

自動車用 燃料의 海外動向

— 新技術開發研究所 —

I. 머리말

날로 증가하는 각종車輛과 더불어 여기에 사용되는 燃料은 우리들의 생활면에서 중요한 비중을 차지하게 되었으며, 특히 石油製品 전체의 수요구조가 변화하고 있는 가운데 그 원활한 공급과 확보와 품질의 유지, 개선 등은 국내의 석유업체가 당면하고 있는 현안과제가 아닐 수 없다.

美國을 비롯한 유럽의 선진제국에서도 石油製品의 수요구조 변화와 자동차용 揮發油의 無鉛化 등 연료사정이 상당히 변화하는 국면을 맞고 있다.

本稿에서는 자동차용 휘발유와 디젤 경유에 관하여 그 수요, 생산 및 품질에 대한 歐美제국의 최근 동향과 문제점들을 살펴보기로 한다.

II. 自動車用燃料의 需給동향

자동차용 휘발유나 디젤경유의 수요동향을 보면, 美國이나 유럽을 막론하고 과거의 石油쇼크 때, 일시적인 정체 내지는 감소 경향을 보였으나, 장기적으로 보면, 증가경향에 있고 앞으로도 이러한 경향이 계속될 것으로 예측되고 있다. 그런가하면 C중유 및 B중유 등 産業用 연료는 그 수요가 격감하여 전체적인 石油製品 수요는 해마다 감소되어 왔지만, 앞으로는 保合勢를 지속할 것으로 전망되고 있다.

최근 듀폰社가 발표한 美國에서의 자동차용 연

료의 수요예측에 따르면, 揮發油는 앞으로 점진적인 감소를 보이는데 반하여 디젤 경유는 증가하기 때문에 전체적인 수량면에서는 保合勢를 유지할 것으로 내다보고 있다.

유럽에서는 자동차용 휘발유는 앞으로 保合勢로推移하지만, 디젤 경유는 증가할 것이라는 것이 일반적인 견해이다.

여기서 美國, 유럽 및 隣近 日本에서의 石油製品의 수요구성을 비교해 보면, <表-1>과 같이, 나라마다 그 수요구성이 다르다는 것을 알게 된다. 表中의 溜出연료유 중에는 디젤경유 이외에 加熱用 연료로 사용되는 溜出油도 포함되어 있다. 日本에서는 殘渣 연료유가 다른 나라에 비하여 많고, 美國에서는 특히 揮發油의 비율이 50% 이상이나 되고, 반대로 殘渣 연료유는 적다. 또한 유럽 각국에서는 溜出연료유의 비율이 많은 것이 특징이라

<表-1> 先進諸國의 石油製品 수요구성 比較(1981)

	美 國	프랑스	西 獨	英 國	日 本
揮 發 油	52	27	25	33	20
燈油, 제트燃料	9	4	4	15	16
溜出燃料油	22	44	53	28	25*
殘渣燃料油	17	25	18	24	39*
合 計	100	100	100	100	100

註 : * 日本의 경우, 溜出연료유로서 A중유와 경유, 殘渣연료유로서 B, C중유를 종합한 것임.

하겠다.

장래의 구성비율에 관해서는 既述한 각종 석유제품의 수요 예측에 대응하여 殘渣油의 비율은 감소를 계속하지만, 반대로 디젤경유의 비율은 물론 자동차용 揮發油도 상대적인 비율로 증가할 것이라고 한다.

한편, 석유제품은 원유에서의 연관 산물이기 때문에 앞서 말한 상황에 대처하기 위해서는 생산양식을 바꿔야 할 필요가 있다. 원유에서 蒸溜라는 물리적인 수단으로 각 석유제품의 沸點範圍로 분리하는 것만으로는 殘渣油가 수요구성에 대하여 너무 많기 때문에 분해라는 화학적인 수단에 의하여 揮發油나 디젤경유의 비점범위로 변환시켜 주어야 한다. 또한 각 석유제품의 품질을 향상시키기 위해 脫水素, 水素化, 異性化라는 化學的인 수단으로 炭化水素의 종류를 변환할 필요도 있다.

최근의 각국 石油精製裝置能力을 비교해 보면 <表-2>와 같은데, <表-1>과 대조하면, 美國과 같이, 揮發油의 비율이 많을 때에는 接觸分解를 중심으로 하여 분해장치능력이 특히 크고, 日本과 같이 殘渣油의 비율이 많을 때에는 반대로 분해장치능력이 작다는 것을 알 수 있고, 유럽은 대략 이러한 兩者의 중간쯤에 해당된다.

