

세계의 에너지現況, 新燃料의 開發 및 에너지節約 機關에 對하여

Present Status of Energy, Development of Alternative Fuels and Energy Saving Engines.

韓 英 出*
Young chool Han

1. 머리말

에너지 問題가 世界的으로 政治, 經濟, 技術, 즉 一般生活의 모든 分野에 있어서 가장 重要한 課題로 대두되고 있다.

이는 產油地의 地下에서는 계속해서 生産되고 있으나 無限定으로 原油가 埋藏되어 있으리라고는 생각되지 않는다.

現在 世界는 政治·經濟的 策略 때문에 石油의 生産不足 및 高價化되어 가면서도 石油의 枯竭現象이 시작되어 21世紀初에는 石油生産이 需要를 따를 수 없게 될 것 같다.

이러한 石油資源의 減少와 產油國의 政策變換에 따라 1973年 第1次 오일쇼크에 이어 1978年 末부터 第2次 오일쇼크를 가져와 70年代初 1 배럴당 2~3 달러에 불과하던 油價가 34달러까지 폭등하여 世界經濟에 막대한 영향을 미쳤다.

本稿에서는 現在 世界 에너지資源의 埋藏量과 앞으로의 에너지 需要增加 및 石油生産의 豫測 등을 살펴 봄으로써 에너지의 심각성을 인식케 하며, 또한 앞으로 에너지資源의 依存度가 가장 클 여러가지 代替燃料에 對하여 利用技術의 現況, 代替燃料로서의 適性 및 그 將來 問題에 對하여 언급하고자 한다.

결론으로, 最近의 에너지節約 方法으로 研究開發되고 있는 機關의 排氣에너지의 有効利用, 新型 原動機의 에너지節約性 및 可變실린더數의 機關 등에 對하여 記述하고자 한다.

2. 世界의 에너지資源 現況

2.1 에너지資源의 埋藏量

表 1은 에너지資源의 世界的 規模의 埋藏量을 나타낸다.

(1) 石油資源은 1970年頃까지는 生産量을 上廻하는 새로운 油田이 發見되어 可採年數가 增加해 갔다. 그러나 그 後 石油消費가 急增하여 第1次 石油危機의 背景이 되었다. 앞으로 北極海, 日本近海라든가 아마존下流, 南美南端部 등에서 油田이 發見될 可能性이 있지만, 中東이나 소련에 있는 것과 같은 大型油田을 바라는 것은 無理일 것이다. 많은 專門家들은 可採量이 30年도 못가서 점점 枯竭해 갈 것으로 보고 있다. 어쨌든 石油은 20世紀 에너지의 主役이었으나 21世紀에는 그 자리를 내 놓을 것이 明白하다고 하겠다.

(2) 石炭은 可採 埋藏量이 石油의 5倍 이상인 約 6,400億톤 칼로리 배이스로서 量的으로 豊富함은 石油와 比較가 안된다. 그 分布는 美國이 높고 西歐, 소련, 中共, 아시아, 아프리카 등 광범위하여 政治情勢가 不安定한 中東에 偏在해 있는 石油과 같이 供給에 不安을 일으킬 염려도 없다. 內燃機關의 燃料로서 有利한 메타놀은 石炭의 가스화에 의하여 얻어진다.

(3) 世界의 天然가스 埋藏量은 75兆³m³로서 石油埋藏量의 70%에 해당하지만 消費量도 年間約

表1. 世界의 에너지資源埋藏量

	石 油	天然가스	石 炭	오일샌드·오일셸	우 라 늬
	2兆 배럴 { 自由世界 1.5 共産圈 0.5 }	142~170兆 m³	11兆 톤 { 高品位炭 7.8兆 톤 }	오일샌드 16,000億 배럴 오일셸 55,000億 배럴	未 詳
確認可採埋藏量	81年 1月 6485億 배럴 { 自由世界 5622 共産圈 863 }	80年 75兆 m³ { 自由世界 48 共産圈 27 }	6,400億 톤 高品位炭 4880億 톤 { 自由世界 2550 共産圈 2330 }	-	79年 1月 259万吨 { \$30/ℓb 以下 185万吨 \$30~50/ℓb 以下 74万吨 }
地域別賦存狀況	北 美 5.1% 中 南 10.7% 西 歐 3.6% 中 東 55.8% 아시아·태평양 3.0% 아프리카 8.5% 共産圈 13.3%	10.0% 6.1% 6.0% 28.5% 4.8% 7.9% 36.2%	高品位炭 22.4% 0.5% 14.4% - 8.2% 6.7% 47.8%	74.0% 21.1% 4.9%	36.4% 4.2% 17.3% (其他) 0.2% 12.0% 29.9% 未 詳
年 生 産 量 (P)	80年 218億 배럴 { 自由世界 165 共産圈 53 }	80年 168百億 m³ { 自由世界 108 共産圈 60 }	78年(高品位炭) 24.9億 톤 { 自由世界 11.3 共産圈 13.6 }	少 量	78年 33,900톤
可 採 年 數 (R/P)	全 世 界 30年 { 自由世界 34年 共産圈 16年 }	全 世 界 44年 { 自由世界 44年 共産圈 45年 }	高品位炭 全 世 界 195年 { 自由世界 225年 共産圈 170年 }	大	76年
石炭換算(億톤)	890	733	高品位炭 3410	-	-

1.7兆m³로서 石油의 40%밖에 되지 않아 天然 스는 石油보다 수명이 긴 資源이라고 하겠다. 在來의 天然가스 埋藏量은 非需要地域에서 거의 石油의 探鑛과 더불어 發見된 것으로 限定되었으나 실제로는 아직도 훨씬 많을 것이 확실하다. 北極 및 南極周邊의 海底에 널리 分布되어 있어 소련을 中心으로 各國에서 探査研究를 하고 있으며, 한편 地球의 深層가스說도 있어 이것을 利用하게 된다면 그 資源은 무진장할 것이다.

(4) 原子力도 長期的 에너지 需給豫想으로서는 重要한 役割을 하고 있어 1980年度 에너지 需要 構成比의 5%이었으나 2000年頃에는 그 構成比가 18%까지 上昇될 것으로 豫想한다.

