

차세대 자동차의 전망



정 동 수 (내연기관연구실장)

- '70-'77 서울대학교 기계공학과 졸업(학사)
- '84-'88 한국과학기술원 졸업(석사)
- '78-'79 서독 OPEL자동차 엔진공장 연구원
(기술연수)
- '77-현재 한국기계연구소 책임연구원

1. 차세대 자동차의 개발배경

70년대 초반의 두차레에 걸친 에너지 파동 이후 세계는 석유자원의 고갈에 대한 큰 관심과 우려를 갖기 시작하였다. 최근의 석유가격 인하로 사용량이 더욱 증가하고 있어 에너지 전문가들은 석유의 매장량이 향후 40년 이내 고갈될 것으로 판단하며 2천년대 초반에 제3의 석유파동이 올 것을 예측하고 있으므로 석유자원의 고갈에 따른 대체 에너지 개발이 시급한 실정이다. 그러나 문명의 발달과 더불어 이러한 석유자원의 고갈 못지 않게 심각한 문제로 대두되고 있는 것은 석유연료의 사용으로 인한 대기 오염이라 할 수 있다. 공해 배출물로 인하여 자연환경이 파괴되어 대기온실 효과, 산성비, 스모그현상, 인체중독 등으로 생태계가 위협을 받으며, 특히 대도시 대기오염의 30% 이상이 자동차의 배기가스에 의한 것이므로 무공해 연료를 사용하는 자동차의 개발이 요구되고 있다.

이러한 공해 환경문제와 에너지 위기극복을 위하여 선진국에서는 알코올, 천연가스, 수소 등의 대체연료 자동차 및 스테어링 자동차, 가스터빈 자동차, 전기자동차 등 대체 원동기 자동차가 개발되어 많이 실용화되고 있다. 또한 생활수준의 향상과 복지증진을 위하여 쾌적하고 안전한 자동차가 요구되고 있으므로 자동차의 고성능화를 위한 첨단기술 및 전자제어 시스템 사용에 대한 연구개발도 활발히 수행되고 있다.

따라서 첨단 시스템을 갖춘 무공해 자동차의 개발은 환경문제 및 에너지 위기의 극복과 첨단 교통 수단에 의한 복지생활 증진으로 2천년대

선진사회의 실현을 위해 크게 이바지할 것이므로 최근에 차세대용 자동차로 기대되는 대체연료 자동차와 대체 원동기 자동차, 그리고 이들 자동차가 갖추게 될 첨단기능 등에 대해서 소개하고자 한다.

2. 대체연료 자동차

현재 우리나라에서는 자동차에 의한 대기오염의 방지대책으로 배기가스 배출기준을 크게 강화하고 상설 매연단속반을 운영하는가 하면 자동차 회사들로 하여금 무연 휘발유나 LPG를 연료로 하면서 배기가스 정화장치를 부착한 이른바 저공해차를 만들도록 하고 있으나 급증하는 자동차의 수량에 비하면 이것이 해결책이 될 수 없다는 사실은 분명하다. 근본적으로 기존의 휘발유나 경유를 연료로 사용할 경우, 배기공해 배출물을 줄이는 데는 기술적으로 한계에 다다랐다고 전문가들은 결론을 짓고 있다.

차세대 자동차 연료로 메탄올, 수소, 천연가스 등 저공해성이며 높은 열효율을 가지는 비석유 자원인 연료가 전세계적으로 관심의 대상이 되어 연구개발이 활발하게 진행되고 있으나, 메탄올 엔진은 기존 엔진에 비해 엔진 내구성 감소 및 연료의 가격 문제 등에서 많은 문제점을 가지고 있다. 그리고 수소 엔진 또한 수소 연료의 수송 및 저장에 따르는 위험성 문제가 큰 난제로 남아 있어 앞으로 더 많은 연구가 필요하다. 반면에 천연가스는 연료의 가격면에서 뿐만 아니라 엔진의 내구성, 연료매장량, 무공해성 및 저장 안전성에 있어서 다른 연료보다 뛰어난 장점을 가지고 있으나 연료통 부피 증가 및 출력저하 등이 단점이다.

