

# 엔진 마운트의 강성과 설치 각도에 관한 기초 연구

## A study on the relationship between engine mount stiffness and angle

오교원\* · 최윤호\* · 이재응†

Kyo-won Oh, Yun-ho Choi and Jae-eung Lee

### 1. 서 론

차량에서 발생하는 진동의 대부분은 엔진에서 발생하며<sup>(1)</sup> 이를 절감하기 위한 방법으로 엔진에 토크가 가해졌을 때 실제 엔진이 회전 운동하는 기준 축인 TRA(Torque Roll Axis)와 어느 한 축으로 힘 또는 우력을 주었을 때 그 축 방향으로만 직선, 회전변위가 발생하는 축인 EA(Elastic Axis)의 일치성을 통한 엔진의 모드를 분리시키는 방법<sup>(2)</sup>이 일반적이다.

이를 위한 엔진마운트의 성능 인자는 자체 강성과 설치 위치, 설치 각도 등이 있으며, 방진고무가 주를 이루는 엔진마운트는 설치 각도에 따라 수평 및 수직 방향의 강성이 바뀌는 특성을 지니므로 최적의 설치 각도를 찾아내는 것이 필요하다.

본 논문에서는 엔진 단면의 임의 위치에 TRA가 지나갈 때 그 점과 Elastic center를 일치시키는 방법에 대하여 연구하였고, Matlab을 이용하여 시뮬레이션 함으로써 이를 검증하였다.

### 2. 본 론

#### 2.1 엔진 마운트 parameter의 관계 정립

엔진 마운트 지지 단면의 임의 점에 TRA가 지나갈 때 마운트의 강성, 설치 각도 등을 변수로 하여 Elastic center를 이 점과 일치시키고자 한다. 이론적으로 TRA에 마운트 지지가 이상적이지만 엔진의 용량이 크거나 마운트가 설치되는 body의 기하

학적 제한으로 실질적으로 중심지지 방법이 널리 사용된다.

Fig. 1은 엔진 마운트이며 여기서  $k_{c1}, k_{s1}, k_{c2}, k_{s2}$ 는 각각 좌우측의 수직 및 전단 방향 강성이며  $a, b, c$ 는 무게 중심으로부터 마운트까지의 거리.  $\phi, \beta$ 는 좌우측의 마운트 기울임 각이다.

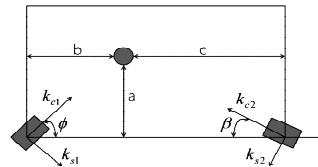


Figure. 1 2D schematic view of the engine mount system

이를 구하기 위하여 x방향과 y방향으로 임의의 변위를 주는 경우에 대한 관계식을 식 (2)~(4)에 나타내었다.

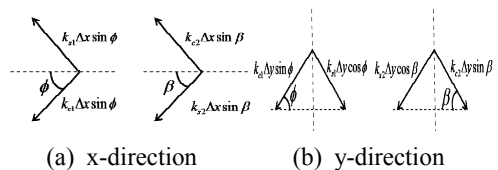


Figure. 2 Variation of stiffness direction

(a)의 경우에는  $\sum F_x = 0, \sum M_{e.c} = 0$ 를 만족하여야 하고, (b)의 경우에는  $\sum F_y = 0, \sum M_{e.c} = 0$ 를 만족하여야 한다.

$$(k_{c1} - k_{s1})\cos\phi\sin\phi - (k_{c2} - k_{s2})\cos\beta\sin\beta = 0 \quad (2)$$

$$a(k_{c1}\cos^2\phi + k_{s1}\sin^2\phi + k_{c2}\cos^2\beta + k_{s2}\sin^2\beta) \quad (3)$$

$$-b(k_{c1} - k_{s1})\cos\phi\sin\phi - c(k_{c2} - k_{s2})\cos\beta\sin\beta = 0$$

$$b(k_{c1}\sin^2\phi + k_{s1}\cos^2\phi) - c(k_{c2}\sin^2\beta + k_{s2}\cos^2\beta) = 0 \quad (4)$$

† 교신저자; 정회원, 중앙대학교 기계공학부 정교수

E-mail : jelee@cau.ac.kr

Tel : (02)820-5284 , Fax : (02)814-9476

\* 중앙대학교 기계공학부

## 22 시뮬레이션

시뮬레이션에 앞서 조건에 따른 목적함수를 구하였다. 그러나 식보다 변수가 많은 관계로 최적화는 어렵다. 그래서 두 가지의 경우로 나누어 고려한다.

