

NaI(Tl)섬광검출기에 의한 γ 선콤프톤산란선의 합리적인 측정조건

량 봉 만

위대한 수령 김일성동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《원자력을 생산에 받아들이기 위한 연구사업을 전망성있게 진행하며 방사성동위원소와 방사선을 공업과 농촌경리를 비롯한 여러 부문들에 널리 적용하여야 할것입니다.》

(《김일성전집》 제27권 391페이지)

방사선투과사진법이나 렌트겐단층촬영법은 현재 많이 리용되고있는 비파괴시험(NDT) 방법들인데 원천과 검출장치가 서로 검사시편의 반대쪽에 놓여야 한다. 그러나 일정한 두께를 가진 시편을 비롯하여 투과법으로 켈수 없는 경우 콤프톤산란기술이 효과적인 방법들중의 하나로 제기되였다.

방사선을 리용한 여러가지 금속제품들의 비파괴적검사방법으로 γ 선콤프톤산란법이 널리 리용되고있다. 그러나 γ 선의 역산란을 리용한 방법[1]과 금속에 인위적으로 조성한 결점들의 위치, 크기, 밀도 등을 고순도Ge검출기로 측정하는 방법[2]들에서는 금속의 종류에 따르는 산란선들의 특성과 합리적인 측정조건을 확립하는것이 필요하다.

우리는 NaI(Tl)섬광검출기를 리용한 강철시편의 γ 선콤프톤산란선측정에서 합리적인 측정조건을 확립하기 위한 연구를 하였다.

γ 선콤프톤산란선을 측정하기 위한 장치구성도는 그림 1과 같다.

그림 1에서 보느냐와 같이 역산란선을 측정할 때 γ 선을 수직으로 입사시켜 수직으로 반사되어나오는 빛을 측정하는것이 유리하므로 원천과 검출기를 재기대상의 한쪽에 놓았다.

시편은 질량흡수계수가 662keV인 γ 선에 대하여 0.076 9m²/g의 철판을, 원천으로는 반감기가 비교적 길고 단일 γ 선을 내보내는 4GBq의

¹³⁷Cs(662keV)를, 검출기로는 40mm

×40mm크기의 NaI(Tl)섬광체를 빛증배관과 결합한 섬광계수관(1.4kV)을 리용하였다.

먼저 원천과 검출기의 위치에 따르는 산란선의 응답특성으로부터 검출기의 위치를 확정하였다. 원천을 4, 8mm두께의 철판에 붙여놓고 원천과 검출기사이거리에 따르는 산란선을 측정한 결과는 그림 2와 같다.

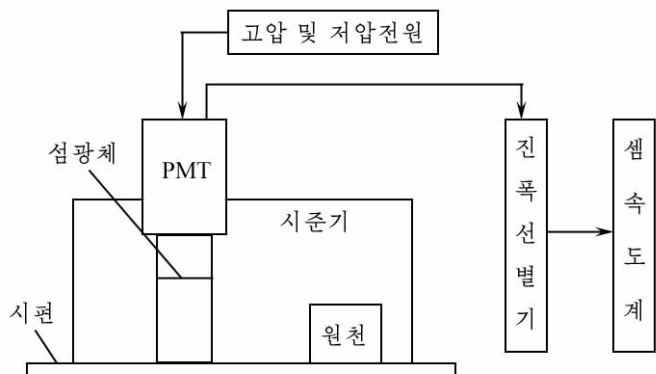


그림 1. γ 선콤프톤산란선측정장치구성도

그림 2에서 보는바와 같이 원천과 검출기사이거리가 가까울수록 셈속도가 빨라진다는것을 알수 있다. 그러나 일반적으로 검출기의 크기는 고정되므로 시준기의 두께를 고려하여 원천과 검출기사이거리를 60mm로 하는것이 합리적이다.

