

변압기 SPR 부 고진동에 대한 분석 및 저감방안

Analysis & Reduction Method for High Vibration with Transformer SPR

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

HanSuk Go, Chul Jun Park, Jin Woo Choi, Seong Wook Lee and Ki Yeoung Kweon

1. 서론

변압기의 설치된 SPR(Sudden Press Relay)은 순간적인 압력의 변화를 감지하여, 변압기의 유압이 과도하게 변할 때, 변압기의 작동을 멈추게 하는 장치로써 고진동은 오작동의 원인이 될 수 있다.

철심의 자기력에 의한 외함의 자왜현상으로 인해 전원주파수(60Hz)의 2 배 성분인 120Hz 의 주파수를 가지는 가진력이 나타나게 된다. 이러한 진동자체가 고진동의 원인이 될 수도 있겠지만, SPR 부분에서 특히 고진동현상이 나타나는 것으로 보아 가진력의 주파수인 120Hz 와 SPR 의 고유진동수가 일치하여 발생하는 공진현상이 원인이 될 수 있다.

본 연구에서는 SPR 의 오작동의 원인 중 하나인 고진동 현상을 측정과 분석을 통해 규명하고 이를 해결할 용 ks 진동 저감 방안을 FEA 해석을 기반으로 제시하였다.

2. SPR 부 고진동 측정 및 원인 분석

SPR 의 진동량을 측정하기 위해 그림 1 과 같이 8 개의 측정포인트를 지정하여 3 개의 SPR 에 대하여 측정을 실시하였다. 그 결과 표 4 와 같이 Flange 부에서 120Hz 성분의 고진동이 발생하는 것을 확인할 수 있었다. 이를 규명하기 위해 SPR 의 고유진동수를 그림 2 과 같이 고유진동수 분석장비를 구성하여, Impact test 를 실시하였다. 측정 방향은 SPR 이 외팔보 유사한 구조를 가지고 있는 것을 참조하여 그림 2 과 같이 수직(V)과 수평(H)방향으로 측정하였다. 고유진동수 측정결과 표 1 과 같이 SPR#1~3 의 1 차 고유진동수는 112 ~ 129Hz 에서 나타나고 있는 것을 확인할 수 있는데, 이는 변압기의 자왜현상

으로 발생하는 주요가진원의 주파수 120Hz 의 근처 주파수로 SPR 부의 고진동이 SPR 의 공진현상에서 기인한다는 것을 알 수 있다.

표 1. SPR 보강 전 고유진동수 측정 결과

SPR 번호 및 측정방향		고유 진동수	
		120Hz 대역	240Hz 대역
SPR#1	수직(V)	129	175
	수평(H)	123	-
SPR#2	수직(V)	115	-
	수평(H)	112	-
SPR#3	수직(V)	128	177
	수평(H)	121	-

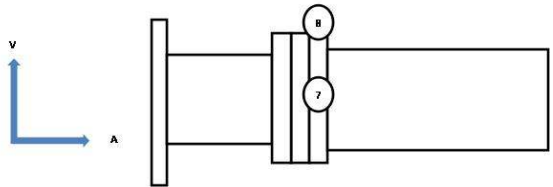
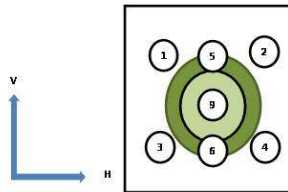


그림 1. SPR 진동량 측정 포인트 정보

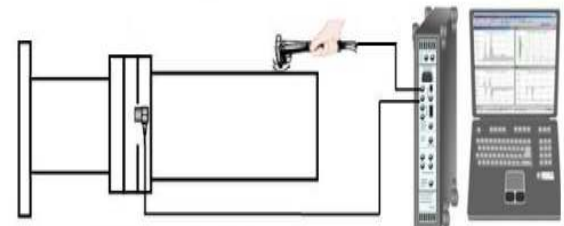
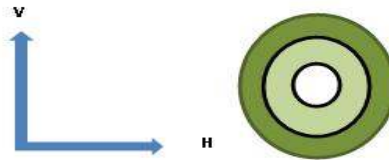


그림 2. SPR 고유진동수 측정 장비 및 측정 방향

† 교신저자; ㈜ 효성 중공업 연구소
 E-mail : gohansuk2000@hyosung.com
 Tel : (055) 279-7491, Fax : (055) 279-7491
 * ㈜ 효성 중공업 연구소
 ** ㈜ 효성 중공업 연구소
 *** ㈜ 효성 중공업 연구소
 **** ㈜ 효성 중공업 연구소

3. FEA 해석을 통한 고진동 저감방안

SPR 의 공진현상을 피하기 위해 ANSYS 의 모달 해석을 이용하여, 기존 SPR 모델에 대해 표 1 의 측정결과를 이용하여, correlation 작업을 실시 후 그림 3 과 같은 SPR 거셋 보강모델을 제작하여 모달해석을 수행하였다. 수행결과 표 2 와 같이 1st 고유진동수가 270.67Hz 로 120Hz 와 240Hz 의 공진영역을 회피하는 것을 확인 할 수 있었다.

