

프랑스의 에너지 事情

原電의 運轉을 最適化

프랑스는 世界 最大의 原子力發電share를 갖고 있으며, 이 原子力share에 對應하기 위하여 프랑스電力公社(EDF) 研究開發局은 최근 PWR原電의 maintenance 및 核燃料交換의 最適計劃 PLANUM을 작성했다.

프랑스의 原電構成은 현재 원자력발전소가 계속해서 商業運轉에 들어가고 있어 크게 변하고 있으며, 앞으로 10년동안 계속 증가될 추세로서 1990년에는 전력의 4분의 3을 PWR原電이 공급하게 될 것이다. 이와 같은 多數의 原電에 대한 관리는 EDF에 있어서 비교적 새로운 작업이 된다. 이것을 순조롭게 관리하기 위해서는 해결하여야 할 많은 문제가 있는데, 이 문제들은 원자력발전소 “在來部分”의 maintenance와 같이 통상적인 것(터어빈, 교류발전기, 補助機器 등)과 PWR原電의 핵연료교환에 관련되는 새로운 형태의 것으로 나누어진다.

重水發電所와 黑鉛가스爐原電의 경우 maintenance를 위한 정지는 핵연료공급과 거의 독립해서 행해지나 PWR原電에서의 연료교환은 전면정지를 필요로 한다. 在來型器材의 maintenance는 거의 전부가 연료교환중에 병행해서 행해지므로 연료공급이 주된 要素이다. 따라서 정지와 다음 정지까지의 기간은 허용한도 내에서 되도록 길게하게 된다. 현재, 運轉 campaign에 대응하는 전력을 發電한 후 매회 핵연료의 3분의 1이 교환되고 있다. 실제로 1基의 正常運轉에서는 약 1년의 간격을 두고 2개월 정도의 maintenance·연료교환을 위한 정지기간을 계획하

여야 한다. 이것이 基準사이클이다. 이 기준사이클을 엄격하게 지키면 maintenance계획은 스스로 전면적으로 확립된다. 停止日은 상업운전개시일과 各基의 발전전력량(가동율)에 의해서 정해진다.

그러나 이 불안정한 分配에서는 발전량과 소비량의 사이에 차이가 작아서 발전코스트가 높은 겨울철에 많은 原電이 정지하게 되는 위험이 발생할 수도 있다. EDF는 공급의 안정성과 양호한 관리라는 관점에서 계획을 수급관계에 적응시키기 위해 다음의 두가지 방법을 생각하고 있다.

1. 短縮 및 延長

필요한 기술적조치를 취하면 기준사이클에 대응하는 전력량을 發電하기 전에 핵연료교환을 앞당기거나 또는 늦추어서 실시할 수 있다. 이 탄력성은 炉心の 물리적특성에 의해서 제약되나 maintenance를 겨울철이 오기전에 하거나 또는 반대로 봄으로 늦추어서 하는 것이 가능하게 된다. 그러나 다음의 campaign末期後의 탄력성을 硬直化시킬 때가 있다.

2. 出力의 自發的 引下(調節)

물리적제약의 허용한도를 넘어서 炉内に stock되어 있는 에너지가 소비되어 campaign을 최대한으로 연장시키더라도 겨울철을 넘길 수 없다고 전망될 경우에는 수급관계가 긴장하고 있지않은, 예를 들면 여름철의 出力을 引下시켜 stock를 溫存하였다가 겨울철에 소비하여 정지를 봄으로 늦추는 방법이 있다. 이 방법에 의하

면 겨울철 정지의 영향을 크게 경감시킬 수 있다. 원자력발전소의 전력공급이 수요를 上廻하는 “原電限界期”에 出力을 최대한 引下하면 코스트의 팽창은 매우 작으며 경우에 따라서는 제로로 할 수도 있다.

오래걸린 制御棒對策

오랫동안 운전을 정지하고 있었던 Fessenheim 원자력발전소 1호기가 制御棒案内管 교환을 끝내고 82년 12월 10일부터 송전을 재개하였으며, Bugey 2, 4호기도 교환을 끝마치고 12월 10일과 18일에 각각 송전을 재개하였다.

제어봉안내관 교환작업은 특별훈련을 받은 작업원에 의해 82년 10월 초부터 4個班, 1일 3교대로 실시되었다. 새로 설계된 안내관으로의 교환 작업은 水中에서 이루어졌다. pin을 꺼내기 위한 새로운 기계가 개발되었으며 장래에는 hot cell에서 교환작업이 수행될 것이다. 이를 위해 修理stand 10대를 제조중이다. 작업원은 남 보 호벽뒤에서 유리창을 통하여 작업을 한다. 작업 기간은 5, 6주, 교환코스트는 1천만~2천만 프랑 정도이다.

