

## 국내 윤활관리 현황분석 및 품질 비교평가

정 충섭 · 김 명희 · 이 현기 · 강 경선 · 김 월중 · 장 영식 · 심 규성\*

한국석유품질검사소 시험연구부 연구실, \*한국에너지기술연구소 대체에너지연구부

### Comparative Study of the Quality of Automotive Engine Oils Being Marketed

Chung-Seop Jeong, Myeong-Hee Kim, Hyun-Kee Lee, Kyung-Seon Kang,  
Wol-Joong Kim, Young-Sik Jang, Kyu-Sung Sim\*

R&D Dept., Testing & Research Division, Korea Petroleum Research Inspection Institute  
\*Alternative Energy Division, Korea Institute of Energy Research

**Abstract** - We have evaluated the performance and some physical properties of 25 automotive engine oils (21 domestic and 5 imported products) which are purchased on the market to verify the API(American Petroleum Institute) or ILSAC(International Lubricant Standardization and Approval Committee) certification marks attached on the products and to determine the necessity of the quality control of the engine oils on the market. 12 test items are chosen according to API engine oil specification, which are flash point, pour point, cold cranking simulator apparent viscosity, pumping viscosity, gelation index, HTHS(High Temperature High Shear viscosity), foam, high temperature foam, filterability, volatility, high temperature deposit(TEOST), phosphorus content. We have found one product which did not meet the API specification on gelation index, one on HTHS, four on foam, and one on volatility, which implies that the quality control system is in need to check the fidelity of the certification marks attached on the engine oils being marketed. In addition, this works raises the necessity of the upgrade of the present Korean engine oil specification.

**Key words** - comparative study of the automotive engine oil quality, physical properties of engine oil, SAE specification, flash point, pour point, cold-cranking simulator apparent viscosity, gelation index, pumpability, pumping viscosity, high temperature high shear, foam, filterability, volatility, TEOST, phosphorus content

#### 1. 서 론

국내 자동차 산업은 1980년대 이후 급

속히 발전하여, 현재 자동차 생산대수는 세계 5위를 차지하고 있으며 국내 자동차 보유대수는 1천만 대를 돌파하였다. 이

에 따라 자동차용 엔진오일 역시 '80년도 국내수요 약 10만kl에서 '98년도에는 약 20만3천kl(가솔린엔진유: 7만6천kl, 디젤엔진유: 12만3천kl, 2사이클엔진유: 4천kl) 규모의 유통유산업으로 성장하였다.

그러나, 이러한 양적인 팽창과는 달리 국내 유통유 관련기술은 매우 낙후되어 있고, 자체적인 엔진성능 시험규격이 설정되어 있지 않아 대부분 미국의 API규격을 그대로 사용하고 있으며, 이를 검증할만한 시스템이 전혀 갖추어지지 않은 상태에서 유통되고 있어 실제 규격미달의 엔진오일이 판매되어도 이를 확인할 방법이 없는 실정이다.

따라서, 현재와 같은 기본적인 물리적인 성상에 대해서만 설정되어 있는 KS 규격 이외에 실제 엔진 적용시 그 성능을 평가할 수 있는 국내환경에 적합한 엔진성능 평가규격의 설정 및 엔진유 평가시스템의 확립이 시급한 실정이다.

이러한 시스템 구축을 위한 첫 단계로, 국내의 유통 관리 현황 및 문제점을 분석하고, 국내에서 제조되거나 수입되어 유통되고 있는 자동차용 엔진오일에 대한 실험 실적 성능 및 물리적인 성상을 평가하여 API 등 외국 인증기관으로부터 도입된 인증 마크를 부착한 엔진오일의 성능등급을 검증하였다. 이를 위하여 본 연구에서는 국내에서 유통되고 있는 국내생산제품 21종과 수입제품 5종을 시중에서 구입하여 API 규격시험을 위주로 12종의 시험을 수행하였다.

