한국소음진동공학회 2013년 추계학술대회논문집, pp. 769~772

엔진 마운트의 interm 브라켓 공진 주파수 target 설정에 관한 연구

선정욱† · 우성근* · 전병근* · 김달식* · 강신남*

Jungwoog Sun, Sunggeun Woo, Byounkeun Jeon, Dalsik Kim and Shinnam Kang

Key Words : interm(인텀), engine mount(엔진마운트), mount(마운트), bracket(브라켓)

ABSTRACT

When developing engine mount, interm mount bracket 1st resonance is critical to make sound quality better or worse. So, at the initial stage of development, we need to consider some design parameter to setup the target of interm bracket 1st resonance. Especially, 3cylinder interm bracket guideline is not well known. So, this paper deals with some important sensitivity which should be considered during the development of vehicle. From source to interior side, we should know the component sensitivity like body sensitivity p/F or bracket gain etc. Through this paper, we could get the knowledge of design guideline and key consideration points.

기 호 설 명

p: 음압 레벨(Sound Pressure Level)
A: 가속도(Acceleration)
F: 입력 힘(Input force)
Kd: 마운트 동강성(Engine mount dynamic stiffness)

1. 서 론

최근 engine 경량화 및 소형화 경향에 따라 다시 3 기통 엔진이 소형차량에 보편적으로 사용되기 시작했다. 이에 기존에 4 기통에서는 경험하지 못했던 문제들이 나타나게 되는데, 그 중 하나가, 엔진 마운트의 엔진과 마운트 연결부위(이하 interm bracket)의 1st 공진 주파수의 설계를 최적화 하는 일이 중요해졌다. 특별히 3 기통에서는 4 기통 대비 보다 낮은 주파수 영역을 사용하게 되므로, 보다 1st 공진주파수의 target 을 낮춰 잡기를 기대하게 된다. Target 설정의 중요성은 설계 시 고려해야 할 중량과 원가에 절대적인 상관관계를 가지게 되므로, 최적화된 Target 설정이 최적화된 설계를 가져오게 되는 바탕이 된다. 따라서 3 기통 interm 브라켓 target 설정시 고려해야 할 사항들을 정리할 필요가 있다. 이에 설계 target 설정 시, 고려해야 할 중요한 전달함수 즉 민감도(sensitivity)들에 대해서 본 연구를 통해 논의해 보고자 한다.

† 선정욱: 한국GM
E-mail : jungwoog.sun@gm.com
Tel: 032-590-6425, Fax:032-590-6002
* 한국GM

2. Interm bracket 1st 공진주파수

2.1 공진주파수의 중요성

(1) 실내소음에의 영향력

엔진 가진력이 경로상에 바디로 가기 위한 첫번째 경로로써 interm 브라켓을 지나게 된다. 이때 브파켓의 공진주파수는 필히 만나 증폭되고, 이 증폭된 가진력이 그대로 엔진 마운트 고무를 거쳐 바디

