

회전체 구조물에 대한 모드시험 및 분석모델링 구축

Modal Test and Building Analysis Model about Rotating Structure

이용근† · 정민기* 차기업**
 Yonggeun Yi, Min-Ki Jeong, Ki-Up Cha

1. 서 론

본 연구는 회전체 구조물 설계에 대한 해석모델과 시험모델을 생성하고, 각 모델의 Modal Parameter (Natural Frequency, Mode Shape, FRF 등)들을 비교/분석 및 해석모델 교정 작업을 통하여 신뢰성 있는 해석모델의 물성치 유도 및 해석모델을 확보하는 것이다.

2. 모델링 방법 및 교정 작업

2.1 모델링 방법

회전체 구조물의 모델링은 Figure 1과 같이, 전체를 Full model로 두고, Full model을 3개로 분할하고,, 또 각 part를 Component 까지 분해

고정부분인 Fixed Part 와 그안에서 회전하게 되는 Rotation part, 그리고 Rotation part에 연결되는 Barrel part로 나누어 생각하였다.

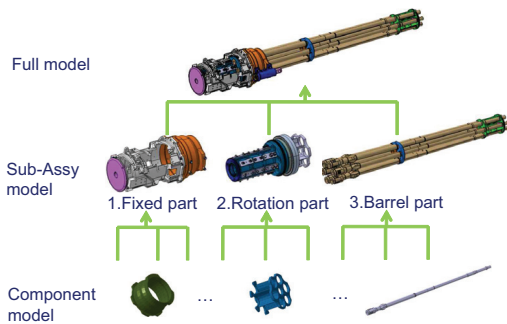


Figure 1 회전체 구조물의 모델링

2.2 교정 작업

교정 작업은 Figure 2와 같이, Correlation을 하여 준다. Correlation이란, 간단히 말하면, FE모델과 실제FRF의 결과를 비교하여, 각 component의 물성치를 측정 결과와 비슷해지도록 물성치를 조절해 주는 작업이다.

Component를 조립한 Part의 경우에는 이미 맞춰져있는 물성치를 수정하는 대신 Component 간의 경계조건을 수정하였다.

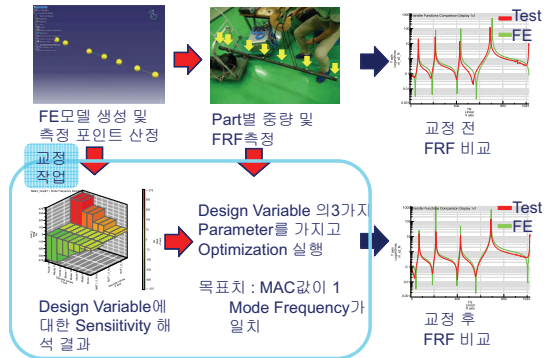


Figure 2 교정작업 과정

3. Full model의 측정 및 해석 결과

FE모델의 시뮬레이션은 LMS사의 Virtual Lab. R11을 이용하였고, 모든 해석은 Free-Free condition으로 해석하였고,, Full model의 node 개수 87927개이다.

측정에는 LMS사의 Test Lab. 11B과 Front-end, PCB사의 3축 센서를 이용하였다. 측정 시 impact hammer로 x,y,z 3방향으로 가진하였고, bungee rope를 이용하여 Free-Free condition에서 FRF를 측정하였다.

Figure 3 은 Full model의 FRF측정 사진과, 센서

† 교신저자; (주)브이테크
 E-mail : yonggeun86@vetech.co.kr
 Tel : 070-4616-2361, Fax : 070-8630-1630
 * (주)브이테크
 ** 국방과학연구소 (ADD)

측정 포인트, FE 모델의 모습을 나타낸 것이다.

