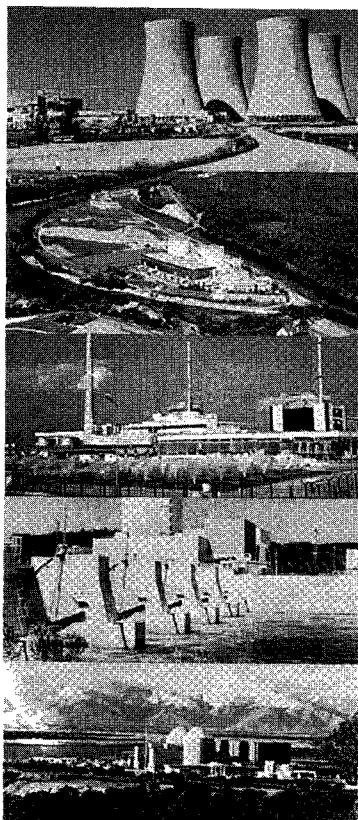




원전의 운전 및 정비 비용 절감 현황

모든 원전 사업자들은 원전을 운영함에 있어서 많은 도전에 직면해 있다. 그 중 비용의 절감, 특히 운전 및 정비 비용의 절감은 그 대응의 필수 요소이다. 세계의 여러 원전 운영자들은 원전의 운영 비용을 절감하기 위해 각종 정보를 교환하면서 좋은 방안을 공유하고자 한다. 그 현황을 알아본다.



EPR의 운전 및 정비 비용 절감

세계 여러 나라의 많은 원전 설비 공급자들은 오늘도 개량형 원자로의 설계에 몰두하고 있다.

그들은 모두 개선된 안전 특성을 강조하며, 원자력 발전의 경제성을 높이기 위해 노력하고 있다.

유럽형 가압 경수로(EPR European Pressurized Water Reactor)의 설계 작업의 시작 단계에서부터, 안전 기능을 위한 다양한 back-up 설비 및 4종 안전 장치의 설치를 통한 안전성 증진 조치에 적지 않은 비용이 투입되는 것이 확인되었다.

특히 중대 사고를 완화시키기 위한 조치에는 추가적인 투자가 수반된다.

일반적으로 말해서 화력 발전소의 경우 연료비가 발전 원가의 50% 이상을 차지하기 때문에, 화력 발전의 경제성은 향후의 연료 비용 추이에 크게 좌우된다.

원자력 발전의 경우 연료비의 비중은 10%에 지나지 않는다.

발전 원가 측면에서 원자력 발전이 기존의 발전 방식에 우위를 점하기 위해서는, 운전 및 정비 비용을 절감함으로써 설비 투자 비용을 보상하지 않으면 안된다.

EPR은 발전 원가 목표를 만족한다.

EPR의 주요 원가 목표는 이미 EUR(European Utility Requirements)에 명시되어 있으며, 기저 부하 운전시 기존의 원전에 비해 발전 원가 측면에서 15% 이상의 우위를 점하는 것을 목표로 하고 있다.

물론 현 단계에서 EPR에 대한 특별한 투자 비용을 신뢰성 있게 평가하는 것은 어렵지만, 현재의 상황을 고려해 볼 때 이 목표는 충분히 가능할 것으로 평가된다.

그러나 기존 발전소의 시장 가격이 지속적으로 하락하고 연료 가격 또한 창승하기보다는 하락하고 있다.

향후에 원자력이 원가 측면에서 우위를 유지하기 위해서는 운전 및 정비 비용을 구성하는 요소들에 대한 특별한 관심이 집중되어야 한다.

1. 단순·다중의 안전 계통 구성

안전 계통 구성을 단순화하는 것은 EPR의 경제성을 높이기 위한 여러 설계 개념 중의 하나이다.

이 개념은 다양한 보조 안전 기능을 활용하는 계통 구성의 이점과 분리된 기능을 갖는 다중성의 개념을 통합한 것이다.



프랑스의 Dampierre-en-Burly 원자력발전소

안전 계통의 다중도를 높일 경우 정상 운전 기간중에 정비와 검사를 수행할 수 있으므로 예방 정비를 최적화할 수 있다.

이 경우 핵연료 재장전 기간은 단축되며 이용률은 향상된다.

이외에도 EPR은 필요한 배선의 양을 절감할 수 있는 개선된 계측 제어 계통을 활용하고 있으며, 자체 시험 기술을 활용하여 발전 정지 기간 중에 정비 및 시험을 위한 노력을 절감시킬 수 있다.

2. 표준화

표준화된 원전 또는 동일한 형태의 원전을 한 부지에 다수기를 건설할 경우, 후속기는 엔지니어링 · 인력 · 기반 시설 등 모든 면에서 비용을 절감할 수 있다.

표준화는 발전소 사이에서 뿐만 아니라 발전소의 설비들간에도 적용될 수 있으며, 엔지니어링 · 구매 · 훈련 및 재고 관리에 많은 이점을 가져다 준다.

EPR의 기초 설계의 초기 단계에서부터 배관 · 밸브 · 지지물 등에 대한 기기 목록을 CAD를 활용하여 작성하는 데 많은 노력을 기울인 것은 그러한 이유에서였다.

