

技術進歩와 日本의 原電規模

— 日本에너지經濟研究所 報告書에서 —

日本의 輕水爐技術이 나날이 發展하고 있는 가운데 超電導研究의 進전에 의해 電力貯藏 등 電力技術도 새로운 展開를 보이고 있다. 이러한 新技術은 앞으로 原子力開發規模에 어떤 영향을 줄 것인가? 다음은 日本에너지經濟研究所가 日本原子力委員會의 위탁을 받아 종합작성한 報告書에서 技術進歩가 原子力發電規模에 주는 영향에 대해서 分析한 結果의 概要를 소개한 것이다.

技術進歩가 日本의 原子力開發規模에 주는 影響

2000년 시점의 발전코스트와 각 전원 마다의 運用特性 등을 고려해서 電源을 구성한 다음 이것을 하나의 기준으로 설정하여 원자력발전의 기술진보 및 원자력 이외의 전원의 기술진보 등이 원자력개발에 어떤 영향을 주는지 평가했다.

電源構成은 日負荷曲線을 추정하여 최소의 코스트로 전원을 구성하였다. 日負荷曲線은 1986년도의 電力 9個社 合計의 日負荷實績에 근거하여 여름철(7~9월)과 기타 시기(1~6월, 10~12월)에 대해 각각 평일, 휴일(토, 일요일, 국경일)의 패턴 및 최대 3일의 합계 등 5가지의 패턴으로 했다. 5가지 패턴에는 각각 日數가 전제되어 있으므로 가산하면 1년분이 된다. 5가지 패턴의 모델에 따라 推計한 수요와 수요실적이 매우 비슷하여 타당한 패턴분류로 평가되었다.

장래의 부하패턴을 예측함에 있어서 기본적

인 생각은 5가지 패턴의 부하형태는 장래에도 변화하지 않는다는 것을 전제로 하고 있다. 단, 年負荷率은 장래에 악화될 것으로 전망되기 때문에 이 점을 수정하고 있다. 이런 전력수요의 신장, 최대전력의 신장, 日負荷패턴 등 세가지로 장래의 日負荷曲線을 추정했다.

다음 단계는 線形計劃모델을 사용하여 最適電源構成을 추정하는 것이다. 최소의 코스트로 電源을 구성하여야 하므로 각 전원 마다의 코스트조건이 필요하다.

제2의 조건은 각 전원 마다의 기술적 諸元이다. 부하추종성, 年間設備이용률의 상한, 각 시간대의 최대출력, 揚水效率이 이에 해당된다.

제3의 큰 문제는 각 발전설비 마다의 既設설비와 설비의 폐기를 어떻게 설정하느냐이다. 또 필요하다면 예측시점에서 각 전원마다 설비의 상하한이 부여된다.

이번 시산에서 사용한 諸元은 전력수요에 대해서는 전기사업심의회에서 예측된 값(值)을 채용했으며, 최대전력의 값도 전기사업심의회 需給部會 중간보고서의 수치를 사용하였다. 年

負荷率은 전기사업심의회의 추정에 의하면 1986년도의 59%에서 1995년도에는 56.8%로 떨어져 그 후 보합세로 되어 있다.

발전설비의 폐기에 대해서는 각각의 전원에 대응한 耐用年數를 정하여 내용연수를 경과한 후에 폐기시키기로 했다. 원자력은 일률적으로 40년, 석탄·LNG 화력은 35만kW 미만인 것은 30~35년, 35만kW 이상은 40~45년, 석유 화력은 50만kW 미만에서 30년, 그 이상에서 40년으로 했다.

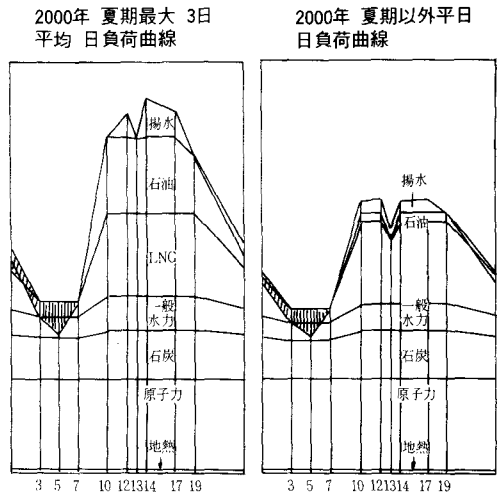
부하추중성은 2000년에 기술진보의 진전을 고려하여 원자력은 부하추중 없이, 석탄 100~40%, LNG 100~20%, 揚水 100~0%, 석유는 100%~1.4%(아직 일부에 未DSS플랜트가 있다)로 추정했다.

推計結果를 보면 발전설비에서는 원자력이 24%, 석탄이 13%, LNG 화력이 19%, 水力地熱이 22%, 석유 화력이 22%가 되며, 발전전력량에서는 원자력이 42%, 석탄 화력 20%, LNG 화력 22%, 水力地熱 12%, 석유 화력 3%로 되어 있다.

