

엔진오일의 화학적 및 물리적 변화에 의한 퇴화정도와 유전상수 변화에 관한 상호관계 연구 - 가솔린엔진오일

전 상 명[†]

호서대학교 자동차공학과

Study on Mutual Relation between the Level of Deterioration Influenced by the Changes of Chemical and Physical Properties and the Change of Dielectric Constant for Engine Oil - Gasoline Engine Oil

Sang Myung Chun[†]

Dept. of Automotive Engineering, Hoseo University

Abstract – The dielectric constants of used gasoline engine oils were obtained at a few temperatures and a frequency. Through analyzing the characteristics of dielectric constant, the related correlation between the changes in dielectric constants of oil and the degree of oil deterioration is going to be found. The dielectric constant was calculated using cross capacitances measured by a sensor tube. As results of the measurement of the fresh engine oil's dielectric constant, it was found that the value of dielectric constant was set down below 60°C regardless changing frequency. Further, above 6 kHz, the dielectric constant was set down even if temperature was above 100°C. Therefore, for the measurement of used oils, it was selected the frequency of 6 kHz, and the temperature of 80°C preventing a certain ionic-conduction effects on the measured dielectric constant and the evaporation of a certain fluid mixed with engine oil. Specially, the effects of the mixing fluid like coolant, water and fuel on the fresh engine oil's dielectric constant were studied. It was found that the oil mixed with coolant showed the highest value, next water, and the lowest fuel. As results of the measurement of the used engine oil's dielectric constant, it was found that the possible changed rate of the used engine oil's dielectric constant based on the warning limit for engine oil in service was below 4% for gasoline engine oil.

Key words – engine oil, oil deterioration, dielectric constant, TAN, oil viscosity, engine oil warning limit.

1. 서 론

엔진오일 교환주기는 설계된 엔진의 특성과 개인의 운전 성향에 따라 다르다. 그렇기 때문에 주행거리와 주행시간에 기초한 고정된 엔진오일 교환 주기는 엔진 오일의 퇴화정도를 정확히 판단된 상태에서의 오일 교환을 위한 이정표가 되지 못한다. 그 대안은 각 엔진 운전상황(엔진 형식에 따른 가혹도 차이, 엔진오일의 성능 차이, 운전자의 운전 방식)에 따라 유연한 오일 교

환주기를 알아내는 것이다[1].

따라서 자동차 운전 중에 엔진 오일의 퇴화정도를 측정하는 실시간 센서 시스템의 개념이 소개되고 있다[2-5]. 이러한 센서에 의해서 오일 교환 시점은 실시간 측정된 자료에 따라 판단된다. 더 나아가 이러한 센서에 의해, 고 품질 및 고성능의 엔진오일 신제품이 나올 때마다 오일 제조업체와 자동차 제조업체에서 고정된 오일 교환주기를 정하고 명시하는 번거로움을 없앨 수 있으며, 소비자들도 실시간 판단 시스템을 통해 실질적인 엔진오일 교환주기를 알 수 있는 이점을 누릴 수 있다고 본다.

[†]주저자 · 책임저자 : sangmchun@hanmail.net

윤활유의 주성분은 탄화수소로서 원자간의 결합력이 강하지 못하고 열 분해로 인해 공기중의 산소와 반응하여 산화물을 만들기 용이하다. 즉 열화가 용이하다. 따라서 윤활유의 물성 변화로 그 기능이 상실되어 점도 변화 및 금속부식을 유발할 수 있다. 이에 일차 기능성 첨가제인 산화 경감 및 산화 지연 용 산화방지제를 넣어 열화 및 부식을 방지한다[6].

한편 유전상수는 전기에너지를 전달하는 정도를 나타내며, 이는 오일의 물성 중 특히 전산가(TAN)와 관련이 깊다. 전산가는 윤활유 중에 포함된 산성물질의 양을 말하며, 산성물질은 전기적으로 양성을 나타낸다. 다시 말해 전산가는 윤활유의 산화 정도를 나타낸다. 이러한 전산가는 윤활유가 열화 됨에 따라 증가한다. 즉, 산화방지제가 고갈됨에 따라 증가한다. 그러나 사용 초기에 산화방지제가 활성화 될 때는 잠시동안 감소하는 현상이 나타난다.

따라서 일반적으로 오일 유전상수는 처음에 감소하여 초기값보다 작아지는데, 이는 산화방지제가 활성화 되기 때문이다. 그 후 산화방지제가 충분히 고갈되어 산화물을 축적하게 되어, 오일유전상수는 증가한다.

한편 오일의 이온유도작용(ionic-conduction)으로 인한 오일유전상수 측정에 미치는 영향은 일반적으로 50 kHz이하의 주파수와 100°C보다 적은 온도에서 무시된다고 본다[2].

본 연구에서 유전상수 측정의 기준 주파수와 온도는 앞 장의 실험실험[7]을 통해 선택한 주파수 값인 6 kHz와 오일 내 물 및 냉각수 성분의 증발을 방지하기 위해 80°C로 정하였다.

