

대상 — 고리 제1발전소 계측제어부

원전 정비 기술의 새로운 도약

이 중 태

한전 고리 1 발전소 계측제어부 부장



연혁

자력 산업의 불모지였던 이 땅에 78년 고리 1호기가 준공됨으로써 새로운 원자력 발전 시대가 열렸다.

올해 원자력 발전 20년을 맞이하면서 우리의 원전 역사를 선진 외국의 원전 역사와 비교해 볼 때 20년이라는 시간은 결코 긴 시간이 아님을 알 수 있다.

그럼에도 불구하고 우리의 원전 운영 능력은 선진국 수준에 이르렀고, 원전 정비 기술의 해외 수출은 물론 한국 표준형 원전을 개발하여 북한

금호 지구에 건설함으로써 많은 개도국들로부터 부러움과 함께 원자력 산업 정책의 표준 모델이 되고 있다.

이러한 모든 결실은 20년 원전 역사를 거치면서 원자력 종사자들 하나 하나의 땀과 눈물로써 얻어진 결과라 할 것이다.

초창기 원전 운영 경험이 전무했던 우리에게 고리 1호기의 건설은 하나의 도전이었다.

특히 국내 산업의 취약한 기술적 기반과 거의 경험을 갖고 있지 못했던 정비 분야에서는 많은 시행 착오와 함께 고전을 면치 못했고, 한 달이 멀다 않고 발생하는 발전소 불시 정지는 우리에게 깊은 좌절감만 주었다.

발전소를 불시 정지 없이 100일만 운전해 봤으면 하는 게 소원이었던 때도 있었으니 그 심정이야 오죽 했겠는가. 그러나 이런 바램이 이제는 오랜 추억으로 되고 말았다.

20년 원전 역사를 거치면서 우리의 원전 정비 능력은 그 동안의 많은

경험과 축적된 기술로 인하여 세계적 수준으로 발돋움하게 되었고, 그 결과 97년도에는 우리 모두의 최대 숙원이었던 고리 1호기 한 주기 무정지 운전에 이어 97년도 고리 1·2·3·4 전호기 무정지 운전을 달성함으로써 이를 입증하게 되었다.

따라서 고리 1발전소 계측제어부가 받은 '97 원자력 기술상 대상의 수상은 단지 고리 1발전소 계측제어부에 국한된 것이 아닌 모든 원전 정비 분야 종사자들의 그 동안 흘렸던 땀과 노력의 결실이며, 우리의 정비 능력을 다시 한번 대내외적으로 인정받는 계기가 되었음은 물론, 정비 기술 분야의 새로운 도약의 시발점이 될 것으로 믿어 의심치 않는다.

금번 고리 1발전소 계측제어부의 '97 원자력 기술상 대상 수상을 계기로 국내에서 가장 오래된 원전인 고리 1·2호기 계측 설비를 정비하면서 쌓았던 경험과 사례들을 소개하고자 하며 이를 통하여 계측 설비 정비 기술 향상에 조금이나마 보탬이 되었으

면 한다.

원전 정비인의 산실

고리 1발전소 계측제어부는 국내 원자력 산업의 시초인 고리 1호기 상업 운전과 동시에 발족되었다.

국내 최초의 원전인 관계로 비록 Turn Key 방식의 건설이었으나 건설, 시운전 및 상업 운전의 기간을 거치면서 많은 계측 설비 정비 인력을 배출하였다.

또한 발전소 운전 기간중에는 그동안 쌓았던 정비 경험과 사례를 타 발전소에 전파하고 타호기에서 발생한 문제점들에 대하여 자문 역할을 하는 등 초창기 원전 계측 설비 정비 분야의 기틀을 다지는 데 많은 기여를 하였다.

실제 고리 1·2호기 건설 및 시운전을 통하여 양성된 많은 인력들이 후속기 건설과 시운전 등 각 분야에서 매우 중요한 위치와 역할을 차지함으로써 고리 1발전소 계측제어부는 명실상부한 원전 계측 설비 정비인의 산실 역할을 다 하였다.

정비 기술의 자립화

계측 설비에 대한 정비 업무를 완벽하게 수행하고 발전소 정상 운전시 정비로 인하여 발생할 수 있는 인적 실수를 사전에 철저히 방지하기 위해서는 정비 기술을 과학화·체계화하

고 정비용 신장비를 개발하는 등 보다 획기적인 정비 기술의 향상이 요구되었다.