확률론적 안전성 평가 결과가 다양한 기기를 요구하지 않는 한, 동일한 기기(예를 들면 열교환기 및 펌프 등)는 정비의 단순화에 이용될 수 있다.

3. 이용률

EPR은 수명 기간 동안 87% 이상의 평균 이용률을 갖도록 설계되고

있다.

여러 가지의 상이한 설계 특성이 분석되어 왔으며, 이러한 이용률 목표를 달성하기 위한 방향으로 설계가 진행되어 왔다.

이 목표와 관련하여 가장 중요한 요소는 핵연료 재장전 기간이다.

설계 목표는 25일을 초과하지 않는 것이며, 17일까지 단축할 수도 있을 것으로 평가되고 있다.

핵연료 재장전 기간을 단축하기 위하여, 최적 예방 정비 개념을 도출하기 위한 4중 안전 계통이 적극 도입될 예정이다.

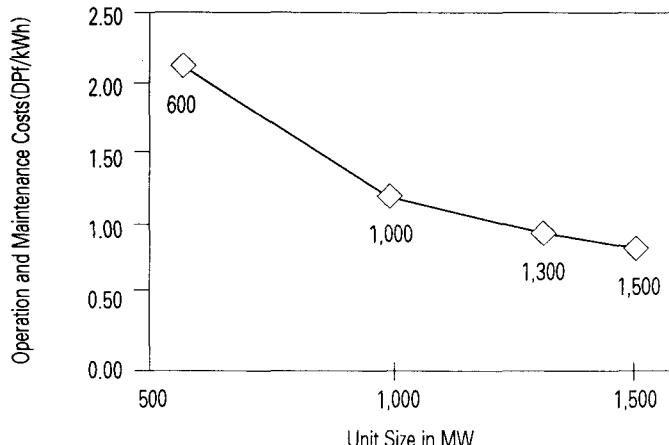
4중 안전 계통의 활용으로 계통의 주요 기기에 대한 시험 및 정비가 정상 운전 기간중에 가능하게 됨에 따라, 연료 교체 과정만이 주요 공정으로 남게 되었다.

연료 교체 작업의 최적화를 위해서는, 원자로 건물과 연료 건물의 배치가 효율적인 재장전 서비스의 설치 등을 고려하여 이루어져야 한다.

또한 높은 이용률을 달성하기 위해서는 비계획 이용률 손실을 1.4% 이하로 낮출 수 있도록 불시 정지가 1회/년 이내여야 한다.

이를 위하여 발전소 과도 상태 후에 발전소 정지를 방지하기 위한 특별한 I&C 기능이 추가되어야 한다.

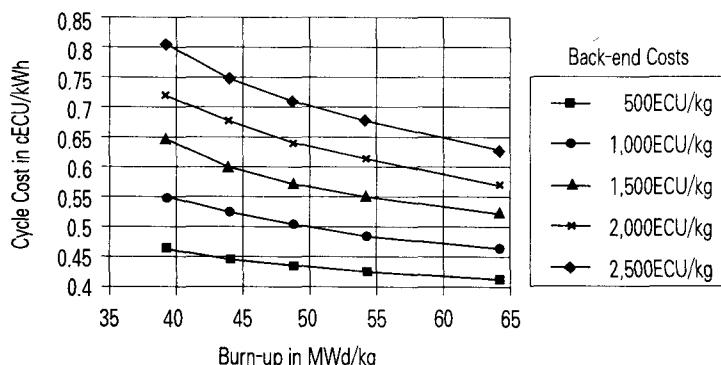
이러한 기능은 발전소 출력을 제한함으로써 주요 변수가 허용 범위 내로 유지하도록 하고, 출력을 다시 상승시킬 수 있도록 한다.



〈그림 1〉 EPR의 운전 및 정비 비용

〈표 1〉 EPR의 노심 설계 자료

Core	
fuel	100% UO ₂ and 50% MOX
burn-up	≥60,000 MWd/t for UO ₂ ≥45,000 MWd/t for MOX
cycle length	between 12 and 24 months
thermal power	4,250MW
Fuel Assemblies	
number	241
pitch	17×17~25
active length	420cm
average linear heat rate	154W/cm



〈그림 2〉 연소도의 함수로서의 EPR 연료 주기 비용

4. 설비 용량

EUR에 명시된 기술적 요건은 사업자가 발전 원가의 개선을 목표로 수용할 수 있는 설비 용량의 범위를 정해놓고 있다.

이러한 관점에서 호기당 설비 용량은 600~1,500MWe 사이가 될 것이다.

1,500MWe라는 용량은 원자로 불

시 정지시 송전 계통에 영향을 주지 않는 범위에서의 최대 용량이다.

설비 용량이 클수록 규모의 경제 효과에 의해서 발전 원가를 절감하는데 유리하므로, EPR의 용량은 가능한 한 높게 결정될 것이다.

특히 발전소 운영 인력은 설비 용량에 따라 증가하는 것이 아니므로 용량 증대에 따라 발전 원가는 낮아

진다.