(5) 오일 셸은 油分이 풍부한 藻類 등이 遺物과 鑛物質이 同時에 堆積하여 긴 세월 동안에 分解되어 게로켄이라고 하는 有機物이 固體形으

로 含有된 堆積鑛床이다.

오일샌드는 보통 坑井에서 採油할 수 없을 정도로 粘性이 높고 流動性이 매우 낮은 重質原油를 포함한 모래이다.

(6) 바이오매스는 植物 등의 生物體로부터 만든 에너지源으로서 人間이 管理하면 必要한 만큼 生産이 可能하며 石油과 달리 없어지지 않으며 에너지 뿐만 아니라 化學原料로서도 使用이 可能하다.

2.2 에너지 需給의 豫想

세계의 에너지 需要와 供給을 豫測한다는 것은 무척 어려운 일이나 보통 세계인구의 증가율, 에너지需要의 증가율, 化石燃料의 發見量, 新에너지 生産 및 使用技術의 進展 등의 影響을 고려하여 豫想한다. 여기에서 注意해야 할 일은 에

너지 生産에 要하는 에너지라든가 資金량이 現 在의 技術로서는 過大한 것이므로 그림 1은 石 炭 等を 石油로 變換(石炭液化)할 때의 理想의 에너지收率을 나타낸다.

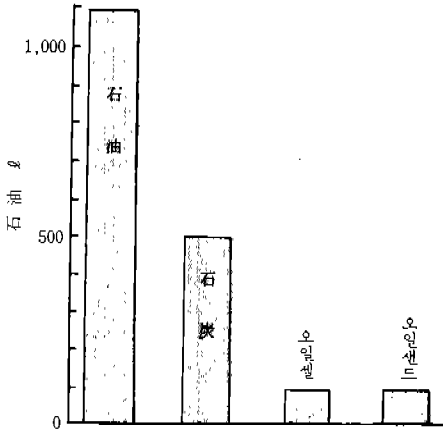


그림 1. 1톤의 原料로 부터 製造되는 石油量

오일셀이나 오일센드는 1톤당 石油 約 1000가 나오지만 나머지 90% 이상이 넘는 廢棄物의 處理때문에 그 以上の 에너지를 必要로 하고 있으며 石炭의 경우도 그와 같은 에너지를 고려하면 石炭이 가지고 있는 에너지의 約 1/3정도만 石油로 변환되지 않는다는 계산이 나온다.

또 原子力에 對해서도 위와 같이 原子力 프랜 트製造, 우라늄鑛의 採掘로부터의 精製, 廢棄物의 處理, 安全, 公害防止對策費 等を 減면 收率은 크게 問題되며, 특히 장래성이 가장 커서 북

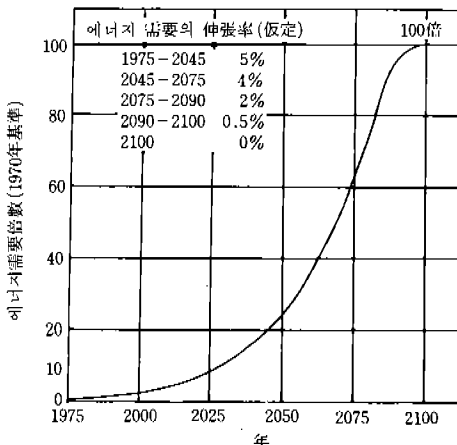


그림 2. 世界에너지 需要 增加의 豫測

표로 하고 있는 高速增殖楨는 한층 더 安全性이 문제되고 있어 앞으로 實用化 단계까지는 막대한 연구자금이 필요하다고 하겠다.

한편 前述한 것을 토대로 世界 에너지需要 增加의 豫測을 그림 2와 같이 나타낸다.

이와 같은 伸張率의 假定에서 計算된 長期的인 豫測으로 21世紀 末에서는 100배에 달한다. 즉 지금의 100년분을 1년에 使用하므로 이와 같은 大量의 에너지를 무엇으로 어떻게 충족할 것인가를 想像도 할 수 없다. 그러나 人口의 增加라든가 1人當의 에너지 消費 增加에 어떠한 制限을 加하든가 또는 技術革新이 있어야 하겠다. 또한 膨張한 人口를 가진 低消費地域의 앞으로의 發展을 고려하지 않으면 안된다. 예로서 U.N. 1974 World Energy Supplies에 의하면 1972年 1人當 平均 에너지消費量은 美國, 캐나다가 11kw, 유럽 5kw, 日本 3.3kw 이며 世界 平均이 2KW라고 한다. 만일 100億 人口가 年間 10KW씩의 電力을 消費한다면 約 15배가되며 2100년에는 100배가 된다는 것은 過言이 아닐 것이다.

한편 그림 3은 世界石油生産의 豫測을 나타낸 것이며 表 2는 世界의 에너지資源과 그 制約條件을 나타낸다.

역시 石油時代는 今世紀末까지로 볼 수 밖에 없으며 따라서 自動車燃料에서부터 모든 에너지消費가 脫石油時代가 오리라는 것을 믿으며 기대해 본다.

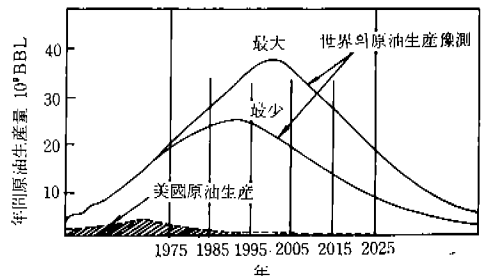


그림 3. 世界石油 生産의 豫測

3. 石油代替燃料

本稿에서는 內燃機關用的 여러가지 石油代替 燃料를 中心으로 概括的으로 記述하고자 한다.

