

디젤엔진오일의 국제성능규격 추세와 올바른 선택요령

구 본 한

한국셀석유(주) 제품관리부 과장

국내의 디젤엔진오일 시장은 국내외 건설경기호조와 국내 자동차업계의 외국 자동차메이커와의 기술 제휴 및 자체기술로 고속, 고마력의 상업용차량을 비롯하여 중·소형디젤 차량에 대한 생산확대 및 해외수출 등의 호황으로 중동의 걸프전 이후 매년 그 시장은 증가일로에 있으며, 유럽이나 구미지역으로부터의 수입차량도 증가되고 있고, 아울러 그에 따른 엔진제작사의 자체 오일규격에 맞는 윤활유사용과 적절한 오일교환주기에 대한 요구가 증대되고 있다. 이에 관련하여 차량 관련회사나 운전 및 정비자가 잘못된 인식이나 혼동으로 인한 오일선택 사용시에는 고가의 차량을 단기간만에 수리를 하거나 부품 교환 등으로 경제적인 손실을 입을 뿐 아니라 국가적으로도 큰 손해가 아니라 할 수 없다. 이러한 혼동과 인식을 막기 위해서는 소비자 자신이 관심을 갖고 엔진의 운전효율을 향상시키고 엔진의 수명을 연장하기 위한 올바른 디젤엔진오일에 대한 다음과 같은 지식과 선택요령을 사전에 알아야 될 것이다.

1. 디젤엔진오일의 필수요구성능

1-1. 淸淨分散性(청정분산성)

디젤엔진오일은 고온에서도 안정하여 카본퇴적물이 생기지 않도록 오일 속에 검댕(Soot)을 억제 또는 제거해주고 생성물을 미립자로 분산시키는 청정분산성능을 지닌 금속성 비누(soap)첨가제가 함유되어 있다. 실험실적으로 엔진오일의 “황산화분”의 양을 측정함으로써 알 수 있다. 일반적으로 알카리가가 높은 오일들의 황산화분도가 높다.

1-2. 全鹽基價(전염기/알카리가)

디젤엔진오일은 연료연소시 발생하는 강탄산을 중화시키는 산중화능력이 요구되어지며,

이를 위해 오일속에 알카리성 첨가제를 첨가하여 제조된다. 디젤엔진오일의 이러한 성능을 수치로 표현한 것을 “전 알카리가”(TBN: Total Base Number)라고 부르며 이 수치가 높을수록 생성된 산에 대한 중화능력이 우수하다고 말할 수 있다. 이런 오일은 부식성마모를 사전에 방지하여 운전을 원활하게 돕는다.

1-3. 多級粘度(Multigrade Viscosity: 다급점도) 엔진오일

다급점도 등급오일의 특징은 단급오일에 비하여 저온에서 저온시동성능을 부여하고 고온 조건에서 오일의 점도가 되도록 떨어지지 않고 제점도를 유지하려는 성능, 즉 “점도지, 향상성”, 이 성능을 위해 고분자의 폴리머첨가제를 첨가시키는데, 엔진내부의 높은 압력에서 이 첨가제가 끊어지지 않고 잘 견디는 성질에 따라 다급점도 엔진오일의 품질이 좌우되며 이러한 엔진오일의 특성을 전단안정성”(Shear Stability)이라고 말한다. 이 성능이 떨어지면 고압에서 충분한 유막 형성을 못하며 오일점도가 묽어져 마모가 발생하며 然比(연비)도 떨어지게 된다.

2. 디젤엔진오일의 성능에 대한 국제규격비교

2-1. API(미국석유험회)규격

미국의 API규격은 SAE(미국자동차기술자협회)와 ASTM(미국재료표준협회)와 API와의 공동기구로 구성된 자동차윤활유에 대한 공동협의규격이며, 최근에는 유럽CCMC(유럽자동차제작자협회) 규격에서 이미 채택하고 있는 실험실적 시험(laboratory test) 부분을 보강하기 위해 CMA(미국화학제조협회)도 관여하여 품질보증에 관한 규격이 나오고 있다.

