

Seveso (이탈리아)	1976	즉시 사망 0 (장기적인 영향 미상)	化學反應爐에서 생성된 더욱신 방출
San Carlos (스페인)	1978	200+	휴일캠프에서 프로필렌탱커 화재
Three Mile Island (美國)	1979	즉시사망 0	原子爐 운전실수, 대부분의 방사능 성공적으로 격납, 原子爐 폐쇄
Mexico City (美國)	1984	500+	정유공장에서 액화석유가스 폭발
Bhopal (인도)	1984	2,000	살충제 제조공장에서 메틸아이소 시안산염방출, 만성적인 영향 클 것으로 우려, 170,000명 이상 치료
Stava (이탈리아)	1985	250	댐붕괴
Chernobyl	1986	즉시 사망 31 (만성 영향을 전세계에서 평가중)	허가받지 않은 실험 수행중 原子爐 即發臨界

英國 Hinkley Point 原電 公聽會 10月 4日 開始

영국의 퍼킨슨·에너지장관은 최근 중앙전력청(CEGB)이 잉글랜드 남서부의 서머셋주 Hinkley Point에 건설을 계획하고 있는 Hinkley Point C발전소(PWR, 110만kW)의 공청회에 대해 금년 10월4일부터 시작할 것임을 밝혔다. 동 발전소는 작년 3월에 인가된 Sizewell B발전소(PWR, 110만KW)에 이어 영국으로서는 2번째의 輕水爐가 된다.

퍼킨슨·에너지장관은 공청회의 내용에 대해 경제성, 안전성, 환경문제 등에 초점이 맞춰질 것이며, 구체적으로는 CEGB가 5월16일에 제출한 신청서에 근거하여 검토될 것이라고 했다. 우선 첫째로 금년 2월25일에 정부가 공표한 CEGB의 민영화와 관련하여 동 발전소가 실제로 필요한지 아닌지에 대해 토의가 될 것이며, 설계·건설·운전에서의 안전성에 대해서도 검토될 것이다. 이중 안전성에 관해서는 작년에 인가된 Sizewell B발전소에서의 검토결과가 참고가 된다고 한다.

이밖에도 발전소에서 발생하는 방사성폐기물의 사이트내 관리와 환경으로의 방사능 방출, 고용을 포함한 지방경제에 대한 효과, 물의 공급과 처분, 수송요건, 護岸, 농업, 어업에 대한 영향 등 광범한 문제에 대해 검토될 것이다.

그리고 퍼킨슨·에너지장관은 동 공청회의 성립역할을 맡는 감독관에 M·번즈씨를 지명했다고 발표했다.



EdF社, 事故收給節次를 徵狀基準 APE節次로 變更

EdF사는 동사의 현행 긴급시 원자로운전 절차를 내년부터 Symptom(徵狀)基準으로 전면 대처할 계획이다.

EdF사 관계자들은 이렇게 정상기준 절차를 일반화시키기는 세계에서 처음 있는 일이라고 했다.

TMI-2호기 사고후 개발된 이 정상기준 절차는 운전원들로 하여금 특별한 문제 발생에 개입하지 말고 몇가지 결정적인 파라미터의 지시치를 토대로 원자로 상태를 계속 종합관찰할 수 있도록 하여 복합적인 시스템 고장에서 오는 복잡하고 급변하는 상황에 쉽게 대처할 수 있게 하는 것이다.

운전원 팀들이 시뮬레이터를 사용해 이 절차를 광범하게 시험해 본 결과 매우 긍정적인 반응을 보였으므로 EdF사에서는 동사의 Penly-1, 2호기(1,300 MW PWR)가 1989년에 시동될

때 이 새로운 시스템을 전적으로 사용하게 될 것이라고 동사의 원자력안전처 Depond씨는 말했다. 1991년에 시동되는 Chooz-B 플랜트의 N4 1,400MW 유니트에도 이 시스템이 사용될 것이며 1990~91년에는 나머지 1,300MW PWR에도 사용될 것이다. 900MW PWR의 경우는 압력용기 수위계의 보완설치 때문에 이 시스템의 적용이 좀 늦어질 것이다. 이 보완공사는 각 유니트의 10년차 보수기간중에 실시될 예정이고 제일 먼저 이 시스템을 적용하게 되는 것은 1993년이 될 것으로 본다고 Depond씨는 말했다.