이러한 여러가지 대체연료 중 현재 차세대 자동차용으로 각광을 받고 있는 천연가스에 대한 외국의 개발동향을 살펴보면 천연가스를 차량기관의 연료로 사용하기 시작한 것은 이탈리아와 일본이다. 2차 세계대전 때에 이들 국가는 부족한 석유연료를 대체하기 위하여 천연가스를 사용하기 시작했는데 최근 일본에서는 LNG 전용차량인

ARE(Advanced Recipro Engine)를 개발하여 양산을 준비하고 있다.

호주, 뉴질랜드, 캐나다, 아르헨티나 등에서도 현재 100만대 가량의 천연가스 차량이 운행중에 있고, 대기오염 방지의 측면에서 현재 무공해 연료인 천연가스 차량에 대한 연구개발에 많은 인력과 재정적 지원을 정부가 하고 있다. 미국에서도 1960년대에 대기오염 문제를 해결하기 위해 천연가스를 차량용으로 도입하기 시작했으나 기체연료의 불편함과 기술수준의 미비, 가스연료 정책 부족 등으로 크게 각광을 받지 못했었다. 그러다가 1984년 포드사에서 천연가스 전용차량을 개발하였으며 최근에는 대체연료 자동차를 위한 법을 개정하고 35년 동안 통제해 오던 천연가스 가격을 자유화 시킴으로써 천연가스 생산의욕을 고취시키고 있다. 따라서 천연가스는 앞으로 100년 이상 사용이 충분할만큼 매장량이 풍부하므로 90년대에는 미국 자동차의 주에너지원으로 부상될 것이라고 에너지 전문가들은 전망하고 있는 실정이다.

이밖에 소련이나 헝가리, 체코슬로바키아 등의 공산국가와 아르헨티나, 인도네시아, 파키스탄 등의 개발도상 국가에서도 천연가스를 연료로 하는 자동차의 실용화를 추진하고 있다.

3. 대체원동기 자동차

기존 내연기관은 피스톤 왕복운동 기관이므로 진동과 소음이 많고 대부분 석유연료에 의존되고 있으므로 이러한 단점에서 탈피하기 위하여 스테어링 엔진 및 가스터빈 등의 원동기가 자동차용으로 개발되고 있으며 완전 무공해라 할 수 있는 전기자동차 등도 실용화가 추진되고 있다.

스테어링 엔진은 진동과 소음이 적고 대체연료의 사용이 가능하며 배기열의 재이용이 가능하므로 열효율이 높은 편으로 heat pump 등에는 실용화되고 있으나 출력조절 기구 및 냉각용 라이에타, heater부 등의 구조가 복잡하여 생산성이 낮고, 고압 작동 가스의 누설과 윤활 등의 문제도 있어 아직 자동차용으로는 실용화 되지 않고 있다.

가스터빈은 대체연료 사용 가능한 회전구조식으로 진동 소음이 적은 장점이 있으나 연료소비율이 크고, 생산단가가 높으며, 고회전으로 인한 회전체의 관성 때문에 가속성이 뒤떨어지고 큰 감속비의 감속장치가 요구되는 등 단점이 많아 실용화가 지연되고 있다.

전기자동차는 무공해, 대체에너지 이용의 이상적인 차세대 자동차로 판단되고 있으나, 지금까지 승용차로서 실용화 되지 못하고 있는 것은 다음과 같은 성능상의 제한이 있기 때문이다. ①전지의 specific energy가 낮아 필요한 주행거리를 위해 전지의 무게가 무거워 진다. ②전지의 power density가 낮아 서행운전이 된다. ③운전 방식이나 기후에 따라 충전능력이 달라진다. ④전지의 충전수명이 짧다.

