

윤 활 기 술 I

# ILSAC GF-3 규격에 대하여

S-Oil(주) 윤활유팀  
과 장 신 동 현

## 1. 서론

2001년 7월부터 가솔린 엔진오일의 신규격인 API SL/ILSAC GF-3가 발효되었다.

ILSAC GF-3규격은 2000년초 상품화를 목표로 GF-2가 제정된 1996년 부터 미국자동차공업회(AAMA)와 일본자동차공업회(JAMA)로 구성된 ILSAC이 기존 GF-2의 성능으로는 2000년대에 나오는 엔진에 부적합 하다는 판단하에 가솔린엔진오일의 신규격 개발을 미국자동차기술자협회(SAE)에 공식요청하면서 검토가 진행되어 1998년에 ILSAC으로 부터 규격원안이 제시 되었다.

ILSAC의 제안에 대해 SAE는 타당성 검토를 거쳐 신규격의 필요성을 인정하고 1997년 5월 ASTM에 1998년 12월 개발을 목표로 새로운 승용차 엔진유 성능등급(Category)의 제정을 의뢰하였으나 새롭게 채택되는 일부 시험과 항목별 합격기준의 설정 및 지연으로 2000년 10월에야 규격이 제정되었다.

이러한 규격제정 지연을 만회하기 위해 준비기간을 1년에서 9개월로 단축하고 의무사용 시점도 2002년 4월로 결정하였다.

## 2. 가솔린엔진유 규격 변천

1980년대 까지의 가솔린엔진유 규격(API SA,

... SE, SF, SG 해당)은 현장에서 발생하는 문제점 해결을 위해 제정되었다. 1990년대 이후에는 지구의 온난화 방지, 자원절약, 환경보호에 대한 요구가 강화됨에 따라 이를 반영하여 새로운 관리 시스템인 엔진오일등록인증시스템(EOLCS)의 채택으로 저품질의 엔진오일 유통방지와 보다 엄격한 엔진시험관리가 이루어지게 되었다.

API SH/ILSAC GF-1, API SJ/ILSAC GF-2 및 API SL/ILSAC GF-3가 이에 해당되며 ILSAC규격과 API Service분류 사이에는 다음과 같은 관계가 있다.

ILSAC규격 = API Service분류 + 연비개선분류  
(점도등급 제한) (점도등급 제한 없음)

## 3. ILSAC GF-3 규격

ILSAC GF-3 규격의 개발배경은 다음과 같다.

- 고온디파짓(Deposit)의 억제
- 고온산화안정성의 향상
- 연비개선의 지속적 향상
- 밸브트레인(Valve Train)의 마모억제
- 오일증발감량 개선

ILSAC GF-3에 요구되는 각종 엔진시험과 평가항목, 각종기준은 표1, 2에 나타내었다.

〈표1〉 ILSAC GF-2/GF-3의 시험방법과 합격기준(1)

		GF-2	GF-3	비 고
베어링마모 전단안정성	시험방법	CRC L-38	Seq.VIII	유연가솔린에서 무연 가솔린으로 변경
	베어링증량감소, mg	40이하	26.4이하	
	10hr후의 100°C 동점도, mm <sup>2</sup> /S	Stay in grade	Stay in grade	
방 청 성	시험방법	Seq. IID	BRT	엔진시험에서 실험실 시험으로 변경
	평균엔진녹평점	8.5이상	-	
	Lifter 옹착	없음	-	
	평균Grade		100이상	
산화안정성	시험방법	Seq.III E	Seq.III F	엔진의 변경 산화안정성의 가혹도 증가
	시험시간, hr	64	80	
	동점도증가@40°C, %	375 이하	275 이하	
	엔진평점			
	평균엔진슬러지평점	9.2 이상	-	
	피스톤스커트바니쉬평점	8.9 이상	9.0 이상	
	링랜드디파짓평점	3.5 이상	-	
	가중피스톤디파짓평점	-	4.0 이상	
	링교착	없음	-	
	Lifter교착	없음	-	
	피스톤링교착	-	없음	
	스커핑, 마모			
	캠리프터스커핑	없음	없음	
	캠리프터마모, μm 평균	30 이하	-	
	최고	64 이하	20 이하	
오일소비, l	5.1 이하	5.2 이하		
저온청정성/ 마모	시험방법	Seq.VE	Seq.VG	엔진의 변경 청정성의 가혹도는 동일수준
	평균엔진슬러지평점	9.0 이상	7.8 이상	
	로커커버슬러지평점	7.0 이상	8.0 이상	
	피스톤스커트바니쉬평점	6.5 이상	7.5 이상	
	평균엔진바니쉬평점	5.0 이상	8.9 이상	
	오일스크린막힘, %	20 이하	20 이하	

