



해외 원자력 동향

기사 출처 : WNN, World Nuclear News, Nucleonics Week, Neimagazine, Middle East Monitor, Nuclearstreet, Reuters, 연합뉴스

미국

Vogtle 4호기, 원자로용기 설치 완료



Vogtle 원전 건설 현장

Georgia Power는 최근 WEC가 지난 해 파산 신청을 하며 건설 중단 위기에 놓였던 Vogtle 4호기(AP1000)

원자로 용기 설치 작업을 완료했다고 발표했다.

Vogtle 3, 4호기 건설 프로젝트 운영사인 Southern Co.가 지난 12월 준공을 완료하기로 결정한 후, 3, 4호기는 각각 '21, '22년 상업 운전 목표 달성을 위해 공정을 서두르고 있다.

이번에 설치된 원자로용기는 두산중공업에서 제작했으며, 306톤, 35ft 규모이다.

플로리다주 원전 2기 건설 운영 면허발급 승인

미국 원자력규제위원회(NRC)는 최근 플로리다주에 위치한 Turkey Point 원전부지의 AP1000 2기 건설 및 운영에 관한 면허(COL) 발급을 승인했다.

동 원전 소유사인 Florida Power and Light(FPL)는 '06년 건설을 계획하여 '09년 5월에 면허(COL)를 신청했고, '17년 12월 최종 청문회를 실시한 바 있다.



에너지부, WEC의 인도 원전사업 지지

Rick Perry 미 에너지부 장관은 WEC가 파산 신청이라는 어려운상황을 극복하고 인도 원전 사업을 수행할 준비가 되어 있다며 지지를 표명했다.

Perry장관은 최근 인도를 방문하여 인도 석유가스부 장관과 함께 WEC의 원전 사업 프로젝트를 포함, 양국이 체결한 민간 원자력협력 이행을 재확인하는 공동성명서를 발표했다.

미국과 인도는 '08년부터 민간 원자력 협력을 추진했으며, '16년에 WEC가 인도에 원전을 수출하는 합의를 도출한 바 있다.

2018년 예산 계획에 MOX 시설 건설비 반영

트럼프 대통령이 3월 23일 서명한 '18년도 옴니버스 세출 법안(예산결의 안이 통과된 후 예산 지출 법안이 의회에서 합의되기 전에 미리 예산을 집행하기 위해 여러 가지 분리 법안을 한꺼번에 제정·처리하는 일괄 세출안)에 미 에너지부(DOE)가 사우스캐롤라이나주에 건설 중인 MOX(mixed oxide fuel, 혼합핵연료) 가공 시설 건설 예산이 전년도와 동일하게 3억 4천만 달러(한화 3천 6백억)로 반영되어 있는 것으로 나타났다.

현재 70% 건설된 이 시설은 2010년 미국과 러시아가 무기급 플루토늄 34톤을 감축하기로 합의하여 플루토늄 농축도를 희석시켜 상업용 원자로에 사용할 MOX연료를 만들 계획이었다.

DOE는 MOX 가공시설의 40년간 운영비가 241억 달러에서 560억 달러로 급증할 것으로 예상되어 2016년부터 대안으로 매년 4억달러가 소요되는 플루토늄을 희석하여 드럼으로 밀봉 처리한 후 WIPP(Waste Isolation Pilot Plant)에 저장하는 희석·처분법(dilute

and dispose)을 고려하고 있다. 백악관 예산관리국은 연말까지 2억 2천만 달러가 건설 중단에 사용될길 희망하지만 플루토늄 처분 프로젝트가 DOE의 바램대로 희석·처분법으로 대체되기 위해서는 ① 예산 절감을 미연방정부 회계사무국에 증명 ② 뉴멕시코 환경부와 미국 환경보호국으로부터 규제 승인 ③ WIPP시설 확장을 위한 조치(수용능력 및 부지 확대와 관련 법안 개정)가 필요하다고 밝혔다.