表2. 世界の 에너지 資源과 그의 制約條件

技術레벨	資 源		個 別 的 制 約	共 通 的 制 約
現 狀 技 術 (確 認 量)	石油·天然가스 石 炭 原子力(普通爐) 水 力 地 熱·潮 力	13×10^{17} Kcal 50×10^{17} Kcal 2×10^{17} Kcal 0.2×10^{17} Kcal/年 0.01×10^{17} Kcal/年	大氣汚染 大氣汚染 安全性·放射能漏洩·廢棄物 資源의 偏在 資源量 微少	· 資源量 적지 않음 · 用地問題 · 熱 汚 染 · 環境改變 · 에너지 輸送
可 能 한 技 術 (潛 在 量)	石油·天然가스 石 炭 石油頁岩·탈砂 原子力(普通爐)	36×10^{17} Kcal 500×10^{17} Kcal $> 23 \times 10^{17}$ Kcal $> 18 \times 10^{17}$ Kcal	大氣汚染 大氣汚染 合成燃料 生産技術 安全性·放射能漏洩·廢棄物	· 에너지 코스트 상승 · 用地問題 · 熱 汚 染 · 資源의 有限性
不 確 定 術 (潛 在 量)	原子力(增殖爐) 核 融 合 太 陽 放 射	化石燃料의 10^4 倍 化石燃料의 10^7 倍 $5,000 \text{ Kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ (地表) $28,750 \text{ Kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ (大氣圈 外面)	放射性 廢棄物의 增加 三重水素資源量 및 重水素 採取技術 에너지密度稀薄(集熱技術) 에너지 貯藏技術	· 技術의 으로 實證되어 있 지 않음 · 熱 汚 染 · 用地問題 · 用地問題

3.1 含酸素 燃料

含酸素 燃料로서는 알코올, 植物油, 또는 MTBE 등을 들 수 있으나 그 中에서도 알코올은 그 資源이 廣範圍하게 있어 有望한 代替燃料의 하나로서 이미 여러 나라에서 實用化되고 있다.

(1) 불꽃 點火機關에 있어서 알코올의 利用

불꽃 點火機關에서 메타놀 또는 에타놀의 利用 技術은 거의 確立되어 있고 그 利用形態는 가솔린과의 混合과 알코올單體만의 使用이 있다.

알코올混合 가솔린에 있어서는 알코올의 增加와 더불어 옥탄價가 向上한다. 한편 메타놀 3~40%, 에타놀 5~20%의 範圍에서는 共沸 現象에 의하여 蒸氣壓의 增加로 베이퍼록크, 高溫 始動性 및 蒸散에미션 등의 惡化가 일어난다.

이 燃料를 보통의 機關에 使用할 경우 混合氣의 稀薄化에 의하여 CO는 減少하지만 出力, 加速性 및 始動性의 惡化 傾向을 나타내므로 알코올 混合比率이 10% 以上에서는 燃料系의 調整이 必要하다.

알코올單體의 例로서 메타놀에서는 가솔린에 比較하여 氣化熱이 높기 때문에 出力은 10% 정도 增加하며 그림 4에서 보는 바와 같이 高壓縮

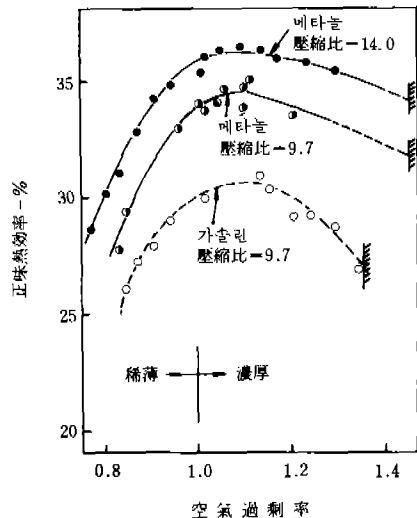


그림 4. 메타놀 單體와 가솔린에 대한 制動 熱 效率의 比較

比의 採用과 燃料速度의 增加에 의하여 熱效率도 向上한다.

(2) 壓縮點火機關에 있어서의 알코올 利用

이 경우는 安定한 點火의 確保가 第1의 課題이므로 이를 위하여 여러 가지 方策이 開發되어 알코올의 利用技術이 確立되었으나 이에 따라 機關의 코스트가 상승이 問題로 된다. 方策을 크게 나누면 다음과 같다.

- ① 混合燃料方式(세탄價 向上劑 또는 輕油와의 混合)
- ② 複合燃料 供給方式(파이렛트噴射, 휴미게이션 등)
- ③ 強制 着火方式(그로우 프러그, 스파크 프러그의 使用)

(3) 植物油 燃料

脫石油의 一環으로서 一部 國家에서는 植物油 燃料가 檢討되어 모노에스테를 포함해서 극소수가 이용되고 있다.

대개 植物油는 輕油에 比하여 發熱量이 1~6% 적고 세탄價는 40前後에서 點火性이 良好하다. 粘度가 높은 것이 最大의 難點이다. 特히 壓縮點火機關에 이를 使用하면 噴射노즐의 손상과 더불어 低溫性能, HC排出, 各部摩耗 및 潤滑油의 惡化 등을 초래한다.

(4) 脂肪酸의 모노에스테

植物油 또는 魚油 등의 脂肪酸을 알코올과의 反應에 의해 모노에스테 變換하면 이것은 反應前에 比하여 세탄價, 粘度, 霧化 등의 燃料로서 性質이 많이 改善된다. 하나의 使用 例로서 壓縮機關에 大豆油의 모노에스테를 使用하면 輕油에 比하여 燃料消費率은 低下한다. 煤煙이 大幅減少하며 燃燒性 및 性能이 良好하여 長時間도 運轉할 수 있다. 그러나 노즐의 마모, 윤활유의 稀釋, 燃料의 變質 등의 問題點도 뒤 따른다.

(5) MTBE, TAME 및 TBA

Methyl Tertiary Buthylether(MTBE), Tertiary Amyl Methylether(TAME) 및 Tertiary Bu-

tyl Alcohol(TBA) 등의 含酸素 燃料은 그 一部가 이미 옥탄價 向上劑로서 使用되고 있으며 代替燃料로도 使用되었다.

이것의 混合 가솔린은 一般的으로 가솔린에 比하여 發熱量 및 理論空氣量이 약간 減少하나 알코올의 混合가솔린에 比하면 相分離, 腐蝕性 등에서 뛰어나다. 이들의 混合量은 混合 燃料中の 酸素比率이 3%以下이면 機關의 調整이 不必要하다. 酸素比率 3%는 MTBE 16.5%, TAME 19.1% 및 TBA 13.9%에 相當한다.

