

방사선투과검사 이론 및 측정방법

| 안전협회 검사팀 |

1. 방사선투과검사 (Radiographic Testing)

방사선투과검사는 병원에서 X-ray 검사로 우리 몸속의 이상 유무를 검사하는 것과 같이 강이나 기타 재질에 대하여 방사선 및 필름을 이용하여 시험체의 내부에 존재하는 불연속(결함)을 검출하는데 적용하는 비파괴검사 방법 중의 하나다.

피 시험체에 X-ray, γ -ray 등의 방사선을 투과시켜 Film, CRT 등에 그 상을 재생하여 결함의 유무를 판단한다. 또한 자성의 유무, 판두께의 대·소 형상의 형태, 표면상태의 양부의 관계없이 어떤 것이나 이용될 수 있고, 또 투과하는 두께의 1~2%까지의 크기의 결함도 확실하게 검출할 수 있다.

방사선투과검사의 장점으로는 거의 모든 재질을 검사할 수 있으며 검사결과는 필름으로 영구적으로 기록을 남길 수 있다. 그러나 방사선투과검사는 검사비용이 많이 들고 방사선 위험 때문에 안전관리의 문제가 있으며 제품의 형상이 복잡한 경우에는 검사하기 어려운 단점이 있다.

2. 방사선의 종류

▶ **동위원소** : 원자수는 같으나 질량수가 다른 원소를 동위원소(Isotope)라고 한다.

▶ **방사성 동위원소**

최초의 원소는 핵 안에서 균형을 이루어 안정한 상태이나 그 동위원소는 중성자가 추가됨으로

균형을 이루지 못하여 불안정한 원자상태가 되며 불안정한 원자는 분열 또는 붕괴하여 더 안정한 상태로 변하려고 한다. 이러한 불안정한 상태의 원자를 방사성 원자 이원자를 갖는 동위원소를 방사성 동위원소라고 한다.

모든 방사선은 방사성 원자가 붕괴시 핵으로부터 나오며 알파입자, 베타입자 및 감마선 등을 발생한다.

(1) 알파 입자

방사선 입자 중에서 가장 크고 무거우며, 2개의 양자와 2개의 중성자로 구성

(2) 베타 입자

매우 가벼운 입자이며 고속의 전자이다.

(3) 감마선

에너지의 파형으로 입자가 아닌 가장 강력한 방사선이다.

▶ **X-선과 γ -선의 특징**

(1) 일반적 개요

방사선 사진에 사용되는 방사선은 X-선과 R-선의 두 종류가 있다. γ -선은 핵이 분열하거나 붕괴시 발생하는 것이고 X-선은 고전압전자관 안에서 인공적으로 만들어진다.

X-선과 γ -선은 동일 종류의 전자기 방사선이며 무게나 질량이 없는 에너지의 파형이다. 이것은 육안 또는 감각으로는 탐지할 수가 없으며 인체에 대단히 해로운 작용을 일으키므로 안전관리가 중요시 된다.

(2) X-선과 γ -선의 일반적 특성

- X-선과 γ -선은 동일 종류의 방사선이다.
- X-선과 γ -선은 에너지의 파형이다.
- 정상적인 감각으로는 측정할 수 없다.
- 전자기 방사선이다.
- 매우 짧은 파장과 매우 높은 주파수를 갖는다.
- 에너지는 KeV 나 MeV로 측정 된다.
- 에너지는 침투 능력을 결정한다.
- 주어진 방사성 동위원소는 일정한 에너지를 방출 한다.
- X-선의 에너지는 Tube에 적용되는 전압에 의해 좌우되며 강도는 전류 또는 전류량에 의해 결정된다.
- 감마선의 에너지는 동위원소의 종류에 의해 결정되고 강도는 퀴리의 강도에 따라 결정된다.

(3) 반감기

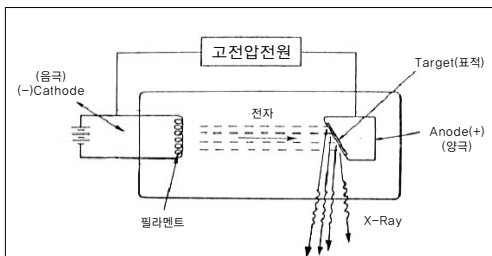
모든 방사성 동위원소는 안정한 상태로 붕괴하며 방사성 동위원소가 붕괴하여 최초의 원자수가 반으로 줄어드는데 필요하는 시간을 반감기라 하며 방사성 동위원소가 붕괴하는 율을 측정하는데 사용 된다.

$$T = \frac{1}{\lambda} = \frac{0.693}{\lambda}$$

여기서 $T \frac{1}{2}$ 는 반감기 λ 는 붕괴상수 또한 방사능 물질의 양은 퀴리(Curie : Ci)로 나타내며 이것은 1초당 3.7×10^{10} 의 원자가 붕괴함을 나타낸다.