다른 운전 및 정비 비용은 용량에 관계가 없으므로 고정 비용으로 간주될 수 있다.

5. 노심 설계 변수

원자로심은 UO₂ 100%로 구성하거나, MOX와 UO₂ 연료를 50%씩으로 구성할 계획이다.

노심 주기는 12개월 내지 24개월로 계획되어 있다.

이러한 방안은 연료 주기의 탄력성을 높여줄 것이며, 노심 설계 최적화를 위한 여유를 제공할 것이다.

노심 주기가 길수록 정비 작업에 소요되는 비용은 적어지며, 이용률의 증가에 따라 가격 경쟁력은 제고된다.

UO₂ 노심의 연소도 목표는 60,000 MWd/t으로 설정되었으며, MOX 노심의 연소도는 45,000MWd/t으로



설정되었다.

이러한 연소도 목표는 연료의 이용률을 높여주며, 연료 주기 비용을 개선하는 데 기여할 것이다.

6. 효율 향상

증기 발생기 2차측의 특별한 설비 개선을 통해 EPR의 효율은 36%에 달할 전망이다.

이러한 효율 향상은 증기 발생기에 예열 영역을 설치하고 증기 압력을 증가시킴으로써 가능해진다.

7. 발전소 설계 수명

신규 원전에 투자되는 막대한 비용을 고려할 때 발전소 수명을 최대한 연장시키는 것이 바람직하다.

EPR의 설계 수명은 교체 불가능 기기를 중심으로 60년을 목표로 하고 있다.

여타 모든 기기들은 교체 가능해야 한다.

8. 결 론

EPR은 유럽에서 가장 경험이 많은 원전 공급자인 Nuclear Power International사(프라마툼사와 지멘

스사의 합작 회사)에 의해서 개발이 추진되고 있다.

EPR의 발전 원가의 경쟁력은 설계 단계에서 달성할 수 있는 한 운전 및 정비 비용을 최소화하는 데서 찾을 수 있다.

그러나 운전 및 정비 비용의 최적화는 무엇보다도 사업자의 대응 여부에 달려 있다고 할 수 있다.

비용 절감을 위한 FROG의 노력

프라마툼오너스그룹(FROG)은 프라마툼사가 공급한 1차 계통 설비를 사용하는 사업자들이 서로의 운전 경험을 교환함으로써 상호 발전을 도모하기 위한 목적으로 92년초에 구성되었다.

FROG 회원사는 총 60여개의 원전을 운영중이다.

주요 회원사로는 벨기 에의 Electrabel사, 프랑스의 프랑스전력공사(EdF), 남아프리카공화국의 Eskom사, 중국의 광동핵전합영유한공사(GNPJVC) 및 한국의 한국전력공사 등이다.

FROG의 조직은 관리 비용을 최소

화하고 효율적인 정보 교환을 통한 팀워크를 강화할 목적으로 탄력성을 갖도록 설계되었다.

여타의 오너스 그룹처럼 FROG도 장기 목표를 설정하는 집행위원회와 의사 결정을 위한 운영위원회를 갖추고 있다.

또한 정보 교환을 용이하게 하고 수집한 정보를 가공하기 위하여 'Information Contact Officers' 제도를 운영하고 있다.

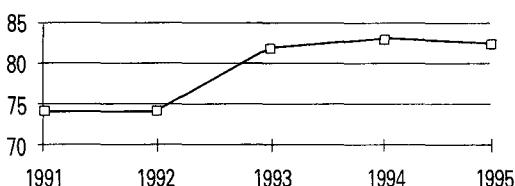
현재까지 FROG에는 세부적인 기술적 문제에 초점을 맞춘 20여개의 실무 그룹이 운영중에 있다.

FROG의 회원사들은 5개의 문화권에 분포되어 있으며, 3개 대륙에 위치하고 있고, 5개의 규제 기관의 규제를 받고 있다는 데서, 다른 유사한 오너스 그룹과 차이점을 갖고 있다.

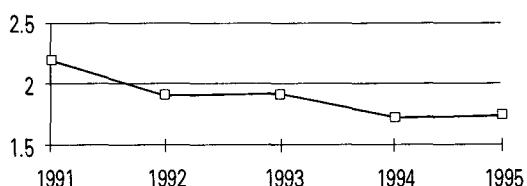
또한 세계 유수의 전력사들이 포함되어 있다.

설립 당시부터 FROG 회원사들은 원전의 경제성 향상과 안전 활동에 초점을 맞추었다.

FROG의 목적은 효율적인 정보 교환과 공동 연구 개발을 통하여 회원



〈그림 3〉 FROG 회원사 원전의 이용률(%)



〈그림 4〉 FROG 회원사 원전의 7,000시간 운전중 복시 정지 횟수

사의 사업 실적과 안전성 및 기술을 향상시키는 데 있다.

다음은 비용 절감 분야의 FROG의 활동 사항이다.

여기에서는 정보 교환과 지원의 공동 활용에 주안점이 주어지고 있다.

1. 정보 교환

FROG의 모든 회원사들은 경제성 향상의 압박을 받고 있으며, 이러한 경향은 향후 더욱 강화될 예정이다.

