

# 한국자동차 신기술의 동향(1)

## Trend of Korea Automotive Technology (1)

권 문 식 / Moon-Sik, Kwon

현대자동차 전문 / Hyundai Motor Company

최근 자동차에 적용되는 신기술들은 환경, 에너지, 안전 및 편의성 등에 개발 목표를 두고 개발되고 있다. 자동차가 단순한 이동 수단에서부터 인류에 보다 친숙하고, 보다 친근한, 삶의 한 공간으로 진화되고 있는 것이다. 사람들이 자동차를 값비싼 에너지를 소비하고 환경을 희생하여 편리함을 추구하는 도구로 생각하는 것을 부인할 수 없는 것이 현실이지만, 미래에는 다양한 신기술의 개발과 발전으로 인류에게 즐거움을 주고, 환경을 보호하는 주체로서 자동차가 인식되기를 바라는 마음이다.

여섯편으로 구성될 본 기고문에서는 최근 개발되고 있는 환경, 에너지, 안전 및 편의성 분야에서의 신기술들에 대하여 간략히 소개하고자 한다. 내연기관의 엔진 및 배기정화기술 분야에서 이루어지고 있는 신기술들에 대한 소개를 필두로, 차세대 친환경 자동차로 관심을 받고 있는 하이브리드 자동차(HEV), 전기 자동차(EV) 및 연료전지 자동차(FCEV) 그리고 수동적인 차량시스템에서 능동적인 지능형 차량시스템으로 변모해가는 자동차 기술의 중심에 서있는 I.T.S 기술과 안전기술에 대해서 이야기하게 될 것이다. 마지막으로 자동차 산업에서 이루어지고 있는 재료분야의 발전에

대해서 언급하고자 한다.

### I. 내연기관엔진

자동차의 핵심인 파워트레인(Powertrain)의 향후 기술 방향에 가장 큰 영향을 주는 것은 세계 각 지역에서 점차 강화되고 있는 연비와 배기가스 법규이며, 이 때문에 전세계 자동차 메이커들은 저연비, 저공해 기술에 미래 자동차사업의 사활을 걸고 기존 내연기관 파워트레인의 성능향상과 더불어 차세대 친환경 자동차들(HEV, EV, FCEV)의 파워트레인 개발에 많은 투자를 하고 있다.

#### i. 엔진

약 100년 동안의 자동차 시장에서 가솔린엔진이 절대적 우위를 점하고 있는 상황에서 최근 연비 및 배기규제에 대한 대응책으로 디젤엔진이 새로운 주목을 받으며 점차 승용차에까지 적용이 확대되어 가고 있어, 자동차용 내연기관 엔진은 새로운 기술 전환점을 맞이하고 있다.

가솔린엔진 분야에서는 가솔린직분(Gasoline

Direct Injection, GDI)엔진, 가변밸브타이밍 (Variable Valve Timing, VVT)기구, 기통휴지 (Cylinder De-Activation, Displacement On Demand, DOD)시스템, 하이브리드전용 엔진 등의 기술이 개발되고 있으며, 디젤엔진 분야에는 고압분사 커먼레일(Common-rail), 수냉식 EGR(Exhaust Gas Recirculation), 가변용량과급기(Variable Geometry Turbo Charger, VGT), 그리고 공통적으로 엔진마찰저감 및 경량화 기술에서 개발이 활발히 이루어지고 있다.

a) 가솔린직분엔진 (GDI)

가솔린직분엔진은 오래 전부터 개념적 연구가 진행되었지만, 핵심부품인 연료분사 인젝터의 기술 장벽에 막혀 기술적 진보가 없었다. 그러나 1995년 미쓰비시 자동차에 의해 세계 최초로 개발된 후 큰 관심을 끌게 되었으며 가솔린의 높은 연비 문제를 개선할 수 있는 기술로 평가되었다.

가솔린직분엔진은 초희박(Ultra-Lean) 혼합기를 형성하여 실린더에 직접 분사시키고 연료분사 시기 및 연료량 정밀 제어가 가능토록 함으로써 높은 연비 향상(미쓰비시자동차: 35%)을 달성하였다.

