

# 日本 석유제품의 품질과 규격(V)

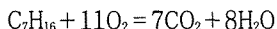
## (4) 자동차 휘발유 (Motor Gasoline)

연료로서 기술린은 대부분 내연기관(Internal Combustion Engine)용 연료로 자동차와 항공기의 휘발유엔진용 연료에 사용된다. 최근에는 농경용기계가 보급되어 농기용연료로도 점차 그 사용량이 증가하는 추세이다.

휘발유엔진의 작동기구는 보통 흡기·압축·연소·배기의 4행정으로 <그림 6>과 같이 작동한다.

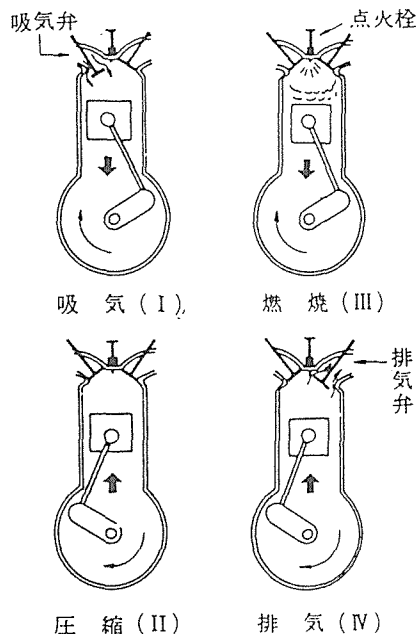
자동차는 휘발유가 가진 熱에너지를 엔진에 의해 機械的에너지로 변환하는 것을 원리로 하기 때문에 자동차엔진으로 가장 효율이 좋은 熱에너지를 얻을 수 있는 품질이 요구된다.

자동차휘발유가 엔진내에서 연소하려면 공기중의 산소를 필요로 한다. 그 연소반응은 예를들어 기술린중의 한가지 성분인 헵탄( $C_7H_{16}$ )를 살펴보면 다음과 같다.



즉 1분자의 헵탄이 완전연소를 위해서는 11분자의 산소가 필요하게 된다. 자동차휘발유는 대체로  $C_4 \sim C_{12}$  정도의 탄화수소의 혼합물이나 실제 엔진내에서는 그 전부가 완전연소되는 것이 아니고 일부는 일산화탄소(CO)가 되어 배기중에 0.5~5% 함유된다. 휘발유엔진에는 휘발유와 공기의 혼합비율이 연소기구상 중요한 역할을 하고 있으므로 燃料과 空氣

<그림 6> 엔진의 작동기구



比(Fuel-Air Ratio) 또는 空燃比(A/F) 라는 말이 사용된다. 실제의 경우, 그 공기비는 이론적으로는 15 : 1로 중량비로 15容의 공기와 1容의 연료로써 완전연소하게 되나, 실제로는 시동·가속등 운전조건에서 12 : 1에서 20 : 1사이에서 점화연소되고 있다. 연소에 의해 발생하는 熱에너지는 모두 자동차

를 구동하는 기계에너지로 전환되는 것은 아니고 엔진의 과열방지를 위한 냉각, 마찰에 의한 손실, 배기가스와 함께 방출되기 때문에 실제로 전환되는 에너지는 일부분이다. 휘발유엔진의 일례로 全熱량의 행방을 보면 다음과 같다.

유 효	23~28%
배기손실	28~33%
냉각손실	32~35%
마찰손실	6~5%

휘발유의 연소효율에서 중요한 것은 엔진의 압축비(Compression Ratio)다. 압축비는 피스톤이 하사점에 있을 때의 실린더의 용적(최대용적)과 피스톤이 상사점에 있을 때(최소용적)와의 비로, 압축비가 큰 엔진은 일정량의 연료에 따른 출력도 크게 되고 주행거리도 크게 된다. 압축비가 큰 엔진은 옥탄가가 높은 휘발유가 요구 된다.

이외에도 연료의 실린더내에서의 점화시기, 엔진의 구조와 성능에 따라 휘발유에 요구되는 품질이 결정되는데, 때때로 옥탄가의 고저가 문제되는 것은 바로 이 때문이다.

자동차 휘발유로서 갖추어야 할 품질로는 일반적으로 다음과 같은 점을 들 수 있다.

