

# 원자력 발전소용 케이블의 제특성에 관한 고찰

김종원, 안용규, 박인규, 백흡수

대한전선주식회사

## Consideration of characteristic for nuclear power plant cables.

J. W. Kim Y. K. Ahn I. G. Park H. S. Paek

TAIHAN Electric wire Co., Ltd.

### ABSTRACT

Because the Nuclear power plant needs for the specific high stability and the confidence, it is required that cable shall be flame retardant at fire and endure to be exposed by radiation, chemical fluid, steam and high temperature at sudden accident condition and be maintained its capability on normal operation up to 40 years as same as it's service life for Nuclear Power Plant.

Consequently, In this report, we describe the terms of Environmental Qualification Test for cable and properties required for cable which developed for Nuclear Power Plant.

### II. 원자력 발전소용 케이블의 사용조건

#### 1. 케이블의 사용조건

##### 1.1 영역구분

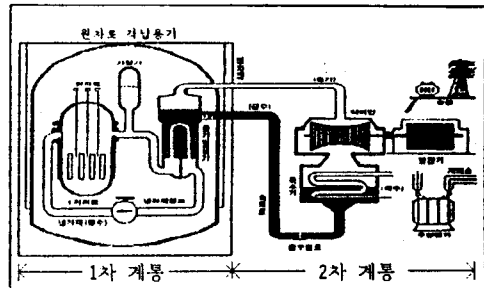


그림 1. 원자력 발전소의 영역

##### 1.2 케이블의 사용조건

표 1.

### I. 서론

급격한 산업발전 및 국민경제 수준의 향상으로 거의 모든 분야에서 전력의 수요가 날로 증가하고 있다.

이러한 전력수요를 충족시키기 위한 발전량의 증가방법으로 종래의 수, 화력발전이 주로 담당하여 왔다.

최근에는 대기오염 문제와 원유의 공급 불안정 및 가격상승등으로 안정적이며, 장기적인 전력의 수요를 충족시킬수 있는 원자력발전의 필요성이 대두되었고, 우리나라에서도 향후 2000년대 까지 지속적인 원자력 발전소의 건설이 계획되고 있다.

원자력 발전소는 특유의 높은 안정성과 신뢰성을 요구하고 있다.

그러므로 원자력 발전소 계통의 운전, 제어를 위하여 중요한 역할을 담당하는 케이블의 성능에서도 기존의 수, 화력발전소에서는 요구하지 않는 방사선, 수증기, 열등의 환경과 예상되는 모든 돌발 상황에서도 대응할수 있는 케이블의 특성을 요구하고 있다.

따라서 본고 에서는 이러한 내환경특성, 난연성등 높은 신뢰성이 요구되는 원자력발전소용 케이블의 제요구특성에 대하여 고찰하고자 한다.

구분	Quality Class "Q" (1차 계통)		Quality Class "R" (2차 계통)		
	Normal	Accident	Normal	Accident	
일반	영역	Inside containment	Outside containment		
	요구 수명	40년	40년		
	사용 온도	-19°C ~ 50°C	-19°C ~ 50°C		
	사용 습도	100%	상 습		
	케이블 등급	Class 1E		Non-Class 1E	
환경	Condition	Normal	Accident	Normal	Accident
	Pressure (Psig)	0	10 ~ 54	0	N/A
	Temperature (°C)	10 ~ 49	65.6 ~ 182	10 ~ 122	N/A
	Relative humidity(%)	5 ~ 90	100	7 ~ 90	N/A
	Radiation Dose (Mrad)	40	200	1	10
Containment Spray	그림 5.	그림 5.	-	-	

## 2. 원자력 발전소의 기기 검증

기기 검증은 원자력 발전소의 주어진 환경 하에서 기기의 안전성 또는 성능이 보증되는 것을 확립하기 위해 실행 하여야 하는 검증으로서 케이블은 그림 2.의 내환경 검증에 해당한다.