또한 전기자동차가 실용화되어도 널리 보급되기 위해서는 다음과 같은 시장조건이 고려되어야 할 것이다. ①차량의 성능과 신뢰성 ②차량 및 전지의 수명 ③차량유지 비용 ④증고 및 폐품의 이용가치 ⑤AS 및 부품조달의 용이

이러한 여러가지 문제점이 산재하고 있으나 최근의 기술발전 속도로 볼 때 조만간에 해결될 것으로 전망되고 있으며, 전지의 경우도 일반 납축전지에서 NaS 전지로 발전하였고 최근 연료전지의 기술개발로 소형이면서 고성능을 얻을 수 있으므로 전기 자동차의 개발전망은 매우 밝다고 단언할 수 있다(표 1).

최근 외국에서 개발된 전기자동차의 주관기관 및 주요성능에 대해 몇가지 예를들면 다음과 같다.

- 1) 일본 : 1977년 · 통산성 산하 공업기술원에서 5년간에 걸쳐 개발
 - 최고시속...94 km/h
 - 1회 충전주행거리 180 km
- 1989년 · 다이하쓰 공업에서 개발
 - 최고시속... 90 km/h
 - 1회 충전주행거리 200 km
- 2) 독일 : 1986년 · 폭스바겐, 전지, 전력, 모터 회사 공동개발(그림 1)
 - 최고시속...100 km/h
 - 1회 충전주행거리 80 km

표 1) Vehicle Propulsion System Power Density

	kW/kg	kg/kW
· CONVENTICNAL VEHICLE		
Internal Combustion Engine	50	2.0
· ELECTRIC VEHICLE		
Motor and Controller	1.00	1.0
Batteries 50% SOC		
Lead Acid 90 W/kg	.090	11.1
NaS 164 W/kg	.164	6.1
Fuel Cell		
Phosphoric Acid Stack	.067	14.8
Phosphoric Acid System	.033	29.9
PEM Stack (Today)	.150	6.7
PEM Stack (Future)	1.00	1.0
AFC Stack (Future)	2.00	.5

1986년 · Pohlmann EL사 개발

- 최고시속...115 km/h
- 1회 충전주행거리...105 km

3) 미국 : 1990년 · Ford에서 개발

- 최고시속... 96 km/h
- 에너지 소비량 0.25kw.h/km

1990년 · AT & T사의 벨연구소 개발

- 전기자동차용 고성능 소형 연료전지 개발

1989년 · G.M에서 개발

- 최고시속...176 km/h
- 100 km/h 가속소요시간 8초
- 1회 충전주행거리 200 km

미 최대 자동차 메이커 제너럴 모터스(GM)사는 1990년 4월에 “매연 방출이 전혀없는 전기자동차 「Impact」를 본격 생산함과 동시에 조속한 시일내에 시판에 나설 방침” 이라고 발표하였다.

이외도 이태리, 캐나다, 영국 등의 여러나라에서도 연구개발이 활발히 진행되고 있다.



그림 1) 폭스바겐 사의 전기자동차

현재 여러곳에서 진행중인데 미국의 폴리모터사가 이 부분에서 상당히 성공을 거둔 것으로 알려져 있다. 이 회사는 엔진 부품중 실린더 라이너, 크랭크축, 기어, 커넥팅 로드 등을 플라스틱으로 대체하여 시험중이다. 엔진과는 달리 외부차체에 플라스틱 적용이 고려되지 않는 것은 수리시의 용이함과 강도면에 있어서 금속이 우수하기 때문이다(그림 2).