오일의 사용한계[8,9]를 판단하는 항목은 점도, 연료 희석량, 오일 내 금속성분, 물 및 냉각수 함유량, 불용분, 전산가(TAN) 및 전염가(혹은 전알카리가, TBN) 등과 같이 다양하나, 본 연구에서 오일의 유전상수 변화와 연계하여 선택한 측정할 순수 오일물성은 점도와 전산가와 전염가 등으로 제한하였다.

전산가는 오일 중의 산성분의 전량으로 나프탄계 첨가제 중의 산성물질, 사용 중에 생성된 유기산 등 전부를 합한 양을 나타낸다. 즉 시료 1g 중에 포함되어 있는 산성성분을 중화하는 데 필요한 수산화 칼륨(KOH)의 양을 mg 수로 표시한다. 본 측정은 상온(room temperature)에서 실시한다. 이러한 전산가로 오일에 포함된 산성 첨가제 양을 조사하거나 사용중인 오일의 산화정도를 측정에 이용한다. 따라서 윤활유의 정제도의 기준으로 적용하기도 하고, 제조공정의 관리지표,

사용 윤활유의 관리 또는 윤활유의 산화시험이나 시험 후의 열화상태를 알기 위한 기준으로 널리 사용되고 있다. 일반적으로 윤활유가 열화 됨에 따라 전산가는 통산적으로 증가하는 경향을 보이며 가솔린엔진의 경우 신유 대비 3.0 이상 증가하면 교환해야 될 시점으로 본다.

전염가는 오일 중의 염기성 물질의 양을 나타낸다. 즉 시료 1g중에 포함되어 있는 전 알카리성 성분을 중화하는 데 필요한 산과 같은 당량의 수산화 칼륨(KOH)의 양을 mg 수로 표시한다. 본 측정도 상온(room temperature)에서 실시한다. 천연의 석유 유분 중에는 염기성 물질은 거의 존재하지 않는다. 따라서 전염가는 윤활유에 첨가된 청정분산제의 양의 기준으로 엔진유의 평가나 사용 엔진유의 관리 측면에서 사용되고 있는데, 사용함에 따라 감소하는 경향을 보이며 가솔린엔진의 경우 신유 대비 60% 이하로 감소하면 교환 시점으로 본다. 즉 사용유에 있어서 전산가는 윤활유의 산화정도를 의미하며 전염가는 잔존 청정분산 첨가제의 양을 의미한다.

점도는 엔진 오일 중에 결정체로 존재하는 왁스분의 응결현상을 막아 오일의 유동성을 좋게 해주는 유동성강화제 성분에 의해 결정된다. 윤활유를 사용함에 따라 이 유동성강화제가 고갈될 때 점도는 증가한다. 점도 변화에 따른 교환시점에 대한 추천값[8]은 가솔린 엔진오일 경우, 40°C에서는 점도의 50% 증가시와 25% 감소를 교환시점으로 보며, 100°C에서는 점도의 35% 증가시를 교환시기로 본다.

2. 오일 채취방법 및 차량시험 모드

차량주입시험오일은 공인 제조된 전형적인 순정품으로 공장에서 주입되는 오일(factory-fill)을 사용하였다. 기본적으로 엔진에 이상이 없고 시험 상황이 정상적 일 경우에는 엔진오일 채취와 보충은 다음을 기준으로 수행하였다. 즉, 기본적으로 초기 10분 워업 후와 매 5,000 km마다 350 ml를 채취한 후 같은 양을 보충하고자 했으며, 그 중간에 매 1,000 km마다 50 ml를 채취 후 같은 양을 보충하고자 계획했다. 샘플 채취 시에는 10분간 엔진 워업 후 오일 샘플을 취하였다. 이러한 시험차량으로부터 수시로 오일을 채취하기 때문에 초기 주입은 오일 검사게이지의 최대치보다 500 ml 초과하여 주입하였다. 한편 시험차량은 A사에서 가솔린승용차 2대 및 LPG 택시 2대를 지원받아 수행하

였다.

A사의 차량 시험은 4가지로 차량시험 A4~A7으로 구분한다. 시험 A4~A5에서 사용한 차량은 2.0 L DOHC LPG 엔진을 장착한 승용택시차량이며 사용오일은 가솔린 승용차용 엔진오일(오일 C)인 SAE 5W30 공장 주입 순정품 오일을 주입하여 사용하였다. 오일 주입량은 7 L이며 오일검사케이지의 최소와 최대 눈금사이의 오일량은 1 L이다. 시험 A4관련 차량은 M/T 미션을 장착하였고, 주로 시내를 주행하며 파워트레인과 운전제어를 평가하는 소비자 주행모드인 100000 km 택시 프리트 시험(Fleet Test) 모드를 뛰었다. 시험은 2005년 7월 28일부터 2006년 3월 21일까지, 여름부터 다음 해 초 봄까지 국내에서 진행하였다. 시험 A5관련 차량도 M/T 미션을 장착하였고, 프리트시험과 같은 소비자 주행모드로 차량전체 내구성을 보는 80000 km 차량 내구시험(Reliability Test)모드를 뛰었다. 시험은 2005년 8월 19일부터 2006년 4월 10일까지, 늦 여름부터 다음 해 봄까지 국내에서 진행하였다.

