

# 다물체 동역학 해석과 연계한 터보 블로워용 축의 모델링에 관한 연구

## A study on Modeling for the Shaft of a Turbo blower Using Multi-Body Dynamic Analysis

\*정훈형<sup>1</sup>, 조현민<sup>1</sup>, 김재실<sup>2</sup>

#H. H. Jung(jove390@naver.com)<sup>1</sup>, H. M. Jo<sup>1</sup>, C. S. Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 창원대학교 대학원 기계공학과, <sup>2</sup> 창원대학교 기계공학과

Key words : Flexible rotor, Turbo blower

### 1. 서론

2000년도 이후 국내의 터보기계 산업기반기술이 선진국 수준의 설계기술과 제작기술이 발전됨으로 국내에서도 터보블로워를 제작가능하게 되었다. 터보블로워는 공기를 압축하여 보내는 장치로서 0.4-1.4kg/cm<sup>2</sup> 압력에서의 풍량에 따라 전동기의 출력이 결정된다. 터보블로워의 종류는 크게 고속용 단단과 저속용 단단으로 구분되고, 고속용 단단 터보블로워도 베어링 종류 구동 방법 종류에 따라서 유막베어링/기어증속기형 터보블로워와 공기베어링/BLDC 모터형 터보블로워로 구분된다. 이러한 형태의 터보블로워가 현재 국내에서 제작하여 운영되고 있으며 품질 및 설치면에서도 선진 터보블로워와 대비하여 상당한 수준에 도달되어 있다. 그러나 아직 터보블로워의 기계손실의 대부분을 차지하는 베어링 및 기어의 최적설계능력이 미흡한 결과로 전체 시스템효율과 내구성 품질부분에서는 약간 낮은 수준에 있다.

본 연구에서는 터보블로워의 유연회전체 모델을 구성하기 위하여 유한요소법과 상용 동역학 소프트웨어인 ADAMS를 연동하여 모델을 구성하는 기법을 기술하고, 모델의 검증에 위해 회전체 전용 해석 소프트웨어인 ARMD를 이용하여 비교 분석하였다.

### 2. 유연 회전체의 다물체 동역학 모델

터보블로워의 주축 모델을 구성하기 위하여 FE Tool인 ANSYS를 이용하였으며, 주축의 모드 해석 결과를 ADAMS와 연계시켜 유연체 모델을 구성하였다. ANSYS를 이용하여 모델을 구성하는 목적은 ADAMS상에서 유연회전체를 구성하면 각 노드들의 배열이 불규칙하여 해석 수행 시 정확한 결과를 얻을 수 없다. 반면 ANSYS의 모드 해석 결과를 이용하여 규칙적인 노드배열을 가지는 유연회전체 모델을 구성할 수 있으며, 해석 수행 시 정확한 결과를 얻을 수 있다. Fig. 1은 유연회전체를 모델링하는 과정을 도식화하였다.

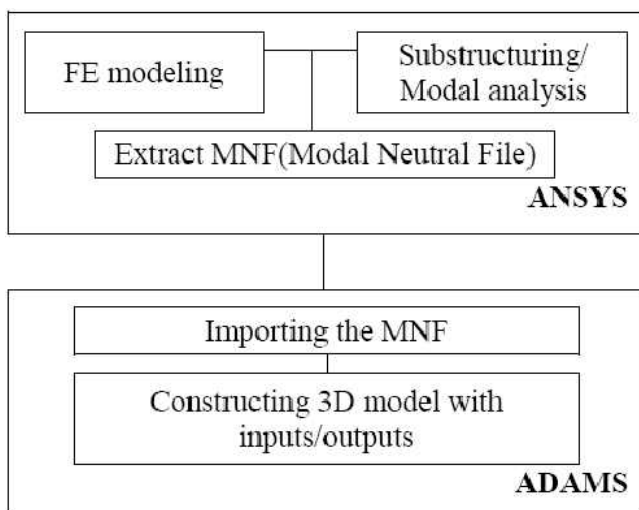


Fig. 1 Procedure for constructing the dynamic plant model of flexible rotor.

### 3. 유연 회전체의 유한요소 모델

회전체 모델의 주축의 직경은 100mm이고 총길이는 775mm이다. Fig. 2는 주축의 직경 및 길이를 나타내고 있으며 2군데의 베어링지지 포인트가 있다.