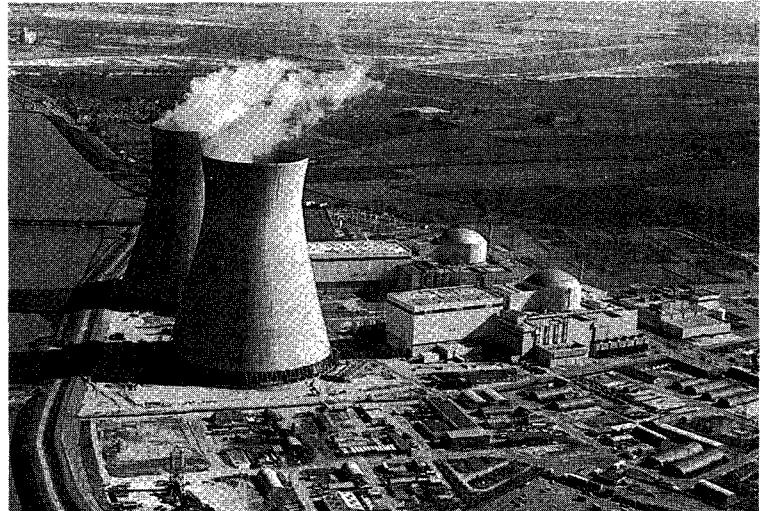
따라서 회원들은 개별적인 활동을 통해서 이러한 어려움을 해소하기 보다는 FROG 내의 활동을 최대한 활용함으로써 협력 관계를 강화하려 하고 있다.

이러한 협력 활동은 운전 및 정비 비용과 발전 단가를 현저히 낮추는데 기여하고 있으며, 더욱 강화되고 효율적으로 수행될 것이다.

정보를 교환하고 기술을 공유하며, 다른 회원사가 수립한 최적의 업무 관행을 이용할 수 있는 제반 활동에 회원사들이 능동적으로 참여하는 것 이야기로 FROG의 최대의 과제라 할 수 있다.

운전 및 정비 비용의 절감이 최대 현안이므로 FROG 내에서 행해지는 실적이고 특별한 활동에 대해 언급해 본다.

첫째, FROG 회원사들의 활동이 상호간에, 그리고 원자력 산업계의 목표와 어떻게 비교되는가를 아는 것은 매우 중요하다.



벨기에의 Doel 원자력발전소

이 분야에서 회원들을 지원하기 위하여 FROG는 42기의 FROG 원전으로부터 수집한 「성능지표조사보고서」를 매년 발간하고 있다.

이 보고서를 통해서 회원들은 원자력 산업계의 표준에 비하여 자신의 장점 분야와 취약 분야를 명확히 알 수 있는 계기를 갖는다.

이와 더불어 각 회원사들은 각각의 성능 지표를 개선하기 위해서 현재 추진중이거나 계획중 또는 조사중인 활동을 이 보고서에 소개함으로써, 상호 이득을 도모하고 있다.

이러한 노력으로 FROG 회원사의 이용률과 불시 정지율은 크게 개선되고 있다.

FROG 회원사들은 94년과 95년에 우수한 운영 실적(이용률 82%)과 운전 및 정비 비용을 매우 합리적인

수준에서 유지할 수 있었다.

이러한 성과는 핵연료 재장전 기간을 효율적으로 단축한 데 크게 기인하는 것으로서, 현재의 원자력 산업 환경을 고려할 때 상당히 고무적인 것이다.

둘째, FROG 회원사와 다른 사업자 및 그들이 속한 오너스 그룹간의 운전 경험을 교환하기 위한 체계가 수립되고 있다.

이러한 협력 관계의 주요 목적은 다른 오너스 그룹에서 이미 수행한 일이 중복해서 수행되지 않도록 하기 위함이다.

BWOG와 FROG의 협력 관계 중의 하나는 서로에 의해서 개발된 어떠한 프로그램일지라도 구입하는 것을 허용하고 있다.

전력 시장의 경쟁이 심화되고 있는



상황에서 이러한 협력은 더욱 강화되어야 한다.

셋째, FROG은 증기 발생기에 관련된 정보 교환을 위한 위원회를 설립하여 운영하고 있다.

이 위원회는 비(非)FROG 회원사에게도 개방되어 있다.

넷째, FROG은 구체적으로 어느 분야에서 운전 및 정비 비용을 절감할 것인가를 조사하기 위한 그룹을 설립할 예정이다.

이 그룹은 운전 및 정비 비용을 절감하기 위한 실제적인 활동을 공유하는 데 그 초점을 맞출 것이다.

또한 각 회원사가 시행한 운전 및 정비 비용 절감 계획의 결과를 심도 있게 검토하고 있다.

2. 자원의 공동 활용

FROG은 회원사들의 일상적인 원전 운영 과정에서 비용을 최적화 목적으로 설립되었다.

기술적인 프로그램은 참가 회원사들의 공동 참여로 이루어진다.

따라서 그러한 프로그램은 철저하게 비용 효과적으로 수행된다.