고유가 정책을 유지하고 NOx 규제가 상대적으로 적은 일본 및 유럽 위주로 연구개발 및 시장 판매가 진행 중에 있다.

b) 가변밸브타이밍기구 (VVT)

가변밸브타이밍기구는 엔진의 회전수와 부하에 따라 흡배기밸브의 개폐시기를 연속적으로 변화시킴으로써 체적 효율을 높이고, 중저속 영역에서의 토크향상과 고속 영역에서의 출력 향상 및 연비 저감을 도모하고 있다. 자동차 메이커에서는 탑재하는 자동차의 특성에 따라 독자적인 방식을 채용하는 경향이 있는데, 현재 실용화되고 있는 기구는 기본적으로 가변밸브타이밍기구(도요타, BMW, 현대), 가변밸브타이밍·Lift 기구(혼다, 닛산), 가변밸브작동각기구(영국 Rover)의 3종류가 있다.

c) 기통휴지 시스템 (DOD)

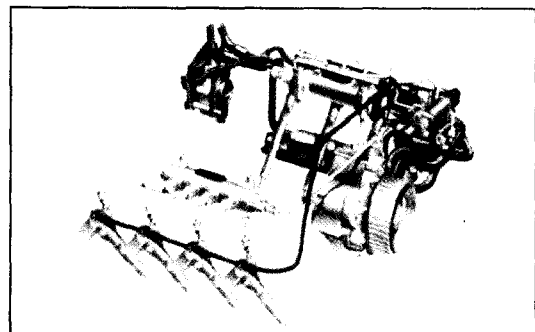
최근 연비 향상 목표로 추진하는 기술 중의 하나인 기통휴지시스템은 발진이나 가속시에는 기통이 모두 작동하나 순항시 등 파워가 필요 없는 상태에서는 일부 기통에 연료 공급을 중단하고 흡배기의 밸브도 닫아 피스톤이 공전(空轉)하게 함으로써 연비를 향상시킨다. 이 기술은 일본 혼다가 2003년 INSPIRE를 양산 적용할 때까지 여러가지 기술적 문제로 번번히 실패하였다. 이 기술 개발에 있어 최대 난관은 기통이 잠시 멈춘 후 다시 가동될 때 흡배기 밸브의 제어, 기통휴지 작동시 발생하는 쇼크, 기통휴지 상태에서 주행시 일어나는 진동 문제 등이 있으며, 이를 해결하기 위해 다양한 연구개발이 진행되고 있다.

d) 고압분사 커먼레일 (CRDI)

커먼레일 연료공급 시스템은 디젤연료 분사시스템의 혁신적인 기술로 연료분사를 위해 캠구동장치를 사용한 기존엔진과 달리 고압펌프를 이용해 분사압력을 형성하고 연료압력과 분사를 독립적으로 제어한다.

현재 1,600 bar 이상의 고압 분사(2세대 커먼레일 분사계)가 가능하며, 연료 분사 기간을 단축시키고 고속에서도 공기와 효과적으로 섞이게 하여 출력을 높이고 배출가스를 줄이는 결과를 가져왔다.

커먼레일 분사계의 경우 최대 분사압력을 궁극적으로 1,800 bar 수준까지 높일 수 있을 것으로 예상되며, 이로 인해 향후 양산될 디젤 엔진은 출력 및 배출



〈그림 1〉 커먼레일 분사시스템

물 저감 측면에서 현재의 디젤 엔진보다 더욱 큰 포텐셜을 가질 것으로 예상된다.

e) 가변용량과급기 (VGT)

저속영역에서는 배기가스 유로를 축소 시켜 속도에너지를 증대시키고 최대토크를 향상시키는 반면, 고속영역에서는 배기가스 유로를 확대시켜 많은 운동에너지를 전달 하여 최대출력을 향상시키는 정밀제어 과급기다. 적은 배기량으로 우수한 동력 성능의 달성이 가능하여 차량의 연료소비 및 배출가스 측면의 장점을 가질 수 있다. 과거 40KW/L에 불과했던 비출력이 현재는 50~55KW/L까지 상승하였으며, 수년후에는 60KW/L 이상의 높은 비출력 엔진의 출시가 예상된다.