시험 A6~A7에서 사용한 차량은 L6 2.0 L 및 2.5 L DOHC 가솔린 엔진을 장착한 승용 가솔린차량이며 사용오일은 SAE 5W30 가솔린엔진용 공장주입 순정품 오일로서 오일 C로 표시한다. 오일 주입량은 7 L이며 오일검사케이지의 최소와 최대 눈금사이의 오일량은 1 L이다. 시험 A6관련 차량은 2.5D엔진과 A/T 미션을 장착하였고, 소비자가 10년을 탈수 있는 가혹도를 갖는 소비자의 모든 모드가 혼합된 42000 km 일반 내구(General Durability)모드를 뛰었다. 시험은 2005년 10월 24일부터 2006년 1월 8일까지, 가을부터 겨울철에 중국 북경에서 진행하였다. 시험 A7관련 차량은 2.0D 엔진과 M/T 미션을 장착하였고, 42000 km 일반 내구(General Durability) 모드를 뛰었다. 시험은 2005년 11월 11일부터 2006년 2월 2일까지, 늦가을부터 겨울철에 중국 북경에서 진행하였다.

3. 측정 결과

3-1. 차량시험 엔진오일의 물성변화

3-1-1. A사 LPG 엔진 주입 오일

1) A사의 차량시험 A4에 대한 오일물성 변화

본 차량시험 A4는 LPG 연료를 사용한 차량으로 실제로 샘플링한 이력은 다음과 같다. 즉, 7000 km 이전까지는 오일 샘플을 채취하지 못했으며, 7000 km에서부터 20000 km이전까지 1000 km마다 50 ml씩 채취

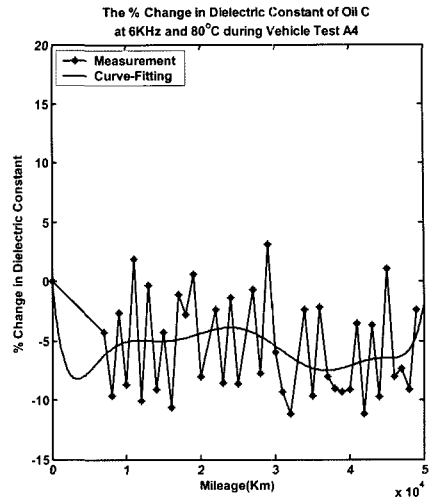


Fig. 1. The tenancy in the change of dielectric constant as changing mileage, oil C at vehicle test A4.

후 보충하였으며, 20000 km에서 350 ml를 채취 후 보충하였다. 그 후 50000 km까지 운행하면서, 25000 km, 30000 km 및 40000 km에서 350 ml씩을 채취 후 보충하였고, 50000 km에서는 100 ml를 채취하였으며, 약 1000 km마다 50 ml씩을 채취 후 보충하였다. 따라서 20000 km에서 채취한 오일 샘플이 부하를 많이 받았다고 볼 수 있다. 또한 20000 km에서 채취한 오일 샘플의 TAN 값이 사용한계치에 거의 도달한 것으로 나타났다(Fig. 5). 그러나 이 때 유전상수는 크게 증가하지는 않았다(Fig. 6). 또한 점도는 사용한계치를 벗어나지 않고 있다(Fig. 3 & 4).

80°C에서의 유전상수변화와 TAN변화와의 관계는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 유전상수 변화는 매번의 채취 및 보충 양에 따라 증감을 반복하고 있으나, 커브 피팅한 곡선을 기준으로 보면 초기 약 4000 km까지는 감소하였으며 그 후로 증가하다가, 감소와 증가를 반복하고 있다. 전반적으로는 주행거리가 증가할수록 증가하는 경향을 나타내는 것이 일반적이거나 이 경우는 25000 km 이 후에 감소하는 경향을 보였다. 이는 오일 샘플의 잦은 채취와 충분한 보충이 이루어졌기 때문으로 본다.

80°C뿐만 아니라 전체적으로 유전상수는 신유대비 3%이하의 증가를 보였으며 유전상수 값은 2.0-2.27범위에 있었다.

2) A사의 차량시험 A5에 대한 오일물성 변화

본 차량시험 A5도 LPG 연료를 사용한 차량으로

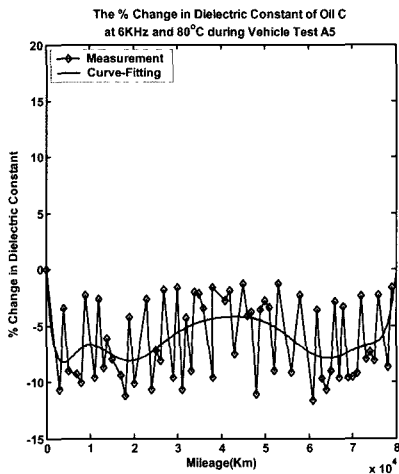


Fig. 2. The tenancy in the change of dielectric constant as changing mileage, oil C at vehicle test A5.