		GF-2	GF-3	비 고
저온청정성/ 마모	오일링막힘, %	보고	보고	엔진(KA24E)시험 최초의 日本엔진시험
	캠마모, $\mu\text{m}$ 평균	127 이하	-	
	최대	380 이하	-	
	시험방법		Seq.IVA	
	캠마모, $\mu\text{m}$ 평균		120 이하	
연비개선성능	시험방법	Seq.VIA	Seq.VIB	엔진 변경없음 시험방법변경 연비개선성능지속성의 가혹도 증가
	연비향상율, % xW-20	1.4 이하	-	
	연비향상율, % OW & 5W-xx	1.1 이하	-	
	연비향상율, % 10W-xx	0.5 이하	-	
	OW-20/5W-20			
	연비향상율 16hr후, %		2.0 이상	
	연비향상율 96hr후, %		1.7 이상	
	OW-30/5W-30			
	연비향상율 16hr후, %		1.6 이상	
	연비향상율 96hr후, %		1.3 이상	
	연비향상율 16hr후와 96hr후 의 합계, %		3.0 이상	
	기타 점도등급			
	연비향상율 16hr후, %		0.9 이상	
	연비향상율 96hr후, %		0.6 이상	
연비향상율 16hr후와 96hr후 의 합계, %		1.6 이상		

〈표2〉 ILSAC GF-2/GF-3의 시험방법과 합격기준(2)

		GF-2	GF-3	비 고
점도등급	SAE J300	*1)	*2)	API SJ/SL은 규정없음
고온 Deposit	TEOST 33, mg	60 이하	-	
	TEOST MHT-4, mg	-	45 이하	
증발손실	NOACK(1hr, 250°C), % ASTM D5800	22 이하	15 이하	API SJ 15W-40은 20 이하
	GCD(371°C), % ASTM D2887	17 이하	-	API SJ 15W-40은 15 이하
	GCD(371°C), % ASTM D6417	-	10 이하	
여과성 (Filterability)	유량감소, % GM9099P표준법	50 이하	50 이하	
	유량감소, % GM9099P수정법			
	0.6% H2O	보고	50 이하	
	1.0% H2O	보고	50 이하	
	2.0% H2O	보고	50 이하	
	3.0% H2O	보고	50 이하	
소포성	Sequence I ASTM D892	10-0 이하	10-0 이하	
	Sequence II ASTM D892	50-0 이하	50-0 이하	
	Sequence III ASTM D892	10-0 이하	10-0 이하	
	Sequence IV ASTM D6082	200-50 이하	100-0 이하	
인화점	인화점, °C ASTM D92	200 이상	-	API SJ 15W-40 규정없음
인(P)함량	인량, mass% ASTM D951 or 5185	0.10이하*3)	0.10 이하	API SL은 규정 없음
저온특성	Gelation Index ASTM D5133	12이하*3)	12 이하	
상용성	균질성과 혼합성 FTM3470	합격	합격	

\*1) OW-xx, 5W-xx, 10W-xx

\*2) OW-20, 5W-20, OW-30, 5W-30, 10W-30

\*3) API SJ는 OW-20, 5W-20, 5W-30, 10W-30

**(1) 고온디파짓(Deposit)의 억제**

TEOST 33에서 TEOST MHT 4로 변경되어 보다 우수한 Deposit억제능능이 요구되어 첨가제의 특징을 고려한 적절한 기유, 첨가제의 선정이 중요한 인자가 되고 있다.

**(2) 고온산화안정성**

Sequence III E에서 Sequence III F로 변경, GM 3800 Series II V-6엔진을 사용하여 시험시간을 종래의 64시간에서 80시간으로 연장시켜 점도상승에 대한 합격기준을 375%에서 275%로 강화하였다. 또한, 시험유온, 블로우-바이(Blow-by)가스 등의 운전에서도 가혹도를 증가시켜 더한층 높은 산화방지 성능이 요구되고 있다.

**(3) 연비개선성능**

Sequence VI-A에서 Sequence VI-B로 변경되어, 16시간후의 연비외에 96시간 운전후의 연비지속성이 요구되었다. 시험은 Ford 4.6L SOHC V-8 엔진을 사용하여 운전모드의 변경에 의해 유체운할 영역과 혼합운할영역을 재현한 연비측정시험으로 오일의 점도설계 및 오일배합에 사용되는 마찰조정제의 종류와 첨가량이 중요한 인자가 되고 있다.

**(4) 밸브트레인(Valve Train)의 마모억제**

Sequence IV A로 저온측의 마모만을 평가하며 이 시험에는 최초로 日本의 日産자동차 KA24E엔진이 사용된다. 인 함량이 0.08% 이하의 마모방지성능이 의심되는 GF-3 오일의 경우에는 Sequence III E시험이 규정되어 있다.

