

# 마운트 배치에 따른 선박 가스터빈 추진축계의 동적거동

## The dynamic response of a marine gas-turbine propulsion system by the mount arrangement

김영철<sup>†</sup>·정태영\*·이동환\*

Y.C. Kim, T.Y. Chung and D.H. Lee

### 1. 서 론

선박용 가스터빈은 소형이면서 고출력을 제공하며 효율이 높고 유해 배기가스가 적어 친환경적인 장점들로 인해 최근 군용 뿐 만 아니라 고속 상선에서도 많이 도입되고 있다. 특히 가스터빈은 디젤엔진에 비해 소음과 진동이 적고 신속한 가속과 감속이 가능하여 운전의 유연성이 크며, 시스템의 신뢰성이 높고 유지보수비가 적게 들기 때문에, 저출력과 고출력의 운전을 동시에 구현하기 위해 디젤엔진과 결합된 다양한 추진축계로 설계되고 있다. 이러한 배열로는 디젤 또는 가스터빈을 결합하는 CODOG방식, 디젤엔진과 가스터빈을 결합하는 CODAG방식, 가스터빈과 가스터빈을 결합하는 COGAG방식, 가스터빈 또는 가스터빈을 결합하는 COGOG방식, 디젤과 가스터빈을 이용하여 전기 추진하는 방식(CODLOG)등이 있다.

보통 가스터빈 축계는 항공기 엔진을 개조한 다축 형태로 구성되며, 다단 압축기를 통해 공기를 압축한 후 연소기를 통해 자유출력터빈을 돌려 추진동력을 얻게 된다. 자유출력터빈은 아주 고속으로 돌아가기 때문에 비교적 속도비가 큰 다단 감속기를 통해 추진축계에 동력을 전달하게 된다. 보통 가스터빈 출력축과 감속기어는 디스크팩 커플링 등으로 연결되며 엄밀한 밸런싱과 측정결과정을 거쳐서 조립된다. 또한 여타 다른 선박용 장비들과 마찬가지로, 엔진이나 기어박스에 발생하는 진동이 다른 기기에 영향을 미치는 것을 방지하기 위해서, 그리고 기진원을 차단하거나 유체기진력 등 다른 기진원들이 엔진으로 전달되는 것을 방지하기 위해서, 탄성 마운트 시스템을 설치하게 된다.

하지만, 육상용과는 달리, 선박의 경우 가스터빈과 기어박스는 그 제작사가 다르고 선박내 공간이나 중량의 제한으로 인해 각각 독립적으로 마운트 시스템을

설치하는 경우가 많은데, 이로 인해 과도한 축계 진동이 발생하거나 커플링이 조기 손상되는 현상이 발생한다. 따라서 본 논문에서는 이러한 현상의 원인을 규명하기 위해서 가스터빈과 감속기어를 각각 독립적으로 장착한 분리 마운트 시스템의 경우와 동일한 한 개의 공동 마운트 시스템에 장착한 경우에 대해 각각의 고유진동수를 예측하고 그 진동거동을 분석하였다.

### 2. 마운트 배치에 따른 추진축계 진동

#### 2.1 진동해석 모델

일반적으로 가스터빈은 운전속도 범위 내에서 위험속도가 없도록 설계된다. 보통 베이스는 알루미늄판으로 만들어지며, 여러 개의 충격/방진 마운트 위에 설치되어 외부 충격에 일정변위 이하로 변형되도록 한다. Figure 1은 7,000rpm으로 회전하는 선박용 가스터빈 축계가 분리 마운트 시스템과 공동 마운트 시스템에 연결된 경우에 대한 동적 거동 해석 모델을 나타낸다. 가스터빈 출력터빈축과 감속기어 고속축은 1(GN/m)의 강성을 가진 구름베어링에 지지되는 것으로 가정하였으며, 가스터빈 축과 연결되는 커플링의 유연성이 0.0001(1/Nm), 감속기와 연결되는 커플링의 유연성이 0.0002(1/Nm)라고 가정하였다. 분리 마운트의 경우, 가스터빈과 지지 베이스의 무게를 2,000(kg), 양단에 지지된 마운트 강성을 3.43(MN/m)로 가정하였으며, 감속기와 지지 베이스의 무게를 3,000(kg), 양단에 지지된 마운트 강성을 55.6(MN/m)로 가정하였다. 공동 마운트의 경우 가스터빈, 감속기 및 마운트의 무게를 5,000(kg), 양단에 지지된 마운트 강성을 70.0(MN/m)로 가정하였다.

