



전자식 개인피폭선량계와 입퇴역관리시스템

1. 서론

원자력분야나 방사선 이용시설에서 방사선 안전 관리에 대한 요구는 점점 엄해지고 있다. 일본은 2001년 4월부터 ICRP-90년 권고(Pub.60)를 수용한 방사선방해방지법령의 시행에 따라, 개인피폭선량한도는 종래의 50m Sv/년에 더하여 100mSv/5년의 한도가 추가되어, 관리기준은 엄하게 되었다.

체외로부터의 방사선에 의한 개인피폭선량의 평가는, 개인선량계에 의하여 측정하는 방사선의 종류, 에너지범위, 선량범위 등이나 환경의 온도·습도조건, 또 측정목적이나 빈도를 고려하여 적절히 선택되고 있다. 선량평가용의 개인선량계로서는, 오래동안 필름배지, 열형광선량계가 널리 사용되어 왔지만, 2001년도부터 필름배지는 형광유리선량계, OSL선량계로 바뀌었다. 이들 개인선량계는 선량계의 구조가 간단하기 때문에 내구성, 신뢰성이 높다는 이점이 있는 한편, 선량치를 적독할 수 없고, 전용판독장치로 선량치를 얻는데 시간이 걸리고 수동형이라 한다.

따라서, 비교적 선량률 준위가 높은 곳에서 작업을 하는 경우에, 피폭선량을 계획적으로 관리할 목적으로 알람미터가 사용되어 왔다. 최근, 경보기능 뿐만 아니라 피폭선량표시기능을 갖추고, 소형화되는 등 성능의 개선이 도모되었기 때문에, 피폭방호에 대하여 능동적인 측정기로서 널리 이용하게 되었다.

일본의 원자력발전소에서는, 관리구역내서의 작업중 선량감시용으로서 전자식 알람미터의 기능을 가진 리얼타임(real time)식의 직독식선량계를 사용하여, 패시브타이프(pассив type)의 개인선량계와 병용하여 두 종류의 선량계로 선량관리가 운용되고 있으며, 방사선 업무종사자(이하, 종사자)는 이들 선량계를 두 개 가지고 작업하기 때문에 부담스럽다.

지금까지 알람미터로서 사용하고 온 전자식 개인 피폭선량계는, 상온에서 동작하는 Si반도체검출기의 개발이나 IC회로기술의 발전·개발로 성능이 두드러지게 향상되는 한편, 전기적인 내소이즈 성 및 낙하 등에 의한 내 충격성의 개선에 의하여, 신뢰성은 향상되어 왔다. 특히 X선, γ 선용 경보선



량계 이외에 β 선, 중성자측정이 가능한 선량계의 개발이 진행되어 원자력발전소 등에서는, 개인피폭선량관리용으로도 이용되고 있다. 또 반도체 검출기의 검출하한은 패시브타이프에 비하면 한자리 수 이상 낮고, 0.01mSv 이하의 저선량까지 측정하기 위하여 측정정도는 향상한다.

이와 같이 전자식 개인 피폭선량계는 측정성능, 신뢰성 점에서 ① 패시브타이프의 평가선량계와 대체가능하게 되었다는 것, ② CPU, 메모리 등과 소프트웨어를 잘 조합시킴으로써, 선량계로서의 다기능화를 쉽게 실현할 수 있다는 것, ③ 전자식이기 때문에 측정기록이 통신정보매체에 타기쉽고 외부의 신호처리시스템과의 연동으로 입퇴역 제어, 트렌드(trend)관리 등의 측면에서 기능이 두드러지게 확대하였다는 것 등으로 이용이 넓어지고 있다.

여기에서는, 먼저 반도체센서의 측정원리, 특성, 성능 및 최근에 국내외 메이커 개발, 제품화를 추진해 온 전자식 개인 피폭선량계를 비교하여 소개한다.

현재, 일본의 많은 원자력발전소에서는 선량관리의 합리화, 종사자의 부담경감을 목적으로, 패시브타이프의 선량계와는 병용하지 않고, 하나의 전자식피폭선량계만으로서 개인선량관리로 옮아 가도록 요구가 강화되고 있으며, 원자력발전소에서 전자식 개인 피폭선량계에 의한 개인피폭선량관리 시스템의 실시 예, 계획중인 시스템의 예를 아울러 소개한다.

해외에서는 전자식 개인 피폭선량계에 대하여 국제규격이 제정되어 있으며, 특히 IEC에서는 γ 선용, γ/β 선용 및 중성자측정용 등의 다섯가지 규격이 개별적으로 제정되고 혼란해하고 있기 때문에, 현재 이들 규격의 통합, 재평가 작업이 진행중이다.

2. 전자식 개인 피폭선량계의 기본원리

1) 반도체센서의 방사선검출원리

현재, 전자식 개인 피폭선량계의 센서로서는 Si 반도체센서가 사용되고 있다. 이 센서에 의하여 방사선을 계수하기 위한 기본회로는 그림 1과 같다.

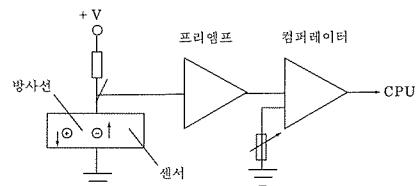


그림 1 반도체센서의 기본회로

센서에 걸린 바이어스전압으로 센서내에 공핍층이 형성된다. 방사선의 입사로 공핍층내에 발생한 전하(전자, 정공)의 이동에 의하여, 프리앰프의 출력단에 펄스전압이 발생한다. 이 펄스를 계수함으로써 방사선을 측정한다.