장차에 있어서는 각국이 모두 常壓蒸溜裝置를 폐기하거나 休止하는 대신 분해장치를 증강하여 그 비율을 증가시키는 것이 자동차용 연료의 공급을 확보하는데 있어서 필요하다고 보고 있다.

이러한 精製裝置面에서의 변화가 앞으로의 자동차용 연료의 품질면에도 여러가지 영향을 미치게 된다. 품질에 대해서는 歐美에서의 自動車用 휘발유의 無鉛化, 低鉛化의 추진 등 여러가지의 조건도 영향을 미쳐 복잡한 양상을 나타낼 것이며, 接

觸改質裝置 등의 2次 장치는 앞으로 증강시키지 않으면 안될 것이다.

Ⅲ. 自動車用 揮發油의 품질

1. 안티노크성

자동차용 휘발유의 품질중에서 안티노크성은 가장 중요한 특성이다. 휘발유 엔진이 등장한 이래, 노킹에 관한 연구가 계속되어 왔지만, 그 현상의 발생기구에 대해서는 아직도 不明한 점이 많은 것이 현실이다. 그러나 안티노크성의 실제적인 장면에서는 연구개발이 진행되어 있어서 해마다 그 성과가 오르고 있다.

自動車用 휘발유의 측면에서 보면, 그 옥탄값을 어떻게 효율적이며 경제적으로 향상시키느냐가 문제이지만, 한편 휘발유 엔진面에서 보면, 그 要求 옥탄값을 억제하면서 압축비를 올려서 휘발유에서 여하히 효율적인 에너지를 얻어내느냐가 과제이다.

자동차용 揮發油의 안티노크성의 尺度로서 옥탄값이 있으나, 그 측정방법에는 리서어치法, 모우터法 및 디스트리뷰션法 등이 있다. 모두 揮發油車의 로드 안티노크성에 관련하여 실험실적으로 간단히 측정하려고 고안된 것이다.

美國의 ASTM규격에는 리서어치法 옥탄값과 모우터法 옥탄값의 평균값(안티녹指數라고 함)이 로드 안티노크성과 相關性이 좋기 때문에 채용되어 있다. 日本의 JIS규격에는 현재 리서어치法에 의해 옥탄값이 규정되어 있다. 리서어치法은 일반적으로 低速側에서의 로드 안티노크성과 相關성이 양호하다.

또한 유럽에서는 일반적으로 리서어치法과 모우터法의 兩者를 규격에 채용하고, 최근에는 高速側에서의 로드 안티노크성과 相關성이 양호한 모우터法을 중요시하고 있는 경향이 있다. 유럽에서의 走行條件을 반영하고 있다 하겠다. 또한 이전에는 자동차용 휘발유의 沸點에 대한 옥탄값 분포를 반영하여 디스트리뷰션法 등이 로드 안티노크성과의 相關으로 검토된 일이 있었으나, 排氣가스 低減對策을 위해 吸氣系統의 가열 등에 의하여 均一混合氣가 생성하기 쉽게 된 점과 옥탄값 분포에 지배적인 영향을 미치는 각종 알킬 납(鉛)의 폐지 혹은

<表-2> 主要국가의 石油精製裝置能力

	美 國	프랑스	西 獨	英 國	日 本
常壓蒸溜裝置*	15,863	2,670	2,386	2,092	4,974
接觸改質, %**	24.4	13.5	16.8	17.7	11.5
接觸分解, %	32.6	9.4	7.7	16.3	9.1
熱 分 解, %	11.0	4.3	13.6	8.5	-

註 : *1,000 BPCD

**常壓蒸溜裝置能力에 대한 비율

低鉛화가 이루어졌다는 점에서 그의 중요성이 희박해지고 있는 것 같다.

2. 級別 揮發油의 販賣 추이

美國에서의 級別 揮發油의 판매 수요는 <그림-1>에 보인 바와 같이 예측되고 있으며, 현재 美國에서는 有鉛레귤러級 휘발유가 아직도 약 40%나 남아 있다. 그리고 無鉛프리미엄級 휘발유는 15%가 벌써 판매되었다고 한다.

유럽 각국은 다음에서 소개하는 無鉛化에 의하여 앞으로 상당히 변동할 것으로 보이는데, 현재의 상황은 다음과 같다. 즉, 프리미엄級 휘발유의 판매비율로 보면 이탈리아가 가장 많은 95%이고 프랑스와 英國이 85%, 그리고 西獨이 가장 적은 55%로 되어 있다.

