

자동차용 가솔린과 디젤 연료의 증류특성에 관한 연구

A Study on Distillation Property of Automotive Gasoline and Diesel Fuel

염광욱** · 김상진**

Kwang-Wook Youm**† and Sang-Jin Kim**

(접수일 : 2013년 6월 15일, 수정일 : 2014년 9월 11일, 채택확정 : 2014년 9월 11일)

Abstract: Currently, there are active researches being conducted on a new combustion technology that can reduce emission quantity while enhancing vehicle performance as well as Improving fuel quality. In a gasoline engine that uses petroleum, high volatility makes it easy to jump spark ignition and prevent knocking phenomenon that occurs inside an engine. In a diesel engine that uses diesel fuel, high volatility reduces combustion residues and toxic gas and is therefore good for protecting the environment. Therefore, for fuel used in a vehicle, volatility is an important factor that influences not only engine performance but also environmental protection. This research conducted a distillation experiment using gasoline and diesel fuel for vehicles produced by domestic oil companies. The test was conducted in accordance with the method of distillation experiment described in KS M ISO3405. In addition, it used the result of analysis from the experiment to examine visual distillation characteristics of each fuel and developed a formula based on distillation temperature.

Key Words : Automotive fuel, Gasoline, Diesel, Distillation test, Distillation temperature, Intial boiling point

1. 서 론

현재 자동차 제조기술의 발달과 소비자의 요구를 만족시키기 위하여 자동차의 성능을 높이는 연구가 지속적으로 이루어지고 있다. 그 중 자동차의 성능을 향상 시키면서 배기가스를 저감할 수 있는 연소기술과 함께 연료품질 개선에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.¹⁻³⁾ 현재 자동차 연료로는 휘발유와 경유가 주로 사용되고 있다. 휘발유를 사용하는 가솔린엔진에서 휘발성은 인화점과 밀접한 관계이기 때문에 휘발성이 높으면

엔진의 불꽃점화를 용이하게 하고 엔진에서 발생되는 노킹과 같은 현상을 방지할 수 있게 된다. 하지만 휘발성이 떨어지면 불완전 연소가 되어 CO와 HC의 발생이 높아진다.^{4,5)} 또한 경유를 사용하는 디젤엔진의 경우 가솔린 엔진에 비하여 연소 퇴적물이 생기거나 질소산화물(NO_x)과 입자상 물질(PM)이 다량으로 배출이 된다.⁶⁻⁸⁾ 하지만 휘발성이 높게 되면 연소퇴적물이나 질소산화물과 같은 유해가스의 발생이 적게 되어 환경보호에도 도움이 된다. 따라서 자동차에 사용되는 연료의 휘발성은 엔진성능 및 환경보호에도 영향을

*† 염광욱(교신저자) : 동주대학교 자동차-기계과
E-mail : youm.k.w@hanmail.net, Tel : 051-200-3410

**김상진 : 대림대학교 기계과

*† Kwang-Wook Youm(corresponding author) : Department of Automobile&Mechanics, Dong-Ju University.

E-mail : youm.k.w@hanmail.net, Tel : 051-200-3410

**Sang-Jin Kim : Department of Mechanics, Daelim University.

미치는 중요한 인자라고 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 국내에 시판되고 있는 정유회사의 자동차용 가솔린연료와 디젤연료를 가지고 KS M ISO 3405의 증류시험법에서 정하는 바에 따라 증류시험을 진행하였다. 또한 증류실험을 통하여 도출된 결과를 분석하여 각각의 연료의 시각적 증류특성을 알아보고 증류온도에 따른 관계식을 나타내었다.

2. 시험장치 및 방법

2.1 시험 장치

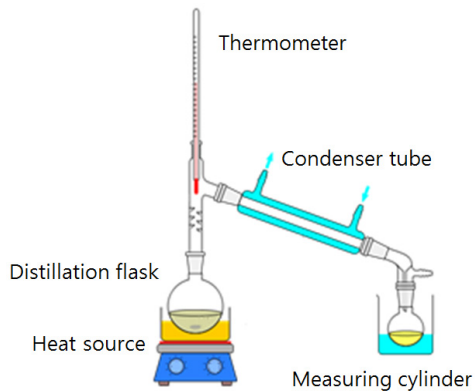


Fig. 1 Schematic diagram of distillation tester

Fig. 1은 KS M ISO 3405의 증류시험법에서 정하고 있는 증류시험기의 개략도이다. 시료를 담은 증류플라스크의 재질은 열을 견딜 수 있는 열저항 유리로 되어있고 연료를 가열하기 위한 열원은 화력을 조절할 수 있는 스위치를 가지는 구조의 장치를 이용한다. 또한 열량을 효율적으로 보존하고 유지시키기 위하여 송풍구가 구비된 금속 재질의 원통형 바람막이를 설치하였다. 원통의 윗부분에 파이버글라스를 이용하여 둥근 형상을 만들어 증류플라스크가 안정되게 고정될 수 있도록 하였다. 가스버너를 통해 열이 증류플라스크에 있는 연료에 전달이 되면 기화가 일어나면서 응축관을 통과하여 주위에 흐르고 있는 냉각수에 의해 액화되어 매스실린더로 떨어져 모이게 된다.