펄스의 계수는 컴퍼레이터(comparator)에 의하여 미리 설정된 문턱값(디스크리미네이션) 이상인 것만을 계수하여, 노이즈신호는 제거한다.

2) Si센서를 사용한 $\gamma(X)$ 선, β 선, 중성자의 검출원리 및 검출기 구조

① $\gamma(X)$ 선용센서

그림 2A와 같이 Si센서($3 \times 3\text{mm}$ 정도)를 금속 실드로 싸서, 에너지특성(γ 선의 에너지에 의한 감도차이)을 보정한다.

선량계 구성은 계수회로와 함께 짜넣어서, 내장 CPU내에서 계수치에 교정상수가 곱해진 방사선의 선량치가 나타난다.

② β 선용센서

그림 2B와 같이 Si센서($3 \times 3\text{mm}$ 정도)에, 얇은



수지필름창을 붙인 구조이다.

주로 β 선 입사창의 필름으로는 알루미늄을 중착시킨 것을 사용하여, 빛 및 전자기노이즈를 차폐한다. 선량계구성은 $\gamma(X)$ 선용과 비슷한다.

③ 중성자용센서

그림 2C와 같이 1개의 Si센서($10 \times 10\text{mm}$ 정도)에, 붕소($^{10}\text{B}95\%$)시트(컴버터) 및 폴리에칠린(라디에이터), 또는 LiF시트(컴버터)만을 붙인 구조이다. 붕소판 또는 LiF가 열증성자와 반응하여 발생하는 α 선을 Si센서가 측정한다.

또, 폴리에칠린이 속증성자와 반응하여 발생하는 recoil양자를 Si센서가 측정한다. 선량계의 구성은 $\gamma(X)$ 선용, β 선용과 비슷하다.

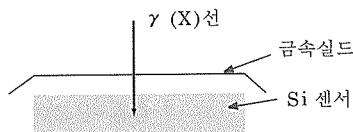


그림 2A $\gamma(X)$ 선용센서

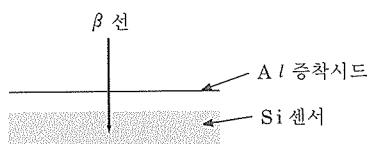


그림 2B β 선용센서

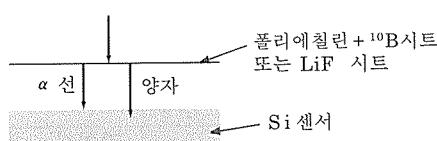


그림 2C 중성자용센서

3) 전자식 개인 피폭선량계의 특징
방사선을 반도체센서로 검출하여 그 선량치를

디지털로 표시하는 전자식 개인 피폭선량계는, 필름배지, 열형광선량계 등의 패시브타이프와 비교하면, 리얼타임으로 피폭선량을 측정할 수 있고, 알람설정으로 피폭선량의 관리를 쉽게 할 수 있다 는 특징이 있다.

3. 전자식 개인 피폭선량계의 종류

표 1과 표 2에 국내외의 메이커에서 판매하고 있는 전자식 개인 피폭선량계의 시방을 비교하고 있다.

- ① 검출선종 : $\gamma(X)$ 선, β 선, 중성자선의 각 선종의 조합이며, 1선종 뿐인 것부터 3선종 모두 측정할 수 있는 형까지 있다.
- ② 검출에너지 : $\gamma(X)$ 선에 대해서는 저에너지 (20KeV 부근)에서부터 측정 가능한 형도 있다.
- ③ 표시 : 국내메이커에는 선종별(γ/X 선, β 선, 중성자선)이 주이지만, 해외메이커(C사, M사)에는 선량당량별[Hp(10), Hp(3), Hp(0.07)]이 주이다.
- ④ 경보음량 : 100dB이상의 대음량타이프는, 주로 원자력발전소 주변환경이 소란한 곳에 사용된다.
- ⑤ 전원 : 1차전지형과 2차전지형(충전식)으로 대별된다. 2차전지형은 별도로 충전기가 필요하기 때문에, 1차전지형에 비하면 고가이지만 경보설정치의 변경등을 충전장치를 사용하여 일원관리할 수 있기 때문에 경비 · 인력 등이 절약된다. 2차전지형은 주로 원자력발전소 등의 입퇴관리시스템에서 사용된다.

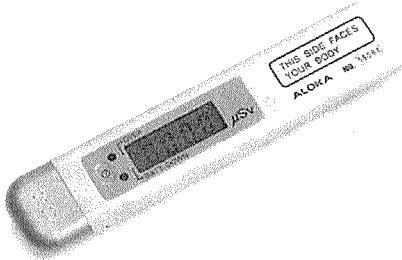


그림 3 전자식 개인 피폭선량계(PDM-112)

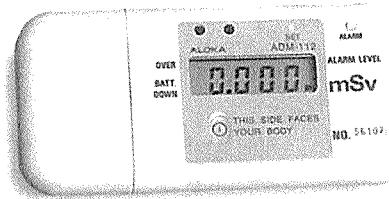


그림 4 전자식 개인 피폭선량계(ADM-112)

표 1 전자식 개인 피폭선량계사 시방 비교(일본)