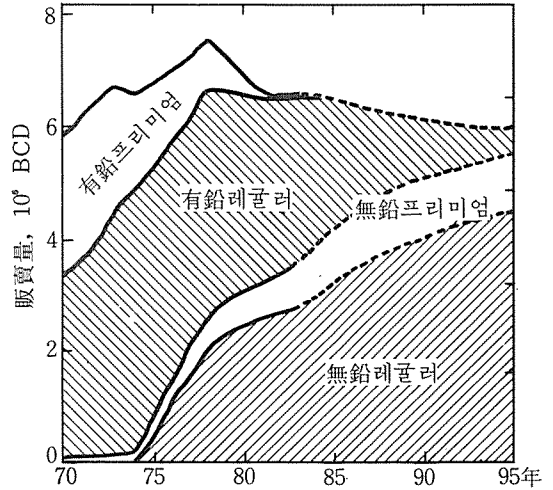
한편 日本에서의 레귤러 無鉛化후의 有鉛프리미엄級 휘발유 및 無鉛프리미엄級 휘발유의 판매비율을 圖示하면 <그림-2>와 같다. 앞으로의 無鉛프리미엄級 휘발유의 판매비율은 프리미엄仕樣車의 發售여하에 크게 영향받을 것이라 한다.

3. 低鉛化, 無鉛化와 含酸素化合物의 混舍 이용

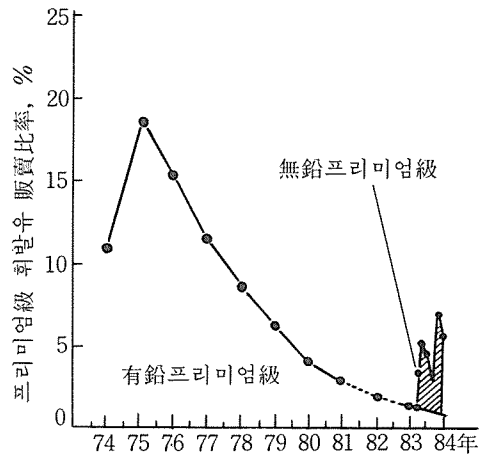
日本에서는 이미 無鉛化가 거의 완료단계에 있고, 또한 含酸素化合物의 혼합이용도 당장은 고려되고 있지 않는 것으로 알려졌다.

美國에 관해서는 <그림-1>에서 본 바와 같이, 有鉛휘발유가 감소할 것으로 예측되고 있으나, EPA는 1984년 8월 2일 Federal Register에 有鉛휘발유의 납許容量을 現行의 1.10g/l에서 다음과 같이 변경하는 제안을 한 바 있다. 즉 正案으로서 「1986. 1. 1부터 加鉛휘발유의 납을 0.10g/l이하로 한다.」는 것과 代案으로서 「1985. 7. 1부터 0.50g/l 이하, 1986. 1. 1부터 0.30g/l 이하, 1987. 1. 1부터 0.20g/l 이하, 1988. 1. 1부터 0.10g/l 이하」의 단계적인 低鉛化案을 내놓았다. 변경의 이유로서는 觸媒車에 加鉛휘발유를 급유하는 「Fuel Switching」에 의한 排氣가스의 악화와 납化合物의 건강상의 영향을 들고 있는데, 正案대로 실시하면, 91%의 납 削減이 되는 것으로 추정하고

<그림-1> 美國에서의 級別 휘발유의 판매량 예측 (Dupont)



<그림-2> 日本의 級別 휘발유의 판매비율



있다.

또한 유럽에 있어서는 西獨이 酸性비에 의한 山林의 황폐를 막기 위한 대책의 하나로서, 그리고 英國은 排氣가스중의 납化合物에 의한 아동들의 건강에 나쁜 영향을 미치는 것을 방지하기 위해서 EC 전체로서의 無鉛化 실시를 요구하고 있다.

여기에 반하여 프랑스나 이탈리아가 저항하는 태도를 견지하고 있다. 지난해 6월 28일 브뤼셀에서 개최된 EC環境相회의에 EC공동규칙안에 제안된

있고, 또 이 때 미결정사항이 同年 9月28일에 제안되었는데, 현재의 案은 대략 다음과 같이 되어 있다.