- ① 충분한 안티노크성을 지닐 것.
- ② 휘발성이 양호하여 시동이 용이할 것. 휘발성이 낮게 되면 초크밸브의 도움을 받아도 냉각되어 있는 엔진을 시동걸기가 어렵게 된다.
- ③ 그러나 휘발성이 蒸氣關塞(Vapor Lock)을 일으킬 정도로 너무 높지 않을 것. (휘발성이 높게 되면 엔진이나 주위의 온도가 오르는 만큼 연료온도가 올라, 연료가 기화기에 이르기 전에 연료펌프나 연료도입관에서 증기가 발생하여, 연료가 순조롭게 기화에 들 수 없는 현상 - 즉 - 증기폐쇄를 일으키기 쉽다.)
- ④ 충분한 출력을 지녀 가속성이 좋을 것.
- ⑤ 연료소비량이 적을 것.
- ⑥ 실린더내에서 연소하기 어려운 불휘발성 溜分이 없을 것. (불휘발성유분에 의해 윤활유의 희석오손을 일으킨다.)
- ⑦ 저장안전성이 좋고, 부식성이 없을 것.

이러한 요구는 엔진의 구조 및 성능의 향상·개선과 함께 점차로 변화하겠지만 휘발유의 휘발성과 안

티노크성이 양호해야만 된다는 것은 조금도 변하지 않는다.

(a) 안티노크성 : (Antiknock Characteristics)

자동차가 고부하로 언덕길을 오를 경우 요란스러운 금속음이 발생하는데 이것을 녹킹이라 하며 녹킹이 일어나면 자동차의 출력은 떨어지고 때로는 엔진이 멈추기도 한다.

녹킹현상은 피스톤이 실린더의 상사점에 도달하기 전에 혼합기체의 연소가 급격한 압력상승을 일으켜서 위로 올라오는 피스톤 頭部를 연소가스의 폭발압력이 심하게 때리므로 일어나는 것이다. 이것을 엔진内の 연소라는 관점에서 보면, 혼합기체는 압축되어 미리 조절된 점화시기까지 달하면 점화된다. 연소는 點火栓을 중심으로 혼합기체가 차체로 연소하는데 반해 녹킹연소시에는 많은 점화전에 의해 일시에 점화하므로 폭발적인 연소를 일으킨다. 연소속도에서 보면 정상연소의 경우 20~30m/秒인데 비해 녹킹연소시는 300~1,000m/秒나 된다.

이상과 같이 녹킹현상의 설명에서 보면 녹킹은 엔진의 구조, 성능에 중요한 영향을 미치는 것을 쉽게 추정할 수 있다. 同一한 엔진에서는 ①점화시기를 늦춘다. ②혼합기체를 짙게 한다. ③누적된 카아본을 제거한다, 등의 방법으로 녹킹을 피할 수 있다.

한편 사용하는 가솔린의 면에서 보면 엔진에 적합한 안티노크성을 지닐 필요가 있다. 엔진의 연소기구에서 보면 발화지연이 클수록 안티노크성이 크게 되며 이는 휘발유의 화학적 성질에 기인하는 점이 많다. 일반적으로 파라핀系, 나프텐系, 芳香族 순서로 녹킹이 어렵고, 동일계라면 비점이 낮을수록 녹킹이 어렵다.

가솔린엔진에 적합한 안티노크성을 가진 가솔린이 필요하다고 해도 가솔린엔진은, 운전중 한가지 옥탄가를 요구하는 것은 아니며 시동시와 주행시에 요구되는 옥탄가는 다르게 되고 부하에 따라서도 변한다. 따라서 실제로 자동차를 주행시켜 그 엔진이 요구하는 옥탄가를 시험하는 옥탄가요구치시험과 주행옥탄가시험이라는 가솔린의 실제 주행성능을 시험할 필요가 있다.

양자중 어느 것이나 실제로 車를 사용하여 측정하

는 것인데 구태여 구별한다면 옥탄가요구치는 엔진을 주체로 한 방식이고 주행옥탄가는 휘발유를 주체로 한 방식이다.

走行옥탄가시험 (Road Octane Number Test)으로서는 修正유니온타운法(Modified Uniontown Method) (CRC Designation F-28)과 修正보오더라인法(Modified Borderline Method) (CRC Designation F-27)이 일반적으로 행해지고 있다.

수정유니온타운法은 시험엔진을 공전시켜 미리 基礎點火進角(Basic Spark Advance)을 조절한다. 저속에서 -스포트밸브를 全開하여 가속하고 車速의 증가에 따라 자동진각장치가 작동하나, 그 동안에 녹킹의 유무를 판정한다.