뉴저지주, 원전 지지 법안 통과

뉴저지주는 최근 원전의 친환경적인 저탄소 배출에 초점을 맞추어 원전을 지지하고 지원하는 'ZEC'(Zero Emissions Certificate) 프로그램을 실행하는 법안을 통과시켰다. 동 법안은 공공유틸리티위원회(BPU)에게 ZEC 프로그램 운영을 위임했으며, 해당 프로그램 참여 원전은 \$0.004/1kWh 지원을받을 예정이다.

한편, BPU는 동 프로그램 참여 조건을 '30년 이후까지 운영허가를 받은 원전으로 제한하여, 원전 운영사가 원전을 장기간 운영 하도록 유도하고 있다.

“원전시장 주도권 회복 위해 파이낸싱 확대 등 필요”

미 원자력계에서는 미국이 세계 원전 시장에서 주도권을 중국과 러시아에게 넘겨줬다는 의견이 지배적이다. 국영 기업인 중국과 러시아의 원전 공급사들은 자국 정부로부터 파이낸싱 등 전폭적인 지원에 힘입어 세계에서 영향력을 점차 넓혀가고 있는 실정이다.

'Atlantic Council Energy Center'의 최신 보고서에 따르면, 중국과 러시아는 원전 수출 시 핵연료의 전 주기 구축, 수출국에 대한 인프라 투자, 신규 노형 개발

지원 등 해외 시장 개척을 위해 전력을 다하고 있는데, 그 결과 전 세계 신규 노형의 3분의 2 가량이 이미 중국과 러시아의 설계를 사용하고 있는 것으로 추정되고 있다. 물론 러시아는 경제가 취약하고 중국은 운전 경험이 부족한 점 등 이들의 위치가 미국이 추월할 수 없을 정도로 독보적인 것은 아니라고 밝혔다.

이에 Maria Korsnick 미국원자력협회(NEI) 회장 등 미국 원자력 종사자들은 미국이 세계 원전 시장에서 리더십을 되찾기 위해 ① 원전 수출 관련 규정의 간소화 및 정비 ② 정부발(發) 파이낸싱 확대 ③ 에너지 관련 의사 결정 과정에서 정치·경제학적인 요소 고려 ④ 원전 수출 협상 시 사용후핵연료를 미국 본토로 회수하는 방안 검토 ⑤ 국내 공급망 체계의 활성화 ⑥ 기술 혁신 주도 등을 해야 한다고 제언했다.

원자력 전문가들은 사용후핵연료의 미국 본토 회수가 잠재적으로 민감하고 위험한 물질이 고객의 국가에 남아 있을 가능성을 원천적으로 차단시켜 주고, 한국가의 핵폐기물 관리의 부담을 경감시켜 줘 미국과 잠재 고객 모두에게 큰 이득으로 다가올 수 있다고 지적하고 있다.

코네티컷주 규제기관, 밀스톤 원전 필요성 발표



Millstone 원전

코네티컷 주 규제기관은 최근 발표한 보고서에서 도미니언 에너지(Dominion Energy, 이하 ‘도미니언’)의 자료 미비로 회사의 재무 건전성이 입증되지 않았으나, 현 시점에서 판단할 때 도미니언의 밀스톤 원전이 코네티컷 주가 위치한 뉴 잉글랜드 지역의 연료 공급 안정성 및 탄소 배출 절감목표 달성에 반드시 필요하다는 의견을 밝혔다.

코네티컷 주 에너지환경보호부(Department of Energy and Environmental Protection, 이하 DEEP)와 공공시설규제위원회(Public Utilities Regulatory Authority, 이하 PURA)는 Dannel Malloy 주지사가 작년 7월에 요청한 바에 따라 밀스톤 원전의 재정 건전성 현황 및 전망에 대해 최종 보고서를 발표했다. 에너지 컨설팅 업체 레비아탄 어소시에이트(Leviatan & Associates, Inc, 이하 LAI)가 조사 업체로 선정되어 원전의 경제성 전망과 원전 폐쇄 시 코네티컷 주 지역 경제 전반에 미치는 경제적 효과에 대해 분석하였다.