제일 먼저 일본에서 제어봉안내 pin이 부러지는 사고가 발생하였는데, 프랑스는 급히 전문가를 일본에 파견하여 조사한후 안내관 설계변경을 결정했다. 그때까지 同型の 90만kW PWR에서는 이와같은 종류의 결함이 생길 위험성이 있었으며 그 數는 21基였다.

프랑스에서는 Fessenheim 원자력발전소 1호기에서 첫번째 사고가 발생하였다. 定格出力으로 운전중 증기발생기에서 金屬製 “徘徊物”이 探知되었다. 즉시 원자력발전소를 정지시키고 조사한 결과 案内管의 pin과 연결되는 金屬具임을 알았다. 안내관은 上部를 4本の 나사로 靑고 下部는 핵연료집합체 상부의 管板에 切削한 구멍에 導入되는 탄력성을 가진 2本の pin으로 靑여 고정되어 있다.

이 하부의 pin이 부러진 것이다. Inconel製 pin이 부러진 것은 壓力下의 부식 때문인데 ① 불

충분한 열처리, ② 너무 강한 靑입, ③ 角度加工의 形体 등 세가지 要因이 靑친 결과로 보고 있다. 이 세가지 要因이 형성되면 壓力下에서 부식이 일어나 운전 2만5천시간후에 파손이 생긴다. pin의 파손은 기계적사고이므로 안전성에 대한 위험은 없고 다만 SG내부의 물리적 피해가 크다.

프랑스의 90만kW PWR은 제어봉group이 53개 있으며 각각 안내관을 갖고 있다. Bugey 원자력발전소 2호기에서는 운전再開前에 pin 22本에서 균열이 발견되어 안내관을 전면적으로 교환하기로 결정했었다. 同 4호기에서도 연료교환시에 pin 2本에서 균열이 발견되었다. 그래서 나머지 18基의 同型原電에 대해 음향탐지장치를 설치하여 “徘徊物”이 탐지되었을 때 즉시 정지할 수 있게 對處하였다.

Fessenheim 1호기, Bugey 2호기의 수리를 위한 정지는 발전량 50억kWh의 감소를 가져와 이에 대응한 重油 또는 석탄에 의한 代替로 13억프랑의 손해를 보았다. 정지기간은 Fessenheim 1호기가 8개월, Bugey 2호기가 4개월, 同 4호기가 2개월이었다.

프랑스 원자력발전소의 82년도 가동율은 St. Laurent des Eaux B原電 1, 2호기의 시운전이 터어빈乾操加熱裝置의 진동팽창사고로 중단되어 그 수리에 시간이 소요되기도 하여 당초 예상인 62%에 대해 57%에 머물렀다. 83년에는 안내관 교환을 계획적으로 함으로써 가동율을 60% 정도로 개선할 수 있을 것으로 보고 있다.

石炭復權은 工業利用擴大가 關鍵

프랑스정부는 최근 석탄계획의 개요를 결정하였는데 그 내용은 공산당과 사회당의 에너지 계획과는 차이가 있으나 前政權의 계획에 비하면 대폭적으로 復權되었다. 석탄의 확대로 고용의 증대와 외화의 절약이 기대되는 반면, 환경문제, 신규설비투자, 惡條件下의 國產炭이라는 難題를 갖고 있다.

프랑스정부는 1983년도 프랑스石炭公社(CDF)

의 석탄생산계획과 제9차 계획(85~89년) 동안 국가와 CDF간의 석탄계약의 원칙을 결정했다. 이에 따르면 공산당이 제창하고 있는 석탄복권 계획(現在 國產炭 年 2천만톤을 90년에는 4천만톤으로 확대)이나 사회당의 에너지계획(81년 1월 책정, 90년에 國產炭 3천만톤 생산)과는 큰 차이가 있으나 국산탄의 생산량을 소량이라도 증가시킨다는 것은 점차적으로 천만~천2백만톤까지 감소시키겠다는 전 정권의 계획에 비하면 틀림없는 복권이다. 국산탄은 값이 비싼편이나 그 개발은 석탄산업 특히 고용의 증대와 기술의 발전에 도움이 되며 輸入炭도 석유에 비하면 외화절약이 되므로 에너지源으로서의 석탄을重視하려는 것이다.