최근에는 실용차의 엔진이 고도로 발달하여 연료의 조성도 제조법의 진보와 함께 변화하므로 제품기술인의 조합에 있어서는 실용엔진으로 주행시켜 그 안티녹크성을 충분히 검토할 필요가 있어 타당한 방법이라고 할 수 있다. 그러나 실용엔진의 종류는 많고 더욱이 실제의 운전조건도 복잡하기 때문에 시험車 기준엔진에서 얻은 주행옥탄가가 다른 실용車에도 그대로 적용될 수 있다고는 볼 수 없다. 기술인의 안티녹크성을 나타내는데 주행옥탄가의 필요성은 이해되지만 이 측정은 시간과 조작이 번거롭기 때문에 일반적으로 옥탄가의 실험실적측정법인 리서치법 및 모우터법이 안티녹크성 평가법으로 널리 보급되어 있다. 원래 CFR엔진에 의한 리서치법과 모우터법은 주행시의 안티녹크성을 표시하는 것이었으나 자동차의 구조, 기술진 조성의 변화에 따라 현재는 어느것도 완전하게 주행성능을 표시할 수 없게 되었다. 그러나 이 두가지의 특정치의 차이, 즉 敏感度(Sensitivity)로 주행옥탄가를 추정할 수 있다. 민감도는 리서치법과 모우터법의 시험조건의 차이 즉 회전수, 혼합기체온도에 의한 안티녹크성의 相違를 표시하는 것으로 휘발유조성에 따라 현저한 차이가 있다. 일반적으로 파라핀系 탄화수소가 작고, 나프텐系, 방향족탄화수소, 올렌핀系의 순으로 커진다.

자동차用 기술인의 실험실 옥탄價(리서치법, 모우터법 옥탄가)와 주행옥탄價와의 상관관계는 그다지 좋지 않으며 특히 저속에서 더욱 현저하다. 이것

은 휘발유 조성에 따른 것으로 日本에서는 옥탄價가 낮은 직류기술린을 개질하여, 옥탄價를 높힌 개질휘발유를 많이 혼합하고 있다. 이 개질휘발유의 옥탄價의 분포를 보면, 低沸點部分은 낮고, 高沸點에 이를수록 높아지는 성질을 지녀 개질휘발유가 제품에 많이 혼합되는 경향이 있고, 실용엔진의 기구상에서 실험실옥탄價가 주행옥탄價와 현저한 차이가 발생되고 있다. 최근에는 이런 점을 고려하여 CFR엔진에 高沸點部分을 응축시켜 低沸點部分만이 실린더 內에 들어가도록 하는 부속품을 설치한 CFR옥탄價測定이 행해지고 있다. 이것은 디스트리뷰션 옥탄가(Distribution Octane Number : DON)이라 불리며, ASTM에서는 D2886으로 규정되어 있다. 美國과 유럽의 실용車로 시험하여 각종의 제품휘발유에 대한 주행옥탄價와 디스트리뷰션옥탄價를 검토해서 상당히 좋은 精度의 상관성을 얻었다고 하는 보고가 있다. 상관식의 일례로는 다음과 같다.

$$\text{Road ON} = 0.86\text{DON} + 11.25$$

이상과 같이 자동차휘발유의 성질로써 가장 중요한 안티녹크성에 대해 설명하였으나 단순히 옥탄가라 해도 그 수치를 평가하는 데는 여러 요소와 배경을 고려하여 판단해야 한다.

#### (b) 揮發性 : Volatility

자동차휘발유의 휘발성도, 안티녹크성과 마찬가지로 중요한 성상이다. 휘발성의 평가는 증류성상과 증기압으로 알 수 있다.

자동차휘발유의 필요한 성상은 앞에서도 설명하였으나, 여기서 고찰하고자 하는 휘발성은 “엔진의 시동성”과 “蒸氣關塞” 두가지가 관계되어 있다. 즉 시동성을 좋게 하려면 증기폐쇄가 발생하기 쉽다고 하는 상반현상이 일어나기 때문에 이 양자를 고려하면서 자동차휘발유의 휘발성을 판단해야 한다.

우선 엔진의 시동성에 대해 고찰하면, 자동차의 시동시에는 기화기는 보통 10 : 1의 공기연료비의 농축혼합기체를 엔진에 공급하도록 되어 있다. 이 경우 휘발유입자로 휘발유가 증발하여 엔진內의 온도, 압력에 따라 휘발유입자-휘발유증기-와 공기의 평형이 이루어지기 때문이다.

휘발유입자가 많이 공급되어도 증발하여 空氣蒸氣比가 폭발한계內를 벗어나면 점화되지 않는다.

