

<解 說>

원자력발전소의 가동전검사와 가동중검사

宋 達 鎬*

1. 검사의 필요성과 그 개념

원자력발전소(이하 발전소라 한다)는 고도의 안전성과 신뢰성이 요구된다. 이 중에서도 발전소의 구조적 건전성은, 이에 관련된 사고가 발생할 경우 막대한 경제적 손실을 초래할 뿐만 아니라 공중의 안전에도 심대한 영향을 끼칠 우려가 있으므로, 어떠한 경우에도 보장되어야 한다. 이를 목적으로 발전소의 구성기기 및 부품의 설계, 제작, 건설, 검사등에는 여러가지 법령이나 기술기준이 정하여져 있으나 주로 미국의 ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section III, Nuclear Power Plant Components, Division 1”(이하 Code Sec. III)에 따라 수행되고 있다. 상기 법규는 또한 발전소의 건전성을 보증하기 위한 철저한 품질보증(Quality Assurance)을 요구하고 있다. 특히 발전소의 일차계통에 대해서는 재료의 건전성과 재료규격에의 일치, 설계 및 응력해석의 검토, 상세한 제작 수준의 작성, 시험검사 등의 수순을 명확히 할 것을 요구하고 있다. 그러나 이와 같이 제작, 건설, 검사된 구조물 및 부품이라 하더라도 발전소의 전 수명기간 또는 예정된 수명기간 동안 그 내부에 전적으로 균열등의 결함이 생기지 않는다고는 존재하지 않는다고는 말할 수 없다. 이것은 사용조건에 따라 어떤 결함이 생길 수도 있으며, 또는 검사(주로 비파괴검사)에 합격하였다 하더라도 그 구조물 및 부품이 완전하다고 생각할 수는 없고, 사용된 검사방법의 유효성 및 검사의 합격기준등에 의해, 발견 안된 또는 검사에 합격 통과된 결함 등이 존재할 수 있다는 데에 근거한다. 특히 이러한 결함들이 발전소의 가동에 의하여 전전할 위험성이 있을 경우 구조적 건전성은 위협을 받게 될 것이다.

특히 발전소의 일차계통은 고온, 고압을 받고 있고, 방

사능을 함유한 물질을 담고 있으므로 구조적 건전성의 관점에서 가장 중요하다고 할 것이다. 만일 일차계통에 결함이 발생, 전전할 경우에는 조속히 이것을 발견하여 보수하지 않으면 안된다. 이 때문에 발전소의 전 수명기간을 통해 원자로 일차냉각계통의 건전성을 계속적으로 보증하기 위하여 발전소가 가동한 후 일정기간마다 가동중검사(In-Service Inspection)를 수행할 필요가 있고 이검사에 의해 발생한, 발견된 전전성 결함은 조기에 보수하여야 할 것이다.

그런데 원자로 일차냉각계통중 차단밸브로부터 원자로 쪽의 계통은 발전소의 가동에 따라 방사선 조사를 받게되어 방사능에 대단히 오염될 것이기 때문에 접근하여 검사할 수 없는 부분이 있게 될 것이다 이를 위하여 작업원이 접근하지 않고 원격조정에 의해 이 부분을 비파괴검사할 수 있는 기술과 장치의 개발이 요구되고 있다.

가동중검사의 검사결과는 이미 전에 실시한 가동중검사 결과와 비교 검토하게 된다. 비교 검토한 결과, 변화가 일어나지 않았으면 그것으로 좋으나, 만일 변화가 일어났다면 그 검사 결과를 평가하여 어떠한 조치를 취할 것인가를 결정하게 된다. 이 경우 조치라 함은 어떤 변화가 일어난 부분을 수리, 대체하거나, 또는 다음 검사 기간까지는 구조적 건전성에 관계 없다는 것이 확실히 규명될 경우, 방치하는 것 등을 말한다.

