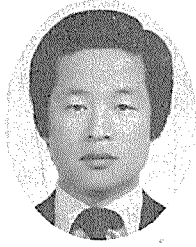


輸送部門의 에너지消費節減



朴 萬 淳

(動力資源部 企劃課·行政事務官)

本稿는 世界銀行의 에너지專門家 B.Chatelin 이 작성한 「開發途上國에 있어서 輸送部門의 에너지消費節減」에 관한 報告書에서 주요내용을 拔萃하여, 國內政策에 反映할 수 있는 내용을 정리하고 우리의 推進方向을 검토해 본 것이다.

國內 消費에너지의 큰 몫을 輸入原油에 의존하고 있고, 輸送部門에서 소비하는 에너지의 97% 以上을 石油類에 의존하고 있는 우리 나라에서 아직 이 部門에서의 消費節減을 위한 노력이 不足하지 않으나 생각된다.

앞으로 많은 關心이 提高되어 輸送部門에서 많은 에너지節減이 이뤄져야 할 것이다.

I. 輸送部門과 에너지消費

1. 高에너지價格의 意味

71년에 國際原油價는 barrel당 1.65달러 정도였으나, 81年 上半期에는 32달러까지 引上됨으로서 經常價格으로는 약 19.4배, 實質價格으로는 약 5.2배가 引上된 셈이다. 國際銀行의 推산에 의하면, 현재 일시적인 供給과잉의 現象을 보임으로써 國際原油價는 일부 下落의 추세를 보이고 있지만, 今世紀 殘餘期間 동안에 實質價格으로 每年 2~3%의 原油價 引上을 豫見하고 있다.

이러한 原油價의 大幅의인 引上은 原油의 純輸入國에서는 國民소득수준과 國際取支를 惡化시키는 結果를 초래하게 되었다.

이러한 國際原油價의 引上으로 인하여 國民소득이나 國際取支에 미치는 影響의 크기는, 輸入總量

또는 國民소득에 대한 原油純輸入價値의 比重에 따라서 결정된다.

78/79년에 국제적으로 平均 原油輸入價格이 88% 引上되었다면, 所得水準이 中位圈에 속하는 開發途上國의 國際取支에 미치는 影響이 平均 21%라고 분석되고 있으며, 印度에는 23%, 파키스탄에는 30%까지 國際取支를 악화시켰다고 평가되고 있다.

2. 輸送部門의 에너지消費

한 國家의 全体 商業 에너지 消費總量중 輸送部門에서 소비하는 에너지의 比重을 보면, 先進國보다는 開發途上國이 더 높다는 분석이 나와있다. 아래의 <表-1>에서 보는 바와 같이 開發途上國의 輸送部門 소비율평균이 32%인데 반해 美國은 26%, EEC諸國은 15%로 나타나 있다.

石油製品의 소비에 있어서도 輸送部門에서 소비되는 比重을 보면, 開發途上國의 平均消費率이 47%이고, 美國은 54% EEC諸國은 26%이다.

우리 나라의 경우는 商業에너지消費總量中 수송 부문에서 소비하는 비율이 11~15%이며, 石油製品의 경우는 19~21%이다.

道路, 鐵道, 航空, 海上輸送 등 輸送手段別 에너지消費의 比重을 보면, 아래의 <表-2>에서 보는 바와 같이, 어느 나라에서나 道路輸送이 큰 比重을 차지하고 있다.

道路輸送中에서도 車種別 에너지消費比率을 보면, 선진國에서는 승용차(Car)가 비교적 에너지消費比重이 높으나, 開發途上國은 트럭의 比重이 높아지는 傾向을 보이고 있다.