이때 냉각수로는 수돗물을 이용하였고 냉각효율을 일정하게 유지시키기 위하여 응축관의 경사진 하단부로 냉각수를 일정한 속도로 유입시켜 상단부로 유출되도록 하였다. 증류된 연료를 담은 매스실린더는 전체용량 100ml에 눈금간격이 1ml인 것을 사용하였다. 증류된 연료의 기체상태의 온도를 측정하기 위하여 최대 500℃에 눈금간격이 2℃인 유리제 수은 온도계를 사용하였다.

2.2 시험 방법



Fig. 2 Structure of distillation tester

KS M ISO 3405의 증류시험법에 의한 기준에 따라 증류 시험기를 Fig. 2와 같이 제작하였다. 증류시험을 실시하기 위하여 증류플라스크에 100ml의 연료를 넣고 수은 온도계를 증류플라스크 가지관의 내벽 밑 부분과 온도계의 모세관 밑 부분이 수평이 되도록 고정시킨다. 가열 후 초류점(증류시험시 유출유 최초의 한 방울이 응축기 하단에서 떨어졌을 때의 온도)이 지난 다음부터 분당 4-5ml씩 증류가 되도록 화력을 조절하였고 연료의 증류량이 90%가 초과되면 가열을 중지하였다. 그리고 연료의 색상과 잔유물의 시각적 특성을 비교하기 위하여 구매상태의 연료와 증류 후 매스실린더에 남은 연료, 증류플라스크에 남은 연료를 각각 5ml씩 채취하였다. 또한 증류시험시 연료의 증류특성은 Table 1과 같은 기준을 만족하여야하기 때문에 온도변화에 따른 증류특성을 분석하였다.

Table 1 Automotive fuel distillation standard

Test Standard	Gasoline		Diesel	
	Distillation	Temp	Distillation	Temp
KS M ISO 3405	10%	70℃ ↓	90%	360℃ ↓
	50%	125℃ ↓		
	90%	170℃ ↓		

3. 결과 및 고찰

3.1 가솔린 연료 증류특성

국내에서 시판되는 4개의 정유사를 기준으로 영업을 하는 대리점을 무작위로 선정하여 각각 1곳의 주유소에서 가솔린 연료를 1ℓ씩 구입하여 실험을 실시하였다.

3.1.1 증류온도 비교

증류를 하는 동안 응축관의 아래에서 유출유의 첫 방울이 떨어질 때 온도계의 읽음 값인 초류점이 4개의 연료 모두 35±1℃로 나타났다. 이 현상으로 해당 가솔린의 휘발성이 우수한 것으로 볼 수 있으며, 이로 인하여 냉간시에 시동성이 우수하고 안티노크성이 좋다고 판단할 수 있다. 그리고 50℃에서 10%의 증류가 진행되었고 80±2℃에서 50%의 증류가 진행되었다. 증류량이 80% 이상이 되자 온도가 급격히 상승하여 146±2℃에서 90%의 증류가 진행되었다. 따라서 모두 규정된 증류온도 기준을 충족하였다. 여기서, 증류량이 80% 이상 되자 온도가 급격히 상승한 이유는 가솔린

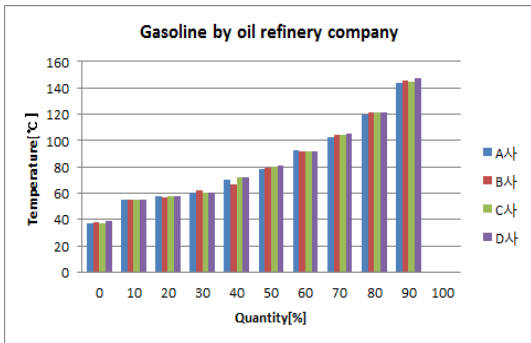


Fig. 3 Graph of gasoline distillation property

에 섞여 있던 수분이 증발되면서 가솔린의 휘발 성능이 향상된 것으로 사료된다. Fig. 3은 실험을 진행한 4곳에 연료의 증류온도와 증류량을 나타내는 그래프이다.