그러나, 가동중검사에는 이미 언급하였듯이 그것의 검사 결과와 비교 검토하게 되는데, 그때에 기초가 될 자료가 필요하다. 그래서 발전소의 일차냉각계통에 대한 수압시험이 완료되면 가동전검사(Pre-Service Inspection) — 사용전검사라고도 한다 — 를 수행하여 가동중검사에 대한 기초자료로 삼는다. 가동전검사는 가동중검사 때에 상호 비교 검토할 기초자료를 취하는 것이 목적이므로 가동전검사 시의 검사방법 및 기술등을 포함한 검사조건은, 앞으로 시행될 가동중검사 때의 예측되는 검사조건과 될 수 있는대로 동일한 상태가 되도록 하여 그 검사결과 치를 비교함에 있어, 일어난 변화는

* 正會員, 韓國原子力研究所

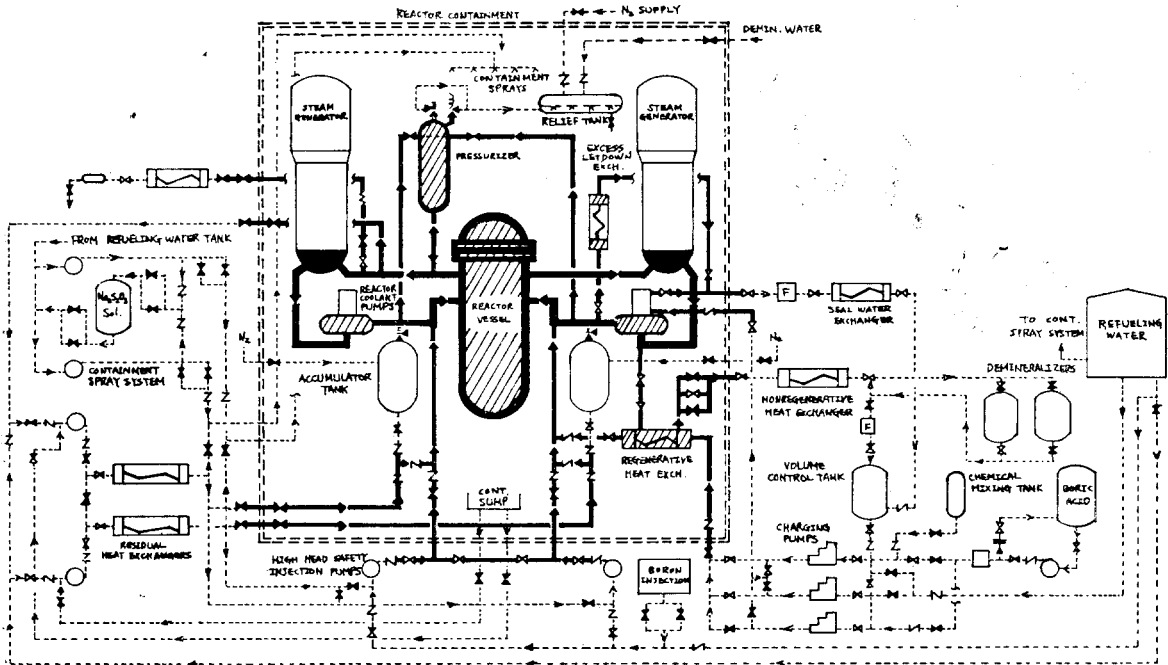


그림 1. 가압수형원자로의 압력 경계

진정으로 원자로를 가동함에 의해 일어났다는 것을 보증할 수 있도록 하여야 한다. 이에 따라 특히 가동에 따라 접근하여 검사할 수 없는, 방사능에 오염될 부분의 가동전 검사에서도 가동중 검사에 사용될 것으로 예상되는 종류의 원격 조정 장치를 사용하여 비파괴 검사를 사용하고 그 기록을 유지 보관하여야 한다.

위에 언급한 사항들을 고려에 넣어 ASME Code Section XI, "Rules for Inservice Inspection of Nuclear Reactor Coolant System(이하 Code Sec. XI)에는, 원자로 일차계통 및 그에 연결된 비상용 노심냉각계, 관련보조계 및 그 지지부에 대한 가동중검사를 규정하고 있다. 위 법규는 미국의 것이지만 경수로를 건설, 운전하고 있는 각국은 모두 위의 법규를 준용하고 있다.

이에 이하에서는 상기 법규에서 규정하고 있는 가동중 검사에 관한 사항과 발전소의 설비중 가장 중요한 원자로 용기의 검사에 사용되는 장치에 대하여 설명하기로 한다.

