CFD 해석을 이용한 냉매용 원터치 삽입식 파이프 조인트의 안전성 평가

Flow Safety Assessment by CFD Analysis in One-touch Insertion Type Pipe Joint for Refrigerant

김 은 영* · 박 동 삼** · 김 홍 용**

Kim Eun-Yonung · Park Dong-sam · Kim, Hong-Yong

요 약

파이프는 기계, 전자, 전기, 플랜트 등 많은 산업 분야에서 응용기기로 널리 사용되고 있으며, 소방, 화학 등 안전 관련 분야에서도 널리 사용되고 있다. 제품의 다양화에 따라 배관 분야에서도 기술의 중요성이 높아지고 있다. 특히 기존 동관을 스테인리스강으로 변경하는 경우 구조해석이나 유동 해석을 통해 안전성과 유동특성을 평가할 필요가 있다. 자체 개발한 일체형 인서트형 커넥터인 6.35 소켓 모델의 유동 안전성은 CFD 해석을 이용하여 유동유발진동(FIV) 평가 과정의 4단계를 통해 진행하였다. 배관계 벽면에 작용하는 압력변동의 진폭은 3,780Pa이하의 수준으로 형성되며, 이는 냉매 배관의 운전압력이나 설계응력과 비교했을 때 매우 작은 수준의 압력으로, 난류에 의한 진동이 배관의 구조안전성에 미치는 영향은 미미한 수준인 것으로 나타났다.

Keywords : 배관, 냉매 인서트형 커넥터, 압력분포 , 유동속도분포, CFD 해석

1. 서 론

배관은 기계, 전자, 전기 및 플랜트 등 많은 산업 분야에서 응용기기로 널리 이용되고 있을 뿐만 아니라 소방이나 화학 등 안전과 관련된 영역에서도 폭넓게 사용되고 있으며 관련 제품의 기술개발과 발전에 따라 배관 분야의 중요성도 날로 커지고 있다. 기존 에어컨 실외기 배관은 제작 편리성과 높은 열전도성 때문에 구리로 제작을 하였다. 하지만 구리배관의 경우 부식에 취약하고 강도가 낮아 찌그러짐 변형 등의 문제가 많이 발생하였다. 최근 국내 E사가 개발한 냉매용 원터치 삽입식 조인트의 재질은 연질의 스테인리스를 사용하였는데 이는 경질에 비하여 내부충격에 의한 파손의 위험이 적으며, 내압성과 기밀성 등의 구조적 안정성을 확보하였다.

한편, 이러한 상황에서 다양한 형태로 개발되는 연결구의 경우 실제 사용 시 많은 문제점이 발생할 수 있음에도 불구하고 개발된 배관 연결구의 실용적 측면에서의 효용성이나 구조상의 문제가 없는지에 대한 수치해석 등의 연구결과는 지극히 미미한 실정이다. 따라서, 기존의 구리 배관을 스테인리스로 변경하여 설계할 때 변경된 재료에 대한 새로운 평가기준이 요구되며, 특히 구조해석이나 유동해석을 통하여 냉매 사용에 안전한지, 유동에 대해서는 문제가 없는지 등을 평가할 필요가 있다.

2. 제품 해석

본연구의 해석에서는 LES난류모델을 적용하는 경우에 해석시간이 매우 많이 요구되므로, RANS모델을 적용하여 해석을 선행하고, LES해석의 초기조건을 취득함으로 해석에 필요한 시간과 리소스를 절감한 후 LES의 본 해석을 수행하였다.

표 1. Conditions for CFD analysis

refrigerant	flow amount	operating fluid			
		density ρ (30℃)	viscosity coefficient μ	Reynold's no.	fluid velocity V
R410a	1.5LPM	1,038kg/㎥	1.003×10-3kg/m · s	18,320	4.064m/s

* 평생회원 · 한국폴리텍대학 3D제품설계학과 교수 key0928@kopo.ac.kr

** 정회원 · 인천대학교 기계공학과 교수 dspark@inu.ac.kr

*** 평생회원 · 한국폴리텍대학 스마트전기학과 교수 hykim2020@kopo.ac.kr

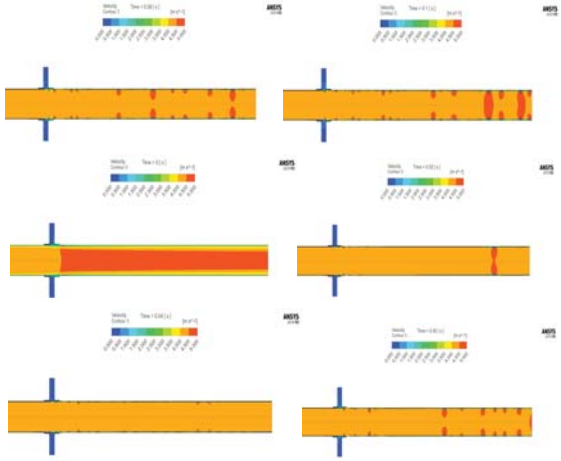

그림 1. Flow velocity distribution in the inner section of the piping system (0.02 sec interval)

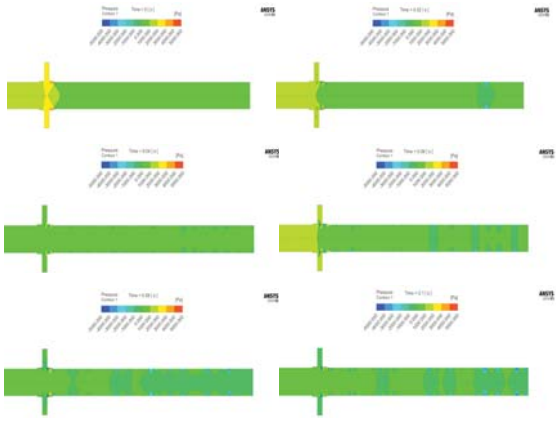

그림 2. Pressure distribution on the inner wall of the pipe and hook joint (0.02 sec interval)

3. 결 론

유동해석을 통하여 후크조인트 체결 시 발생하는 압력 및 진동 등을 검토한 결과 일반적인 배관계의 고유진동수가 50Hz 이하에서 형성되는 것을 감안했을 때, 난류유동에 의해 유발되는 진동이 배관계의 공진을 발생시킬 가능성은 희박한 것으로 판단된다. 또한, 배관계 벽면에 작용하는 압력변동의 진폭은 700Pa 이하의 수준으로 형성되며, 이는 냉매 배관의 운전압력이나 설계응력과 비교했을 때 매우 작은 수준의 압력이므로, 난류에 의한 진동이 배관의 구조안전성에 미치는 영향은 미미한 수준인 것으로 판단된다.

참고문헌

Lee, S-Y., Kim, W-S., Cho, S., Sung, U-J., Park, H-M., Sim K-J. (2009). "Flux Analysis of Air-conditioner Coupling," Proceedings of the SAREK Conference, 09-S-182, pp. 1031-1036.