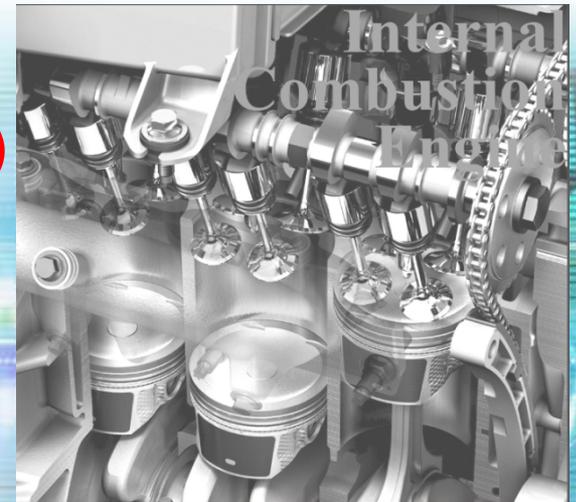


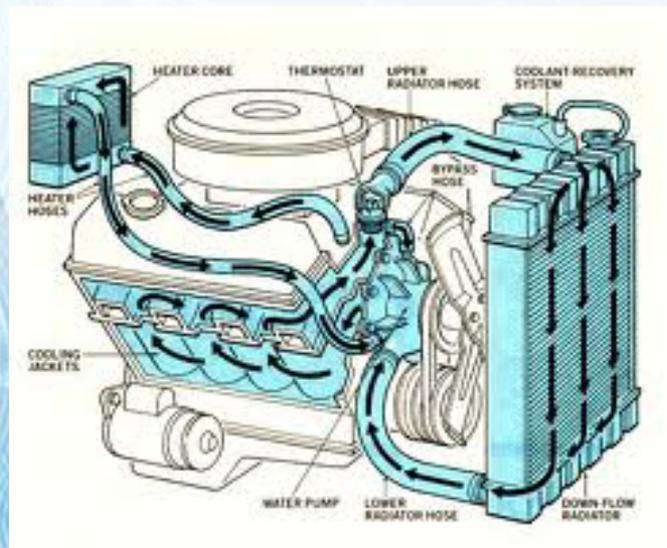
# 내연기관 (Internal Combustion Engine)

2012년도 1학기(제 15주)

기계자동차공학부  
박승운



# 제9장 냉각장치



by [www.google.co.kr](http://www.google.co.kr)

### ◆ 학습목표

o 공냉식 및 수냉식 기관의 냉각방식과 구성품에 대한 이해

### ◆ 학습성과

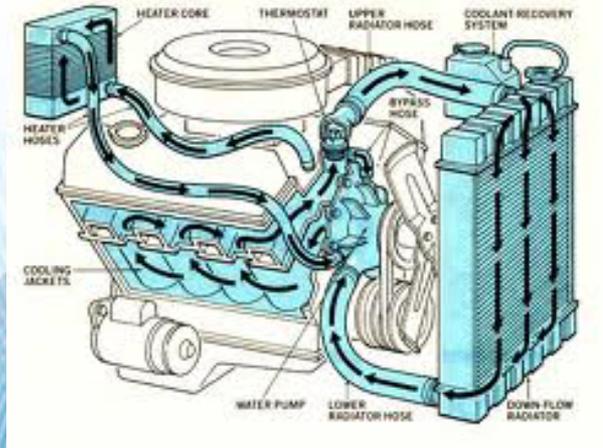
o 기관의 냉각방식을 구별하고 각각의 방법에 대해 설명할 수 있어야 함.

## 강의 내용 및 순서

- 공냉식 기관
- 수냉식 기관

## ■ 공냉식 기관

; 실린더 블록과 실린더 헤드에 냉각핀을 설치하고 공기를 통과시켜 냉각시키는 방법



by [www.diytrade.com](http://www.diytrade.com)

## ■ 공냉식 기관

; 실린더 블록과 실린더 헤드에 냉각핀을 설치하고 공기를 통과시켜 냉각시키는 방법

### 1) 자연 통풍식 기관

: 실린더 블록 및 실린더 헤드에 냉각핀을 설치하고 기관이 이동할 때 유입되는 공기에 의해 냉각시키는 기관.

- 오토바이 기관 등

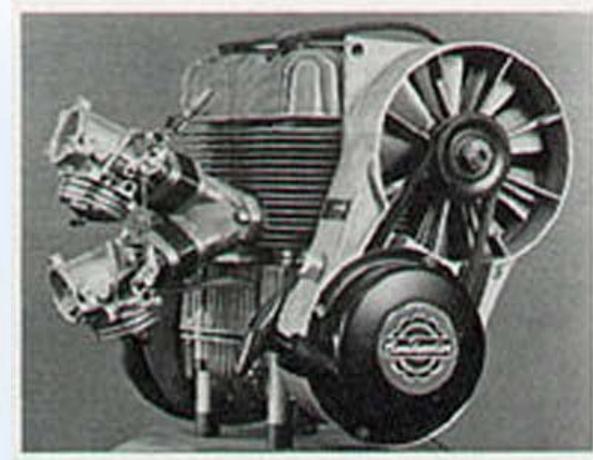
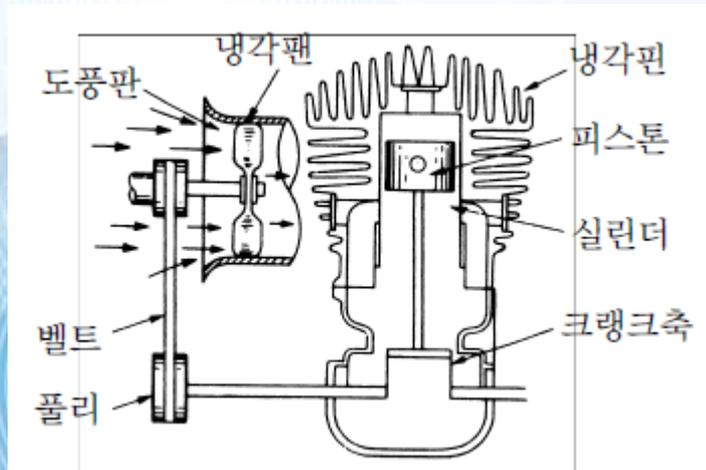


by [www.asia.ru](http://www.asia.ru)

## ■ 공냉식 기관

### 2) 강제 통풍식 기관

- : 실린더 블록 및 실린더 헤드에 냉각핀을 설치하고 냉각 팬으로 강제 통풍하여 냉각시키는 기관.  
- 소형 정치형 기관에 사용

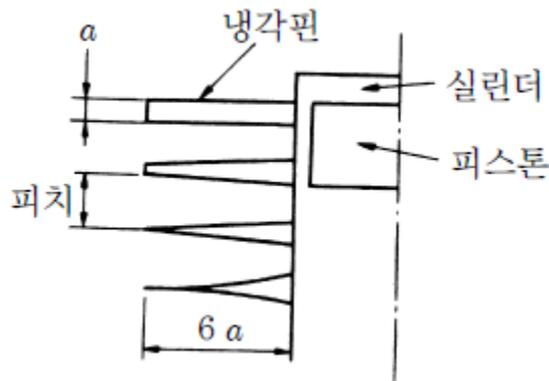


by [www2.dbtech.net](http://www2.dbtech.net)

## ■ 공냉식 기관

### 3) 냉각핀의 모양과 면적

- 냉각핀의 단면적 모양 : 사다리꼴
- 냉각에 의한 열 손실 : 가솔린 기관 20~50 %, 디젤 기관 20~25 %



$$Q_2 = \phi Q_1 = \phi B_b H_i = \phi \frac{f_b PS_b}{100} H_i$$

$Q_1$  : 공급열량 [kcal/h]

$Q_2$  : 냉각열량 [kcal/h]

$\phi$  : 냉각손실 { 가솔린기관: 0.3 ~ 0.35  
디젤기관: 0.2 ~ 0.25

$B_b$  : 제동연료소비량 [kg/h]

$f_b$  : 제동연료소비율 [g/PS h]

$PS$  : 제동마력 [PS]

$H_i$  : 저위발열량 [kcal/kg]

$$A = CSD \frac{PS_b^2}{V}$$

$A$  : 냉각핀의 총면적 [cm<sup>2</sup>]

$S$  : 행정거리 [cm]

$D$  : 실린더 지름 [cm]