세계적으로 각지에 분산하여 풍부하게 매장되어 있는 석탄의 復權은 세계적동향이며 프랑스도 되도록 높은 수준을 유지해 나갈 계획이다. 수입탄의 경우 석유 백만톤에 상당하는 석탄 150만톤을 수입하면 10억프랑의 외화를 절약할 수 있다. 또한 석유 백만톤을 석탄 150만톤으로 代替하면 20억프랑의 설비투자가 이루어져 3천명의 새로운 직장이 생긴다. 새로운 계획에서는 석유 1천만톤을 석탄 1천5백만톤으로 代替하여 외화 백억프랑을 절약하고 1만명을 신규고용하는 것을 목표로 하고 있다.

그러나, 원자력발전소의 개발이 진행된다면 발전코스트가 50%나 비싼 석탄화력발전소의 전력수요가 감소되므로 발전소의 석탄수요의 대폭적인 확대는 기대할 수 없다. 석탄은 부피가 많

고 더러워지기 쉬우므로 취급이 쉽지않아 가정과 3次部門에 대해 중유로부터 석탄으로 복귀할 것을 요구하기는 어렵다. 그러므로 석탄의 소비 확대는 공업부문에서 이루어져야 한다.

그러나, 이를 위해서는 공업부문에 거액의 설비투자를 하여야 한다. 또, 수입탄을 확대시키기 위해서는 대형수송선을 건조하고 專用輸入港을 정비하여야 하며 국내수송체제를 확립하기 위해 역시 거액의 설비투자를 필요로 한다.

최근 발표된 第9次計劃 長期에너지部會報告書에 의하면 석탄소비량은 81년 실적 3150만톤 석유환산(1차에너지의 16.8%)에 대해 85년 2510만톤(13%), 90년 2740~3120만톤(13.6~14.4%)으로 상당히 下向修正되고 있다. 이것은 國產炭의 생산량이 현재의 2천만톤을 유지해 나간다는 것을 가정하고 있다. 경기의 정체(경제성장을 81년 0.3%, 82년 1.7%)로 인해 설비투자의 확대는 매우 어렵다고 예측되고 있다.

이와같은 악조건 속에서 정부는 석탄의 소비를 되도록 확대하려고 노력하고 있으며 국제시장에서의 지위향상, 석탄개발투자 촉진, 연구개발계획 확충, 국산탄우대차금지출제도 강화, 석탄산업에 대한 보조금 확대, 국산탄의 신규개발을 우선하기로 하고 있다.

공산당과 일부 사회당에서는 이와같은 정부의 석탄정책 후퇴에 강한 불만을 표시하고 있으나 프랑스의 炭田은 斷層이 많고 深層에 있다는 악조건, 발전소의 환경문제, 工業需要伸長의不振 등의 상황에서는 이 새로운 계획이 최선의 것으로 여겨진다. (日本原子力産業新聞 1159號)

(P. 64에서 계속)

및 설치공사를 담당하는 등 內資로 건설된 이 설비는 앞으로 核燃料品質確認과 問題點改善에 크게 이바지 할 것으로 기대된다.

소련 核衛星 추락대비 과기처, 방사능 비상대 책반 활동

科學技術處는 지난 1月 10日 소련의 첩보용인공위성 코스모스 1402호가 지구로 추락함에 따른 비

상대책반(반장 姜博光 科技處 原子力局長)을 구성하여, 만약의 경우 우리 나라에 추락하는 것에 대비하여 즉각 活動을 開始하였다.

또한 韓國에너지研究所와 忠南大, 慶北大, 釜山水産大, 濟州大에 있는 방사능 낙진 검사요원들로 하여금 전원 비상, 대비토록 조치하고, 에너지 연구소의 방사능 비상 기술 지원단으로 하여금 必要時에 방사능 낙진지역에 출동, 必要한 技術措置 및 주민 보호의 임무를 수행토록 하였다.

이와 함께 美國의 연방재해 대책청과 비상 연락망을 常時 開設, 신속한 정보교환을 하도록 했다.

다행히 동 위성은 지난 2월 7일 밤 마지막으로 原子爐 爐心部分이 대서양의 아센섬 상공에서 대기권 재돌입시 불타버림으로서 우리에게 피해는 없었지만 이번 사태로 인하여 전 세계 각국의 국민들에게는 물론 우리 국민들에게 앞으로도 豫測할 수 있는 만약의 방사능 낙진事故에 對備하는 좋은 경험이 되었으리라 본다.