API규격 중 디젤엔진오일 등급은 1940년에

저성능급인 CA(commerical-A급) 성능등급을 도입하여 CB, CC급들을 사용하다가 이들 규격은 최근에 삭제되었고 1955년에 도입한 CD급과 1988년에 미국시내버스에 주로 사용되는 2스트록디젤엔진에 대한 규격을 새로 제정하여 CD II 등급을 도입하였으며, 같은 해에 CD급에 미국대형트럭시장에 많은 시장점유율을 갖고 있는 커민스(Cummins)엔진과 맥(Mack)사의 엔진운행조건에 맞는 유효성능을 추가시켜 저속-고부하, 고속-고부하조건에 사용하는 CE급을 제정하였다. 1990년에는 CE급에 고유황디젤연료(0.35~0.5%S)를 사용하는 고속, 고부하조건에 트럭과 소형경트럭, 밴 등에도 사용하는 CF-4급을 새로이 제정하게 되었으며 1994년에는 다시 CD II급의 2스트록디젤엔진의 성능을 보강하여 CF-2급이 새로 나왔고 같은해 CD급을 더욱 보강하여 0.5% wt 유허함유의 디젤연료를 사용하는 간접분사방식의 디젤엔진용 CF급이 제정되어 시행단계에 있으며, 1995년 1월부터 시행하는 최신 CG-4급도 1994년 미국에서 제정된 미국 배출가스규제법안에 따라 저유황(0.05% S) 디젤연료를 사용해야 하는 고속주행(on-highway) 디젤차량과 비교적 고유황을 사용하는 저속·고부하조건(off-highway)의 중장비 및 대형경운기 등 디젤차량에 적용하는 미국의 환경법과 사용연료의 유허성분합량별 적용차량에 대한 차별성능등급이다.

**국내에서 일반소비자들은 API에서 최근 제정시행되는 최신등급들(예를 들면 디젤엔진오일의 경우 CG-4급)이 세계의 어떤 디젤엔진 차량에도 최대의 성능을 발휘할 것이라는 생각은 잘못된 인식이며, 소비자는 최근 API에서 거의 같은 시기에 다양한 등급(CF, CF-2, CG-4급)에 대한 제정시행이유가 미국내의 환경법에 따른 사용연료의 변화 및 차량의 용도 및 여건 등에 따라 그 등급을 분류하여 발표하고 있다는 점을 유의하여야 하며, 우리와 여건이 비슷한 가까운 일본에서는 아직도 CD이나 CE급의 고회분성 디젤오일들을 선호하고 있으며, 미국 자동차메이커에서도 고유황 디젤연료를 사용하는 나라에 미국차량을 수출할 때, 디젤연료유 연소시 실린더 내에 발생하는 강산을 중화시키는 전 알카리(TBN)가 낮은 디젤엔진오일을 사용하는 경우 엔진트러블에 대한 우려를 표시하고 있다

는 사실은 CG-4급 오일이 저유황(0.05%) 디젤을 사용하는 고속디젤엔진 차량에 맞게 전알카리가 낮게(TBN이 6~7 mg KOH/g) 제조됨으로서 연소시 발생하는 강산에 대한 중화능력이 약하기 때문에, 비교적 고유황(국내 디젤의 유허함유량은 0.14~0.17%) 디젤연료를 사용하는 나라에서는 그 오일교환주기를 단축하여 사용해야 하는 것을 의미 함을 인식하여야 한다.

2-2. CCMC(유럽자동차제작자협회) 규격

CCMC규격은 유럽의 유명 자동차메이커회사들로 구성된 협의체로 독자적인 자동차회사들의 규격과 더불어, 우리나라의 도로 사정이 비슷함, 그들의 환경이나 산악도로 조건 등에 맞는 공동의 규격으로서 점차 고속, 고출력화 되어가는 디젤엔진의 성능규격을 향상시키기 위하여 유럽자동차 제작협회에서는 기존의 D1과 D2, D3 성능규격을 높여 1990년 D4와 D5 성능등급을 제정, 시행하고 있다. 그 규격은 엄격하고 독자적인 실험실적 요구규격과 유럽 유명 자동차메이커의 엔진들에 가혹한 운전조건에서의 엔진 시험을 요구하고 있어 그에 상응하는 고성능 엔진오일의 규격을 채택하고 있다.

그중 CCMC D5급의 성능규격은 Mercedes-Benz(메세데스-벤츠)의 다기통엔진에 시험하여 규정하는 초고성능 디젤엔진오일(SHPDO: Super High Performance Diesel Oil)의 규격이며 CCMC규격은 API규격의 시험항목과는 달리, 추가적으로 엔진주행시 실제로 발생할 수 있는 엔진시험 항목으로 실린더 보어폴리싱(cylinder bore polishing: 실린더내경 연마현상) 시험항목 즉 피스톤왕복운동으로 인한 실린더라이너의 마모는 디젤엔진의 출력과 오일의 소모와 밀접한 관계가 있어 CCMC규격에서는 이를 중요시하여 상기시험을 유럽자동차 유명메이커들 특히 벤츠사의 OM규격, 독일 MAN사의 D2886 규격, Ford사의 Tornado 시험을 통해 디젤오일성능을 평가하고 있다. 벤츠와 같은 상기유럽회사들이 API규격과는 달리 디젤오일의 전 알카리도를 나타내는 "황산회분"량에 대한 표준오일(reference oil) 규격의 허용치가 높은 것은 미국식 엔진과 유럽/일본식 엔진, 특히 그 피스톤 구조적 차이에서 연유된 것이다.