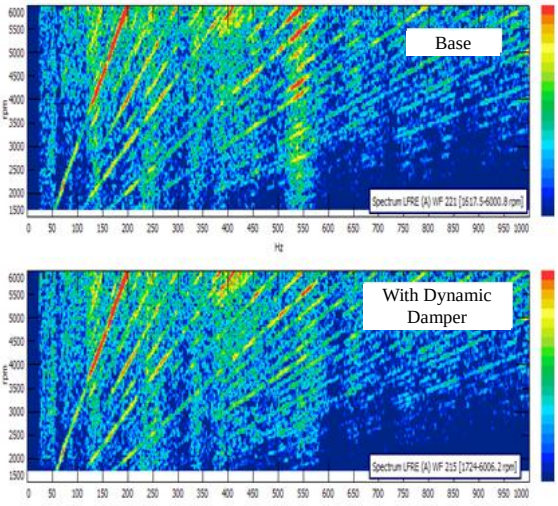

Figure1. Interm 브라켓 1st 공진주파수와 실내소음

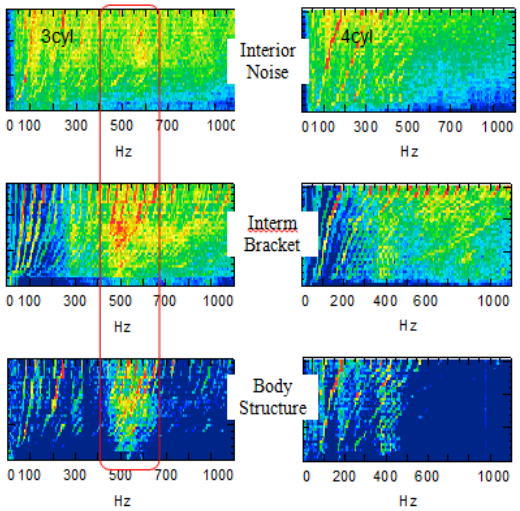

Figure2. 3기통과 4기통의 비교

쪽으로 전달되게 된다. 이 전달된 가진력이 바디를 통해 실내로 유입되게 되고, 통상 음질을 나쁘게 만드는 주요 원인이 된다. Figure1의 Base colormap을 보면 500에서 600Hz 대역에서 band를 이루며 나타나는 공진주파수 영역을 실내소음에서 확인가능하다. 이 부분은 엔진 마운트 interm 브라켓의 1st 공진주파수에서 기인된 것이다. 따라서, 이를 해결하기 위해 동흡진기나 질량체 등을 interm 브라켓 자체에 달게 되는데, 부가적인 원가 및 무게 상승의 원인이 되므로, 설계초기에 이러한 문제를 회피하도록 하는 것이 무엇보다 중요하다.

3. 3기통과 4기통의 비교

3.1 주요지점의 비교

3기통과 4기통간의 우측 interm 브라켓에서 바디를 거쳐 실내소음까지의 나타나는 현상을 한번에 비교해 보았다. 결과는 Figure2와 같다. 본 연구에 사용된 차량은 3기통과 4기통 가솔린 엔진을 사용한 동급차량으로 유사한 바디구조와 동일 엔진 배기량과 미션을 가진 경우이다. 주행모드는 WOT 조건으로 수행되었다. 3기통 엔진에서의 interm 브라켓 및 바디에서의 진동레벨이 4기통 대비, 매우 높게 나타났다. 실내소음도 3기통이 4기통 대비 문제영역에서 나쁘게 나타났다. 이에 대해서 보다 상세한 엔진 가진력 및 경로에 대한 비교는 이후 장에서 다루게 될 것이다. 이때 유의 할 점은 3기통 차량의 경우 interm 브라켓의 1st 공진점이 500~600 Hz 근처에 존재하여 뚜렷이 그 영역대가 나타남을 확인 가능하고, 4기통의 차량의 경우 interm 브라켓이 1000Hz 이상 아주 높은 영역에 존재하여 관심영역에서 뚜렷한 공진 영역대가 나타나지 않았다. 이와 같이, 가능하다면 interm 브라켓의 공진주파수를 최대한 올려 엔진 가진력이 약화된 영역에 위치토록 하면 실내소음 측면에서 유리하게 된다. 하지만 이전에 언급하였듯이 적절한 target을 설정하고 설계를 최적화 하는 것이 본 연구의 목적이다.

3.2 엔진 가진력 비교

3기통과 4기통간 엔진 가진력의 비교를 위하여

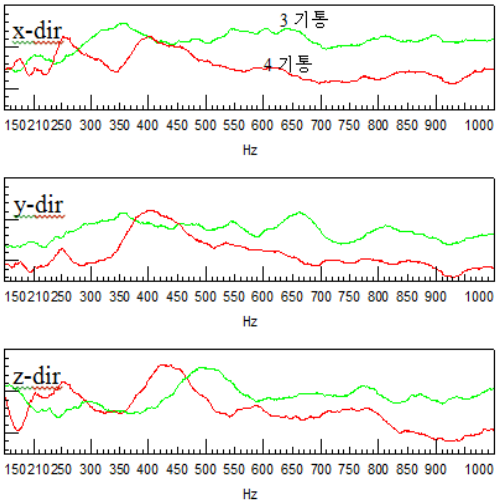

Figure3. 엔진 가진력 비교

Fig3은 비교대상 차량에서의 관심 엔진 RPM 에서의 overall을 비교해 본 것으로 3기통 엔진에서의 엔진 boss측 진동이 4기통 대비 다소 높게 나타났다. 보편적인 결론을 위해서는 추가적인 시험이 병행되어야 하겠으나, 적어도 본 연구에 사용된 차량의 엔진에서는 3기통이 4기통 대비 진동량이 높게 나타났다. 이는 추후 다시 언급하겠지만, 3기통 엔진의 개발수준이 초기라 나타날 수 있는 문제 일 수 있다.

