

Damper Restraint 를 이용한 Steam Drum 배관의 진동제어 사례 A Case of Piping Vibration Control using the Damper Restraint for Steam Drum Pipe System

정민기† · 임지훈* · 김효범**
Jeong Minki, Lim Jihoon, and Kim Hyobeom

1. 서 론

석유화학 플랜트 내의 배관은 각각의 설비를 연결하여 제품을 생산하는데 중요한 역할을 담당한다. 특히 Heater 나 Steam Drum 과 연결되어 고온고압 유체의 이동 경로가 되는 배관은 유체의 하중으로 인한 진동문제가 발생할 가능성이 높다. 하지만 고온고압 배관은 열팽창과 이로 인한 추가적인 응력이 발생할 수 있으므로, 이를 동시에 고려할 수 있는 진동저감대책이 요구된다. 본 연구에서는 Steam Drum 에 연결된 배관의 진동문제를 ASME-OM3 의 배관진동기준으로 평가하고, 3 축 Damper 와 Restraint 를 적용하여 효율적인 진동저감대책을 수립하였다.

2. Steam Drum 배관의 진동측정 및 평가

2.1 Steam Drum 배관의 구성

진동문제가 발생한 Steam Drum 배관의 구성은 Fig. 1에 도시된 바와 같으며, Inlet 배관과 Outlet 배관, 그리고 Steam Outlet 배관으로 구성되어 있다.

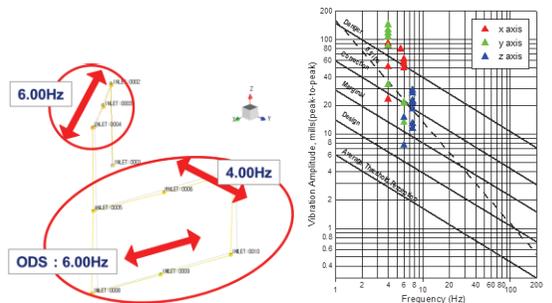
2.2 진동측정 위치 및 평가결과

Fig. 2는 Steam Drum 에 연결된 배관의 진동측정 위치와 ODS 분석결과, 그리고 진동평가결과를 나타낸다. Inlet 배관의 경우, 4Hz, 6Hz 의 진동모드가 혼합되어 나타났으며, Outlet 배관은 7.5Hz 가 주요 진동 모드로 나타났다.

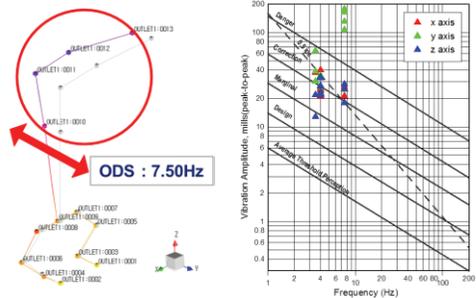
진동기준을 이용하여 평가한 결과, 거의 모든 측정위치에서 수정을 요하는 correction 기준을 초과하였다. 특히 Inlet 과 Outlet 배관은 Danger 수준을 넘는 진동레벨을 보인 곳도 있다.



(a)Inlet (b)Outlet
Fig. 1 Shape of the steam drum pipe system



(a) Inlet pipe



(b) Outlet pipe

Fig. 2 Measuring points and ODS analysis results of pipe

† 교신저자; 정희원, (주)브이테크

E-mail : jmk4000@vetech.co.kr

Tel : 031-698-2350, Fax : 070-8630-1630

* (주)브이테크

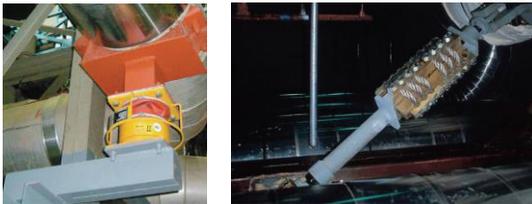
** (주)브이테크

3. 배관 응력해석

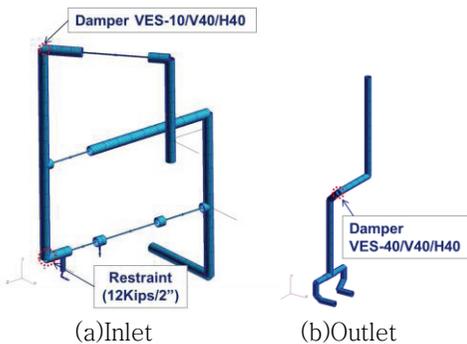
진동으로 인해 배관에 작용하는 응력을 평가하기 위하여 상용 유한요소해석 프로그램인 ABAQUS를 이용하여 강제응답해석(Stress Analysis)을 수행하였다. 현장 조사를 바탕으로 하여 경계조건을 최대한 반영하였다. 생성된 FE 모델에 측정데이터를 입력하여 시간이력해석을 수행하였으며, 응답해석결과를 0-to-Peak 측정값으로 스케일링하였다. 배관응력해석에 대한 결과는 Table 1에 대책 후 해석결과와 함께 제시하였다.

4. 진동저감대책 적용 및 평가

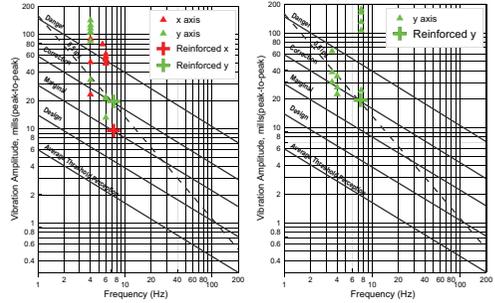
본 연구에 적용된 진동저감대책은 Fig. 3에 제시하였다. 배관의 진동에너지를 열에너지로 소산시키는 3축 Damper(a)와 허용된 범위 내에서 온도변위를 허용하는 Restrainer(b)를 동시에 적용하여 배관진동을 제어하였다. Fig. 4는 진동저감대책이 적용된 배관의 위치를 나타내며, Fig. 5는 저감대책 수립 후의 배관진동레벨을 평가하였다. 배관진동 저감대책 후 진동레벨은 Marginal 수준으로 저감되었으며, 배관의 응력 또한 현저히 감소하였다. Table 1은 진동저감대책 전후 배관의 응력해석결과를 나타낸다.



(a) Damper (b) Restrainer
Fig. 3 Damper and restrainer for pipe



(a) Inlet (b) Outlet
Fig. 4 Counter measurements for pipes



(a) Inlet (b) Outlet
Fig. 5 Vibration level after counter measurements assigned

Table 1 Stress Analysis Results

Unit : MPa	Stress(M/Z)		C_2K_2	S_{alt}		Sel/ α 기준	평가
	대책전	대책후		대책전	대책후		
Inlet	8.03	3.18	4.2	33.77	13.44	53.0	O.K
Outlet	8.85	1.15	4.2	37.21	5.04		O.K

5. 결 론

이상에서 steam drum 배관의 진동계측 및 평가에 대해 알아보았다. 고온의 배관은 열팽창으로 인한 변위 및 스트레스를 고려해야 하므로 온도변위를 허용하는 저감대책이 필수적이다. 따라서 본 연구에서는 Damper와 Restrainer를 이용하여 배관의 진동을 효과적으로 제어하고 배관에 가해지는 응력을 감소하였다.