

단상 345kV 주변압기 PRD부의 진동저감을 위한 보강방안 고찰

Investigation of reinforcement plan for vibration Reduction of the PRD in the single phase main power transformers (345kV)

최진우† · 박철준* · 이성욱** · 권기영***

Choi jinwoo, Park chuljun, Lee sung wook and Kweon kiyeoung

1. 서 론

변압기의 PRD(Pressure Relief Device)는 방압안전장치로 압력이 일정값 이상일 때, 변압기의 폭발을 막아주는 장치로, 변압기의 가진주파수인 120Hz와 PRD의 고유진동수가 일치하여 발생하는 공진현상이 고진동의 원인이 될 수 있다. 본 연구에서는 단상 345kV 주변압기 PRD부의 진동저감을 위해 PRD의 원인규명하는 방법으로 진동특성 파악을 위한 측정과 주파수별 신호분석을 통해 원인을 규명하고 유한요소해석을 기반으로 보강방안을 고찰하여 진동을 줄일수 있는 대책을 강구하여 설비의 신뢰성제고와 안정성을 도모하고자 한다. 이를 통해 변압기 시험설비의 진동저감 대책을 제시하였다.

2. 본 론

2.1 대상기기

원자력발전소 주변압기 345kV 외철형 전력용 변압기의 PRD

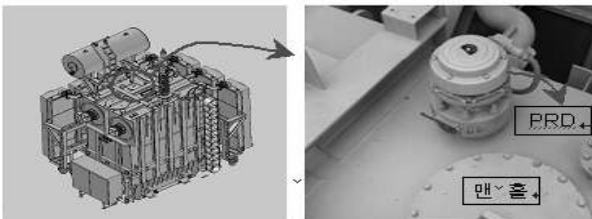


그림1. 단상 345kV 외철형 전력용 변압기

2.2 측정방법

PRD의 진동량을 측정하기 위해 보강 전 PRD 부근 Wall부와 PRD end부의 반경 및 축 방향에 가속도계 센서를 그림2와 같이 측정포인트에 부착하여 진동측정시험을 통해 기여도를 분석하였다.

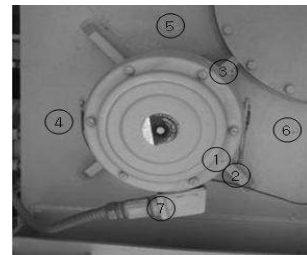


그림2. PRD 진동측정 포인트

이를 규명하기 위해 보강전 그림3과 같이 센서와 임팩트 위치를 지정하여 맨홀방향과 맨홀수직방향으로 임팩트를 반경방향으로 가하여 PRD의 고유진동수시험을 실시하였다.

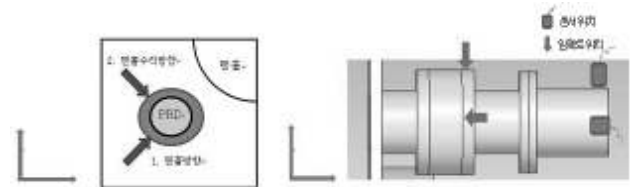
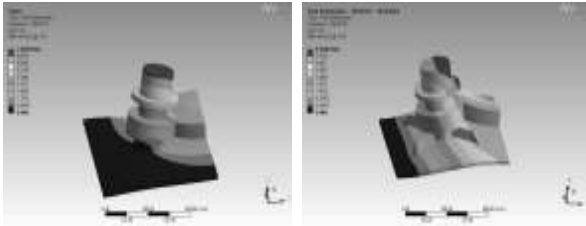


그림3. PRD 고유진동수 측정 포인트

고진동 현상의 측정data와 분석으로 유한요소해석을 통해 보강 방안을 강구하였고, 그림4와 같은 보강방안에 대한 모달해석결과 및 표1과 같이 PRD의 고유진동수가 120Hz에서 154Hz로 변경되어 가진주파수를 회피하는 결과를 얻었다.