- (1) 1989. 7. 1 부터 95RON/85MON의 1 그레이드의 無鉛휘발유를 판매한다.
- (2) 1989. 7. 1 부터 加鉛휘발유의 납許容量을 0.15g/l 이하로 한다.
- (3) 無鉛휘발유, 有鉛휘발유를 막론하고 벤젠분은 최대 5 vol%로 한다.

이상에서 소개한 바와 같이, 각 선진국도 低鉛化 및 無鉛化로의 길을 곧바로 걷기 시작하고 있는 것이다.

알킬 납은 옛날부터 자동차용 휘발유의 옥탄값을 향상시키는 가장 경제적인 수단으로서 사용되어 왔다. 그 옥탄값 향상효과의 예를 소개하면 <그림-3>과 같다. 현재, 유럽 각국 중에서 0.40g/l의 나라는 벨기에, 프랑스, 이탈리아, 네덜란드 및 英國이고, 알킬 납에 의해 프리미엄級 휘발유로 약 5 옥탄값이나 향상시키고 있음을 알 수 있다. 또한 이미 0.15g/l에 이른 나라는 西獨을 비롯하여 덴마크, 그리스, 노르웨이 및 스위스이며 알킬 납에 의해 2~3 옥탄 향상되고 있다.

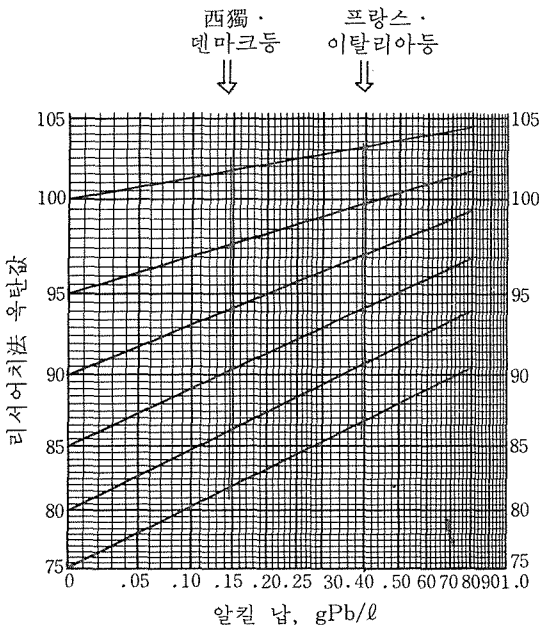
알킬 납을 사용하지 않고 옥탄값을 향상시키는

수단으로서는 첫째로 精製裝置의 증강을 생각할 수 있으나, 투자와 리드 타임(Lead time)이 필요하다. 이에 대하여 간단한 수단으로 할 수 있는 것에 최근에는 含酸素化合物의 혼합을 채택하기에 이르렀다. 특히 메타놀이 경제적으로 유리한 값으로 얻을 수 있게 되었기 때문에 벌써부터 美国이나 유럽에서는 메타놀과 이것을 원료로 하여 제조되는 MTBE(Methyl-t-Butyl-Ether)가 일부 혼합 사용되고 있다. 美国에서는 1983년에 약 3%의 휘발유가 메타놀 혼합 휘발유였다는 조사결과가 나오고 있다. 물론 美国에서는 이른바 가소홀이라는 메타놀 10% 혼합휘발유가 있어 거의 같은 量이 판매되었다고 한다.

EPA는 含酸素化合物의 혼합한계를 규정하고 있으므로 그것을 꼭 지키도록 되어 있다. 그 한계를 <表-3>에 나타냈는데, 표 중의 C에 관해서는 취소할 것을 검토중이라고 알려졌다.

한편, 유럽에 있어서도 西獨, 네덜란드 등에서는 含酸素化合物이 혼합되고 있고, EC에서도 혼합에 관한 똑같은 규칙안이 제안되고 있다. 앞으로 더욱 無鉛化가 진행됨으로써 이들 여러 나라에서는 含酸素化合物이 옥탄값 향상基材로서 활용될 것으로 추측되고 있다.

<그림-3> 알킬납의 옥탄값 향상효과(에틸社)



<表-3> EPA에 의하여 인가되어 있는 含酸素化合物의 종류와 混合限界

化合物名	混合限界 (max. vol.%)
A. 2 wt. % Oxygen*	
Methanol/TBA(1:1)	5.5
Gasoline-grade TBA(GTBA)	16
MTBE	11
Isopropanol	7
Iso-, sec- or normal butanol	9
B. 3.5 wt. % Oxygen	
Ethanol	10 nom.
Methanol/TBA(1:1 max.)	9.5
C. 3.5 wt. % Oxygen 이상	
Methanol/C. (6.5:1 max.)	15

註 : * Designated as 'Substantially Similar' to conventional gasolines.
Compositions Listed are selected examples.