메이커	A사	A사	A사	A사
선량계품명	PDM-112(그림 3)	ADM-112(그림 4)	ADM-353	PDM-602
검출기	Si반도체	Si반도체	Si반도체	Si반도체
검출선종	γ (X)	γ (X)	γ (X), 중성자	γ (X), β
검출에너지 X · γ 선	40keV~6MeV	40keV~6MeV	40keV~6MeV	20keV~6MeV
β 선	—	—	—	0.5~2.3MeV
중성자	—	—	0.025eV~15MeV	—
에너지특성				
X · γ 선	50keV~3MeV ($\pm 30\%$)	50keV~3MeV ($\pm 30\%$)	50keV~3MeV ($\pm 30\%$)	20keV~6MeV ($\pm 20\%$)
β 선	—	—	—	0.5~2.3MeV ($\pm 20\%$)
증성자	—	—	—	—
표시	γ (X)	γ (X)	γ (X) + n	γ (X) : Hp(10), Hp(3), Hp(0.07) or β : Hp(0.07) 스위칭표시
측정범위	1~9999 μ Sv	0.001~999.9mSv	0.01~999.9mSv	0.001~999.9mSv
경보	없음	소리(55dB이상 at20cm) · 빛 · 진동	소리(55dB이상 at20cm) · 빛 · 진동	없음
통신방식	없음	없음	RS-232C	적외선 쌍방향광통신
전원	코인형 Li전지	Li이온(충전식)	Li이온(충전식)	Li이온(충전식)
사용온도	0~45°C	0~45°C	0~45°C	0~45°C
크기(mm)	145×30×12	52×110×18	52×110×18	55×90×10
무게(g)	약 50	약 80	약 100	약 70



표 2 전자식 개인 피폭선량계 시방 비교(해외)

메이커	C사	F사	F사	M사	P사
선량계품명	DOSE3	NRN10001	NRN30001	DMC2000XB	ZP-1462P
검출기	Si반도체	Si반도체	Si반도체	Si반도체	Si반도체
검출선종	$\gamma(X)$	$\gamma(X), \beta$	$\gamma(X), \beta$, 중성자	$\gamma(X), \beta$	$\gamma(X), \beta$, 중성자
검출에너지					
X · γ 선	15keV~10MeV	50keV~6MeV	50keV~6MeV	20keV~6MeV	50keV~6MeV
β 선	0.25~1.5MeV	0.3~2.3MeV	0.3~2.3MeV	0.22~2.3MeV	0.3~2.3MeV
중성자	-	-	0.025eV~15MeV	-	0.025eV~15MeV
에너지특성					
X · γ 선	17keV~1.5MeV ($\pm 20\%$)	60keV~6MeV ($\pm 20\%$)	60keV~6MeV ($\pm 20\%$)	20keV~2MeV ($\pm 30\%$)	60keV~6MeV ($\pm 20\%$)
	1.5MeV~6MeV ($\pm 30\%$)				
β 선	0.25~1.5MeV ($\pm 30\%$)	0.5~2.3MeV ($\pm 30\%$)	0.5~2.3MeV ($\pm 30\%$)	0.22~2.3MeV ($\pm 30\%$)	0.5~2.3MeV ($\pm 30\%$)
중성자	-----	-----	0.025eV~15MeV ($\sim 50\% \sim 150\%$)	-----	0.025eV~15MeV ($\sim 50\% \sim 150\%$)
표시	Hp(10) or Hp(0.07)	$\gamma(X), \beta$ 의 스위칭표시	$\gamma(X), \beta$, 중성자의 스위칭표시	Hp(10) or Hp(0.07)	$\gamma(X), \beta$, 중성자의 스위칭표시
측정범위	1 μ Sv~16Sv	$\gamma(X) : 0.001$ $\sim 999.9\text{mSv}$ $\beta : 0.01 \sim$ 999.99mSv	$\gamma(X) : 0.001$ $\sim 999.9\text{mSv}$ $\beta, \text{중성자} : 0.01$ $\sim 999.9\text{mSv}$	1 μ Sv~10Sv	0.001~99.9mSv
경보	소리(98~100dB)	소리(100dB이상)	소리(100dB이상)	소리	소리(100dB이상)
통신방식	쌍방향광통신	비접촉통신방식	비접촉통신방식	비접촉통신방식	전자유도무선 쌍방향광통신
전원	단3형Li전지	NiCd(충전식)	NiCd(충전식)	코인형Li전지	Li이온(충전식)
사용온도	-10~40°C	0~50°C	0~50°C	-10~50°C	0~50°C
크기(mm)	62×86×18.5	55×103×15	57×110×17	48×84×17.5	60×90×15
무게(g)	95	약 105	약 120	70	약 100



4. 입퇴관리시스템

1) 개인선량관리시스템의 소개(1)-富士(후지)전기(주)

후지전기(주)에서는 원자력발전소를 비롯하여 국내의 원자력 관련 시설에, 개인선량관리시스템을 복수시스템으로 납입하고 있다. 전자식 개인피폭선량관리시스템을 실시한 예로서는 일본원자력발전(주)의 토끼이·토끼이 제2발전소 및 敦賀발전소에 1997년도에 납입한 개인선량관리시스템이 있다.

일본 원자력발전(주)에서는 1997년도부터 전자식 개인 피폭선량계와 필름배지의 병행운용을 약 3년간 실시하여, 이 두가지 선량계의 선량측정결과의 일치성 평가, 전자식 개인 피폭선량계의 신뢰성 평가, 전자식 개인피폭선량계의 선량데이터에서 월간 실효선량당량으로의 평가 수법, 선량계의 선원교정관리수법의 정비와 실시검증을 한 후, 2000년 4월부터 전자식 개인 피폭선량계로 개인 피폭 선량의 관리를 일원화하여, 시스템을 바꿔 현재 운

용중에 있다.

(1) 시스템

개인선량관리시스템의 주요기능을 표 3에 나타내었다. 이들 기능을 전자식 개인 피폭선량계, 입퇴역관리게이트 등의 피폭관리용기기 및 계산기시스템으로 실현하고 있다. 그림 5에 그 시스템의 개요를 나타낸다.