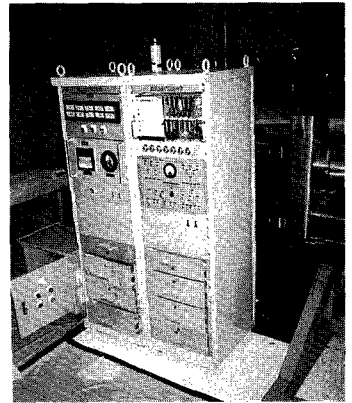
따라서 터빈 조속기 제어 계통 밸브 시험기, 전원 공급기 종합 시험 장치, 계전기 다용도 시험기 및 경보 회로 시험기 등 다수의 정비용 신장비를 개발하여 철저한 예방 정비를 가능하게 하였으며, 이로 인하여 발전소 불시 정지 방지는 물론 정비 인력과 정비 시간을 대폭 감소시켜 정비 능력을 극대화 하였고 경제적으로는 연간 약 40억원의 에너지 절감 효과를 달성할 수 있었다.

국내 원자력 산업의 확고한 자립 기반을 다지기 위해서는 관련 산업의 기술적 자립이 선행되어야 함에도 불구하고 취약한 산업 기반으로 인하여 주요 계측 설비를 전적으로 수입에만 의존할 수밖에 없었다.

그러나 해외 기술 의존도가 높았던 일부 주요 계측 설비를 순수 국내기술로 국산화하고자 노력한 결과 공정 제어 카드, 전자식 수위 제어기, 터빈 조속기 전원 공급기 등 다수의 계측 설비를 국산화할 수 있었으며, 계측 설비의 성능 향상은 물론 약 20억원의 외화를 절감하였다.

또한 국산화 과정에서 계측 설비 제작 중소기업에 대하여 기술을 지원함으로써 관련 중소기업의 기술 축적은 물론 기술 자립을 이룰 수 있는 좋은 기회가 되었다.

1. 터빈 조속기 제어 계통 밸브 시험기 개발

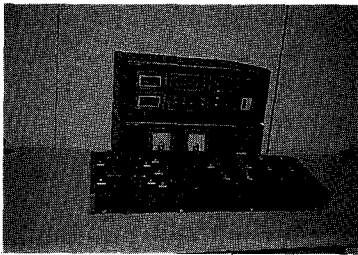


기존의 정비 방식으로는 터빈 조속기 제어 계통의 Module 및 유압 밸브에 대한 정비를 완벽하게 수행할 수 없었으나 터빈 조속기 제어 계통 밸브 시험기를 자체 개발하여 활용함으로써 완벽한 정비는 물론 연간 약 10억원의 에너지 절감 효과를 거두었고, 정비 시간을 72시간에서 3시간으로, 정비 인력을 9명에서 4명으로 감소시켰다.

2. 계전기 다용도 시험기 개발

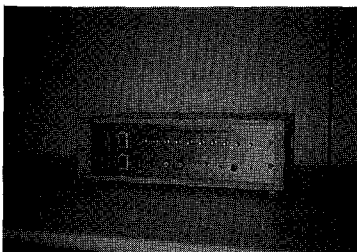
고리 1·2호기 계측 제어 설비에 는 약 4,000여개의 Relay가 내장되어 있어 Relay 오동작 사례가 빈번히 발생하였으며, 이로 인해 발전소가 불시 정지될 경우 기존의 Relay 점검 방식으로는 원인 규명이 매우 어려웠다.

따라서 계전기 다용도 시험기를 개



발하여 활용함으로써 발전소 중요 계통의 신뢰도를 향상시켰고, 짧은 시간에 많은 수의 Relay를 정확하게 점검할 수 있도록 하였으며, Relay 고장 시 신속한 원인 분석과 동일 원인에 의한 고장이 재발하지 않도록 함으로써 발전소 불시 정지를 방지하였다.

