

# 하이브리드타입 진공펌프의 수학적 해석

## Mathematical Analysis of the Hybrid-Type Vacuum Pump

최병근\* · 김용휘\* · 이종명\* · 안병현\* · 하정민\*

Byeong-Keun Choi, Yong-Hwi Kim, Jong-Myeong Lee, Byung-Hyun Ahn,  
and Jeong-Min Ha

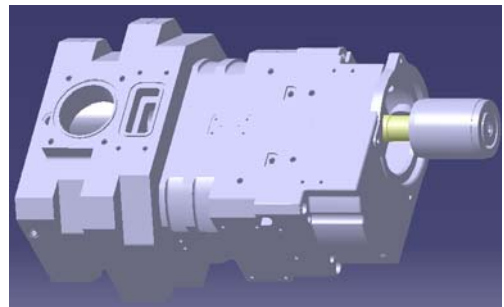
와 일체형이다. 기어는 헬리컬기어를 사용하였으며, 잇수는 68개이다.

### 1. 서 론

진공 기술은 반도체 및 고정정 공정 상태를 요구하는 기술로써 공정 시 기체의 시간에 따른 유량 변화에 의하여 내부의 압력은 변화하게 된다. 이러한 압력의 변화는 진공펌프의 불안정 진동과 소음을 발생시킬 가능성이 있으며, 결국 진공펌프의 수명에 영향을 주게 된다.

또한 디스플레이 제조공정 등의 핵심 환경인 진공을 형성하기 위한 진공펌프는 높은 성능과 신뢰성을 가장 필요로 한다.

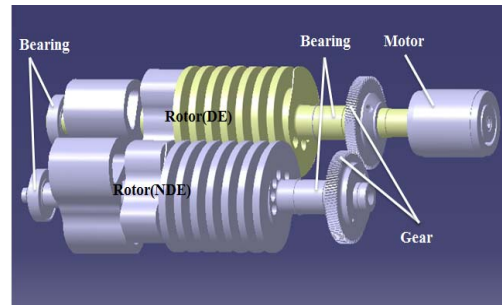
따라서 본 논문에서는 개발된 하이브리드타입 진공펌프의 상용화를 위해 가장 필요로 하는 신뢰성을 확보하고자 진공펌프의 다양한 수학적 해석을 실시하여, 불안정한 진동과 소음발생 가능성을 확인하고자 한다.



(a)The outer of the vacuum pump

### 2. 해석모델 정보

Fig. 1의 (a)와 같이 본 모델은 모터 케이스와 하우징으로 조립되며, (b)와 같이 로터, 베어링, 기어 등으로 구성된다. 구동방법은 하나의 모터로 구동 로터를 구동하며, 구동 로터(DE Rotor)의 기어와 피구동 로터(NDE Rotor)의 기어가 동기화되어 서로 다른 방향으로 회전하며, 유체를 흡입과 배기를 하여 진공상태를 만든다. 또한 모터의 고정자는 외팔보 형태로 체결되며, 모터의 회전자는 구동축로터



(a)The innards of the vacuum pump

Fig. 1 Rotor of vacuum pump

### 3. 구조적 특성 및 수학적 해석

#### 2.1 구조적 특성 해석

구조적 특성 파악을 위해 구조해석 수행하였으며, 경계조건으로는 구동 형태로 구동축 로터와 피구동축 로터의 형상(정적상태)에 대하여 해석을 진행하였으며, 하부 지지결합 위치에 고정하고, 흡기(Inhale) 방향으로 자중을 고려하여 작용되는 압력을

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

Tel : (055)772-9116, Fax : (055)772-9119

\* 공동저자1의 소속 : 경상대학교 에너지기계공학과

대기압(760torr=101,325Pa)으로 가하였다.

## 2.2 수학적 해석

Fig. 2에서의 붉은 선은 현 모델의 베어링 강성을 표시한 것이며, 베어링 강성을 증가시키면 고유진동수가 대폭 증가하는 것을 볼 수 있으며, 베어링 강성을 변경함으로써 연구 모델의 운전 주파수 두 배 성분(2X)을 고려하였을 때 공진 회피설계가 가능할 것으로 사료된다.

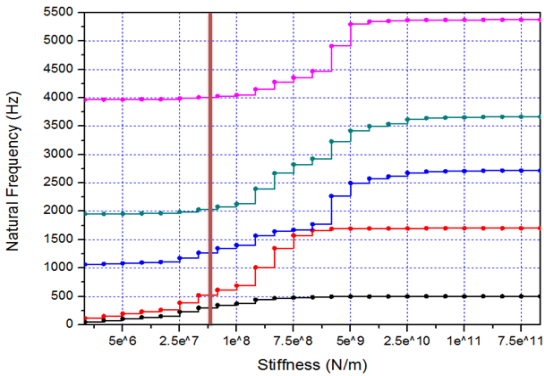


Fig. 2 Critical speed map of drive rotor

운전속도에 중점을 두어서 Rotor의 운전 영역은 3,600rpm(60Hz)으로 선정하였다.

Fig. 3과 같이 운전 주파수(1X)는 1차 고유진동수와 운전속도를 기준으로 공진분리여유<sup>(6)</sup> 20% 이상에 존재하고 있기 때문에 공진에 의한 이상진동은 발생하지 않을 것으로 사료된다.

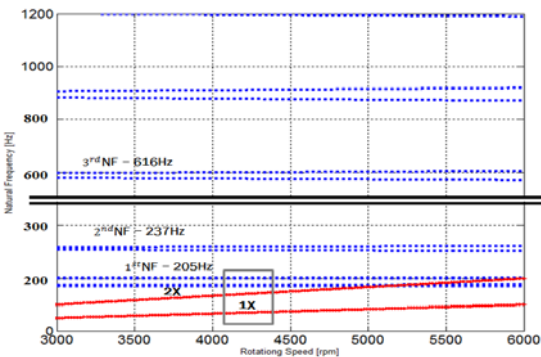


Fig. 3 Campbell diagram of drive rotor

## 3. 결 론

본 연구에서는 하이브리드타입 진공펌프의 신뢰성을 확보하기 위하여 수학적 해석을 수행하였다.

두 로터가 2X와 1차 고유진동수가 교차하는 것으로 나타났지만 관심부의 기여도가 낮은 것으로 확인되며, 공진 발생가능성이 낮은 것으로 사료된다.

또한 60Hz로 구동 시 안전성면에서 이상이 없다고 판단된다.

## 후 기

본 연구는 연구용역(HD-T-PUMP 및 MK Vacuum booster 구조진동해석) 및 해양산업연구소의 지원으로 수행되었으며, 관계자 여러분께 감사드립니다.