3.2 오일셀 및 오일샌드

오일셀 및 오일샌드에서 코스트만을 변도로 생각한다면 熱分解, 水素化精製 또는 接觸分解 등의 方法으로 比較的 良質의 가솔린 및 輕油를 얻을 수 있다.

보통 오일셀의 가솔린은 一般의 가솔린에 比하여 性質이 크게 다르지 않으나 蒸溜溫度가 높고 耐녹킹성과 安定性이 떨어지는 傾向이 있다. 즉 불꽃點火機關에 이를 使用하면 燃料消費 및 排氣에 미션은 一般의 가솔린과 비슷하나 녹킹發生이 問題가 된다.

한편 壓縮機關에 있어서도 오일셀 및 오일샌드로부터의 輕油의 利用이 꺼해지고 있다. 例로서 水素化精製된 오일셀輕油(CN57)은 보통 輕油에 比하여 熱效率이나 微粒子(粉塵)는 같으나 加速時 HC, CO 및 SOF 등이 약간 증가할 정도이다.

여하튼 오일셀油 및 오일샌드油는 石油確認埋藏量의 數倍가 되는 풍부한 資源임에는 틀림없으나 이들의 採掘 또는 改質의 技術開發이 먼저 이루어져야 하며 최종적으로는 燃料로 되기 위한 코스트의 低減이 큰 課題이다.

3.3 石炭 및 石炭液化油

壓縮點火機關에 있어서는 石炭 그 自體 利用은 옛날부터 試圖되고 있다. 最近에는 直噴式機關에서 石炭 20% 또는 카본블럭 20% 미만의 스러리가 시도되고 있지만 燃燒期間이 增加하므로 高速性能에는 困難하다. 또한 SO_x 및 NO_x도 問題이지만 特히 燃料系에 石炭의 堆積, 噴射펌프

와 실린더의 링과 라이너 등의 마모가 致命的이므로 今後의 技術開發이 있어야 하겠다.

한편 石炭液化油는 그 製造過程에 의하여 다음과 같이 크게 나눈다.

- ① 低溫乾溜油(例로서 COED)
- ② 溶劑抽出油(SRC1, SRC 2, EDS)
- ③ 水素添加分解油(H-Coal, Synthoil)
- ④ 間接液化油(SASOL, Mobil Gasoline)

이들의 液化油는 水素化精製 등에 의하여 從來의 機關에 適合한 燃料로서 改質이 可能하다.

먼저 COED 燃料는 特히 50% 以下의 蒸溜溫度가 높기 때문에 불꽃 點火機關에서의 利用이 困難하지만 層狀給氣機關에서는 그 利用이 可能하게 되었다.

SRC 2 및 EDS 는 세탄價가 낮기 때문에 輕油의 파이렛트噴射 또는 輕油와의 混合에 의하여 보통 壓縮點火機關에 使用이 可能한 외에 세라믹 斷熱機關에서도 SRC 2 單體로서 運轉이 이루어지고 있다.

石炭液化가스 中에서도 사솔油와 모빌 가솔린은 코스트면에서 상당히 유리한 燃料라고 말할 수 있다.

사솔가솔린은 보통의 가솔린과 거의 같은 蒸溜特性을 가지고 있으며 層狀給氣機關인 Ford의 PROCO機關의 實驗에서는 熱效率과 에미션이 一般가솔린과 다르지 않고 약간의 燃費만 나뉘었을 뿐 蒸氣初期溫度가 높은 H-Coal의 使用도 可能하였다. 한편 石炭의 가스화에 의해 얻어진 메타놀로부터 合成된 모빌가솔린에 있어서도 一般가솔린에 比해서 低溫性能이 問題이지 表 3과 같이 經濟性 및 排氣에미션이 거의 같고 앞으로 이 燃料의 利用 擴大가 期待되는 바이다.

3.4 天然가스, LPG 및 암모니아

天然가스는 그 運搬性에 問題가 있지만 耐毒 抗성 混合氣 分配 및 稀薄燃焼 등의 點에서 가솔린보다 뛰어난 燃料라 하겠다. 불꽃 點火機關에서 LNG를 使用할 경우 가솔린의 경우와 比較하여 NO_x는 增加하나 稀薄燃焼 등과 더불어 熱效率 및 HC, CO가 改善되며 또 冷始動性도

表 3. 모빌 가솔린과 標準 가솔린과의 經濟性 및 排氣에미션의 比較

	HC	CO	NO _x	MPG 計算值/測定值
標準가솔린	0.68	7.32	1.72	19.1/18.5
모빌가솔린	0.67	7.87	1.67	18.9/18.8

좋다. 表 4는 가솔린과 LNG에 있어서 排氣에미션의 比較를 나타낸 것이다.

表 4. LNG의 排氣 에미션

	unit : g/mile		
	CO	HC	NO _x
Gasoline	18.7	6.6	5.5
LNG	3.7	2.3	8.1

한편 LNG는 휴미게이션법에 의하여 壓縮點火機關에도 使用例가 있으나 보통 불꽃點火機關에 使用하는 것이 一般의이며 이 利用技術도 잘 確立되어 있다. LNG의 使用의 경우 加速時間이 6~14% 增加하며 HC 및 NO_x가 약간 增加하나 코스트면에서 매우 저렴하므로 最大의 利點이 있다.

앞으로 LNG 및 LPG는 供給網을 잘 調化시키면 그 利用의 擴大가 크게 注目된다.

암모니아는 공기와 물로 合成된 것이므로 長期的으로는 再生 可能한 代替燃料로 可能性이 크나 실제 利用에 있어서는 問題가 많다.

불꽃 點火機關에서 암모니아를 利用하면 NO_x의 增加와 出力의 低下가 두드러지며 壓縮點火機關에 利用해도 低세탄價 때문에 困難하다. 그러나 高壓縮比, 휴미게이션法 및 스퀘크 프러그의 採用이라든가 吸氣管으로부터 水素나 아세틸렌을 吸入하는 方法 등으로 암모니아 利用의 可能性이 確實하다. 또한 암모니아는 가격면에서 가솔린의 절반 밖에 안되는 큰 利點이 있으나 냄새의 자극성, 未燃가스의 排出 및 낮은 潤滑性 등을 고려하면 現段階로서는 使用이 어려운 燃料라 하겠다.