물론 자동차엔진의 시동성은 휘발유의 휘발성이 외에도 축전지의 起電力, 혼합기를 점화하도록 충분한 에너지를 보유하고, 크랭크의 회전이 용이하도록 오일의 점도가 낮을 것 등이 필요하다. 여기서는 휘발유의 성상에 대해 논하므로 이 면에서 본다면 가솔린은 기온이 낮아도 휘발유입자에서 증발하여 공기의 혼합으로 점화하기 쉬운 혼합비를 만들어야 한다. 이 증발성은 증류성상의 10%점에서 판단할 수 있다. 많은 자료가 발표 되었으나 일례로 美國의 어떤 실험에 의하면 다음과 같은 결과를 볼 수 있다.

10% 유출온도(°C)	시동가능한 최저환경온도(°C)
40	-25
50	-20
60	-13
70	-6
80	0
90	6

휘발유의 10%점이 낮은 만큼, 冬期の 기온이 낮을 때라도 엔진의 시동이 양호하게 된다. 日本에서는 후술한 것처럼 JIS에서 이 10%점을 70°C이하로 규정하고 있다.

겨울철에는 氣化器凍結이 자주 발생한다. 이것은 연료의 증기잠열로 흡입공기와 주위의 금속부가 냉각되어 外氣溫度가 낮아지고 연료의 휘발성이 높으면 금속부의 온도는 0°C이하로 되어 흡입공기중의 水分이 벤트리 등에 얼어 붙는 현상이다. 이러한 상태로 공회전이 되면 공기가 잘 흐르지 않아 엔진회전이 불량하게 되고 또 엔진이 정지하게 된다. 휘발유의 성상으로는 50%점이 크게 영향을 미치고 10%점, 90%점도 다소 영향을 미친다.

그러나 휘발성이 높은 휘발유에서는 시동은 용이하나, 증기폐쇄(Vapor Lock)를 일으키는 원인이 된다. 증기폐쇄란 연료계통의 일부에 휘발유증기포를 발생시켜 휘발유의 흐름이 방해받는 현상을 말한다. 자동차에서는 하절기나 고속 장시간 주행한 후에 정지했을 때, 엔진의 과열때문에 기화기나 연료배관에 가솔린의 증기가 피어, 휘발유의 흐름을 멈춰 기동 불가능 하게 만드는 것이다. 또한 긴 오르막을 오를 때나 超하중으로 장시간 주행에서도 엔진의 과열에 의해 증기폐쇄가 발생하여 엔진이 정지하기도 한

다. 이 현상은 연소배관의 배치, 연소펌프의 능력등 엔진의 구조와 휘발유의 성상의 2가지 점에서 고려되어야만 한다. 최근 자동차는 이러한 점에서 진보되고 있고 특히 연료펌프의 능력이 크게 발달했다. 蒸氣關塞의 면에서도 상당히 개선되었다. 휘발유의 성상면에서는 低沸點成分을 많이 포함하지 않는 것이 바람직하다. 이 低沸點含有의 정도를 알아 볼 수 있는 기준으로 리이드 蒸氣壓이 있으며 JIS에서는 0.45~0.80kg/cm<sup>2</sup>(동절기용의 하한은 0.95kg/cm<sup>2</sup>)으로 규정 되어 있다. 증류성상에서도 低沸點分量을 어느정도 추정할 수 있으나 蒸氣關塞을 일으키는 조건을 확실적으로 열거하기는 불가능하다. 그리고 실제로 휘발유성상만으로 증기폐쇄를 일으키는 한계를 명확히 하는 것이 곤란하다.

자동차 휘발유의 규격항목에는 일반적으로 리이드 蒸氣壓이 규정되어 있다. 이것은 제품제조상 품질관리면에서 또는 증류성상의 규정과 관련하여 의미 있는 항목이나 이것을 직접 사용상의 증기폐쇄에 결부시키기에는 아직 연구의 여지가 남아있다.

다음으로 휘발유의 품질로 필요한 것으로 加速性(Acceleration)이 있으나 이것도 휘발유와 관계가 있다. 자동차는 운전중, 추월, 오르막길등에서 속도를 급증시킬 필요가 있는데 이 경우에 액셀레이터를 밟으면 흡입공기량이 늘어나서 다량의 휘발유가 분출하여 농축혼합기체가 된다. 이 때 휘발유의 휘발성이 나오면 흡입된 휘발유는 氣化하지 않아 실린더内는 혼합기체가 엷게 되어 출력이 나지 않고 가속되지 않을 뿐만 아니라 점화불량이 되며 최악의 경우 속도가 줄고 엔진이 정지되기도 한다. 그러나 휘발성이 너무 좋으면 흡입된 휘발유가 전부 氣化하여 극도의 농축혼합기체가 되어 오히려 불완전 연소를 일으키기도 한다.

