

개소린과 엔진의 當面問題

羅 瀟 國

오늘날 自動車의 排氣物質로 인한 公害가 論難의 對象이 되면서 1971년을 基點으로 美國의 自動車 및 石油 産業系에서 一連의 變化가 일어나고 있으니 無公害 車의 發展과 無鉛개소린의 出現이다.

本稿에서는 개소린과 自動車 엔진의 關係를 中心으로 이와 같은 현상이 미치는 影響을 略述하고자 한다.

1. 개소린의 性狀

개소린의 性狀에는 여러가지가 있으며 이 모든 性狀이 相互 均衡을 이루어야 하고 어느 한가지라도 결함이 있으면 不合格品이 된다. 따라서 어느 한 性질을 重要시 하는 것은 妥當한 일이 아니지만 그중에서 重要한 것은 蒸留性狀과 옥탄價이다.

蒸留 性狀은 엔진의 始動性, 暖機性, 加速性能 및 潤滑油의 希釋度 등에 影響을 주고 옥탄價는 엔진의 能率 및 knocking (Knocking) 현상과 關係 된다.

그의 表面着火, 點火不良, 燃燒 및 排氣가스의 狀態등은 개소린의 組成 뿐 아니라 엔진의 狀態와 운전 조건등에도 關係성이 깊고 蒸氣壓은 Vapor Lock과 關係된다.

표 1에 當社 개소린 제품의 油種別 規格과 실제에 一般의인 性狀을 表示하였다.

2. 개소린의 옥탄價와 엔진의 壓縮比

개소린의 옥탄價는 一定 條件아래 엔진을 운전할 때 같은 Antiknocking性을 나타내는 Isooctane(옥탄가100)과 Normal Heptane(옥탄가 0)의 혼합물 中的 Iso-

octane의 용량 %이다.

實驗室的 測定法에는 CFR Engine에 의한 Research法 (RON)과 後에 開發된 Motor法 (MON)이 있는데 兩 옥탄價 測定방법을 比較하여 보면 [표 2]와 같다.

自動車用 개소린의 실제 성능을 나타내는 것은 走行 옥탄價로서 RON이나 MON과는 차이가 있으며 RON과 MON은 단지 走行 옥탄價를 예측하는 데 참고가 된다.

즉 엔진의 회전이 低速時에는 RON' 高速時에는 MON이 실제 走行 옥탄價에 가까워진다.

미국 石油協會(API)에서 1966년 無鉛 개소린 製造에 關係하여 검토, 발표한 바에 의하면 새로운 옥탄價의 기준으로

$ON=1/2(RON+MON)$ 을 사용할 것을 제안하였다.

현재 우리나라의 예를 보더라도 高옥탄價와 低옥탄價의 개소린으로 나누어져 있는데 이와 같은 개소린의 옥탄價 複數化는 世界的인 현상이다.

결국 高급개소린과 보통개소린의 차이는 옥탄價가 각각 다른 개소린을 구성하는 炭化水素 混合 基材의 配合 비율에 따라 달라지는 것이다. 왕복운동 엔진의 출력(HP)은 간단히 다음 식으로 표시된다.

$$P_H = \frac{PLAN}{33,000}$$

여기에서

P : 피스톤에 걸리는 압력(Psi)

L : 피스톤의 行程거리

A : 피스톤의 면적

N : 피스톤의 每分當 Power Stroke 回數

즉 엔진의 압축비가 커지면 作用 압력이 커지기 때문에 엔진의 出力이 증가한다.

동시에 現在 사용하고 있는 Piston 엔진은 壓縮比가 증가함에 따라 能率도 上昇한다. 다시 말하면 同一馬力을 내는데 燃料 소비가 적어지고 엔진의 同一重量 當 出力이 增強된다.

내연관의 效率 E는 一般的으로 다음의 式으로 표시된다.

$$E=1-\left(\frac{1}{R}\right)^{\gamma-1}$$

여기에서 R은 엔진의 압축비이고 γ 는 개소린蒸氣混合物의 定壓比熱과 定容比熱의 比로서 약 1.4가 된다.

즉 엔진의 壓縮比가 커지면 能率도 증가됨을 알 수 있다.

엔진의 壓縮比와 개소린의 옥탄價는 完全한 상관계가 있는 것은 아니지만 엔진의 壓縮比를 올리면 그 엔진의 옥탄價 要求值가 높아지는 것은 일반적인 사실이다. 도표 1에서 볼 수 있는 바와 같이 1925년부터 1971년까지 高급 및 보통 개소린의 RON과 對應하는 自動車 엔진의 壓縮比가 비례적으로 증가하여 왔다.