3.5 水素 燃料

水素燃料는 化石燃料의 枯渴後 가장 有利한 燃

料로 많은 研究發表 및 會議가 이루어지고 있다.

현재 水素製造法으로 고려되는 것은, ① 물의 直接分解法, ② 물의 電氣分解法, ③ 물의 熱化學分解法 등이 있다.

直接分解法은 2000°K 以上の 高溫이 必要하므로 耐熱材料 分離技術 등으로 보아 당분간 不可能하다고 하겠다.

電氣分解法에 의한 水素 製造技術은 이미 確立되어 最近은 效率向上을 目的으로 高溫高壓下에서의 電解技術이 研究되고 있다.

熱化學分解法으로 熱化學 사이클 및 熱化學-電氣分解 하이브리드 사이클 등이 再認識되고 있으나 거의가 反應中 固体物質의 포함, 反應操作이나 輸送上의 過程問題 및 부식성물질로 高溫에서 취급하는 材料上的 問題 등 때문에 아직도 實現에는 時間이 必要하다.

또한 機關의 燃料로서 水素를 고려할 때 저장

과 유통이 곤란하며 앞으로 金屬水素化合物 等の 進展에 의하지만 水素를 空氣中の CO₂ 및 기타, 炭素源과 反應시켜 液体燃料로 變換시켜 使用하는 方法도 생각할 수 있다.

以上の 機關用 燃料를 綜合評價해 보면 表 5 와 같다.

4. 最近 機關의 에너지 節約

4.1 機關排氣에너지의 有効利用

디젤機關이나 가솔린機關 等の 自動車用 機關으로부터 排出되는 排氣에너지의 비율은 表 6 과 같다.

여기에서 排氣매니폴드를 아스베스트 材料로 保溫할 경우 排氣매니폴드 出口溫度는 100°C 程度 上昇하여, 排氣에너지는 4% 정도 증가한다.

表 5. 機關用 燃料 와 그 評價

資 源	燃 料	主 組 成	價 額 指 數*	着 火 方 式	比 出 力 BHP/kgf	熱 効 率 (%)	NO _x	SO _x	가 스	
石 油	L P G	H _n C _m (炭化水素)	約 1.2 (稅別)	電 氣 着 火	約 0.7	約 25	微 (對 策)	微	微	
	揮 發 油		2.0 (稅別)		1.0	25~30				
	灯 油		1.2		0.5	25				
	輕 油		1.3 (稅別)	壓 縮 着 火	0.5~0.3	35	稍 多	少	多	
	A 重 油		1.2		0.3~0.2	35				
	B 重 油		1.1		0.1	35~40				
	C 重 油		0.9~1.0		0.1以下					
石 油 代 替 的 燃 料	天然가스	L N G	0.9	電 氣 着 火	0.6	25~30	微	微	微	
	石 炭	液 化 油	물침가에 의한 改質을 必要로 하여 價格評價는 困難	물침가 改質에 의해 電氣 또는 壓縮着 火	물침가 改質의 度에 의 해 1.0~0.1	25~40	多	多	多	
	油母炭	셀 오일					?	?	?	
	油 沙	샌드오일								
	水	水 素	H ₂	2~3?	電 氣 着 火	0.6~1.0	25~30	微	無	
엔 진 燃 料	植 物 油	H _n C _m O _e (含 酸 素)	原料價格이 無 視하여 연어져 도 2~3**	壓 縮 着 火	0.5	25	微 (對 策)	無	無	
	에 타 늘				1.0	25~30				
	메 타 늘			1.0~1.1	熱 霧 圍 氣 着 火 파이롯트 火焰着 火합	1.0				25~40
	天然가스									
石 炭	메 타 늘	2~3								

* 發熱量當 價額과 原油價額과의 比

** 廢材, 腐敗變質한 農作物, 치즈廢液 등을 原料로 할 경우

表 6. 여러가지 機關의 排氣 損失 比率

發熱源에 대한 에너지 이용 기관	軸出力 %	冷却水等의 損失% %	排氣損失 %	排氣溫度 ℃
디 이젤	35~40	25~30	30~40	400~600
斷熱디젤	35~40	5~10	60~65	700~950
물꽃點火	25~30	40~50	20~35	600~900
가스터어빈	30~35	5~10	55~70	150~300
스터어링	30~35	50~55	15	150~300

또 세라믹 材料의 使用으로 各部를 斷熱할 경우 디젤機關의 경우 비율이 60~65% 정도 증가한다. 따라서 이와 같이 排氣에너지 비율의 증가와 더불어 그 效率的인 利用方法이 檢討되어 燃費低減策으로서 必要하다. 現在 排氣에너지의 利用技術로서 考慮되고 있는 것은 表 7 과 같다.

表 7. 排氣에너지 利用技術

動力	(1) 터어보 제어저 (2) (터어보 컴파운드 시스템) (3) (排氣 脈動 過給機) (4) (랭킹 보트밍 시스템) (5) (濃度差 에너지 시스템)
燃料改質	(6) (알코올 改質裝置) (7) (가솔린 改質裝置)
發電	(8) 排氣터어빈 發電機 (9) 熱電 發電器
冷房	(10) 吸收式 冷凍機 (11) 에젝터식 空調機
蓄熱	(12) 溶融鹽蓄熱캐슬

□ ... 量産 () ... 試作

이들 中에는 自動車에의 適用이 現時點에서 고려하지 않으면 안되는 것도 있으나 에너지를 利用한 하나의 形態를 例로 나타낸 것으로 그 作動을 소개하면 다음과 같다.

(1) 터어보 제어저

터어보 제어저를 附着한 機關의 시스템을 그림 5 와 같이 나타낸다. 여기에서 보는바와 같이

機關의 排氣가스에 의하여 터어빈을 구동하여 이것과 동일한 軸에서 回轉하는 컴프레서로서 吸入空氣를 壓縮하여 機關의 過給을 行한다.

터어보過給과 無過給에 있어서 機關의 性能을 比較한 結果 그림 6 과 같다. 여기에서 보는 바와 같이 터어보過給에 의하여 機關의 出力이 增大하므로 車輛에 대해서는 상대적으로 小型 機關의 搭載가 可能하다.