〈表-4〉揮發성과 關聯있는 實用性能, 自動車用 揮發油의 溜分 및 揮發油基材 關係

自動車엔진의 실용성능			揮發性的 尺度가 되는 性狀 (시험항목)	自動車用 휘발유의 溜分			自動車用 휘발유에 混合되는 휘발유 基材								
高温時에 문제가 될	低温時에 문제가 될	季節을 通해 문제가 될		實用面에서	沸點	炭素數	製造面에서	日本에서 通常的으로 사용되는 基材	歐美國에서 더 附加되는 基材	含酸素化合物 및 醇류엔					
베이파루크 호트 스타팅 호트 아이들링 (과코레이션)	低温 始動性	증발 손실 증발 배출 규제	증기압 증류성상 10% 점 70°C까지의 유출점 V/L比* VLI**	低沸點溜分	0	C 4	輕質溜分	●부탄 ↑↑↑ 輕質나프타	↑↑↑ 接觸改質휘발유	↑↑↑ 接觸分解휘발유	↑↑↑ 熱分解휘발유	↑↑↑ 異性化휘발유	↑↑↑ 輕分解휘발유 分解수소화	↑↑↑ 알킬레이트	●MTBE ●메탄올 ●에탄올 ●톨루엔
	暖機性 氣化器氷結	加速性	증류성상 50% 점	中沸點溜分	50	C 5 C 6									
		潤滑油휘석성 연료소비(발열량) 엔진淸淨性	증류성상 90% 점 증류성상 97% 점 終點	高沸點溜分	100	C 7 C 8 C 9 C 10 C 11									

註: *指定溫度에서의 자동차용 휘발유의 蒸氣/液体比. ASTM에 실측방법 (ASTM D-2533) 및 증기압과 증류성상 시험결과에서의 推定方法 (ASTM D-439)이 나타나 있다.

** Vapor Lock Index의 略字. VLI=증기압+ $\alpha \times$ (70°C까지의 溜出量)으로 表示되고, 증기압의 單位나 係數 α 의 값은 각각 다른 것이 사용되고 있다.

4. 揮發性

자동차용 휘발유의 품질로서 안티노크性 다음으로 중요한 특성에 揮發性이 있다. 이 특성은 자동차 엔진의 실용성능면에서나 엔진 제조면에서도 중요한 것이다.

〈表-4〉에 이러한 관계를 圖示하였다. 實用性能面에서는 계절에 따라서 문제가 되는 項目이 바뀌고, 그 중에는 서로 相反하는 실용성능 항목도 있는데, 자동차용 휘발유의 性狀으로서는 均衡이 잡힌 것이 필요한 것이다. 휘발유의 제조면에서는 이미 설명한 石油製品 수요구조의 변동에 의해 각 混合基材의 비점범위나 수량이 변화를 받거나 부탄 등의 경제성이 바뀌거나 하면, 휘발유의 揮發性에 변화를 미치게 되어 휘발성에 관한 실용성능의 한계가 문제가 될 수 있다.

日本에서는 中間溜分の 증산을 위해 자동차용 휘발유의 重質分이 여기에 빠앗겨 적어지는 등의 이유로 약간 輕質化의 경향이 보인다.

또한 美國에 있어서도 증기압의 상승경향이 보

이는 듯 하다. 前項에서 설명한 바와 같이 메탄올이 혼합되면 그 특이한 성질 때문에 증기압, 증류곡선이 이상하게 변하여 휘발성이 높아지므로 高温時의 실용성능을 손상시킬 가능성이 있기 때문에 주의를 요한다.

IV. 輕油의 品質

1. 低温 流動性

우리와 가장 밀접한 관계에 있는 日本의 輕油는 현재까지는 原油에서의 直溜溜分만을 사용하고 있기 때문에 炭化水素 組成面에서는 변한 것이 없으나 中間溜分の 증산을 위하여 JIS규격이 개정됨으로써 보다 高沸點의 溜分까지 사용하게 되었다 함은 이미 本誌를 통해 소개한 바와 같다. 그 내용을 간추려 보면, 1979년의 개정으로 特1號 경유의 新設과 1983년에 特1號와 1號 경유의 90% 유출온도의 10°C 완화가 실시되었다. 해마다 90% 유출온도는 여름과 겨울에 상승경향에 있음으로써 약

스에 의한 低溫 流動性이 문제가 되어 低溫流動性 向上劑가 사용되기에 이르렀다. 현 JIS 규격에는 低溫 流動性的의 시험항목으로서 流動點 밖에 없으나 添加 輕油에는 부적당하여 CFPP(Cold Filter Plugging Point) 등의 검토가 추진되고 있다고 한다.

