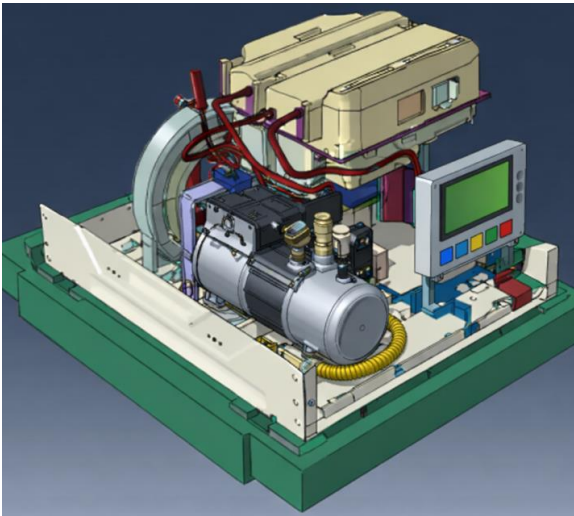
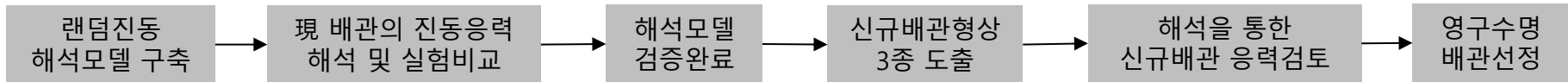


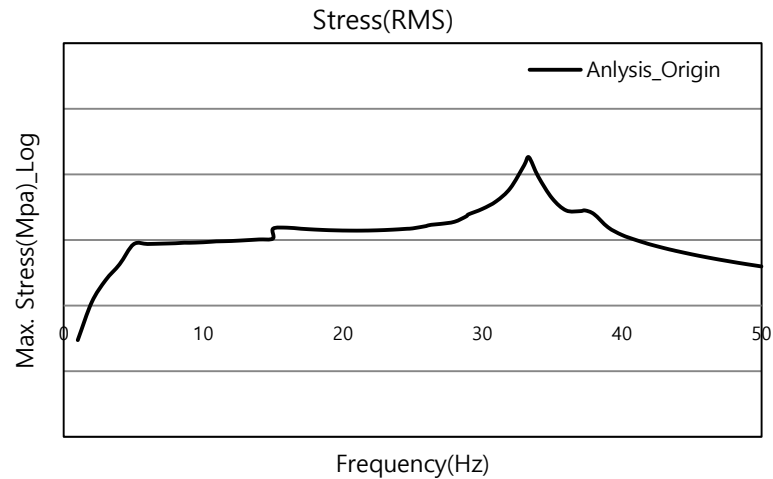
## 열교환 실험장치의 파이프 진동응력 개선

## 1. 현상 및 문제점

- 열교환 실험장치의 환경내구시험 만족을 위해 장치를 랜덤진동으로 가진시 파손부품이 없어야 함
- 특히 구동부와 연결된 배관이 응력에 취약하여 배관내구설계가 필요함
- 표준 가진원으로 현재의 구조를 가진시험한 결과 배관의 최대응력이 약 190 Mpa임
- 이는 내구수명 평가시 반복하중에 의해 약 1시간 후 파손되는 수준.
- 따라서 해석을 통해 다양한 형상별 배관의 응력을 예측하고 파손이 발생되지 않는 영구수명 배관형상을 제안함
- 다음과 같은 프로세스에 의하여 영구수명을 만족하는 배관형상을 제안함