이 위치에서 질량흡수계수가 662keV인 γ 선에 대하여 0.076 9cm³/g의 철판을 시편으로 리용하면 두께가 9mm일 때 셈속도는 포화되었다.(그림 3)

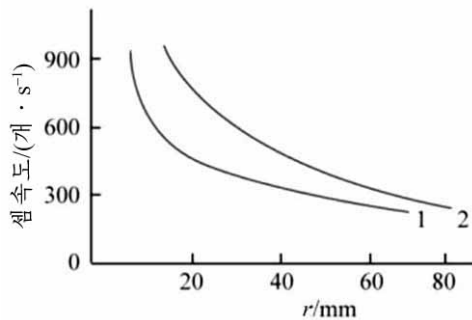


그림 2. 원천과 검출기사이의 거리에 따르는 산란선의 변화

1, 2는 시편의 두께가 각각 4, 8mm인 경우

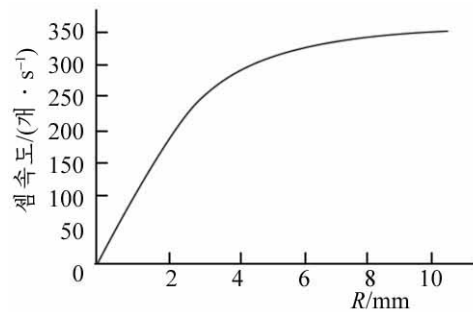


그림 3. 시편의 두께에 따르는 산란선의 변화

셈속도가 포화되면 시편의 두께를 측정할수 없다. 따라서 우리는 시편의 두께를 4mm로 하였다.

γ 선콤프톤산란선측정에서도 γ 선투과법에 의한 실험에서와 마찬가지로 원천조임, 검출기조임에 따라 실험값이 크게 차이나므로 원천크기를 고려하여 원천조임을 15mm, 검출기조임을 40mm로 하였다.

모든 비파괴분석시험(NDT)들에서는 먼저 결함이 있는가 없는가를 검출하여야 한다.

철시편에 인공적으로 결함(직경 1, 2, 3, 4mm)을 조성하고 결함이 있을 때와 없을 때 결함크기에 따르는 산란선의 변화를 측정한 결과는 표와 같다.

표. 결함크기에 따르는 산란선의 변화(개/s)

결함크기 /mm	결함이 없을 때	결함이 있을 때
1	275	254
2	280	236
3	269	221
4	270	190

표에서 보는바와 같이 결함이 있을 때와 없을 때 산란선이 차이나며 결함크기가 커짐에 따라 산란선이 크게 감소된다는것을 알수 있다.

따라서 γ 선콤프톤산란선의 세기변화로부터 결함의 유무관계를 쉽게 판단할수 있다.

맺 는 말

4GBq의 ¹³⁷Cs(662keV)원천과 NaI(Tl)섬광검출기를 리용하여 γ 선콤프톤산란선을 측정하는데서 나서는 합리적인 측정조건들을 확립하였다.(원천과 검출기사이거리 60mm, 철의 포화두께 9mm)

γ 선콤프톤산란선을 측정하여 철제품들에 있는 결함들을 검출할수 있다.(결함크기 직경 1, 2, 3, 4mm일 때)

참 고 문 헌

- [1] 리영일; 방사성동위원소리용, 김일성종합대학출판사, 119~140, 주체97(2008).
[2] E. M. A. Hussein et al.; Applied Radiation and Isotopes, 53, 541, 2000.

주체104(2015)년 4월 5일 원고접수

On the Rational Measuring Condition of γ -Rays Compton-Scatter Ray by NaI(Tl) Scintillation Detector

Ryang Pong Man

We established the rational measurement condition of γ -rays Compton-scattering ray by using $^{137}\text{Cs}(662\text{keV})$ source of 4GBq and NaI(Tl) scintillation detector.(distance between source and detector is 60mm, saturated thickness of iron piece is 9mm.)

The defects in the iron products can be detected by measuring γ -rays Compton scattering rays.(diameter of defect is 1—4mm.)

Key words: Compton scattering, nondestructive testing