3.3 전달 경로 함수

엔진에서 실내까지의 전달 경로에서 중요하게 비교해 보아야 할 전달 함수들은 다음과 같다. 이들 주요 전달함수들을 통해 상대 비교뿐만 아니라 특별히 문제 되는 주파수 영역을 미리 알아 냄으로써, 차량 개발 시 주요 경로의 설계에서 이러한 문제영역을 회피하도록 해야 할 것이다.

(1) p/F (실내소음/마운트 바디 bracket 입력 힘)
엔진 마운트 고무(rubber 또는 isolator)를 지난 후, 마운트 바디 쪽 브라켓 에서 실내소음까지의 전달함수인 p/F를 먼저 살펴 본다. 이는 보편적으로 많이 사용되고 있는 바디 민감도 중의 하나이다. 가진(source)쪽을 배제한 순수 바디측면의 전체 전달 경로 중 바디 자체의 민감도로 볼 수 있다. 개발 초기 단계에서 이러한 p/F(=pressure/Force)를 CAE를 통해 최적화 하는 일은 필수적 이다. 여기서는 시험 대상 차량 중 3기통 차량이 4기통 차량 대비 p/F 성능이 전반적으로 나쁘게 나타났음을 알 수 있었다. 이는 앞서 언급하였듯이, 본 연구에 사용된 3기통 엔진 차량이 개발 단계 중에서 초기 단계임으로

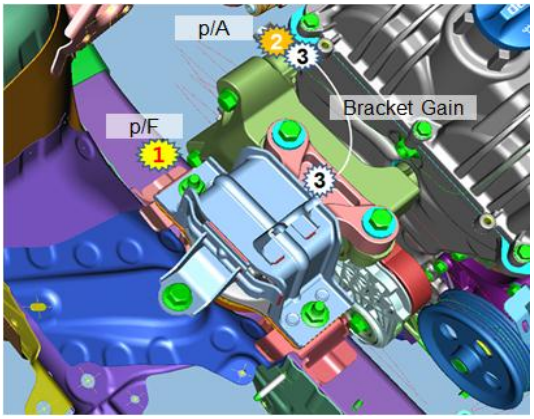

Figure4. 바디 Sensitivity 측정 points

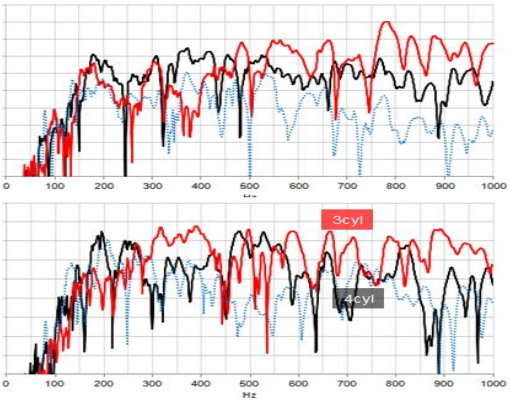

Figure5. p/F 전달함수

발생한 문제 일 수 있다. 하지만 여기서는 이에 대한 원인 파악이 목적이 아니므로 현상 그대로를 사용 하고자 한다.

(2) p/A (실내소음/파워트레인 보스 가속도)
p/A=p/F * Kd * G(=bracket gain)
가진원인 파워트레인 측 보스부의 가속도량에 대한 실내소음의 전달함수를 계산해 볼 수 있다. 이는 실제 작동상태에서의 가진부인 파워트레인으로부터 수음부인 실내소음까지, 전체 경로에서의 전달함수를 비교 할 수 있다는데 의미가 있다. 하기 Figure6 의 결과를 보면 3기통 차량이 특정 영역에서 4기통 차량 대비 민감도인 p/A 측면에서 높게 나타났다. 이는 실 주행 시에 특정 영역에서 민감도가 나빠짐을 의미하는 것이다. 따라서, 전체 경로상의 주요 부위인 바디 및 interm 브라켓 설계 시, 해당 영역에서의 개별 민감

