

윤 활 연 구 II

가솔린엔진유 최신규격 동향

한국윤활유공업협회

서 론

1996년부터 검토가 시작되고 2000년부터 시장 도입이 예정되어 있는 ILSAC GF-3규격은 후술하는 제반의 사정으로 인하여 계획보다도 많이 늦어지고 있지만, 2000년 10월 ILSAC로부터 최종규격이 제시되고, 드디어 2001년 7월부터 시장에 등장할 예정이다. 본고에서는 최종확정한 규격의 내용과 지금까지의 검토경위에 대하여 해설한다.

1. ILSAC GF-3규격

ILSAC GF-3에 요구되는 각종 엔진시험과 평가항목, 합격기준을 정리해서 표1에 나타낸다. 마찰방지성과 열, 산화 안정성을 평가하는 Sequence IIIF시험에 관해서는 시험의 과산도에 관한 추가 검토 결과, 80시간 운전후 점도증가의 합격기준이 종래의 100% 이하부터 275% 이하로 완화된 한편, 동변계 마모와 피스톤 청정성에 관해서는 약간 합격기준이 엄하게 되어 있다.

또 다른 엔진시험과 중복하는 성능평가항목이 일부 삭제된 한편 마모방지제로부터 ZDDP에 의한 인농도가 0.08mass% 이하의 경우, Sequence VE 시험으로부터 동변계 마모를 평가하는 것이 새롭게 요구되고 있다.

또한, 합격기준은 설정되어 있지 않지만, 80시간 운전후의 사용유에 관해서 CCS 및 MRV의 저온 점도의 측정이 규정되어 있는 것이 특징으로 되어 있다.

동변계 마모방지성을 평가하는 Sequence IVA 시험에 관해서 변경은 없다. 이 시험은 미국의 승용차용 엔진유 규격에 처음으로 일본제의 엔진과 시험법이 채용된 사례로 되어 있다.

또 2사이클엔진유의 API 규격에는 일찍이 일본의 야마하엔진이 채용된 것이 있다. 엔진 청정성을 평가하는 Sequence VG 시험에서는 다른 엔진 시험으로 중시하는 평가항목의 많은 변경이 있었고, 종래의 14항목에서 9항목으로 줄어들었다. 합격기준치의 변경은 없었다. 축수(軸受)의 부식마모방지성을 평가하는 Sequence VIII 시험은 변경이 없었다. 다음에 Sequence VI-B 시험에 의한 절약연비 성능의 합격기준을 표2에 나타낸다. 점도 그레이드 마다 축수(軸受)의 절약연비성과 절약연비의 지속성으로서 각각 다른 합격기준이 설정되어 있다. 기준치의 설정에 맞는 자동차업계와 석유업계에서 합의에 시간을 요하지만 최종적으로는 당초의 요구보다도 합격기준을 약간 완화한 후에 일부 점도도에 관해서는 신유(新油)의 연비향상율과 사용유의 연비향상율의 합계치에 하한을 설정한다고 하는 절충안에 업계간의 합의가 이루어졌다.

그 이외의 탁상평가시험과 합격기준을 정리해서 표3에 나타낸다. ILSAC GF-2부터 주요한 변경점으로서의 기존 Sequence IID 엔진시험에서 성능을 평가한 방청성에 관해서는 간단한 Ball Rust Test로 변경되었다. 고온 데포지트의 평가에 관해

표1. ILSAC GF-3에 요구되는 엔진시험과 합격기준

성능 항목	시험법	평가항목	합격기준
마모와 오일 Sequencing	Sequence III F	동점도(@40°C) 증가, %	275 이하
		저온점도 ¹⁾	보고
		평균 피스톤 Skirt Varnish 평점	9.0 이상
		가중 피스톤 Deposit 평점	4.0 이상
		고온링 고착	없음
		평균 캠 lifter 마모, μm	2.0 이하
		오일소비, l	5.2 이하
	Sequence V E ²⁾	평균 캠 마모, μm	127 이하
		최대 캠 마모, μm	380 이하
스러지와 Varnish	Sequence V G	평균 엔진 스러지 평점	7.8 이상
		롯카 카바 스러지 평점	8.0 이상
		평균 엔진 Varnish 평점	8.9 이상
		평균 피스톤 Skirt Varnish 평점	7.5 이상
		오일스크린 閉塞, %	20 이하
		고온압축링 고착	없음
		저온링 고착	보고
		오일스크린 부착물, %	보고
		오일링 閉塞	보고
동변계 마모	Sequence IV A	평균 캠 마모(7점 평균), μm	120 이하
축수 부식	Sequence V III	축수 重量減, mg	26.4 이하