## 2. 국내 엔진오일 평가시스템 현황

자동차용 엔진오일의 성능규격으로는

과거부터 미국의 API(American Petroleum Institute) 성능분류가 가장 많이 사용되어 왔으며, 유럽에서는 종래의 유럽자동차 회사들로 구성되어 있던 CCMC(C-omite' des Constructeurs D'Automobiles du Europeen Machie' Commun)를 대신하여 미국계 자동차 회사도 참여하는 ACEA (Association des Constructeurs Europeens de l'Automobile, Association of European Automotive Manufacturers)의 규격이 1996년 1월부터 개시되었다. 또한, 일본의 JAMA(Japan Automobile Manufacturers Association)와 AAMA (American Automobile Manufacturers Association)는 ILSAC (International Lubricant Standardization and Approval Committee)을 결성하여 '92년 4월 API와 공동으로 API EOLCS(Engine Oil Licensing and Certification System)를 갖추고 가솔린 엔진오일의 ILSAC 규격 GF-1의 제정을 시초로 하여 운영하여 오고 있다.

이러한 엔진오일 평가시스템의 주요기능은 새로운 엔진개발 과정에서의 엔진오일의 요구성능 규정, 이를 평가할 수 있는 시험방법의 개발, 개발된 시험방법에 의한 엔진오일의 성능평가 및 인증으로서, 이러한 사업을 체계적이고 효율적으로 수행할 수 있도록 자동차와 석유분야 등 관련기관이 유기적인 형태로 조직되어 있다. 또한, 엔진오일의 평가는 유통유를 실제 엔진에 적용하여 그 성능을 평가하는데 주안점을 두고 있으며, 기타 실험실적 물성 실험도 거의 대부분이 엔진오일의 자동차에 적용시를 고려한 항목 위주로 제정되어 있다.

한편, 국내 엔진오일의 평가규격은 윤

활유에 요구되는 최소한의 기본적인 물성 시험으로서 한국산업규격의 KS M 2121 및 석유사업법의 석유제품 품질 기준의 내연기관용 윤활유에 인화점, 저온겔보기점도, 동점도, 점도지수, 유동점등 매우 기초적인 항목만이 설정되어 있을 뿐, 실제 성능을 평가할 수 있는 엔진시험은 설정되어 있지 않다. 또한 엔진오일에 대한 평가시스템도 별도로 확립되어 있지 않으며, KS 인증마크는 타 공산품과 동일하게 한국표준협회 KS 인증 본부 주관 하에 한국표준협회 심사원 1인과 지정 심사기관으로 되어있는 기기유화시험연구원 또는 화학시험연구원중 심사원 1인을 선정하여 공장심사와 제품심사를 거쳐 합격된 제품에 한하여 KS 인증마크를 부착하고 있으나, 심사기관 자체의 전문성 부족과 함께 제품에 대한 평가항목이 기본적인 물성시험에 불과하다.

또한 수입품 및 비 KS 제품에 대한 검사는 석유사업법에 의거하여 석유제품 평가 전문기관인 한국석유품질검사소에서 수행하고 있으나, 이 또한 평가기준이 석유사업법의 품질기준에 국한되어 KS 규격과 동일하게 물성 시험에만 한정되어 있으므로, 국내 엔진에의 적합성 및 엔진오일 자체의 성능을 평가하기에는 평가기준이 미흡한 실정이다.

대다수의 국내 유통제품에 부착된 API 인증마크 (SJ, CG-4 등)를 검증할 수 있는 CRC L-38이나 Caterpillar Engine 등 Sequence Test용 엔진시험설비는 전무한 상태이며, 다만 몇몇 정유사에서 Engine 및 Chassis Dynamometer를 설치하여 연구를 수행하고 있으나 자사제품의 평가 및 개발을 주목적으로 하고 있고, 자동차 회사의 경우도 자체 엔진 시험설비를 갖추고 있으나, 국내 엔진오일 제품의 자사 엔진에

의 적합성 여부만을 평가하고 있다.

한편, 윤활유 기초 기술에 대한 연구는 윤활학회를 중심으로 한국과학기술연구원의 Tribology 연구실, 한국화학연구소의 윤활유 연구실 등에서 일부 수행하고 있으나, 제한된 인원과 시험장비 부족으로 본격적인 엔진오일의 성능평가에 대한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다.

따라서, 전반적으로 국내 자동차 엔진오일에 대한 기반기술은 자동차 산업에 비해서 매우 낙후된 상태이며, 이를 개선하기 위해서는 선진외국의 평가 시스템과 같이 자동차, 윤활유, 에너지 등 관련분야가 유기적으로 협력하여 다양한 엔진테스터를 이용한 종합적인 연구·평가를 수행할 수 있는 시스템이 절실히 요구되고 있다.