이러한 사례의 한 예로는 기술 침수 개선 또는 부분 충수 운전 중 정비 작업 개선 활동이다.

다음에는 자원의 공동 활용과 관련하여 서비스 예비품 관리 활동을 소개한다.

FROG은 예비품에 대한 데이터 베이스를 구축해 놓고 있으며, 주기적

으로 재고량과 요구량을 자동적으로 파악하여 적정 재고량을 유지하고 있다.

이 데이터 베이스는 회원사들이 예비품을 구입할 필요가 있을 때 언제든지 이용할 수 있다.

이 데이터 베이스의 근본 목적은 회원사들이 불필요한 품목에 대한 재고량을 줄이고 예비품을 합리적으로 구입하는 데 도움을 주기 위한 것이다.

FROG은 이 데이터 베이스를 조만간에 완전히 전산화할 계획이다.

또 다른 활동의 하나는 매우 비싼 부품의 구입과 관련된 것이다.

이러한 부품들은 설비 고장 시 장기간의 발전 정지를 피하는 데 필수적인 부품이다.

FROG은 원자로 용기 내장품 또는 저압 터빈 회전자와 같은 기기의 구성품을 구매하여 필요시 회원사가 활용할 수 있는 방법을 고려하고 있다.

FROG은 인적 자원이든 물적 자원이든, 회원사간의 자원의 공유야말로 현재 원전 사업자가 직면하고 있는 경제성 제고 전략을 실현할 수 있는 가장 효율적인 방안이라고 판단하고 있다.

벨기에 원전의 운전 비용 절감 활동

유럽의 에너지 시장에 자유화의 물결이 도래하고 있다.

현재 유럽에서는 복합 사이클 발전

소와 같은 특정 형태의 발전소가 투자들의 관심을 끌고 있다.

또한 기존의 화력 발전소들은 비용을 절감하고 효율을 높이기 위한 전략적인 조치를 취하고 있다.

이러한 상황은 원전의 경쟁력이 위기에 몰릴 수도 있다는 것을 의미한다.

1. Doel 원전의 비용 절감 활동

Doel 원전은 에너지 시장에서 경쟁력을 제고하고 기존의 위상을 확고히 하기 위하여, 경영 효율성 제고 및 운영 비용을 절감하기 위한 조치를 취하기 시작하였다.

안전성을 유지하면서 이러한 목표를 달성하는 것은 우리에게 주어진 과제이다.

모든 조직 구성원이 비용 효과에 대한 개념을 이해하고 원가 절감 의식을 갖는 것이 무엇보다도 중요하다.

Doel 원전의 간부들은 매년 비용 분석을 실시하며, 벨기에의 2개 원전 부지(Doel 및 Tihange)에서의 운영 비용을 비교 평가한다.

회사의 비용 평가 결과는 원전의 이용률에 의해서 결정되는데, 설비의 신뢰도가 무엇보다도 중요한 역할은 한다.

동시에 이용률에 악영향을 끼치지 않고 정비 비용을 절감하는 것이 필요하다.

정비 활동을 전문적으로, 그리고

비용 효과적으로 수행함으로써, 안전 규제 요건을 만족함과 동시에 최적의 이용률을 달성하는 것이 우리의 관심을 끌고 있다.

따라서 원전의 정비 조직이 핵심 역할을 수행하게 된다.

정비 활동을 효과적으로 수행할 수 있도록 Doel의 정비 조직은 각기 다른 시행 조직(executive units)으로 나뉘어진다.

각각의 조직은 특정한 설비에 대해 정비를 책임진다.

이들 시행 조직들은 정비 부장 및 엔지니어링 전문가에 의해서 설정된 운영 지침 내에서 자율적으로 활동한다.

물론 명시된 규정도 존중된다.

왜냐하면 이들 규정은 정비 관리를 개선하는 데 기여하기 때문이다.

정비 작업 시행시에는 작업 요구 사항을 취급하는 기간에 관해 작업 요구 부서와 협의를 한다.

이에 따라 작업의 긴급도를 분류하여 작업에 임하게 된다.

긴급 정비 작업이 집중되게 되면 작업 시행 부서의 계획에 혼돈이 초래되며, 작업 준비 기간이 단축됨으로써 정비 비용이 상승하게 된다.

또한 각각의 정비 작업은 예방 정비, 사후 정비 또는 계획된 설계 변경 등으로 분류된다.