$V$  : 총체적 [l]

$PS_b$  : 제동마력 [PS]

$C$  : 상수 { 소형 2사이클 자연통풍식: 3.4 ~ 3.8  
소형 2사이클 강제통풍식: 2.7 ~ 3.3  
항공기기관: 0.016 ~ 0.024  
직렬형: 0.04

## ■ 수냉식 기관

; 실린더 블록과 실린더 헤드에 워터 재킷을 설치하고 물을 순환시켜 냉각시키는 방법  
- 강제순환식, 가압 냉각식, 증발 냉각식, 특수액체 냉각식

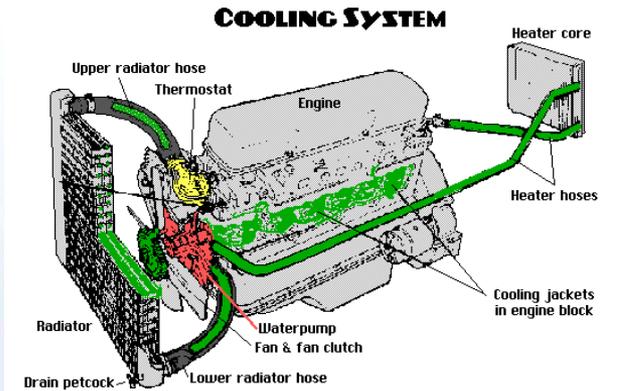
### ※ 공냉식 대비 수냉식의 장단점

#### ○ 장점

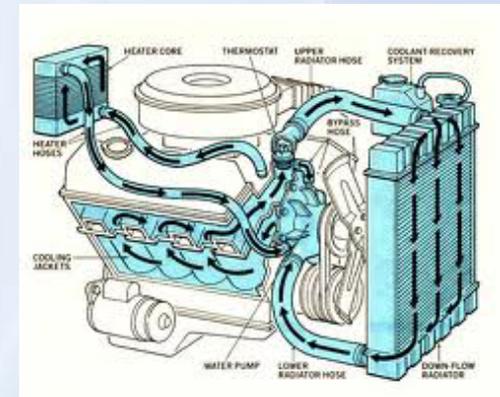
- 실린더 주위를 균일하게 냉각시켜 냉각효과가 좋다.
- 실린더 주위를 저온으로 유지시키므로 체적효율이 좋다.
- 고 압축비를 사용할 수 있으므로 열효율이 좋다.
- 실린더 주위가 저온으로 유지되므로 윤활유 소비가 적다.
- 소음이 적다.

#### ○ 단점

- 실린더 주위가 저온으로 유지되므로 탄소퇴적물이 쌓인다.
- 보수 및 취급이 복잡하다.



by [www.aa1car.com](http://www.aa1car.com)

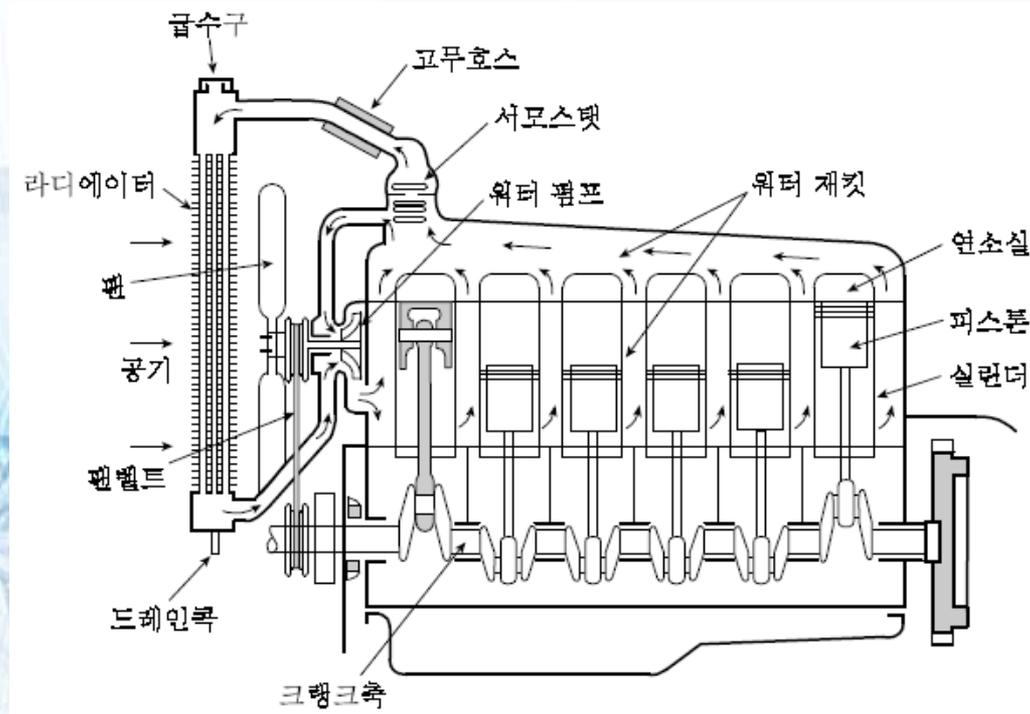


## ■ 수냉식 기관

### 1) 강제 순환식

: 워터 재킷 내에 있는 물을 워터펌프로 강제 순환시키는 기관.

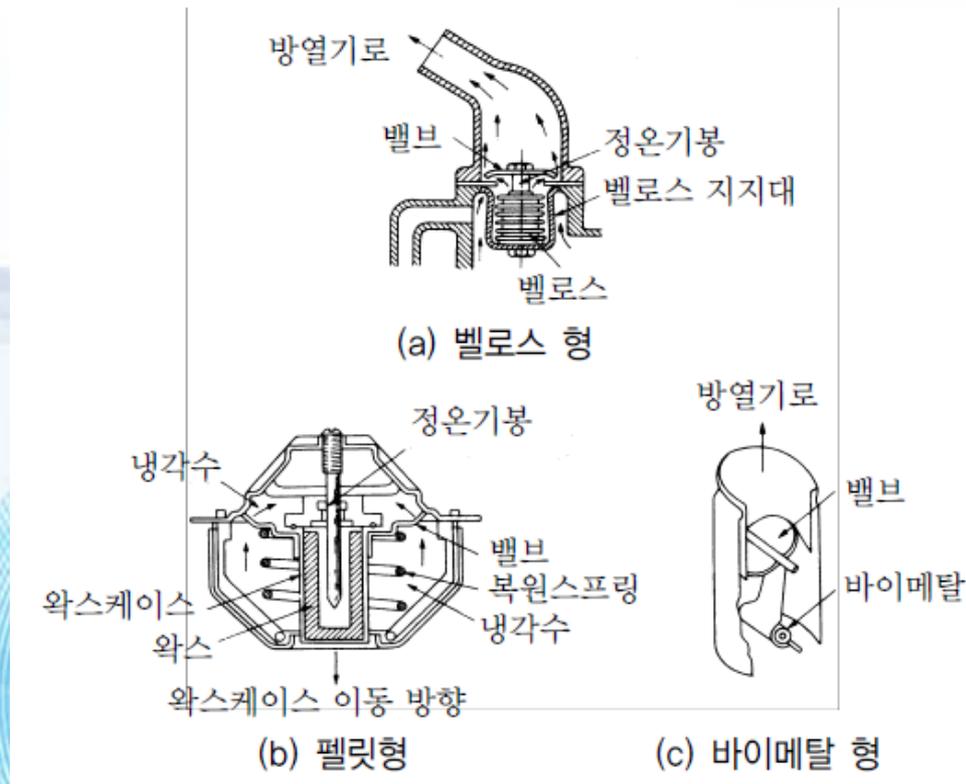
- 워터펌프, 워터 재킷, 정온기, 방열기 등으로 구성
- 냉각수의 적정온도 : 80 ~ 85 °C