3. 경보 회로 시험기 개발

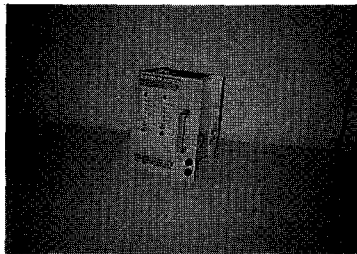


주제어실 경보 회로 카드 고장시 이를 점검할 수 있는 적절한 장비가 없어 정비 시간 지연 및 과도한 인력 낭비를 초래했었다.

따라서 경보 회로 시험기를 자체 개발하여 정비 시간을 3시간에서 30분으로, 정비 인력을 2명에서 1명으로 감소시켰다.

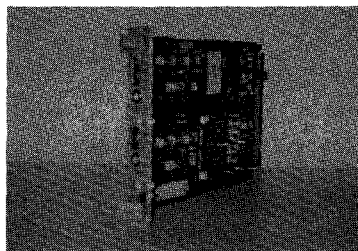
4. 고리 1·2호기 터빈 조속기

제어 계통 전원 공급기 국산화



터빈 조속기 제어 계통 내에 설치되어 있는 전원 공급기 50대 중 시범용으로 3대를 국산화하여 성능을 개선시켰고, 과부하 보호 기능 및 정비편의를 향상시키는 등 전원 공급기 제작 기술을 자립하였으며, 전원 공급기 전량을 국산화할 경우 약 1억원의 외화 절감 효과는 물론 타설비에도 확대 적용이 가능하도록 기술을 축적하였다.

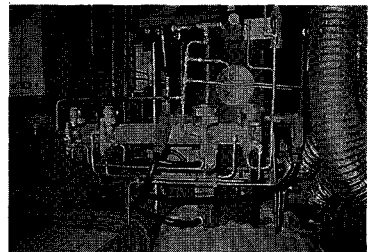
5. 고리 2호기 7300 공정 제어 설비 제어 모듈 국산화



장기간 사용으로 제어 모듈의 교체 필요성이 대두됨에 따라 안전성 관련 설비를 제외한 신뢰성 등급 전자 카드 3종 15매를 국산화하여 약 1억5

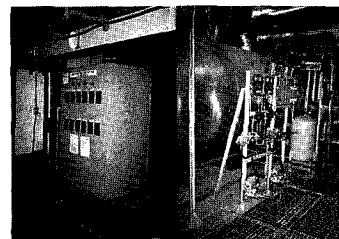
천만원의 외화를 절감하였고, 기술력 제고 및 예비품 조달을 원활히 할 수 있도록 하였다.

6. 고리 1·2호기 주급수 제어 밸브 솔레노이드 이중화



증기발생기의 급수를 제어하는 동밸브에 설치된 솔레노이드 코일이 열화 등으로 인해 자주 소손되어 발전소 불시 정지를 수차례 유발하였으나 이를 이중화함으로써 불시 정지로 인한 경제적 손실을 제거하였고 그 결과 동설비의 안전성을 약 1,000배 향상시켰다.

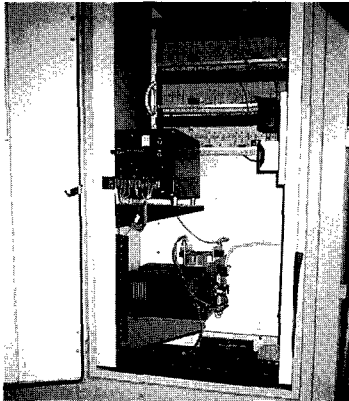
7. 고리 2호기 급수 가열기 수위 제어 설비 개선



기계식과 공기식의 조합 형태로 되

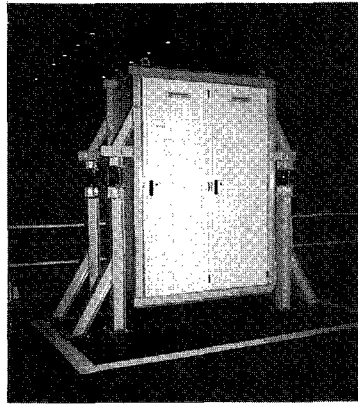
어 있던 기존의 수위 제어 설비는 내구 연한이 짧고 이물질 유입 및 마모 등으로 인한 고장이 자주 발생하였으며, 이로 인해 발전소 출력 감발을 유발하는 사례는 자주 발생하였다. 따라서 최신의 설비로 개선하여 안정적인 출력 운전이 가능하도록 하였다.