### 3. 품질비교평가

시중에 유통되고 있는 윤활유는 모두 석유제품 품질기준(KS 규격과 동일함)을 만족시키므로 동점도, 점도지수, 산화안정도 등 KS 시험항목 등은 제외하고, API SJ급 규격시험 중 엔진테스트 항목들을 제외한 벤치시험들을 본 연구의 시험항목으로 선정하였다. 자세한 내용은 Table 1에 나타내었다.

### 4. 결과 및 고찰

국내 생산 윤활유 21종과 수입품 5종에 대한 12가지 시험항목의 평가 결과는 Table 2에 요약하였다. 제품의 상표에 표시된 등급 규격에서 벗어나는 결과치들은 칸에 음영을 주었고, 표시된 등급의 규격에서 벗어나지 않아도 SJ급의 규격에 미

Table 1. 비교시험에 사용된 규격시험방법 및 시험 기기

시험항목 (단위)	규격시험방법	시험기기	모 델	제작사
인화점 (℃)	ASTM D 92	인화점시험기	COC-E	Yoshida
유동점 (℃)	SAE J 300	유동점시험기	CPP 97-6	ISL
저온겔보기점도 (P)	ASTM D 5293	저온겔보기점도계 (Automatic cold cranking simulator)	CCS-5	Cannon
펌핑점도 (mPa · s)	ASTM D 4684	회전점도계 (Mini-rotary viscometer)	CMRV-3	Cannon
젤 인덱스	ASTM D 5133	Scanning Brookfield Viscometer	Plus Two series 920	Tannas
고온고전단점도 (mPa · s)	ASTM D 4741	Tapered-Plug Viscometer	Tannas 500	Tannas
기포성 (ml)	ASTM D 892	기포성시험기	FT-2BT	Yoshida
고온기포성 (ml)	ASTM D 6082	고온기포성 시험기	Model 296	Lawler
여과성 (flow reduction, %)	GM 9099-P	여과성시험기		
증발성 가스크로법(at 371℃, %)	ASTM D 2887	SIMDIS Analyzer	SIMDIS	HP
고온퇴적물 (mg)	Chrysler Method 33	열산화시물레이션시험기	TEOST	Tannas
Phosphorus content (%mass)	ASTM D 4951	ICP	ICP 2070	Baird

차지 못하는 결과치들은 굵은 글씨체로 나타내었다.

인화점, 인, 저온에서 엔진의 시동성과 관련이 있는 유동점, 저온겔보기점도, 펌핑점도 등은 상표에 표시된 API SJ등급 규격을 모두 만족하였다. API SJ급에 새로이 신설된 젤인덱스 항목은 국내 제품 중 5번 제품만 27.5로서 규격을 크게 벗어났고, 17, 20번과 수입품인 24번 제품도 12를 초과하지만 디젤용 엔진오일과 API SH급은 젤인덱스 항목이 규정되어 있지 않아, 규격에서 벗어난 제품이라 할 수 없다. 그러나 5, 17, 20번 제품은 젤인덱스 Borderline을 초과해

겨울철 혹한지역에서 문제발생 가능성을 보여주고 있다.

고온고전단하에서 crankshaft bearing의 유막 두께와 관련 있는 고온고전단점도는 국내 제품 중 한 개 제품이 규격에 미치지 못하였고, 가장 불합격률이 큰 기포성은 국내 제품에서만 4개 제품이 규격에서 벗어나 19%(국내 제품기준)의 불합격률을 보였다. 18, 19번 제품은 규격 미달은 아니지만 고온에서의 기포 발생량이 많아 고온에서 사용되는 엔진에 사용할 경우 주의가 요구된다.