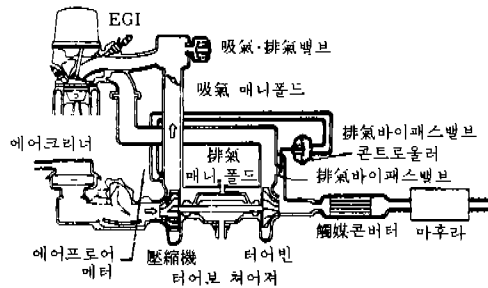


그림 5. 터어보 제어저 附着 機關의 시스템

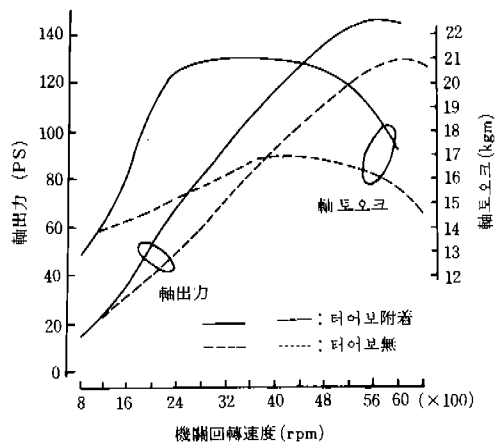


그림 6. 터어보 제어저 附着 機關의 性能

(2) 터어보 컴파운드 시스템

터어보 컴파운드 機關의 시스템은 그림 7 과 같이 機關의 排氣로서 터어보제어저를 作動시켜 過給과 더불어 터어보제어저 통과후의 排氣가스에 의하여 다시 下流의 出力터어빈을 구동한다. 이로써 高速기어, 流体조인트 및 低速기어등을 접속하여 出力軸에 驅動力을 傳達한다.

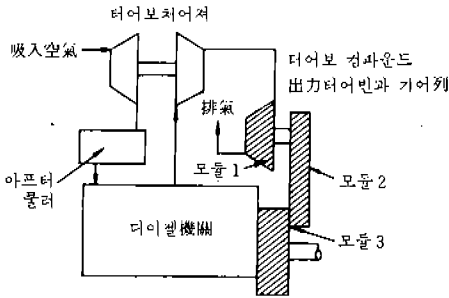


그림 7. 터어보 컴파운드機關의 시스템

(3) 排氣脈動 過給機

排氣脈動過給機로서는 컴프렉스가 있다. 그構造는 그림 8 과 같다. 그 作動은 機關排氣가스의 膨脹과 壓縮에 의한 脈動波의 에너지를 利用하여 吸入空氣를 壓縮하여 機關에 過給한다. 크랭크軸에 의하여 벨트를 驅動시켜 回轉하여 排氣가스 脈動波와 吸入空氣의 壓縮에 의한 流出과 의 타이밍을 맞춘다.

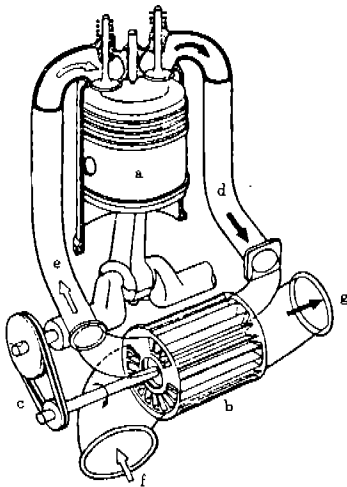


그림 8. 컴프렉스의 構造

(4) 랭킹보트밍 시스템

이 시스템은 機關의 排氣熱을 利用하여 作動流體를 加熱하는 랭킹사이클이다. 그림 9 는 랭킹보트밍 시스템을 나타낸다. 作動流體는 프로놀

50 등의 有機作動流體를 使用한다. 이 作動流體는 피이드펌프에 의하여 再生器에 보내져 加熱後 機關의 排氣熱을 利用한 蒸氣發生器로서 加熱된 蒸氣로 된다. 이 蒸氣로 터어빈을 回轉하여 그 出力을 기어에 연결된 出力軸에 附加한다. 蒸氣는 그 후 컴프레셔로 冷却되어 液体로 된다.

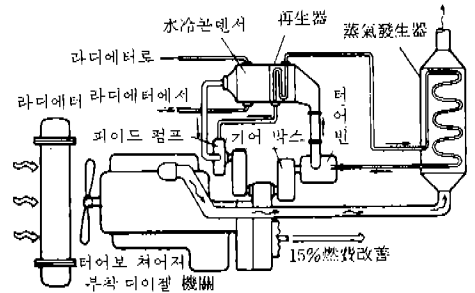


그림 9. 랭킹보트밍 시스템

(5) 濃度差에너지 시스템

濃度差에너지 시스템은 그림10에 나타낸 바와 같이 그 作動은 濃度가 높은 水溶液은 吸收室에서 水蒸氣를 吸收하여 그 때에 큰 熱量을 吸收熱로서 發生한다. 이 때의 發熱을 利用하여 純水보일러에서 蒸氣를 發生시켜 그 蒸氣로서 익스펜더를 驅動하여 出力을 낸다. 純水를 吸收하여 濃度가 낮아진 水溶液은 濃縮室에 보내어져 機關의 排出熱로서 加熱되어 濃縮한다. 濃縮한 水溶液은 다시 吸收室로 보내진다. 濃縮室에서 蒸發한 蒸氣는 純水보일러의 蒸氣와 더불어 익스펜더를 驅動하여 그 후 復水한다.

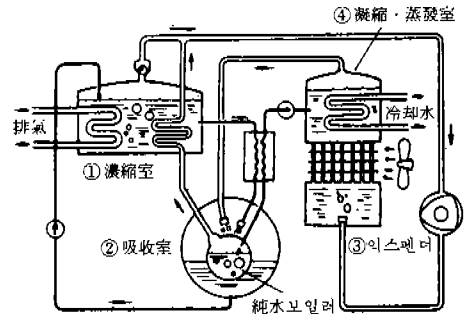


그림 10. 濃度差 에너지 시스템

(6) 熱電 發電器

그 작동原리는 그림11에 나타난바와 같이 熱電 半導體의 한 끝의 接合部가 加熱되며 다른 끝이 冷却되어 그 濃度差에 의하여 電壓이 發生한다. 排氣熱은 高温部의 加熱에 利用된다.