전자식 개인 피폭선량계는 관리구역에 들어가는 종사자 한 사람 한 사람이 휴대하여 개인의 선량을 측정하는 것 이외에, 미리 설정한 선량이상으로 되면 경보를 내어 종사자에게 관리구역에서 퇴역을 촉구하는 알람기능을 가지고 있다. 전자식 개인 피폭선량계의 종류에는 γ 선측정용(그림 6), 3선종용(γ 선, β 선 및 중성자 측정용(그림 7))의 두 종류가 있으며, 관리구역내에 종사자가 들어갈 때에 해당 작업장소, 작업내용에 대응하는 종류의 전자식 개인 피폭선량계를 선택하고, 올바른 종류의 선량계를 착용하고 있음을 입퇴역관리게이트에서 입력체크하는 시스템으로 되어 있다.

표 3. 개인선량관리시스템의 주요기능

관리항목	주요기능
개인관리	(1) 종사자 데이터 관리 ① 종사자 정보등록기능, 등록데이터의 관리 ② 전신카운터의 측정데이터 관리 ③ 건강진단데이터 관리 ④ 방사선교육데이터 관리 (2) 일시출입자데이터 관리 ① 일시출입자 등록 ② 일시출입자의 출입실적관리
선량관리	(1) 입퇴역관리게이트의 제어 (2) 출입실적데이터의 수집·관리 (3) 선량집계전표의 출력 (개인별, 소속별, 작업장명별)
작업관리	(1) 작업장명등록기능, 등록데이터의 관리 (2) 종사자등록기능, 등록데이터의 관리 (3) 고선량종사자의 등록기능, 등록데이터의 관리
공문관리	(1) 일보, 월보, 4분기보, 연보의 출력 (2) 종양등록센터로의 보고서 출력 (3) 관공서로의 보고서 출력

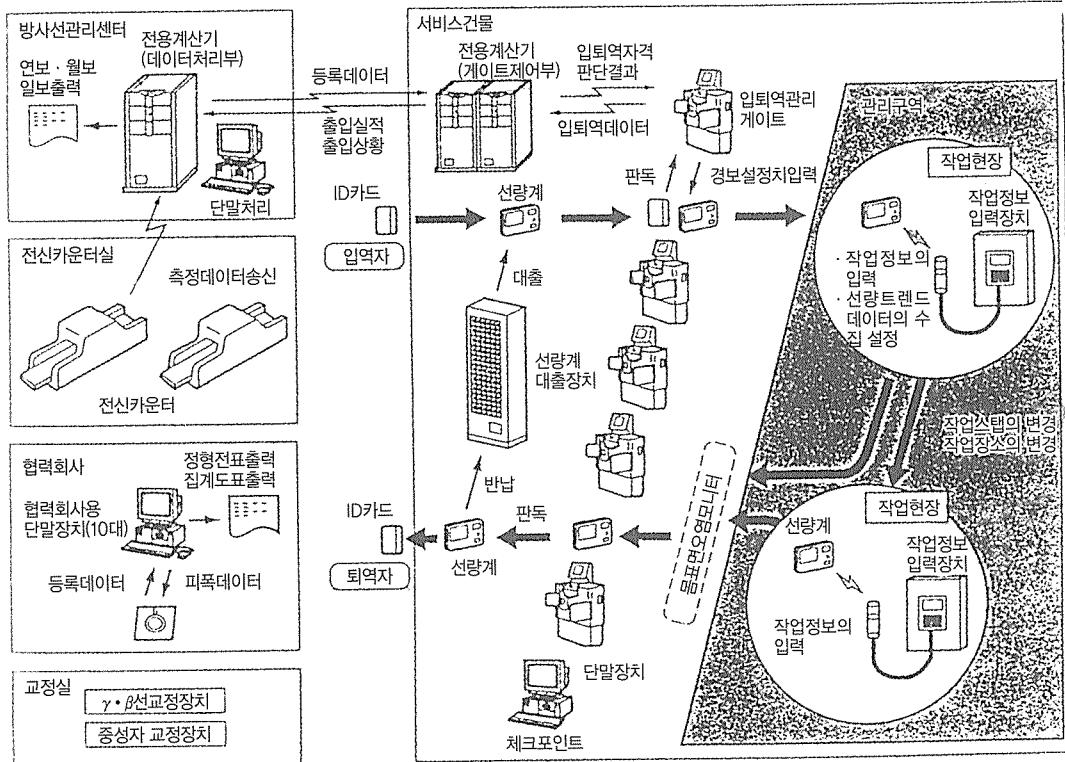


그림 5. 개인피폭관리시스템의 개요

입퇴역관리게이트는 관리구역 입구부근에 설치되어 있으며, 입역시에는 출입자의 입력자격을 체크하여 유자격자 이외의 입역을 제어하는 동시에, 퇴역시에는 선량데이터 등을 수집하여 계산기시스템으로 전송한다. 각 입퇴역관리게이트 부근에는 선량계 대출장치가 배치되어, 선량계의 충전 및 성능을 체크한다. 종사자는 여기서 사용가능하고 또 작업내용에 대응한 선량계를 끄집어내어 휴대하고, 입퇴역관리게이트를 지나서 관리구역으로 들어간다.

계산기시스템은 데이터를 보존하는 데이터처리부(서버, seaver), 입퇴역관리게이트에 접속된 입

퇴역자격의 판단이나 입퇴역데이터를 수집하는 게이트제어부(G/C) 및 각종 데이터의 등록·데이터를 감시하는 단말장치로 구성되어 있으며, 부하부산을 광범위한 시스템으로 되어 있다.