증발성은 수입제품 중 22번 제품만이

Table 2. 비교시험 결과

No.	SAE 점도분류	API 성능분류	인화점 (°C)	유동점 (°C)	저온점보기점도 (P)	펌핑점도 (mPa·s)	고온고전단점도 (mPa·s)	젤인덱스	기포성 (mL)			Filterability Flow Reduction (%)	Volatility (% at 370°C)	High Temp. Deposits (mg)	phosphorus (mass %)
									Seque nce 1	Seque nce 2	Seque nce 3				
1	5W/30	SJ	242	-30.0	30.70	12224	3.246	10.9	0/0	20/0	0/0	0	4.4	41.2	0.0758
2	5W/30	SJ	230	-32.5	33.20	8755	3.115	10.2	0/0	20/0	0/0	0	6.6	38.0	0.0729
3	5W/30	SJ	216	-40.0	31.20	3196	3.115	8.9	0/0	80/0	0/0	-15.4	12.5	38.8	0.0817
4	5W/30	SJ	229	-47.5	34.70	3314	3.155	4.0	0/0	30/0	0/0	-6.7	3.7	32.3	0.0873
5	5W/30	SJ/SH	226	-32.5	28.70	3524	3.135	27.5	0/0	50/0	10/0	0	12.0	21.5	0.0660
6	7.5W/30	SJ	250	-32.5	20.00	5789	3.215	11.7	0/0	20/0	0/0	-8.3	3.3	49.2	0.0766
7	7.5W/30	SJ	234	-30.0	28.40	11790	3.175	6.6	0/0	40/0	0/0	0	4.0	27.9	0.0784
8	10W/30	SJ	234	-30.0	33.90	7248	3.175	8.6	0/0	40/0	0/0	0	12.2	34.3	0.0731
9	10W/30	SJ	224	-42.5	25.20	6160	3.065	4.2	0/0	160/0	0/0	-6.7	11.4	44.1	0.0832
10	10W/30	SJ	226	-37.5	20.70	5517	3.115	5.9	10/0	120/0	10/0	-6.7	7.3	39.7	0.0837
11	10W/50	SJ/CD	240	-35.0	25.00	5932	4.532	9.8	0/0	20/0	0/0	0	6.0	27.7	0.0708
12	10W/30	SJ/CF	218	-32.5	26.40	6088	3.125	5.9	0/0	20/0	0/0	-15.4	16.0	36.5	0.0745
13	10W/30	SH/CD	222	-37.5	24.50	6639	3.055	5.0	10/0	100/0	0/0	-16.7	7.4	25.1	0.0841

No	SAE 점도 분류	API 성능 분류	인화 점 (°C)	유동 점 (°C)	저온 걸보기 점도 (P)	펌핑 점도 (mPa·s)	고온 고전단 점도 (mPa·s)	켈 인덱스	기 포 성 (mℓ)				Filterability Flow Reduction (%)	Volatility (% at 370°C)	High Temp. Deposits (mg)	phosphorus (mass %)
									Sequence 1	Sequence 2	Sequence 3	High Temp				
14	15W/40	SJ	226	-32.5	19.70	5524	3517	8.7	0/0	10/0	0/0	160/0	0	9.2	31.8	0.0713
15	15W/40	CG-4	234	-35.0	16.10	4736	4100	8.9	0/0	20/0	0/0	30/0	0	3.9	17.4	0.0870
16	15W/40	CG-4	235	-35.0	29.00	7984	4281	8.2	0/0	20/0	0/0	170/0	0	4.2	15.5	0.0856
17	15W/40	CF-4	230	-25.0	29.70	29747	3889	<b>16.0</b>	0/0	<b>60/0</b>	0/0	<b>320/0</b>	0	12.4	17.7	0.0759
18	15W/40	CG-4/SH	225	-37.5	25.10	7489	4050	4.0	0/0	50/0	0/0	<b>280/0</b>	0	11.2	23.7	0.0916
19	15W/40	CG-4/SH	230	-37.5	25.40	7594	4110	4.2	0/0	30/0	0/0	<b>320/0</b>	-5.3	10.8	20.8	0.0922
20	15W/40	CG-4/CF	224	-27.5	26.00	7749	3929	<b>16.3</b>	0/0	20/0	0/0	150/0	0	10.2	21.5	0.0775
21	15W/40	CCM C D-5	228	-32.5	23.40	7418	3949	5.7	0/0	<b>100/0</b>	0/0	190/0	0	7.6	21.3	0.0941
22	10W/40	SJ,SH	218	-30.0	25.90	6646	4191	5.7	10/0	50/0	0/0	170/0	-5.3	<b>19.3</b>	26.2	0.0802
23	15W/40	SJ/CG-4	222	-42.5	28.90	7580	4080	3.7	10/0	20/0	0/0	140/0	0	12.5	27.4	0.0961
24	15W/40	CG-4/SH	231	-25.0	28.90	7308	4110	<b>13.4</b>	0/0	10/0	0/0	190/0	0	7.6	24.1	0.0800
25	15W/40	CG-4	228	-37.5	29.10	9277	4110	3.6	0/0	20/0	0/0	110/0	0	7.0	30.4	0.0873
26	15W/40	CF/SJ	220	-40.0	27.20	6805	4251	4.4	10/0	50/0	0/0	150/0	-5.3	11.8	30.3	0.0943

