

## 청정기술의 SCOPE 고찰

홍 순 성

수원대학교 전자공학과

(1999년 4월 14일 접수, 1999년 5월 20일 채택)

### SCOPE Review of Clean Technology

Soon Sung Hong

Dept. of Electronical Engineering, The University of Suwon

#### 1. 서 론

인류의 삶을 유지하기 위한 모든 활동은 천연자원을 이용하게 된다. 이 과정에서 발생하는 부산물이나 폐기물들은 자연의 자정능력을 초과하게 되면, 폐기물은 지속적으로 축적되어 자연의 균형이 깨지고 환경은 오염되는 것이다. 경제의 규모가 작았을 때는, 다만 국지적으로 오염물을 처리, 처분하는 사후처리기술(end-of-pipe technology)에 의존하였다. 그러나 인구의 증가와 도시화가 급진되고 생활수준에 따르는 대량 소비와 대량 생산으로 인한 오염물의 배출량이 급속한 증대에 따라, 배출된 이후에 이를 처리하는 사후처리 기술의 한계에 이르렀다. 따라서 환경오염의 방지와 폐기물의 최소화하는 청정기술의 개념이 도입되었다.

현재 국내에서도 청정기술의 정착단계에 있어, 많은 정부출연 연구기관, 대학 및 대기업에서 기술개발이 진행되고 있고, 중소기업에서도 응용되고 있는 실정이다. 현재 우리 나라에서 통용되고 있는 청정기술의 SCOPE를 종합하여 보면, 제조공장에 주로 제한되어 있다. 제조업체에서 생산과정에 발생하는 환경오염물을, 알맞은 용도로 개발하여 활용자원으로 간주함으로써, 제조공정 내에서 폐기물의 발생을 원천적으로 억제하는데 필요한 기술을 청정기술의 범위로 정하고 있다.

이제 국내에서 활성화되고 있는 청정기술을 더욱 발전시키기 위하여, 이 범위를 재고하여 볼 필요가 있

다고 생각된다. 좋은 예가 자동차에 관련된 산업이다. 자동차야말로 이제는 교통의 필수적일 뿐만 아니라, 개인의 욕구의 상징이고 국가경제의 기본산업이다. 반면 자동차는 도시 공기 공해의 주원인이 되고 폐기된 타이어와 오일은 토양을 오염시키고 있다. 또한 차량당 주행 거리도 늘고 있어, 석유자원이 다른데 보다 자동차에 쓰이는 비율도 증가하고 있다.

자동차 사용에 따르는 석유자원의 고갈과 공기 공해만이 문제가 아니다. 자동차 사용에 따르는 연관된 산업이 많이 있다. 예로 석유산업은 pipeline, 오일 수송선, 정유공장, 동네 주유소, 오일 트럭 등 다양하다. 또한 수천만톤의 아스팔트와 콘크리트로 자동차가 다니는 길을 만들어야 하기 때문에, 많은 산과 숲 등의 자연생태계가 파괴되고 있다. 또한 자동차를 이용한 출퇴근이 많아지면서 인구 이동이 많아지고 인구의 분포로 신도시 건설이 늘어나고 이에 따른 생태계 파괴도 심각한 현상이다. 자동차의 증가에 따른 환경영향은 앞으로도 계속 증가할 것이고, 그렇다고 자동차 사용을 금지한다는 것은 현대사회에서는 불가능한 것이다. 따라서 우리는 어떻게 청정기술을 발전시켜 자동차 자체뿐만 아니라, 연관된 산업에서 야기되는 환경문제를 개선할 것인지 고려하여 볼 필요가 있다. 이 문제는 주로 Gradet의 보고서를 소개함으로써 해결책을 고찰하여 보기로 하겠다.

## 2. 자동차와 Infrastructure

19세기말부터 현재까지 자동차는 가솔린과 디젤을 주 연료로 사용하여 왔다. 1960년대부터는 가솔린에 함유된 납의 공해문제가 대두되어 1970년대에서 연료로부터 납이 제거되기 시작하였다. 또한 1960년대와 1970년대에는 석유파동으로 엔진의 크기가 크게 줄어들기 시작하였고, 1980년대부터는 엔진기술의 발전으로 가속력을 증가시키는 동시에(Fig. 1), 연료효율의 개선으로(Fig. 2) 차당 공해배출량도 크게 줄었다.