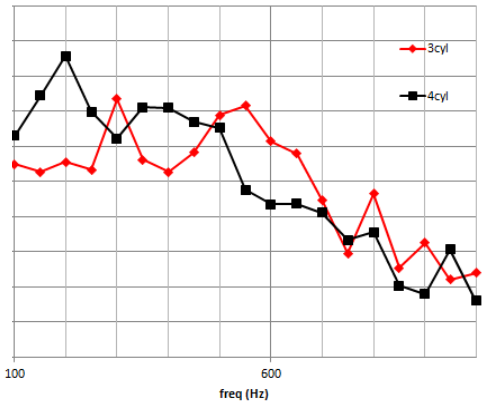

Figure6. p/A 전달함수

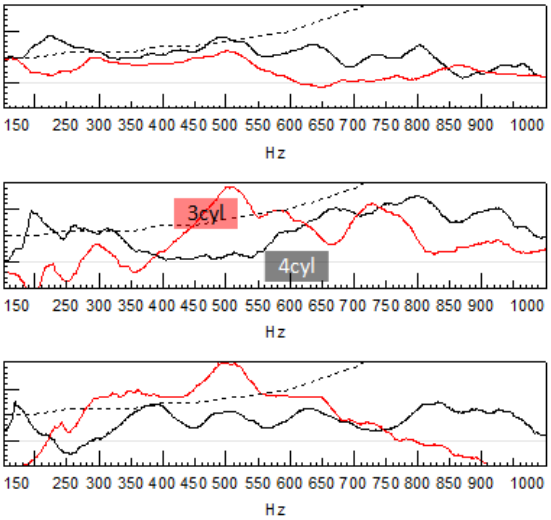

Figure 7. 브라켓 Gain

를 최적화 해서 전체 민감도, 즉 p/A 전달함수를 향상 시키는 방향으로 가야 한다.

(3) 브라켓 Gain (Interm 브라켓 가속도/파워트레인 보스 가속도)
실제 파워트레인 가진(보스 가속도)에 대한 브라켓 자체의 전달률(Transmissibility)을 알 수 있는 전달함수 이다. 즉 브라켓 자체의 단품 민감도를 비교 할 수 있는 유용한 전달함수이다. 최종적으로는, 이를 브라켓 자체의 설계 가이드 라인으로 활용 할 수 있다. 상기 Figure7은 3기통과 4기통에 사용된 브라켓 Gain을 비교한 것으로 3기통이 4기통 대비 y와 z 방향에서 나쁘게 나타났다. 또한 내부 target인[1] 점선을 3기통의 경우 y와 z에 있어서, 만족하지 못하고 있음을 알 수 있었다. 따라서 본 연구에 사용된 3기통 엔진 운트 브라켓의 경우, 설계변경을 통해 가능하다면 보다 높은 주파수 영역으로 공진점을 이동시키는 것이 target을 만족 시키는데 도움이 됨을 알 수 있다.

	RHS	LHS
A	1050	494
B	609	-
C	550	500

Table 1. 3기통 interm 브라켓 1st 공진주파수

4. Benchmarking

4.1 3기통 마운트 interm 브라켓

설계에 참고하기 위하여 유사 배기량의 3기통 엔진을 가진 다른 차량들에서의 interm 브라켓의 공진주파수 범위를 조사하였다. 총 4대의 차량에서 RHS 550Hz, LHS 500Hz로 최소 주파수가 나타났다. 이는 단지 참고 자료로 활용 할 수 있을 것이다. 앞서 언급한 대로 일반적인 target을 만드는 것도 중요하겠지만, 차량마다의 바디 민감도 및 가진력 등에 따라서 달리 설계 Target을 잡는 것이 더 최적화 하는데 타당할 것 이다.

5. 결 론

엔진 가진력 및 바디 민감도(전달함수) 측면에서 본 연구에 사용된 3기통의 경우 4기통 대비 나쁜 수준으로 나타났다. 하지만, 여기에는 3기통의 경우 개발초기차량임을 재차 언급해둔다. 따라서, 최종에는 3기통이 4기통 대비 나아질 수도 있다. 따라서, 본 연구에서는, 단지 3기통의 마운트 interm 브라켓 설계 시 고려해야 할 주요 인자들을 전달함수 위주로 정리하고자 하였다. 특별히, 바디 자체의 p/F 나, 마운트 interm 브라켓 자체의 민감도인 브라켓 Gain은 실제 설계 시 개별적으로 고려해야 할 인자이다. 최종으로는 전체경로의 민감도를 나타내는 p/A를 살펴봄으로써, 추후 문제 발생 가능 영역을 판단하고, 최적화된 설계 여부를 판단 할 수 있다.

참 고 문 헌

(1) Generic Powertrain Mounting Bracket System Vibration Gain Requirement, GM Powertrain Internal Guideline