

# Heater outlet line 에서의 동적 거동 분석

## Dynamic Behavior Analysis at Heater Outlet Line

정민기† · 공부성\* · 이용근\*\*

Jeong Minki, Kong Busung, Yi Yonggeun

### 1. 서 론

석유화학 플랜트 내의 배관은 각각의 설비를 연결하여 제품을 생산하는데 중요한 역할을 담당한다. 특히 Heater 와 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 Heater 에 연결된 Outlet line 의 진동문제를 ASME-OM3 의 배관진동기준으로 평가하고, Damper, Pipe 상호 연결 등을 적용하여 효율적인 진동저감대책을 수립하였다.

### 2. Heater outlet line의 진동측정 및 평가

#### 2.1 Heater outlet line의 구성

진동문제가 발생한 heater outlet line 의 구성은 Fig. 1에 도시된 바와 같이, Heater 에서 분기되는 Cross over line 에서 Outlet line(하늘색)이 분기되는 형태를 하고 있으며, 총 8 개의 pass 로 구성되어 있다.

#### 2.2 진동측정 위치 및 평가결과

Fig. 2는 heater outlet line 에 연결된 배관의 진동측정위치와 ODS 분석결과, 그리고 진동평가결과를 나타낸다. ODS 분석 결과 7.5Hz, 9.7Hz, 11Hz 의 진동모드가 주요 진동 모드로 나타났다.

진동기준을 이용하여 평가한 결과, 거의 모든 측정위치에서 수정을 요하는 correction 기준을 초과하였다. 특히 Pass #3, #5, #6, #8 배관은 Danger 수준을 넘는 진동레벨을 보인 곳도 있다.

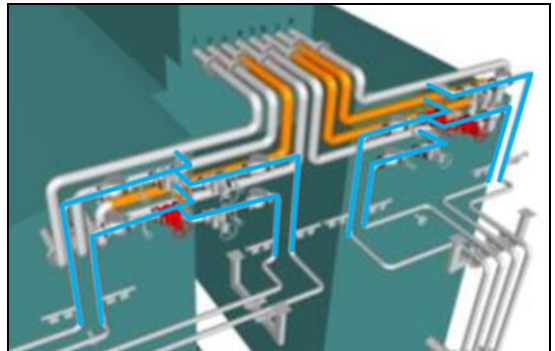
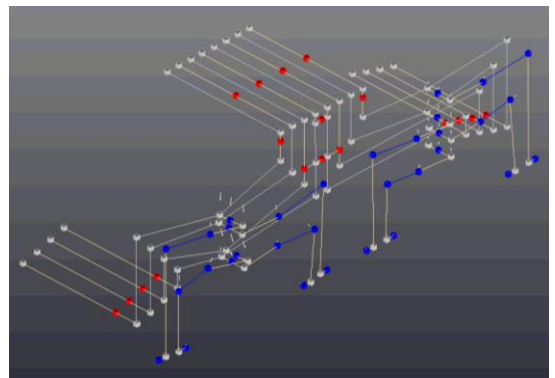


Fig. 1 Shape of the steam line pass system



(a) ODS @7.5Hz

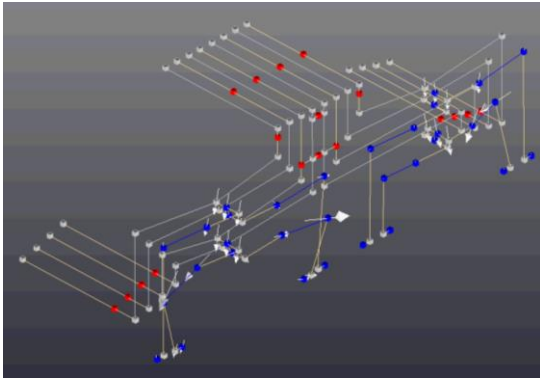
† 교신저자; 정희원, (주)브이테크

E-mail : jeongminki4000@gmail.com

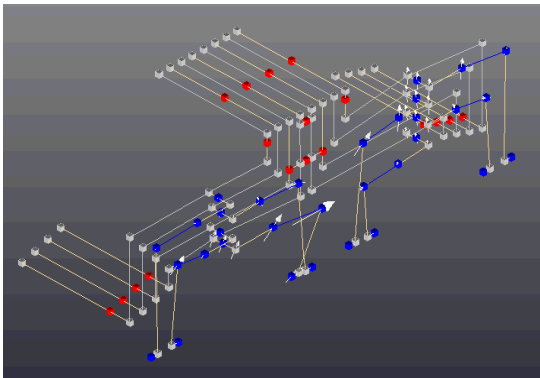
Tel : 031-698-2350 , Fax : 070-8630-1630