8. 고리 2호기 주요 판넬 전원 공급기 이중화



기존의 주요 현장 판넬 전원 공급 방식은 단일 전원 공급 방식으로 되어 있어 운전중 정비 및 교체가 불가능함에 따라 이를 이중 전원 공급 방식으로 개선함으로써 운전중에도 판넬 전원에 대한 정비를 가능하게 하고, 설비가 무정전화되어 설비 신뢰도가 향상되는 등 판넬 전원 공급 기능 강화 및 정비 편의를 크게 향상시켰다.

9. 현장 주요 판넬 방진 조치 실시



타호기와는 달리 고리 1·2호기는 주변 환경이 열악한 현장에 다수의 판넬이 설치되어 있어 현장 진동 등에 의한 계측기 오동작 가능성이 상존해 있었다.

따라서 주요 현장 판넬에 방진기를 설치, 진동에 의한 고장발생 가능성을 제거하였고, 계측 제어설비의 수명을 연장함으로써 예산을 절감하는 등 계측 제어 설비의 신뢰도를 향상시켰다.

원전의 안전성 확보

고리 1발전소 초창기에는 정비 기술의 낙후와 정비 경험의 부족으로 인해 많은 시행 착오와 함께 고리 1·2호기 호기당 연평균 6.2회의 발전소 불시 정지를 경험하였다.

80년대의 이런 어려운 경험을 통하여 90년대에 들어서는 정비의 중요성을 새롭게 인식하고, 그 동안의 축적된 기술과 정비 경험을 바탕으로

단순 예방 정비 차원이 아닌 설비에 잠재해 있는 문제점을 사전에 도출, 이를 완전히 제거하기 위한 계측 설비의 무결점화를 추진하였다.

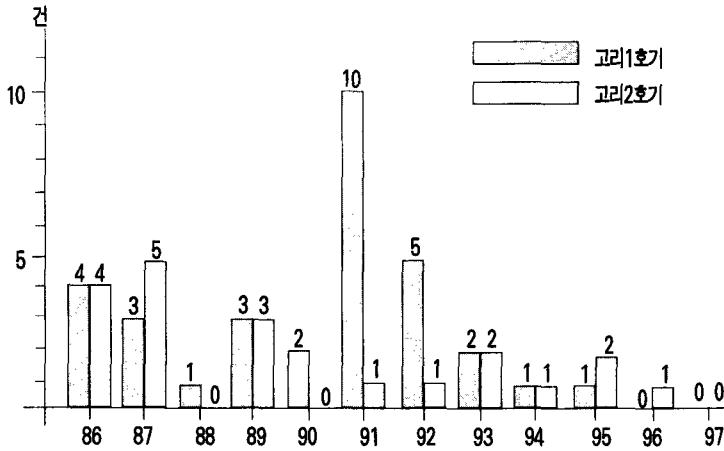
이를 위해 90년 1월~97년 9월까지 총 109건의 취약 설비를 발굴하여 단일 설비의 이중화, 중요 설비에 대한 Back-up 설비 신설, 부적합한 장소에 설치되어 있는 계측기를 최적의 위치로 이설하는 등 설비 개선 작업을 수행하여 문제를 해결하였고, 또한 국내 타원전에 비해 발전소 기능이 많이 떨어짐에 따라 최신의 계측 설비를 도입, 설비를 Upgrade했을 뿐만 아니라 일부 기능을 강화하는 등 총 82건에 달하는 설비 보강 작업을 수행하였다.

그 결과 발전소 불시 정지를 획기적으로 감소시켜 원전의 안전성과 신뢰성을 크게 향상시킬 수 있었으며, 많은 어려운 여건 속에서도 97년도에는 고리 1호기 한 주기 무고장 운전과 98년도 고리 2호기 한 주기 무고장 운전을 연속 달성하는 쾌거를 이루었다.

한 주기 무고장 운전의 달성은 원전 종사자들에게 있어서 많은 의미를 갖는다.

발전소를 한 주기 동안 아무런 문제없이 안전하게 가동한다는 것은 발전소 전 구성원의 피나는 노력과 단결된 팀웍 없이는 절대 이룩될 수 없는 것이다.