## ■ 수냉식 기관

### 1) 강제 순환식

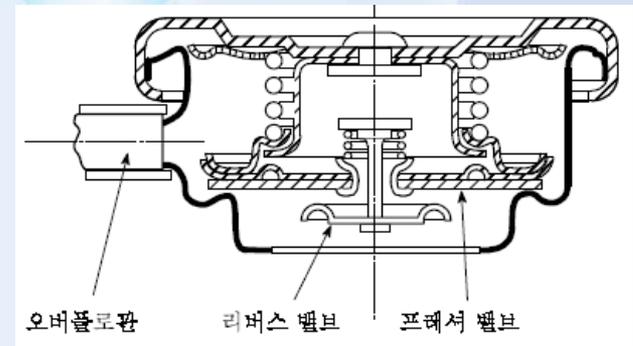
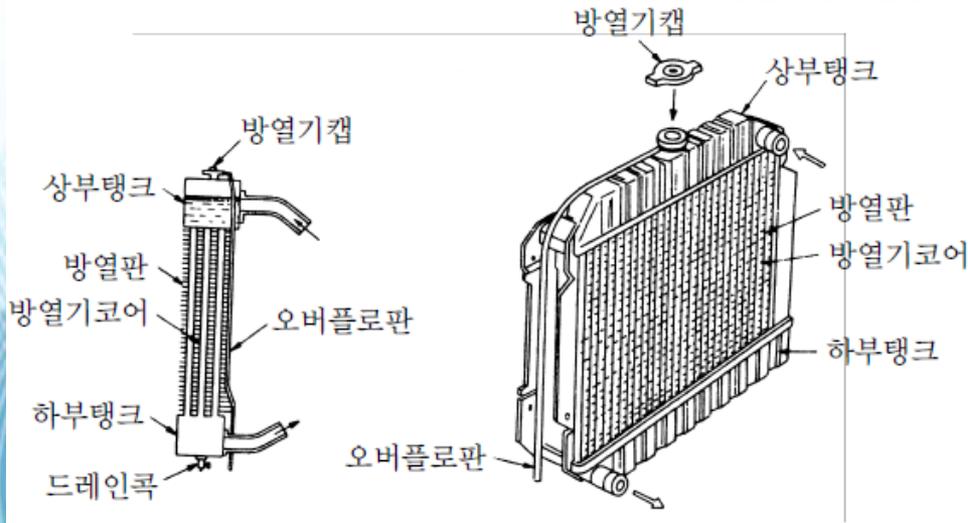
① 정온기(thermostat) : 워터 재킷 내에 있는 냉각수의 온도를 감지하여 냉각수 통로를 개폐.



## ■ 수냉식 기관

### 1) 강제 순환식

② 방열기(radiator) : 가열된 냉각수의 열을 대기중에 방열.



## ■ 수냉식 기관

### 1) 강제 순환식

- ③ 워터 펌프(water pump) : 방열기 하부와 워터 재킷 사이에 설치, 방열기에서 냉각된 냉각수를 워터 재킷에 공급해 주는 펌프.  
- 주로 원심펌프 사용.



by [www.shopnisparts.com](http://www.shopnisparts.com)

## ■ 수냉식 기관

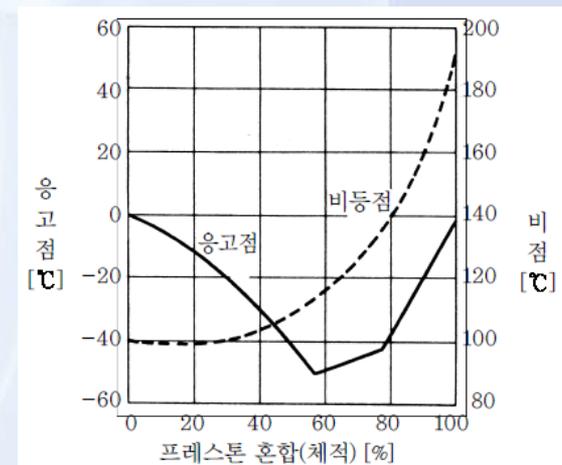
### 2) 증발 냉각식(evaporative cooling system)

- 실린더 주위에 워터 재킷을 만들고 여기에 냉각수를 넣어 물의 증발잠열로 냉각시키는 방법.
- 횡형 등유기관에서 구조를 간단하게 하기 위해 채용.

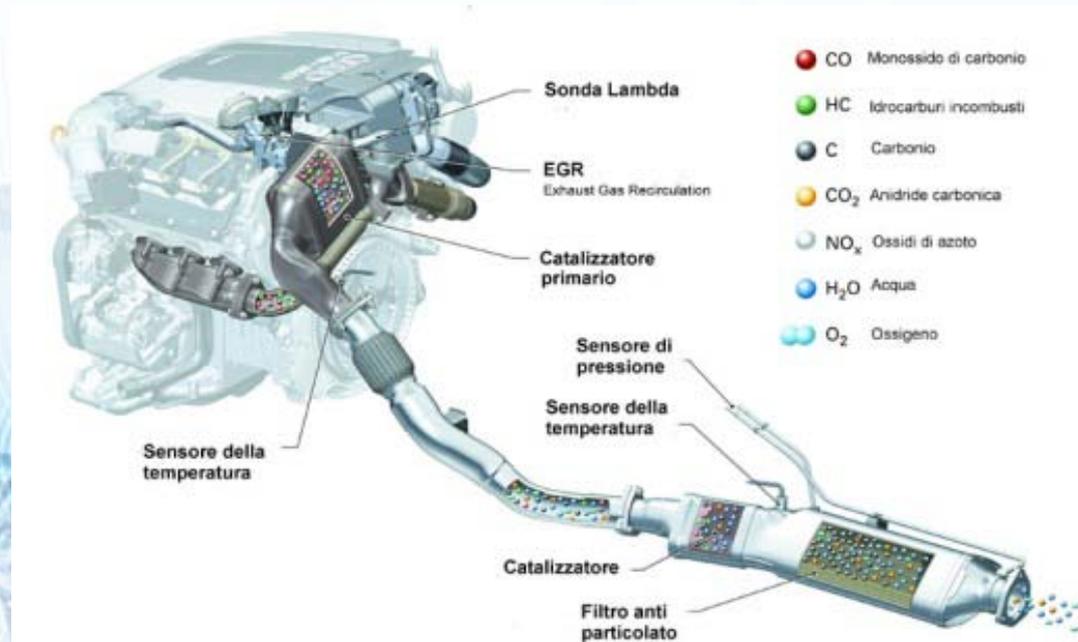
### 3) 특수 액체 냉각식(special liquid cooling system)

- 냉각수 대신에 특수 액체를 물과 혼합하여 냉각수로 사용하는 방법.
- 냉각수의 빙점을 낮추기 위해 부동액(anti-freezing liquid) 첨가.
  - \* 메탄올, 에탄올, 글리세린, 에틸렌글리콜 등
  - \* 주로 에틸렌글리콜(상품명: 프레스톤, preston) 사용
    - ⇒ 비등점을 높이는 효과와 빙점을 낮추는 효과가 있음
    - ⇒ 60% 혼합액 : 비등점 115 ℃, 빙점 -50 ℃

주성분	종 류	기 호	용 도
에틸렌 글리콜 (EG)	1종	AF	냉각수의 동결방지와 부식방지의 목적으로 겨울 한철에 사용할 수 있는 것.
	2종	LLC	냉각수의 동결방지와 부식방지의 목적으로 연중 계속 사용할 수 있는 것.
프로필렌 글리콜 (PG)	2종	LLC	냉각수의 동결 방지와 부식방지의 목적으로 연중 계속 사용할 수 있는것.



# 제11장 대기 오염과 그 방지책



by [www.terra.es](http://www.terra.es)

## ◆ 학습목표

- 배기가스가 대기오염에 미치는 영향에 대한 이해
- 가솔린기관과 디젤기관의 공해대책 숙지
- 배출가스 시험방법 숙지

## ◆ 학습성과

- 배기가스가 대기오염에 미치는 영향에 대해 설명할 수 있어야 함.
- 가솔린기관과 디젤기관의 공해 대책에 대해 설명할 수 있어야 함.
- 배출가스 시험방법에 대해 설명할 수 있어야 함.

## 강의 내용 및 순서

- 배기가스가 인체에 미치는 영향
- 가솔린기관의 공해 대책
- 디젤기관의 공해 대책
- 배출가스 규제 및 시험방법

## ◆ 대기 오염 및 배기가스 규제

o 유해가스 : SOx, CO, HC, NOx 등. ⇒ smog

o 사례 :

- London smog : 석탄 연소가스에 의한 smog

: 공장가동 및 주택난방에 따른 석탄 연소가스 ⇒ 호흡기질환 유발

- Los Angeles smog : 배기가스 중 HC 및 NOx 의 광화학작용

: 햇빛 차단 및 자외선 흡수 ⇒ 눈과 호흡기 장애 유발

o 국제적 배기가스 규제

※ Euro : 유럽연합(EU)이 1990년 도입한 경유차 배기가스 규제 기준

- Euro1 (1992년) 및 2 : TCI(Turbo Charger Intercooler)엔진 출현, 엔진의 전자화.