보고서에 따르면, 코네티컷 주의 경우 신규 발전소 건설없이 수요를 충족시킬 수 있다 하더라도 전체 뉴 잉글랜드 지역의 신규 발전소 건설은 불가피하다. 밀스톤 원전 퇴역으로 인한 전력 공백은 뉴 잉글랜드 지역에 위치한 독립계통운영사(Independent System Operator, 이하 ISO)의 천연가스를 발전원으로 하는 화력발전소 건설로 채워질 것이며 이는 곧 천연가스에 대한 과도한 의존으로 이어질 것이다. 또한 밀스톤 원전 퇴역으로 뉴잉글랜드 지역의 탄소배출량이 25% 이상 증가될 것이며 탄소를 배출하지 않는 타 발전원으로 대체할 경우, 55억 달러 이상의 추가 비용이 발생할 것으로 예측했다.

밀스톤 원전 운영 주체인 도미니언의 CEO인 Paul Koonce는 에너지환경보호부 및 공공시설규제위원회 관계자에게 “규제기관이 밝히고자 하는 바는 명확하



다. 밀스톤 원전은 코네티컷 주의 저렴하고 환경 친화적인 발전원 확보 및 탄소 배출 감소 목표 달성에 필수 불가결한 존재이며, 본사는 코네티컷 주 정부 에너지 정책 담당자와 긴밀히 협조하여 목표 달성을 위해 헌신하겠다.”는 목표를 밝혔다.

일본

Ohj 3호기 원전 재가동 시작



Ohj 원전

간사이전력의 Ohj 3호기(1180Mwe, PRW)가 4월 10일 상업운전을 재개했다. 이로써 일본은 총 42기의 원전 중 6기를 재가동시켰으며, 동일 노형인 Ohj 4호기는 연료 장전을 시작하여 5월 중순 상업 운전을 재개할 계획이다. Ohj 3호기는 후쿠시마 사고 이후 ‘11년부터 Ohj 4호기와 함께 가동을 중단, ‘12년 임시 재가동 후 ‘13년에 다시 중단된 바 있다.

Tokai 2호기, 지자체 승인 취득 절차에 동의

일본원자력발전(JAPC, Japan Atomic Power Co.)은 3월 29일, ‘Tokai 2호기(BWR 1,100MW급) 원전

재가동 여부 결정 권한’을 Tokai 2호기 원전 인근의 5개 지자체에게 부여하고, 재가동에 대한 승인을 결정하도록 했다. 원전 소재 지역 외의 지자체들이 이러한 권한을 확보한 것은 일본 최초 사례이다. JAPC 회장은 “지자체와 심도 있게 논의할 것”이며, 5개 지자체가 전부 동의하지 않는다면 재가동 하지 않을 것이라 밝혔다.

한편, 일본 원자력규제청(NRA, Nuclear Regulation Authority)는 Tokai 2호기 기술평가를 거의 완료하였으며, 현재 JAPC 재무지원보증 제출을 기다리고 있는 상황이다. 일본 내 모든 원전은 재가동 전 ‘지방정부 승인’외에 ‘NRA 안전성 승인’을 취득해야 한다.

후쿠시마 방사선량 측정기 철거 방침

일본 원자력규제위원회가 지난 2011년 원전n사고 후 후쿠시마현에 설치한 방사선량 측정기의 대부분을 철거하려 하고 있다고 교도통신이 4월 16일 보도했다.

일본 정부는 원전 사고 후 후쿠시마 현의 학교와 보육원 등을 중심으로 방사선량 측정기를 설치해 방사선의 양을 실시간으로 모니터링하고 있다. 현재 운영 중인 측정기는 3천 대인데, 원자력규제위원회는 ‘피난 구역’ 이외 지역은 방사선량이 안정적으로 낮다고 판단해 해당 지역의 측정기를 철거하겠다는 방침을 지난 3월에 정했다.

철거 대상은 전체의 80% 가량인 2천400대로, 위원회는 2020년까지 이들 측정기의 철거를 완료할 방침이다. 위원회의 이런 방침에 대해 주민들은 아직 사고 원전의 폐로 작업이 결음마 수준이어서 언제 다시 수치가 높아질지 모르는 상황이라며 반대 의사를 밝히고 있다.