이 새로운 원자로 상태기준 운전방식 (approche par etats, APE)은 운전원들의 사고수습방안에 급진전을 보이는 것으로 현행의 이벤트 기준 절차를 외길 궤도상에서 속도를 낮추는 기차에 비유한다면 정상기준 절차는 어디든 갈 수 있는 「全地形 車輛」이라고 Depond씨는 말했다. 300시간 이상 걸려 APE팩키지를 시뮬레이터로 테스트해보고 운전원들은 이 새로운 절차를 높히 평가하면서 신뢰성 있고 「스트레스 방지」에 도움이 될 것이라고 했다. 지난 5월말에 있었던 프랑스 원자력협회의(SFEN)의 한 회의에서 그는 「정상기준 절차를 따른다면 이론적으로는 운전원들이 자주 교대할 필요가 없는 데 그 이유는 운전원들이 재래식 절차에 따를 때 처럼 빨리 피로해지지 않기 때문」이라고 했다.

EdF사의 APE 팩키지 절차는 WH사의 「주요 안전기능」 절차와는 근본적으로 다르다고 Depond씨는 말하고 WH사의 정상기준 절차는 단 하나의 기능만을 다루어 이 기능이 회복되면 운전원들을 이벤트 기준 절차로 복귀시키는 점이 다르다고 했다. 이러한 방식은 마치 운전원을 그 자신이 그 절차중의 어느 위치에 있는지 알지도 못 하면서 어떤 절차위에 떨어뜨려 주는 것과 같은 것이라고 그는 말하고 이 반면에 이 새로운 APE절차는 운전원들로 하여금 여러 기능의 결합을 바탕으로 조작하도록 하기

때문에 전체적인 사고 시퀀스를 다루게 된다고 했다.

EdF사 관계자들은 KWU사가 정상기준 절차 개발에서는 훨씬 뒤져 있는데 이는 서독회사들은 원자로의 긴급시 대책을 다루는데 있어 자동 시스템에 많이 의존하는 경향이 있는데도 일부 원인이 있다고 했다.

EdF사에서 실시하려는 정상기준 팩키지 절차를 적용하게 되면 A-절차 라고 불리우는 현행의 전체적인 팩키지 절차(현재 설계기준 사고를 커버하고 있는 절차로 보통 I-절차(사고시 절차)가 사고를 수습하지 못 했을 때에 적용되는 절차)와 그 외의 다른 긴급시 절차들은 모두 폐기하게 되고 그 대신 이 새로운 APE절차를 적용하게 되는데 각 절차는 전면적인 사고후 운전원들이 복구 시퀀스를 통해 안전한 정지를 할 수 있도록 해준다.

EdF사는 현재 복합적인 형태로 이 정상기준 절차를 사용하고 있다. 지난 몇년간 EdF사에서는 산하의 원자력플랜트에 소위 H-절차(초과 설계치 기준)라고 하는 다섯가지의 절차를 사용해 왔다. 이 H-절차는 자주 사용되는 多重 시스템중의 하나가 잠시 상실됐을 때, 또는 냉각재 상실사고후에 사용되는 다중 시스템이 상실됐을 때, 이를 커버하도록 설계돼 있다. 이것이 커버하는 범위는 발전소 정전시의 비상전력 공급에서 부터 이동식 보조 저압안전 주입 시스템과 폐쇄설비 스프레이 시스템에 이르기 까지 광범하다.

이와 동시에 EdF사는 운전원들이 실제 사용하고 있는 절차를 보완하기 위해 교대 안전 엔지니어들(ISR, 미국 플랜트의 교대 기술고문에 해당)이 사용하고 있는 정상기준에 의한 한 셋트의 감시절차를 소개했다. 이 절차에는 SPI(사고후 감시), U1(운전원으로 하여금 정상기준 절차로 전환시키도록 하는 절차), SPU(U1 절차 진행중 원자로 상태를 감시)등의 절차들이 포함된다. 이외에 모래 필터를 통해 폐쇄설

비내의 가스를 배출시키기 위한 그 유명한 U5 절차를 비롯해, 노심이 열화됐을 경우 방사성 생성물을 가급적 많이 폐쇄설비내에 잡아두기 위해 사용되는 3가지의 U-절차(극한상황시의 절차)가 사용되고 있다.