美國에서도 低溫 流動性을 검토할 필요가 있어 CRC를 중심으로 LTFT(Low Temp. Flow Test) 등 디젤車の 실용성능과 상관성이 양호한 시험방법을 검토중에 있다.

한편, 유럽에서는 이미 설명한 바와 같이 溜出 燃料油의 구성비율이 크기 때문에 오래前부터 그 방면의 연구 개발이 진행되어 왔고, 겨울철에 있어서는 一般的으로 低溫流動性 向上劑가 사용되고 있다. 디젤 輕유의 저온 유동성 평가시험방법으로서 CFPP가 CEC(Coordinating European Council)에서 검토되었는데, 유럽에서의 디젤車の 실용성능과 상당한 상관성이 있는 것으로 인정되었다. 유럽에서는 CFPP가 널리 채용되고 있다.

2. 세탄값

세탄값도 디젤 輕유의 중요한 특성의 하나이며, 나라에 따라서는 그 규격에 합격시키기가 곤란하게 되어가는 추세에 있다. 세탄값은 특히 炭化水素 조성이나 沸點범위와 밀접한 관계에 있고, 탄화수소 조성을 반영하는 性狀으로서의 비중과 沸點범위를 대표하는 50% 유출온도에서 세탄값의 推定值로서의 세탄指數를 구할 수가 있다.

日本의 디젤 輕유는 中東系 원유의 直溜溜分을 중심으로 제조되고 있으므로 비교적 靑靑한 탄화수소가 많이 함유되어 세탄값은 60 전후라는 매우 높은 것이기 때문에 이러한 點에서는 별문제가 없겠다.

그러나 美國에서는 接觸分解裝置에서 副生되는 라이트 사이클油를 디젤 輕유의 混合基材로 많은 量을 사용하지 않으면 안될 처지에 있다. 이 基材

는 芳香族 탄화수소가 풍부한 것으로서 세탄값은 대단히 낮고 比重은 높은 것이다. 이 基材를 혼합하여 제조되는 디젤 輕유의 세탄값은 낮아지게 마련이어서 ASTM규격 40 이하의 한계에 가까운 것이 美國 시장에서 판매되고 있다.

한편, 유럽은 세탄값面에서는 이들의 中間쯤에 위치하여 평균적으로는 50전후의 것이 시판되고 있다.

특히 세탄값 문제로 고민하고 있는 美國에서는 세탄값 向上劑를 일부에서 사용하고 있는데, 이러한 添加劑의 사용으로 實測 세탄값의 향상이 분명하기는 하나, 그것이 그대로 실용성능의 향상에 직결되지는 않는 것으로 알려졌고, 일반적으로는 세탄값 향상분의 약 절반밖에 효과가 없다고 한다.

3. 硫黃分과 기타

美國을 비롯하여 유럽, 日本에서의 硫黃分에 관한 규격은 0.3wt% 이하이거나 0.5wt% 이하이지만, 최근 西歐에서는 酸性비에 의한 樹木, 枯死를 막기 위한 대책의 하나로 EC에 대하여 디젤 輕유의 硫黃分 규격을 0.15wt% 이하로 크게 규제하는 제안을 하였다.

美國에서는 디젤車에서의 微粒클레이트 규제에 대하여 엔진 메이커측이 그 대책을 서둘고 있으나, 연료 사이드에서의 대책도 요구되고 있다고 한다. 그러기 위해서는 디젤 輕유를 芳香族 탄화수소 함유량이 적은 것이거나 아니면 高沸點溜分이 적은 것으로 하여야 하는데, 공급량의 확보와 경제적인 코스트面에서 볼 때 현실성이 먼 이야기이다. 또한 Mn, Cu, Pb 등의 化合物을 디젤 輕유에 첨가하면 엔진 사이드에서의 가장 바람직한 대책이라 할 수 있는 微粒클레이트를 비교적 低溫에서 연소, 제거시킬 수가 있다. 이 대책은 기술적으로는 그 효과가 인정되고 있으나, 실제로 이것을 채용하는데 있어서는 아직도 많은 검토가 있어야 할 것으로 보고 있다. *

바른마음 바른자세 다져지는 신뢰사회