- Euro3 : 엔진의 완전 전자화, 연료 고압분사방식 출현.

- Euro4 : EGR( 및 SCR(Selective Catalytic Reduction) 엔진 출현.

- Euro5 : 2009년 이후 현재 적용중

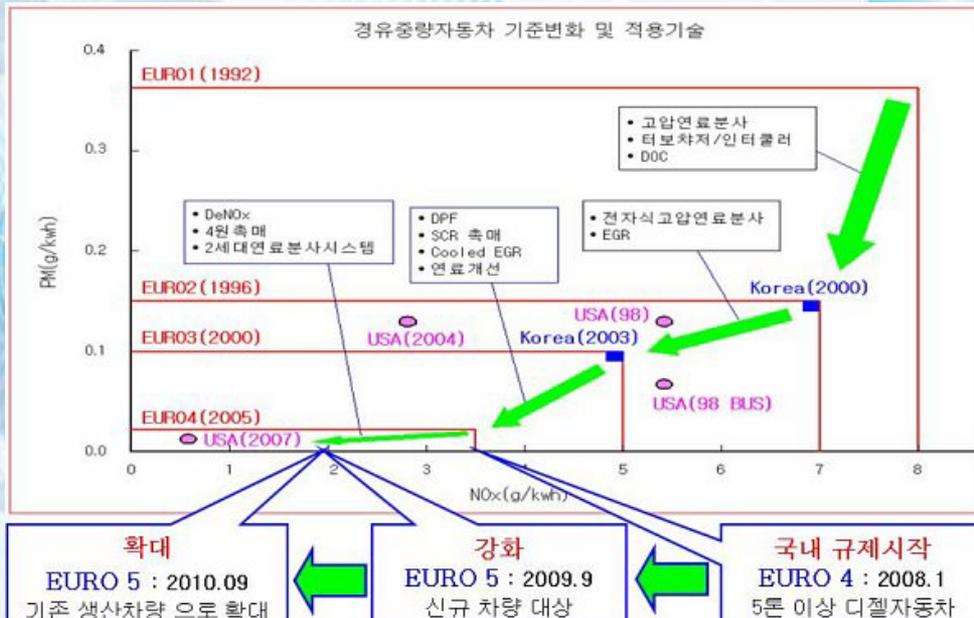
- Euro6 : 2014년 9월부터 적용

## ◆ 대기 오염 및 배기가스 규제

### o Euro5 와 Euro6 비교

기준(적용시점)	입자상 물질 PM(mg/km)		질소산화물 NOx(mg/km)	
	Gasoline	Diesel	Gasoline	Diesel
Euro 5 (2009년)	5	5	60	180
Euro 6 (2014년)	5	5	60	80

### o 국내 기준변화 및 적용기술(출처: www.korexmail.co.kr)



## ■ 배기가스가 인체에 미치는 영향

### (1) CO

- 탄화수소(HC)가 불완전 연소시 발생.
  - \* 석탄 연소장치 연소실에서 다량발생
- 대기중의 농도에 따른 인체 증상

대기 중의 CO농도(ppm)	혈액중의 CO(%)	인체의 증상
10~30	1.6~4.8	시간 감각 장애
30~60	4.8~9.6	자각 증상, 반사 신경 자극
60~100	9.6~10	긴박감, 긴장
100~500	10~20	근육 작업 못함(6시간 흡입)
500~1500	20~40	몸을 움직일 수 없음(1시간 흡입)
1500~5000	40~50	강한 두통, 허탈
5000~	50~	의식 몽롱, 장시간 후 사망

### (2) HC

- 탄소와 수소의 화학적 결합 총칭 ⇒ 석유계 연료에서 발생. Smog의 원인
- 연료탱크에서의 자연증발, 배기가스에 포함
- 접촉시 호흡기 및 눈의 점막에 자극 유발

## ■ 배기가스가 인체에 미치는 영향

### (3) NO<sub>x</sub>

- 높은 압력에서 연소시 발생.
- 광화학 smog의 원인
- 대기중 농도에 따른 인체의 증상

대기 중의 NO <sub>2</sub> 농도(ppm)	인체의 증상
3~5	자극
10~30	코, 눈 자극
30~100	기침 두통증
100~300	폐 장애
300~700	질식

### (4) Pb 화합물

- 가솔린기관 연료에서 옥탄가를 높이기 위한 첨가물로 4에틸 납( $Pb(C_2H_5)_4$ ) 사용.  
⇒ 1993년 이후 무연휘발유로 대체됨.
- 인체 맹독성 물질, 소화기, 근육 신경계통, 뇌에 영향

## ■ 배기가스가 인체에 미치는 영향

### (5) smog

- 가솔린기관보다 디젤기관에서 많이 발생.
- 호흡장애 유발



New York in 1988. by wikipedia

### (6) 입자상 물질(PM : Particular matter)

- 주로 디젤기관에서 발생.  
⇒ 불완전 연소에 의한 검댕이 성분과 연료 중 유황성분이 결합.
- 폐를 자극하여 호흡기 장애 및 암의 유발.



## ■ 가솔린 기관의 공해 대책

### ○ 배출가스 종류 : 배기관 가스, blow by gas, 증발 가스

- 국내 자동차 배출가스 규제 강화(2012. 1 이후)(아시아경제, 2011. 12. 30)

⇒ 대기환경보전법 개정

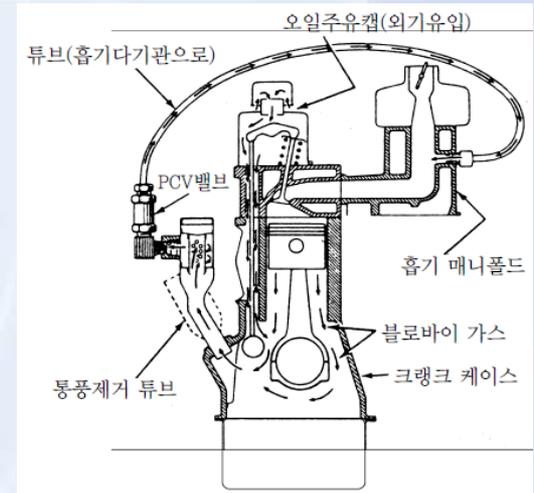
\* PM 기준: 현행보다 50% 강화, 개수 기준 신설(소형 경유차 및 신차 ⇒ 2012년부터 적용)

⇒ Euro 6기준 적용 : 신차 2014년, 기존 모델 2015년

\* 증발가스 기준(가솔린) : 2.0 g/테스트 → 1.2 g/테스트

### (1) Blow by gas 대책

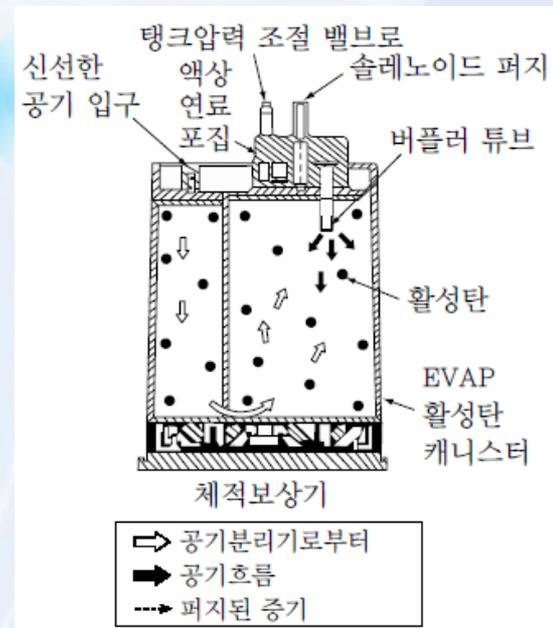
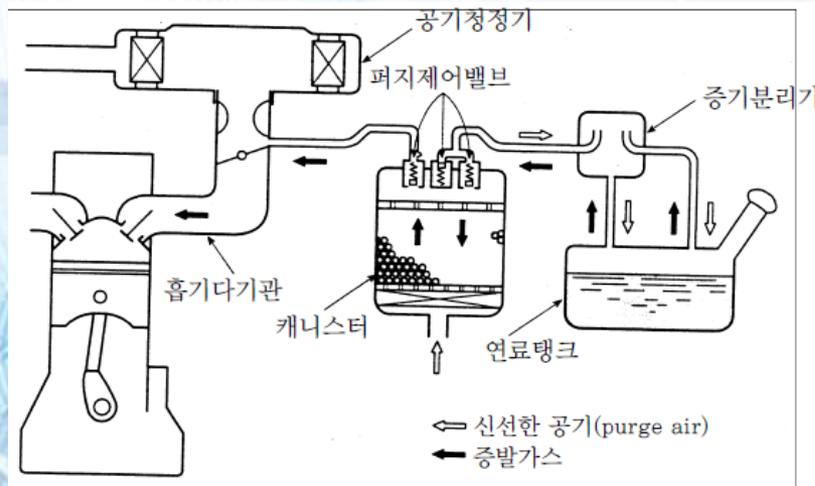
- 대기중에 방출하지 않고 별도장치로 포집하여 흡기관에 재공급.