주) 1) 80시간후의 사용유를 ASTM D 4684(MRV TP-1)에서 측정, 측정 온도는 해당유의 ASTM D 5298(CCS 점도)에서 구한 W 그레이드를 적용

2) ZDDP에 유해한 인 농도가 0.08mass% 이상인 경우에는 평가 불필요

표2. ILSAC GF-3의 성연비 합격기준(Sequence VI-B 시험)

점도 그레이드	평가 파라미터	합격기준 (ASTM 표준유 BC에 대한 연비향상율, %)
SAE 0W - 20 및 5W - 20	FEI 1	2.0 이상
	FEI 2	1.7 이상
SAE 0W - 30 및 5W - 30	FEI 1	1.6 이상
	FEI 2	1.3 이상
	FEI 1 + FEI 2	3.0 이상
SAE 10W - 30 및 상기 이외의 모든그레이드	FEI 1	0.9 이상
	FEI 2	0.6 이상
	FEI 1 + FEI 2	1.6 이상

주) FEI 1 : 16시간 운전후의 연비향상율
FEI 2 : 96시간 운전후의 연비향상율

표3. ILSAC GF-3에 요구되는 탁상평가법과 합격기준

성능 항목	시험법	평가 항목	합격 기준
점도 특성	ASTM D 445	동점도(@100℃)	SAE J300에 기인, SAE 0W, 5W 또는 10W에 요구되는 모든 점도특성을 만족할 것
	ASTM D 4683	HTHS 점도(@150℃)	
	ASTM D 4684	MRC 점도	
	ASTM D 5293	CCS 점도	
	ASTM D 5133	겔화지수 ¹⁾	12.0 이하
엔진방청성	Ball Rust Test	평균그레이드값	100 이하
증발성	ASTM D 5800	증발로스(1h@250℃), %	15 이하
	ASTM D 6417	증발로스(@371℃), %	10 이하
고온deposit	TEOST MHT-4	Deposit 중량, mg	45 이하
여과 성능	EOFT Method	최대유량감소, %	50 이하
	EOWTT Method ²⁾	최대유량감소, %	50 이하
포립성	ASTM D 892(A)	포립도/포안정도 ³⁾ , ml Sequence I	10/0 이하
		Sequence II	50/0 이하
		Sequence III	10/0 이하
고온포립성	ASTM D 6082	포립도/포안정도 ⁴⁾ , ml	100/0 이하
전단안정성	Sequence VIII	10시간 운전후 100℃ 점도(증류후)	신유의 SAE점도 그레이드 내에 있을 것
균질성과 혼합성	FTM 791 C Method 3470.1	균질성과 혼합성	균질로 또 SAE 표준유에 용해할 것
용매적합성	ASTM D 4951 or ASTM D 5185	인 농도, mass%	0.10 이하

주) 1) -5℃부터 측정하여 40,000cP로 되는 온도 또는 -40℃의 어느쪽인가, 바른쪽으로 측정

2) EOFT이하의 수정을 가한다.

· 시료의 준비중에 드라이아이스는 사용하지는 되지 않는다.

· 시험전에 시료를 오븐에 넣어 70℃로 6시간 가열한다.

· 시료유에 각각 0.6, 1.0, 2.0 및 3.0%의 수분을 가한다.

· 처방의 소변경을 행하는 경우 최적의 DI/VI 첨가제 농도의 높은 처방으로 평가

3) 10분간 방치후의 기포안정도

4) 1분간 방치후의 기포안정도

서도 ILSAC GF-1 시대의 Caterpillar 1H2시험 대신에 평가법이 모색되고 있지만, 최종적으로 TEOST MHT-4법이 합격기준을 약간 완화한 후에 채용되었다. 증발성에 관해서는 기존 NOACK 법이나 가스크로법으로 측정하면 되었지만 GF-3에서는 두 방법의 측정이 의무적이다. 그 이외의 항목에 관해서는 ILSAC GF-2와 거의 같은 내용으로 되어 있다.