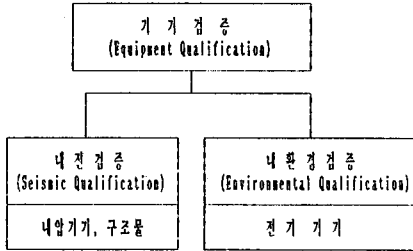


그림 2. 원자력 발전소의 기기 검증

## 3. 케이블의 요구 성능

원자력 발전소에 사용되는 케이블은 기존 일반 케이블의 품질 관리 방식으로 제조되는 케이블 보다 신뢰성이 월등히 높은 품질보증 측면에서 필요한 모든 계획적이며, 체계적인 활동에 의해 제조되는 케이블로서 IEEE, ICEA 등에 요구성능이 엄격히 규제되어 있다.

- 1) 정상 운전시의 사고에 대비하는 원자력 발전소 특유의 환경조건에서 성능을 유지 할수 있어야 함.
- 2) 돌발사고시 발생될수있는 방사능의 노출과 화학액, 수증기 및 높은 온도를 견딜수 있어야함.
- 3) 화재시에 대비하여 고년연성의 케이블을 요구함.

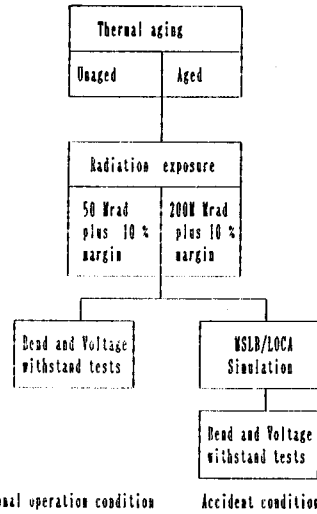
## 4. 환경 시험 평가 방법.

### 4.1 환경시험. (E/Q TEST)

원자력 발전소에 사용되는 케이블에 대하여 내환경시험의 모의시험을 IEEE Std. 323 및 383에 따라 원자력 발전소의 돌발사고를 가상하여 시험하는 방법을 사용하고 있다.

정상 운전시에도 환경시험은 열노화시험과 방사선 조사 시험이 행해지고 돌발 사고시의 환경 시험은 방사선조사 시험과 증기폭로 시험이 행하여 진다.

원자력 발전소의 환경시험을 그림 3.의 Flow chart에 표시하였다.



(그림 3. Flow chart of environmental qualification test)

### 1) Thermal aging test (열 노화 시험)

원자력 발전소 수명 40년 동안 통상적으로 설치, 사용되는 기간중의 열노화에 상당하는 가속 노화 시험을 행한다.

### 2) Radiation exposure (방사선 조사)

원자력 발전소의 정상 운전기간의 방사선 폭로에 상당하는 방사선량을 조사하게 되며, 조사되는 선원은  $^{60}\text{Co}$ 를 사용하며 조사량은 1 Mrad/h 이하의 선량으로 하여 누적합계 50Mrad + 10% Margin의 선량을 조사시킨다.

### 3) LOCA Simulation (LOCA and MSLB)

그림 4. 에 환경폭로 시험을 표시하였다. 케이블을 전압과 전류를 통전 시키면서 증기에 의해 높은 온도와 압력을 가하게 되며, 화학액 분무(LOCA시 최초 24시간)를 하게 된다.

여기에 사용되는 화학액은 50 ~ 100ppm의 Hydrazin ( $\text{N}_2\text{H}_4$ )와 4400PPM의 Boric acid ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ )로 하여 spray 밀도는  $\leq 0.62$  GPM/sq. ft. 로 분무하게 된다. 시험 장치인 Vessel은 그림 5. 에 표시하였다.

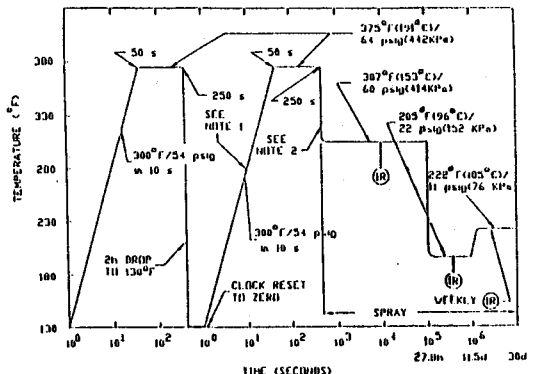


그림 4. Pressure/Temperature profile for simulation of combined MSLB/LOCA

