

원자력연구원의 방사선/능 측정기 교정용 기준 방사선장

김봉환 · 김장렬 · 김종수 · 김상인 · 이정일 · 임길성
한국원자력연구원 방사선안전관리팀
E-mail: bhkim2@kaeri.re.kr

중심어 (keyword) : 방사선 측정기 교정, 기준 방사선장, 방사선관리, 전리방사선분야 KOLAS 교정기관

서 론

국내 대부분의 방사선 분야 국가교정기관은 사실상 특정 목적을 위한 교정기관이라 할 수 있다. 국가 측정표준 대표기관인 한국표준과학연구원은 국가 표준을 확보 및 유지하고, 교정기관들이 보유하고 있는 기준기급 장비를 교정하는 것을 통하여 그 내용을 전달한다. 교정기관들은 측정표준의 소급성을 유지하기 위하여 표준기관과 연결고리를 갖고, 현장 및 사용자들에게 이를 전파하는 하는 것이다. 사실 국내 각 교정기관들은 대규모 시설 투자와 기술인력의 유지 및 확보의 어려움으로 제한적 규모의 운영을 할 수밖에 없으며, 이는 국가출연기관과 정부기관 그리고 대규모 기업의 경우에도 마찬가지이다. 다행스러운 것은 한국원자력연구원(KAERI)이 인정분야 대부분 전체(전리방사선분야 KOLAS 인정항목 : 방사선, 방사능, 중성자)에 걸쳐 산업현장에서 필요한 항목을 위주로 대부분의 교정업무 서비스를 제공하고 있다는 것이다.

본 글에서는 KAERI의 방사선관리용 측정기 교정 능력과 보유하고 있는 기준 방사선장의 내용을 기술하여 교정의뢰기관의 업무수행자에게 동 분야에 대하여 길잡이 역할을 하고자 한다.

교정기관 역할 및 현황

KAERI는 1978년 국내 최초로 현 한국식품의약품안전청과 함께 국가교정기관으로 지정되어 업무를 시작한 이래, 1998년 출범한 KOLAS 체계에 따라 2002

년 KOLAS 국가교정기관으로 재단장한 바 있다. 현재 방사선분야 국내 최대 교정기관으로 12가지 교정항목(표 1)의 업무는 물론, 다양한 기준 방사선장과 선량평가 기술을 기반으로 각종 방사선/능 검출기 시험도 수행하고 있다. 2008년 12월 현재 3,742건의 공인성적서를 발행하였으며, 관련 법규(원자력법시행규칙 제113조 외) 따라 개인선량계 성능시험을 위하여 8개의 방사선 조사조건에 따라 연중 지속적으로 선량계들이 조사되고 있다. 그림 1은 KAERI에 교정의뢰를 하고 있는 외부 기관의 분포이다.(2008년 12월 현재, 서베이미터류에 한함)

표 1 한국원자력연구원의 KOLAS 인정 교정항목

인정분야	인정항목 내용	범위
방사선	개인 피폭선량계	1 ~ 10 mSv
	엑스/감마 직독식선량계	1 ~ 10 mSv
	환경선량률 감시기	1 ~ 10 µSv/h
	전리함 선량계	10 keV ~ 1.25 MeV
	광자 조사장치	1 µGy/h ~ 10 Gy/h
	베타 서베이미터	0.01 µSv/h ~ 2 Sv/h
방사능	엑스/감마 서베이미터	1 µSv/h ~ 1 Sv/h
	표면오염 감시기	알파/베타
중성자	비례 계수기	알파, 베타
	반도체 검출기	감마분광기(HPGe)
중성자	중성자 선량계	0.1 ~ 50 mSv
	중성자 서베이미터	0.1 ~ 4.5 mSv/h

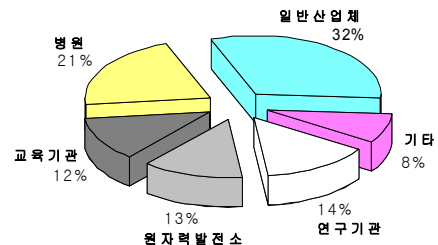


그림 1 교정의뢰 기관의 분포(서베이미터류)

교정용 기준 방사선장 현황

KAERI가 보유하고 있는 기준 방사선장의 종류는 광자(감마선/엑스선), 베타선, 중성자 그리고 표면오염 감시기 교정용 면적선원 등이 있다. 교정기관의 교정능력은 보유하고 있는 교정용 기준 방사선장의 종류와 크기에 따라 달라진다. 국제표준기구(ISO)가 제안하고 있는 규격에 따라 KAERI가 유지하고 있는 방사선관리용 측정기 교정용 기준 선장을 표 2 ~ 6에 정리하였다.

광자의 경우 감마선조사장치 4대에 8개의 선원(¹³⁷Cs 7개, ⁶⁰Co 1개)가 장전되어 있으며, 두 대의 엑스선발생장치를 이용 총 20개의 빔코드를 갖고 있다. 이중 특히 단일 에너지 엑스선장(표 2의 F 계열)은 국내 방사선 측정 및 교정기관 중 유일하게 KAERI만이 보유하고 있다.