2. 가동중 검사

2.1. 검사범위

원자로의 1차냉각계통은 고압을 받으며, 건전성의 관

점에서 가장 중요하다는 것은 이미 설명한 바 있다. 특히 일차냉각계통을 중심으로 이에 연결된 비상노심냉각계, 관련보조계중 원자로 격납용기를 관통하는 배관에 있는 2개의 차단밸브(경우에 따라서 1개는 체크밸브로 대응된 경우도 있다.) 의 외측 밸브까지를 압력경계라 하고 이 부분이 가동중검사의 범위가 된다. 그림 1은 전형적인 2-루우프 가압수형 원자로의 일차계통을 나타내는 개략도로서 압력경계는 원자로 격납용 기내에 빗금친 부분과 굵은선으로 표시한 부분이다.

검사는 원자로 용기를 중심으로 배관류가 주대상이고 펌프, 밸브도 포함 되지만 특히 내압부의 용접부에 중점을 두고 시행된다.

이것은 열영향부(heat-effected zone)를 포함한 용접부에 결함이 존재하기 쉽고 또한 용접이음부는 구조상 불연속부가 되기 때문에 운전중 높은 응력이 발생할 수 있고 균열등의 결함이 발생하기 쉽기 때문이다.

용접부의 검사 대상은 다음과 같은 점에 착안하여 검사의 범위 및 정도를 정하게 된다.

- 가) 환경조건 : 특히 중성자 조사에 의한 조사 취화를 받는 부분
- 나) 가동, 정지의 반복에 따라 피로효과를 받기 쉬운 부분.

- 다) 노즐부와 같이 설계상 높은 응력을 받는 부분
- 라) 이종금속(dissimilar material)의 용접부

2.2 검사방법

가동중검사에 사용되는 검사방법은 전부 비파괴검사으로써 육안검사, 표면검사 및 체적검사로 나눈다.

1) 육안검사

표면의 생체기, 마모, 크랙, 부식, 침식등의 표면상태 및 부품 또는 구조물 각부간의 중심맞추기 불량 및 이등, 누설의 유무등을 포함하여 부품 또는 표면의 일반적 상태를 관찰하는 것을 목적으로 사용된다. 육안검사는 피검사 표면으로부터 60cm 이내의 위치에서 30° 이상의 각도로 눈을 접근시킬 수 있을 때 직접 육안검사를 행하고 이 경우 거울을 사용하거나 조명을 사용하여도 좋다. 직접 육안검사가 불가능한 경우 망원경, 쌍안경, 보아스코프, 공학카메라, TV 카메라등을 사용하는 원격 육안검사 또는 박리성이 좋은 프라스틱을 이용하여 피검사면의 복제를 뜨는 표면 복사(replica) 방법등을 사용하여도 좋다. 그러나 이 경우는 직접 육안검사와 동등 이상의 해상력을 가져야만 한다.

2) 표면검사

표면 또는 표면 가까이에 있는 균열등의 불연속부를 검출하는 것을 목적으로 표면 상태, 재료 및 접근성 등을 고려하여 자분탐상법 또는 액체침투탐상법이 사용된다. 자분탐상법은 자성을 갖는 재료의 표면 또는 표면 바로 밑에 있는 결함의 검출에 매우 유효한 방법이지만 오스테나이트 스테인레스강에는 적용할 수 없다. 액체침투탐상법은 강재 및 비철금속의 표면까지 연결된 재료내의 불연속부를 검출하는데 사용되는 방법으로 일반적으로 많이 사용되지만 수중에서의 탐상은 불가능하다. 또한 자분탐상법과 액체침투 탐상법은 모두 접근성의 관점에서 난점이 있고 원격조작도 어려운 결점이 있다

3) 체적검사

피검사부품의 전 체적을 검사하여, 내부에 존재하는 결함을 검출하는 목적으로 사용된다. 현재까지로는 방사선투과법과 초음파탐상법만이 이용되고 있다. 방사선투과법은 X선, γ 선 또는 열중성자등을 선원으로 사용하여, 사진필름, 인화지 등에 영상을 기록하는 방법으로 기록의 보전이라는 점에서는 가장 탁월한 방법이다.