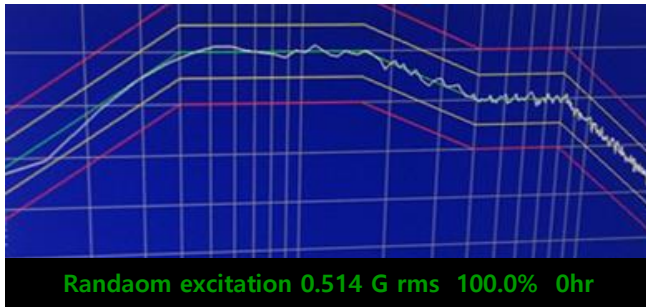
< 열교환 실험장치 >



< 기존 파이프에서 발생하는 최대응력 >

## 2. 랜덤진동시험

- ASTM Random 진동시험 규격을 기반으로 가진 Profile을 설정하여 실험을 수행함
- 전체 가진 조건은 주파수대역에 따라 다르며 실제 규격에 따른 환경시험 수준을 모사함
- 랜덤진동 입력에 따른 파이프의 진동응답을 측정하여 해석모델과 비교함으로써 해석모델의 신뢰성을 검증함
- 해석모델의 신뢰성이 검증되면 신규 파이프 형상에 대해 동일조건으로 해석하여 무한수명 파이프를 선정.



[ASTM Random 진동시험 규격]

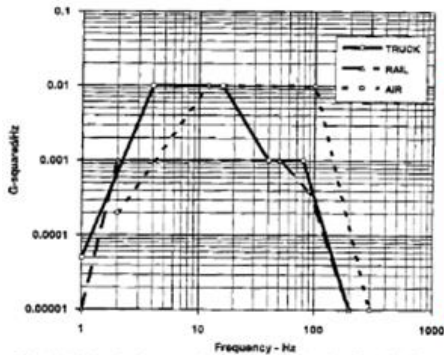


FIG. X1.1 Sample Commercial Transport Vibration Test Profiles

TABLE X1.1 Fig. X1.1

Truck	
Frequency Hz	Level $g^2/Hz$
1	0.00005
4	0.01
16	0.01
40	0.001
80	0.001
200	0.00001
Overall Level, $g$ rms	
0.52	

<Random vibration 가진력 Profile>



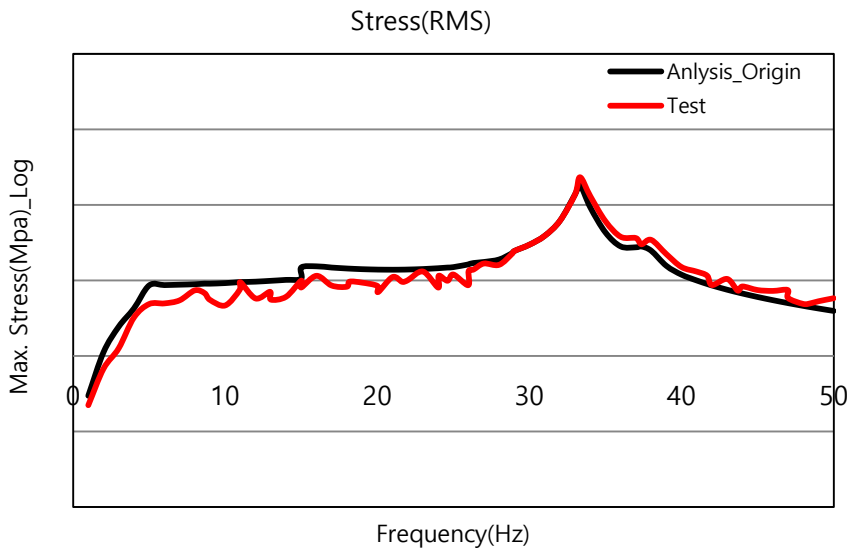
<열교환 실험장치의 랜덤진동 실험>



응력측정점

### 3. 해석 vs 실험결과 비교 및 신규 제안된 파이프 구조

- 해석 결과와 실험 결과를 비교한 결과, 주요 최대응력 발생 주파수 대역에서 유사한 경향을 보이며 해석의 신뢰성을 확인함
- 실험결과 에서도 기존 파이프는 약 33Hz에서 응력이 집중되어 내구성 저하 가능성이 확인됨
- 다양한 형상의 파이프 구조(Case 1~3)를 대상으로 동일한 해석방법으로 진동응답 및 응력 저감 효과를 해석함