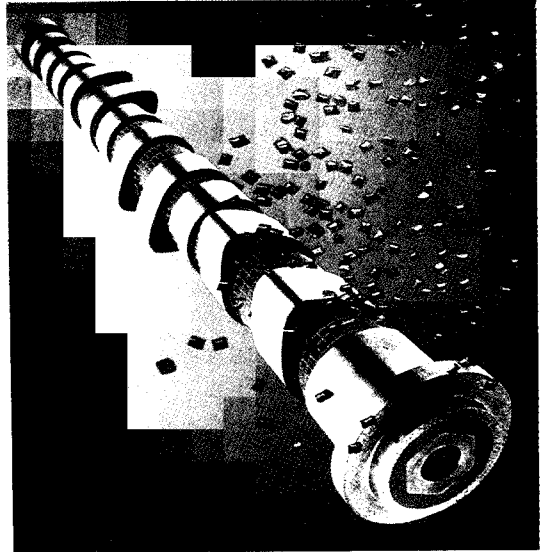


그림 2) 플라스틱은 가볍고 내부식성이 뛰어나다. 플라스틱으로 만든 캠축

4. 차세대 자동차용 첨단기능 부품

4.1. 플라스틱 부품

현재로는 철이 아직도 자동차 구조의 주요한 재료이지만 앞으로는 알루미늄과 플라스틱과 같은 대체 재료들의 활용이 예상된다. 자동차의 구조물 재료로 플라스틱의 활용이 대두되고 있는 이유는 철보다 플라스틱을 사용함으로써 자동차의 전체 중량을 감소시켜 리터당 주행거리를 증가시키고, 금속을 사용함으로써 생기는 녹과 부식의 문제를 해결할 수 있기 때문이다.

오늘날 자동차 제조에 사용되는 것의 모든 고강도 저합금 금속은 대부분 부식방지를 위해 한 쪽면 또는 양쪽면 모두를 전기도금한다. 이 전기도금으로 인해 6~7년 동안은 부식이 방지될 수 있으나 10년 정도의 부식방지를 위하여는 플라스틱의 사용이 필수적이고, 최근에는 흡기다기관과 캠축을 포함한 중요 엔진부품을 고온의 플라스틱 페놀주조와 합성수지로 만들고 있으며, 플라스틱으로 만들어진 캠축의 경우 무게가 기존의 주철 제품보다 약 50%, 고열 단조제품보다는 약 40% 정도 감소된다. 플라스틱 캠축은 강철 또는 주철로 된 것보다 회전시 생기는 소음이 적다는 장점이 있다.

자동차 동력장치를 플라스틱으로 만드는 연구도

4.2. 자동운행장치

자동운행장치는 카세트 테이프에 저장된 디지털지도, 전자식표시판, 컴퓨터 그리고 운전자의 위치를 지도위에 나타내는 센서로 구성되어 도로상에서 운전자의 위치를 정확히 알려주는 기능을 갖추고 있다.

이 장치에서 자동차의 위치를 판단하는데는 다음의 4가지 방법이 가능하다. 첫째로는 3개의 자이로스코프와 3개의 가속도계 그리고 보조전자장치와 컴퓨터를 이용하는 관성운행법, 둘째로는 위성의 송신기와 자동차에 있는 수신기를 이용한

무선운행법이 있으며, 세계로는 송신기를 가지고 도로 표시판과 자동차에 있는 수신기, 컴퓨터 등으로 구성된 도로표시판 운행법이 있다. 내제로는 수동으로 입력된 출발지점에 대한 자동차의 위치를 정확하게 알아내는 센서로 구성된 추측운행방법이 있다.

이중 추측운행방법이 요즘은 널리 자동운행장치 자동차에 사용되고 있는데 이것은 전자식 자기나침판과 거리센서로 구성되어 자기나침판은 자동차의 진행방향을 결정하며, 거리센서는 자동차의 운전거리를 결정하는데 사용되는 것으로 운행된 거리와 방향으로 자동차의 위치를 정확히 파악하는데 사용되고 있다. 그런데 이러한 방법으로는 자기나침판의 자기방해, 부적절하게 입력된 자료, 잘못된 길안내 등으로 약간의 오차가 발생하고 있으므로 자동차 운행장치에는 교차로와 도로경계표가 표시되어 있는 더욱 정밀한 디지털 지도 자료가 요구된다.

위치의 정확성이 가장 확실한 방법은 인공위성을 이용하는 방법으로 최근 일본의 마즈다와 파이어나어 사에서는 실용화하여 승용차용으로 시판하고 있다.