방사선 투과법은 용접부, 주조품등의 검사에 매우 유용한 시험방법으로 제조중의 검사시에 널리 사용되지만, 방사선 레벨이 높은 장소에서는 이용이 곤란하고 균열의 검출강도가 방향에 따라 현저히 영향을 받으며, 또한 균열의 검출감도 자체도 초음파탐상법 보다 열등하고 장치가 대형화되는 등의 원인때문에 적용장소가 한정된다 초음파탐상법은 초음파를 발사하여 결함부로부터 반사되는 반사파를 수신함으로써 결함을 검출하는 방법으로 가동중 검사에 가장 많이 사용되는 검사 방법이다. 이것은 가동중검사의 대상이 되는 결함이 주로 균열이고, 이 때문에 방사선투과법에 비하여 검출 능력이 높고 자동화 및 원격조작이 용이하고 탐촉자와 장치가 비교적 소형이어도 가능한 때문이다. 그러나 결함의 크기를 정량화 하기 곤란하고, 재질과 결함면의 형상, 탐상면의 상태, 시험부의 형상등의 영향을 받기 쉬운 결점이 있다. 또한 초음파탐상법을 가동중검사에 사용하는 경우 다음과 같은 문제점이 있다.

가) 피검사부와 초음파의 특성이 동등한 재료로 표준 시험편을 제작할 필요가 있다. 원자로 용기의 경우에는 용기 벽에서 찢라 버리는 부분으로부터 제작하여야 한다.

나) 원자로 용기 내면의 스테인레스 클래드에서 초음파의 감쇄가 크고, 결함 검출 감도가 저하한다.

다) 배관 용접부의 경우에는 뒷면으로부터 매우 큰 반사파가 들어와서 결함으로부터의 반사파와 식별이 곤란한다.

라) 오스테나이트 스테인레스강의 용착부에서는 초음파의 감쇄가 현저하고 특히 사각탐상법은 현재의 기술로는 거의 탐상이 불가능하다.

4) 기타의 검사방법

위에서 기술된 검사방법 이외에도, 그 검사 결과의 정도가 상기의 검사방법과 동등 이상이라는 것이 증명되면 다른 검사 방법이 사용될 수 있다. 금후의 검사법의 개발에 의해 각종의 시험법이 고안 될 것인데 그중 중요한 것은 다음과 같다. 압력용기등 대형 용접구조물의 검사법으로 음파방출법(Acoustic Emission)이 개발되고 있어 제작 및 가동중에 결함을 모니터링하는 방법으로 크게 기대되고 있으며, 그의 전기저항탐침법(Electric Resistance Probe Method)등도 연구 개발되고 있다. 또한 열교환기용 전열관의 가동중검사법으로 와류탐상법(Eddy Current method)이 개발되어서 Code Sec. XI에서 채택되었다.

2.3 검사간격 (Inspection Interval) 및 검사시기

가동중검사는 10년간을 검사의 주기로 하여 규정된 검사를 완료하여야 하는데 이 주기를 검사간격이라고 한다. 검사간격의 기산일은 영업 운전 개시일이다. 검사간격 중의 검사는 검사간격의 1/3이 지나는 동안 요구되는 검사의 25—33.3%를 완료하고, 검사간격의 2/3가 지나는 동안 50—66.6%를 완료한 후, 나머지 검사를 검사간격 내에 완료하여야 한다. 또한 각 규정된 검사 항목의 검사순서는 법규의 요구 사항에 따라 결정되지만, 그 다음의 검사간격에서는 대체로 전 검사간격에서 실시되었던 순서대로, 검사간격을 두고 수행할 것을 추천하고 있다.

가동중검사는 원칙적으로 원자로 연료 교환이나 보수정지와 같은 통상의 운전정지기간 중에 행하여지며 일반적으로 일년에 한번씩 수행하여 상술한 바와 같이 한 검사간격 내에 규정된 검사가 완료되어야 한다. 따라서 미리 가동중 검사를 위한 계획을 세워야 할 것이다.

2.4 수압시험

전술의 비파괴검사 이외에 검사간격의 만료시 또는 만료 직전에 수압시험을 하도록 되어있다. 수압시험은 수압시험 압력에서 4시간 이상 보지한 후 접근 가능한 기기 및 배관의 외표면을 육안검사하여 누설이 없음을 확인하는 것이다.

