물리학자인 Igor Kurchatov 박사 이름에서 따온 것이다. Kurchatov 부시장은 이곳에 국립원자력센터가 있어 많은 원자력 전문가들을 활용할 수 있으며 지진이나 기상 등에서 원전 유치에 최적이라고 밝혔다.

- Nucleonics Week/Vol.56, No.35
(KISTI 글로벌동향브리핑 09-14)

요르단

러시아산 경수로 2기 2024년 준공 예정

요르단이 추진 중인 원자력발전소의 상업 운전 개시가 2024년으로 계획되어 있다고 국제원자력기구(IAEA)가 사찰보고서를 통해 밝혔다. 요르단의 원전 건설 프로젝트는 조인트 벤처를 통해 1,000MW 용량의 러시아산 AES-92 경수로 2기를 건설하는 것으로 되어 있다. 국영 요르단원자력발전회사(JNPC, Jordan Nuclear



러시아의 ASE-92 경수로 원전 조감도

Power Co.)가 지분의 50.1%를, 러시아 국영 원자력회사인 Rosatom의 국제 사업 담당 자회사인 Rusatom Overseas가 49.9%의 지분을 갖게 된다.

IAEA는 2014년 8월 4일~14일까지 요르단에 대한 사찰을 통해 이 보고서를 발간했으며 IAEA 원자력 인프라 개발 부문의 Matthew Van Sickle 원자력 엔지니어는 이번에 시행한 제2단계 통합 원자력 인프라 점검(INIR, Integrated Nuclear Infrastructure Review) 사찰은 요르단이 받은 같은 종류의 사찰로는 3번째이며 1단계 INIR을 2009년 8월에, 후속 사찰을 2012년 1월에 받은 바 있다고 밝혔다.

IAEA는 이 보고서에서 요르단은 2030년까지 6,800MW에 달하는 전력 부족에 직면할 가능성이 있으며 새로운 원자력발전소 건설을 통해 이를 완화할 수 있을 것이라고 평가했다. 수도 Amman에서 70km 가량 떨어진 Amra에 위치한 원전 부지에서 진행되고 있는 건설 사전 작업은 2016년에 완료될 것으로 보인다.

IAEA는 보고서에서 요르단 내각이 양사 간의 프로젝트

개발협약(PDA, project development agreement)을 2014년 8월 사찰 기간에 승인한 바 있다고 밝혔다. 이 협약은 투자를 하기 전에 양측이 수행해야 할 활동을 규정하고 있으며 요르단 측은 전력 시장 분석, 전력망 분석, 부지 특성 조사, 환경 영향 평가, 용수 공급 협약 및 생산된 전력에 대한 구매 협약 등을 준비하는 것을 포함하고 있다.

IAEA는 또한 사찰 당시에 JNPC는 설립된 상태가 아니었다고 밝혔다. 이 회사는 2개 단계로 나눠 활동을 하게 되는데 1단계에서는 PDA에 규정된 투자 전 활동을 수행하는 책임을 지며 이 활동이 완료되어야 최종 투자 결정을 내리게 되어 있다. 러시아 측 전략적 투자사는 지분 참여를 하며 설계, 구매 및 건설(EPC, Engineering, Procurement and Construction) 계약을 수주하게 된다.

Van Sickle 엔지니어는 3차례에 걸친 지금까지의 사찰은 IAEA의 19개 분야에 해당하는 인프라 현안을 모두 포함하는 방법론에 적용되었다고 밝혔다. 이 사찰보고서는 인프라 개발, 규제 및 정부 활동의 조정 등이 개선이 필요한 분야로 도출되었다고 기술하고 있다.

보고서는 예를 들어 JNPC를 프로젝트 개발 조직에서 원자력발전소를 인허가 받고 건설해서 운영하는 조직으로 전환시키기 위한 계획의 개발 및 이행이 매우 중요하다고 지적하고 있다. 투자 결정 전후 단계에서 모두 이 회사의 구조, 문화, 리더십, 자원 및 관리시스템을 개발하는 것도 당면 과제라고 밝히고 있다.

IAEA는 요르단 정부가 원자력 발전 프로그램에 대한 국가적 우선 순위와 전략을 확정하고 원자력 인프라를 개발하는 장관급 조정위원회를 설치하는 등 총 44건의 권고사항을 제시했다.

- KISTI 글로벌동향브리핑 09-07