2. 검토경위

전술한 것처럼 ILSAC GF-3는 당초의 계획으로는 2000년 초두에 시장도입이 예정되어 있었지만, 제반 사정으로 실시시기가 1년반 늦어지게 되었다. 연기된 요인으로서의 시험법 개발의 늦어짐과 합격기준결정의 늦어짐 두가지 원인이 지적되고 있다.

시험법 개발상의 문제점으로서 먼저 Sequence IIIF시험에 관해서 시험정도의 확보에 시간을 필요로 하기 때문에 합격기준의 설정을 위한 데이터 축적에 커다란 지연이 생긴 것이 열거된다. 또 시험 시료의 공급에 관해서도 일부 부족이 생겼기 때문에 이것도 시험법 개발의 지연을 일으킨 요인으로 되어있다. 합격기준의 결정에 시간을 요하는 원인으로 열거되는 것은 Sequence VG와 VI-B도 있다. Sequence VG에 관해서는 시험후의 엔진 시료의 평가항목이 많고 다른 엔진시험과 중복하고 있는 것도 많았던 것으로부터 평가항목의 삭감 때문에 작업, 즉 중복하고 있다고 판단되는 항목간의 상관성을 검증하는데 시간을 필요로 했다.

그러나 자동차업계와 석유업계의 의견이 대립하고, 가장 합의에 시간을 요한 것은 절약연비 성능에 대한 합격기준을 어떻게 결정할까에 있었다. 당연히 자동차업자측으로서의 환경문제의 대응은 말할 필요도 없고, 미국의 CAFE(기업평균연비) 규제도 당면의 중요과제로 있고, 보다 엄격한 절약연비 성능을 엔진오일에 요구한 것으로 되어 있지만, 이것에 대해서 석유업계측은 과도로 엄하게

합격기준을 설정하면 엔진유 처방의 자유도가 없어지고, 비용상승으로 연결되는 점, 또 실제로 자동차업계 측이 요구하는 수준을 만족하는 엔진오일이 시장에 존재하지 않는 것 등을 이유로 기준의 완화를 시도했다. 이들의 각 요인이 복합해서 계획에 커다란 지연을 가져 왔지만 관계업계의 지대한 노력으로부터 ILSAC, API, ASTM 및 ACC(미국화학공업회 : CMA로부터 개명)등 관련단체의 지원체제가 확립되었다.

3. 이후의 전망

ILSAC GF-3는 통상의 처방 개발 기간으로 있는 12개월간을 9개월간으로 단축해서, 2001년 7월부터 시장도입이 거의 확정되고 자동차업계는 2002년 모델부터 공장충전유로서 사용 개시하는 쪽으로 되었다. 동시에 ILSAC GF-3의 요구 성능 특성으로부터 절약연비 성능, 점도 그레이드에 관한 규정, 인농도에 관한 규정 등을 제외한 APILS 규격도 발표할 예정으로 있다. 또 ILSAC GF-3의 검토 종료를 계기로 차세대 규격으로 있는 ILSAC GF-4의 검토가 개시되었다. GF-4의 콘셉트는 현시점에서는 GF-3의 연장선상에 있고 2004년의 시장도입을 향해서 절약연비 성능, 롱드레인 성능 등 한층 향상된 이론들이 올려져 있다.

결론

ILSAC GF-3는 완성까지 많은 과제와 작업을 관련업계에 가져왔고 난항 가운데 시장에 등장하는 것으로 되었다. 실로 사용자에 있어서 잇점이 있는 엔진오일로 되기를 바라고 있다. 환경문제로의 대응으로서 엔진 및 엔진오일에 요구되는 과제는 이후 점점 고도화하는 것으로 예상된다. 지금까지 축적된 기술이 21세기에 꽃피는 것을 기대하고 싶다. <끝>

(출처 : 일본 윤활경제 2000.12월호)