1) 수압시험 압력

수압시험 압력은 압력경계내에 있는 모든 재료에 대하여 다음 식으로 계산되는 값 중 가장 낮은 값보다 작아서는 안된다.

$$P_t = P_o (S_{yt} / S_{yo})$$

P_t : 수압시험 압력,

P_o : 원자로의 정격출력에서의 공칭 운전 압력

S_{yt} : 시험온도에서의 재료의 항복강도

S_{yo} : 압력이 P_o 일 때의 온도에서의 재료의 항복강도

2) 수압시험 온도

수압시험 온도에 대해서는 다음 사항을 고려한 온도 이하 이어서는 안된다.

가) 압력 경계내 강재의 인성에 대한 온도

나) 원자로 용기가 가동에 의해 조사취화를 받음에 따른 취성 파괴 방지를 위한 온도

다) 수압시험 요령과 관련된 압력경계의 설계 및 운전 전에 관련된 온도

2.5 검사결과와 평가 및 그후 조치

가동중검사의 검사결과를 가동전검사와 비교하여 어떠한 변화가 일어났는가를 비교 검토하게 된다. 따라서 이를 위한 기초 데이터의 작성을 위해 가동전검사를 수행한다는 것은 이미 기술하였다. 가동중검사 결과가 가동전검사결과와 비교하여 변화가 없다면 결함이 생겼다면, 생장한 것이 아니므로 보수등의 조치를 취할 필요가 없다. 만일 어떠한 변화가 일어났고, 그 변화의 평가 결과 보수를 할 필요가 있는 결함의 경우에는 그 계의 기기가 운전을 개시하기 전에 보수하던가 또는 결함이 있는 부품을 바꾸어야 하고 이 보수부분 또는 새로이 대체한 부품에 대해서는 재검사를 하여야 한다. 또한 이러한 재검사를 해야 할 결함인 경우에는 동일 검사 항목에 속하는 부분에 대하여 최초의 검사와 동등한 만큼 추가 검사를 실시하고 이 추가시험에도 불합격이 있는 경우에는 동일 검사항목에 속하는 전 부분에 걸쳐 재검사를 실시하여야 한다.

2.6 기 타

Code Sec. XI에서는, 또한 위에 설명한 가동중 검사가 정확하고, 높은 수준의 질을 유지하고 빠짐없이, 원활히 진행되기 위하여 여러가지 행정적인 절차도 기술하고 있다. 이를 간략히 기술하면

1) 가동중 검사시의 비파괴검사를 담당하는 요원 및 그 검사결과와 평가자는, SNT-TC-1A*의 규정에서 요구하는 자격요건을 갖춘 사람이어야 한다.

2) 가동중검사는 발전소 소유주의 고용인이 아닌 공인검사관의 포괄적이고 전담적인 감독하에 수행되도록 되어야 한다. 여기서 공인검사관이라 함은, 모든 비파괴검사의 원리, 사용, 그 결과의 평가등 전반에 걸쳐 정통하고 관계기관으로부터 수임을 받은 사람을 말한다.

3) 발전소 소유주는 가동중 검사가 진행되는 데 관한 전반적인 책임을 진다. 이에겐 발전소의 설계, 건설은 물론, 검사요원 및 검사기기, 장치가 충분히 접근하여 검사할 수 있도록 설계단계에서의 구조 및 공간 확보에 대한 고려, 실제검사가 실시되는데 필요한 준비작업 및

* "Recommended Practice for Nondestructive Testing Personnel Qualification and Certification, Published by the American Society for Nondestructive Testing, 914 Chicago Avenue, Evanston, Illinois 60202, USA