† 최진우; (주)효성 중공업PG 기반기술팀
E-mail : jinuch@hyosung.com
Tel : (055) 279-7488, Fax : (055) 279-7499

* (주)효성 중공업PG 기반기술팀
** (주)효성 중공업PG 기반기술팀
*** (주)효성 중공업PG 기반기술팀



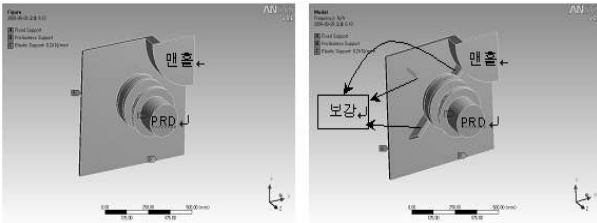
(a)보강 전 모델 (b)보강 후 모델
그림4. 보강재를 이용한 보강 방안에 대한 모달해석

표1. PRD의 보강 전,후 고유진동수 변화

고유진동수(Hz)	1차	2차	3차
보강 전	120	140	163
보강 후	154	260	349

2.3 PRD의 고진동 저감방안

PRD의 고진동 저감을 위해 ANSYS의 모달해석을 이용하여 얻은 보강방안대로 PRD의 반경방향 및 축방향의 진동량을 감소하기 위해 PRD취부보스에 그림5(b)와 같이 보강재를 설치하고, 맨홀의 위치를 고려하여 보강재를 맨홀 방향과 맨홀 방향의 수직되는 방향으로 설치하였다.



(a)보강 전 모델 (b)보강 후 모델
그림5. 보강재를 이용한 보강 방안

2.4 측정결과

PRD 보강 전,후 고유진동수를 비교하면 보강 전 A,B,C상의 측정된 모든 PRD에서 고유진동수가 표 2와 같이 변압기의 가진주파수(120Hz) 주변에서 발생하므로 공진현상이 일어났으나, 보강 후 120Hz 주변의 고유주파수는 측정되지 않으므로 공진현상이 회피된 것으로 판단된다.

보강 후 A와 B상에서 주요 가진주파수의 2배성분인 240Hz에서 고유주파수가 측정되었으나, 240Hz 가진력이 120Hz가진력의 0.04배로써 240Hz 대역은 공진현상이 발생하지 않을 것으로 판단된다.

표2. 보강 전, 후 주변압기 PRD 고유진동수

상	차수	보강 전(Hz)			보강 후(Hz)		
		홀방향	홀수직	축	홀방향	홀수직	축
A	1차	104	104	104	230	247	206
	2차	127	123	123	247	372	222
	3차	298	271	164	361	392	246
B	1차	96	105	96	270	210	138
	2차	122	125	124	308	264	276
	3차	245	258	161	337	315	509
C	1차	105	99	102	228	179	136
	2차	125	121	126	320	216	219
	3차	297	298	233	355	378	235

PRD 보강전,후 진동량을 비교하면 보강 전 진동량은 A상의 2번, C상의 1,2,3번 포인트에서 각각 20.2, 12.5, 20 및 18mm/s로 나타나 변압기 진동 허용등급을 초과하였으나, 보강 후 A상의 2번, C상의 1, 2, 3번 포인트의 진동량이 각각 4.7, 6.1, 5.4 및 8.7mm/s로 감소하여, 보강 후 모든 측정 포인트에서의 최대진동량은 9.2mm/s이하로 변압기 진동 C등급 10mm/s이하로 나타나는 보강방안에 따른 진동저감 효과를 얻었다.

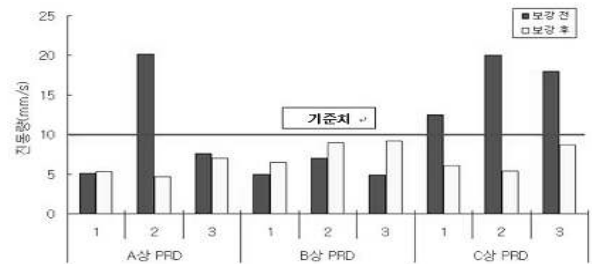


그림6. PRD end부 진동량

3. 결 론

공진으로 인한 PRD의 고진동을 저감하기 위해 상기에서 제시된 보강방안에 따라 보강 후 고유진동수측정시 변압기의 주요 가진주파수(120Hz)부근에서 PRD의 고유진동수가 발생하지 않았으므로 120Hz대역의 공진현상을 회피하였고, A,B,C상 PRD의 진동측정시 모든 진동 측정 포인트에서의 최대진동량이 9.2mm/s이하로 원전 변압기 진동 C등급(10mm/s)을 만족하는 결과를 얻었다. PRD와 같이 외팔보 구조로 변압기에 설치되는 구조물의 경우 설계 전 변압기의 주요 가진주파수(120Hz)와 공진회피여부를 확인하여 보강한다면 공진현상에 따른 고진동의 진동저감효과를 볼 수 있을 것이다.