이 새로운 APE-절차는 A-절차, H-절차의 일부, SPI, U1, 그리고 SPU-절차를 대치하도록 설계돼 있다. Depond씨가 도표를 통해 설명했듯이 이것은 여러가지의 긴급시 절차 사이의 장벽을 없애버렸다. 또 이 절차는 ISR엔지니어(그의 임무는 약간 불투명한 면이 있지만)와 운전원 및 교대주임 사이의 대화가 쉽게 이루어지도록 만든다. 왜냐 하면 결정을 내리는데 있어 운전원들이 실제적으로 똑 같은 「강력한 도구」를 갖게 되기 때문이다. 그러나 한편으로는 안전 엔지니어가 운전원들의 행동에 대해 정신적인 거리를 두고 감시할 수 있도록 그의 본래의 사명인 人的인 多重防禦가 이루어지도록 배려해야 할 것이라고 Depond 씨는 말했다.

Superphenix 運轉再開에 新規許可 必要

Creys-Malville의 Superphenix 증식로는 운전 을 재개하기 전에 새로운 운전허가 절차를 밟아야 한다. 이 플랜트의 운영회사인 EdF사는 신규허가신청서를 통해 주원자로용기의 X-레이 검사에서 나타난 14군데의 의심스러운 흔적(결합이나 균열이 아니더라도)이 증식로의 앞으로의 운전에 위험을 가져오지 않는다는 것을 증명하지 않으면 안 된다.

이 플랜트의 소유주인 Nersa사의 Mergui 이사는 손상된 연료저장 탱크 없이 Superphenix 를 가동시키기 위해서는 신규의 건설허가를 포함해 3가지의 프랑스 정부 허가를 받아야 한다고 했다. 이러한 허가를 얻기 위해 EdF사는 Superphenix 의 새로운 건설허가와 연료저장 부분없이 운전하기 위하여 이 유니트에 대한

잠정 안전보고서를 재작성, 제출하지 않으면 안 된다.

Margui씨는 현재 프랑스 원자력위원회에서 개발중인 새로운 핵연료피복재가 완성되면 앞으로 다년간, 경우에 따라서는 Superphenix의 순수명기간을 통해 노심으로 사용이 가능할 것이라고 했다.

Nersa와 EdF 양사는 금년 가을에 이 노의 운전을 재개할 것을 희망하고 있다.

Tricastin-4호기 SG 漏洩事故

최근 Tricastin-4호기 PWR증기발생기 1/2 차축 사이에 누설이 일어났을 때 측정장치가 누설량을 過少指示함으로써 이 유니트를 3일후에 정지시킨 일이 있었다.

1987년에 제정, 금년부터 실시되는 증기발생기 튜브 누설에 대한 새로운 규제규정에 따르면 누설량이 시간당 5리터를 초과하면 유니트를 정지시키도록 돼있다. 그러나 Tricastin-4호기에서 누설량 측정장치의 조정이 잘못되어 이것이 발견되기 까지 시간당 40리터의 누설이 3일간 계속된 후 6월 8일 이 유니트를 정지시킨 일이 있었다. U-벤트 부분에서 새고 있던 튜브는 양쪽 끝을 플러깅시켰다. 증기발생기 튜브누설 사고는 흔히 일어나는 일이지만 프랑스 안전당국과 EdF사에서는 이번사고를 프랑스의 새로운 사고 척도상의 Level-1로 분류하고 있는데 그 이유는 이 유니트가 누설량의 과소평가로 규정위반상태하에서 가동됐기 때문이다.

이번 사고는 새로운 사고규정이 실시되고 나서 2개월 사이에 EdF사 플랜트에서 일어난 3번째의 Level-1급 사고(이상사태 또는 기술사양상의 위반)이다. 다른 두 Level-1급 사고는 Flamanville-2호기의 사용후연료 푸울의 냉각 시스템에서 지난 5월 5일 일어난 17분간의 정

전사고와 5월 17일 Gravelines-2호기에서 약 30분간 계속됐던 부속설비 냉각수 상실사고이다. 이 중 두번째 사고는 밸브 수리가 잘못되어 기밀이 유지되지 않아 일어난 것이다.