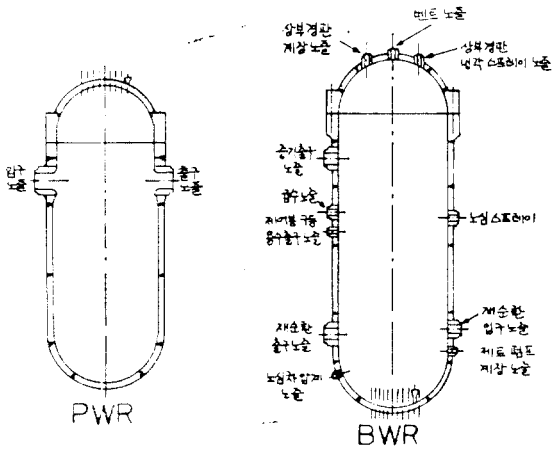


그림 2. 원자로 용기의 용접부

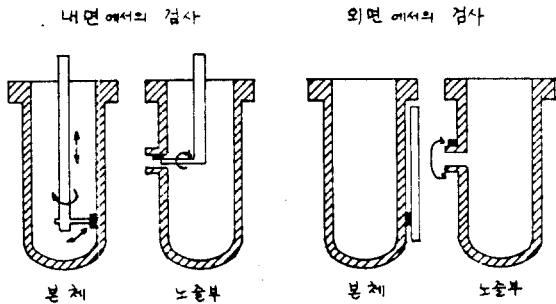


그림 3. 원자로 용기 검사방법의 기본개념

검사계획의 수립, 검사실시 요령서의 작성, 비파괴검사 요원의 자격확인, 각종 검사기록의 유지, 보관 및 검사 결과의 평가등이 포함된다. 특히 공인검사관의 감독에는 충분한 협조 및 편의를 제공하도록 명문 규정하고 있다.

위에 기술한 것은 미국의 법규의 규정으로서 우리 실 정에는 맞지 않는 부분이 많지만, 이 규정의 의도를 살려 자동층검사가 진행되어야 하리라 생각한다.

3. 원자로 용기에 대한 검사장치

3.1 검사장치의 개념

발전소에서 가장 중요한 부품은 원자로 용기가 될 것이고 이 용기는 운전과 더불어 높은 방사능을 받아 오염될 것이기 때문에 피검사부의 대부분은 접근하여 직

접 검사할 수 없다. 이 때문에 검사장치의 연구 개발은 주로 원자로 압력용기를 대상으로, 장치의 자동화 및 원격조작화를 추진하고 있다. 이러한 관점과 앞의 검사 방법에서 언급한 바를 고려하여, 현재까지 개발된 자동 검사장치는 모두 초음파 탐상법을 이용하고 있다.

원자로 용기의 주요 재료는 Mn-Mo-Ni 또는 Ni-Cr-Mo 저합강으로 제작되어, 그 내부는 304스테인레스 강 또는 인코넬 600(Inconel 600)등을 용접에 의해 피복하고 있다. 검사의 대상이 되는 원자로 용기의 용접부의 개략위치를 그림 2에 표시한다. 이들 용접부를 검사하는 방법의 기본개념을 그림 3에 나타내었다. 이에서 보는 바와 같이 용기의 내면에서의 검사와 외면에서의 검사로나눌 수 있고, 원자로 용기에 어느 방법을 선택할 것인가는 로형, 시험방법, 검사대상부의 상태, 경제성 검사 기간등을 충분히 검토하여 정하여야 할 것이다. 원자로 용기 본체의 검사에는, 로내 구조물의 전부를 용이하게 들어낼 수 있는 가압수형 원자로의 경우에는 내면에서의 검사를, 로내 구조물의 일부밖에 들어 낼 수 없는 비동수형 원자로의 경우에는, 연료교환과 검사를 병행할 수 있는 장점도 있어 외면에서의 검사를 채용하고 있다. 노즐부의 경우에는 그 위치구조등을 고려하여 결정한다. 또한 초음파탐상법을 수행하는 관점에서 위 두 방법을 비교하면, 클래드에 의한 초음파의 감쇄, 탐촉자의 방사선오염의 면에서는 내면에서의 검사가 우수하며, 탐촉자의 밀착성, 카플란트(couplant) 불요, 검사 작업원의 방사선 피폭의 면에서는 외면에서의 검사가 우수하다고 생각된다.

3.2 자동 초음파 탐상장치

자동 초음파 탐상장치도, 내면에서의 검사가 가능한 장치와 외면에서의 검사가 가능한 장치의 두 종류로 나눌 수 있다. 그러나 이 두 종류의 자동 초음파 탐상장치의 원리는 차이가 없으므로 여기서는 가압수형 원자로인 한국 전력(주)의 고리 1호기의 가동전 검사*에 사용된 내면에서 검사하는 자동 초음파 탐상 장치에 대해서만 설명한다.

이 탐상 장치는 일본의 미쓰비시 중공업(주)(Mitsubishi Heavy Industries, Ltd., Japan)에서 개발한 장치로써, 크게 원격구동 장치, 자동조정 및 데이터 처리 장치로 나눌 수 있다.