<그림 5>에 나타낸 바와 같이 일부 정비 작업 시행 조직은 사후 정비의 비중을 낮추기 위한 정비 계획 재평

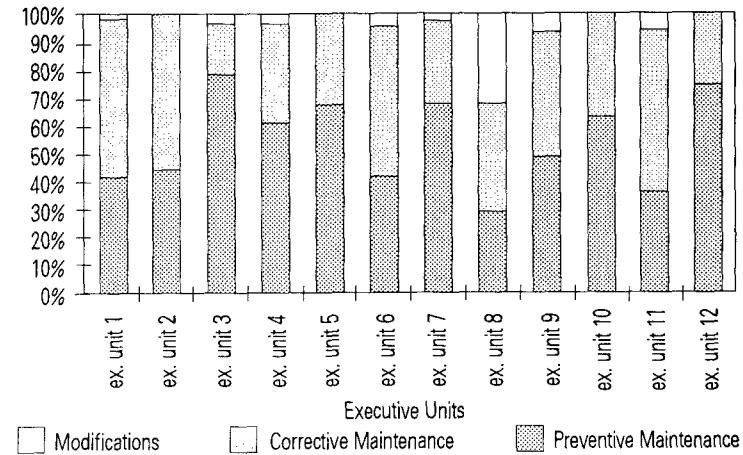


그림 5) Doel 원전 월간 작업 보고서의 한 사례(96년 상반기 작업 시간 기준)

가를 시행하여야 한다.

또 하나의 규정은 각각의 정비 작업에 대하여 사용된 장비, 관련된 작업, 사용 차재 및 작업 시간 등을 기록하는 것이다.

이 기록을 토대로 월간 작업 보고서가 작성되고 작업 보고서는 모든 정비 작업 시행 조직에 배포함으로써 정비 경험을 공유한다.

따라서 모든 정비 작업 시행 조직은 어느 설비에 높은 정비 비용이 투입되었는지, 정비 예산의 어느 정도가 보수에 활용되는지, 얼마나 많은 항목이 긴급하게 해결되고 있는지를 알 수 있게 된다.

이러한 정보는 경영 관리 개선을 위하여 정비 작업을 보다 투명하게 하고 정비 계획을 합리적으로 조정할 수 있게 하는 기초가 된다.

Doel 원전의 운영 실적은 정비 활

동의 질과 비용에 의해서 가장 크게 영향을 받는다.

이것이 정비 활동이 적절히 관리되지 않으면 안되는 중요한 이유이다.

스페인 원전의 운전 및 정비 비용

스페인에서 가장 최근에 건설된 2기의 원전(Vandellos-2 및 Trillo-1)이 88년에 상업 운전을 시작함으로써 전체 원자력 발전 시설 용량은 <표 2>에서 보는 바와 같이 7,400MWe 가 되었다.

1. 배경

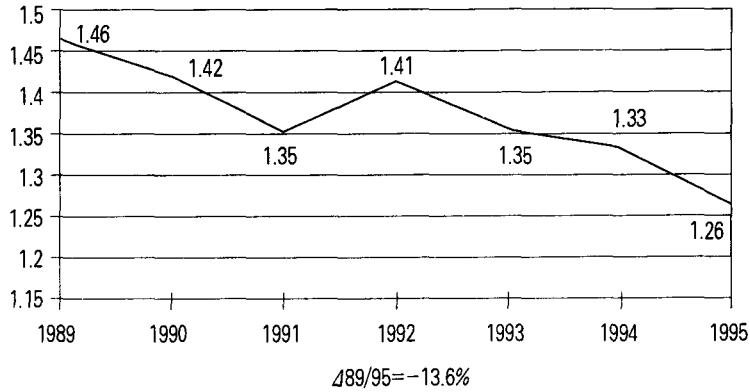
89년에 스페인의 모든 원전이 서명한 협정에 의해서 다음과 같은 두 가지의 목적을 위한 실무 그룹이 구성되었다.

첫째 목적은 각각의 원전이 운전



(표 2) 스페인의 원자력 발전 시설 용량

발전소명	용량(MWe)
José Cabrera	160
Santa María de Garona	160
Almaraz-1	930
Almaraz-2	930
Cofrentes	990
Ascó-1	930
Ascó-2	930
Vandellos-2	1,004
Trillo	1,066
계	7,400



(그림 6) 스페인 원전의 운전 및 정비 비용 절감 추이(Pta/kWh)

및 정비 비용에 관한 정보를 다른 원전이 이용할 수 있도록 체계적이고 통일된 방법으로 제공하는 것이며, 또 다른 목적은 가장 대표성 있는 운전 및 정비 비용 자료를 포함하는 연간 보고서를 발간함으로써 모든 원전이 참고할 수 있도록 하는 데 있다.

원전의 운전 및 정비 비용 관련 정보의 수집은 설문 조사를 통해서 이루어지는데, 설문의 내용은 「전력 분야 회계 계획」에 따라서 작성되므로, 수집된 자료는 통일성이 있고 신뢰성을 갖게 된다.

설문은 경제 분야 외에도 각 원전의 발전소 조직, 운전 수치 등에 관한 내용도 포함된다.

이렇게 수집된 모든 정보를 합성하게 되면, 도출된 자료(설비 용량 및 발전량당 비용, 재장전 기간 1인당 비용, 정규 직원 및 계약 직원 관리 비용 등)를 정성·정량적으로 분석할 수 있다.

(표 3) 스페인 원전의 운전 및 정비 비용 요소 변동 추이(%)

구분	연도	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Materials	7.4	7.0	6.5	6.4	5.4	6.3	5.2	
Personnel	34.9	36.5	38.8	38.4	41.8	43.5	44.5	
Services	46.0	44.1	42.5	43.7	40.8	38.3	37.8	
Taxes	6.6	7.3	7.4	7.5	7.8	7.9	8.0	
Insurance	5.1	5.1	4.7	4.1	4.2	4.1	4.5	

설문의 내용은 여러 차례에 걸쳐 개선된 바 있으며, 그에 따라 도출된 정보도 지속적으로 개선되고 있다.