앞으로 몇년후에는 운행경로 안내장치와 향상된 그래픽 표시장치, 정밀한 도로자료와 지도저장을 위한 콤팩트 디스크의 사용이 증가될 것이며, 위성 수신기가 비용면에서 싸게 되어서 추측운행방법

기술을 겸한 위성 수신방법이 보다 더 효율적인 운행경로 안내를 위한 방법이 될 것으로 예상된다.

4.3. 입체식 계기판

입체식계기판은 속도나 회전방향표시 등 계기판의 정보를 홀로 그래픽상으로 앞 유리면에 투영하여 마치 앞 범퍼 위의 공간에 계기판의 정보가 떠 있는것 같이 보이게 하는 것으로 운전자가 계기판을 보기 위해 전방을 소홀히 하지 않게 한다. 이는 10년전부터 군사용 초음속기에 사용되어온 것으로 항상 정면을 주시하도록 하는 것이 목적이었으나 오늘날 자동차가 고속화됨에 따라 자동차에서도 이러한 입체식 계기판이 필요하게 되었다. 구형의 입체식계기판은 두꺼운 박스 형태로 운전자의 정면 계기판 위에 있는데 비하여 이 시스템은 계기판 안에 설치될 것이다.

입체식 계기판은 박스 안에 있는 높은 광도의 진공형 광튜브가 정보를 확대 반사경 안으로 반사하고 이것은 다시 그 정보를 앞 유리면에 투영하게 된다. 반사경의 경사에 의하여 앞 유리면에서의 상의 표시높이를 높이거나 낮출 수 있는 조정이 외부적으로 가능하다.

입체식 계기판의 상이 맺히는 위치는 정면에서 좌측으로 10도의 위치가 가장 적절한 위치이며 이 위치는 도시 거리에서와 같은 복잡한 운전상

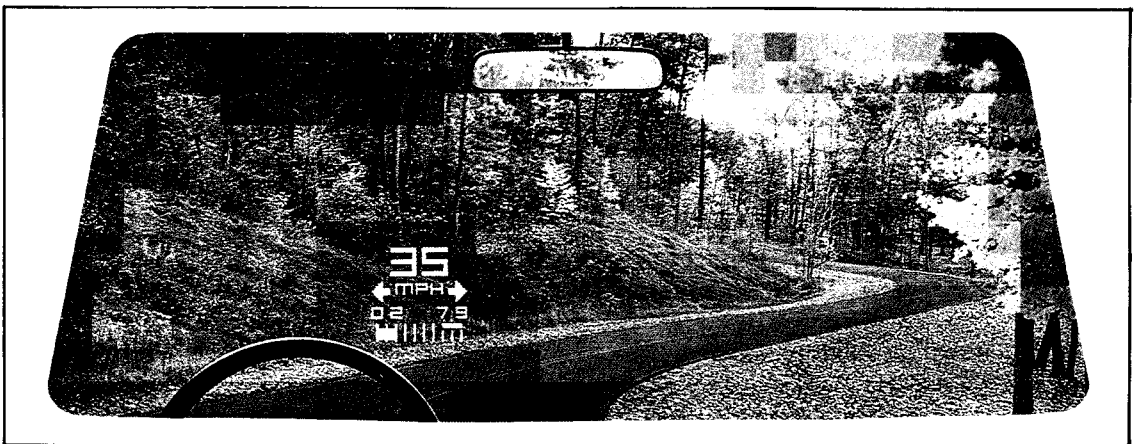


그림 3) HUD as it Appeared on 1988 Oldsmobile Cutlass Special.

황하에서 차폐나 곤란을 피하는 적당한 위치이다.

앞으로는 쉽게 상을 판단할 수 있는 초록, 청색, 오렌지색의 색상에 대한 연구가 진행될 것이고 90년대 초까지는 계기판의 속도계 오일상태 온도시간 등을 표시한 입체식 계기판이 나타나리라고 예상되며 또한 계기판은 점차 소형화 될 추세이다 (그림 3).