〈表 1〉 輸送部門의 에너지消費 (1977)

國 家	상업에너지소비 수송부문 소비비율	총량 비율	석유제품소비 수송부문 소비비율	총량중 비율
케 나		56	60	
스 리 랑 카		51	56	
나이지리아		41	46	
베네수엘라		39	74	
아르헨티나		38	55	
브 라 질		38	47	
케 루		38	46	
태 국		35	71	
콜롬비아		32	54	
인도네시아		32	35	
네 팔		32	55	
멕시코		27	50	
인 도		26	42	
이 집 트		19	22	
파 키 스탠		18	39	
알 제 리		16	25	
방글라데시		15	28	
미 국		26	54	
E E C		15	26	
한 국	11-15		19-21	

〈表 2〉 輸送手段別 에너지消費比率 (單位: %)

	道路	鐵道	航空	船舶	計
아르헨티나 (80)	80.5	7.2	4.4	7.9	100
케 루 (79)	73.8	1.7	2.3	12.2	100
美 国 (79)	82.3	3.4	8.7	5.6	100
프 랑 스 (76)	71.2	5.1	5.6	18.5	100
파푸아뉴기니 (80)	73.0	-	17.5	9.5	100
한 국					

〈表 3〉 道路輸送部門 에너지 消費比率

	승용차	버스	소형트럭	대형트럭	計
미 국	67.3	0.9	-	35.8	100
프 랑 스	61.0	3.5	7.0	28.5	100
아르헨티나	57.0	7.9	-	35.1	100
브 라 질	37.1	9.6	10.7	42.6	100
케 루	27.2	18.5	8.9	45.4	100
파푸아뉴기니	21.6	1.2	26.4	50.5	100
필 리 핀	21.5		-	78.5	100

註1) : 1 갤론 = 3.79ℓ, 1 마일 = 1.609km

輸送部門의 에너지消費減少를 위한 정책을 遂行하는데 있어서 위와 같은 資料에서 얻을 수 있는 示唆은, 국가별 특성에 따라 消費 比重이 높은 部門에 節約手段을 集中시킴으로써 그 限界效率性を 높일 수 있다는 것이다.

3. 輸送部門의 需要와 供給에 影響을 미치는 要因

輸送手段의 供給에 短期的으로 가장 직접적인 影響을 미치는 要因으로는 政府의 개입을 들 수 있다.

政府가 取하는 措置類型으로서 價格政策, 租稅政策, 補助金政策 등이 있으며, 輸送體系의 개선을 위한 직접 또는 간접투자라든지 研究나 開發事業에 대한 支援 등에 의하여 長期的으로 影響을 미칠 수 있다.

制度나 기술의 변화도 輸送手段의 공급에 長期的인 影響을 미친다.

例로서 어떤 요인에 의해 輸送量이 증가 한다면, 새로운 형태의 車輛開發, 既存車輛의 엔진改造 등을 들 수 있다.

輸送費의 변화가 輸送需要에 가장 직접적인 변화를 일으키지만, 그 外에 所得, 生産된 商品의 性質, 經濟活動의 空間的 配分, (즉 經濟活動의 과정에서 人口나 經濟活動의 地域적 分散과 專門化) 등의 잠재적 變數가 輸送需要에 간접적인 影響을 미친다.

II. 輸送部門의 에너지 消費節減

1. 輸送車輛의 形態와 裝備改善

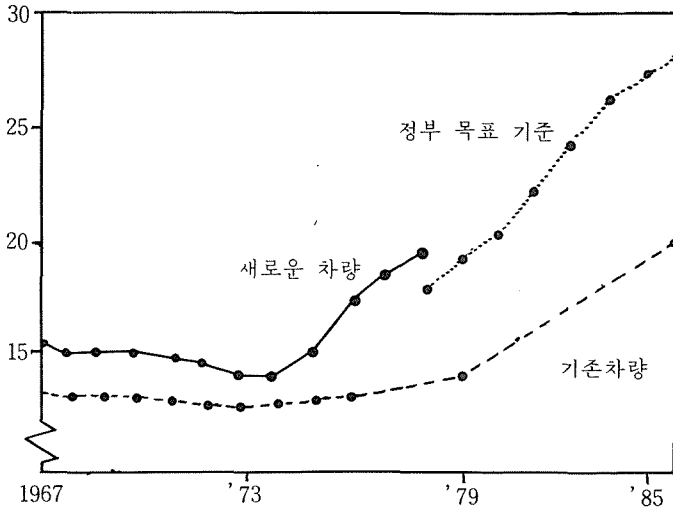
가) 陸上輸送 ;

車輛의 重量과 크기를 줄임으로써 에너지效率性を 提高할 수 있다.

