

윤 활 연 구 |

일본 독자 디젤엔진유 규격 「DX-1」

한국윤활유공업협회

서론

디젤엔진은 가솔린엔진 등 다른 동력원에 비해 연료 소비율이 매우 우수하다. 따라서 지구온난화에 영향을 미치는 CO₂의 배출량도 마찬가지로 적다. 한편 Nox, PM의 감소가 최대의 과제로 있고, 각국의 배출가스 규제도 이들의 배출가스 성분을 주체로 점점 엄하게 되어오고 있다.

디젤엔진의 배출가스 저감 실현에, 윤활유는 매우 중요한 역할을 안고 있다. 예를들면 배출가스 저감을 하기 위하여 피스톤링을 피스톤 정면 가까운 위치에 배치하면 피스톤 강저 온도가 상승한다. 또 연료분사 시기를 연장하거나, EGR을 채용하는 것으로부터 윤활유 중에 혼입하는 촉매분이 증가하는 등의 문제가 지적되고 있다. 또 촉매의 종류에 따라서는 윤활유의 일부 성분이 추적되고 촉매 기능이 저하하는 것이 염려되고 있다. 이들을 해결하기 위해서는 윤활유의 성능향상이 매우 유효한 수단으로 있고 구미에서는 배출가스 규제 시기를 동일시키고 윤활유의 규격 개정이 전부터 행하여져 오고 있다. 일본에서도 일본자동차공업회, 석유연맹, 첨가제 제조공장 및 자동차기술회가 일환으로 되어서 인본에서 처음으로 JASO 디젤엔진유 규격 「DX-1」(개발코드)을 개발중에 있다. 또 이 규격 개발은 일본제 디젤엔진용 윤활유에 대한 요구성

능을 정착화 하는 것으로 장래 세계 동일 규격 개발을 향해서 첫발을 내딛게 될 것으로 기대된다.

1. 규격 입안의 배경

일본자동차공업회는 장래 일본제 엔진에 적합한 디젤엔진유 규격 연구를 목적으로 미국 EMA(Engine Manufacturers Association)와의 기술교류를 1993년경부터 계속해 오고 있다. 그 가운데 일본시장에서 사용되고 있는 CD급유의 대부분이 일본제 엔진으로 개량되어 오고 있고 특히 동변계마모방지 성능에 있어서는 당시의 최신 규격으로 있었던 CG-4급유 보다 오히려 우수성이 판명되고 있다. 또 미국의 차기 디젤엔진유 규격으로서 1995년 당시 개발중에 있는 PC-7(현재CH-4) 규격의 하나로 EMA엔진 피스톤 엔진의 고온화(톱링강저온도 약 320℃)에의 대응이 포함되어 있고 피스톤 온도가 250~260℃인 일본제 엔진의 요구성능 보다 뛰어난 윤활유 처방이 채용될 가능성이 있음이 염려되었다. 여기서 더해 EGR의 장착 등 배출가스 대응 기술을 고려하면 일본제 엔진용 디젤엔진유 규격의 개발이 필요하다고 판단해서 일본자동차공업회는 1996년 5월 API(미국석유협회)에 대하여, 일본제 엔진에 적합한 윤활유 규격을 추가 설정하도록 EMA와 공동 제안했다. API는 이 제안을 PC-8이라고 채택하여 1998년 5월까지 수회에 걸쳐 검

토 회의를 개최했지만 최종적으로 PC-8규격의 개발은 착수되지 않았다. 여기에 1998년 9월, 일본자동차공업회는 2001년 4월 시장투입을 목표로 일본독자의 JASO 디젤엔진유 규격「DX-1」을 개발할 것을 석유연맹하의 공동위원회인 엔진오일 소위원회(첨가제 메이커도 옵서버로 참가)에 제안했다. 본 제안은 엔진오일 소위원회의 상부조직인 자동차윤활유 검토회의 승인을 얻어서 1998년 12월에 개발이 개시되었다. 또한 일본차의 시장점유율이 높은 아시아시장에 있어서는 일본 국내보다도 저품질의 디젤엔진유가 많이 사용되어 고품질화가 바람직하고, 일본자동차 메이커도 참가해서 활동하고 있는 SAE Fuel and Lubricant Division Steering Committee for Asia로부터도 「DX-1」 규격에 대한 지지를 얻게 되었다.

2. 규격의 내용

본 규격은 특히 일본제 엔진에 적합성을 고려한 아래의 점에 주안하고 있다.