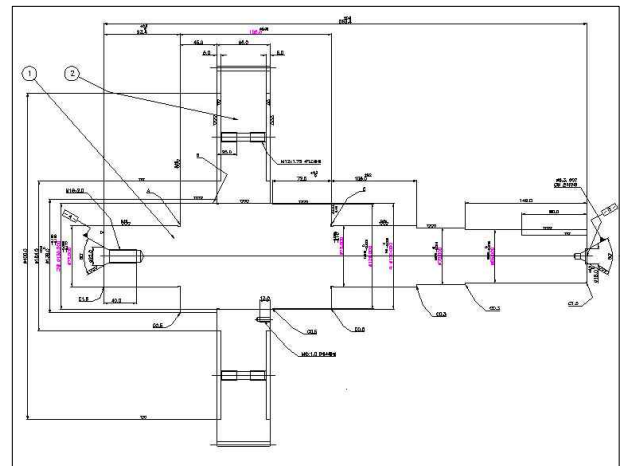


Fig. 2 Drawing of turbo blower.

Fig. 3은 ANSYS를 이용하여 구축한 주축의 유한요소모델이다. 이 주축의 모드 해석을 통하여 모드별 진동수를 구하였다. 경계조건은 Combine 14 요소를 사용하여 베어링 한 포인트 당 2곳을 지지하였다. 해석 수행 결과 Table 1은 같은 결과를 나타내었고, 1차모드의 진동수가 573.19Hz로 34391.4rpm에서 발생이 되었다.

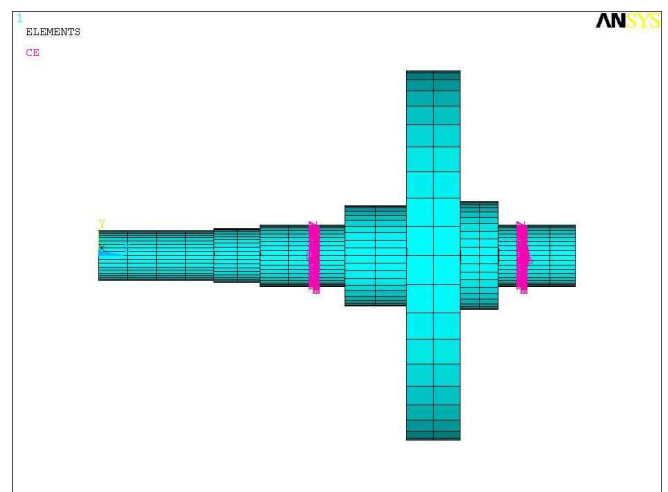


Fig. 3 Finite element model by ANSYS.

ANSYS를 이용한 모델이 동역학 프로그램에서 유연 회전체로 사용이 되기 때문에 정확성의 검증이 필요하다. 그래서 정확성을 검증하기 위하여 회전체 전용프로그램인 ARMD를 이용하여 해석을 수행하였다. ANSYS와 모드별 진동수를 비교하기 위하여 ARMD를 이용하여 모드별 진동수를 구하였으며, K, C값은 베어링 위치의 중심부에 노드를 생성시켜 입력하였다. K = 360.7

$N/mm^2$ ,  $C = 1.96 N\cdot s/mm^2$ 을 입력하여 각 모드를 구하였다. Fig. 4는 ARMD를 이용한 추축의 해석 모델이다.

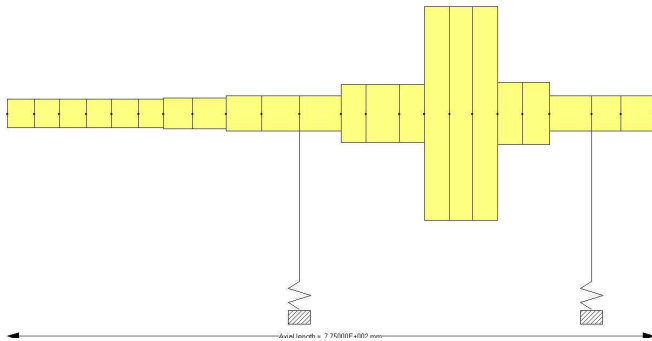
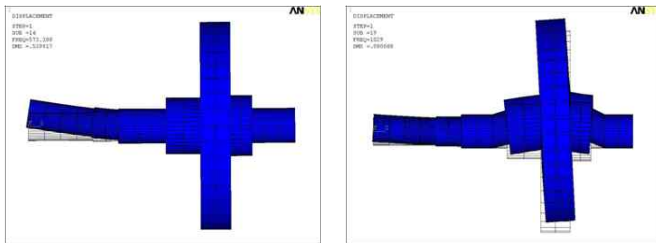


Fig. 4 Finite element model by ARMD.

Table 1 Natural frequencies(Hz) from both ANSYS and ARMD.

Mode	First	Second	Third	Fourth
ANSYS	573.19	1029.5	2584	3012
ARMD	491.65	943.42	2396.67	3350



(a) 1st mode (b) 2nd mode  
Fig. 5 Mode shape in each frequency for ANSYS.

