

< 토 론 4 >

대형버스의 소음·진동 평가 현황

장 지 열

(대우자동차 버스기술연구소)

1. 머리말

당사에서 생산하는 대형버스의 소음/진동 평가에 관한 현황으로서 평가 기술이 승용 차량에 비하여 현저하게 낙후하여 축적된 기술력은 없으며 소음/진동의 기본 측정을 수행하는 정도의 수준임을 우선 밝히고자 한다.

대형버스의 특성상 구매자와 실제 사용자가 동일하지 않고 국내의 여건도 소음/진동 품질에 대한 사용자의 요구가 절실하지 않아 과감한 비용을 투자하지 않고 있으나 향후에 가장 민감한 품질부분으로 예측되는바, 관련 기술력 확보를 위하여 투자를 시작하는 단계이다.

국내에서는 차량의 실외소음만 규제하고 있으며 승객 위주의 실내소음은 일전에 K.S에 의한 간이 평가법은 나왔지만 강제 조항은 아니었다.

당사에서는 수출을 위한 일부 차량은 수입하는 자국의 법규에 따라 실내소음을 어느 정도 조절하고 있지만 능동적이고 근본적인 대책보다는 수동적인 Insulation으로 간단히 처리하는 정도이다.

실외 소음의 부분도 마찬가지로 주로 Protector나 Insulation으로 제어하고 있지만 하절기 차량의 Engine Room 부위의 온도 상승이나 사용도중에 제거할 우려는 벗어날 수가 없다.

차체의 진동 부분에 있어서도 실내의 강력한 Booming Noise 발생시에만 약간의 대책을 마련하는 정도이다.

결론적으로 소음/진동에 대한 사용자의 강력한 Need가 없으면 피동적으로 규제치나 만족하는 정도이지만, 앞으로 사용자의 수준

이 점점 향상되고 품질에 대한 안목이 향상됨으로 차량의 출력과 제동품질 다음으로 소음/진동의 문제를 다루게 될 것으로 추정되는 바이다.

2. 소 음

2.1 실외소음

대형버스의 실외 소음 기준치는 '86년 이후로 계속 강화되어 현재 선진국 수준으로 규제하고 있어 출고 차량의 소음은 양호하나 사용중에 정비사들이 불편하여 관련 부품이 제거되거나 손상되어 실제 주행 차량의 소음치는 높게 나타난다.

당사 차량에서 가속주행소음의 저감을 위하여 '96년도에 고급차종에서 하나의 프로젝트를 추진한 결과, Engine을 제외하고 소음의 기여도가 높은 Intake와 Exhaust 그리고 냉각장치인 Radiator Fan등을 구분하여 대책을 수립한 적이 있었으나 실제 차량에 완전히 적용하기에는 비용적인 무리가 있었다. 물론 이 시험은 기술적인 분석보다는 Window 기법을 사용하여 하나의 소음원을 차례로 제거시키고 관련 주파수의 검토 방법이었다.

특히 실외 소음은 소음원인 Engine Room의 흡음이 중요하며 국내법은 차량의 우측만 법으로 규제하고 있기 때문에 Room내부의 배열에 의한 소음원의 균형화도 중요한 요인으로 적용하고 있다. 특히, 배기 계통의 소음 저감을 위하여 Silencer의 밀도를 높게 구성하였으나 Emission 규제를 적합하지 못한 배기압을 이유로 취소되었다.

정부의 또 다른 규제에 의하여 소음이 가장 취약한 시내버스의 경우에도 Engine의 출력

을 높게 요구하고 있어 향후 차량의 출력이 향상되어 소음 대책은 점점 어렵게 된다.

현재의 당사 실외소음의 평가는 종합적인 가속주행소음에 가장 비중을 두고 있으며 규제치 만족에 목적을 두고 있다. 향후 기술적이고 능동적인 소음대책을 수립하기 위한 소음기여도 분석 및 소음원 추적에 관한 기술을 적용하고자 관련 Hard & Soft Ware를 준비하고 있는 수준이다.

2.2 실내소음

버스의 실내소음은 Air Bone Noise와 Structure Bone Noise로 구분되고 있으며 전자는 운전석 및 전방에서 측정되는 풍전음(바람 가르는 소리)이 주 원인이며 후자는 Engine Room상단에 위치한 차량의 후방에 위치하는 승객이 느끼는 것으로 전체적인 Structure의 울림에 대한 저주파수의 소음이 주요 원인으로 분류되고 있다.

아직 국내에서는 실내소음에 대한 규제치는 없으나 수출국에 따라 일부 적용하는 국가도 있으며 향후 승객의 안락성을 고려하여 큰 영향을 미치는 부분이므로 이에 대한 필요성이 대두되어 당사에서도 대형버스의 실내소음 현황을 파악하고 있으며 목표치를 두고 점차적으로 개선하고 있는 중이다.

당사 고속버스의 실내소음을 분석 결과, 실내소음은 Engine Room으로 부터 Insulation으로 음을 차단하거나 흡음하는 것이 효과적인 방법으로 판명되어 적용되고 있으나 실제적으로 대형버스의 가장 심각한 문제는 차체에 Boom Noise로서 차량의 전체 구조물이 구동체의 가진에 의하여 높은 음압의 저주파수가 사람의 고막을 압박하는 것으로서 승객

의 안락감에 심각한 영향을 미친다.

따라서 당사의 실내소음의 가장 중요한 접근 방법으로는 진동원인 Engine의 절연률에 가장 주력하고 있으며 Cooler Compressor와 Intake Chamber의 진동을 중점적으로 추적하고 있다.

3.진 동

대형버스의 진동은 차체의 6가지 모드에 의한 대변위 진동과 그 보다 높은 Harshness 진동에 대한 두 가지로 분류하고 있으며 전자의 대변위 진동은 차체의 중량과 Suspension계의 조합에 의한 것으로서 차량의 주행 안정성의 주요 요인으로 평가하고 있으며 후자의 진동은 운전자와 승객의 안락감을 평가하는 요인으로 분류하고 있다.

당사 진동 평가의 수준은 소음보다 열악하여 특이한 이상 진동 발생 시에만 그 원인을 분석하고 있으나 대부분 타이어나 부품의 Unbalance에 의하여 이상 진동이 발생하고 이에 차체와 공진하여 Booming Noise를 유발하고 있는 경우가 대부분이다.

Mount계는 대부분 Cushion Rubber를 통하여 진동 절연을 하고 있으며 이에 따른 절연률 및 Damping 계수 등을 평가하고 있지만 거의 중량물이 Mount되고 있어 Rubber의 경도를 적절한 수준으로 낮추기가 어렵다.

또한 저주파(10 Hz대) 영역에서의 진동은 자체의 공진과 맞물려 Boom Noise를 유발하는 주요 원인으로서는 자체의 강성을 가급적 높게 하거나 그 주파수 대역 부분의 가진원을 최소화 하는 것이 중요한 추진 방향이다.