따라서 발전소의 중추 신경과도 같



(그림) 고리 1·2호기 연도별 불시 정지 수

은 계측 설비 정비 업무를 담당하고 있는 계측제어부로서는 전 부서원이 일치 단결하여 작은 나사 하나, 단 0.1초의 실수에 의해서도 발전소 불시 정지는 물론 원전의 안전성에도 위해를 줄 수 있다는 막중한 책임 의식을 갖고 완벽한 예방 정비를 수행하기 위해 노력하였으며, 예측 정비 기법의 도입, 계측 설비의 무결점화, 발전소 불시 정지 제로화를 위한 노력을 지속적으로 추진하여 불시 정지 발생 건수를 획기적으로 감소시킬 수 있었다.

그 결과 고리 1호기 한 주기 최장기 운전 기록인 365일 동안 계측 설비에 의한 발전소 출력 감발 또는 불시 정지를 단 한 건도 발생시키지 않게 되었다.

고리 1발전소는 20년 전에 상업 운전을 시작한 국내에서 가장 오래된 원자력발전소인 1호기와 2호기로서, 최신 설비로 건설된 타원전에 비해 모든 면에서 뒤질 수밖에 없었다.

이런 이유로 정비 물량의 폭주, 생산 중단으로 인한 예비품 수급의 불안정, 정비 비용의 증가 등은 우리에게 주어질 가장 큰 과제였고, 또한 지역민들이 바라보는 고리 1발전소의

부정적인 이미지는 최고의 원전을 만들려는 우리의 노력과 사기를 저하시키는 요인이었다.

그러나 다른 한편으로는 이런 모든 어려움들이 오히려 이를 극복하고 반드시 해내고야 말겠다는 우리의 의지에 불을 지피는 촉매제가 되었으며, 노후 발전소라는 이미지를 탈피하고 완벽한 정비 업무 수행으로 최상의 안전성을 유지하기 위한 새로운 정비 자세를 갖게 되었다.

따라서 쾌적한 계측 설비 환경을 만들고자 CP(Clean Plant)운동을 전개하여 노후 도입관을 전량 교체하였으며, 열악한 환경에 노출되어 있는 주요 판넬에 대한 방진 및 냉각 조치를 하는 등 대대적인 발전소 환경 개선 작업을 실시하였고, 과거의 수동적인 정비 자세에서 능동적인 정비 자세로의 의식을 전환하여 설비에 내재된 문제점을 사전에 도출 해결함으로써 계측 설비가 최적의 조건에서 운전 유지될 수 있도록 개선하였다.

이런 모든 노력과 '97 원자력 기술상 대상 수상

의 영광은 전 부서원의 철저한 문제 의식과 원전의 안전성 확보 및 설비의 신뢰도 향상을 위한

적극적인 개선 의지를 가짐으로써 가능할 수 있었다.

그러나 우리는 여기에 만족하거나 자만할 수는 없다. 왜냐하면 고리 1발전소의 과거 20년의 역사가 있었다면 우리에게겐 향후 20년의 역사가 더 중요하기 때문이다.

주어진 원자력 기술상 대상의 영광은 과거에 대한 칭찬이기보다는 미래에 대한 책적이라는 의미에서 더욱 책임이 무거운 수밖에 없으며, 우리에게 주어진 미래에 대한 책임과 의무를 다하기 위해서는 지속적인 설비 개선과 보강 작업의 추진, 정비 기술 향상을 위한 최선의 노력을 기울여야 할 것이다.

국민으로부터 믿음과 신뢰를 받는 원전, 미래의 대체 에너지인 원전의 역할을 다할 수 있도록 정비인으로서의 새로운 각오를 다지는 계기가 되고자 한다.

끝으로, 우리가 이런 큰 성과를 거둘 수 있었던 것은 그동안 우리의 정비 전략을 신뢰하고 격려와 지원을 아낌없이 해주신 고리원자력 본부장님, 소장님 그리고 주위의 많은 분들의 도움이 컸다.

도와주신 모든 분들께 다시 한번 감사의 말씀을 드리며, 아울러 부장의 운영 방침과 정비 이념을 심분 이해하고 밤낮을 가리지 않고 정비 업무 수행에 혼신의 노력을 경주해준 부서 직원들 모두가 자랑스러운 따름이다. ☎