중국

Taishan 1호기 연료 장전 시작



Taishan 원전

중국 CGN은 4월 11일 가원자력안전국(NNSA)의 승인을 받고, Taishan 1호기의 첫 연료 장전을 시작했다고 발표했다. Taishan 1호기는 광둥 지방에 건설되는 프랑스 EDF의 EPR 노형으로 올해 말 상업운전 목표이며, EPR 노형 중 세계 첫 상업 운전이 될 예정이다.

CGN(70%), EDF(30%)의 합작 투자로 진행되는 동 Taishan 1, 2호기 건설 프로젝트는 '07년 990억 달러 규모로 계약이 체결된 후 각 호기별로 '09년, '10년 착공했다.

러시아

신규 원전 2기 올해 상업 운전 예정

러시아의 Rosatom은 Leningrad II-1호기(VVER-1200)와 Rostov 4호기(VVER-1000)의 상업 운전이 임박했다고 전했다. Leningrad II-1호기는 3월에, Rostov 4호기는 2월에 송전망에 연결되었고, 올해 상



Leningrad 원전 II

업운전을 목표로 시범 운영 중이다.

한편, Leningrad I 원전본부 4기(RMBMK-1000)는 페로 시점에 맞춰 Leningrad II 원전본부의 4기(VVER-1200)로 대체될 예정이다.

이집트 Dabaa 원전 건설 계약 체결

러시아 Rosatom은 4월 17일, 이집트 Dabaa 원전(총 4,800MW) 건설 프로젝트의 계약을 체결했다고 발표했다. Rosatom은 Dabaa 원전 건설 계약과 더불어 원전연료 관리 및 공급 계약 등 총 600억 달러(한화 약 64조원) 규모의 종합계약을 체결했다고 밝혔다.

Dabaa 원전 건설의 예상 비용은 총 210억 달러(한화 22.4조원)이며 잠재적으로 260억 달러(한화 27.7조원)로 증가할 전망이며, 러시아 자금 85%와 이집트 자금 15%가 투입될 예정이다.

관류 냉각 방식 허용 법안 통과 예정

Pavel Fedorov 러시아 에너지부 대변인은 신규 원자력발전소에 관류 냉각(Once-through cooling system, 바다나 하천에서 용수를 취수하고 냉각시설을 거친 후 동일 수역에 그대로 방출하는 방식) 사용



법안이 연방 규제 당국의 승인을 받아 채택될 예정이라고 4월 6일 발표했다.

러시아의 발전소 운영을 담당하는 Rosenergoatom은 폐쇄 방식(Closed-loop system, 발생한 온폐수를 냉각탑 등의 열교환 시설을 거친 후 다시 냉각수로 재사용함으로써 자연에 용수를 배출하지 않는 방식) 시스템 대신 관류 냉각 시스템을 채택하여 원자로 건물을 건설함으로써 호기당 2.5억에서 3억 루블(한화 약 470억 원)의 비용을 절감할 수 있다고 추정하고 있다.

증기발생기 냉각을 위해 강이나 바닷물을 사용하는 관류 냉각시스템은 기존 발전소에서 사용이 허용되었지만, 2006년부터 신규 산업 시설에는 사용이 금지되고 있었다.

Rosenergoatom의 Timonov 대변인은 관류 냉각을 신규 발전소에 적용함으로써 인해 막대한 예산을 절감할 뿐 아니라, 해안 지역에 발전소를 짓기 희망하는 국제 바이어들에게 신규 사례로 보여줄 수 있는 매력적인 기회라고 밝혔다.

독일

PreussenElektra, GNS 및 Westinghouse에 원자로 압력용기 내부 구조물 해체 의뢰

유럽 최대 전력회사인 PreussenElektra(구 E-On)는 해체 예정인 독일 내 6기의 원자력발전소 원자로 압력용기의 내부 구조물 해체 및 패키징을 GNS(Gesellschaft für Nuklear-Service), Westinghouse Electric Germany 및 Westinghouse Electric Sweden으로 이루어진 컨소시엄에 의뢰하기로 하였다.