G/C는 2중화구성하여, 입퇴역데이터수집의 신뢰성을 확보하고 있다. G/C와 서버 및 서버와 단말장치와의 사이는 각각 전용 LAN(local area network)으로 접속되어 있다. 단말장치에 등록된 데이터는 서버에서 곧바로 G/S로 보내지고, 입퇴역자격판정에 반영된다. 또 G/C에서 수집한 입퇴역데이터도 곧바로 서버로 보내지고, 단말장치에서의 감시나 집계전표에 반영된다.

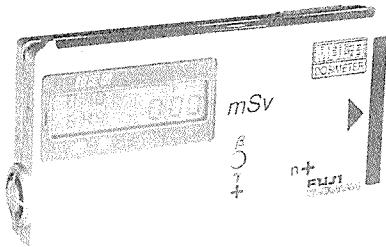


그림 6 γ 선용 전자식 선량계

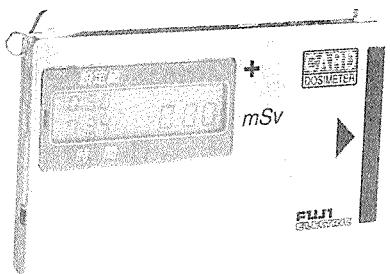


그림 7 3선종선량계

(2) 전자식 개인선량계

원자력발전소의 관리구역내 작업에는 통상 γ 선, β 선의 3선종을 모두 측정하여 월간의 실효선량당량을 측정하는 평가선량계(필름배지, 형광유리선량계, OSL선량계)와, 한번 입역할 때마다 선량측정하여 설정치에 도달하면 경보를 내는 전자식 개인 피폭선량계의 두 개를 유대하고 있다. 후지전기(주)가 개발한 다기능 전자식 개인 피폭선량계(그림 7)는 3선종의 측정이 가능하며, 경보기능 뿐만 아니라 월간 일효선량당량을 평가하기 때문에, 휴대하는 선량계는 1개이면 된다는 합리화를 꾀할 수 있다. 종래의 γ 선용 전자식 개인 피폭선량계(그림 6)는 소형, 경량화하여 작업장소에 따라 양쪽을 분간할 수 있도록 되어 있다. 또 입퇴역관리게이트와

의 교신에는 무전방식을 채용함으로써, 게이트입퇴역조작의 간소화 및 교신시간의 단축에 의한 게이트 혼잡시의 대기시간감소 등, 종사자의 대폭적인 부담경감을 꾀하고 있다.

또, γ 선용 전자식 개인 피폭선량계는 경보음량을 크게한 것도 제품화하고 있다. 고피폭작업에 대한 피폭상황의 해석에 유효한 선량트렌드데이터의 수립기능 등도 기대된다.

(3) 입퇴역관리게이트

최근에는 ID카드, 선량계와 함께 비접촉의 통신방식이 일반화되려고 하고 있으며, 종래처럼 ID카드, 선량계를 판독분에 삽입하는 등의 조작이 필요없고, 또 작업번호 등의 선택입력조작은 터치패널식 액정디스플레이로 쉽게 할 수 있도록 되어 있어서 조작시간의 단축을 꾀하고 있다. 그림 8은 입퇴역관리게이트의 설치 예이다.



그림 8 입퇴역관리게이트(설치 예)

(4) 선량계 대출관리장치

본 장치(그림 9)는 선량계를 충전·보관하는 것이며, 종래의 충전기능에 대하여 선량계와의 통신기능을 갖게 하여, 선량계의 계수동작 기능에 대한 건전성을 체크하여, 정상적인 선량계만을 대출하도록 하고 있다. 또 PC를 접속시킴으로써 선량의 보관상황이나 이상관리, 충전상태의 일괄표시나

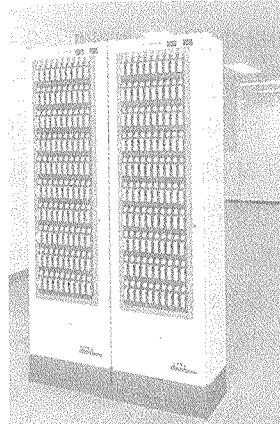
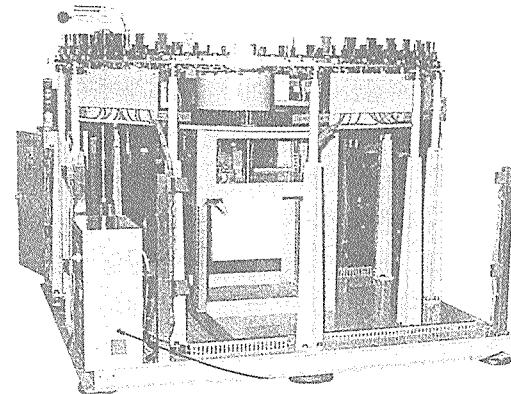


그림 9 선량계 대출관리장치

그림 10 선량계 교정장치(γ , β 선용)

정보설치처 등의 일괄설정 등의 기능을 갖게 하여 선량계의 보수성을 향상시키고 있다.

(5) 선량계 교정장치

전자식 개인 피폭선량계는 개인선량평가용 측정기이기 때문에, 모든 패수에 대하여 정기적으로 측정기능의 건전성을 확인할 필요가 있으므로, 선량교정장치(그림 10)를 개발하여 기준선량계의 치환법으로 γ 선, β 선 및 중성자의 각각에 대하여 트레이서빌리티(traceability)를 확보하는 교정방식을 확립하였다.