이 외에도 알코올과 가솔린의 改質裝置, 排氣 터어빈, 發電機, 吸收式冷凍機 및 에젝터式空調機 등이 있다.

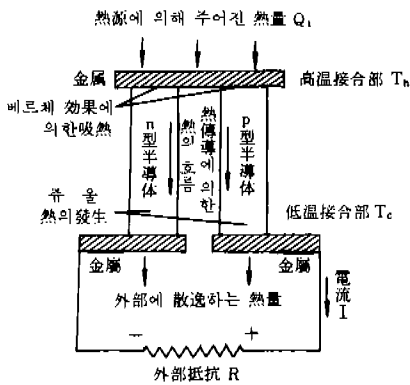


그림11. 熱電 發電의 原理

4.2 新型 原動機

(1) 가스 터어빈

가스 터어빈은 小型 輕量으로 高出力, 構造가 簡單하며 保守가 容易, 여러가지 燃料의 使用이 可能하여 起動이 쉽고, 排氣汚染 成分의 排出레벨이 낮고 또한 騒音은 高周波 成分이 主가 되므로 쉽게 除去할 수 있다. 그러나 小出力 機關이 될수록 各部 損失이 增加하여 燃費率이 惡化하기 쉽다. 즉 壓縮機나 터어빈의 레이놀즈數 低下로 空力的 性能低下 및 動翼先端間隙(tip clearance)이 翼높이에 비해 크므로 損失의 增加가 있고 加工精度와 翼表面거칠기로 인하여 크게 영향을 미친다. 또한 補助動力機 比率도 작은 小型일 수록 크게 된다. 이와 같이 自動車用 原動機 정도의 出力에서는 燃費率이 現用機關에 比하여 나쁜 點이 最大缺點이라 하겠다. 즉 얼마前 Allison에서 試作한 出力224 kw, 404 kw, 291

Kw의 버스, 트럭, 트레일러 등에 搭載하여 試驗走行한 結果 運轉性, 保守性, 壽命, 騒音 등의 各點은 滿足했었으나 同級의 디젤 機關에 比하여 15~20%의 燃費率이 높았다. 그림 12에서는 熱交換器를 갖지 않는 汎用(主로 發電用) 가스 터어빈, 自動車用 메탈터어빈, 세라믹터어빈의 定格出力과 燃費率의 比較를 나타낸다. 여기에서 보는 바와 같이 定格出力이 작은 것일수록 燃費率이 增加하는 경향이 있다.

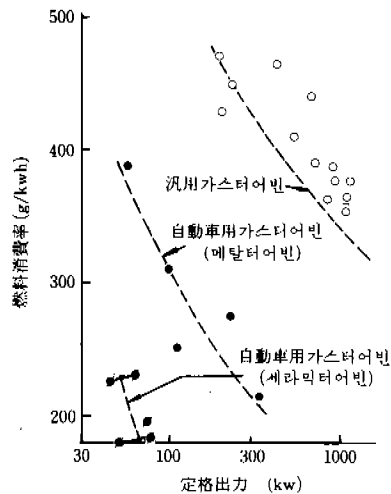


그림12. 가스 터어빈의 燃費率

이로써 가스 터어빈의 問題인 燃費率을 改善하기 위해서는 熱交換 效率의 向上, 터어빈 入口溫度의 上昇, 壓縮機 斷熱效率의 向上, 터어빈 斷熱效率의 向上, 空氣/가스 流路의 壓力損失 減少 및 機械效率의 向上 등이 可하여지고 있다.

가스 터어빈으로부터 排出되는 大氣 汚染物質은 主로 燃燒器內에서 生成되나 燃料稀薄燃燒에 의하여 NOx生成을 抑制할 수 있으며 HC와 CO는 燃燒器 排出溫度를 높게 하면 減少한다.

生産코스트 面에 있어 있어서 불꽃點火機關으로서 代替機關으로 有望하나 高價인것만은 確實하다.

불꽃點火機關의 排기가스 規制가 強化될 경우에는 그다지 코스트面에서 差異가 없을 것 같다. 한편 디젤機關은 燃費率 改善을 위하여 랭킹보드

밍 사이클과의 複合化 및 斷熱化 등을 꾀할 경우 코스트가 약간 상승하나 충분히 경합이 될것 같다. 스테어링機關에 比較하면 安價일 것이 一般的 見解이다

(2) 스테어링 機關

스테어링機關은 内部에 封入한 不凝縮性가스를 熱交換器에 넣어서 加熱 및 冷却에 의하여 動作하는 密閉사이클의 往復動式 外燃機關이다. 피스톤, 실린더 및 熱交換器의 配置方法 이라든가 驅動機構에 따라 여러가지 形式이 있으나 基本的으로 보통 그림13과 같은 3종류가 있다.

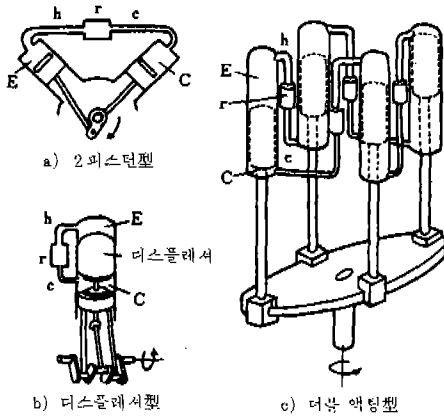


그림13. 스테어링 機關의 基本形式

1816년에 發明된 스테어링機關은 一般的으로 實用되다가 內燃機關의 등장에 따라 오랫동안 잊어버렸었다. 그러나 熱効率에 따른 다른 燃料 또는 熱源의 多樣化에 適應성이 뛰어난 新原動機로서 最近에 다시 脚光을 받고 있다.

이 스테어링機關의 特徵을 들면 다음과 같다.

① 外燃機關이므로 여러가지 燃料은 물론 廢熱이나 太陽熱 또는 LNG의 冷熱 등도 熱源으로서 利用할 수 있다.