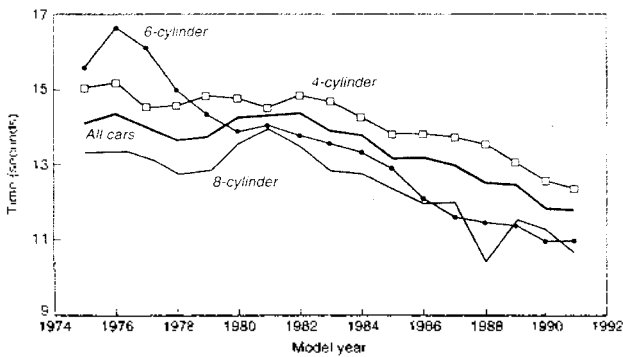


Fig. 1. 시작에서 100km/h에 이르는 데 필요한 가속시간

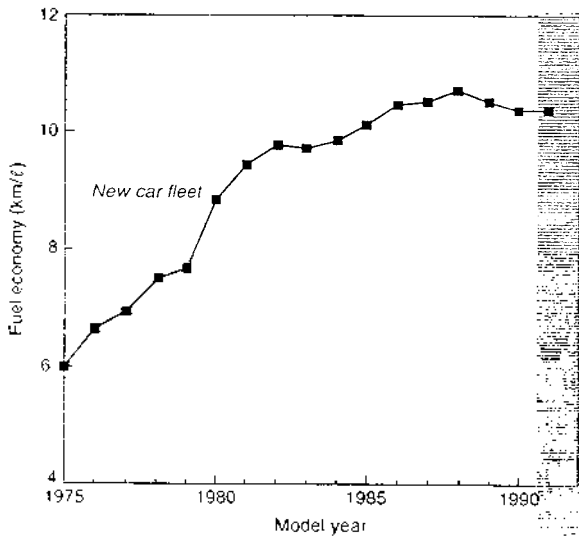


Fig. 2. 엔진 연료 효율(1975-1991)

제품이 환경에 미치는 영향을 고려할 때, 그 범위를 단순히 제품에 사용되는 부품(예를 들어 자동차 oil, 자동차 wash액)에만 국한하여 생각할 수도 있다. 그러

나 자동차 같은 복합상품이 환경에 미치는 영향을 고려할 때는 연관된 분야도 고려하지 않으면 안된다. 새로운 자동차 엔진기술을 개발하여, 자동차 한 대당 배출되는 오염을 줄인다 하더라도, 자동차 대수가 늘고, 자동차 대당 운전시간이 늘면, 전체적으로는 자동차에 의한 공해는 늘어가는 결과를 갖고 오게 된다.

Fig. 3은 자동차에 관한 청정기술의 범위를 고찰할 때, 전체적으로 고려되어야 할 부분을 도표로 제시하고 있다. 자동차 생산과정에서 오염에 영향이 적은 페인트를 선택하는 것도 중요하지만, 그것은 일부 부분적인 해결책이라는 것을 우리는 인식할 수 있다. 자동차의 주기적 oil change로 폐기 oil 때문에 생기는 오염을 줄이기 위하여서는, oil change가 필요하다고 인식하는 센서를 자동차에 설치하여, 꼭 필요할 때만 oil을 change하게 함으로써 무조건 주기적으로 oil을 바꾸기 때문에 생기는 폐기 oil의 전체 양을 줄이는 것도 청정기술이다. Fig. 3에서 주목하여야 될 점은 자동차로 인한 환경파괴는 연관된 infrastructure의 영향이 크다는 점이다. 어떤 다른 제품보다도 자동차를 사용하기 위하여서는 많은 Infrastructure가 필요하다.