最近 美國에서 개발된 것으로 에너지 效率성이 가장 높은 小型의 디젤車輛은 디젤 1갤론으로 40~45마일을 走行하며, 필리핀에서는 小型의 새로운 車輛으로 代替한 결과 약 30%의 에너지 效率性を 높였다고 한다.

美國에서는 75년에 「에너지 政策과 消費節約法」을 制定, 시행하면서 1갤론당 차량의 평균 주행거리를 아래의 表에서와 같이, 78년에는 18마일 (7.58 km/ℓ)¹⁾ 81년에는 22마일 (9.26km/ℓ), 85년에는 27.5마일 (11.58km/ℓ)을 목표로 하고 있다.

(그림 - 1) 차량의 연료 1갤론당 주행거리(미국)



※ 우리나라의 차량의 연료 1당 평균 주행거리는 5.7km/l, 트럭은 평균 5.16km/l 이다

(表 4) 차량의 연료경제 (韓國)

차종별		연료경제 (km/l)
고속버스		2.49
시외버스		3.19
시내버스	대형	2.77
	중형	4.91
관광버스	대형	3.18
	중형	5.02
택시	휘발유	10.75
	LPG	9.15
	경유	9.83
평균		5.70
트럭 평균		5.16

-81년 에너지 센시스 결과

트럭에 있어서도 종래에 사용하던 air-filter형의 엔진을 새로운 형태의 엔진인 turbo-charged 엔진으로 交替하면, 10~20%의 에너지 效率성을 높일 수 있다. 트럭 앞에 바람에 의한 抵抗을 감소시킬 air deflector를 장치함으로써 6%의 燃料節減效果를 얻으며, 乘用車에도 같은 장치를 하여 3%의 節減效果를 얻을 수 있다. 또한 radial tire 를

사용하면 보통 타이어를 사용하는 경우 보다 약 6%의 연료를 절감할 수 있다.

鐵道輸送에 있어서도 車輛製造時 가벼운 物質을 사용하거나 새로이 개발된 장비를 사용하면 車重을 40%까지 감소시킬 수 있으며, 이에 따라 7~10%의 에너지 效率성을 높일 수 있다.

나) 航空輸送 ;

새로 개발될 보잉 767機는 15~20%의 效率性提高가 기대되며, 현재 사용 중인 보잉 707이나 DC 8의 엔진을 새로운 모델(CFM 56 등)로 交替하면, 25

%의 에너지 節減效果를 올릴 수 있다.

다) 海上輸送 :

船體의 形態變化, 프로펠러의 改造 등에 의해 앞으로 五年 이후에는 海上輸送분야에서 25%의 效率性提高를 기대하며 엔진의 交替나 터빈의 改造에 의해 8~10%의 燃料消費를 줄일 수 있다.

2. 輸送車輛의 運用改善

같은 條件에서 같은 車輛을 가지고서도 速度, 運轉士의 운전방법, 차량의 維持方法 등에 따라 에너지消費에 차이가 있다.

가) 速度 ;

대부분 輸送手段에 있어서 어느정도까지는 속도의 증가에 따라서 에너지消費量이 감소하나, 그以後로는 속도가 증가함에 따라서 에너지 소비량이 증가한다.

速度를 조절함으로써 달성할 수 있는 에너지 消費節約의 범위는 4~20%라고 보며, 第1次 石油危機 이후 速度를 制限함으로써 各國이 달성한 每年 에너지消費의 節減分은 아래와 같다.

国 別	프랑스	美国	西独	이탈리아
節減比率 (%)	5~6	3.7	10.3	8.0

또한 트럭이 70mile/H에서 50mile/H로 走行하면, 年間 約 2,000달러가 절약되며 이는 디젤油 1 갤론당 1달러가 절약되는 셈이다.

나) 運轉의 方法改善:

여러 나라에서 실시한 調査에 의하면, 運轉士들의 운전기술교육을 통하여 달성된 消費節約分이 15~20%에 달한다고 한다.

에너지 消費節約을 위해 運轉士들에게 熟知시킬 교육내용은 다음과 같다.

- 속도 限界의 遵守.
- 엔진속도를 2000rpm以下로 維持
- 기어變速의 極小化(抵速에서는 3段 또는 4段 기어 最適).