3.1.2 증류색상 비교

Fig. 4는 국내에서 시판되는 정유사 가솔린의 증류에 따른 연료색상변화를 나타내고 있다. 왼쪽의 상태는 증류전의 모습이고 가운데는 90%증류된 연료의 모습, 오른쪽은 증류 후 플라스크에 남은 연료의 모습이다. 90%까지 증류된 연료의 색상은 시판 제품의 색상보다 맑고 투명한 것을 알 수 있다. 90%증류 후 잔유연료는 옅은 황색을 띄고 있으며 상온에서 모두 액체상태로 나타나는 데 이는 종말점까지 증류실험을 진행하지 않았기 때문이기도 하지만 시험 연료의 휘발성이 우수하기 때문에 연소되지않고 같은 불순물이 생성되지 않았다.

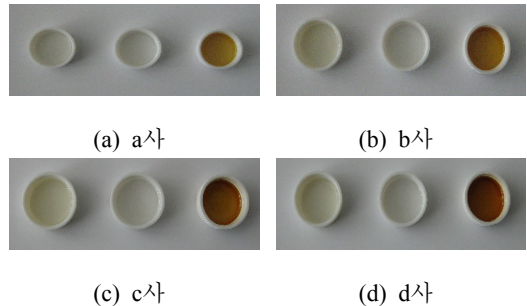


Fig. 4 Sample pictures of Gasoline distillation test (L: before test, C:90%distillation, R: after test)

3.2 디젤 연료 증류특성

3.2.1 증류온도 비교

국내에서 시판되는 정유사의 디젤연료를 무작위로 선정하여 가솔린 연료의 시험방법과 동일한 방법으로 실험을 진행하였다. 4개의 제품 모두 160±1℃에서 초류점이 형성이 되었고 10%증류점은 179±1℃에서 형성되었다. 그리고 259±1℃에서 50% 증류가 이루어지고 331±1℃에서 90%증류가 이루어졌다. 디젤의 경우 각각의 증류%에 따른

온도는 규정되어있지 않고 90%증류점에 따른 온도가 360℃이하로 규정되기 때문에 각각의 연료 모두 증류온도가 규정을 충족한다. Fig. 5는 실험을 진행한 디젤연료의 증류온도 특성을 나타낸다.

가솔린 연료의 증류실험 결과에서는 증류량이 80%가 넘어가면서 증류온도의 급격한 상승이 발생했지만 디젤 연료의 증류실험에서는 그와 같은 현상이 발생되지 않았다. 하지만 디젤연료의 증류 실험에서는 증류량에 따른 증류온도의 관계식이 식(1)과 같이 성립하였다.

$$\text{증류온도}[^{\circ}\text{C}] = 2 \times \text{증류용량}[\%] + 160 \quad (1)$$

초류점의 증류온도부터 90%증류점의 증류온도 일 때 위의 관계식에 따라 계산한 결과 2%이내의 오차범위에서 구하여진다.

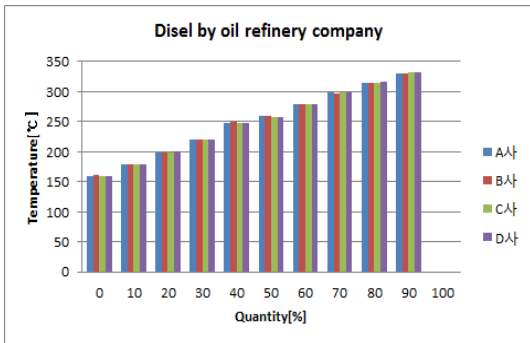


Fig. 5 Graph of diesel distillation property

3.2.2 증류색상 비교

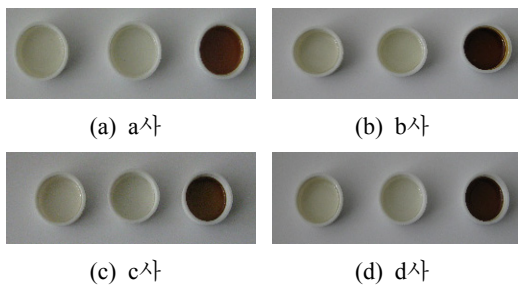


Fig. 6 Sample pictures of diesel distillation test (L: before test, C: 90% distillation, R: after test)

Fig. 6은 국내에서 시판되는 정유사 디젤의 증류에 따른 연료색상변화를 나타내고 있다. 왼쪽의 상태는 증류전의 모습이고 가운데는 90%증류된 연료의 모습, 오른쪽은 증류 후 플라스크에 남은 연료의 모습을 나타낸다. 90%까지 증류된 연료의 색상은 시판 제품의 색상보다 맑고 투명한 것을 알 수 있다. 90%증류 후 잔유연료는 제품간의 약간의 차이는 있지만 모두 짙은 검황색을 띄고 있으며 상온으로 온도가 내려감에 따라 덩어리진 물질들이 확인되었다. 이는 실제 기관에서 완전 연소되지 못하고 고온의 연소실에 노출되어 휘발성이 소멸된 연료의 특성과 같다.

