

연료전지 Humidifier의 수명향상 개선을 위한 구조진동해석

Analysis of Humidifier of Fuel Cell for Securing Reliability

하정민* · 이종명* · 장용호* · 김선화** · 최병근†

Jeong-min Ha, Jong-Myeong Lee, Yong-Ho Jang, Seon-Hwa Kim and Byeong-Keun Choi

1. 서 론

배관 내에 흐르는 유체의 유속 증가는 배관에 대한 과도한 유동여기진동을 유발하여 관손상을 초래한다. 그러므로 관손상을 사전에 방지하기 위해서는 설계단계에서 철저한 진동해석이 수행되어야 한다.

그러나 이러한 해석수행 후에 제작하여 운전하였을 시에 다른 문제점들이 야기 될 수 있다. 따라서 본 논문에서는 현재 가습기(Humidifier)의 관 내부 전체에 원래 수명보다 빠르게 Leak가 발생되고 있는 현상에 대하여 구조, 재료 및 진동측면에 대한 문제등을 파악하여 수명향상 개선을 위한 방안을 찾고자 한다.

2. 연구 모델 및 해석범위

2.1 연구 모델

아래의 Fig. 1은 본 연구 모델인 MCFC 용융탄산염 연료전지 시스템의 필수 장비인 Humidifier이며, 관계의 전체에 걸쳐 fin이 부착되어있다.

구동 시에 관내부에서 유체의 유속은 30m/s이고, 관의 원주 직경은 0.038m이다.

사용된 물성 정보로는 곡관-Stainless Steel(25%, 50% Down), 관-Stainless Steel, Fin-SS301L을 사용하였다.

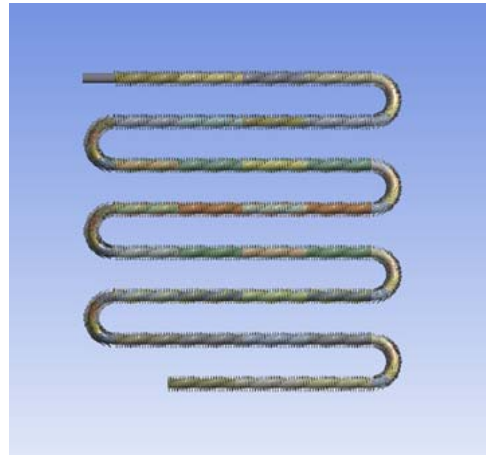


Fig. 1 Humidifier

2.2 해석범위

해석은 구조해석, 고유치해석 등의 다양한 해석이 가능한 Ansys Workbench v14.0을 사용하였으며, 고유치 해석의 신뢰성을 확보하기 위해서 실제 모델에 대하여 Impact Hammer를 이용한 모달 테스트를 실시하였다.

또한 구조해석의 경우, Local Model에 대하여 해석을 수행하였으며, 고유치 해석은 Full Model에 대하여 해석을 수행하였다.

3. 구조 해석 및 고유치 해석

3.1 구조 해석

Local model에 대하여 곡관의 변위 및 압력을 적용하여 변형 및 응력 해석을 실시하였으며, 관의 내·외경에 실제로 구동되는 온도와 동일하게 대류적용 후, 내경에 압력을 적용하여 해석을 수행하였다.

해석 결과, 아래의 Table. 1과 같이 해석 되었으며, 실제로 구동되는 온도와 동일하게 적용 후 해석 결과도 허용응력보다 매우 높은 응력이 발생하

† 교신저자; 정회원, 경상대학교 에너지 기계공학과
E-mail : bgchoi@gnu.ac.kr

Tel : 055-772-9110, Fax : 055-772-9119

* 경상대학교 에너지기계공학과

** POSCO ENERGY 제품기술그룹

였으며, 구조강도 측면에서 매우 불안정하여 파단 가능성이 매우 높은 것으로 확인되었다.

Table 1 Result of Deformation and stress

without Fin.		
Temperature	Deformation	Stress
382.6℃	12.88mm	2466.2MPa
with Fin.		
Temperature	Deformation	Stress
382.4℃	8.319mm	Fin : 3138.1MPa Tube : 1558.2MPa

3.2 고유치 해석

3D해석을 통한 고유진동수 해석 시에 fin의 질량은 Point mass 형태로 인가하여 해석하였으며, 이는 fin의 경우 곡관부위에서 매우 복잡한 형상을 띄고 있으므로 Mesh가 발산하는 경향이 보이기 때문이다.

고유진동수의 모드 형상에 따라 관심위치에 따라 진동 성장 정도는 크게 달라지므로 Fig. 2와 같이 방출주파수와 인접한 고유진동수 161Hz에 대한 모드 형상을 확인하였다. 여기서는 관의 전체에 대한 모드 기여도가 높게 나타나고 있음을 확인 할 수 있다.

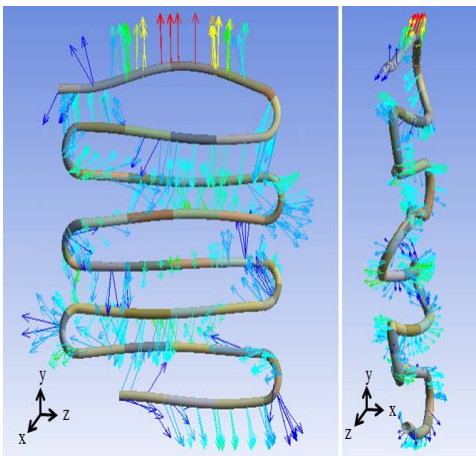


Fig. 2 Boundary Condition

3.3고유치 해석과 모달 테스트 결과 비교

실험을 통한 고유진동수 분석 결과와 3D해석프로그램을 통한 분석결과를 비교한 결과 Table. 3-1에서와 같이 나타났으며, 이는 관심영역인 방출주파수 인근의 고유치만 표시를 한 것이다. 해석 결과 값은 실험을 통한 분석 결과와 10%이내의 오차(Error)를 보이고 있으므로 해석 값에 대한 신뢰도를 확보하였다고 판단된다.

Table 2 Comparison between modal test and 3D analysis

Test Result(Hz)	3D Analysis(Hz)	Error(%)
142	148	4.1
163	161	1.2
182	174	5.7
194	186	4.3

4. 결 론

방출주파수와 인접한 고유진동수 161Hz에 대한 모드 형상을 확인하였다. 여기서는 관의 전체에 대한 모드 기여도가 높게 나타나고 있음을 확인 할 수 있다. 따라서 방출주파수에 인접한 고유진동수에 대하여 진폭의 증가와 그에 따른 진동이 클 것으로 판단되어진다.

그러므로 공진이나 동기화 현상을 회피하기 위해서는 관에 대한 추가 지지물을 설치하여 배관계의 강성변화를 통한 전반적인 진동특성을 변화시키는 방법이 있으나 이는 또 다른 주파수 응답특성을 갖게 되므로 설치 후 또 다른 진동문제를 야기 할 수 있다.

후 기

본 연구는 연구용역 (과제번호: 2013-1127 Humidifier 구조해석) 및 경상대학교 산학협력단의 지원으로 수행되었으며, 관계자 여러분께 감사드립니다.