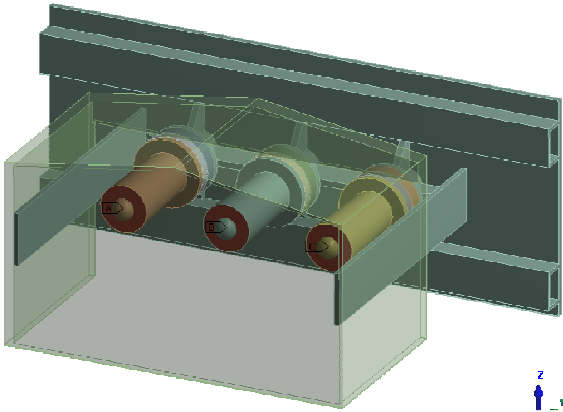


그림 3. SPR 거셋 보강모델

해석결과를 바탕으로 SPR 보강모델을 실제 적용하였고, 이를 검증하기 위해 2 장에서 실시한 Impact test 를 보강모델에 다시 실시하여 얻은 결과는 표 3 과 같이 120Hz 공진영역을 회피하는 것을 보여주고 있다.

공진영역을 회피했으므로 변압기 실운전시 SPR 부분에서의 진동량이 감소할 것으로 예상되어 이를 확인하기 2 장에서 실시한 것과 마찬가지로 진동량 측정을 실시하여 표 3 와 같은 결과를 얻을 수 있었다. 표 4 를 보면, Flange 부분의 수직, 수평방향 진동량이 최소 80%이상 감소하는 효과를 보여주었다. 이로써 거셋 보강모델이 120Hz 에서 공진현상을 회피하였고, 그 결과로 진동량이 감소하였다는 것을 검증하였다.

표 2. SPR 거셋 보강모델 고유진동수 해석 결과

1st	2nd	3rd	4th	5th
270.67	310.99	319.16	346.34	357.03

표 3. SPR 거셋 보강 후 고유진동수 측정 결과

SPR 번호 및 측정방향		고유 진동수	
		120Hz 대역	240Hz 대역
SPR#1	수직	-	208
	수평	-	224
SPR#2	수직	-	214
	수평	190	226
SPR#3	수직	-	206
	수평	196	227

표 4. SPR 거셋 보강 전,후 진동량 비교

구 분	Wall 부 (mm/s_rms)				Flange 부 (mm/s_rms)			
	No.	보강 전 진동량	보강 후 진동량	보강 효과	No.	보강 전 진동량	보강 후 진동량	보강 효과
SPR #1	1	8.9	11	-19%	5	6	11.9	-50%
	2	21.2	11.7	45%	6	25.2	10.7	58%
	3	7.8	9.8	-20%	7	25.6	1.9	93%
	4	16.1	9.9	39%	8	12.6	2.1	83%
SPR #2	1	24.9	11.3	55%	5	23.3	11.9	49%
	2	27.1	11.2	59%	6	26.5	10.5	60%
	3	21	10.8	49%	7	6.9	0.7	90%
	4	22.4	10.7	52%	8	19.6	3	85%
SPR #3	1	22.5	11.8	48%	5	25.4	11.6	54%
	2	11	10.8	2%	6	6.8	10.2	-33%
	3	18.8	10.3	45%	7	23.1	1.2	95%
	4	9.6	9.6	0%	8	12.8	1.9	85%

4. 결 론

SPR 의 공진으로 인한 고진동을 보완하기 위해 고유진동수를 높이기 위한 모델로 거셋 모델을 제시 하였다. 거셋 모델은 SPR 과 변압기가 만나는 경계면 부분의 강성을 높여주어 고유진동수를 높이는 효과를 주었다. 이 부분을 검증하기 위해 거셋 모델을 ANSYS 를 이용하여 해석하였고, SPR 부분의 고유진동수가 높아지는 것을 확인 할 수 있었다. 이러한 결과를 바탕으로 거셋모델을 보강모델로 적용하였고, 진동저감효과를 확인 할 수 있었다.

해석을 통한 보강 저감방안을 설계이전에 활용할 수 있다면, 공진현상을 예방하는 효과를 볼 수 있을 것이다.