- ① 피스톤 톱 링 강저온도 300°C 이하의 엔진에 적용
- ② 동변계마모방지성능의 강화 (특히 미끄럼형에서 Gum발생)
- ③ EGR 부착 엔진에 의한 부식·마모의 방지

표1은 엔진오일 소위원회에 검토되고 있는 JASO DX-1유 규격안이 표시되어 있고 표2에는 JASO DX-1유 규격안과 API CD, CG-4와 CH-4에 규정되어 있는 시험방법의 비교를 참고로 표시함. DX-1유 규격에는 피스톤 청정성 평가를 위한 일본산 디젤 TD25엔진 시험 (JASO M 336: 1998)이 채용되어 있음. API의 CH-4 규격에 채용된 Caterpillar 1K과 1P

시험은 피스톤 온도가 일본제 엔진에 비해 고온인 고로 윤활유 처방에 제약되고 TBN이 일본의 엔진 요구치를 만족시키지 못하는 등 기술상의 문제가 있다고 언급했다.

동변계마모 시험에서 동변계 시스템은 미끄럼형에서 Gum을 발생한다. 미쓰비시 4D34T4엔진시험 (JASO M 354: 1999)이 채용되어 있음.

미쓰비시 4D34T4엔진시험에서 CG-4유의 안에는 일본제 엔진에 적합하지 않는 것이 있으며 일본자동차공업회와 EMA와의 공동연구에 의해 판명된 것을 계기로 석유연맹과 일본자동차공업회가 공동으로 시험방법을 개발 그후 JASO규격화된 경우가 있다. 또한 EGR의 장치나 분사 타이밍의 지연 등에 의한 유종의 촉매의 증가에 대응하기 위해 Mack T-8A시험, 게다가 터보차저 부착된 엔진 등 고온하에 사용된 경우의 오일의 수명을 보증하기 위해 Sequence III등 ASTM시험이 채용되어 있음. EGR장착 엔진이나 연료중의 유황 함유량이 높은 아시아 지역등에 사용을 고려해서 초기 TBN이 규정되어 있는 것도 DX-1유 규격의 특징이다. 이러한 부식성, 고온부위의 추적물의 억제, 거품성, 증발성, 전단안정성, 고무셀 적합성을 규정하는 시험이 포함되어 있다.

표2에 나타낸 API CD유 규격은 두 개의 시험에 의해 규정되어 있지만 API의 최신규격인 CH-4유는 8종류의 엔진시험과 4종류의 벤치시험에 의해 품질이 규정되어 있다. 또한 CH-4유에 채용되어 있는 시험방법은 모두 ASTM 규격이다. 이에 대해서 DX-1유 규격은 4종류의 엔진시험과 7종류의 벤치시험에 의해 품질이 규정되어 있다. 또 JASO규격만이 아니라 ASTM, CEC의 시험방법이 포함되어 있다.

표1 JASO DX-1油 規格案

性能特性	試驗方法	評價項目		
		特性值	單位	合格基準
피스톤 淸淨性	JASO淸淨性試驗 (JASO M 336:1998)	TGF (JPI-5S-15)	%	≤ 60
		링교착(JPI-5S-19)	評點	free
동변계마모방지성	JASO動변係磨耗試驗 (JASO M 354:1999)	Gum 생성의 변화 (잔류탄소증가 4.5질량% 시간당 보정후)	μm	≤ 60
油中煤의 分散性	Mack T-8A 試驗	100~15Chr후의 점도증가율	cSt/hr	CF-4등급 ⁽¹⁾
高溫酸化防止性	Sequence III(III F)試驗 (ASTM D 5533)	64hr 운전후의 점도증가율	%	200 ⁽²⁾
高溫部位의 推積物 抑制	JPI 호토티브 試驗 (JPI-5S-55-99)	280℃라카 推積 (JPI-5S-55-99)	評點	≥ 7
腐食防止性	Cummins腐食試驗 ASTM D 5968	銅시험편의 변색 (ASTM D 130)	ppm	동 : ≤ 20 연 : ≤ 120 석 : ≥ 50
		使用油中の 金屬마모분농도	평점	≤ 3
고무재료와의 상성	CEC 고무셀 적합시험 (CEC-L-39-T-96)	신유에 7일간 침적의 물성변화 시료 RE1		
		경도변화	度	-1/+5
		장력변화율	%	-50/+10
		신장변화율	%	-60/+10
		체적변화율	%	-1/+5
		시료 RE2		
		경도변화	度	-5/+5
		장력변화율	%	-15/+10
		신장변화율	%	-35/+10
		체적변화율	%	-5/+5
		시료 RE3		
		경도변화	度	-25/+1
		장력변화율	%	-45/+10
		신장변화율	%	-20/+10
		체적변화율	%	-1/+30
		시료 RE4		
경도변화	度	-5/+5		
장력변화율	%	-20/+10		
신장변화율	%	-50/+10		
체적변화율	%	-5/+5		
기포성	소포성시험 (ASTM D 892)	포립도 / 기포안정도	ml	
		Sequence I		100
		Sequence II		200 ⁽³⁾
		Sequence III		100
증발성	NOACK 법 (ASTM D 5800)	250℃, 1시간후 증발손실율	질량%	≤ 18
전단안정성	뵈수인젝터에 의한 점도저하시험 (CEC-L-14-A-93)	30사이클후의 100℃동점도	mm/s	SAE점도 분류의 규정내 ⁽⁴⁾
전염기	드라이솔벤트법 ⁽⁵⁾ (ASTM D 4735)	신유의 전염기	mgKOH/g	≥ 10