3000 km에서 오일을 채취하기 시작하여 부정기적으로 오일을 채취하면서 79000 km까지 운행하였다. 5000 km, 20000 km, 30000 km, 36000 km, 41000 km, 45000 km, 65000 km 및 70000 km에서 350 ml씩 오일 샘플을 채취 후 같은 양을 보충하였으며, 중간 중간에 부정기적으로 50 ml씩 채취 후 보충하였다. 따라서 오일에 부하를 많이 받은 샘플은 20000 km와 65000 km에서 채취한 오일 샘플이라고 볼 수 있다. 그러나 20000 km과 65000 km에서 채취한 오일샘플의 TAN값이 사용한계치를 초과하지 않았으며(Fig. 5) 유전상수도 크게 증가하지는 않았다(Fig. 6). 또한 점도도 사용한계치를 벗어나지 않고 있다(Fig. 3 & 4).

Fig. 2에서 보는 바와 같이 유전상수 변화는 매번의 채취 및 보충 양에 따라 증감을 반복하고 있으나, 커브 피팅한 곡선을 기준으로 보면 초기 약 2000 km까지는 감소하였으며 그 후로 증가하다가, 감소와 증가를 반복하고 있다. 전반적으로는 주행거리가 증가하더라도 유전상수의 증가는 눈에 띄지 않았다. 80°C뿐만 아니라 전체적으로 신유대비 유전상수는 -1% 이하의 증가를 나타냈으며 그 값은 1.96-2.2 사이의 값을 나타내고 있다.

3) A사 LPG 엔진 주입 오일에 대한 차량별 오일물성 변화 비교

엔진오일 C를 사용한 LPG 엔진 차량시험 A4와 A5동안의 엔진오일에 대한 물성변화를 그래프로 도시하였다. Fig. 3과 Fig. 4에서 보는 바와 같이 40°C와 100°C에서의 점성변화는 추천사용한계범위 내에 있음

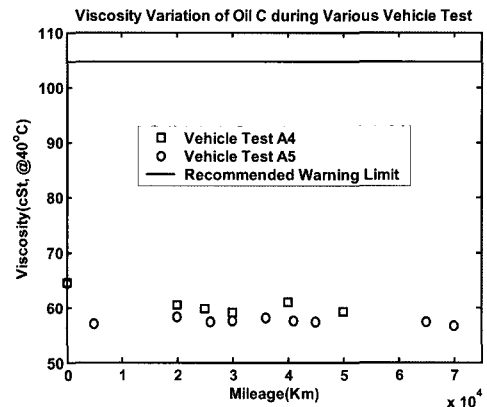


Fig. 3. Viscosity variation of oil C during various vehicle tests using LPG engines at 40°C.

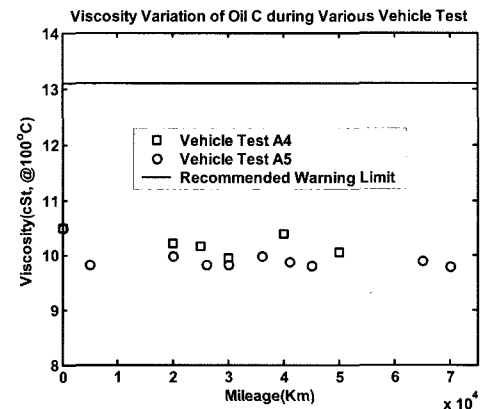


Fig. 4. Viscosity variation of oil C during various vehicle tests using LPG engines at 100°C.

을 알 수 있었다.

Fig. 5에는 TAN 및 TBN 값이 도시되었으며 오일에 부하를 많이 받은 차량시험 A4의 20000 km에서 채취한 오일의 TAN 값이 추천사용한계에 거의 도달하였다. 그 외의 TAN 및 TBN 값은 사용한계 이내의 값을 나타내고 있다. Fig. 6에서는 시험차량별 및 주행거리별 유전상수 변화를 도시하였으며, 그 값은 Fig. 1와 Fig. 2와 함께 고려하면 1.94~2.27 사이에 있었다. 본 LPG 엔진 차량시험으로 시험한 오일 C의 TAN값이 20000 km에서 추천사용한계 범위의 상한치에 거의 도달 하였음을 감안 할 때, 오일교환 주기는 20000 km 이하로 유지하는 것이 바람직하다. 이럴 경우 80°C뿐만 아니라 전체적으로 신유대비 3%이하의 증가인 1.94~2.27 사이 값이 실운전 시 나타날 수 있는 LPG엔진에 사용된 오일 C의 유전상수 값의 범위로 볼 수 있

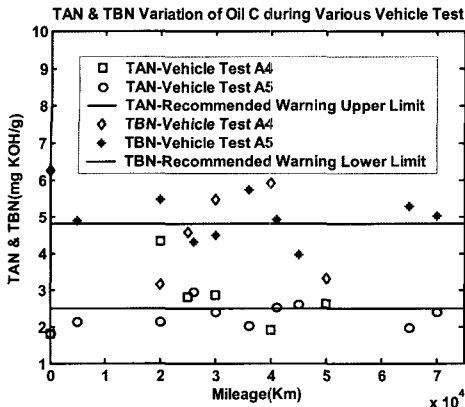


Fig. 5. TAN & TBN variations of oil C during various vehicle tests using LPG engines.