여름철 최대 3일의 일부하곡선을 보면 원자력 발전은 최대전력에 대해 24.5%이며, 석탄 화력은 11~13%로 약간의 부하추중성을 나타내며, 일반수력은 5~9%로 변동하고 있고, 석유 화력은 0~20%, LNG 화력은 4~22%로 크게 부하추중하고 있다. 여름철 이외의 평일에서는 피크부하전력이 저하되고 있기 때문에 원자력의 점유율은 34%로 대폭 상승하고 있다. 한편 석탄 화력은 14~18%, 일반수력은 6~10%, LNG 화력은 6~30%, 석유 화력은 0~3%로서 석탄·LNG 화력이 부하추중운전을 강요받고 있는 것으로 나타났다.

技術的 諸要因의 影響評價

앞의 계산결과를 기준으로 하여 제원인의 영향평가를 해 보면 원자력발전의 도입이 촉진되



는 것은 원자력발전의 경제성이 향상될 경우와 기술적 제약의 해소 내지는 경감될때 두가지를 들 수 있다.

輕水爐高度化計劃에 의하면 高燃焼度化로 핵연료의 연소효율을 높임으로써 원자력발전의 경제성 향상에 기여한다. 또 표준화로 인한 건설비의 저감과 인허가 절차의 단축 등에 의해 발전코스트의 저감으로 이어짐을 고려하면 이 두 요인은 원자력발전 개발규모의 확대에 있어서 플러스의 요인이 될 것이다. 어느 정도의 개발확대를 가능하게 하는지는 이미 어느 정도의 원자력발전이 도입되고 있는나에 따라 다르지만, 다른 전원과의 상대적인 경제성 여하로 결정될 것이다. 그런 의미에서 어느 정도의 구체적인 조건설정을 하는 것이 필요하다.

원자력발전이 기본적으로는 기저부하 담당 電源일 것을 전제로 하면, 경제성 향상에 의한 원자력발전의 확대라는 면에서 경합을 하는 것은 석탄 화력이며, 석탄 화력의 점유율을 침식한다는 형태로 원자력발전이 도입될 것이다.

中小型爐는 전력수요 증대가 그다지 크지 않은 전력회사에 있어서 전원설비투자의 평준화를 가능하게 하고, 자금운용상 우위에 있다. 그러나 경제성이 아직 불투명한 점이 많다. 대형 원자력발전의 경제성과는 경쟁할 수 없다고 해

도, 석탄화력에 대해서는 우위성을 보유할 수 있는 가능성이 있다. 그렇게 되면 이 爐型의 원자력발전도 석탄화력의 점유율을 침식하여 원자력발전 개발규모 확대에 기여하게 될 것이다.

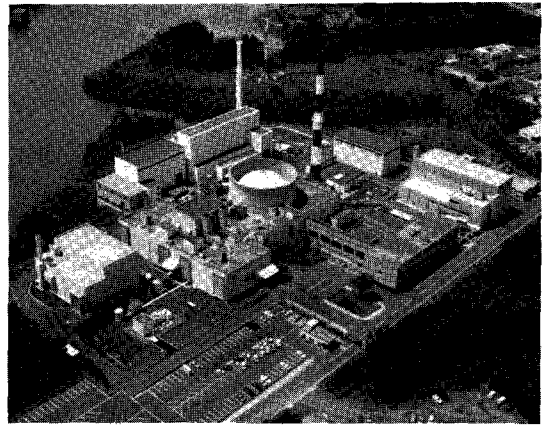
輕水爐高度化計劃중 부하추중성 향상에 대해서는 원자력발전 개발의 최적경제성을 약화시킨다고 해도 그 경제성 상실의 정도가 석탄화력에 대한 것 보다 뒤지는 것이 아니라면 원자력발전의 도입확대에 유효하다.

원자력 이외의 전원기술 진보 등은 원자력발전 도입규모에 어떤 영향을 주는가. 중요한 전제는 부하율, 부하곡선이다. 따라서 원자력 이외의 전원기술 개발평가에 대해서는 이 기저부하부분의 점유율 확대에 이바지하느냐 아니냐가 문제가 된다.

원자력 이외 전원의 부하추중성 향상은 이미 석유화력에서는 100%에 가깝기 때문에 검토의 대상은 석탄화력과 LNG화력이 되며 검토결과는 기본적으로 동일하다.

전제로서 석탄화력의 부하추중범위는 최대 출력 100에 대해 40까지, LNG화력의 경우에는 최대출력 100에 대해 20까지 저하시킬 수 있다고 추정되었다. 석탄화력은 최대 3일의 日負荷 패턴에서 약간의 부하추중운전으로 되어 있으나, 만약 부하추중운전의 폭이 더 증대되면 최소 전력시(오전 3~7시) 석탄화력이 대응하는 전력수요를 줄일 수 있어서 그만큼 원자력발전의 점유율을 확대할 수 있다.