注 (1) 합격기준, 현재 ASTM 검토중. (2) MTAC의 채택여부에 관해서 검토중. (3) 수정중.
 (4) multi grade oil에만 적용, mono grade에는 적용 안함. (5) 염산법의 채용도 검토중.

표2 성능특성 및 시험방법에 대한 JASO DX-1 유와 API 규격유과의 비교

성능특성	시험방법	JASO	API 규격과 발효년		
		DX-1 (2001)	CD (1972)	CG-4 (1994)	CH-4 (1998)
베어링 부식	L-38 가솔린엔진	-	○	○	-
알루미늄피스톤추적물	Caterpillar 1G2	-	○	-	-
	Caterpillar 1N	-	-	○	-
	Caterpillar 1K	-	-	○	○
	일본제 디젤 TD25	○	-	-	-
단조스틸피스톤추적물	Caterpillar 1P 1994	-	-	○	○
축매에 의한 점도증가	Mack T-8A (T-7상당) ⁽¹⁾	○	-	-	-
	Mack T-8 (유중축매 : 3.8%)	-	-	○	-
	Mack T-8E (유중축매 : 4.8%)	-	-	-	○
로라웨로와 동변계마모	GM 6.5 l	-	-	○	○
미끄럼형 Gum발생과 동변계마모	미쓰비시 4D34 T4	○	-	-	-
	Cummins M11 1994-11L	-	-	-	○
고온산화	GM3.8L 가솔린 IIIE	○	-	○	○
고온부위의 추적물	호도튜브시험	○	-	-	-
부식성	Cummins부식시험	○	-	○	○
공기흡입성	Navistar HEUI 7.3L	-	-	○	○
기포성	벤치시험, Sequence I, II, III	○	-	○	○
정. 라이나 및 베어링 마모	Mack T-9 1994, 12L VMAC	-	-	-	○
전단안전성	Bosch Injector ASTM D 3945 ⁽²⁾	○	-	-	○
증발성	Noack D 5800or Distillation D 2887	○ ⁽³⁾	-	-	○
고무셀 적합성	CECL-39-T-96	○	-	-	-
TBN	ASTM D 4739	○	-	-	-

- (1) CF-4상당
- (2) DX-1규격은 CEC-L-14-A-93을 채용
- (3) DX-1규격은 NOACK (ASTM D 5800)에만 규정

3. 규격의 규정 · 시행의 시기와 운용방법
 JASO DX-1 오일 규격안은 1999년 9월에 엔진오일 소위원회로 승인되어 현재 JASO(자동차기술회의-자동차규격조합) 또는 윤활유협회에 의해 기술적 검증이 행해지고 있다. 이 결과를 토대로 올해 4월 경까지 엔진오일소위원회에 의해 최종안이 결정되고 그후로는 JASO규격으로서 발생되기 때문에 성 문화(成文化) 작업이 2000년 10월 완료 예정으로 진행중에 있다. 또 시장에서의 품질관리 방법에 대해서도 병행해서 검토가 진행중에 있으므로 2000년 10월에 운용시스템을 확립할 목표로 작업이 진

행되고 있다. 내용은 미국에서 채용되고 있는 것과 같은 엄격한 감사시스템이 아니라 일본의 「JASO 엔진유 규격보급촉진협의회」가 이륜차용 윤활유에 적용하여 성과를 올리고 있는 자기인증시스템, 이른바 「온화일 시스템」을 기초로 디젤엔진유용에 수정을 첨가한 것이 채용될 예정이다. 그후에 반년 간의 석유메이커의 개발기간을 고려하여 2001년 4월에 등록 접수가 개시되어 본 규격유가 시장에 투입될 예정이다.

[출처 : 일본, 윤활경제 2000년 3월호]