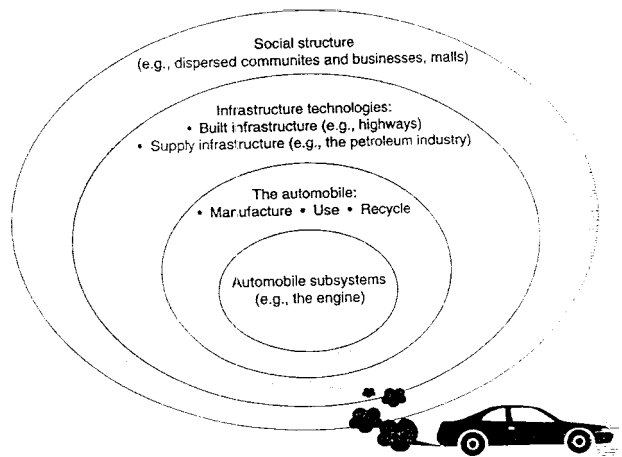


Fig. 3. 자동차와 연계된 Infrastructure

이 Infrastructure의 구성요소로 첫째로 들 수 있는 것은 자동차 도로, 다리 및 터널이다. 다음 요소로는 연료를 생산하고, 수송하고, 정유하고, 유통 판매하는 시설들이다.[Fig. 4] 자동차의 공해문제를 생각할 때, 자동차에 연계된 이 방대한 Infrastructure가 환경에 미치는 영향을 동시에 고려하지 않으면 안된다. 자동차 도로를 어

뿔게 환경 친화적으로 건설할 것인가는 물론이고, 교통 통제 System이 잘못되어 교통병목에 의한 공기 공해는 우리가 매일 경험하고 있는 사실이다. 다른 예는 유조선의 사고로 막대한 해양오염이 일어나고 있는 것도 우리가 뉴스를 통하여 알고 있어, 유조선 안전 System의 발전도, 공해예방에 중요한 요소이다. 또한 도로, 교량, 터널 및 주차장을 건설하는 공사가 환경에 미치는 영향은 지대하다. 또한 자동차에 필요한 석유를 생산 및 공급하는 Infrastructure가 환경에 미치는 영향들, oil tank 사고로 인한 오염 등을 생각할 때, 환경영향의 중요성을 재삼 강조해도 누구나 동의할 것이다. 그러나 제일 큰 환경문제는 자동차이용이 대중화되면서 생기는 인구분산으로 생기는 신도시 건설, 농촌의 도시화, 공장건설, 확장되는 교통시설이 환경에 미치는 영향이다. 따라서 자동차로 인한 환경오염을 예방하고, 최소화하기 위한 정정기술의 범위는 넓게 고찰할 필요가 있다.

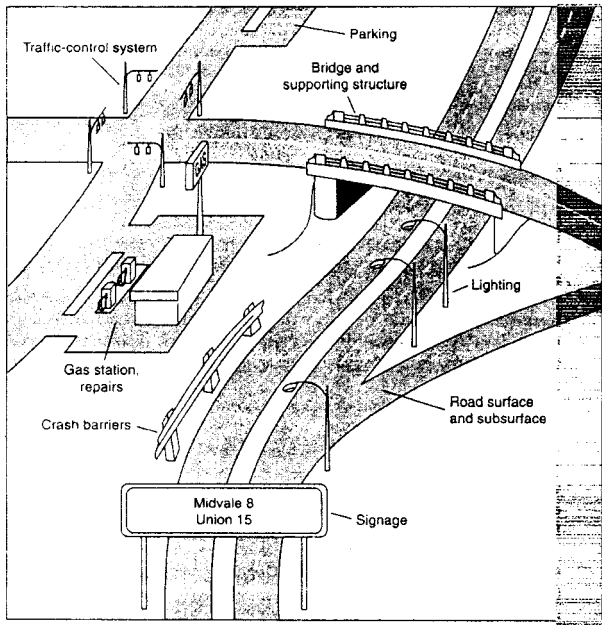


Fig. 4 자동차 사용에 필요한 Infrastructure

### 3. 자동차 연료대안

현재 전세계 차량 수는 5억 4천만대로 추정되고 있고, 가솔린 사용량은 일년에 약  $4 \times 10^{11}$  리터에 달해 총 석유 생산량의 절반을 자동차에 쓰고 있다. 2030년

까지는 차량수가 배에 달하리라고 예측되고 있어, 엔진의 효율이 아무리 좋아진다고 하여도, 자동차에 의한 석유소비량이 줄어든다고는 예측하지 않는다. 따라서 가솔린 엔진에서 배출되는 카본 다이옥사이드에 의한 지구환경에 영향은 점점 더 증대될 것이다.