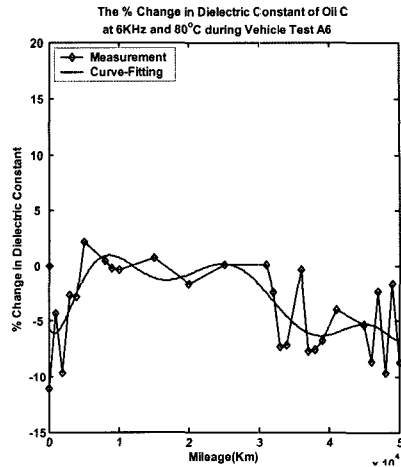


Fig. 7. The tenancy in the change of dielectric constant as changing mileage, oil C at vehicle test A6.

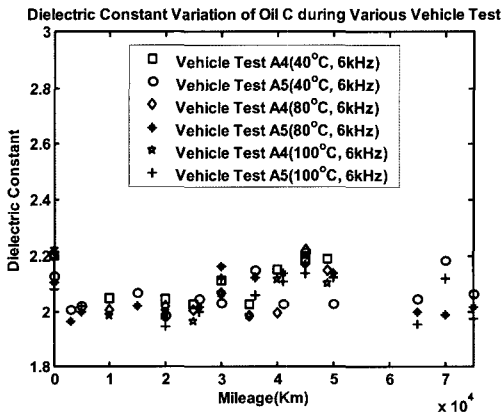


Fig. 6. Dielectric constant variation of oil C during various vehicle tests using LPG engines.

다고 판단된다.

3-1-2. A사 가솔린 엔진 주입 오일

1) A사의 차량시험 A6에 대한 오일물성 변화

본 차량시험 A6는 가솔린 연료를 사용한 차량으로 초기부터 부정기적으로 오일을 채취하면서 50000 km까지 운행하였다. 5000 km, 10000 km, 15000 km, 20000 km, 25000 km, 30000 km, 35000 km, 40000 km 및 45000 km에서 350 ml이상의 오일 샘플을 채취 후 같은 양을 보충하였으며, 중간 중간에 부정기적으로 50 ml씩 채취 후 보충하였다. 특히 10000~15000 km, 15000~20000 km, 20000~25000 km, 25000~30000 km 및 41000~45000 km 사이에서는 매 1000 km마다 오일샘플을 채취하지 않고 5000 km 주행 후에서 샘플을 채취 후 같은 양을 보충하였다. 따라서 이러한 오일샘

플들은 부하를 많이 받았다고 볼 수 있다. 그러므로 15000 km과 30000 km에서 채취한 오일샘플의 TAN 값 및 TBN 값이 사용한계치에 근접하나 초과하지는 않았다(Fig. 11). 한편 점도는 사용한계치를 벗어나지 않고 있다(Fig. 9 & 10).

Fig. 7에서 보는 바와 같이 유전상수 변화는 매번의 채취 및 보충 양에 따라 증감을 반복하고 있으나, 커브 피팅한 곡선을 기준으로 보면 초기 약 1000 km까지는 감소하였으며 그 후로 증가를 했으며, 또한 40000 km이후에서 다시 증가 후 감소하였다. 특히10000~30000 km 사이에서 많이 증가했다. 이는 1000 km마다 오일 채취를 안하고 계속 운전 후 5000 km가 되어서 채취한 샘플에서 나타나고 있다.

유전상수의 변화는 80°C 뿐만 아니라 전체적으로 신유 대비 2%이내이며, 그 값은 1.95-2.25 사이에 있었다.

2) A사의 차량시험 A7에 대한 오일물성 변화

본 차량시험 A7도 가솔린 연료를 사용한 차량으로 초기부터 부정기적으로 오일을 채취하면서 35000 km까지 운행하였다. 5000 km, 6000 km, 10000 km, 12000 km, 15000 km, 20000 km, 22000 km, 25000 km 및 30000 km에서 350 ml 이상의 오일 샘플을 채취 후 같은 양을 보충하였으며, 중간 중간에 부정기적으로 50 ml씩 채취 후 보충하였다. 특히 12000~15000 km, 15000~19000 km, 25000~30000 km 및 30000~35000 km 사이에서는 매 1000 km마다 오일샘플을 채취하지 않고 마지막에서 만 샘플을 채취 후 같은 양을 보충하였다. 따라서 이러한 오일샘플들은 부하를 많이 받았다

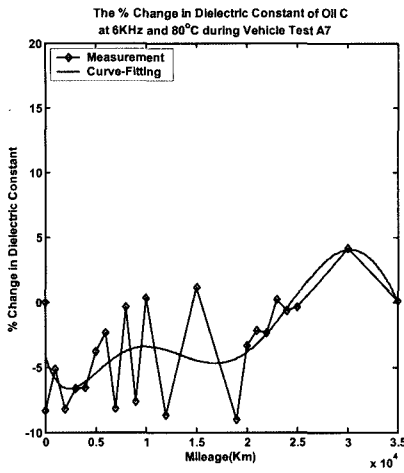


Fig. 8. The tenancy in the change of dielectric constant as changing mileage, oil C at vehicle test B2.