* 1976년 8월 23일 부터 9.20일 까지 고리 원자력발전소 건설현장에서 수행되었다.

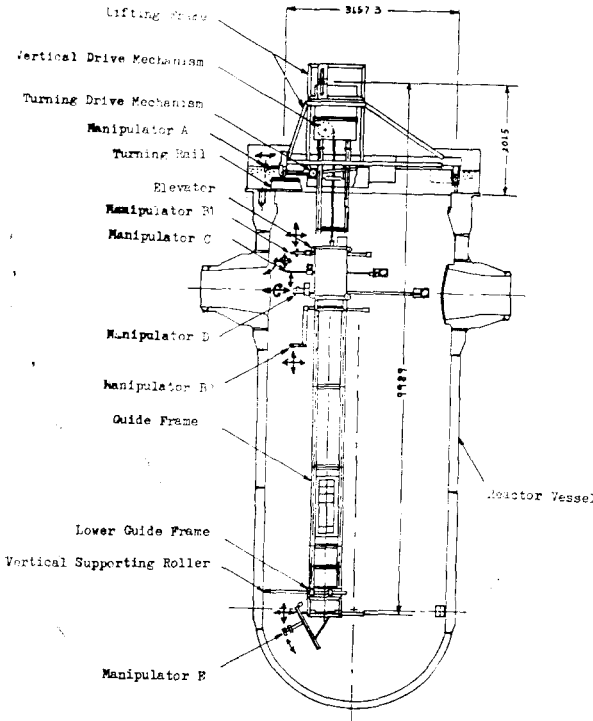


그림 4. 자동초음파 탐상장치의 구동부(화살표는 각 매니플레이터의 운동을 나타낸다)

1) 원격구동장치

스테인레스 강으로 만들어진, 탐촉자를 보호하여 피 검사부를 수행하는 장치들로서 그 윤곽도를 그림 4에 표시하였고, 그 주요 구성은 다음과 같다.

가) 회전레일

고리모양의 레일로써 이 위에 전 구동장치가 놓여져 원자로 용기내에서 회전운동을 하게 된다.

나) 에레베이터 및 궤도

탐촉자를 정하여진 위치에 가져다 놓기 위해, 스테인레스 강으로 만들어진 상자형의 구조물로서 그 궤도를 따라 상하운동을 하도록 제어된다.

다) 매니플레이터

매니플레이터는 초음파 탐촉자의 보지 기구로서, 모두 6개 있다.

이들의 위치와 운동은 그림 4에 간략히 표시되어 있는 바와 같다. 따라서 이들 매니플레이터의 운동 및 전 구동장치의 회전레일 위에서의 운동에 의해 탐촉자를 용기용접부등 용기내의 임의의 위치에 가져 갈 수 있도록

표 1. 매니플레이터의 탐상위치

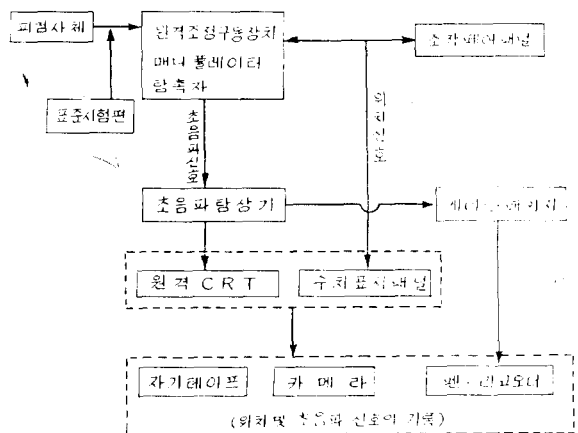
매니플레이터	탐 상 위 치
A	플랜지 리저먼트부, 플랜지와 용기와의 용접부
B1	플랜지와 용기와의 용접부 용기지지물과 용기와의 용접부
B2	상부등과 중간등과의 용접부 중간등과 하부등과의 용접부
C	냉각재 입구노즐의 R부 안전주입노즐과 용기와의 용접부
D	냉각재 입구 노즐과 용기와의 용접부 냉각재 출구 노즐과 용기와의 용접부
E	하부등과 하부경판의 용접부

제어 패널에서 제어되고 실제의 위치는 위치 표시패널에 표시 되도록 되어 있다. 표 1은 각 매니플레이터가 사용되는 탐상위치를 나타낸 것이다.