- 燃料注入을 지나치게 하지 않음으로써 燃料의 漏油를 防止

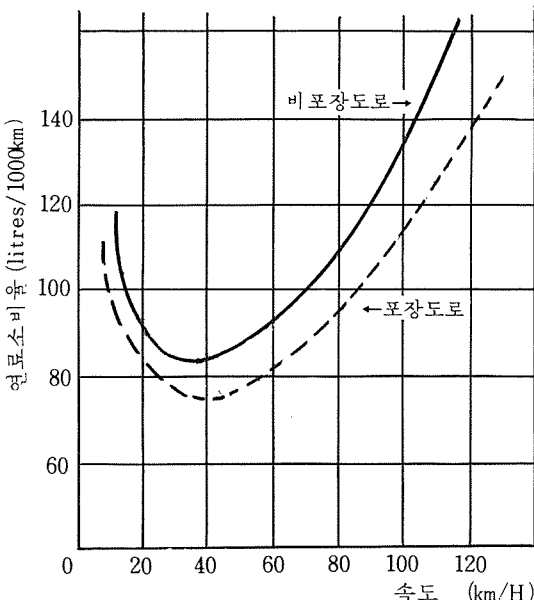
다) 車輛의 維持改善;

定期整備에 의한 엔진의 tune-up은 평균 燃料節約을 11%까지 달성하며, air-filter를 자주 교환함으로써 1~15%, 品質이 좋은 潤滑油를 사용함으로써 8%까지 燃料節約을 달성할 수 있다.

라) 디젤 對 揮發油;

같은 物件에서도 디젤을 사용하는 차량이 揮發油를 사용하는 차량보다 에너지效率性이 약 30% 높다.

〈그림 - 2〉 차량의 속도변화에 따른 燃料 소비율(CORTINA 미국)



3. 輸送車輛의 效率性 改善

輸送車輛의 에너지消費量은 무게總量에 따라 변화하며, 무게總量이 10% 감소함에 따라 燃料消費는 4% 減少한다는 조사결과가 있다.

平均 load率의 증가에 따라서 에너지 消費量이 줄어들기 때문에, 平均 load factor(積載效率)를 높임으로써 에너지 效率性을 개선할 수 있다.

가) 貨物輸送;

輸送貨物에 대한 精確한 情報을 얻어, 運行計劃體系를 개선하고 터미널 施設을 확충하여 평균 load factor를 증가시킬 수 있다.

農業部門에서도 貨物輸送計劃을 조정하여 適時輸送을 행하며 旅行距離를 단축시키고, 빈차 運行을 없애므로써 에너지效率을 증가시킬 수 있으며, 汽車에서도 料金構造의 개선 서비스의 改善, 配定時間의 조정등에 의해 平均 load factor를 늘일 수 있다.

車輛의 길이와 積貨量을 조절하여 에너지 消費量을 줄일 수 있다. 美國의 聯邦政府는 75년에 積貨量의 上限을 73,000에서 83,000파운드로 引上시킨 결과 75年~80年에 걸쳐 7억~10억 갤론의 燃料을 절약했으며, 이는 트럭이 消費하는 휘발유의 0.4%에 해당한다.

그러나 車輛의 길이와 積貨量의 制限은 安全과 高速道路의 상태등을 고려하여 결정해야 할 것이다.

나) 人員輸送;

乘用車에 搭乘의 수를 높이기 위해 政府가 취하는 手段들의 예를 들면 다음과 같다.

- 乘客을 많이 태운 車輛에 對한 通行료 減免 (Golden Gate Bridge)

- 通勤車의 pooling System 獎勵

- 特殊道路를 통과하는 乘用車에 4人 以上の 搭乘을 義務化

싱가포르에서는 아침 出勤時間에 都心地域으로 진입하는 乘用車에 對하여 搭乘인원이 4名 以下の 경우 1.5달러의 license를 구입하여 제시하도록 조치하였다. 그 결과 종전에는 4人 以上 搭乘한 승용차가 23% 以下이던 것이 50% 以上으로 늘어나고 揮發油 消費의 增加率이 每年 10% 以上이던 것이 6.5%의 增加에 그쳤다.