EdF사는 현재 진행중인 2가지의 Level-2급 사고를 갖고 있는데 이 두사고는 이로 인해 플랜트의 불시정지시간이 오래 끌게 되었기 때문에 Level-2로 분류된 것이다. 하나는 Creys-Malville 증식로의 사용후연료 저장드럼의 누설 사고로 이 사고로 최소한 금년 말까지 이 플랜트는 계속 정지될 것 같다. 또 하나는 최근 5주 일째 플랜트 정지를 가져온 제어봉 가이드 튜브 Split pin의 파손사고다.



燃料 튜브 交替 容易하도록 CANDU 設計 變更

CANDU 설계업체와 소유업체들은 원자로의 40년 수명기간중 단 한번 연료채널 압력관의 교체가 필요하도록 하고 또한 수소의 발생, 변형, elongation으로 튜브교체가 필요할 때 380~480개의 튜브를 교체하는데 필요한 정지시간과 피폭선량을 줄이기 위해 설계변경을 하고 있다. CANDU 운영회사인 Ontario Hydro사는 튜브 교체를 계획하고있지만 지금은 열 전달을 방해하고 있는 증기발생기 2차측의 침적물과 장기적인 배관보전문제에 관심을 두고 있다.

CANDU 설계에 공동참여했던 AECL사의 주임 엔지니어 Brook씨는 6월 중순 위니펙市에서 열린 캐나다 원자력협회(CNA) 연차대회에서 AECL사는 장차의 CANDU에 대해서는 교체작업의 편의를 위해 한쪽으로 만 연료장전하고 칼란드리아 케이싱내에 압력 튜브를 삽입하는 과정을 공장조립으로 하도록 설계하고 있다고 했다. 그는 또 Ontario Hydro사의 Pickering-1,

2호기의 유니트 당 390개의 튜브를 전부 교체하는데는 채널 당 평균 2일이 걸리고 작업인원의 피폭선량은 채널 당 0.7man-rem이라고 했다. 그러나 신형 CANDU 에서는 단일체로 압력튜브들을 교체할 수 있어 한번 교체하는데 훈련받은 작업인원 이라면 5일 이내에 할 수 있고 이들의 피폭선량도 10man-rems 이하가 될 것으로 그는 기대하고 있다.

현재 Hydro사에서 원자력 플랜트에 대해 가장 우려하고 있는 문제는 증기발생기의 2차측 튜브시트상의 「돌과 같은」 침적물과 배관의 보전에 관한 것이라고 Hydro사의 생산 담당 부사장 Bartholomew씨가 말했다. 그는 일부 유니트에서 열전달이 비효율적이라는 것이 발견되었다고 했다. 「침적물을 제거한 다음 이를 제한하기 위한 대책을 마련할 계획이다. 이러한 시정대책이 실패로 돌아가는 경우 증기발생기 교체작업을 위한 정지(1년 예상)가 예상되지만 이 문제는 튜브 교체와 함께 검토될 것」이라고 그는 말했다.

Bartholomew씨는 이번 CNA대회에서 Hydro사는 산화의 20개 원자력플랜트는 각각 40년의 수명기간중 압력튜브 교체를 위해 19~23개월간의 정지시간이 필요할 것이라고 했다. Pickering 의 첫번째 4개 유니트는 가동후 20년내에 튜브 교체가 필요하지만 이보다 나중에 생긴 원자료에 대해서는 압력튜브 수명을 약 30년으로 연장시킬 것으로 예상되는 연료 채널 프로그램이 실시되었다.

최근의 경험에 의하면 배관의 보전분제는 앞으로 유니트의 신뢰도에 크게 영향을 주는 것으로 이를 위해서는 많은 자금이 필요할 것이라고 Bartholomew씨는 말했다. 이러한 문제에는 침식/부식 메카니즘에 의한 파이프 두께의 감소, 용접부분의 응력균열, 그리고 나중에 생긴 플랜트에서 파이프가 벽을 관통하는 부분에서 생기는 유체 흐름에 따른 진동과 응력의 집중현상 등이 포함된다. 이중에서 나중 문제들