선량계는 대수가 많기 때문에 동시에 조사할 수 있는 기초로서 교정처리를 자동화하여, γ · β 선용 교정장치는 ^{137}Cs 의 γ 선으로 50대 동시조사, $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ 의 β 선으로 1대식 조사(연속처리는 50대까지) 한다. 중성자교정장치는 ^{252}Cf 의 중성자로 4대 동시조사(연속처리는 40대까지)가 가능하다. 이들의 교정처리는 PC로 관리하고 있으며, 교정조건을 입력하면 자동적으로 교정되고, 교정데이터는 교정기록으로서 출력되는 것 이외에 교정이력관리, 선원관리와 정보음량의 측정관리까지 자동화하고 있다.

(6) 계산기시스템의 기능

여기서는, 계산기시스템의 주요 기능과 특징을 기술한다.

① 개인관리

종사자자정등록의 데이터는 단말장치로부터 입력하여, 관리소 관련부서에 의한 인정조작을 경유하여 해당자를 종사자로서 데이터등록한다. 발전소에 상주하는 협력회사는 회사용 단말장치로 자사에서 데이터입력이 가능하다. 또 EXCEL 등의 시판 OA소프트로 작성된 플로피디스크(floppy disk)에 의한 복수건의 일괄 입력기능이나, 과거의 등록데이터를 검색하여 결봉쓰기 등록하는 기능 등에 의하여 입력업무의 효율화를 가능케 하고 있다.

종사자에 필요한 전신카운터의 측정데이터는 측정할 때마다 온라인 전송된다. 또 종사자에 필요한 전리건강진단이나 방사선교육 등의 수작업 입력데이터는, 종사자별의 입력뿐만 아니라 동일 수진(수강)일의 데이터 일괄입력도 있으며, 이를 입력데이터는 입력실의 자격판정에 반영된다.



② 선량관리

관리구역내에서의 퇴역시에 입퇴역관리게이트에서 선량계로부터 수집한 피폭데이터나 작업데이터는, 출입실적으로 보존하는 동시에 날짜가 바뀌면 일선량실적데이터, 평가선량데이터를 작성한다. 3선종용선량계를 사용한 경우는 γ 선, β 선, 중성자선의 각 선량치를 수집하여, 월별 실효선량 당량의 평가를 할 수 있다. 일선량데이터는 협력회사의 소속별로 플로피 디스크등에 출력할 수 있으며, 종래처럼 전표로서의 배부에 비하면 협력회사의 자주관리업무의 합리화를 꾀할 수 있다. 또 단말장치에서의 데이터 검색이나 전표출력, 자사 및 자사하청 둑만을 가능케 하는 패스워드에 의한 보안관리도 하고 있다.

③ 작업관리

작업건명데이터의 등록은, 협력회사용 단말장치에서 자사분의 작업을 등록할 수 있고, 그때 그 작업에 종사하는 종사자를 등록함으로써, 입퇴역관리게이트에서의 작업번호 입력이 쉬워진다. 당해자의 등록된 작업건수가 1건이면 게이트에서의 작업등록은 필요없다. 작업건수가 복수이면 게이트에서 선택한다. 실적선량의 집계는 개인이나 소속별 이외에 작업건명 단위로서 가능케 되어 있다.

2) 개인선량관리시스템의 소개(2)-松下(마츠시타)산업기기(주)

(1) 무선식 입퇴역관리장치

입퇴역관리장치에서 비접촉 통신으로 구할 수

표 4 근거리통신방식의 비교

통신 방식	전자유도	미약전파	적외선
원리	대향으로 위치한 루프코일 사이에 발생하는 전자유도계로 데이터를 송수신	대향으로 위치한 안테나와의 사이에 데이터를 송수신	대향으로 위치한 투광기와 수광기 사이에 빛의 공간 전송으로 데이터를 송수신
주파수	50k~수 MHz	~수 GHz	~적외선
통신거리	~1m	~수 m	~수 m
지향성	비교적 강	약	강
통신속도	10kbps 정도	10kbps 정도	10kbps 정도
주변물질의 영향			
물(신체)	없음	흡수	흡수
금속	흡수	반사	반사
전송신뢰성 상호혼신	○	△	△
내환경성			
더럽	○	○	△
열	○	○	○
온도	○	○	○

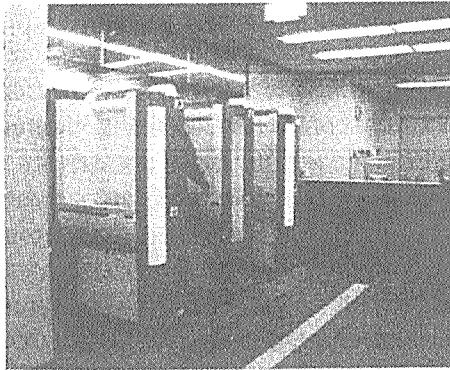


그림 11 입퇴역관리장치

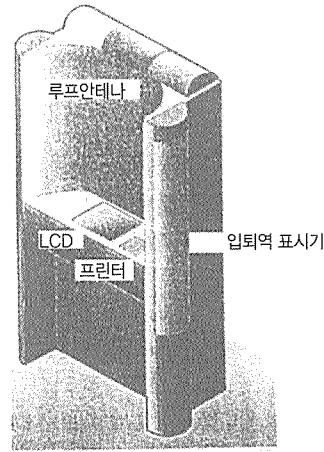


그림 12 입퇴역관리장치의 구성

있는 성능은 다음과 같다.