그리스에서는 乘用車의 週末運行을 차량에 따라 隔週間으로 금지하는 조치를 한 결과 일요일의 고

□ 特別寄稿 □

속도로 通行量이 4.5% 감소하게 되었다.

베네수엘라에서는 自動車 빈호판의 빈호가 짝수나 홀수나에 따라 peak hour의 차량운행을 隔日 制로 제한하였다.

그 결과 Peak Hour의 차량운행이 20% 減少하고 毎日 100萬의 揮發油消費를 절약하였다고 한다.

美國에서는 輸送体系管理(Transportation System Management; TSM) 計劃을 수립하여 主要都市에서 交通運營改善, 運行의 分散, 交通統制体系의 電算化, 非러시아위에 通行料割引등의 조치로 既存의 輸送体系의 효율성을 提高하였다. 뉴욕市는 75년부터 TSM計劃을 실시하여 每年 휘발유消費總量의 0.5%를 節減하였다.

다) 輸送手段의 效率性 比較;

여러가지 輸送手段의 발달에도 불구하고, 大量의 貨物수송이나 人員輸送에 있어서 에너지 效率性的 측면에서 본다면 汽車가 가장 有效한 交通수단이라 할 수 있다.

美國에서 실시한 調査에 依하면, 道路輸送貨物의 1/10을 汽車輸送으로 바꾸면 4~6%의 燃料節減 效果가 있다고 나타났다.

海運輸送 역시 에너지 利用面에서 대단히 效率性이 높으므로 江의 水路利用, 運河建設, 港口의 設備改善등을 통한 海運輸送이나 沿岸貿易의 개발을 장려해야 한다.

4. 社会間接施設에 對한 投資

가) 道路鋪裝;

道路鋪裝은 에너지 節減效果를 가져 온다. 그러나 道路鋪裝에 의해 車輛의 속도가 증가하면 에너지 消費量이 증가하기 때문에, 道路鋪裝으로 인한 에너지 節約效果는 微弱하다고 평가된다.

나) 道路 디자인의 改善;

交通量이 증가함에 따라 走行車輛의 폭주로 車輛相互間의 干涉이 深化하여 많은 燃料손실이 발생한다.

따라서 交通량의 分散, 주행속도별 分離路線의 설정, load factor(積載效率)를 높일 수 있도록 道路의 정비, 自轉車 專用道路의 개설등에 의해 效率性을 提高할 수 있다.

다) 電鉄化;

電鉄은 交通輸送量 單位當의 에너지 費用이 낮으며 維持費가 적게 들고, 레일과 바퀴 사이에 생기는 마찰이 다른 車種보다 적어 효과적으로 에너지가 절약된다.

또한 石炭이나 核, 水力등에 의해서 얻어진 電氣 에너지를 사용할 수 있다는 것이 큰 長点이라 할 수 있다. 그러나 世界銀行의 권고에 의하면, 輸送量이 매년 100萬톤 이상이 되어야 경제적 效率性이 있다고 한다.

Ⅲ. 輸送部門의 代替에너지

1. LPG

農場트랙터등과 같은 小型車輛에서 이용되던 LPG는 韓國, 泰國等에서 택시燃料로 이용이 시도되고 있다.

揮發油차량보다 空氣汚染의 정도가 弱하기 때문에 수송연료로서의 選好가 높아질 展望이다.

2. CNG(Compressed Natural Gas)

性質이 LPG와 비슷하나 圧縮에 高圧이 必要하다. 이탈리아에서 道路用 車輛燃料로 사용되고 있으나 輸送部門보다는 다른 분야에 이용되는 것이 더욱 效果의이라고 평가받고 있다.

3. 알콜燃料

가) 메타놀;

天然가스나 石炭을 原料로 하여 製造하며 90%의 揮發油와 섞어서 사용하는 경우가 많다. 純粹 메타놀을 사용할 경우에는 엔진의 變型을 要하며 點火溫度가 높다는 問題점이 있으나, 世界적으로 天然가스와 石炭의 賦存量이 풍부하여 앞으로 有價한 에너지源으로 주목되고 있다.