## ■ 가솔린 기관의 공해 대책

### (2) 증발가스 대책

- 연료공급계통( 연료탱크, 공급관, 기화기 등)에서 증발하여 대기 중에 방출.
  - \* HC가 대부분
- 증발가스 포집 후 흡기관에 공급하여 연소시킴.
  - \* charcoal canister : 활성탄과 퍼지제어밸브(PCSV)로 구성.

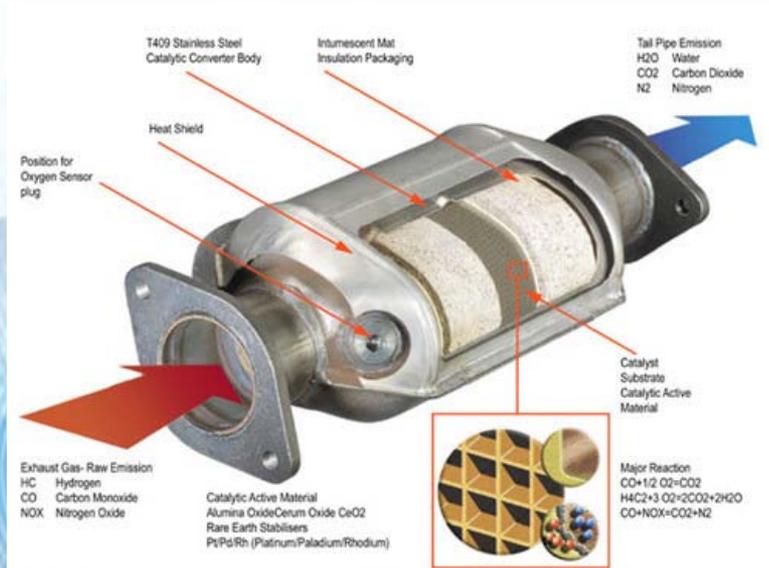


## ■ 가솔린 기관의 공해 대책

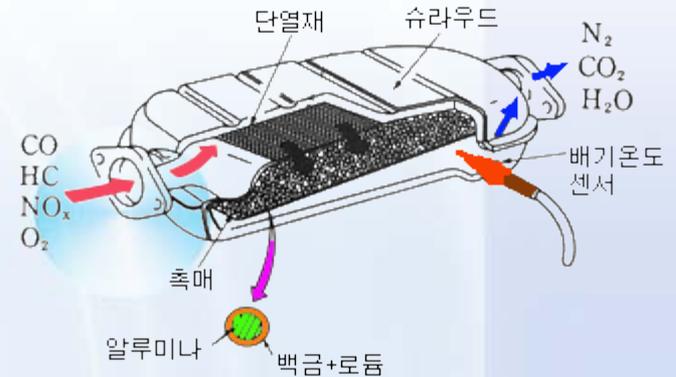
### (3) 배기가스 대책

#### 1) 3원 촉매(3 way catalyst) 장치

- CO, HC, NO<sub>x</sub> → CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub> 로 산화 또는 환원.



by [www.newlifebattery.co.kr](http://www.newlifebattery.co.kr)



by <http://cont111.edunet4u.net>

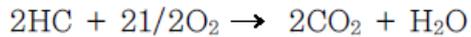
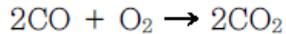
## ■ 가솔린 기관의 공해 대책

### (3) 배기가스 대책

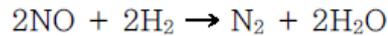
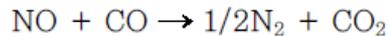
#### 1) 3원 촉매(3 way catalyst) 장치

- CO, NC, NOx → CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, O, N<sub>2</sub> 로 산화 또는 환원.

#### ① 산화반응



#### ② 환원반응



- 산화 촉매 : 백금(Pt)

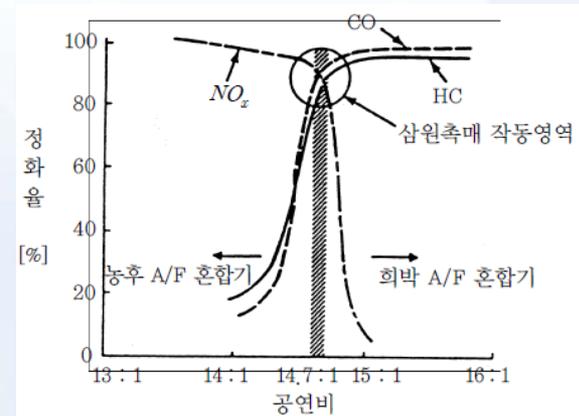
- 환원 촉매 : 로듐(Rh)

- 팔라듐(Pd) : light-off 온도를 낮추어 시동 후 유해 배기가스 정화.

※ light-off temperature : 촉매 정화효율이 50%가 될 때의 온도.

\* 근접촉매(closed coupled catalyst, CCC) : 촉매가 빨리 가열되는 촉매

\* 전단촉매(pre-catalyst) : 배기관에 가까이 장착한 촉매

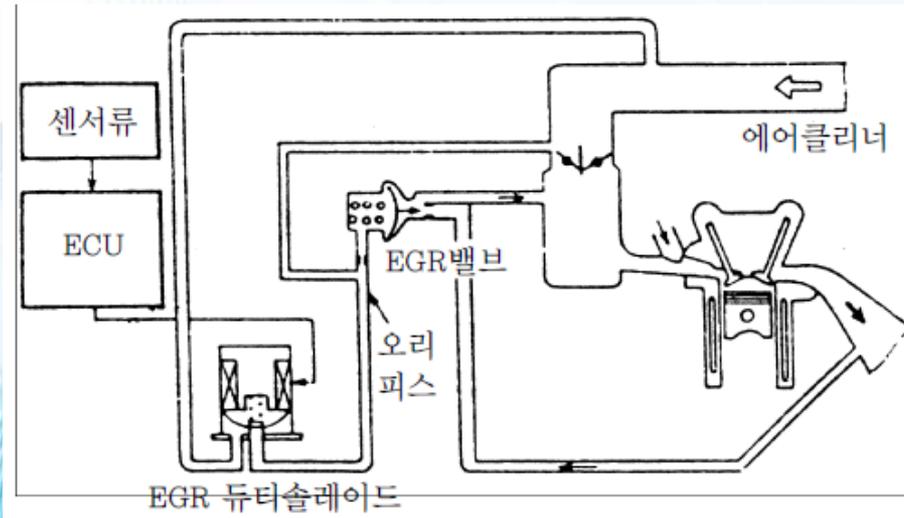


## ■ 가솔린 기관의 공해 대책

### (3) 배기가스 대책

#### 2) 배기가스 재순환장치(EGR)

- NOx 저감을 위해 배기가스를 재순환하는 장치.
- NOx 는 저감, CO와 HC는 증가함, 연비와 출력 감소.

