

## 西獨, 核燃料短週期運轉으로 費用節減

西獨의 RWE社는 短週期運轉에 대하여 검토한 결과, 高稼動率(長週期運轉)이 예상과 달리 비용면에서 항상 효율적이 아니라는 결론을 내렸다. 최근 電力會社측은 Biblis A와 B原電에 대해 運轉주기를 1/3 이상 단축시켰으며, 장래에 더욱 단축시킬 계획이다. 다음은 RWE社의 Dirk Kallmeyer理事가 Nuclear Engineering International誌 '89年 9月號에 발표한 내용이다.

발전소의 고가동률은 양호한 신뢰도의 증거로서 간주되곤 한다. 그러나 실질적으로 이 둘 사이에는 어떠한 연관성이 존재하는가? 예를 들어, 어떤 계통조건하에서는 요구되는 안전기준에 집착함으로써 얻어지는 것 보다 높은 수준의 가동률을 얻기 위해 행한 투자가 전력회사측에게는 비용이득이 거의 혹은 전혀 없을 수도 있다. 그러므로 가동률의 감소가 안전성을 손상시키지도 않으면서 발전소의 경제성을 증가시킬 수도 있다.

### 安全性과 稼動率

서독의 발전소에서는 높은 가동률을 달성해왔는데, 이에 상응해서 핵연료 및 보수비용도 높아졌다. 그러나 이러한 비용중 일부분만이 필수적인 안전성 관련 대책에 이용되어 왔으며, 이는 다음과 같은 활동들을 포함한다.

○최고 수준에 이르도록 훈련된 운전원의 확보

○주어진 방사선방어와 안전규제에의 일치

○안전운전에 필요한 발전소 조건 창출

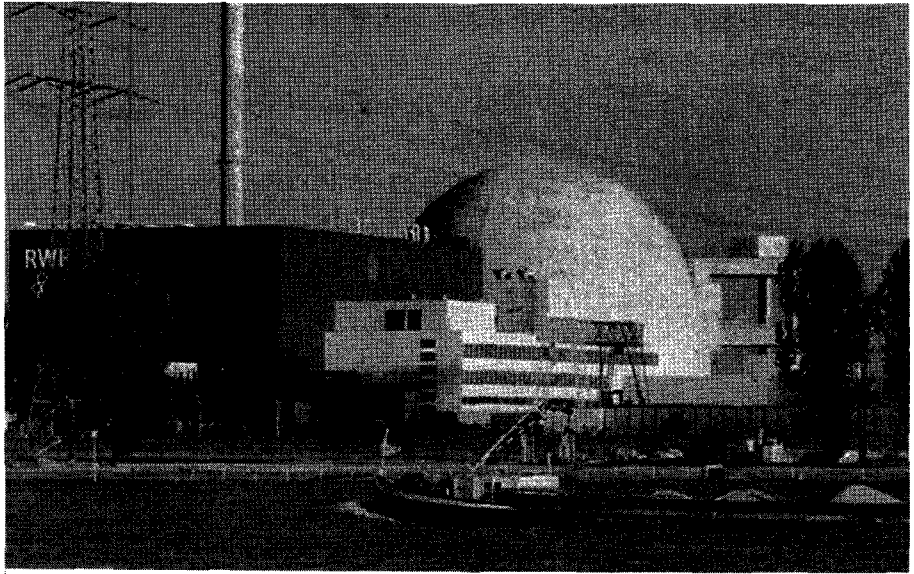
○농축, 연소와 관련하여 핵연료집합체의 공인된 제한치의 추종

○예방 및 고장과 관련된 보수대책의 강구  
안전성이란 항상 어떠한 경제적인 고려사항보다 선행되어야 하기 때문에 이러한 안전성 관련대책들은 기본적인 것이며, 고정적인 비용이 들게 되고 또한 개개의 전력회사에 의해 부과된 우선권에 의해 영향을 받을 수도 없다.

그러나 일단 안전목표가 성취되면 발전소의 "안전성 관련" 가동률에 이르게 된다. 그러므로 가동률을 더 증대시키기 위한 요구사항들은 일반적인 부하조건에 따라 좌우되며, 따라서 핵연료관리 및 발전소 보수와 관련된 경제적인 조건에 의해서만 지배를 받게 된다.

### 낮은 稼動率의 利點

그러면 어떠한 조건하에서 가동률의 감소가 경제적으로 유리할 것인가? 전력공급을 보장하기 위한 수요예측의 상한치에서 도출되는 신규

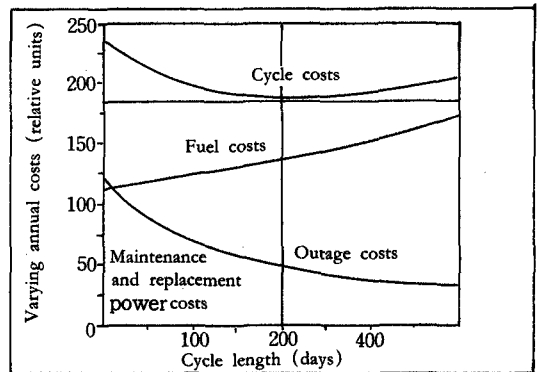


▶서독 Biblis 원자력 발전소 전경

발전용량에 대한 과거의 투자는 서독에서 뿐만 아니라 다른 공업국가에서도 상당한 양의 용량 비축효과를 가져왔다. 한편, 일반적으로 기저부하 발전을 위해 건설된 발전소들은 부하추종과 주파수조절에 참여하도록 되어왔다. 결과적으로 발전소의 운전은 이러한 변화가 많은 요구사항에 대처할 수 있도록 적응되어 있어서 고가동률이 성능척도의 지배적인 인자가 아닐 수도 있다.