<기존 파이프의 진동 측정과 해석비교>



<Case\_1>



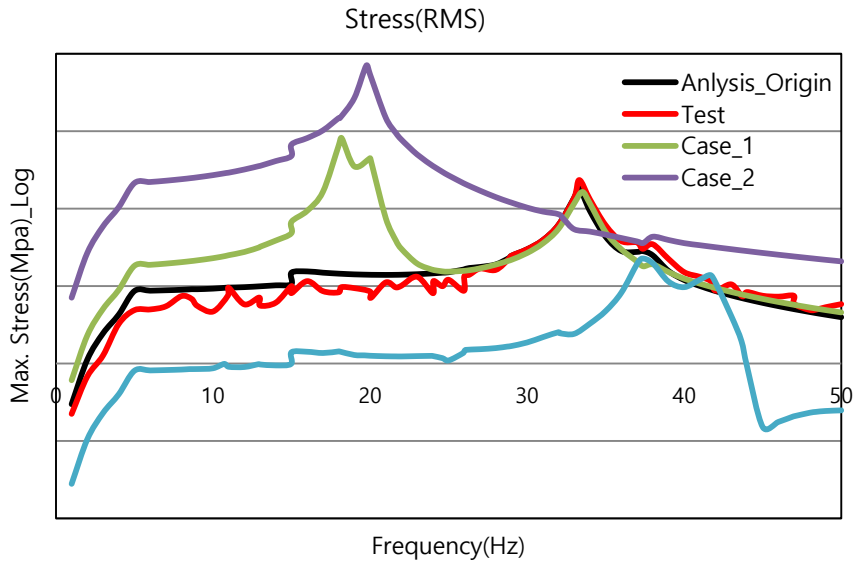
<Case\_2>



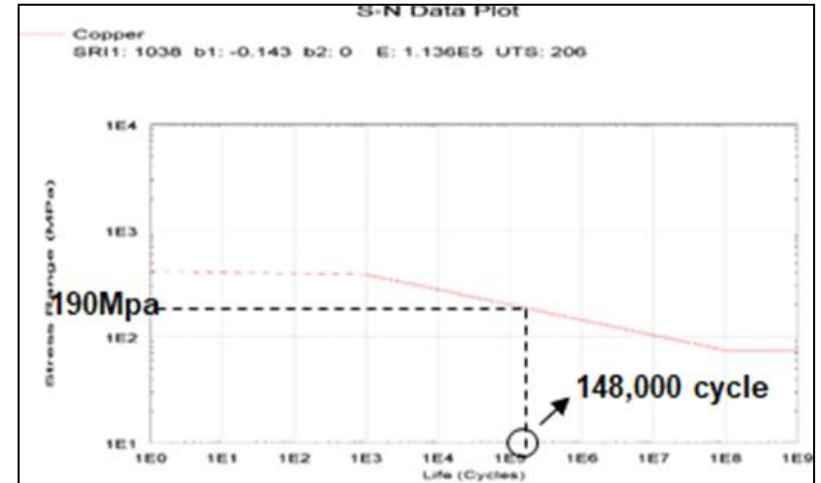
<Case\_3>

## 4. 신규구조 및 기존구조의 해석과 실험결과 비교

- 해석 결과, 기존 구조(Origin)는 특정 주파수 영역에서 응력이 집중되며 내구 수명이 제한됨을 확인함
- 신규 구조(Case 1, Case 2)도 특정 구간에서 응력이 증가하여 파손(Fail)이 발생하는 것으로 분석됨
- 반면, Case 3 구조도 응력피크가 발생되지만 전체적으로 응력이 크게 저감되어 내구 성능이 향상됨
- S-N 선도 기반 평가 결과, Case 3는 영구수명 조건을 만족하여 최적의 파이프 구조로 선정됨



<파이프(기존,신규) 실험/해석 결과비교>



	Origin	Case_1	Case_2	Case_3
최대응력(Mpa)	190	800	7000	23
파손시간	65분	Fail	Fail	영구수명

<파이프(기존,신규) 실험/해석 결과비교>