Fig 5는 회전체가 회전할 때 공진영역에서 어떤 거동을 하는지 각 모드 형상을 나타내고 있으며, 상당히 정당한 회전체의 동적 거동을 나타내고 있다. 따라서 ANSYS를 이용한 유한요소모델의 정확성이 검증되었다. Fig. 6은 회전체 모델의 모드를 포함하고 있는 MNF(Modal Neutral file)를 "Export to ADAMS" 모듈을 통해서 ADAMS로 출력하는 과정을 나타낸다.

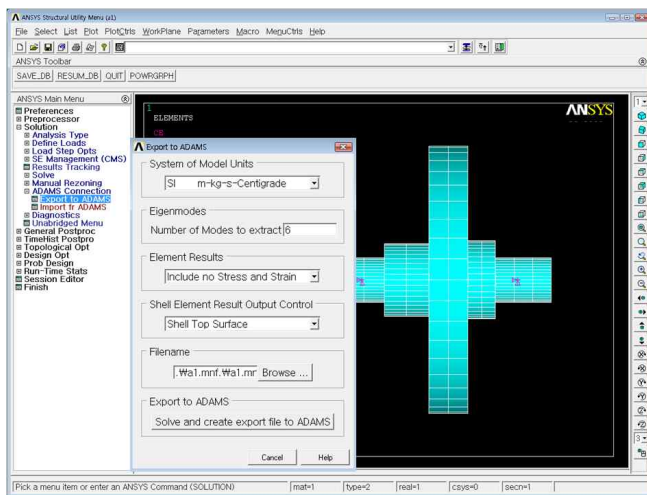


Fig. 6 Procedure for exporting the MNF in ANSYS.

#### 4. 동역학 소프트웨어를 이용한 모델링

Fig. 7은 ANSYS 모델에서 추출된 MNF를 이용하여 ADAMS상에서 유연 회전체 모델을 구성하고 조인트, 절점, 구속조건, 회전 운동과 부싱 등을 나타낸다. ANSYS와 유연체 모델의 베어링 요소는 ADAMS의 부싱을 사용하여 K, C 값을 입력한다. 포인트 모션을 사용하여 모터의 위치에서 RPM을 조절하였다. 전/후방 베어링의 중심부에 Massless를 달아서 출력되는 변위 값을 측정한다. 이 점에서 측정된 변위 값을 통하여 회전체의 진동이 계산된다.

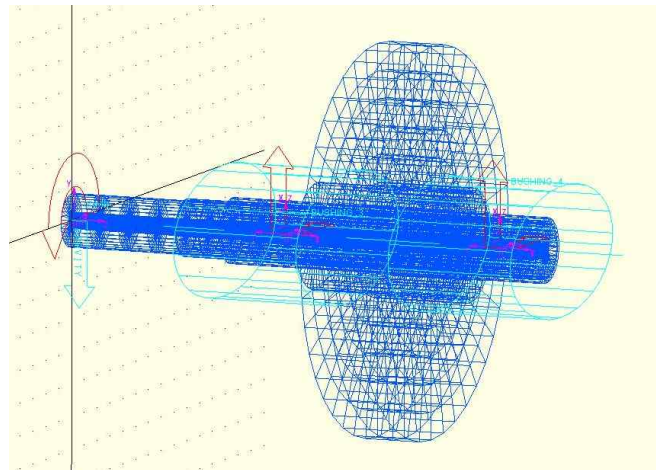


Fig. 7 Flexible body model of rotor system.

#### 5. 결론

본 연구에서는 유한요소법과 동역학 소프트웨어를 이용하여 유연 회전체의 모델링 기법에 관하여 기술하였다.

- (1) 유한요소법을 통하여 회전체의 모드를 분석하고 결과의 타당성을 검증하기 위하여 회전체 전용 소프트웨어를 이용하여 그 결과를 비교 분석하였다.
- (2) 검증된 모델을 바탕으로 다물체 동역학 기법에 적용하여 유연 회전체 모델을 구성하였다.

#### 후기

본 연구는 산업자원부 지방기술혁신 사업 [RTI04-01-03] 지원으로 수행되었습니다.

#### 참고문헌

1. 이원창, 김성원, 김재실, 최현오, "위상조절법에 의한 유연회전체의 능동제어에 관한 연구," 한국정밀공학회 춘계논문집, 906-909, 2005.
2. 이원창, 김성원, 김재실, 최현오, "동역학 S/W와 연계한 회전체 제어의 모델링에 관한 연구," 한국정밀공학회 추계논문집, 280-283, 2005.
3. Adams/View, Version Adams 2005 r1, MSC. Software Corp., Santa Ana, 2005.
4. ANSYS, Release 10.0, ANSYS Inc., Canonsburg, PA 15317. 2006.