4. 결 론

본 연구에서는 국내에서 시판되는 정유사의 휘발유와 디젤연료를 KS M ISO 3405의 증류시험법을 이용하여 증류특성을 비교하였다. 또한 증류된 연료의 시각적 특성과 증류점에 따른 증류온도를 비교한 결과 다음과 같은 결과를 도출하였다.

국내정유회사의 가솔린의 증류시험결과 초류점은 35±1℃ 부근으로 나타났다. 이는 증류특성 기준을 충족한다.

국내정유회사의 가솔린 증류시험결과 10% 증류점의 온도기준인 70℃이하보다 낮은 50℃를 나타내고, 50% 증류점의 온도기준인 125℃이하보다 낮은 80±2℃를 나타내었다. 그리고 80% 증류점 부근에서 급격한 온도상승이 발생하였지만 90% 증류점의 온도기준인 170℃이하보다 낮은 146±2℃를 나타내어 안전규정을 모두 충족하였다.

국내정유회사의 가솔린 증류시험결과 증류 후 남은 연료는 옅은 검황색을 나타내지만 증류 전 연료와 마찬가지로 완전한 액체형태를 나타내었다.

국내정유회사의 디젤 증류시험결과 초류점이 160±1℃ 부근에서 나타나고 증류량이 많아짐에도 급격한 온도변화를 나타내지 않았다.

국내정유회사의 디젤 증류시험결과 증류온도에 관한 증류온도[℃] = 2×(증류 용량%)+160 와 같은 관계식을 도출해 내었다.

국내정유회사의 디젤 증류시험결과 증류된 후 남은 연료의 색이 짙은 검황색을 나타내고 덩어리들이 발견되었다.

References

1. M. H. Lee, S. W. Kim, J. H. Kim, K. H. Kim, C. S. Jung and Y. S. Lim, 2011, "A Study on the Vehicle Emission Characteristics According to the Change of Fuel Qualities Standard", KSAE Paper, pp. 443-448.
2. S. Kim, E. S. Yim, C. S. Jung and B. K. Na, 2013, "Air Pollution due to Automative Fuel Quality", KSAE Paper, pp. 490-490.
3. C. J. Song, S. C. Paik and D. K. Jeong, 2010, "Alkylation Process and Improvement of Gasoline Quality Through the Alkylate", Auto journal, Vol. 32, pp. 48-53.
4. J. W. Oh, C. W. Park, H. S. Kim and G. B. Cho, 2012, "Effect of Multiple Injection on the Performance and Emission Characteristics of Lean Burn Gasoline Direct Injection Engines", Trans. Korean Soc. Mech. Eng. B, Vol. 36, No. 2, pp. 137-143.
5. T. W. Lee, J. Y. Kim, J. T. Lee and J. S. Kim, 2012, "Quantified Contribution of High Emitting Vehicles to Emission Inventories for Gasoline Passenger Cars based on Inspection and Maintenance Program Data", Journal of Korean Society for Atmospheric Environment, Vol. 28, No. 4, pp. 396-410.
6. J. H. Kim, K. C. Oh, Y. W. Nam, C. H. Lee, C. B. Lee and S. C. Ko, 2010, "The Characteristics of Soot Particles from Diesel Fuel Pyrolysis for Simulating Diesel Engine Soot Particles", KSAE Paper, pp. 915-920.
7. H. M. Lee, C. L. Myung and S. S. Park, 2010, "Experimental Investigation of Nano-sized Particulate Matter Emission Characteristics Under Engine Operating Conditions from Common Rail Diesel Engine", Journal of the Korean Society of Marine Engineering, Vol. 34, No. 4, pp. 508-514.
8. H. S. Lee, S. W. Ki and D. K. Koh, 2011, "An Experimental Study on the Smoke Filtration System of Suction Type of Exhaustic Gas using Vaccum", Journal of The Korean Society for Power System Engineering, Vol. 15, No. 6, pp. 16-21.