ii. 변속기

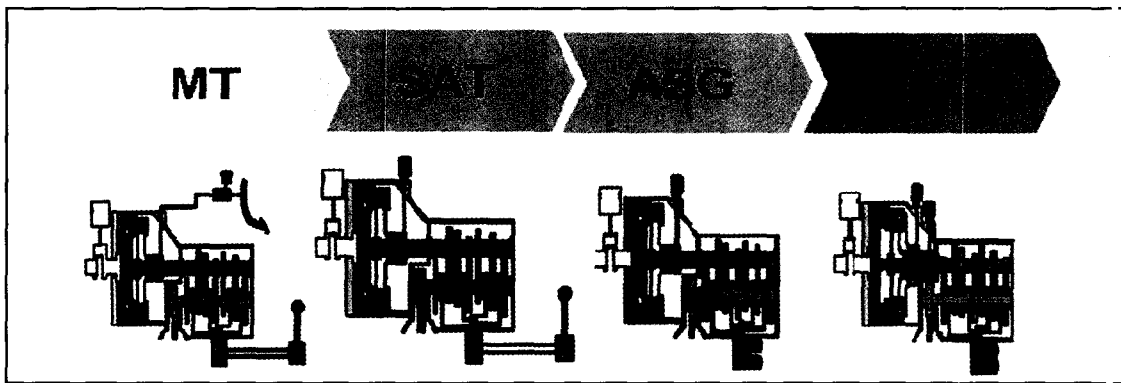
수동변속기, 자동변속기, 무단변속기로 대별 되어지는 변속기 기술은 최근 다단화(6속 수동변속기/자동변속기), 수동변속기의 전자화, 무단변속기의 대용량화 등과 같은 기술로 전개되고 있다. 주행 조건에 따른 다단화를 통하여 연비 개선/성능 개선이 이루어지고 있으며, 연비측면에서 선호하지만 작동 편의성에서 뒤지고 있는 수동변속기는 유럽을 중심으로 SAT(Semi Automatic Transmission) → ASG (Automatic Shift Gearbox) → DCT(Dual Clutch Trans-

mission)로 전자화되어 계속적으로 기술진화가 이루어지고 있다. 무단변속기는 엔진파워손실과 폴리용량의 문제로 2,000cc 이하의 차종에 적용하였으나 최근에는 플라와 디스크를 조합한 토로이달(Toroidal) 방식의 무단변속기가 2,000cc 이상 차종에 적용되고 있다. 또한 하이브리드 시스템과 조합되어 하이브리드차량에 적용되고 있어 향후 하이브리드 자동차 시장에서도 필수 부품 기술로 이어질 전망이다.

II. 배기 후처리 시스템 (디젤)

환경에 대한 관심이 높아짐에 따라 배기가스 규제기전세계적으로 강화되고 있는 가운데, 특히 디젤 엔진의 배기가스 정화기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있기 때문에 본 기고문에서는 유럽의 배기규제 대응책으로 개발되고 있는 신기술들에 대하여 언급하고자 한다. 가솔린 엔진과 비교하여 디젤 엔진에서 문제가 되는 것은 배기가스 중 입자상 물질(PM)과 질소산화물(NOx)이며, 엔진의 개선만으로는 향후 한층 엄격해질 배출 기준을 달성하기 매우 어렵기 때문에 배기 후처리 기술이 병행되어야만 한다.

해외의 규제들과 더불어 국내에서는 2005년 디젤 승용차 시장이 EURO III 배기 규제에 적용되고 2006



〈그림 2〉 수동변속기 전자화에 따른 진화

년에는 EURO IV 배기 규제에 강화되기 때문에 배기 후처리 장치의 개발에 많은 연구가 필요하다.