#### 2.2 추진축계의 진동거동 및 고찰

Table 1은 각각의 마운트 구조에 따른 진동해석 결과를 나타낸다. 강체 마운트위에서 운전되는 고속축계만을 고려하였을 때, 가스터빈축에서 굽힘모드를

<sup>†</sup> 교신저자; 정회원, 한국기계연구원

E-mail : kyc@kimm.re.kr

\* 한국기계연구원

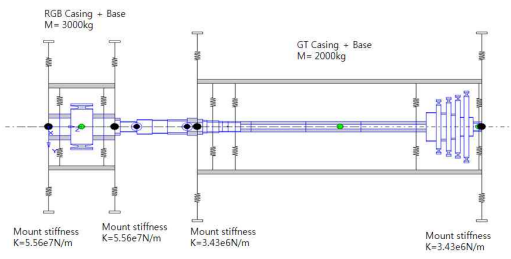
가지는 1차 고유진동수가 9,103cpm에서 존재하는 것으로 계산되었으며, 운전속도 120%이상에서 공진이 발생함을 확인할 수 있다. 분리마운트 모델에서는 각 마운트에서 각각 2개의 공진점을 가지게 되며, 마운트별로 운전시 가스터빈축과 감속기 사이에 심각한 상대변위를 갖게 됨을 알 수 있다. 하지만 공동마운트를 사용하게 되면 가스터빈축과 감속기축이 상대변위를 일으키지 않고 마운트에서 강제운동을 하게 됨을 확인할 수 있다.

### 3. 결 론

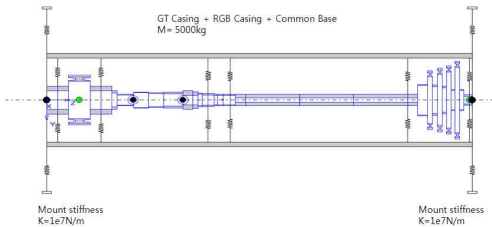
본 연구에서는 마운트배치에 따른 동적거동의 영향을 고찰하였으며, 분리마운트에 비하여 공동마운트를 사용하였을 때 축계거동을 향상시킬 수 있음을 보였다.

Table 1. natural frequencies

mode shape	rigid mount model	separated mount model	common mount model
base rigid mode	-	326cpm	400cpm
		416cpm	
		1446cpm	487cpm
		1581cpm	
GT bending	9103cpm	9131cpm	8971cpm
RGB translational	12344cpm	14049cpm	13575cpm

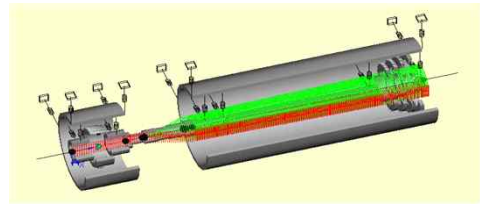


(a) separated mount model

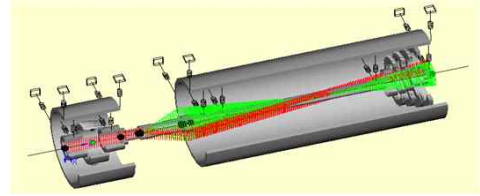


(b) common mounted model

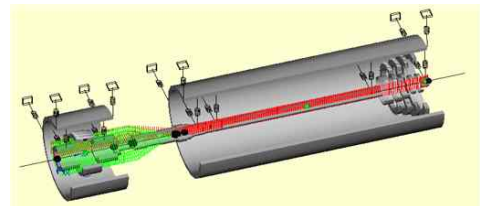
Figure 1. mount model for dynamic analysis of marine gas-turbine shafting system



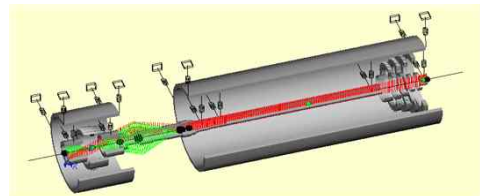
(a) GT translational mode @326cpm



(b) GT conical mode @416cpm

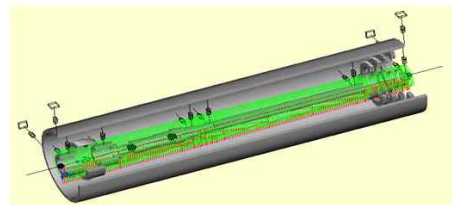


(c) RGB translational mode @1446cpm

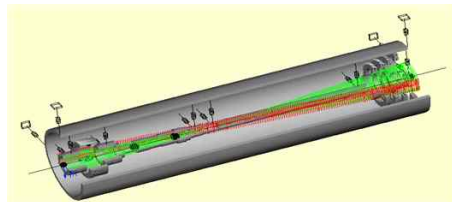


(d) RGB conical mode @1581cpm

Figure 2. mode shapes of the separated mount



(a) common mount translational mode @400cpm



(b) common mount conical mode @487cpm

Figure 3. mode shapes of the common mount