

CAE에 의한 압축기 배관의 설계

(Design of Compressor Loop Pipe Using CAE)

박성근*, 조성욱*, 김형석*, 임금식*

(Sung-Keun PARK, Sung-Oug CHO, Hyung-Suk KIM, Keum-Sik IM)

ABSTRACT

The purpose of this paper is that the compressor design engineers reduce a development term with CAE approach. By using CAE, geometries for various type of piping systems can be constructed interactively and the Vibration Characteristics and Stress distribution are analyzed by FEM. Sentivity and structural modification analysis capability are also used to reduce the total number of prototypes. An example is shown to validate the effectiveness of this system.

1. 서론

냉장고는 가정내에서 항상 운전되어지고 있으며, 비교적 작은 레벨의 소음으로도 문제가 될 수 있다. 또한 에어컨은 하절기의 쾌적한 냉방을 위해 빠뜨릴 수 없는 제품이다. 이들 제품은 압축기, 열교환기등의 주요부품으로 구성되어지고, 이들은 배관으로 접속되어진다. 압축기가 냉매를 흡입/압축/토출하여 냉동능력을 내게끔 해주는 심장이라 할 때 배관은 냉매를 흐르게하는 혈관이라 할 수 있다. 배관의 설계가 불충분한 경우 압축기에 의한 진동으로 배관에 국부응력집중이 발생하여 파손이 되는 경우도 있기 때문에, 배관의 설계는 극히 중요하며 제품을 양산할 때까지 배관에 관해 많은 검토 및 실험이 진행되고 있다.

본 논문은 종래와 같이 시착을 여러번 시도하여 그 형상을 정하던 저효율의 설계 프로세스를 개선하고자 개발 설계의 효율화 관점에서 CAE를 이용하여 압축기의 배관을 설계전에 해석하여 설계효율화 및 품질 향상을 목적으로 하였다. 따라서, Modeling, Analysis 및 Evaluation Module을 구조변경시의 민감도 검토 및 고유진동수 최적화에 유효 적절히 사용한 결과 대폭적인 비용 및 시간을 절약할 수 있었으며 납득할 만한 결과를 얻을 수 있어, 신제품 개발시 신속한 배관 설계가 가능하였다.

2. 본론

밀폐형 압축기의 내부 배관은 케이싱(Casing)과 내부 조립품간의 정해진 공간에 간섭이 없도록 설계할 필요가 있으며, 또한 운전시의 진동부하에 대하여 충분한 강도를 갖

*금성사 생활시스템연구소, 정회원

고, 운전 주파수와도 공진하지 않도록 해야한다. 이러한 문제들을 해결하기 위하여, 배관형상을 3차원 측정기로 직접 정밀 측정하여 그 데이터를 형상 데이터로 입력시켜 그 래픽상에서 생성하여 응력 및 진동해석을 수행하였다.

2-1. 배관형상 모델링 및 하중/경계조건

이용된 배관형상을 그림1에 나타내었다. 모델링 및 해석은 범용구조해석 프로그램인 ANSYS를 이용하였고, 이용된 유한요소는 Pipe Element(STIF 16)이다. 경계조건은 토출플레넘과 연결되는 부분의 회전자유도는 모두 0이고 변위만 있으며, Shell에 용접되는 부분의 자유도는 모두 고정시킴으로써 실제 압축기의 사용조건과 유사하게 설정하였다. 또한 하중조건은 Shell에 용접되는 부분은 고정하고 타단에 단위하중을 가하였다.

2-2. Mode해석 및 Harmonic해석 결과

진동 Mode는 음의방사와도 밀접한 관계가 있으므로 Modal Analysis에 의해 배관진동에 1,2차 Mode(그림 2, 3)를 구하였고, 주파수 응답함수(그림 4)를 구하였다. 또한 공진동의 문제가 예상되는 경우에 대비하여 고유진동수의 감도해석을 하여, 각 Mode의 고유진동수를 효과적으로 Shift시킬 수 있도록 하여 손쉽게 구조 변경을 검토 가능하게 하였다. 그 예로서 감도해석의 결과(표 1. A - E)를 참고로 게재하였다.

3. 결론

CAE를 압축기내부의 배관설계에 이용하여, 검토기간의 단축 및 시작대수의 삭감이 가능하도록 한 것은 물론이거니와 품질향상도 도모하였고, 또한 신제품 개발시의 Speed-Up 수단으로써 대단히 활용가치가 높음을 알았다. 향후 개발설계해석의 효율화 관점에서 배관설계전에 CAE를 이용하여 소음진동을 예측하는 기술을 확립하는 것은 압축기의 내부배관 뿐만이 아니라, 냉장고 뒷면 기계실의 소음/진동 저하문제 및 폭넓은 용량운전제어가 요구되는 Package형 공조기의 냉동사이클 배관의 응력중대 및 배관진동 발생문제를 해결하는데 도움을 줄 수 있다.