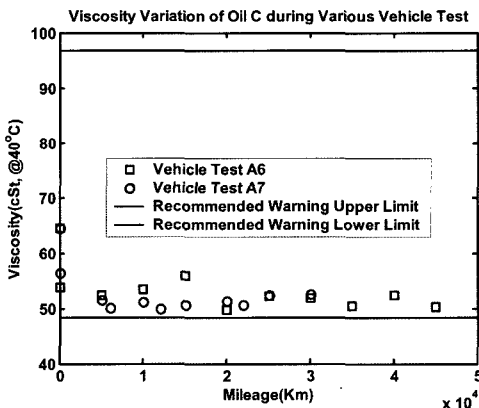


Fig. 9. Viscosity variation of oil C during various vehicle tests using gasoline engines at 40°C.

고 볼 수 있다. 역시 15000 km과 30000 km에서 채취한 오일샘플의 80°C를 기준으로 측정된 유전상수 값이 대체로 큰 값을 나타내고 있다(Fig. 12). 한편 다른 물성은 사용한 계치를 벗어나지 않고 있다(Fig. 9, 10, & 11).

Fig. 8에서 보는 바와 같이 유전상수 변화는 매번의 채취 및 보충 양에 따라 증감을 반복하고 있으나, 커브 피팅한 곡선을 기준으로 보면 초기 약 3000 km까지는 감소하였으며 그 후로 증가와 감소를 반복했으며, 특히 30000 km에서 많이 증가했다. 이는 1000 km마다 오일 채취를 안하고 계속 운전 후 5000 km가 되어서 채취한 샘플이기 때문이다. 유전상수의 변화는 80°C뿐만 아니라 전체적으로 신유대비 4%이내이었으며, 그

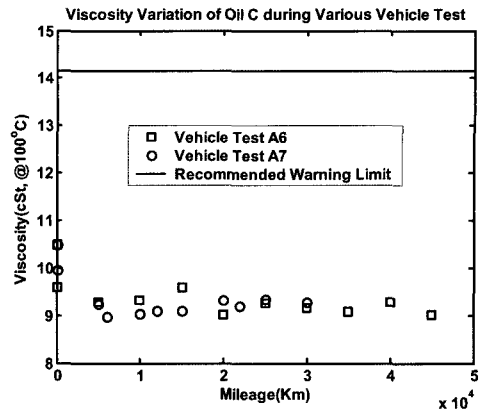


Fig. 10. Viscosity variation of oil C during various vehicle tests using gasoline engines at 100°C.

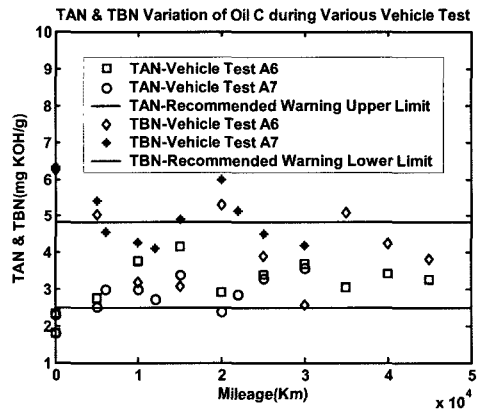


Fig. 11. TAN & TBN variations of oil C during various vehicle tests using gasoline engines.

값은 2.0-2.3 사이에 있었다.

3) A사 가솔린 엔진 주입 오일에 대한 차량별 오일 물성 변화 비교

엔진오일 C를 사용한 가솔린 엔진 차량시험 A6와 A7동안의 엔진오일에 대한 물성변화를 그래프로 도시하였다. Fig. 9와 Fig. 10에서 보는 바와 같이 40°C와 100°C에서의 점성변화는 추천사용한계범위 내에 있음을 알 수 있었다.

Fig. 11에는 TAN 및 TBN 값이 도시되었으며 오일에 부하를 많이 받은 차량시험 A6의 15000 km에서 채취한 오일의 TAN 값 및 TBN 값이 추천사용한계에 근접하였고 30000 km에서도 TBN 값이 추천사용한계에 근접하였다. 그 외의 TAN 및 TBN 값은 사용한계 이내의 값을 나타내고 있다. Fig. 12에서는 시험차

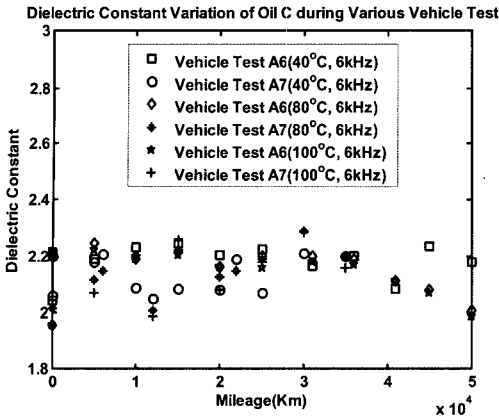


Fig. 12. Dielectric constant variation of oil C during various vehicle tests using gasoline engines.