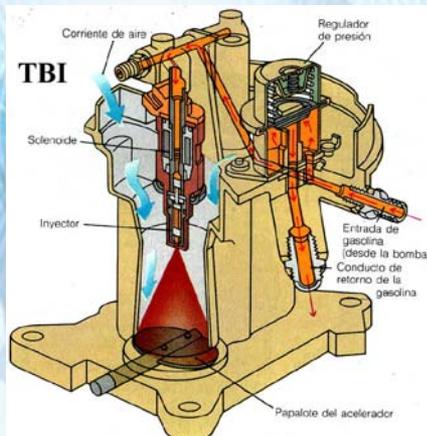


## ■ 가솔린 기관의 공해 대책

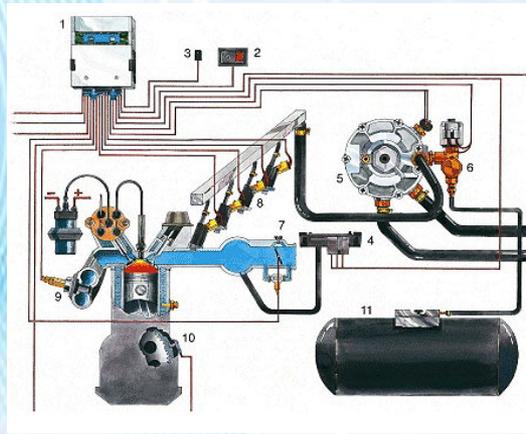
### (3) 배기가스 대책

#### 3) 전자제어 연료분사(electronic fuel injection, EFI) 장치

- 흡입공기량을 공기유량센서로 검출 → ECU에 의해 정확한 공연비 제어 → 연료 분사
  - \* L-jetronic 분사방식 : 흡입공기량을 공기유량계로 **직접 계측**하여 전기적 신호로 변환하여 ECU에서 분사량을 결정하여 분사하는 방식. ⇒ 국내 대부분 차량 사용
  - \* D-jetronic 분사방식 : 흡기관 내의 절대압력을 측정하여 기관의 회전속도로부터 공기량을 **간접 계측**, 전기적 신호로 변환 후 ECU에서 분사량을 결정하여 분사하는 방식.
- 연료분사 위치에 따라
  - \* TBI(throttle body injection) 방식
  - \* MPI(multi point injection) 방식 ⇒ 대부분의 가솔린차
  - \* GDI(gasoline direct injection) 방식



by <http://automecanico.com>



by [www.greenfuel.org.uk](http://www.greenfuel.org.uk)

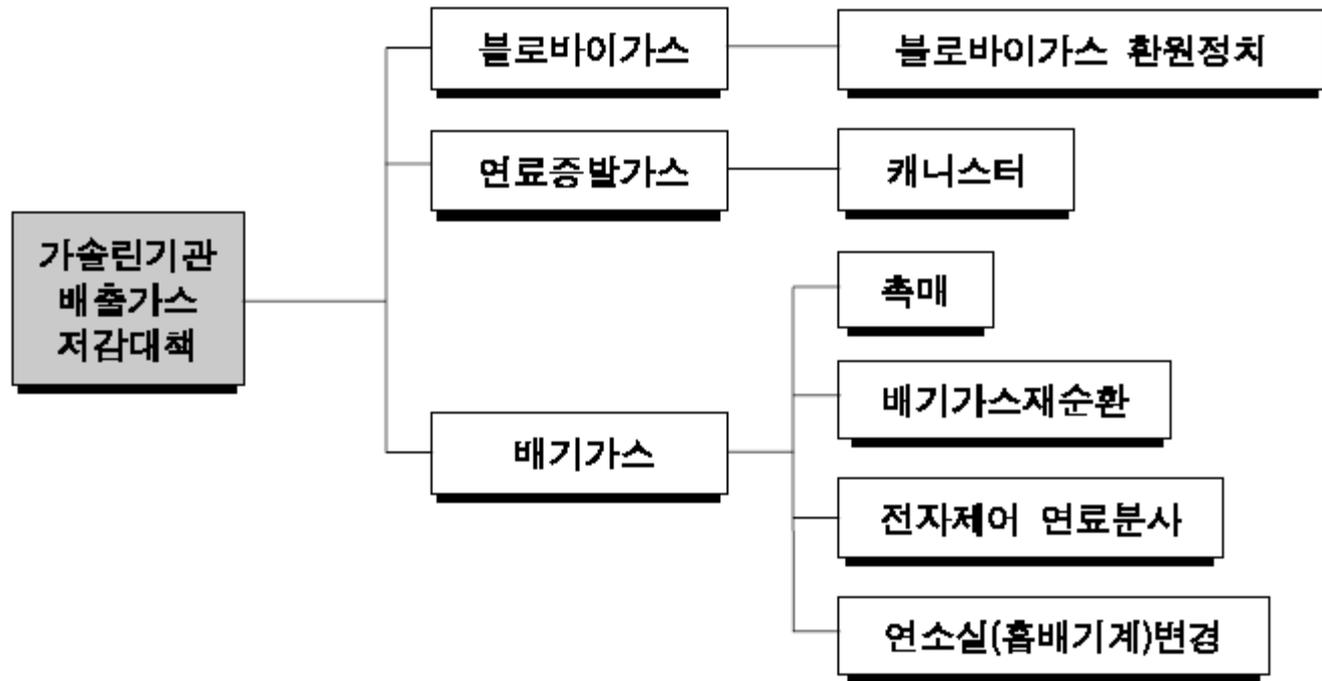


by [www.autopressnews.com](http://www.autopressnews.com)