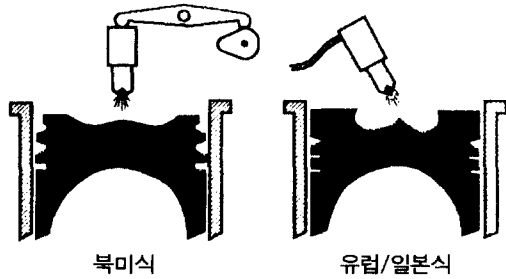


Fig. 1. 미국식과 유럽/일본식의 피스톤형태

3. 미국식과 유럽식/일본식 피스톤의 형태와 황산화분의 양

일반적으로 유럽식/일본식 디젤엔진의 실린더와 피스톤 상단사이의 간격(clearance: 유격)은 0.4~0.5 mm 정도로 좁게 설계되어 있고 피스톤 상단부의 크라운랜드(crownland)의 높이는 대개 약 20 mm 정도가 표준이다. 이에 비해 미국식 엔진시험을 대표하는 커민스사의 NTC-400과 맥사의 T-7시험엔진의 실린더와 피스톤사이의 유격은 0.75~2.10 mm 정도이고 크라운랜드의 높이는 4~12 mm 정도이다. 이처럼 피스톤 형태가 다르므로서 엔진오일에 대한 규격이 달라질 수 밖에 없다(Fig. 1).

유럽식의 Tight Crownland형의 피스톤에서는 피스톤상단의 청정성이 매우 중요시된다. 만약 피스톤의 왕복운동시 즉 계속되는 연소과정에서 발생하는 카본을 깨끗이 청정해 주지 않으면 이 카아본이 쌓여 경화되어 연마성 물질로 형성되어 이로 인한 실린더라이너 마모를 일으킨다. 그래서 유럽식 디젤엔진에서는 엔진오일이 이런 퇴적물을 적시에 억제 또는 제거해 줄 수 있는 고도의 청정분산성을 가지고 있어야 한다. 이렇게 엔진오일의 청정분산성이 높을수록 황산화분¹⁾의 양이 높아지는데 이는 디젤엔진오일의 전알카리가(TBN)가 높다는 것을 의미한다. 따라서 황산화분의 양이 낮은 엔진오일은 황산화분의 양이 높은 엔진오일보다 청정분산성이 떨어진다고 말할 수 있으며, 또한 고도의 청정성을 요구하는 유럽식 또는 일본식 디젤엔진에는 가능한 한 황산화분이 비교적 높은(약 2.0 wt% 이하) 디젤엔진오일을 사용하는 것이 좋으며, 그리고 이런 오일들은 전알카리가가 높은 유향

Table 1. 각 지역별 대표적인 피스톤의 형태

	미국	유럽	일본
와류실 형태	얇음	깊음	깊음
보어의 크기, m	130	130	130
톱랜드 높이, m	4-12	18-25	15-25
크라운랜드 유격, mm	1.0-2.0	0.4-1.0	0.6-1.0
크라운랜드온도	높음	비교적 낮음	-
연료분사압력	300-400 kg/cm ²	200-300 kg/cm ²	180-220 kg/cm ²

(주)톱랜드 높이: 피스톤의 1번 압축링의 상단부터 피스톤 상단면까지의 높이
크라운랜드유격: 실린더라이너와 톱랜드 사이의 거리 (유격)

Table 2. API CE, CF-4급 오일과 CCMC D5급 오일의 비교

API, CE, CF-4급 오일	요구성능	CCMC D5급 오일
낮을 수록 좋다	점 도	높을 수록 좋다
높 다	중 발 량	낮 다
낮을 수록 좋다	황산화분	높을 수록 좋다
포함한 것이 좋다	점도지수향상제	포함하지 않아도 된다
크 다	피스톤/실린더유격	좁 다

성분을 포함하고 있는 디젤유를 사용하는 디젤엔진 내에서 연료의 연소과정에서 발생하는 아황산가스나 농황산을 중화시킴으로써 황산에 의한 엔진내부의 금속부식과 부식성 마모가 발생하는 것을 방지할 수 있을 뿐더러 낮은 알카리가의 엔진오일보다 더욱 오랜기간을 사용할 수 있다.