PreussenElektra의 페로 및 해체 책임자인 Jan Cornelis Homan씨에 따르면 “원자로 압력용기의 내

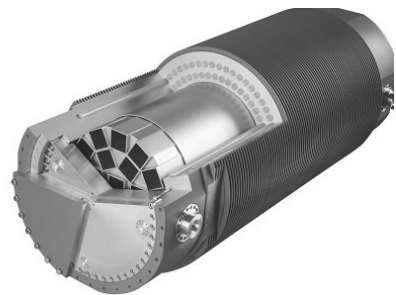
부 구조물 제거는 각각의 원자력발전소는 물론 전체 원자력발전소에 대한 해체 전략의 성공적인 이행을 위해 매우 중요하다.”며 “이러한 내부 구조물의 해체 및 패키징은 전체 해체 과정 중에서 기술적으로 가장 까다롭고 복잡한 과정의 하나이기 때문에 경험이 풍부하고 검증된 파트너를 선택해야만 이 복잡한 프로젝트를 안전하고 신뢰할 수 있게 구현할 수 있다.”고 말했다.

GNS는 컨소시엄 리더로 이미 입증된 해체 기술을 사용하여 해체 계획 및 폐기물의 최종 저장을 위한 패키징을 담당하고, Westinghouse는 원자로 압력용기 내부 구조물의 분해를 담당하게 된다.

이 프로젝트는 10년 이상의 기간이 소요될 것으로 계획되어 있다. 원자로 압력용기의 내부 구조물에는 컨테이너 내의 연료 요소를 고정하고 냉각재 흐름을 보장하는 핵심 설비가 포함되어 있다. 해체 및 패키징은 수중에서 원격으로 수행될 것이다.

Preussen Elektra의 6기의 원자력발전소의 경우, 총 900톤 가량이 최종 저장에 적합한 1,100개의 캐스크와 컨테이너에 패키징되어야 한다.

GNS, 스위스 Mühleberg 원자력발전소에 8개의 사용후연료 이송 및 저장 캐스크 공급



GNS에서 제작한 사용후연료 이송·저장 캐스크

독일 GNS(Gesellschaft für Nuklear-Service)가 최

근 스위스의 BKW Energie AG와 8기의 사용후핵연료 이송 및 저장 캐스크(CASTOR@V/52) 공급 계약을 체결했다. 2021년에 인도될 이 캐스크는 2019년 말에 폐쇄될 예정인 스위스의 Mühleberg 원자력발전소의 잔존 연료 요소에 사용될 것이다.

마지막 연료 요소가 스위스 중부의 중간 저장 시설인 ZWILAG로 이송되면 1972년부터 운영된 이 발전소는 연료 제로 상태가 될 것이며, 이는 효율적인 해체를 위한 결정적인 전제 조건이다.

GNS는 캐스크 공급을 통해 스위스 최초의 해체 프로젝트인 Mühleberg 원자력발전소 해체도 지원할 것이다.

핀란드

Olkiluoto 3호기 건설 지연 보상 합의



Olkiluoto 3호기

핀란드 TVO(Teollisuuden Voima Oyj : 1969년에 설립된 핀란드 전력회사로 Olkiluoto 1,2호기 운영 중)는 최근 “Areva-Siemens 컨소시엄과 Olkiluoto 3호기 건설 지연 비용을 보상하기로 합의함에 따라, 자금 유동성을 확보하고 프로젝트 관련 불확실성이 제거되

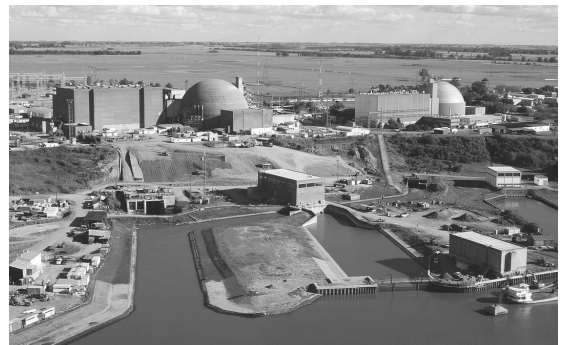
었다.”고 밝혔다. 최초로 건설되는 1,600 MW급 EPR 노형인 Olkiluoto 3호기는 Areva와 Siemens가 약 4조 1,970억원의 턴키 계약으로 건설중에 있다.