## ■ 가솔린 기관의 공해 대책

### (3) 배기가스 대책

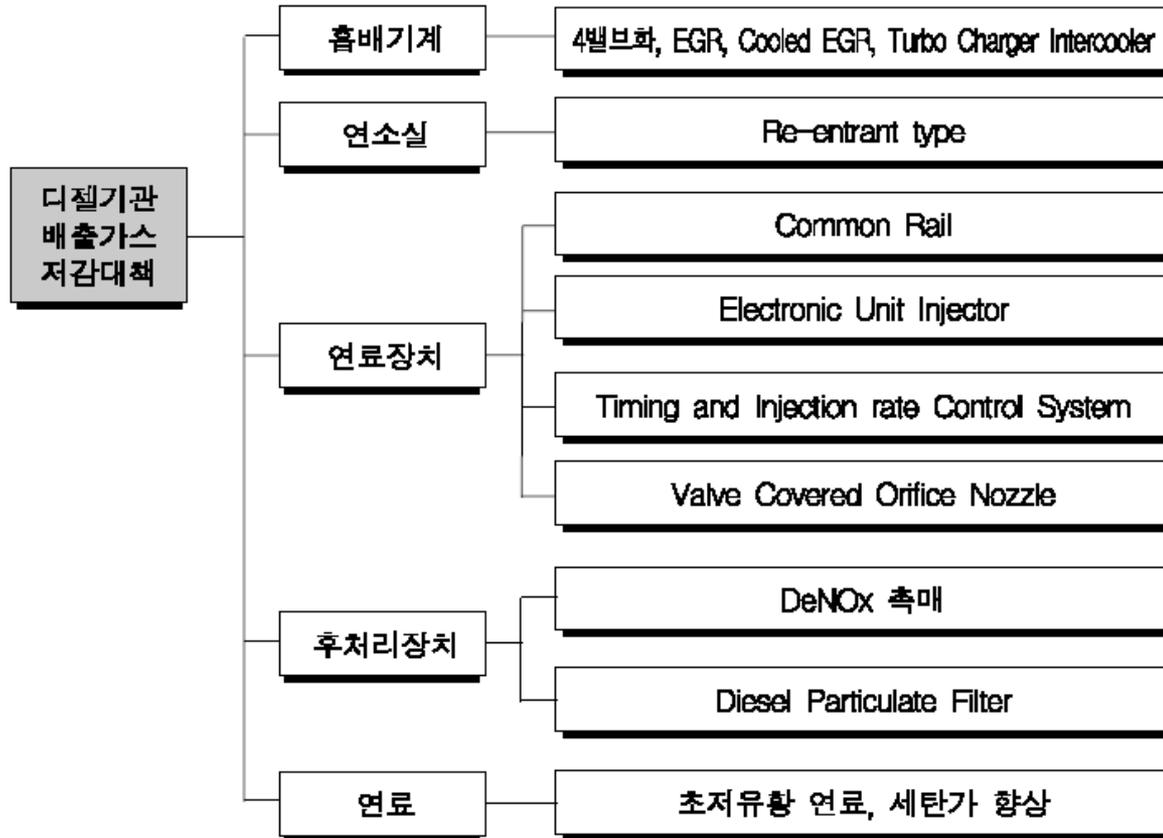
※ 가솔린기관 배기가스 저감 대책 종합



## ■ 디젤 기관의 공해 대책

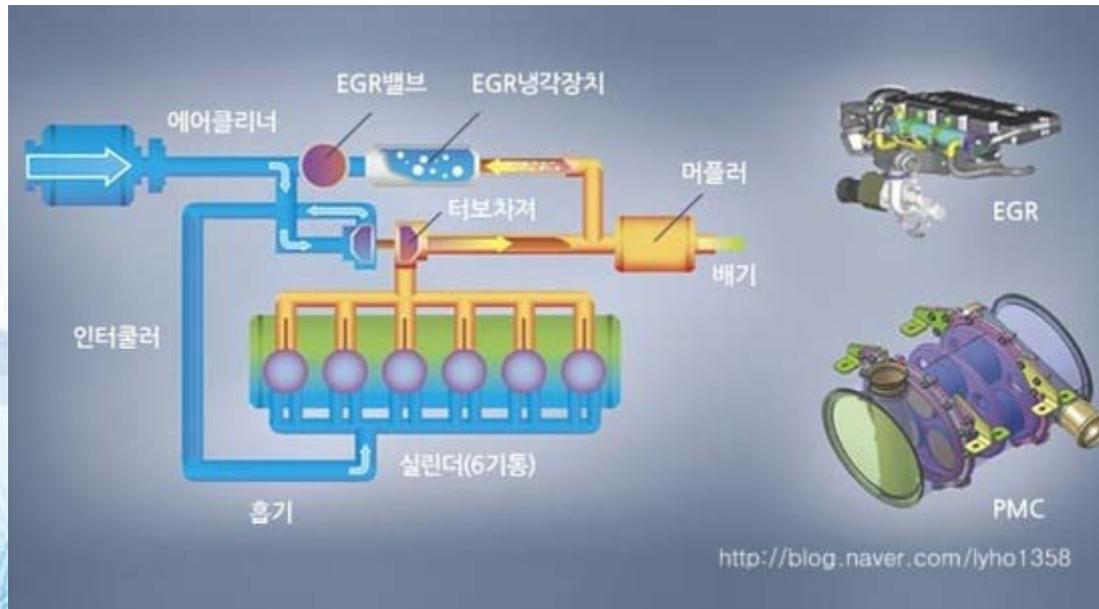
- 배출 유해가스 : CO, HC, NO<sub>x</sub>, PM 및 매연

※ 디젤기관 배기가스 저감 대책



## ■ 디젤 기관의 공해 대책

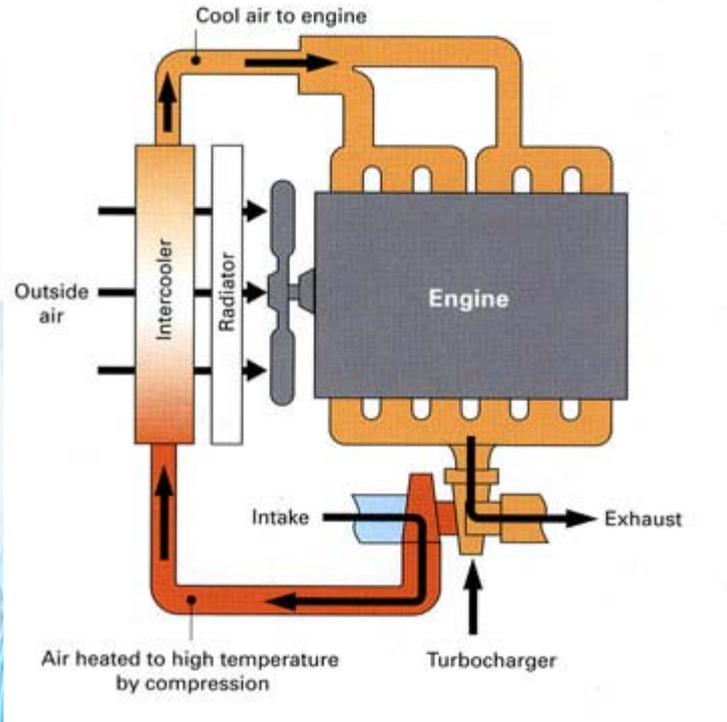
### - EGR(exhaust gas recirculation) 장치



by www.isuzu.net

## ■ 디젤 기관의 공해 대책

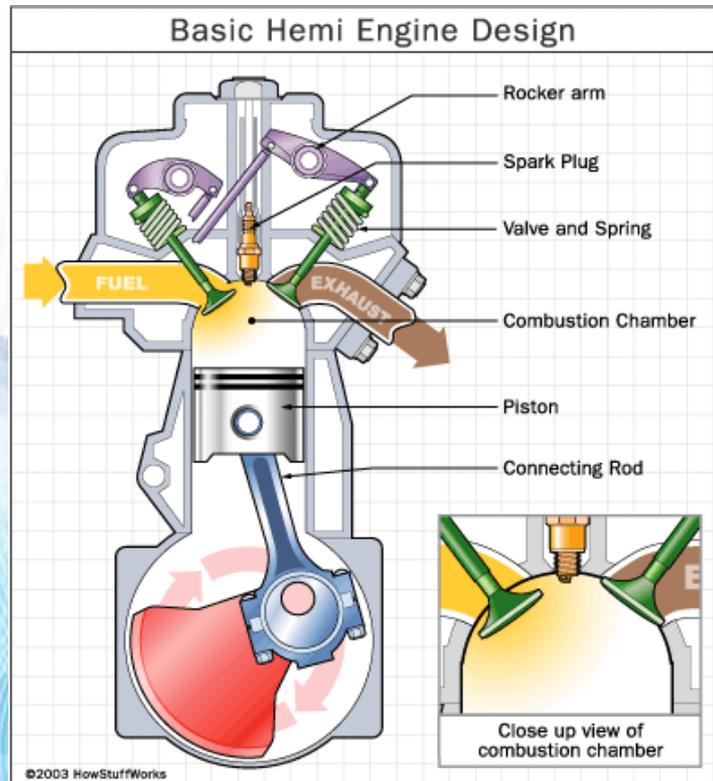
- TCI(turbo charger with intercooler)



by [www.isuzu.net](http://www.isuzu.net)

## ■ 디젤 기관의 공해 대책

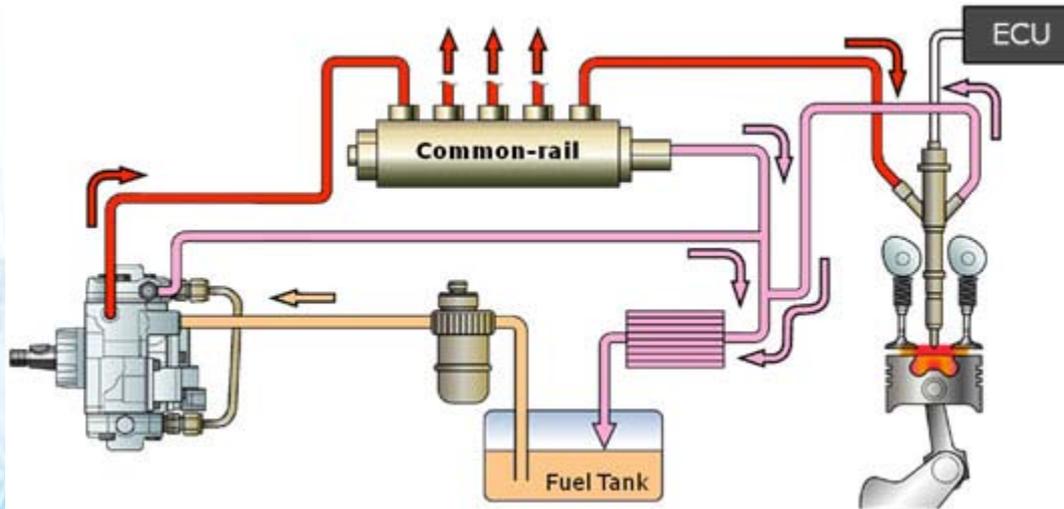
### - 재공급 연소실(re-entrant type combustion chamber)



by [www.tautoisemmotorsports.com](http://www.tautoisemmotorsports.com)