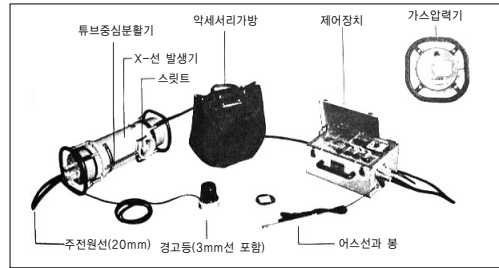
$$1 \text{ Ci} = 3.7^{10} \text{ dps}$$

(4) X-선의 구조 및 작동원리

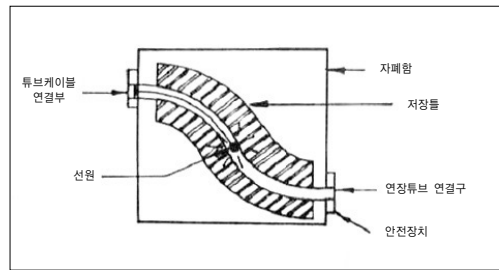


<그림 1> X-선의 선원구조 및 작동원리

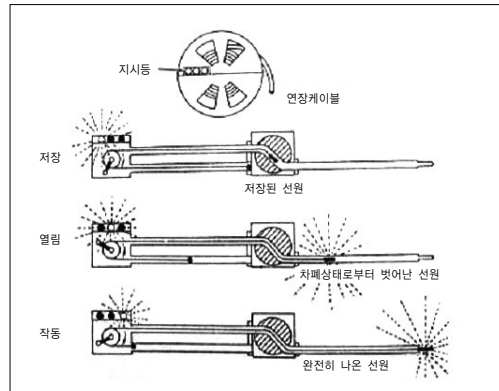
(5) γ -선의 구조 및 작동원리



<그림 2> 대표적인 X-선 발생장치의 설명도



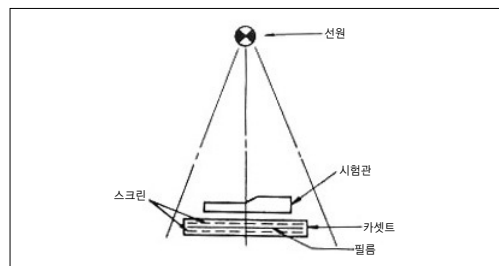
<그림 3> 차폐함의 구조



<그림 4> 동위원소 발생장치의 작동원리

3. 작업방법

▶ γ -선

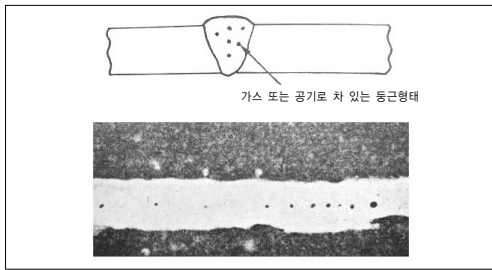


<그림 5> 방사선 사진 시험 기본 배치도

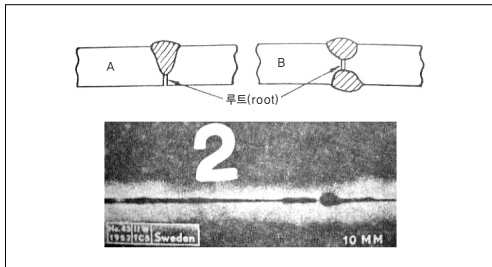
위 그림은 방사선 사진의 시험의 기본 배치도이다. 이 그림에서 조사된 방사선의 일부는 시험체에 의해 흡수되고 일부는 통과하며 일부는 여러 방향으로 산란된다.

필림은 방사선에 의해 노출되어 현상하면 검거나 희게 되며 검은 부분을 필름의 농도라고 하고 시험체의 밀도와 구별하기 위해 사진농도라고도 한다.

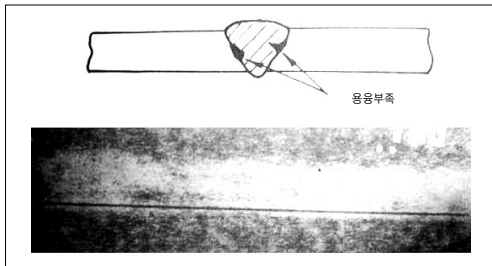
4. 결함판독



〈그림 6〉 대표적인 기공의 방사선 사진



〈그림 7〉 용입부족의 대표적인 방사선 사진



〈그림 8〉 용융부족의 대표적 방사선 사진

5. 판정기준

KS B 0845 강용접부의 방사선투과시험방법 및 투과사진의 등급 분류방법에 의해 이행된다.

〈표1〉 흠의종류

흠의종별	흠의 종류
제1종	둥근 블로홀 및 이에 유사한 흠
제2종	가늘고 긴 슬래그 및 파이프, 용입불량, 융합불량 및 이에 유사한 흠
제3종	갈라짐 및 이에 유사한 흠
제4종	텅스텐 말아 넣음

〈표2〉 제2종 흠의종류

분류	모재의 두께(mm)		
	12 이하	12 초과 48 미만	48 이상
1류	3 이하	모재 두께의 1/4 이하	12 이하
2류	4 이하	모재 두께의 1/3 이하	16 이하
3류	6 이하	모재 두께의 1/2 이하	24 이하
4류	흠 길이가 3류 보다 긴 것		