베타선의 경우 KAERI는 2개의 ⁹⁰Sr/⁹⁰Y 선원에 대하여 빔평활필터를 사용한 조사조건을 제공하고 있다.

중성자의 경우 ²⁵²Cf, AmBe 선원으로 세 종류의 기본적인 교정선원으로 만들어 활용하고 있다. 이외에 각종 산란구조물을 이용한 산란중성자장도 보유하고 있으나 표 4에는 수록하지 않았다. 표 5의 열중성자장 역시 국내에서 유일하게 KAERI 만이 흑연과일(1.5 x 1.5 x 1.5 m³)과 AmBe 선원(37 GBq x 8 개)을 이용하여 제작한 선장이다.

표면오염감시기 교정용 선원의 경우 원판 및 대면적 선원이 사용이 필수적이다. KAERI의 경우 측정기의 선형성 확인을 위한 원판 선원을 비롯하여 최소 12개 이상의 선원을 이용할 수 있다.

표 2 KAERI 보유 엑스선 및 감마선장(ISO4037)[1,2]

Beam	Code (E _{ave} , keV)	Dose rate	Uncertainty (±%) [*]
X-ray	W60 (45), W80 (57), W110 (79), W150 (104)	8 ~ 280 mGy h ⁻¹	2.8
	N60 (48), N80 (65), N100 (83), N120 (100), N150 (118), N200 (164), N250 (208), N300 (250)	2 ~ 160 mGy h ⁻¹	2.8
	F(Zr, 8.64), F(Mo, 17.5), F(Sn, 25.3), F(Nd, 37.4), F(Er, 49.1), F(W, 59.3), F(Au, 68.3), F(Pb, 75)	2 ~ 35 mGy h ⁻¹	< 3.2
Gamma radiation	¹³⁷ Cs (662)	1.8 μGy/h ~ 900 mGy h ⁻¹	< 3.5
	⁶⁰ Co (1 250)	600 μGy h ⁻¹	2.6

표 3 KAERI 보유 베타선장(⁹⁰Sr/⁹⁰Y, ISO6980)[1]

Activity	Use of beam flattening filter	DE rate, H'(0.07) (mSv/h)	Distance (cm)	Reference date	Uncertainty (±%) [*]
74 MBq	Use	7.94	30	2005.05.01	3.3
1.9 GBq	No use	1622	11	2005.05.01.	3.3
		221.2	30		
		5.83	50		

표 4 KAERI 보유 중성자장(ISO8529-1)[1]

Source	Use of moderator	E _{ave} (MeV)	DE rate, H'(10)	Distance (cm)	Reference date	Uncertainty (±%) [*]
²⁵² Cf	No use	1.84	1.66 mSv/h	100	'03. 8. 23.	4.65
D ₂ O mod. ²⁵² Cf	Use (D:32.3 cm)	0.49	0.27 mSv/h	100	'03. 8. 23	8.98
AmBe	No use	4.23	143.3 uSv/h	75	'01. 1. 1	8.76

표 5 KAERI 보유 열중성자장(ISO8529-1)[1,2]

Source Position ¹⁾	Total Fluence Rate (cm ⁻² h ⁻¹)	Percentile to the Total Fluence Rate (%)			Fluence Averaged Mean energy (keV)
		< 0.5 eV	0.5 eV ~ 100 keV	> 100 keV	
1	2.92 x 10 ⁶	68.6	18.5	12.9	313
2	1.34 x 10 ⁶	95.9	1.00	3.10	61.4

표 6 KAERI 보유 원판 및 대면적선원(ISO4037)[1]

Classification	Radiation source	Uncertainty(k=2)
Alpha	²⁴¹ Am (10 x 10 cm ²)	< ± 3 %
Beta	³⁶ Cl (10 x 15 cm ²)	< ± 3 %
	⁹⁰ Sr/ ⁹⁰ Y (10 x 15 cm ²)	< ± 3 %
	¹⁴ C, ⁹⁹ Tc, ²⁰⁴ Tl	< ± 3 %
Check source (Linearity)	⁹⁰ Sr/ ⁹⁰ Y, ²⁴¹ Am (144/82 s ⁻¹)	< ± 3 %
	⁹⁰ Sr/ ⁹⁰ Y, ²⁴¹ Am (521/524 s ⁻¹)	< ± 3 %
	⁹⁰ Sr/ ⁹⁰ Y, ²⁴¹ Am (1783/4713 s ⁻¹)	< ± 3 %

결론

원자력 및 방사선 산업기술이 진보한 만큼 방사선/능 측정과 평가에 직접적으로 사용되는 측정기에 대한 신뢰도 적절한 교정과 성능시험을 통하여 확인되어야 한다. 이를 위하여 교정 또는 시험용 기준의 보유와 활용이 필요하며, KAERI는 KOLAS 인정 국가 교정기관으로서의 해당 업무를 수행하고 있다.

참고 문헌

1. ISO, ISO4037/ISO6980/ISO8529-1.
2. KAERI, 실용량 기반 방사선량측정기술개발 외.