가솔린엔진에 의한 오염의 방지책으로 전기 자동차가 개발되고 있다. 전기 자동차가 얼마나 많이 사용될지의 여부는 배터리 성능이 좌우할 것으로 예상된다. 현재 전기 자동차용으로 개발되고 있는 배터리는 두 종류이다. 일반적으로 자동차에 현재 사용하고 있는 전기화학 배터리와 Flywheel을 이용하는 전기기계 배터리이다.

전기화학 배터리는 이미 전기자동차에 사용되어 상용화 되어 있다. 한번 충전하면 120km는 주행할 수 있고, 가속력도 가솔린엔진의 2/3 수준에 달하고 있다. 이 전기 자동차는 근거리용으로는 적합하나, 장거리용으로는 부적합하다. 이런 문제의 해결방안으로 Flywheel을 진공 속에서 회전시켜 에너지를 저장하는 전기기계 배터리가 개발되고 있다. 전기기계 배터리와 가솔린엔진 둘 다 동시에 자동차에 설치하는 자동차가 검토중이다. Flywheel을 회전시켜 에너지를 저장하므로, 일정 속도를 유지할 때 쓰이고, 가솔린 엔진은 가속할 때만 쓰고, 속력을 줄일 때는 가솔린 엔진의 에너지를 Flywheel 배터리에 충전시키는 것도 고려중이다. 아직도 초보단계지만 상용화에 성공하여 광범위하게 사용된다면, 현재 자동차에 의한 공해문제는 상당히 감소시킬 수 있으리라 예상된다.

### 4. 추가 발전방향

지속적인 엔진 기술개발로 엔진당 공해배출량은 감소될 것이지만, 인구의 증가와 차량의 증가로, 전체적인 자동차와 Infrastructure(자동차 도로 등)로 인한 환경문제는, 엔진 기술만으로는 해결되기 힘들 것이다. 따라서 정보 기술의 응용이 더 가속화되어야 하겠다. 자동차 장착 컴퓨터와 교통 통제 컴퓨터의 연계로, 최소한의 시간으로 목적지까지 도달할 수 있게 하여야 되겠다. 또 전국차원에서 화물수송이 경제적이고 공해에 최소화되는 정보 system이 개발되어, 화물수송자가 매일 schedule을 최적화 할 수 있는 방법도 개발되어야

하겠다.

특히 수송 Infrastructure는 현대전자기술의 응용을 요하고 있다. 그 일 예로 통행료 징수를 전자적으로 함으로써, 통행료 징수소에서 많은 차량이 서 있어서 일어나는 공해문제를 해소시킬 수 있을 것이다. 교통 병목 현상에 의한 공해 문제를 해소하기 위해서는, 좀 더 정확하게, 좀 더 자주 병목 현상을 운전자에게 알려주고, 병목지점을 피하는 대안까지 알려주는 system 개발이 필요하다.

더 나가서는 대중교통수단과 개인 자동차의 교통수단을 종합적이고 체계적인 system으로 개발하여 자동차에만 의존한 교통수단을 피하도록 하여야겠다. 이를 위하여서는 도시계획, 국토 개발계획분야에도 청정기술의 도입이 필요하다.

## 5. 결 론

현재 세계인구는 1995년도 57억 인구에서 빠른 속도로 증가하여 21세기중반에는 100억 내지 150억인으로 추정되고 있다. 동시에 경제 활동의 증가로 일인당 소비량도 증가하여 자동차의 수도 2025년도까지는 현재의 두 배인 10억대로 증가될 것이다. 아직까지는 자동차 자체만에 공해문제가 관심거리로 되어 있으나, 자동차에 따르는 도로건설, 인구 분산에 따르는 신도시 건설, 석유 수송 증가에 의한 생태계 파괴문제도 우리가 관심을 두고 해결해야 되겠다. 즉 우리는 제조공장 내에서 청정기술의 발전이 정착되고 있는 이 단계에서, 청정기술의 범위를 좀더 넓혀 나갈 필요가 있다고 생각된다.

## 참 고 문 헌

1. "청정기술의 사례분석 및 국내 청정기술의 도출," 한국청정기술학회 보고서, 1997.
2. T. E. Gradel and B. R. Allenby, "Industrial Ecology and the Automobile," Prentice Hall, 1998.
3. J. DeCicco and M. Ross, "Improving Automotive Efficiency," Scientific American, pp.52-57, 1994.
4. T. Banerjee and M. Southworth, "City Sense and City

Design," M.I.T. Press, 1990.