**(5) 오일증발감량개선**

합격기준치가 종래 NOACK기준 22%에서 15%(동시에 GC로는 10% 이하)로 강화되었으며

특히, 윤활기유 측면에서 이에 대한 대응이 필요하여 5W-xx의 경우, 부분 또는 전부 고도정제기유 또는 합성기유의 사용이 요구되고 있다.

**(6) 저온청정성개선**

Ford 4.6L SOHC V-8 엔진을 사용하여 Sequence VE에서 Sequence VG로 변경되어 GF-2에 비하여 강화된 청정성능과 청정분산제의 증량이 요구되고 있다.

**4. GF-3 검토경위**

앞서 기술한 바와 같이, ILSAC GF-3는 당초, 2000년 초 상품화를 예정하였지만 제반의 사정으로 실시시간이 1년반 늦어지게 되었으며 그 요인으로는 시험법 개발의 지연과 합격기준 결정의 지연, 두 가지로 들 수 있다.

시험법의 개발상 문제점으로는 Sequence III F 시험에 있어서 시험정밀도의 확보에 시간이 필요했기 때문에 합격기준의 설정을 위한 데이터 축적이 부족했던 것을 들 수 있다. 또 시험부품의 공급부족 현상도 발생하였기 때문에 이것도 시험법 개발에 지연을 초래한 원인이 되었다.

또한, 합격기준의 결정에 많은 시간이 소요된 요인으로는 Sequence VG와 VI-B이다. Sequence VG는 시험후의 엔진부품의 평가항목이 많았고, 다른 엔진시험과 중복되는 것이 많기 때문에 평가항목을 줄이기 위한 작업, 즉 중복가능성이 있는 항목간의 상관성을 검증하는 데에 많은 시간이 소요되었다.

그러나 자동차회사와 윤활유회사의 의견이 대립되어 무엇보다도 합의에 많은 시간이 필요했던 것은 연비개선성능에 대한 합격기준의 결정이었다. 당연히 자동차회사 측에서는 환경문제에의 대

응은 물론, 미국의 CAFE(연방자동차연비기준) 규제도 당면의 중요과제로서, 보다 엄격한 연비개선 성능을 엔진오일에 요구하였지만, 이것에 대하여 윤활유회사는 과도하게 엄격한 합격기준을 설정하면 엔진오일 배합에 있어 자유도가 떨어져 원가상승으로 이어지고, 또한 자동차회사측이 요구하는 수준을 만족하는 엔진오일이 실제로 시장에 존재할 수 없는 점 때문에 기준을 완화하게 되었다.

### 5. 향후 전망 및 기술 동향

ILSAC GF-3는 지구온난화 억제를 위하여 연비개선향상에 역점을 두고, 더 한층 대기오염억제를 위한 배기가스 정화장치에의 적합성, 폐유질감을 위한 교환주기연장(Long-life) 등을 목표로 개발되어 왔다.

또한, ILSAC GF-3의 발효를 기점으로 차세대 규격인 ILSAC GF-4의 검토가 개시되고 있으며 그 개념은 GF-3의 연장선상에서 2004년 시장도입을 목표로 연비개선성능, Long-Drain성능, 배기가스 촉매적합성, 마모방지성능, 고온디파짓방지성능 등의 지속적인 개선이 논의 대상이 되고 있다.

이에 따른 세부사항으로 연비규제가 더욱 강화되어 초연비개선 엔진오일의 개발, 실용화가 진전될 것으로 예측되며 인(P)함량을 0.05% 이하로 규제하고 추가로 황(S)함량을 0.5% 이하로 규정하는 안이 검토중이다.

이의 모든 조건을 수용하는 엔진오일의 개발을 위해서는 휘발도가 극히 낮고 열산화안정성이 우수한 고성능기유의 개발과 사용이 중요한 과제가 되고 있으며 새로운 첨가제에 의한 배합기술 또한 필수 요건이라 할 수 있다.

#### □ 참고문헌

1. 出光 Triboreview No.24
2. 潤滑經濟 No.425
3. Infineum GF-3 Development Notebook

#### □ 약어설명

- AAMA(American Automobile Manufacturers Association) : 미국자동차공업회
- API(American Petroleum Institute) : 미국석유회
- ASTM(American Society for Testing and Materials) : 미국재료시험협회
- CAFE(Corporate Average Fuel Consumption) : 미국연방자동차연비기준
- EOLCS(Engine Oil Licensing and Certification System) : 엔진오일등록인증시스템
- ILSAC(International Lubricants Standardization and Approval Committee) : 국제윤활유품질인증위원회
- JAMA(Japan Automobile Manufacturers Association Incorporated) : 일본자동차공업회
- SAE(Society of Automotive Engineers) : 미국자동차기술자협회