② 히이터와 쿨러 사이에 설치한 再生器(蓄熱式的 熱交換器)의 作動에 의하여 原理的으로 가장 높은 熱効率을 達成한 機關의 하나이다.

③ 複水 피스톤 사이의 位相差異가 吸排氣 吸割을 하므로 밸브機構가 不必要하며 또 内部가 스 壓力의 變化도 圓滑하므로 騒音과 振動이 적다.

이 밖에 化石燃料을 使用할 경우 깨끗한 排氣를 達成하기가 비교적 쉽고 윤활유의 소모도 거의 없는 특징도 있다. 토오크 變動도 적고 一般的으로 內燃機關에 比하여 低速域에서 뛰어난 特性을 나타낸다.

이에 대하여 여러가지의 缺點이라든가 問題點도 있다. 즉 히이터, 할러, 再生器 및 空氣豫熱器와 多數의 熱交換器를 가지고 高壓의 動作가스를 封入했으므로 內燃機關에 比較하여 構造가 複雜하며 大型으로 무게고 製造 코스트도 높다. 比出力을 內燃機關과 같은 정도로 유지하면서 높은 熱効率을 達成하려면 必然的으로 히이터의 溫度와 動作가스의 壓力을 높이지 않으면 안된다. 그 結果 高度한 耐熱材料, 熱交換器, 패킹 등이 必要하며 性能과 더불어 耐久性 및 信賴性의 向上이 課題가 된다. 또 內燃機關에 比하여 燃燒시스템과 動力制御시스템이 복잡하여 冷却水로서의 放熱하의 비율이 2배나 되므로 大型 라디에터가 必要하다.

스테어링機關은 40%에 가까운 熱効率을 가진 新型機關으로서 實用化도 가까운 상태에 이루어질 것으로 생각되나 그 評價는 아직 定着되지 않은 상태라 하겠다.

4.3 可變실린더數 機關

低燃費를 追求하기 위해서는 排氣量이 적은 機關을 탑재하는 것이 좋으나 이 경우에는 機關의 動力 性能이 低下하는 缺點을 갖고 있다. 여기에서 走行 狀態에 따라 動作실린더, 즉 機關의 排氣量을 變換하여 動力特性을 確保하면서 燃費를 비약적으로 低減할 수 있는 可變排氣量型 機關(MD=Modulated Displacement)을 開發하여 發賣하였다. 예로서 4 실린더의 1.5ℓ 정도의 機關이 空回轉과 低速走行 등의 出力이 비교적 적게 필요할 때나 브레이크일 때는 2실린더만을 稼動하여 低燃比를 實現하고 加速 및 高速走行時 高出力이 必要한 때는 4 실린더를 모두 가동시켜 動力性能을 확보한다.

動作실린더數를 減少시키는 方法에는 단지 燃料供給을 停止하는 燃料커트方式, 燃料를 커트함과 동시에 吸入絞縮밸브를 全開하여 抵抗없이

新氣를 吸入하는 方式 및 新氣 대신에 排氣를 大量으로 還流시키는 方式 등이 있다. MD 機關에서는 4 실린더中 2 실린더의 吸氣 밸브 및 排氣 밸브를 닫은 狀態로서 作動을 停止시키는 方法이 採用되고 있다.

表 8은 動作 실린더數의 減少 方法과 燃費 低減 效果의 比較 試驗 結果를 나타낸다. 이 表로부터 MD 機關에 採用한 方式이 燃費 低減 效果가 가장 큰 것을 알 수 있다.

表 8. 動作 실린더數 減少 方法과 燃費 低減 效果

方式	燃費 低減 效果 (%)		
	아이들링	40km/h	60km/h
吸·排氣 밸브 閉	42	22	16
吸入 絞縮 밸브 全開 燃料 커트	37	14	8
吸入 絞縮 밸브 全開 燃料 커트·排氣 還流	37	14	8
燃料 커트 만	26	14	8

注) 2.0ℓ 機關에서 測定

一般적으로 動作 실린더數를 減少하면 다음과 같은 效果가 있다.

① 吸入 매너폴드內的 負壓이 작게 되므로 (大氣壓에 가깝게 된다) 動作 실린더에 新氣를 吸入하는 힘(펌프損失)이 작게 된다.

② 실린더當 新氣의 吸入量이 增大하므로 吸入 渦流가 크게 되어 燃燒가 改善된다.

MD 機關과 같이 吸入 밸브 및 排氣 밸브를 닫은 狀態에서 作動을 停止하는 動作 실린더數 減少 方法에서는 역시

③ 作動하지 않는 실린더의 펌프損失이 없어진다.

④ 作動하지 않는 실린더의 吸·排氣 밸브의 閉閉 分만 캠샤프트의 驅動力이 작게 된다.

이상의 效果에 의하여 MD 機關에서는 많은 燃費를 低減할 수 있다.

5. 맺는 말

以上과 같이 世界 에너지資源의 現況과 新燃料의 開發 및 에너지節約을 위한 機關 등을 고찰한 바, 世界에 매장된 여러가지 에너지資源은 많으나 그 中에서도 今世紀까지는 石油資源에 主로 의존하여 손쉽게 使用해 왔으나 이제는 매장량과 에너지 需給 展望으로 볼 때 脫石油 時代가 不可避하게 되었다.

따라서 主된 에너지 使用인 機關用 新燃料 開發이 時急하게 됨에 따라 이 代替燃料로서 含酸素燃料, 油일셀과 油일샌드, 石炭 및 石炭液化油, 天然가스과 LPG 및 암모니아, 水素燃料 등의 많은 燃料가 開發되어야 한다. 물론 여기에는 技術의 코스트面에서 많은 問題點들이 따를 줄 믿는다. 또한 이와 더불어 機關用 에너지 節約 方法도 모색되어 가고있다.

즉 機關의 排氣에너지의 有効 利用, 新原動機의 開發, 可變 실린더機關으로부터 심지어 二輪自動車의 燃費改善, 空氣抵抗減少로 인한 低燃費化, 低燃費 타이어의 開發 및 交通管制에 의한 에너지節約 方法에 이르기까지 에너지節約 에 총력을 경주해야 하며 아울러 排氣가스 對策에도 힘을 기울여야 할 줄 생각한다.