\* (주)브이테크

\*\* (주)브이테크



(b) ODS @9.7Hz



(c) ODS @11.0Hz

**Fig. 2** Measuring points and ODS analysis results of pipe

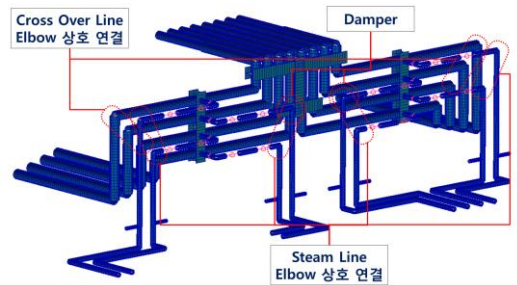
### 3. 배관 응력해석

진동으로 인해 배관에 작용하는 응력을 평가하기 위하여 상용 유한요소해석 프로그램인 NASTRAN을 이용하여 강제응답해석(Stress Analysis)을 수행하였다. 측정데이터를 입력하여 시간이력해석을 수행하였으며, 응답해석결과를 Zero-to-Peak 측정값으로 스케일링하였다. 배관응력해석에 대한 결과는 Table 1에 대책 후 해석결과와 함께 제시하였다.

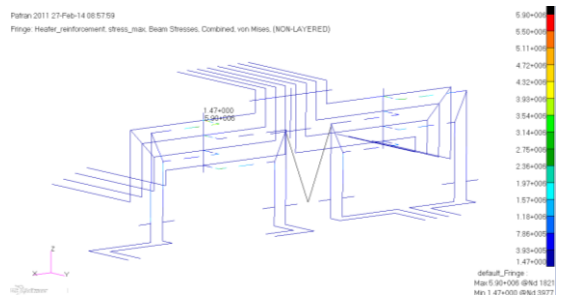
### 4. 진동저감대책 적용 및 평가

본 연구에 적용된 진동저감대책은 Fig. 3에 제시하였다. 배관의 진동에너지를 열에너지로 소산시키는 3축 Damper를 적용하고, Outlet line 및 Cross over Line 좌우 Elbow 부분을 상호 연결함으로써 배관진동을 제어하였다. Fig. 4는 진동저감대책 후의 배관진동레벨을 나타내며, Table 1은 응력해석결과

를 나타낸다. 배관진동 저감대책 후 진동레벨은 Marginal 수준으로 저감되었으며, 배관의 응력 또한 현저히 감소하였다.



**Fig. 3** Counter measurements for pipes



**Fig. 4** Stress level after counter measurements assigned

**Table 1** Stress Analysis Results

Unit : MPa	Stress(M/Z)		C <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	S <sub>alt</sub>		Sel/a 기준	평가
	대책전	대책후		대책전	대책후		
Pass #1	12.7	5.9	4.2	53.3	24.8	53.0	O.K
Pass #2	10.6	5.2	4.2	44.5	21.7		O.K
Pass #3	10.3	6.6	4.2	43.3	27.9		O.K
Pass #4	5.1	3.3	4.2	21.4	13.8		O.K
Pass #5	5.6	3.6	4.2	23.5	15.2		O.K
Pass #6	2.2	1.4	4.2	9.2	6.0		O.K
Pass #7	16.5	9.4	4.2	69.3	39.6		O.K
Pass #8	17.0	9.7	4.2	71.4	40.8		O.K

### 5. 결 론

이상에서 heater outlet line의 진동계측 및 평가에 대해 알아보았다. 고온의 배관은 열팽창으로 인한 변위 및 스트레스를 고려해야 하므로 온도변위를 허용하는 저감대책이 필수적이다. 따라서 본 연구에서는 Damper와 Pipe간 상호 연결을 통하여 배관의 진동을 효과적으로 제어하였다.