즉 석유업자들은 自動車 엔진의 改良 발달에 부응하여 여기에 적합한 개소린의 品質개선 즉 옥탄價 向上에 연구와 設備 投資를 계속하여 왔다.

옥탄價 上昇劑로서 鉛이 쓰여지기 시작한 것은 1923년에 高급개소린에 들어 가게 된 것이 처음이었고 보통 개소린에

는 1933년에야 사용되기 시작하였다. 이것을 기점으로 하여 개소린의 옥탄價와 엔진의 壓縮比가 경제적으로 증가하기 시작하였고 따라서 엔진의 設計도 發展함에 따라 회전수도 증가하고 容積交率도 上昇하여 결과적으로 排氣容積에 별 증가 없이도 엔진 出力이 增強되기에 이르렀다.

세계제2차대전시까지 대부분의 엔진은 L型 吸入밸브를 採用하였기 때문에 증가 일로에 있는 압축비를 따라가지 못하고 1947년頃에는 高옥탄價에 對應하는 자동차 엔진의 發達이 一時 遲延되는 현상을 보였다.

곧 이어 1949년부터 Over Head Valve가 實用化되면서 보다 높은 압력에 견디는 엔진이 設計 製作되어 엔진 効率面에서 현저한 발달을 가져 왔다. 그러나 오늘날 미국의 경우를 보면 자동차 排出物의 規制가 점점 엄격하여지면서부터 옥탄價 上昇劑인 四에틸鉛의 용량이 제한을 받고 개소린의 옥탄價도 앞으로 減少될 것이 예상된다.

개소린의 옥탄價가 減少하면 knocking現象이 증가하기 때문에 엔진의 壓縮比를 줄이지 않을 수 없다.

이와 같이 壓縮比가 줄어들면 실질적으로 엔진性能이나 熱効率面에서 損失을 招來한다.

엔진의 압축비를 내리게 될 때 엔진의 성능이 줄어들면서 동시에 약간의 연료의 손실이 발생하는데 이 때 만약 壓縮比를 내리기 결과 同一한 性能을 유지하고자 하면 배기량을 증가시키든지 아니면 樞軸比를 높여야 하기 때문에 연료의 손실이 커질 것이다.

앞으로 위의 두 종류의 개소린이 RON 91의 無鉛 개소린으로 전환될 것으로 보이는데 그렇게 되면 엔진의 壓縮比도 7.25로 떨어져야 할 것으로 예상하고 있다.

이것은 美國의 現 자동차 分布를 보통 개소린용을 68%, 나머지 32%를 고급유용으로 볼 때 평균 약 9.6%의 연료 손실을 의미한다.

미국 듀폰社에서 실험을 통하여 알려진 바에 의하면 보통 개소린용 자동차에서는 5.7%의 연료손실을 나타냈고 고급 개소린용 자동차에서는 8.2%의 손실을 보였는데 이 때 현저한 성능低下를 同伴

하였다고 한다.

이와 같이 자동차 엔진의 壓縮比를 내림으로써 오는 연료의 손실은 직접적으로는 자동차를 가지고 있는 개인에게 연료비의 부담을 증가시키고 간접적으로는 自然의 動力資源 즉 地球上의 原油의 消耗을 促進하는 결과를 가져올 것이다.

壓縮比 減少에서 오는 다른 하나의 문제는 엔진의 流失 發熱量이 증가하기 때문에 이를 處理하기 위하여는 엔진의 冷却系統을 補強해야 한다는 점이다.

3. 無鉛 개소린

1971년을 기하여 美國에서는 RON 91인 無鉛개소린을 生産 販賣하기 시작하였고 자동차 産業系에서도 고급개소린용 車 生産을 95%로 증가 시켰다.

실제 사용 경험을 통하여 나타난 無鉛 개소린의 문제점은 첫째 市販 가격이 在來 보통 개소린보다 같은 당 美貨로 2센트가 높다. 이것은 일정한 옥탄가를 유지하는데 있어서 4에틸鉛을 使用할 때보다 精油工場의 改質施設만으로 하는 것이 더 많은 費用이 들어간다는 것을 의미한다. 이와 같은 生産費의 증가는 두 가지로 볼 수 있는데 하나는 개소린을 無鉛화시키는데는 現存 施設容量만으로는 부족하기 때문에 추가로 所要되는 改質裝置 및 수반되는 精製設備의 增設에 막대한 投資費用이 들어가기 때문이고 다른 하나는 이 改質工程 自體가 收率으로 낮기 때문에 총 개소린 生産量의 5.5%에 해당하는 原油가 追加로 필요하기 때문이다.