나) 에타놀;

20%의 에타놀과 80%의 揮發油 混合液인 "gas-ohol"이 自動車연료로서 사용되기도 하나, 世界銀行에 의하면 전세계의 모든 主要原料를 사용하여 에타놀을 제조하여도 현재 世界の 油類消費量의 6~7%, 揮發油소비량 的 20% 밖에 생산치 못한다 는 問題점이 있다.

브라질에서는 65년부터 79년까지 石油類의 소비

가 약 3.1배(190億ℓ → 580億ℓ) 增加하고 國際原油價가 대폭 引上되자 石油輸入을 줄이기 위해 알콜 프로그램을 수립하였다.

그 計劃에 의하면 85년까지 매년 107億ℓ의 알콜生産을 달성하여 揮發油 소비의 45%, 總에너지 所要의 5%代替를 계획하였으며, 價格政策을 사용하여 揮發油로부터 에타놀車로 變型시키도록 財政的인 인센티브를 주고 있다.

이러한 계획을 推進한 결과 75年 後半에 알콜生産이 7배가 되었고, 75년에 알콜-揮發油 混合使用이 전체의 1%였으나, 80년에는 19%가 되었다. 景氣沈滯와 餘他 에너지 프로그램의 進展이 늦어 Alcohol program은 현재 일시적인 隘路에 부딪쳐 있으나 필리핀, 파라과이, 케냐등에서 새로이 시도되고 있다.

IV. 国内政策에 의 反映을 위한 提言

年間 에너지需要의 60% 이상을 原油導入에 의존하고 있으며, 특히 輸送部門 에너지消費量의 97% 이상을 石油類에 의존하고 있는 우리나라에 있어서 輸送部門의 石油類사용 減少를 위한 에너지節減 대책이 시급하다 하겠으며, 政策 여하에 따라서는 效率性개선 餘地가 많은 部門이라 생각된다.

우리 나라에서 현실적으로 實現可能한 에너지節減方案을 정리해 보면 다음과 같다.

1. 輸送手段의 效率性 向上

에너지效率性이 높은 輸送手段으로 代替를 誘導하는 방안으로서, 車轉車의 利用度를 높이고, 航空機보다는 버스나 鐵道를, 트럭보다는 鐵道나 船舶을 이용하도록 價格政策이나 投資등의 여러가지 인센티브를 주어야 할 것이다.

使用패턴을 개선하기 위해서는 經濟速度의 유지, radial tire使用의 대중화, 出退動時 Carpooling system의 활용, 運轉士들에 대한 에너지 效率向上을 위한 교육, 鐵道 및 航空機의 運營改善 등을 들 수 있다.

輸送手段의 積載效率(Load factor)을 증가시키는 방안으로서 貨物車의 空車運行을 줄이기 위한 貨物터미널 및 倉庫施設의 拡充, 運行計劃體系의 개선, 輸送貨物에 관한 情報確保등을 들 수 있다.

2. 輸送需要의 減少를 위한 措置

휘발유 特別消費稅 賦課나 自家用 乘用車의 保有抑制등의 방안은 현재 그 期待效果에 있어서 限界에 到達해 있다고 보며, 따라서 都市地域의 交通制限, 貨物輸送距離의 最小化를 위한 輸送體系에 관한 연구, 通信施設의 개발에 의한 輸送需要의 減少方案등이 강구되어야 할 것이다.

3. 輸送裝備의 改善

短期的으로 效果를 올릴 수 있는 방안으로서 走行抵抗減少, 空氣抵抗減少를 위한 裝置등을 各車輛에 義務적으로 부착케 하는 방안을 생각해 볼 수 있으며, 차량의 小型化 및 輕量化, 엔진效率의 증대에 의한 燃料節約 方案은 長期的으로 繼續 연구되어야 할 것이다.

3. 結 論

우리 나라에서는 輸送部門에 있어서 에너지 消費節減에 관한 관심이 아직도 높지 못하며 모든 輸送手段에 대한 에너지 消費量도 정확히 파악되지 못한 실정에 있다.

앞으로 이러한 部門에 國家的인 관심이 提高되어야 하며, 집중적인 研究와 노력에 의해 輸送部門에서 에너지 消費節減을 기대해야 할 것이다. *

旧時代의 請託風潮 새 時代에 뿌리뽑자