국 내 품 수 입 품

규격미달이었으며 증발성과 관련성이 높은 인화점이 218℃로 비교적 낮은 편이어서 저비점 화합물이 많이 포함되었음을 시사해 준다. 여과성, 고온퇴적물 항목들에 있어서는 모두 규격을 만족하였다.

API 규격시험결과와 ℓ당 가격을 고려하여 각 제품들을 비교하여 보면 품질과 가격이 반드시 비례하지는 않음을 알 수 있다. 가장 값싼 24번 제품(1,770원/ℓ)의 시험 결과를 볼 때 켈인덱스가 비교적 높으나 field failure수준은 아니며, 우리 나라의 기후조건에서 무리 없이 사용할 만한 품질의 윤활유라고 생각된다. 반면에 14번 제품은 금번에 평가한 제품 중 가장 값비싼 제품(15,000원/ℓ)이나 고온고전단점도 항목에서 규격을 벗어나 고출력 고성능 엔진의 윤활에 문제가 있을 것으로 예상된다. 특히 이 제품은 비뉴턴계 집탄성 액체를 첨가해서 연비향상과 고출력, 엔진오일의 장수명을 표방하며 타제품에 비해 파격적으로 비싼 가격으로 유통되고 있어, 값이 비싸면 그만큼 품질 면에서 우수할 것이라는 일반인의 기대가 근거 없음을 일깨워 주고 있다.

국내 제품은 시험대상제품 중 67%인 14개 제품이 2,000~2,500원/ℓ으로 유통되고 있는데, 규격미달제품 6종 중 50%인 3종이 그 중에 포함되어 있어 싼 가격의 제품일수록 품질이 낮을 것이라는 일반적인 예상을 뒤엎고 있다.

또한 증발성에서 규격 부적합으로 평가된 22번 제품의 경우는, 미국으로부터의 수입품이라면 철저한 사후품질관리로 규격미달제품이 없을 것으로 생각되어 국내 생산 제품에 비해 상대적으로 비싼 가격임에도 불구하고 믿고 구입하고자 하는 심리에 경종을 울리는 실례라고 보아진다.

## 5. 결론

이상의 시험결과에서 나타난 바와 같이, 국외 품질인증기관의 인증 마크를 부착한 엔진오일이라 할지라도 인증 마크에 부합되지 않은 제품들이 유통되고 있는 점을 고려할 때 품질 면에서의 사후관리 시스템이 요구되고 있으며, 또한 엔진오일의 대부분이 SH나 SJ급 제품이지만 석유사업법상의 품질기준이나 KS 규격은 아직도 가장 기본적인 몇 몇 물성 항목만을 규제하므로 현재 국내에서 사용되는 자동차에 적합한 엔진오일의 규격을 새로이 설정할 필요성이 제기되고 있다.

## 참고 문헌

1. 'Ready Reference for Lubricant and Fuel Performance,' Lubrizol, 1998.
2. A. Caines and R. Haycock, 'Automotive Lubricants Reference Book,' SAE, Inc., 1996.
3. 오 회용, 'API SJ/ILSAC GF-2 규격 발표와 관련하여,' 석유와 윤활, 1997년 신년호, pp. 34-41, 한국석유품질검사소.
4. 문 우식, '가솔린 엔진유의 규격 및 기술동향,' 석유와 윤활, 1998년 신년호, pp. 16-24, 한국석유품질검사소.
5. 정 근우, '내하중 첨가제,' 석유와 윤활, 1998년 여름호, pp. 44-54, 한국석유품질검사소.
6. M. Nakada, 'Requirements for Engine Oil and Their Trends,' *J. Jap. Soc. Tri.*, Vol. 41, No.3, pp. 215-218, 1996.