미국의 예를 보면 새로운 設備投資에 약 55~60億弗로 推定되고 있다.

즉 鉛을 完全히 除去할 때의 개소린 생산비의 증가는 같은당 1.12~2.09센트이다.

둘째로 無鉛 개소린은 走行性能이 加鉛 개소린보다 떨어지는 現象을 보여주고 있다. 즉 근대에 와서 高負荷 連續運轉의 증대화, 自動 變速機車의 증가, 엔진 回轉數의 上昇 등 走行 條件이 苛酷化 됨에 따라 RON보다는 苛酷한 條件에서 測定한 MON이 現實에 符合하는 옥탄價로 평가 되고 있다. 無鉛 개소린은 感度((Sensitivity)가 크기 때문에 1971년도 보통개소린용 자동차의 반 이상에서 knocking을 발생하는 傾向을 보여 주고 있다.

다른 한편으로 無鉛 개소린은 알킬鉛 대신으로 高옥탄價의 개소린 成分인 芳香族 炭化水素 化合物을 더 많이 含有하고 있기 때문에 엔진內에서의 燃燒 狀態가 相對的으로 不良하여 燃燒室 內壁에 熱容量이 큰 推積物을 生成시킨다.

따라서 엔진의 옥탄價 要求値가 4 이상 올라간다.

즉 無鉛 개소린은 RON이 4 낮은 加鉛 개소린과 同一한 走行性能을 가지고 있음을 의미한다.

셋째로 엔진의 排氣밸브의 밸브 시이트에 摩耗가 일어나는 問題이다.

無鉛 개소린으로 高速運轉時에 엔진의 排氣밸브의 시이트가 急速히 摩耗하여 十時間만에 破損하여 運轉不能에 이르는 일이 있다. 이 부분의 交換은 쉬운 일이 아니기 때문에 새로 만드는 엔진에는 밸브 시이트의 材質을 變更하여 防止할 수 있겠으나 既存 엔진은 交換이 不可能하기 때문에 廢棄하든지 아니면 少量의 鉛을 계속하여 使用하여야 할 것이다.

이 때에 最少限度를 약 같은당 0.26~0.3ml로 보고 있다.

원래 개소린에 들어가는 炭化水素 化合物들은 炭素, 原子數가 4~12이고 沸點 範圍가 32~392°F 정도인데 自動車의 始動性, 暖機性 및 加速性 등을 고려하면 개소린 成分中에 重量 %로 50以上은 沸點이 210°F 以下인 炭化水素들은 水素原子數가 8以下로 벤젠 이외의 炭化水素들은 그 分子構造에 따라서 옥탄價가 전혀 달라진다. 따라서 無鉛개소린을 製造하는데 있어서 어떤 組成의 炭化水素 化合物이 適合한지를 충분히 檢討하여야 한다.

각 성분 1/2(RON+MON)을 비교하여 보면 알킬화 工程을 거친 알킬레이트(Alkylate)가 가장 높은 옥탄價를 가지고 있다. 그 다음이 異性化. 개소린, 접촉 改質개소린, 重合개소린, 접촉 분해 개소린의 순서가 된다.

無鉛 개소린의 옥탄價 揮發性, 芳香族 化合物의 含有量 規制等이 體係化되면 알킬레이트가 개소린 基材으로서의 比重은 증대할 것이다.

4. 未來의 개소린

日本에서는 1974년도에는 개소린에 鉛 使用을 전면적으로 폐지하려는 것이 立

化 되었으며 美國에서도 개소린에 금속 添加劑를 규제하려는 움직임이 활발해지고 있다.

따라서 오늘날 石油業者들은 現在 生産되고 있는 개소린과 어찌던 現저하게 다른 종류의 개소린을 開發해야 할 問題에 當면하고 있다.

豫見되는 特性을 羅列하여 보면

蒸氣壓: 개소린의 蒸氣壓(RVP)를 줄이려는 傾向으로 나가고 있다. 美國 켈리포니아에서는 이미 개소린의 RVP를 최고 9Psi 넘지 못 할 것을 法律로서 定했으며 심지어 6psi 까지 내리려는 意見도 나오고 있다. 그러나 RVP가 低下되면 특히 추운 날 엔진 始動時에 排氣가스가 증가하는 難點이 있다. 이것을 위해서 蒸發 調節器같은 것을 사용하려는 연구도 있으나 지금까지로는 Psi 이하로 떨어지는 않을 것이다.