## ■ 디젤 기관의 공해 대책

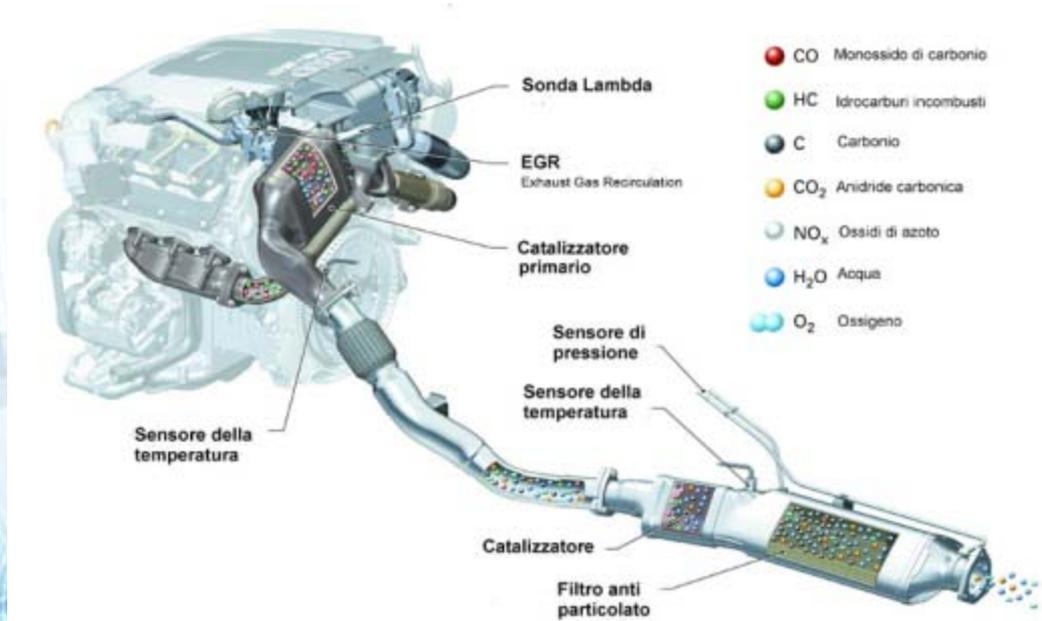
- common rail system



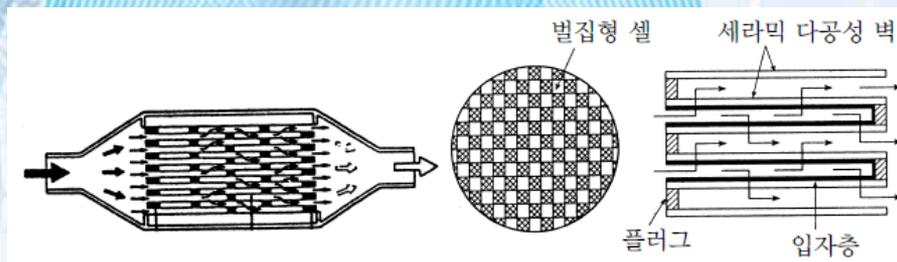
by [www.tyoto.co.nz](http://www.tyoto.co.nz)

## ■ 디젤 기관의 공해 대책

### - DPF(diesel particulate filter)



by [www.terra.es](http://www.terra.es)



## ■ 배출가스 규제 및 시험방법

### - 자동차의 구분(자동차 관리법 제3조)

구분	정 의
승용차	10인 이하를 운송하기에 적합하게 제작된 자동차.
승합차	11인 이상을 운송하기에 적합하도록 제작된 자동차. 다만 (참조1)에 해당하는 자동차는 그 승차인원에 관계없이 이를 승합자동차로 본다.
화물차	화물을 운송하기 적합하게 바닥면적이 최소 2제곱미터 이상인 화물적재공간을 갖추고, 화물적재공간의 총적재화물의 무게가 운전자를 제외한 승객이 승차공간에 모두 탑승했을 때의 승객의 무게(1인당 65킬로그램으로 한다)보다 많은 자동차로서 다음 각목의 1(※2 참조)에 해당하는 자동차
특수차	다른 자동차를 견인하거나 구난작업 또는 특수한 작업을 수행하기에 적합하게 제작된 자동차로서 승용자동차·승합자동차·화물자동차가 아닌 자동차

## ■ 배출가스 규제 및 시험방법

### - 휘발유 승용차 배출가스 허용기준(자동차 공업협회)

적용년도		일산화탄소	질소산화물	탄화수소			포름알데히드	측정방법
				배기관가스	부로바이가스	증발가스		
2003	가	2.11g/km <b>이하</b>	0.12g/km <b>이하</b>	0.047g/km <b>이하</b>	0g/1주행	1g/ 테스트 <b>이하</b>	0.005g/km <b>이하</b>	CVS-75  <b>모드</b>
	나	2.61g/km <b>이하</b>	0.19g/km <b>이하</b>	0.056g/km <b>이하</b>	0g/1주행	1g/테스트 <b>이하</b>	0.007g/km <b>이하</b>	
2006	가	1.06g/km <b>이하</b>	0.031g/km <b>이하</b>	0.025g/km <b>이하</b>	0g/1주행	1g/ 테스트 <b>이하</b>	0.005g/km <b>이하</b>	
	나	1.31g/km <b>이하</b>	0.044g/km <b>이하</b>	0.034g/km <b>이하</b>	0g/1주행	1g/테스트 <b>이하</b>	0.007g/km <b>이하</b>	

- 가란은 제작차배출허용기준검사와 5년 또는 80,000km까지의 인증시험 및 결함확인검사에 적용하고,
- 나란은 5년 또는 80,000km를 넘는 경우의 인증시험 및 결함확인검사에 적용
- 2006년 배출허용기준은 2006년 1월 1일부터 연차적으로 적용하되 그 적용은 2009년 이후 전면 시행.

## ■ 배출가스 규제 및 시험방법

### - 경유 승용차 배출가스 허용기준(자동차 공업협회)

적용년도	일산화탄소	질소산화물	탄화수소 및 질소산화물	입자상물질	매연	측정방법
2005.1	0.64g/km <b>이하</b>	0.50g/km 이하	0.56g/km 이하	0.05g/km이하	15% 이하	ECU-15 및E
2006.1	0.50g/km <b>이하</b>	0.25g/km 이하	0.30g/km 이하	0.025g/km이하	15% 이하	UDC 모드

## ■ 배출가스 규제 및 시험방법

### - 자동차의 시험 모드

\* USA D-13 mode cycle :

Mode	Engine speed	Load rate(%)	Weight factor
1	Idling	-	0.25/3
2	Intermediate (*1)	10	0.08
3		25	0.08
4		50	0.08
5		75	0.08
6		100	0.25
7	Idling	-	0.25/3
8	Rated (*2)	100	0.1
9		75	0.02
10		50	0.02
11		25	0.02
12		10	0.02
13	Idling	-	0.25/3

(\*1) : 60% engine speed of maximum engine speed

(\*2) : maximum engine speed

## ■ 배출가스 규제 및 시험방법

### - 자동차의 시험 모드

\* USA ND-13 mode cycle :

모드	속도	부하	가중치	시험시간
1	Low Idle	0%	15%	4'
2	A	100%	8%	2'
3	B	50%	10%	2'
4	B	75%	10%	2'
5	A	50%	5%	2'
6	A	75%	5%	2'
7	A	25%	5%	2'
8	B	100%	9%	2'
9	B	25%	10%	2'
10	C	100%	8%	2'
11	C	25%	5%	2'
12	C	75%	5%	2'
13	C	50%	5%	2'

\*  $A = N_{io} + 0.25(N_{hi} - N_{io})$

\*  $B = N_{io} + 0.50(N_{hi} - N_{io})$

\*  $C = N_{io} + 0.75(N_{hi} - N_{io})$

\*  $N_{io}$  = 최고회전수의 50%

\*  $N_{hi}$  = 최고회전수의 70%



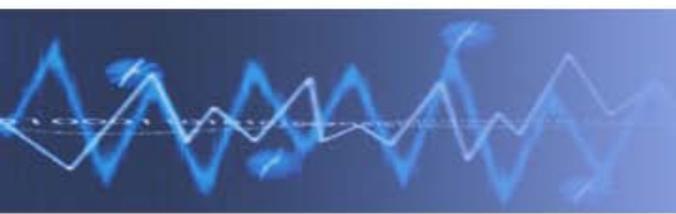
# 終 講





◆ 수고하셨습니다!

- 학습성과가 있습니까?



**감사합니다.**

