

# 단상(345kV) 주변압기 SPR의 진동기준치 설정에 관한 개선 연구

## Improvement on the Determination of Vibration Velocity Ratings of SPR(Sudden Pressure Relay) in on phase main power transformers(345kV)

박철준†·최진우\*·고한석\*\*·이성욱\*\*\*·권기영\*\*\*\*

Chuljun Park, Jinwoo Choi, Hansuk Go, Seongwook Lee and Kiyoung Kweon

### 1. 서 론

표준원전 주변압기는 발전소에서 생산된 전력을 계통에 공급하는 중요한 기기로서 높은 신뢰성이 요구되거나 고장으로 발전정지를 유발하는 사례가 빈번한 실정이다. 현재 원전 주변압기의 건전성 판단 기준은 권선의 전기적인 절연특성 및 절연유의 화학적 평가에만 의존하고 있지만, 주변압기 고장유형 분석결과 40% 정도가 기계적인 고장(붓싱 파손, 보호 계전기 오동작, 냉각기 누설 등)인 것으로 나타나고 있다. 원전용 주변압기는 보통 변압기와는 달리 154kV, 345kV 또는 765kV의 고전압을 다루기 때문에 크기가 크고, 평상시 운전할 때 100%부하를 이용하여 운전하기 때문에 고진동의 영향에 노출되어 있다.

### 2. 주변압기 SPR부의 진동 측정

단상(345kV) 주변압기 SPR에서 발생하는 고진동의 원인을 규명하기 위하여 원자력 발전소의 site에 설치되어 있는 주변압기를 대상으로 진동 신호 채집 및 분석을 실시하였다. SPR의 진동 신호를 채집하기 위한 시험 설비는 Fig.1과 같다. 가속도계를 Fig.2와 같이 SPR부근의 변압기 본체 12개 포인트, 축 방향 9개 포인트 및 반경 방향 12개의 포인트에 부착하여 진동신호를 채집하였다. 진동 신호분석기(B&K)를 이용하여 신호 분석을 하였다.

영광, 울진 및 고리 원자력 발전소에 설치된 총 84개의 단상(345kV) 주변압기 SPR의 진동측정을 실시하

였으며, site에서 100% 부하로 운전 중인 상태에서 진동측정을 하였다. 측정된 데이터는 일련의 파워 스펙트럼(Power spectrum)으로 나타났다. Fig.3에서 가로방향의 좌표축은 주파수(Hz)를 나타내고, 세로방향은 진동속도(mm/s)를 나타낸다. 단상(345kV) 주변압기 SPR에서 120 Hz 성분이 주요 가진 주파수로 나타났으며, 한수원에서 규정하는 SPR의 진동기준치인 12 mm/s<sub>rms</sub>를 적용하여 측정 포인트 중 최대 진동량이 기준치를 초과하는 모델을 선별한 결과, Fig.4와 같이 총 12개의 주변압기 SPR가 진동 기준치를 초과하는 것으로 나타났다.

SPR 고진동의 원인을 규명하기 위하여 주변압기에서 발생하는 가진원에 대한 분석을 실시하였으며, SPR의 신호 분석 및 시스템 분석을 통하여 고진동의 특성을 파악하였다. 주변압기의 가진원을 파악하기 위하여 변압기의 부하를 20%씩 증가시키면서 주변압기 본체의 진동량 및 주파수 대역을 분석한 결과, Fig.5와 같이 부하가 증가함에 따라 주변압기 본체의 진동량도 증가하

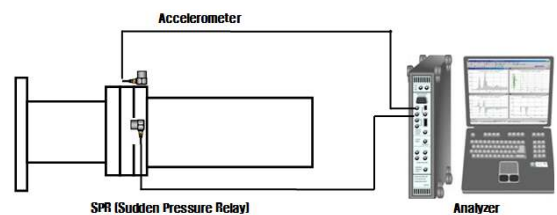


Fig.1 Experimental setup for signal analysis

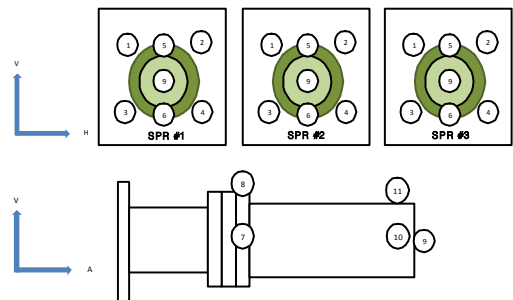


Fig.2 Measurement of the point in the SPR

† 박철준; (주) 효성 중공업연구소  
E-mail : parkchuljun@hyosung.com  
Tel : (055) 279-7485, Fax : (055) 279-7499

\* (주) 효성 중공업연구소  
\*\* (주) 효성 중공업연구소  
\*\*\* (주) 효성 중공업연구소  
\*\*\*\* (주) 효성 중공업연구소

는 경향을 발견할 수 있었다. 가진 주파수 성분이 120Hz이고, 권선을 통과하는 전류 및 누설자속의 상호 작용에 의해 발생하는 부하진동으로 판단할 수 있었다. 또한, SPR 부근의 변압기 본체 진동량이 Fig.6과 같이 12mm/s\_rms를 초과하는 진동량을 나타냈다. 고진동이 발생하는 부분은 끝단에서 큰 진동량을 나타냈으며, 주요 진동 방향은 Fig.7과 같이 수직 방향으로 나타났다.