沸點 範圍: 개소린의 揮發性을 고려하여 가능하면 終溜點을 내릴 것으로 예상되나 여기에 대한 뚜렷한 조치는 아직 없다. 현재, 當公社 개소린은 美國보다 終溜點이 상당히 낮기 때문에 앞으로 큰 問題는 없을 것으로 본다.

芳香族 化合物: 現在 개소린中の 芳香族 化合物이 發癌物質 및 스모그(Smog) 發生體로 취급되고 있으나 확인된 것은 아니며 앞으로 나오는 자동차에 接觸轉化器等이 裝置되면 排出되기 前에 완전히 消滅될 것으로 보고 있다.

단지 芳香族 化合物은 感度가 크기 때문에 走行 옥탄價와 차가 크고 또 燃燒性이 不良하여 엔진의 燃燒室內에 堆積物의 量을 증가 시키기 때문에 개소린中の 含量을 規制할 것으로 본다.

硫黃分: 앞으로 점점 硫黃含量도 감소될 것으로 보이거나 現저 사용하는 工程으로도 充分히 對處할 수 있을 것으로 豫측된다.

금속 添加劑: 옥탄價 上昇劑로 사용되는 알킬鉛은 現저 開發되고 있는 接觸轉化器가 모든 자동차에 設置되면 完全히 除去되어야 할 것으로 보이거나 그 때까지는 상당한 時日이 要할 것으로 본다.

現저 우리 나라에서는 개소린中の 금속鉛 허용량이 鎊당 3.17g이나 이를 곧 鎊당 1.1g으로 줄이려는 움직임이 있다. 日本에서는 鉛이 人體에 미치는 毒性을 理由로 해서 1974년까지에는 鉛使用을 全面的으로 禁止시킬 計劃이다.

옥탄價: 1971년 美國에서는 RON₉₁의 無鉛개소린이 市販되기 시작하였고 自動車業界에서도 앞으로 제작되는 車에는 要求옥탄價가 91인 엔진을 附着할 것이라고 발표하고 있다.

그러나 現저 미국의 경우 전국적으로 加鉛개소린의 P₀₀₁옥탄價를 보면 약 96.6이며 따라서 높은 옥탄價 要求值를 가지고 있는 現 자동차들이 앞으로 일정 期間 계속 利用될 것이 불가피하기 때문에 이를 만족 시켜줄 高옥탄가의 개소린이 얼

마동안은 계속 生産 되어야 한다.

그뿐만 아니라 Esso社에서 연구 발표한 바에 의하면 엔진의 壓縮化를 높힘으로써 얻을 수 있는 燃料面에서의 節약은 精油工場에서 개소린의 옥탄價를 높이는 데 소요되는 費用을 上回한다고 하며 앞으로 이와같은 經濟적인 면을 고려하여 개소린의 옥탄價를 97까지 上昇시킬 것을 제안하고 있다.

現저 石油業者들은 알킬鉛을 사용하지 않고 高옥탄價의 개소린을 生産하는 經濟적인 工程을 연구하고 있으며 自動車業界에서도 엔진 效率의 損失을 최소한으로 줄이면서 엔진의 要求 옥탄價를 減少시키는데 노력해야 할 것으로 본다.

[參考文獻]

MOL 1971. 12月號

化學經濟 1971. 7月號

Oil & Gas Journal 1971. 5. 31

Oil & Gas Journal 1971. 5. 17

Oil & Gas Journal 1971. 10. 11

Oil & Gas Journal 1971. 11. 1

丸善石油技報 No. 16, 1971

ECN 1971. 9. 24

The Auto-Engine today and tomorrow, Max M. Research

Future Octane Requirement H. A. Bigley, Jr.

Road Octane Performance of Lead Alkyls, Ethyl.

世界 第一의 自動車



全世界에 韓國을 빛내고 있는 現代구속과 世界의 自動車 Ford는 自動車 歷史에 있어 가장 오래 되었고 自動車 技術에 있어 가장 훌륭하며, 自動車 販賣에 있어 가장 넓은 市場을 갖고 있습니다. 世界 第一의 自動車 商標 (Ford)를 恒常 宣傳해 주시고 買어 주십시오.



現代自動車