최소 전력시 원자력발전의 운전이 상승하고, 석탄화력의 부하추중성이 한층 향상됨에 따라



원자력발전의 설비량이 증대된다. 기술진보에 의해 이 범위가 확대되면 원자력발전의 도입규모는 증대된다.

원자력발전 도입을 확대할 수 있는 다른 측면은 전력저장기술의 진보다.

현재는 揚水發電이 실용화되고 있으나, 이것은 야간의 최소전력을 넘는 전력에 의해서 揚水를 하여 피크시 발전에 공급된다. 야간의 양수용 전원을 원자력발전으로 공급하면, 그 만큼 원자력의 설비용량이 향상되어 경제성 향상에 플러스의 영향을 주어 원자력발전 개발규모의 확대에 기여하게 된다.

본 검토는 원자력발전의 개발규모를 쓸데없이 증대시키는 것을 목적으로 하고 있는 것이 아니라 발전시스템 전제로서의 경제성 향상, 공급 안전성, 운용의 효율화 등 균형을 이루는 가운데서 과연 원자력발전의 개발규모는 어느 정도여야 하는지의 문제에 대해 해답을 주는 제1보가 될 것이다.

〈표〉 경수로 표준화 계획 - 국제비교

| | 일 | 본 |
|--------|--|--|
| 목 표 | 1975년부터 정부, 전력, 메이커공동으로 3차에 걸친 표준화계획을 추진. 이에 따라 自主開發에 의한 신뢰성 향상, 정기검사기간 단축, 피폭량저하를 도모한다. | |
| | 제 2 차 개량 표준화 계획 | 제 3 차 개량 표준화 계획 |
| 1. 경제성 | ① 건설기간 단축화 : 柏崎刈羽발전소의 경우 1호기(재래형로) 81개월 | 개량형 경수로의 개발·표준화(펌프, 고성능 연료의 채용 등) 표준화 프로그램 |

| | | |
|---------------|--|--|
| <p>(개발목표)</p> | <p>2·5호기 77개월 3·4호기 74개월 ② 건설비저감 1호기→2호기 15%저감 2. 정기검사기간 단축화 85→70일 3. 피폭량 감소</p> | <p>(耐震설계, 인허가 관련사항) 1. 경제성 ① 건설기간 단축화 66개월 (柏崎刈羽 6·7호기) ② 우라늄절약 10~20% 감소 ③ 발전코스트 15%정도 감소 ④ 건설비 ABWR 20% 정도삭감 APWR 10%정도 삭감 (對 在來型爐) 2. 운전성 日負荷追從運轉 3. 가동률 시간가동률 85~90% 4. 피폭량 감소 50~100명·렘/年·爐</p> |
| <p>대 상 로</p> | <p>110만 KW BWR (東芝, 日立설계) 柏崎刈羽 2·5호기 118만 KW PWR (三菱重.工설계) 玄海3·4호기</p> | <p>135만 KW BWR (東芝, 日立설계) 柏崎刈羽 6·7호기</p> |
| | <p>프 랑 스 N4시 리 즈</p> | <p>서 비 스 컴 보 이 제 희</p> |
| <p>목 표</p> | <p>일찍부터 표준형로의 도입을 도모하여 다음과 같은 시리즈 생산에 의해 코스트를 삭감 90만KW 시리즈 { CP1시리즈 16기 1977~1987 CP2시리즈 130만KW시리즈 { P4시리즈 8기 1985~1987 P4시리즈 12기 건설중 150만KW시리즈 N4시리즈 2기 건설중</p> | <p>인허가 등의 규제강화, 건설비상승, 신형로개발 지연 등의 문제를 안고 있는 중에서 경수로 건설기간의 단축화와 건설비 감축을 도모한다. 건설의 표준화, 계획, 설계 및 인허가의 각 단계에서 표준화</p> |
| <p>(개발목표)</p> | <p>1. 경제성 ① 자본금5% 삭감 8063우라늄/KW ② 대용량화 145만KW 2. 운전성 ① 부하후중성 향상 ② AFC성능 향상 ③ 정기검사기간 단축화 3. 안전성 피폭감소 200명·렘/年 이하</p> | <p>1. 경제성 ① 자본금 10% 삭감 ② 건설기간 단축화 72개월→68개월 2. 운전성 ① 운전자동화 ② 정기검사의 간소화 3. 안전성 피폭감소</p> |
| <p>대 상 로</p> | <p>145만KW PWR (FRAMATOME설계) } Chooz - B1 Chooz - B2 Civaux - 1 } 설계중 Civaux - 2 }</p> | <p>130만KW PWR (KWU 설계) Emsland KEE Isar KK1-2 Neckar GKN-2</p> |