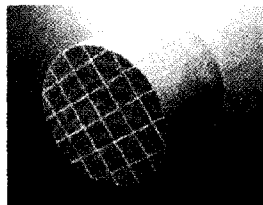
### i. EURO III 배기 규제 대응 기술

현재 EURO III 배기 규제에 대응하기 위해 디젤 승용차는 디젤 산화 촉매(Diesel Oxidation Catalyst, DOC)를 장착하고 있다. 엔진 연소의 개선, 엔진 제어 기술 등에 의한 입자상 물질(PM)과 질소 산화물(NOx)의 저감과 함께 디젤 산화 촉매는 기체 상태의 탄화수소(Hydrocarbons, HC), 일산화탄소(CO) 및 입자상 물질의 유기성 용해 물질 성분(SOF) 등을 CO<sub>2</sub>와 H<sub>2</sub>O로 변환시켜 저감시킨다. 하지만 디젤 산화 촉매는 연료 중에 함유되어 있는 황 성분의 연소로 인해 배기가스 중에 존재하는 이산화황(SO<sub>2</sub>)도 산화시켜 황산염 입자를 만들기 때문에, 연료 중의 황 성분의 저감이 필요하며, 이는 향후 EURO IV, EURO V 등의 배기 규제에 대처하기 위해서도 필수적이다.

국내의 경우 2006년부터 연료의 황 함유량이 30ppm 이하로 규제된다면, 황으로 인한 디젤 촉매의 활성저하는 다소 줄어들 것으로 예상된다.

### ii. EURO IV 규제 대응 기술

EURO IV는 EURO III에 비해 입자상 물질과 질소 산화물 배출량을 절반으로 낮추어야 한다. 입자상 물질과 질소산화물은 Trade-off 관계에 있어서 동시에 저감시키는 것이 매우 곤란하다. 현재 EURO IV 배기 규제 중 질소산화물의 규제치를 달성하기 위해 Cooled EGR(Exhaust Gas Recirculation)을 사용하고 고압 다중 분사, 정밀 엔진 제어 등 엔진을 개선하고 있다.



(그림 3) 디젤 매연 여과 필터(SIC)

엔진 개선을 통해 질소산화물을 줄이는 대신 이로 인해 증가되는 입자상 물질은 디젤 매연 여과 장치(Diesel Particulate Filter, DPF)를 이용해 제거하는 방법은 많은 자

동차 제작사가 채용하고 있다.

매연 여과 장치는 일반적으로 입자상 물질을 (그림 3)에서와 같은 탄화규소(SiC) 또는 코디어라이트(Cordierite) 등 재질의 담체를 이용하여 물리적으로 포집한다. 이렇게 담체에 포집된 입자상 물질은 엔진 제어에 의해 배기가스 온도를 발화점 이상으로 승온시켜 입자상 물질을 제거한다. 현재 매연 여과장치의 기술로 입자상 물질의 약 90% 이상을 정화시킬 수 있다.

매연 여과 장치 내에 입자상 물질들이 쌓이게 되면 배압이 커지게 되며, 이는 엔진에 무리를 주게 되고 자동차 성능에도 영향을 준다. 따라서 입자상 물질의 포집과 동시에 포집에 의한 배압 증가를 방지하는 재생 기술이 매우 중요하다. 현재의 재생 기술은 연속식과 비연속식 재생으로 구분되며, 입자상 물질을 산화시키기 위하여 연료에 입자상 물질의 산화를 촉진시키는 세리아(Ceria) 성분의 첨가제를 추가적으로 공급하거나 담체에 귀금속을 코팅하기도 한다.

### iii. EURO V 규제 대응 기술

2008년에 실시가 예상되는 EURO V 배기 규제는 EURO IV 규제의 절반 수준으로 강화되며 이로 인해 엔진 연소 개선 및 매연 여과 장치만으로 입자상 물질과 질소 산화물의 저감을 동시에 만족하기 어렵다. 따라서, 질소 산화물의 저감을 위해서 별도의 질소 산화물의 저감을 위한 촉매를 필요로 한다. 현재 EURO V 대응을 위해 개발되고 있는 NOx 저감 기술로는 NOx 분해 촉매, Ammonia나 Urea를 이용한 Selective Catalytic Reduction(SCR), 탄화수소를 이용한 SCR, 질소산화물 흡착촉매시스템 등이 있다. 특히 이러한 기술들은 연료 분사 시기 및 엔진 연소 등 보다 한 차원 높은 엔진 제어 기술과 함께 앞에서도 언급한 바와 같이 저유황 연료가 필요하다. 현재 EURO V 배기규제의 대응 기술 연구는 국내외를 막론하고 선점되지 않은 기술이며, 누가 먼저 선점하느냐에 따라 매우 큰 경쟁력을 확보할 수 있다고 판단된다.

(권문식 전무 : kwonms@hyundai-motor.com)