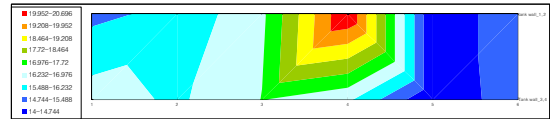


Fig.6 Axial direction vibration of the tank wall

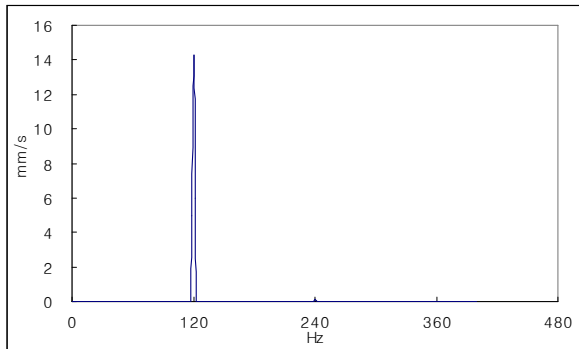


Fig.3 FFT plot for the SPR

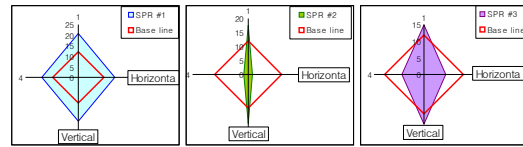


Fig.7 Radial direction vibration of the SPR

Table 1 Result of the Impact test

	Direction	Natural frequencies (Hz)
SPR #1	Vertical	129
	Horizontal	123
SPR #2	Vertical	115
	Horizontal	112
SPR #3	Vertical	128
	Horizontal	121

시스템 분석은 임팩트 시험법을 이용하였으며, 주요 고유진동수는 Table.1과 같이 변압기의 가진 주파수인 120Hz 부근에서 공진영역 10%이내에 존재하였다. 고유모드는 1차 고유모드를 나타냈다.

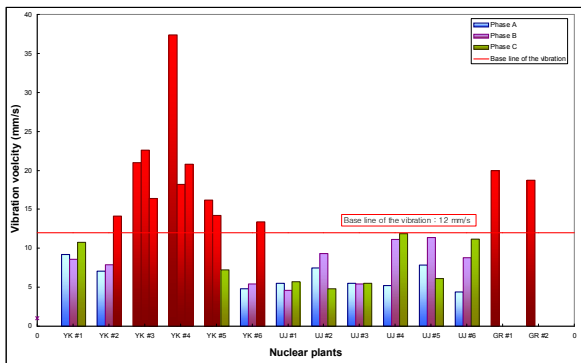


Fig.4 Max. vibration velocity of the SPR

### 3. 결 론

실험적 방법을 통하여 SPR 고진동의 원인이 두가지에 의해 발생하는 것으로 판단하였다. 첫째, 단상(345kV) 주변압기 본체에서 발생하는 가진원인 부하 진동량이 12mm/s\_rms 이상으로 발생하여 SPR에 진동 영향을 미치게 되었고, 둘째, 주변압기 본체의 가진 주파수인 120Hz와 SPR의 고유진동수와의 공진에 의해 고진동이 발생함을 밝혀냈다.

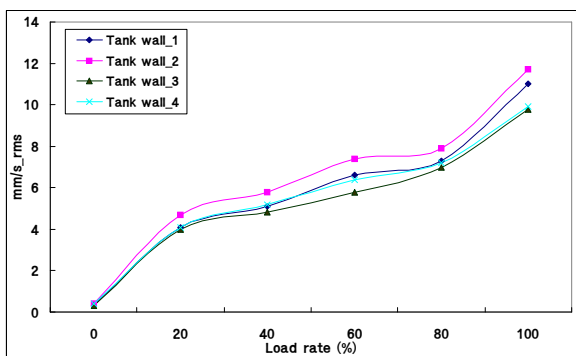


Fig.5 Vibration of the SPR for the Load rate

이를 통하여 단상(345kV) 주변압기 SPR 부의 진동기준치는 한수원측에서 규정한 12mm/s\_rms 이내의 진동속도를 가지고 있으며, 고유진동수가 120Hz의 공진영역을 회피하였는지, 설계 단계에서 확인해야 한다.