이 때문에 적당한 휘발성이 필요하게 된다. 이것은 중간비점유분의 量에 의해 결정되며 일반적으로 50% 溜出溫度에서 가속성의 좋고 나쁨이 판정난다. 자동차휘발유에서는 90~120°C 정도가 보통이다.

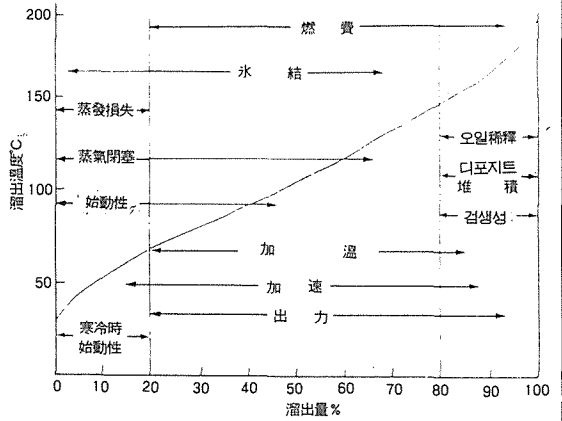
자동차휘발에서 워업업(Warm-up) 즉 시동하고 나서 엔진이 훈훈해지고 정상운전상태에 도달하기까지의 소요시간의 길고 짧음도 휘발성과 깊은 관계가 있다. 보통의 엔진에서도, 시동후 정상운전 상태

에 도달하기까지 5~15분이 필요하나 특히 한냉지라든가 긴급을 요할때에 暖機性(가온성) (Warm-up characteristics)이 문제가 된다. 휘발유의 휘발성이 좋으면 가속시간이 단축되기 때문에 휘발유의 中間沸點溜分에 따라 영향을 받고 증류의 50%點, 90%點이 맞을 수록 加溫性이 좋다고 할 수 있다.

자동차휘발유는 상술한 바와 같이 운전성능상 휘발성이 양호한 것이 요구되는 경향이 있으나 한편 출력, 연료소비량이 양호한 휘발유가 바람직 하게 된다. 이런 면에서는 반대로 高沸點溜分이 많은 것이 바람직하다. 고휘발성휘발유는 일반적으로 비중이 적고 용량당 발열량이 작다. 따라서 馬力이 작게 되며 연료소비량도 每時 每馬力當의 gr으로 표시할 경우(gr/rp/h)는 좋으나 일반적으로 l 당 주행거리(km/l)로 표시될 때는 이른바 「伸張」이 나쁘게 된다.

그러나 高沸點溜分이 많게 되면 전술한 加速性, 加溫性 이외에 다기통엔진에서의 分配性의 (Distribution characteristics) 관점에서 좋지 않게 되며 또

〈그림 12〉 증류성상(휘발성)과 실용성상과의 관계



한 실린더內에 未然燒揮發油分이 남게 되기 쉬우므로 이것이 크랭크케이스에 들어가 크랭크케이스 윤활유를 희석시키는등의 폐해를 동반하기도 한다. 증류의 90%點 및 97%點은 이러한 면에서 규정되어 있기 때문에, JIS에서는 180°C, 205°C이하로 한다. 蒸溜性壯(휘발성)과 실용성능과의 관계를 일괄하여 그림 12에 표시했다.

〈계속 : 朱珽彬 譯〉

■ 시사용어 ■

## 케언즈그룹

농산물 수출국 가운데 농산물수출보조금을 지급하지 않는 나라들의 모임을 말한다.

지난 86년 濠州케언즈에서 결성돼 이런 이름이 붙게 됐다.

이들은 美國과 함께 일부 예외를 제외한 국내보조금 및 수출보조금의 완전철폐와 비관세장벽의 關稅化를 적극 주장, 현실적으로 상당한 보조금을 지급하고 있어 이를 적극적으로 수용키 어려운 EC 쪽과 큰 견해차를 보였다.

한두 가지씩 경쟁력 있는 농산물을 갖고 있는 이들 나라의 최종 목표는 생산과 판매에서 보조금과 관세등 인위적인 조절작용을 완전배제한 농산물가격의 완전자유화다.

현재 회원국은 濠州를 비롯 캐나다·뉴질랜드·아르헨티나·브라질·우루과이·칠레·콜롬비아·인도네시아·말레이시아·필리핀·태국·헝가리이다.