4. 참고문헌

1. Garry E. Anderson, 1980, " Compressor Discharge Line Stress Analysis Utilizing Finite Element Method," Proceedings of the 1980 Purdue Compressor Technology Conference, pp.64-68, Purdue.
2. Seidel M. R., 1985, "Finite Element Modeling of Compressor Discharge Tubes.", Ma. Thesis, Purdue Univ. West Lafayette, In.
3. T. Hirano et al., 1990, "壓縮機 開發設計における CAE Approach", 제24회 공기조화·냉동연합 강연회 논문집, pp.9-12.
4. T. Hamada, T. Hirano, M. Fujiwara, 1988, "A Dynamic Analysis and Modeling system for 3-D Piping", 6th IMAC, pp.257-263

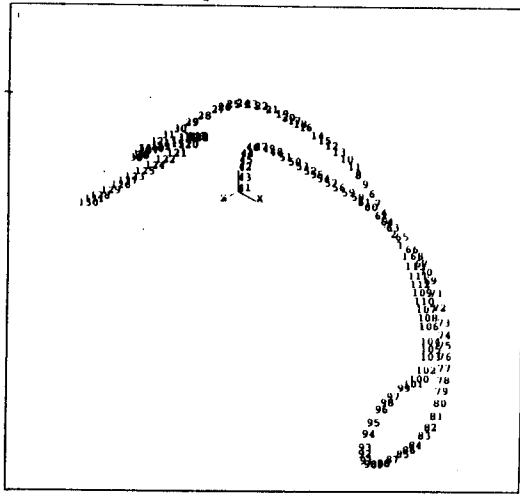


그림 1. 배관 형상도

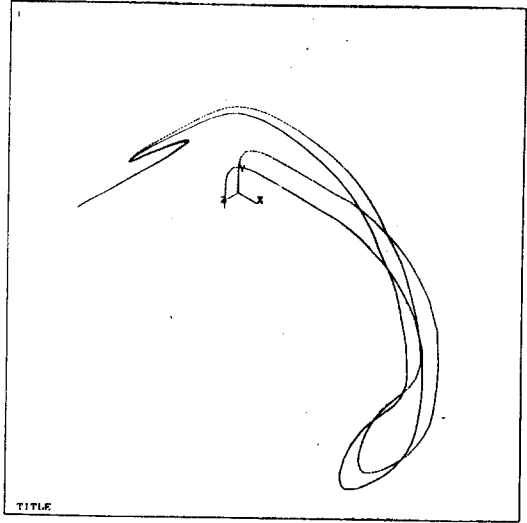


그림 3. 배관진동시 2차 모드

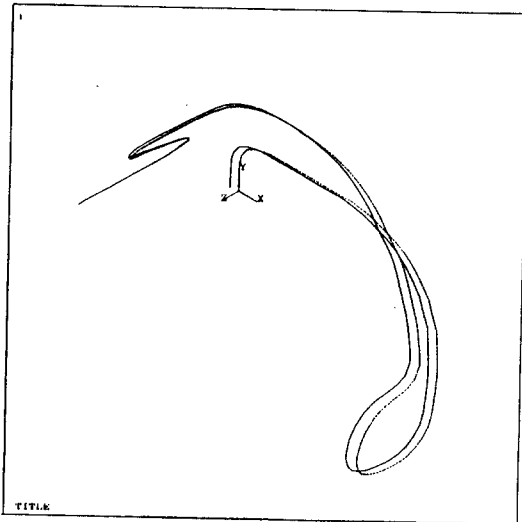


그림 2. 배관진동시 1차 모드

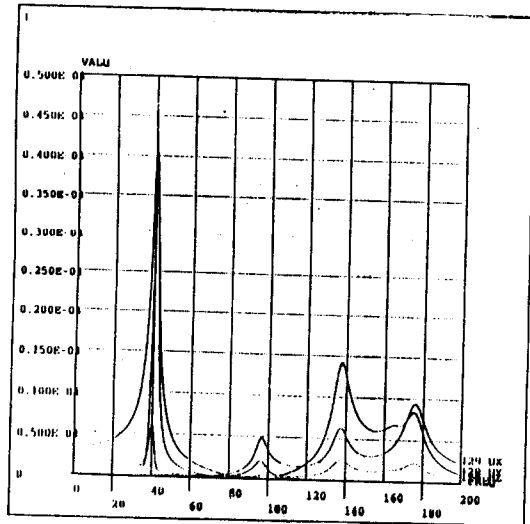


그림 4. 배관의 주파수 응답함수

표 1. 감도해석결과 (A-E)

A. ORIGINAL LOOP PIPE의 경우

고유치(EIGENVALUE) : HZ

MODE次數	FREQUENCY	FREQUENCY
1.	40.060137	34.239626
2.	41.069508	35.374389
3.	97.552398	83.876516
4.	139.132745	123.166310
5.	170.266100	156.652201

B. MODIFICATION-1

(글곡부에 스프링추가)

C. MODIFICATION-2

(B.+ 보출부입구 스프링추가)

MODE次數	FREQUENCY	FREQUENCY
1.	42.433533	41.736535
2.	45.656360	43.236185
3.	65.466334	101.023012
4.	65.466334	159.547547
5.	115.583779	176.936708
6.		199.231881
7.		(480.362283) **

D. MODIFICATION-3

(스프링이 全無); 危險

E. MODIFICATION-4

(全部 스프링으로 의음); 응력집중현상 심화

MODE次數	FREQUENCY
1.	26.766698
2.	27.393593
3.	53.649905
4.	54.552943
5.	76.078661