대형 발전소에서는 핵연료주기비용이 이미 운전비용의 60% 이상을 차지하게 되었다. 그림 1은 핵연료주기비용을 핵연료주기길이의 함수로 보여준다. 이 그림으로부터 핵연료주기비용은 핵연료주기길이에 비례하여 증가한다는 사실을 알 수 있다. 이와는 반대로 운전정지비용(보수 및 교체)은 핵연료주기가 길어짐에 따라 감소한다.

경제적 관점에서 볼때 최적 운전주기는 전체 비용이 최소인 지점으로 부터 결정된다. 300 전출력운전일 후에 최소 값에 도달하는 누적 커브를 표시하는 그림의 경우는 가장 비싼 대체 전력비용을 이용하여 계산한 것이다.



〈그림 1〉 연간비용에서 운전주기길이의 효과

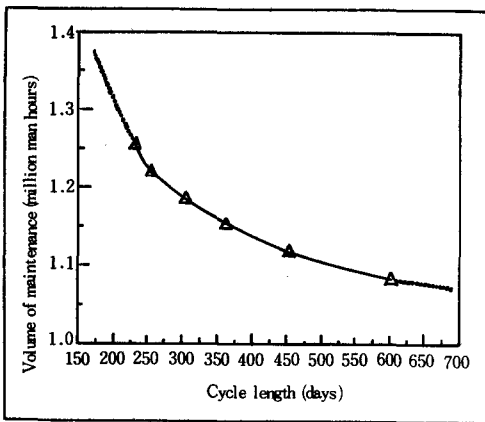
만약에 대체전력비용이 별로 중요하지 않다면, 최적 핵연료주기길이와 운전정지기간은 변할 것이다.

RWE社는 Biblis A와 B 발전소에서 5년동안 여러가지의 핵연료재장전주기와 보수전략에 대해서 검토해 왔다. 참고자료는 1984년과 1988년 사이에 발생한 5회의 보수운전정지로 부터 얻은 것이다.

이 기간 동안에 수행된 모든 보수작업은 누적 보수량을 알아보기 위해 합산되었으며, 이는

각각의 운전정지기간동안에 균등하게 분포되어 있다(그림2). 원자로용기의 개폐와 같이 운전정지범주와 관계가 없는 운전정지와 관련된 예비 및 기타 작업도 또한 고려되었다.

비록 운전정지 빈도(연차 유지보수운전정지수)와 관련되지만 핵연료주기의 길이가 감소함에 따라 매 운전정지당 보수작업량은 감소하며, 누적보수작업량은 증가함을 알 수 있다.

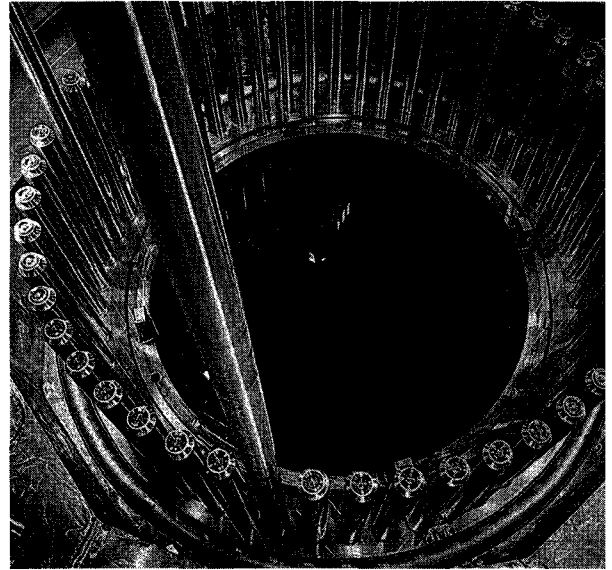


〈그림 2〉 유지보수작업량 대 주기의 길이

핵연료주기의 길이가 감소함에 따라 운전정지비용의 합은 증가하지만, 핵연료주기의 길이에 비례하여 증가하는 핵연료비용이 지배적임을 알 수 있다.

## 最適化

만약 대체전력 구입비용이 여유도가 있다면 주기운전의 최적화는 핵연료비용과 유지보수비용을 균형화시키는 작업을 포함한다. 비용효율면에서 핵연료관리는 가능한 한 짧은 주기를 필요로 하는 반면에, 비용효과적인 유지보수를 위해서는 장주기를 필요로 한다. 그러나 핵연료비용은 핵연료주기의 길이에 비례해서 증가하기 때문에 최적 핵연료주기는 좀더 짧은 핵연료재



장전 사이의 기간을 요하는 경향을 보인다.

RWE사는 핵연료의 경제성 때문에 Biblis A와 B 발전소에서 운전주기를 1/3 이상 단축시켰다. 즉, 1970년대에는 평균 400일이었는데 반해, 최근에는 약 280일 정도가 되었다. 또한 앞으로는 운전주기를 더욱 단축시키는 것이 RWE사의 목표이다.

가동률이 발전소의 안전성과 유지보수의 질에 직접적인 관련이 없다는 가정의 기초하에 단주기를 유지하면서 가동률과 관련된 보수비용을 최소화할 수 있다.

또한 빈번한 운전정지는 유지보수의 계획이나 다른 전략적인 문제들을 쉽게 해 준다. 빈번한 운전정지는 유지보수작업을 좀더 균등하게 할 수 있도록 허용해 준다. 이것은 교대작업, 일과 후 작업, 그리고 계약인원의 필요성을 덜어주어서 비용을 감소시키는 것을 의미한다. 또한 작업원들의 안전구역내의 접근과 같은 전략적인 문제도 쉽게 해 준다. 그뿐 아니라 예비부품의 필요성도 감소되며, 이에 의해서도 비용을 감소시킬 수 있다.