- ① 복수작업자간의 혼신방지 등 신뢰성이 높다는 것
 - ② 장치내 넓은 통신구역을 갖는다는 것
 - ③ 원자로 아날로그계등에의 영향이 없다는 것
- 표 3에 대표적인 근거리통신방식의 비교표를 나타내었다. 이 비교에서, 입퇴역관리장치로 적절한 방식으로는, 통신구역을 넓게 설계할 수 있고, 혼신의 가능성이 적은 전자유도방식을 채용하고 있다.

입퇴역관리장치의 외관을 그림 11에 나타낸다. 전자유도방식에는 통신거리는 안테나의 형상으로 결정된다. 따라서 그림 12와 같이 입퇴역관리장치의 앞면에 대형 루프안테나를 배치하였다. 또 주위에의 통신구역을 제한하기 위하여 장치 본체도 금속제로 하고 주위의 전자파를 차단하였다. 이것으로 이번에 개발한 전자식 개인 피폭선량계와의 통신구역은 마루바닥에서 85cm 높이의 상방 75cm, 좌우 80cm폭의 구역에서 전방 최대 400m의 통신구역을 실현하여, 키가 150cm~190cm의 작업자에게 대응할 수 있었다.

작업자가 입퇴역관리장치에 들어오면 통신을 할

수 있는 「핸드프리」한 입퇴역처리를 실현시키기 위해서는, ID카드도 비접촉으로 해야 한다.

따라서 ID카드도 전자유도방식으로 하고, 장치에 있는 전자식 개인 피폭선량계용 안테나 근방에, 같은 모양의 루프안테나를 배치하였다. 이것으로 전자식 개인 피폭선량계를 작업복 호주머니에 넣은 상태로 입퇴역관리장치에 들어가면 곧바로 입퇴역 처리가 개시되기 때문에, 입퇴역시간이 대폭적으로 단축되었다.

(2) 전자식 개인 피폭선량계

전자식 개인 피폭선량계는 $\gamma(X)$ 선 전용형, $\gamma(X)$ 선과 β 선의 두 종류를 계측하는 형, 그리고 $\gamma(X)$ 선, β 선, 중성자선의 3종류를 계측하는 3형이 있다. 그림 13에는 $\gamma(X)$ 선과 β 선을 동시에 측정할 수 있는 형의 외관을 나타내고 있다. 이 선량계는 현대의 통신작업에서 FB로 측정되는 $\gamma(X)$ 선과 β 선의 측정이 가능하다.

전자식 개인 피폭선량계에는 전자유도방식과 적외선 방식의 2가지 통신수단을 탑재하였다. 전자유도통신은 전자식 개인 피폭선량계의 암면에 소형안테나를 배치하여, 입퇴역관리장치의 루프안테



나와 대향한 상태에서, 입퇴역관리장치로부터의 액세스에 의하여, 통신을 개시한다. 이것으로 통산 상태에서의 전자파발생을 없애고, 타기기에의 영향을 최소한으로 억제하도록 하였다. 또, 적외선 방식은 표준통신방식(IrDA),에 준거한 것으로서, 외부기기와의 통신표준화와 통신고속화에 대응할 수 있게 하였다. 전자식 개인 피폭선량계 관리장치(충전기)내에서의 통신에 이용한다.

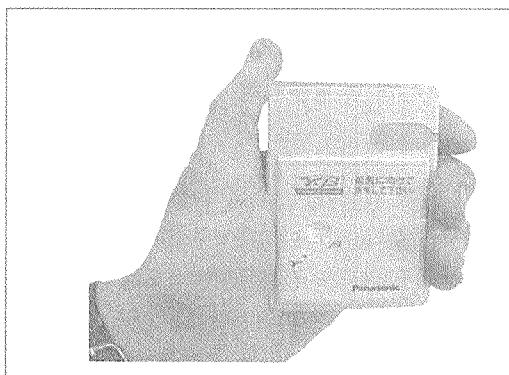


그림 13 γ · β 선용 선량계

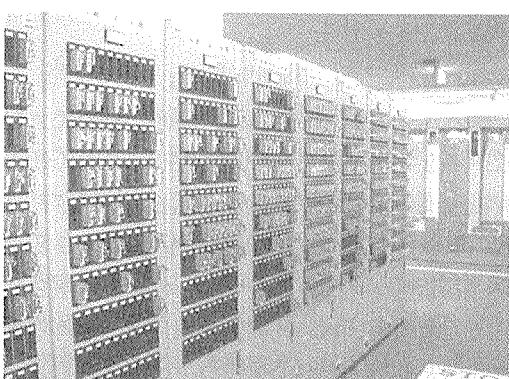


그림 14 선량계 관리장치

전지는, 종래는 NiCd이나 NiH 등이 사용되어 왔지만, 이번에도 휴대전화의 보급으로 급속히 성

능이 향상되고, 수명이 길고 저부하로 반복사용에 적합한 Li이온 2차전지를 채용하였다. 에너지밀도가 다른 것에 비하면 크기 때문에, 무선방식에 필요한 전력량을 유지하면서도 소형화가 가능케 되었다. 또 전지의 교환사이클이 길어지고, 전지값의 저감이나 수리비용의 삭감에 유효하다.

외장케이스는, 가벼우면서도 하드란 사용조건에 견딜 수 있는 강도를 가진 Mg합금을 사용하였다. 또 중요한 선량평가데이터의 소실을 방지하기 위하여, 불휘발성메모리를 내장하여, 예를 들면 내장의 마이크로 컴퓨터가 파손한 경우라도 메모리 내용을 읽어낼 수 있도록 설계하였다.

