

자동차용 디젤엔진의 내구성 시험

Durability Test of Diesel Engine for Vehicle

정 선 국*
Sun Koog Chung

1. 서 론

자동차에 있어 신뢰성은 성능과 함께 자동차의 품질을 결정하는 주요 요소가 되고 있다. 따라서 선진국 주요 자동차 제조업체에서는 자동차의 개발단계에서부터 높은 신뢰성을 갖는 자동차의 제작을 위해 여러가지 신뢰성 증대를 고려한 설계인자의 적용과 내구성 평가 시험을 통해 설계목표치의 달성여부를 확인하고 있다.

본문에서는 경유자동차에 있어 핵심부품으로 사용되고 있는 디젤엔진의 내구성 시험 종류 및 그 평가방법에 대해 주요 선진국의 엔진 제조업체에서 실시하고 있는 내용들을 조사 및 정리해 보았다.

2. 엔진 내구성 기준

우리나라에서도 배출가스 인증검사시 가솔린 승용차에 대해서는 8만 km 내구성 시험에 합격해야 하는 규정이 적용되고 있으나 경유자동차에 대해서는 아직 내구성에 대해서는 규제가 없고 불원간 가솔린차에서와 마찬가지로 규제할 계획으로 추진중에 있다.

미연방 관보(CFR)에 의하면 경유자동차의 내구성 기준으로서 엔진의 유효수명(폐기 또

는 재생기간)에 대해 표 1에서와 같이 규정하고 있다.

표 1 경유자동차용 디젤엔진의 유효수명

차	종	기	준
- LDV	(GVWR < 8,500 lb)	5년/	5만 mile
- LDT	(GVWR < 8,500 lb)	11년/	12만 mile
- HDDE	(GVWR < 19,500 lb)	8년/	11만 mile
- HDDE	(19,500 lb ≤ GVWR < 33,000 lb)	8년/	18.5만 mile
- HDDE	(GVWR ≥ 33,000 lb)	8년/	29만 mile

주) 유효수명기준은 기간과 주행거리중에서 먼저 도래하는 것을 적용함.

표 2는 일본의 각 자동차 업체에서 현재 적용하고 있는 디젤엔진의 신뢰성 목표를 보이고 있다.

표 2 디젤엔진의 신뢰성 목표

차	종	신뢰성 목표
소형	(GVW ≤ 3.5톤)	B10 Life 20만 km
중·대형	(GVW > 3.5톤)	B10 Life 50만 ~ 100만 km

표 3은 디젤엔진 전문연구소로서 그 명성이 널리 알려진 영국의 Ricardo 사가 채택하고

* 정희원, 대우중공업(주) 중앙연구소

표 3 Engine Reliability Goals

Classifications	All Failures MTBF (Hours)	Internal Failures B 10 Life (Hours)	Major Failures B 20 Life (Hours)	Overhaul Failures B50 Life (Hours)
Class I	850	1,000	1,500	3,000
Class II	1,700	2,000	3,000	4,500
Class III	1,700	3,000	4,500	6,500
Class IV	1,700	4,000	6,500	10,000

- 주) Class I - Light Duty
 Class II - Medium Duty
 Class III - Medium/Heavy Duty
 Class IV - Heavy Duty

표 4 엔진 내구성 시험의 요소

시험대상부품	제어인자	적용시험종류 (가혹한 방향)
- Piston - Valve Seat - Turbo Charger	온도	정격마력 (연료량 증가, 흡기온도 및 냉각수 온도 증가)
- Cylinder Head - Gasket - Piston	열피로	Cycle Test (Thermal Cycle)
- Valve Train	Dynamics	Over Speed Test
- Bearing - Piston	Mechanical 강도	최대 Torque 점 Test (분사시기 Advance)

있는 자동차용 디젤엔진의 신뢰성 목표를 보이고 있다.

3. 내구시험 종류 및 방법

개발단계에 있어서의 엔진의 내구성 평가는 실 사용조건인 자동차로서 실시하는 것이 바람직하지만 실차 시험은 비용과 기간이 많이 소요되기 때문에 오히려 실차에서 보다 가혹도를 높혀 시험기간과 비용의 절감이 가능한 엔진 단체로서의 내구성 평가시험이 일반화되어 있다.

표 4는 엔진 주요부품에 대한 내구성 시험의 요소를 보이고 있다.

엔진단체의 내구성 시험은 동력계상에서 시험하는 것으로 대표할 수 있으며 표 5는 선진국의 주요 엔진 및 부품업체에서 수행하고 있는 엔진단체의 내구성 시험의 종류 및 방법에 대해 기술하였다.