량별 및 주행거리별 유전상수 변화를 도사하였으며, 그 값은 1.95~2.3 사이에 있었다. 따라서 80°C 뿐만 아니라 전체적으로 신유대비 4% 이내의 값으로 1.95~2.3 사이 값이 실운전 시 오일교환주기 이내에서 나타날 수 있는 가솔린 엔진에 사용된 오일 C의 유전상수 값의 범위로 볼 수 있다고 판단된다.

3-2. 혼합물(오일과 물, 냉각수 및 연료 혼합)의 유전상수 변화

본 장에서는 엔진오일과 물, 냉각수 및 연료가 섞일 때 유전상수의 변화에 미치는 영향을 알아보려고 한다.

3-2-1. 가솔린 엔진오일의 물과 혼합물

여기서는 가솔린엔진오일과 물과 혼합되었을 경우의 유전상수 변화율에 대한 시험결과를 고찰하고자 한다. 참고로 가솔린엔진오일에 물이 섞일 경우도 추천 사용 한계값이 체적백분율로 0.2% 이하이다.

본 연구의 차량시험에 사용한 공장주입용 순정품 가솔린엔진오일 C와 시중에서 많이 판매되고 있는 국산 A/S순정품 가솔린엔진오일 D에 대한 물과 혼합시의 유전상수 변화율이 Fig. 13에 도사되어 있다. 측정값을 커브 피팅한 결과를 기준으로 할 때 엔진오일 C에 대해서 물이 0.2% 섞일 경우 유전상수가 약 4% 정도의 증가가 있었으나 물이 0.5% 섞일 경우는 약 18% 정도 유전상수 값이 증가하였다. 한편 엔진오일 D에 대해서는 물 0.2%로 섞일 경우에 유전상수가 약 1% 증가하였고 0.5% 섞였을 경우에 약 7%까지 증가하였다. 물 0.5%와 섞였을 때 엔진오일 C가 엔진오일 D보다

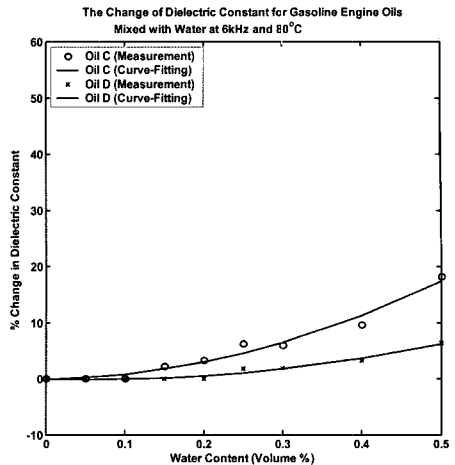


Fig. 13. The tenancy in the change of dielectric constant for gasoline engine oils mixed with water at 6 kHz and 80°C.

유전상수 변화율이 거의 3배 정도 크게 나타났다. 가솔린엔진오일과 물이 혼합시 추천 사용 한계값인 체적 백분율로 물 0.2% 일때는 유전상수 증가가 1-4%로 오일이 부하를 받아 열화되어 나타나는 범위의 상한치를 상회하고 있다. 물이 0.3% 이상 섞일 경우 가솔린 엔진오일의 유전상수 값이 뚜렷하게 증가되는 것을 볼 수 있을 것으로 예상된다.

3-2-2. 가솔린 엔진오일의 냉각수와 혼합물

여기서는 가솔린엔진오일과 냉각수와 혼합되었을 경우의 유전상수 변화율에 대한 시험결과를 고찰하고자 한다. 참고로 가솔린엔진오일에 냉각수가 섞일 경우도 추천 사용 한계값이 체적백분율로 0.3% 이하이다.

본 연구의 차량시험에 사용한 공장주입용 순정품 가솔린엔진오일 C와 시중에서 많이 판매되고 있는 국산 순정품 가솔린엔진오일 D에 대한 냉각수와 혼합시의 유전상수 변화율이 Fig. 14에 도사되어 있다. 측정값을 커브 피팅한 결과를 기준으로 할 때 엔진오일 C에 대해서 냉각수가 0.2% 섞일 경우 유전상수가 약 5% 정도의 증가가 있었으나 냉각수가 0.5% 섞일 경우는 약 35% 정도 유전상수 값이 증가하였다. 한편 엔진오일 D에 대해서는 냉각수 0.2%로 섞일 경우에 유전상수가 약 18% 증가하였고 0.5% 섞였을 경우에 약 48%까지 증가하였다. 냉각수 0.5%와 섞였을 때 엔진오일 C가 엔진오일 D보다 유전상수 변화율이 13% 정도 크게 나타났다. 가솔린엔진오일과 냉각수가 혼합시 추천 사

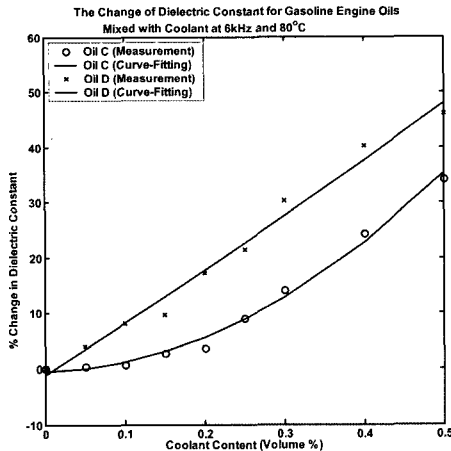


Fig. 14. The tenancy in the change of dielectric constant for gasoline engine oils mixed with coolant at 6 kHz and 80°C.