주요 개선 분야는 다음과 같다.

- 재장전과 관련된 비용의 세부적인 내용

- 정상 운전 기간 또는 재장전 기간에 관련된 조직 및 서비스 용역 계약의 세부 내용

- 사업자에 의한 투자 관련(출력증강, 증기발생기 교체, 운전 경험의 반영, 규제 요건의 반영 등)

현재까지 7권의 연간 보고서가 발간되었으며(89~95), 내용을 개선하

기 위한 연구가 수행되었다.

2. 결과의 활용

각각의 원전으로부터 수집된 정보를 통합하여 분석한 결과는 잠재적인 개선의 필요성이 있는 분야를 도출하는 데 활용된다.

그 결과 스페인 원전의 평균 운전 및 정비 비용은 89년의 1.46 pesetas/kWh에서 95년의 1.26 pesetas/kWh로 약 13.6% 절감되었다.

<그림 6>에서 보는 바와 같은 성과는 다음과 같은 요소에 의해서 달성

된 것이다.

가. 경제성 측면

공정의 최적화와 정규 직원의 업무 부담률을 늘임으로써 자재 및 외부용 역에 관련된 비용의 근본적인 절감을 이루었다(표 3)。

그 결과 정규 직원 관리 비용의 증가가 초래되었지만, 이는 조만간에 안정될 것이다.

관련된 법률의 개정으로 세금, 공공 요금 및 시험 비용의 개선이 이루어졌다.

나. 조직 측면

특정 업무를 외부에 용역을 주는 대신 정규 직원으로 하여금 업무 수행을 하도록 유도하였다.

다. 운전 측면

운전 실적의 개선(95년도의 스페인 원전의 평균 가동률은 87.55%에 달함), 핵연료 재장전 기간의 단축, 불시 정지율 등이 감소하였다.

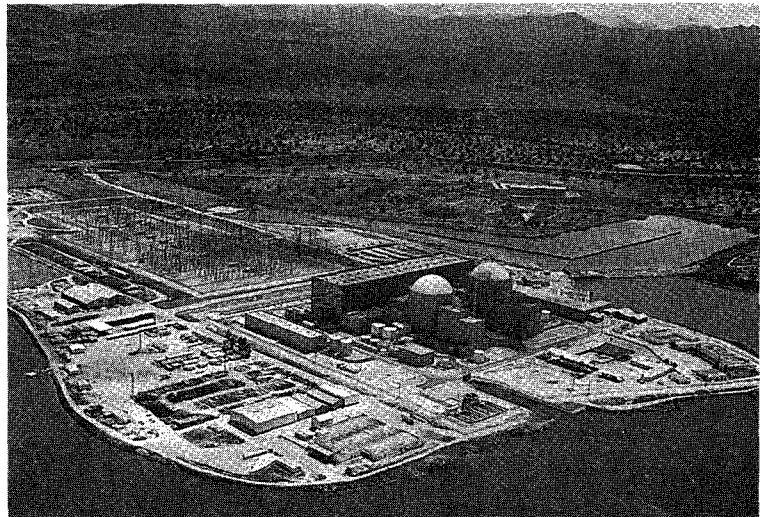
일부 원전의 설비 용량을 증강(Almaraz 1·2, Ascó-1·2 및 Vandellóse-2) 하였다.

3. 미래의 활동

스페인의 원자력 발전 사업자들은 원자력 발전의 성과를 더욱 높이기 위해 다음과 같은 계획을 추진하고 있다.

○ 각 원전간의 정보 교환(벤치마킹 확대), 유럽 및 미국의 원전들과 상호 정보 교환을 위한 그룹의 운영

○ 전력 생산 비용의 타당성 검토,



스페인의 Almaraz 원자력발전소

개선 가능 분야의 도출

○ 스페인의 원자력 사업의 경쟁력 제고를 위한 전략적 계획 수립

○ EUCG(Electricity Utilities Costs Group)에의 적극 참여를 통한 세부 정보의 교환

○ 원전의 운전 비용을 절감하기 위한 또 다른 활동 즉, 출력의 증강, 정비 작업 관리 개선(RCM Reliability Centered Maintenance 도입 등), 조직의 효율성 개선(process reengineering 등)

정비 비용의 분석 -정비 비용 절감의 첫걸음-

핵연료 재장전 기간 동안 발전소 직원들은 계약 직원들로부터 많은 지원을 받게 된다.