보상금은 합의 발효와 함께 약 4,300억원을 지급하고, 나머지는 준공 또는 2019년 말까지 지급해야 한다. 이와 별도로 적기 준공에 대한 인센티브와 벌금이 합의 조건에 명시되었다.

2008년 TVO와 Areva는 프로젝트 비용 초과에 대한 책임 논쟁 이후 국제상공회의소 중재를 진행해왔으나 본 합의와 중재 절차 종료 이후 철회했다.

아르헨티나

Atucha 1호기 운영 연장 허가



Atucha 원전

아르헨티나 원자력규제기관(ARN)은 최근 남미 지역에서 가장 오래된 원자로로 알려진 Atucha 1호기 (362MWe, PHWR)에 대한 운영 연장을 승인했다.

해당 원전은 ‘68년 건설을 시작하고 ‘74년부터 상업 운전을 했으며, 이번 연장으로 인해 2024년까지 운영이 가능해졌다.

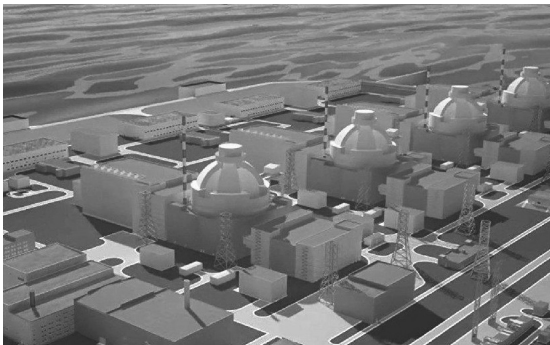
아르헨티나에는 Atucha 1, 2호기 및 Embalse 1호



기까지 총3기의 원전(1,627MWe)이 상업 운전중이며, 이들 원전의 발전량은 국가 전력 생산량의 10%를 차지하고 있다.

터키

아쿠유(Akkuyu) 원전 건설 승인



Akkuyu 원전 조감도

터키는 4월 3일 자국 내 첫 원전인 아쿠유 원전 (1,200 MW급, VVER-1200노형 4기) 건설을 승인했다. 아쿠유 원전은 터키의 동부 지중해 연안에 위치하고 있으며, 러시아 국영기업인 Rosatom이 건설할 예정이다. VVER-1200 노형은 러시아 Novovoronezh-6와

Leningrad II-1에서 가동 중이다.

아쿠유 원전의 건설 승인은 러시아가 터키의 첫 원전을 건설하는 것을 넘어 터키 스스로의 새로운 기술 분야를 시작하는 의미가 있다. 터키와 러시아 정부가 체결한 2010년 협정에 따라 본 건설 승인이 이루어졌고 현재 200명이 넘는 터키 학생들이 러시아 대학에서 원전 설계, 운영 및 엔지니어링 교육을 받고 있다.

2010년에 서명된 상업협정에 따르면, 터키의 국영기업인 TETAS가 처음 2기의 원전에서 발전량의 70%를 \$12.35 cents/kWh의 가격으로 15년 동안 판매하고, 나머지 2기의 원전에 대해서는 발전량의 30%를 같은 가격으로 15년 동안 판매할 예정이다.

Akkuyu 원전 건설은 여러 우여곡절 끝에 승인되었다. 환경 영향 평가 문제 때문에 환경보고서를 4번이나 제출을 해야 했고, 2015년 터키공군이 러시아 전투기를 격추하면서 촉발된 양국 관계 악화로 인해 이런 지연 상황이 더욱 심화되었다.

터키 에르도안(Erdogan) 대통령에 대한 쿠데타가 실패로 돌아간 2016년이 되어서야 양국 관계가 회복되었으며, 이로서 터키의 에너지 규제기관인 EPDK가 2017년 6월에 아쿠유 원전 4기에 대한 면허를 발급했다. 아쿠유 원전은 2023년에 상업 운전을 시작할 예정이다. 🌐