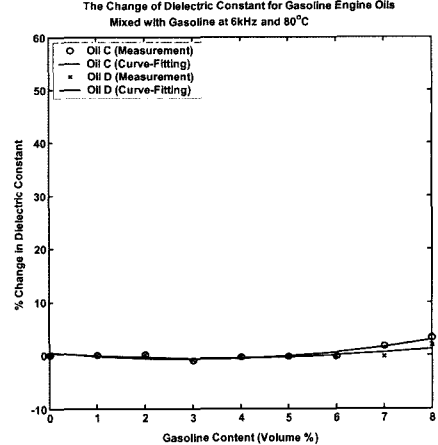


Fig. 15. The tenancy in the change of dielectric constant for gasoline engine oils mixed with gasoline at 6 kHz and 80°C.

용한계값인 체적백분율로 냉각수 0.3% 일때는 유전상수 값이 5-18% 정도로 증가하기 때문에 냉각수 유입으로 인한 오일의 이상현상을 쉽게 감지할 수 있다.

물과 섞이는 경우 보다는 냉각수와 섞이는 경우가 유전상수 변화에 훨씬 큰 영향을 나타냈다.

3-2-3. 가솔린 엔진오일의 연료와 혼합물

가솔린엔진오일과 가솔린연료와 혼합시의 유전상수 변화율에 대한 시험결과를 고찰하고자 한다. 참고로 가솔린엔진오일에 가솔린연료가 섞일 경우도 추천 사용 한계값이 체적백분율로 5% 이하이다.

본 연구의 차량시험에 사용한 공장주입용 순정품 가솔린엔진오일 C와 시중에서 많이 판매되고 있는 국산 A/S순정품 가솔린엔진오일 D에 대한 가솔린연료와 혼합시의 유전상수 변화율이 Fig. 15에 도시되어 있다. 측정값을 커브 피팅한 결과를 기준으로 할 때 엔진오일 C에 대해서 가솔린연료가 5% 섞일 경우 유전상수에 거의 변화가 없었으나 가솔린연료가 8% 섞일 경우는 약 3% 정도 유전상수 값이 증가하였다. 한편 엔진오일 D에 대해서도 가솔린연료 5%로 섞일 경우에는 유전상수 값이 거의 변화가 없었으나 8% 섞였을 경우에 약 1.5%까지 증가하였다. 가솔린연료 8%와 섞였을 때 엔진오일 C가 엔진오일 D보다 유전상수 변화율이 약 1.5% 정도 크게 나타났다.

연료가 섞였을 경우 유전상수에 미치는 영향은 아주 미약한 것으로 나타났다.

4. 결 론

본 연구 결과 물성 변화에 대응하는 유전상수 변화가 예상과는 다르게 나타나기도 했으나, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 가솔린엔진오일 C에 대해서는 A사 차량의 오일교환주기 내에서, 오일의 유전상수 변화 범위는 정상운전상태 일 때 80°C에서 신유대비 4% 이내로 증가한 1.95~2.3 범위에 있다고 볼 수 있다.

둘째, 신유혼합물에 대해서는 연료와 혼합시 유전상수에 미치는 영향은 매우 적게 나타났으며, 물에 의한 영향은 상당히 컸으나 냉각수와 혼합시 그 영향이 가장 크게 나타났다.

후 기

이 논문은 2005년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구이며 (KRF-2005-003-D00056) 이에 감사드립니다.

참고 문헌

1. Thom, R., Kollmann, K., Wameke, W. and Frend, M., "Extended Oil Drain Intervals: Conservation of Resources or Reduction of Engine Life," SAE Technical Paper Series No. 951035, 1995.
2. Saloka, G. S. and Meitzler, A. H., "A Capacitive Oil

- Deterioration Sensor,” SAE Technical Paper Series No. 910497, 1991.
3. Irion, E., Land, K., Gurtler, T. and Klein, M., “Oil-Quality Prediction and Oil-Level Detection with the TEMIC QTL-Sensor Leads to Variable Maintenance Intervals,” SAE Technical Paper Series No. 970847, SP-1220, 1997.
 4. Hella Inc., Presentation Materials of Hella Oil Sensors.
 5. 이래덕, 김한준, Semenov, Yu. P., “전기용량 측정에 의한 자동차 엔진오일 열화상태 분석연구,” *새물리*(한국물리학회지), 제42권, 제4호, pp.216-220, 2001.
 6. Shell Oil Co. LTD., Shell Automotive Lubricants & Lubrication.
 7. Chun, S. M., “A Study on the Changes in Dielectric Constant of Engine Oil,” *Journal of the KSTLE*, Vol. 22, No. 2, April 2006, pp. 99-104.
 8. Oronite Additives, Chevron Research Company, Testing Used Engine Oils-Recommended Warning Limit for Engine Oil in Service, 1983.
 9. 한국석유품질관리원, 내연기관용 윤활유 품질기준 (KS M 2121).