3. 결 론

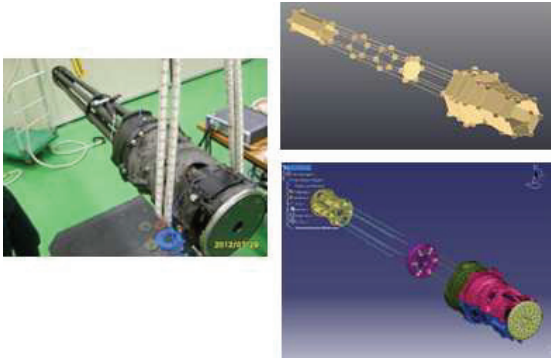


Figure 3 실제 FRF 측정 모습(왼쪽 그림)과, 센서 측정 포인트(오른쪽 위), FE 모델의 모습(오른쪽 아래)

측정결과 및 Correlation 전/후의 FE모델 시뮬레이션 결과를 아래 Table 1에 정리하였고, Correlation 전/후의 MAC matrix를 Figure 4에 정리 하였다.

Table 1 Mode pair table

Test 모드 번호	Test Frequency (Hz)	Correlation 전			Correlation 후		
		FE-model Frequency (Hz)	주파수 차이 (Hz)	주파수 차이 (%)	FE-model Frequency (Hz)	주파수 차이 (Hz)	주파수 차이 (%)
1	78.2	67.4	10.78	13.8	78.4	0.2	0.3
2	81.9	68.7	13.16	16.1	80.1	1.8	2.2
3	110.1	103.9	6.28	5.7	138.0	27.9	25.3
5	129.1	102.6	26.5	20.5	139.0	9.9	7.7
9	193.5	162.7	30.8	15.9	276.1	82.6	42.7
13	250.7	330.2	79.5	31.7	330.6	79.9	31.9
16	262.3	164.5	97.83	37.3	282.9	20.58	7.8
		평균	37.84	20.14	평균	31.85	16.84

Table 1과 Figure 4에 있는 mode는 MAC값이 0.35이상인 것만을 비교하였다. Mode pair table과 MAC matrix를 보면 알 수 있듯이 Correlation 전보다 후의 시뮬레이션 결과가 실제 측정 결과에 더 가까운 것을 알 수 있다. 측정 결과와 FE 모델의 Mode 주파수 차이의 평균은 37.84Hz에서 31.85Hz로 약 6Hz 낮아졌고, %로 따지면 20.14%에서 16.84%로 3.3% 낮아졌다. 따라서, 예전의 FE모델보다는 신뢰성있는 해석모델이 만들어 졌다.

Correlation 후에도 주파수 차이가 큰, test모드번호 3번과 9번의 경우, y축 방향의 모드다. 13번의 경우에는 뒤쪽은 움직이지 않고 Bar 부분만 움직이는 모드다. Bar를 1개만 결합했을 경우, 실측 결과와 대부분의 일치 했던 것을 감안하면, 본 연구에서는 6개를 연결해주는 부분의 경계조건과, Bar와 회전체 고정부의 y축 방향의 경계조건을 명확히 구해 내지 못하였다는 것을 알 수 있다. 이에 대해서는 추후 추가적인 시뮬레이션을 통해 구할 수 있다고 생각한다.

Figure 2의 오른쪽 그래프에도 나와 있듯이 단순한 component의 경우, 교정작업을 거치고 나면 FE 모델과 실제 FRF측정 결과가 비슷하게 나온다. 하지만 구조가 복잡하고, 여러 부품을 결합하여 측정할수록 점점 실제 측정 결과와 다른 시뮬레이션 결과를 얻는 것을 알 수 있었다.

후 기

본 논문은 ADD에서 수행중인 연구과제의 일환으로 도출된 성과물중 해석 모델 생성과정을 정리한 것이다.

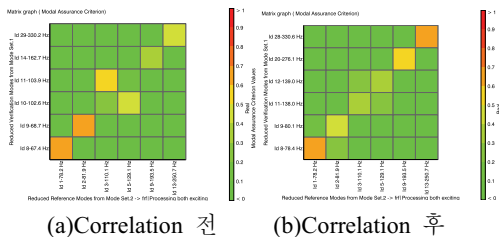


Figure 4 Correlation 전/후 MAC matrix 비교