

선체 진동모드를 고려한 모멘트 컴펜세이터 용량 최적 설계 Adjustment of the moment compensator considering hull girder mode

김극수† · 김노성* · 김경수*

Kuk-Su Kim, Nho-Seong Kim and Kyungsoo Kim

1. 서 론

일반적으로 선박 엔진의 2차 모멘트에 의한 진동을 저감하기 위하여 모멘트 컴펜세이터(이하 MC)를 설치한다. 이 모멘트를 완전히 제어하기 위해선 엔진의 진후에 MC를 설치해야하지만 엔진룸의 공간적 제약으로 인하여 2개를 설치하기가 어려운 경우도 있다.

본 연구에서는 MC를 엔진 양쪽에 설치할 수 없는 경우의 선박에 대하여, 2차 모멘트가 선체진동에 미치는 영향을 분석하고, 선체진동을 저감하기 위해 MC의 최적용량을 산정하는 방안을 제시하였다.

2. 엔진의 기진력

본 연구는 유조선을 대상으로 수행하였으며, 엔진은 7G80ME-C9이며 주요 기진력은 Table 1과 같다.

Table 1 Excitation force (kNm)

Order	External moments
1 st	210
2 nd	847

3. MC 용량 산정

MC의 용량을 산정하기 위해 먼저 3D F.E. 모델을 이용하여 고유진동해석을 수행하였고, 계산결과는

Table 2와 같다.

본 호선의 고유진동해석 결과에 의하면, 상용운항 영역에서 공진 가능성이 있는 Hull girder 4th mode(2.2Hz)는 Fig. 1과 같이 Main engine의 앞쪽에 Nodal point를 가지고 있다. 따라서 MC를 엔진 후단부에 설치하였다.

Table 2 Natural frequencies of hull girder (Hz)

Mode	Natural frequency
1 st	0.48
2 nd	1.1
3 rd	1.7
4 th	2.25

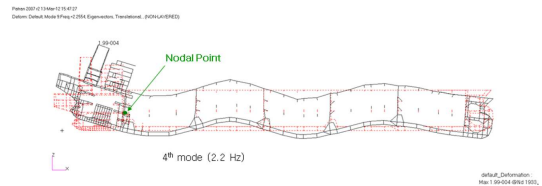


Fig. 1 Mode shape

엔진 후단부에만 MC를 설치할 경우 보상력의 크기는 Nodal point에서 모멘트 평형식을 이용하여 결정할 수 있다. Nodal point에서 2차 모멘트가 작용하는 거리는 Fig. 2와 같고 모멘트의 크기는 Table. 1에 나타나 있다. 이 모멘트를 엔진의 앞뒤에서 수직방향으로 발생하는 등가 우력으로 치환하면 등가 우력은 다음 식으로 계산할 수 있다.

$$F = \frac{M}{L} \quad (1)$$

여기서 M은 2차 모멘트이고, L은 등가 우력이 작용하는 거리이다. 본 선박의 경우 엔진의 길이가 L이므로 힘을 식 (1)을 이용하여 계산할 수 있다.

† 교신저자; 김극수, 대우조선 해양㈜

E-mail : kuksu@dsme.co.kr

Tel : 055-680-5560, Fax : 055-680-7238

* 대우조선해양㈜

후단부에 MC를 설치하여 Nodal point에서 모멘트의 합을 최소로 하는 보상력은 다음식으로 계산할 수 있다.

$$\begin{aligned} \sum M_i &= 0 \\ F_m L_a - F_a L_a + F_f L_f &= 0 \end{aligned} \quad (2)$$

식(2)를 정리하면 다음과 같다.

$$F_m = \frac{F_a L_a - F_f L_f}{L_a} \quad (3)$$

2차 모멘트에 의해 발생하는 등가 우력의 크기는 같으므로 식(3)은 다음과 같이 정리할 수 있다

$$F_m = \frac{(L_a - L_f)}{L_a} F_a = \frac{L}{L_a} F_a = \frac{M}{L_a} \quad (4)$$

여기서 F_f , F_a , F_m 은 각각 2차 모멘트에 의해 발생하는 등가 우력중에서 엔진 전단부에 작용하는 힘, AFT에 작용하는 힘, 및 후단부에 설치한 MC에서 발생하는 보상력이다. L_f 와 L_a 는 각각 Nodal point에서 엔진 전단부까지의 거리와 Nodal point에서 후단부까지의 거리이다.

식 (4)에서 엔진의 길이와 Nodal point에서 엔진 후단부까지 길이의 비는 0.53이므로 컴펜세이터의 보상력은 2차 모멘트에 의해 발생하는 등가힘의 50% 정도로 설정하면 된다.

4. 강제진동해석

위 식으로 선정된 보상력에 의한 진동감소량을 확인하기 위하여 MC가 없는 경우, 100% 용량의 MC를 설치하였을 경우 및 최적의 용량(50%)을 사용하였을 경우에 대해 강제진동해석을 통해 진동 저감 효과를 비교하였다.

각 설치 위치에 따른 거주구에서의 종방향 진동 저감치는 Table 3과 같고, 엔진 RPM에 따른 진동 응답 그래프는 Fig. 3에 나타내었다.

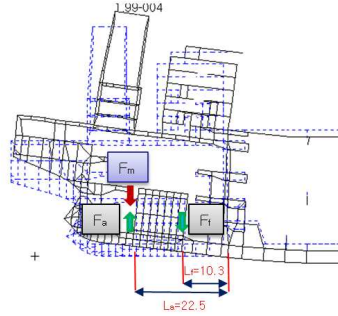


Fig. 2 Layout of the forces on main engine

Table 3 Predicted vibration reduction

Capacity	Vibration reduction (%)
100%	25
50 %	90

Fig. 3에 보는 바와 같이, 후단부에만 MC를 100% 용량으로 설치할 경우 진동은 25%정도 감소하는 반면, 50%의 용량을 사용하였을 경우 90%가량 감소한다.

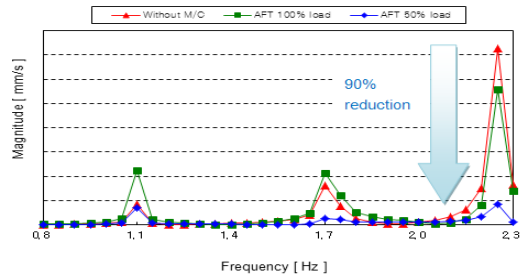


Fig. 3 Vibration analysis results

5. 결론

본 연구에서는 엔진의 한 쪽에만 MC를 설치하는 선박에 대해, 고유진동해석 결과와 모멘트 평형식을 이용하여 위치와 최적 용량을 결정하였고, 강제진동해석을 통해 진동 저감성능을 확인하였다. 대상호선의 MC의 경우 엔진 후단부에 50%의 용량으로 설치할 경우, 2차 모멘트에 의한 거주구의 진동이 90% 감소되는 결과를 얻었다.