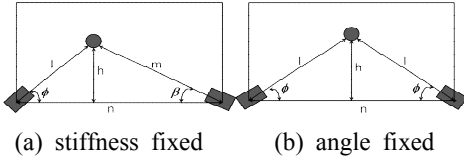


Figure. 3 2D schematic view of the engine mount system

Fig 3에서 (a)의 경우에는 마운트의 강성을 고정시키고 (b)의 경우에는 설치각도를 고정시켰을 때를 나타내었다. 이에 따른 관계를 식 (5)와 (6)에 나타내었다.

(a) stiffness fixed

$$k_{cl} = k_{c2}, k_{s1} = k_{s2}, \frac{k_{s1}}{k_{cl}} = R, k_{cl} \neq k_{s1} \quad (5)$$

(b) angle fixed

$$\phi = \beta, \frac{k_{s1}}{k_{cl}} = R_1, \frac{k_{s2}}{k_{c2}} = R_2 \quad (6)$$

위의 조건들을 식 (2)~(4)에 적용하여 얻은 결과를 식 (7)~(9), (10)~(12)에 나타내었다.

(a) stiffness fixed

$$\phi + \beta = 90^\circ \quad (7)$$

$$a(1+R) - \frac{(l\sqrt{n^2-l^2})}{n(1-R)} = 0 \quad (8)$$

$$b(n^2-l^2+Rl^2) - (n-b)(l^2+R\sqrt{n^2-l^2}) = 0 \quad (9)$$

(b) angle fixed

$$k_{cl} = \frac{k_{c2}(1-R_2)}{1-R_1} \quad (10)$$

$$a\left[\left(\frac{1-R_2}{1-R_1}\right)(n^2+R_14h^2) + (n^2+R_24h^2)\right] - (1-R_2)2n^2h = 0 \quad (11)$$

$$b\left(\frac{1-R_2}{1-R_1}\right)(4h^2+R_1n^2) - c(4h^2+R_2n^2) = 0 \quad (12)$$

(a)의 경우에는 R값을 변화에 따라, (b)의 경우에는  $R_1$ 을 고정시키고  $R_2$ 값의 변화에 따라  $a$ 와  $b$ 의 값이 TRA에 얼마나 수렴하는지를, Matlab을 이용하여 시뮬레이션 하였으며, 그 결과를 Fig. 4에 나타내었다. 여기서  $x$ 축은  $b$ 이며  $y$ 축은  $a$ 이다.

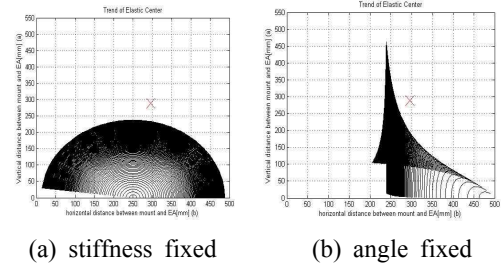


Figure. 4 Graphs of simulation results

강성을 고정시키고 설치 각도를 변화시킨 경우 R 값은 Fig. 4의 (a)이며, 설치 각도를 고정시키고 강성을 변화시킨 경우는 Fig. 4의 (b)이다.

## 3. 결 론

본 연구는 엔진 마운트의 설치 시, 주요인자인 강성과 설치각도에 관한 관계를 정립하여, 강성 및 각도를 일정하게 유지하고 각각을 변화시켰을 때 Matlab을 통해 EA의 최적의 위치를 찾고자 하였다.

## 참 고 문 헌

- (1) 송윤철, 이대우, 손윤경, 임태운, 2009, 지게차 엔진마운트 최적설계를 통한 아이들시 진동개선, 한국소음진동공학회 2009년 춘계학술대회 논문집, pp. 436~437
- (2) TAESEOK JEONG, RAJENDRA SINGH, 2000, Analytical methods of decoupling the automotive engine torque roll axis, Journal of Sound and Vibration, Vol. 234, no. 1, pp. 85~114