4. 엔진 내구성 시험 평가 기준

엔진단체의 내구성 시험에 대한 평가 기준은 엔진 제조업체마다 상이한 시험방법을 채택하고 있기 때문에 일률적으로 언급하기는 불가능하다.

게다가 평가기준 자체가 차사 엔진의 품질 수준과 직결되기 때문에 일반에게 공개되지

표 5 엔진 내구성 시험종류 및 방법

제 조 업 체 명	시 험 명 칭	시 험 조 건	운전시간(Hours)
Cummins (美)	Thermal Over Load Test	<ul style="list-style-type: none"> • 흡기온도 : 66℃ • 냉각수출구온도 : 98℃ 	500
	Mechanical Over Load Test	<ul style="list-style-type: none"> • 10% Over Load • 10% Over Speed 	500
	Cycle Test	<ul style="list-style-type: none"> • Full Load & Speed : 7분 • Max. Torque : 7분 • Governor Run Out : 3분 • Idle : 5분 	1,000
Ford (美)	25% Over Speed	• No Load	200
	35% Over Speed	• No Load	35
	50% Over Speed	<ul style="list-style-type: none"> • No Load : 10초 • Idle : 5분 	61 Cycles
Leyland (英)	Cycle Test	<ul style="list-style-type: none"> • Full Load & Speed : 20분 • Idle : 10분 • Full Load & Speed : 10분 • Stop : 10분 	1,500
DAF (和)	Load Test	• Full Load & Speed	1,000
	Over Load Test	• 10% Over Load at 1,600 rpm	1,000
Mahle (獨)	Seizure Test	<ul style="list-style-type: none"> • 최소 Clearance의 Piston, Liner 로 조립 • 엔진 시동즉시 정격전부하 	20 분
	Hot Test	<ul style="list-style-type: none"> • 일반의 Piston과 Liner로 조립 • 정격운전 • 엔진오일온도 : 130℃ • 냉각수출구온도 : 90℃ 	30 분
	Hot Seizure Test	<ul style="list-style-type: none"> • 최소 Clearance의 Piston, Liner 로 조립 • 정격운전 • 오일온도 : 130℃ • 냉각수출구온도 : 90℃에서 120℃까지 30분마다 5분씩 상승시킴. (부동액 50% 혼합) 	3 ~ 4

않고 각사의 Know How 사항으로 취급되고 있다. 참고로 영국 Ricardo 사에서 적용하고 있는 2,000 시간 Cycle 내구성 시험 엔진의 평가기준에 대한 사례를 표 6 에서 보이고 있다.

표 6 2,000 Cycle 내구성 시험 엔진의 평가 기준

항 목	평 가 기 준
- Wear Limit	
* Cylinder Bore	0.05 mm 이내
* Crank Main & Journal Bearing	0.025 mm 이내
* Piston Ring Gap	0.025 mm 이내
* Valve Guide Clearance	흡기 0.13 mm 이내 배기 0.15 mm 이내
- Performance	
* 출력저하	5 % 이내
* 연료소비율 증가	2 % 이내
* 오일소비율 증가	1g/ps.h 이하

주) 동력계상에서의 1,000 시간 내구성 시험은 자동차에서 20 만km 내구성 시험에 해당.

5. 결 론

이상과 같이 자동차용 디젤엔진 단체의 내구성 시험방법 및 평가기준에 대해서 살펴보았지만 엔진단체 시험과 실차 시험과의 상관관계 및 평가기준 자체가 각 엔진제조업체의 Know How 사항으로서 관련자료의 입수가 충분치 못하였다.

최근 우리나라의 경유자동차 생산이 양적으로는 이미 국제적인 수준에 도달했다고 자부하고 있지만, 그 품질 수준에 있어 아직 선진국 수준에 미치지 못하고 있는 실정이다.

디젤엔진의 신뢰성을 향상시키기 위해서는 꾸준히 Field Data의 수집 및 분석을 통하여 그 결과를 설계에 반영시켜 나가야 할 것이고 아울러 우리나라의 사용조건에 맞는 고유의 내구성 평가 시험방법의 개발 및 활용이 절실히 요구된다고 하겠다.

참 고 문 헌

1. “자동차 구조의 피로 신뢰성에 관한 고도화, 선단기술”, 자동차 기술(日), Vol.44, p. 105-108, 1990.
2. 八田桂三, “内燃機關計劃ヘンドブック”, p. 380-385, 1979.
3. “Code of Federal Regulations”, Parts 86, p. 306.