(3) 충전기능 부착 관리장치

2차전지를 사용한 전자식 개인 피폭선량계는, 적정한 충전으로 사용시간에 대하여 충분한 충전 상태로 유지할 수 있기 때문에, 전지의 일정한 상태를 보전할 수 없고 1차 전지방식보다도 신뢰성 높은 대규모 시스템을 구축할 수 있다. 종래, 충전은 전자식 개인 피폭선량계의 충전 단자에 전압을 공급하여 선량계의 충전완료를 선량계 자신으로 확인하였다. 그러나 새로운 시스템에서는 충전기가 충전상태를 수시로 감시하여 최적 상태로 되었음을 확인하여, 충전을 완료하도록 하였다. 전자식 개인 피폭선량계와 충전기는 항상 교신가능한 상태에 있고, 충전기로부터의 지시에 의하여 전자식 개인 피폭선량계의 정보를 충전장치에 송신할 수 있도록 하였다. 이것으로 이번에 개발한 장치는, 충전기능부착 전자식 개인 피폭선량계 관리장치라고 명칭키로 하였다. 그림 14에 충전기능부착 전자식 개인 피폭선량계 관리장치의 외관을 나타낸다.

이 장치에서는 전자식 개인 피폭선량계의 전지를 충전시킬 뿐만 아니라 선량계의 상태감시, 소재 확인 등을 할 수 있다. 이것은 전자식 개인 피폭선량계가 항상 최적상태로 사용할 수 있도록 선량계

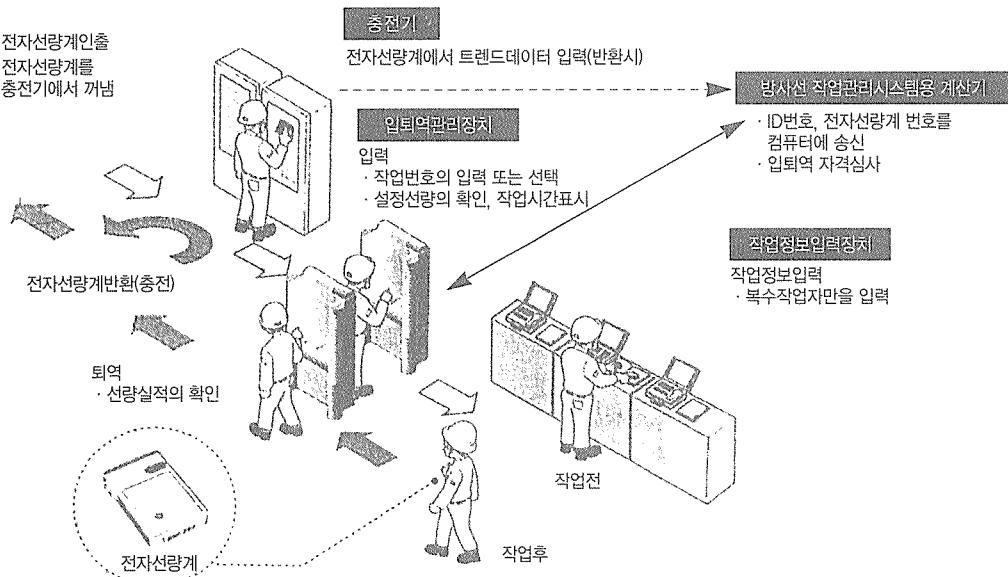


그림 16 무선식 입퇴역관리시스템의 개요

를 관리하는 것을 목적으로 하고 있다. 전자식 개인 피폭선량계와 충전기와도 양쪽에 내장된 광통신기능을 매개로 통신한다. 전자식 개인 피폭선량계 관리장치의 데이터는, LAN을 통하여 다른 시스템으로 결합할 수 있다. 이것으로 선량계대출 관리시스템이나 전자식 개인 피폭선량계 재고 관리 시스템도 구축할 수 있다.

(4) 무선식 입퇴역관리시스템

대표적인 무선식 입퇴역관리시스템을 그림 15에 나타낸다. 입퇴역 관리장치는 방사선관리구역의 경계에 설치되고, 입역시에 소정관리데이터의 입력과 입역자격의 확인과 그 결과를 출력하여, 퇴역 시에도 선량의 출력과 적산선량의 결과 등을 출력한다. 전자식 개인 피폭선량계 관리장치는 입퇴역 관리장치로 통하는 통로에 설치된다. 각 장치는 LAN으로 입퇴역관리용 계산기와 접속된다. 관리장치의 전자식 개인 피폭선량계를 마음대로 끼내어 가슴포켓트에 넣는다. 입력가능한 입퇴역관리

장치의 앞에서면, 선량계와 ID카드가 장치와 교신하여, 입력조건을 표시한다. 입력자가 입력조건을 확정하면, 조건을 상위계산기로 보내어 입력처리가 완료되면 입력가능하게 된다.

퇴역은 퇴역가능한 입퇴역관리장치 앞에 서면, 선량계와 ID카드가 장치와 교신하여, 이번 선량과 작업시간 등을 상위로 보내어, 결과를 표시하고 개인통지서를 프린터에 출력하여 퇴역가능하게 된다. 입역시와 퇴역시는 많은 작업자가 게이트에 집중하고 일이 많기 때문에, 신속한 입퇴역처리가 필요하다. 작업자는 퇴역후도 가슴포켓트에서 선량계를 끼내어, 비어있는 전자식 개인 피폭선량계 관리장치에 자유롭게 넣어서 재충전한다.

이와 같이 본 시스템은, 장치내에서 작업자의 조작을 적게 하고, 작업자의 입퇴역시 부담을 경감시켜, 본래의 작업에 집중할 수 있는 시스템으로 되어 있다. KRIA