미국식 디젤엔진의 Cut-back Crownland형의 피스톤은 실린더상단에 고압분사장치를 갖고 있어 고온에 노출됨에 따라 일부 오일도 같이 연소되어 피스톤 톱링에 퇴적물이 발생하게 되면 링이 연소가스나 오일에 대한 밀봉작용이 원활하지 못함으로서 상대압력이 떨어져, 오일의 유입에 따라 그 소모량이 증대되어진다. 그리고 고온에서 노출면적이 비교적 넓고 시간이 길어, 아무리 최고급 유향유라 할지라도 오일의 분해를 피할 수 없는 일이며 이러한 퇴적물의 생성은 오일의 회분의 함량과 관계없이 발생된다. 이러한 조건의 미국식 엔진에 회분함량이 높은 오일을 사용하는 경우에는 매우 단단한 금속성 퇴적물이 생김으로서 실린더 보어포리싱(cyclin-

der bore polishing) 현상이 오히려 현저하게 나타날 수 있다. 그래서 미국식 엔진에서는 오일이 연소되어 금속성 카본 퇴적물이 부착되지 않고 부드러운 카본이 생성되었다가 피스톤의 왕복운동으로 떨어지기 쉬운 저회분성의 디젤 엔진오일을 선호하는 것이다.

4. 결 론

상기에서 언급한 바와 같이, 각 나라 자동차 엔진메이커들은 그 나라의 기후, 환경, 도로사정 등 그 중요도에 따라 독자적인 성능규격을 실시하고 있으며 특히 우리나라도 기후, 지형 및 사용연료인 디젤유황함량 등의 조건에 맞는 공동의 독자적인 엔진 test method 및 규격제정이 필요한 시기가 도래하였다고 보며, 국내 자동차 메이커들이 전 세계로 수출하는 과정에서 그 해당나라의 엔진요구 규격을 잘 인식하고 자동차수출에 따른 AS 및 오일추천을 정립하여, 오일에 의한 엔진트러블 등을 방지해야 할 것이며, 국내에 유럽 및 일본식 엔진이 70~80% 시장성을 갖고 운행되고 있다는 점을 인식하여 그 적합한 유럽의 CCMC 규격과 유럽의 유명 자동차메이커의 규격에 대해 잘 알아야 할 것이며, 엔진오일의 성능등급에 대한 잘못된 인식과 오일선택으로 고가 차량의 엔진트러블 및 잦은 수리로 소비자나 국가적으로 경제적 손실의 발생을 방지하는 디젤엔진오일의 올바른 선택과 요령을 다음과 같이 재정리해보면:

첫째, 국내의 자동차회사에서 추천하는 엔진 오일의 제품명, 성능규격 등에 대한 차량 취급 설명서를 통해 확인하고(예를 들면 CCMC의 D4, D5급, API의 CD, CE, CF-4급, MS 228.1, MAN 271, MIL규격)

둘째, 현재 사용하는 디젤연료 속의 유황 함량조건에 맞는 전 알카리가(TBN)를 가진 디젤 엔진오일인가를 확인하며

셋째, 청정분산제로 사용되는 첨가제의 함량을 나타내는 황산화분량 등 오일의 제성능을 발휘하는 기타 성능에 대한 오일지식을 오일전문메이커와 상의하여 기본적 유통지식과 관리방법을 습득하고(*독일의 MAN, Benz 등 유럽 차량회사들은 자사의 대형 디젤차량에 고회분성 오일을 엄격히 추천함)

넷째, 적절한 다급점도의 선택결정과 자체차량의 사용오일을 분석하여 적절한 교환주기를 설정하고

다섯째, 차량엔진 중 특히 피스톤 형태를 감안하여 미국식 및 유럽식/일본식인가를 판단하여 차량제작사의 차량종류 및 여건과 요구성능 규격에 맞추어 선택할 것

위와 같은 관점에서 차량관련 회사 및 운전자들이 상기와 같은 세계적인 디젤오일의 추세 및 지식과 요령을 인식하고 선택을 할 때, 고가재산인 소유차량의 효율적인 운전과 엔진의 수명을 연장하여 보다 더 나은 장기적이고도 실질적인 경제효과를 얻을 수 있을 것이다.