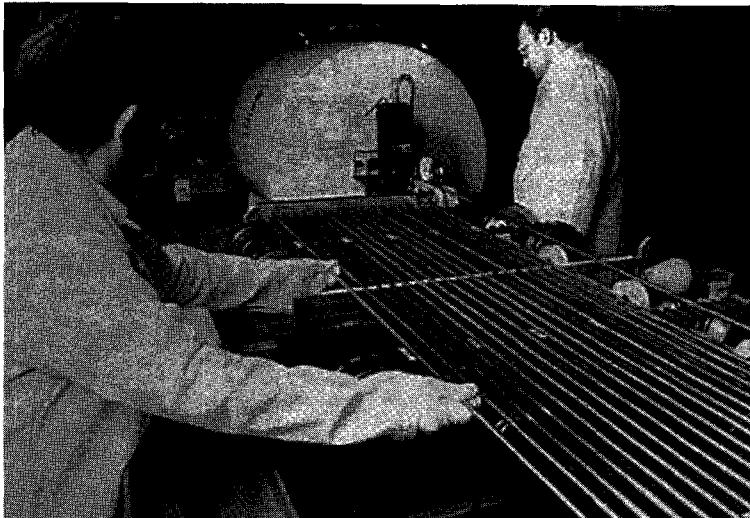
이들 계약 직원들은 통상적인 또는 특별한 정비 작업, 주기적 시험과 제염·청소·비계 작업, 운반·크레인 운전, 보온 작업 등과 같은 지원 업무 등에 투입된다.

독일의 한 원전의 경우를 보면, 핵연료 재장전 기간 중 평균 140,000 man-hours가 투입된 것으로 조사되었다.

핵연료 재장전 기간당의 정확한 비용은 여러 가지 요인, 즉 업무량, 재장전 기간, 작업 수행 과정 등에 의해서 결정된다.

이러한 제반 요인들의 중요성을 보다 잘 평가할 수 있기 위해서는 연속된 3회의 재장전 기간에 관련된 자료가 충분히 수집되어야 한다.

Colenco사는 잠재적인 비용 절감 가능 분야를 도출하고 계약 직원들이



프랑스 FBFC 공장의 핵연료봉 검사 모습

필요 이상으로 투입되는 작업을 찾아
낼 목적으로 관련 자료를 분석한 바
있다.

그 결과 정비 활동에 투입된 비용
은 대체로 적절한 것으로 나타났으
나, 비용 절감이 가능한 분야도 상당
수 도출되었다.

이들 자료를 이용하여 펌프나 밸브
등과 같은 기기의 일상적인 정비와
청소 및 비계 작업 등과 같은 서비스
활동을 도시하기 위한 다이어그램을
낼 수 있다.

특정한 기기의 작업에 투입된 시간
은 전체 기기 작업 시간에 직접적으
로 영향을 미친다.

준비 작업, 마무리 작업 및 문서화
작업 등과 같은 여타 작업들은 특정
기기에는 부과되지 않는다.

이는 모든 기기에 대한 전체 작업
시간만이 이용 가능하다는 것을 의미
하는 것이다.

전체 작업 시간의 40%가 소요되
고 있던 기기의 해체와 조립을 포함
하는 준비 작업과 마무리 작업 시간
이 점차 감소하고 있는 것은 특기할
만하다.

계약 직원들에게 기기와 관련된 이
러한 작업이 많이 부과되면 될수록 전
체 작업 부담은 감소되며, 이러한 분
야에서 비용 절감이 가능할 수 있다.

마찬가지로 기기의 수량을 변수로
하여 재장전 작업 기간에 관련된 용
역 작업 비용을 나타내주는 다이어그
램을 그릴 수 있다.

만약 정비 작업을 수행해야 할 기
기의 수량과 재장전 작업 기간을 알
수만 있다면, 이를 다이어그램을 이
용하여 전체 man-hour(투입 인력)
를 예측할 수 있다.

기기의 수량과 작업 기간이 사전에
변경된다면, 예측 결과 또한 이에 따
라 조정될 수 있다.

이 정보는 일반적인 비용 관리에도
활용될 수 있고, 정비 비용이 기대한
것보다 특히 많이 소요되는 특정 기
기의 비용 관리에도 활용될 수 있다.

예상 정비 비용과 실제 소요 비용
의 편차가 발생하는 이유는 분석되어
차기 재장전 공정시 필요한 조치가
취해진다.

재장전 기간중 계약 직원에 의해서
발생된 비용에 대한 평가 결과 다음
과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 기기 또는 계통의 정비 비용
을 책임지는 엔지니어들은 비용을 예
측하고 평가하는 데 활용할 수 있는
수단을 가지고 있다.

둘째, 예상 외의 높은 정비 비용 지
출에 대해 사전 경고를 해줌으로써
경영진이 적절한 조치를 취할 수 있
도록 해준다.

셋째, 계약자의 비용에 영향을 미
치는 요소들을 고찰함으로써 비용 투
명성을 확신할 수 있다.

이들 요소에는 재장전 기간, 정비
작업 대상 기기의 수량, 단일 기기당
투입 인력, 작업 범위 및 유형, 작업
장소(관리 구역 내부 또는 외부 등),
일정 지연시의 영향, 수행되어야 할
작업의 양에 관련된 용역 인력 등이
포함된다.

마지막으로 비용 절감 가능 분야를
도출할 수 있다. ☺

이 글은 <NEW>지 16호에 실린 것을 발
췌·번역한 것이다. 각 필자명은 생략했다.