탐촉자로 부터의 초음파 탐상 신호 및 그 위치가 기록장치에 옮겨짐으로써 자동 원격조정 초음파 탐상이 이루어지게 된다.

2) 자동 조정 및 데이터 처리 장치

구동장치를 원격조작하여 매니플레이터를 정해진 위치로 움직이게 하며 그 위치와, 매니플레이터에 붙어 있는 초음파 탐촉자로 부터의 신호를, 데이터 처리 장치로 보내어 기록하는 장치로써, 그 데이터의 유효도를 그림 5에 표시하였다.



가) 모터 제어패널

구동장치 및 매니플레이터의 운동을 위한 모터에 전원을 공급한다.

나) 위치 조작 패널

조작패널내에 위치 제어장치가 있어 탐촉자의 위치를 원격제어 하고 탐촉자의 위치가 수치신호로 조작반에 표시됨과 동시에 데이터 처리 장치 쪽으로 발신된다.

다) 데이터 처리 장치

초음파탐상기로 부터의 신호 및 탐촉자의 위치를 기록하는 곳이다. 탐촉자로 부터 얻어진 초음파 신호는 초음파 탐상기를 통해 원격 CRT (Cathode-Ray Tube) 에 표시되면서, 위치 표시와 함께 자기 테이프에 기록될 뿐만 아니라 일방은 게이트 패키지(Gate Package)에서 필요한 신호만을 뽑아 펜리코더(Pan Recorder)로 기록한다.

라) 초음파 탐상 장치

탐촉자로 부터의 초음파 신호를 받아서 초음파 탐상을 실시하는 초음파 탐상기이다.

것을 지적한다.

가동중 검사시에 가장 큰 문제점은 방사능을 가진, 즉 접근하기 곤란한 부분을 비파괴 검사하여 결함을 검출하고 그 결함을 정량적으로 평가하는 일이다.

또한 이렇게 정량적으로 평가된 결함이 구조적 건전성 및 안전성에 어떠한 영향을 갖는가를 평가하는 일이다. Code Sec. XI의 74년도판에는 결함의 영향을 평가함에 있어 파괴역학적 개념을 도입 채택하고 있으나 현재까지의 파괴역학의 이론은 특정 형태의 구조물에 이상적인 균열을 갖고 간단한 하중조건에 한하여 그 이론해가 유효할 뿐으로 실제 공학상에 존재하는 균열등의 결함에 직접 응용하기 곤란한 점이 많다. 따라서 앞으로 검사결과의 평가방법에 대해서 더욱 발전이 있리라 기대된다.

앞으로 국내에서도 가동중 및 가동전 검사를 자체 기술로 수행할 수 있도록 비파괴 검사기술의 향상, 비파괴 검사장비 및 장치의 개발, 시험결과의 해석에 필요한 능력의 배양에 힘을 기울여야 할 것이다.

4. 맺 는 말

이상에서 가동중 및 가동전 검사의 개념의 필요성, 가동중 검사의 내용, 그리고 원자로 용기에 사용되는 자동 초음파탐상장치에 대하여 논하였다. 그러나 가동중 검사의 내용은 주로 Code Sec. XI에서 규정하고 있는 가동중검사에 대한 것으로, 이 법규는 1971년 처음 법규화 되었고 또한 매 6개월마다 추록이, 매 3년마다 증보, 개정판이 나오고 있으므로, 위에 기술된 사항이 현재의 법규의 요구사항과 꼭 일치한다고는 할 수 없다. 그러나 가동중 검사의 근본개념에는 차이가 없다는

<後 記>

이 해설은 한국원자력연구소가 과학기술처에 제출한 「고리 원자력 발전소 제1호기 품질보증 및 가동전 계획 시험 계획감사에 관한 연구 보고서」의 부록 VIII에 실려 있는 것으로, 1976년 9월 고리원자력 발전소 건설현장에서 실제로 수행된 가동전 검사와 관련하여, 가동전 및 가동중 검사의 개념과 ASME Boiler and Pressure Vesse Code Sec. XI에서 규정하고 있는 가동중 검사 및 이에 사용되는 장치에 대하여 간단히 기술한 것이다.