4.4. 중앙집중제어

자동차의 안전과 편의장치 등의 전자화 추세가 매년 증가함에 따라 각 제어마다 각각 제어를 할 경우 구조 및 전선장치가 복잡하게 될 것이다. 따라서 각 제어 시스템을 중앙집중식으로 제어하는 장치가 개발되어 전자장치들간에 정보를 공유할 수 있게 되었으며 복합 전선 장치를 이용하여 전선의 부피를 줄이고 커넥터의 복잡성을 피할 수가 있다.

복합전선 장치에서는 제어정보가 동일한 전선을 통해서 모든 단자에 전해지기 때문에 제어정보를 공유할 수 있고, 종합버스를 통하여 각 단자에 제어정보가 전달되기 때문에 제어기와 전자장치들 사이의 교신은 미리 정해져 있는 전자장치의 번지수를 통하여 제어정보가 각 단자에 전달된다.

4.5. 보조안전장치

공기백은 안전벨트와 함께 사용하는 보조 안전장치로서 자동차가 정면충돌시 운전자와 조수석의 자리에 앉아 있는 사람에게 가해지는 충격을 경감시키고 특히얼굴·가슴·머리를 보호한다.

이 장치는 차 앞부분의 4군데에 5개의 충격감지기를 가지고 있다. 이것은 장치되어 있는 차에 최소 시속 40km의 속도로 충돌하는 경우 공기백을 팽창시키기 위해 신호를 보내는 작용을 한다.

공기백을 채우는 가스는 무해한 질소가스로 되어 있고 충돌시에는 0.04초 이내에 완전히 부풀어진다. 운전자의 공기백은 조향핸들 허브속에 들어 있으며 조수석의 공기백은 계기판 뒤에 들어있다.

앞으로는 정면충돌에 제한되지 않고 측면충돌 등 보다 다양한 충돌시스템에 대비하는 디자인이 개발될 것이다 (그림 4).

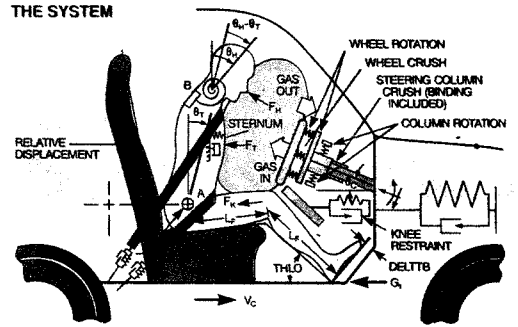


그림 4) Air-back system.

4.6. 자동조절현가장치

현가장치는 차축과 차대를 연결하고 주행중 노면에서 받는 진동이나 충격을 흡수하여 승차감과 안전성을 향상시키는 장치이다.

재래식 현가장치는 스프링, 쇼크업소버, 안정조정기 등으로 구성되어 있으나 오늘날에 와서는 더 좋은 성능을 얻기 위하여 전자장치를 이용하게 되었다. 즉 재래식 쇼크업소버 대신에 자동적으로 제어되는 유압작동기를 각 바퀴에 설치하여 차량의 여러곳에 설치한 변위센서, 하중센서, 가속도센서들로 부터의 신호를 컴퓨터에 보내고 컴퓨터는 다시 유압 작동기에 흐르는 유체의 양을 조절하게 되며, 자동적으로 제어되는 펌프는 이 유압장치에 필요한 압력을 유지시켜 주고, 유압작동기는 각 바퀴의 힘을 수정하여 더 편안한 승차감과 운전성 그리고 견인력을 얻게한다.

자동조절현가장치는 차가 커브길을 돌때 차체가 수평을 이루게 하며 컴퓨터는 도로위나 밖의 불규칙한 돌출부분에 대하여 그 크기를 감지하여 유압작동기로 하여금 바퀴를 적당히 들어올리게 한다. 자동조절현가장치는 더 부드러운 승차감과 더 좋은 견인력, 차량의 기울어짐의 감소 그리고 향상된 운전성을 제공한다.

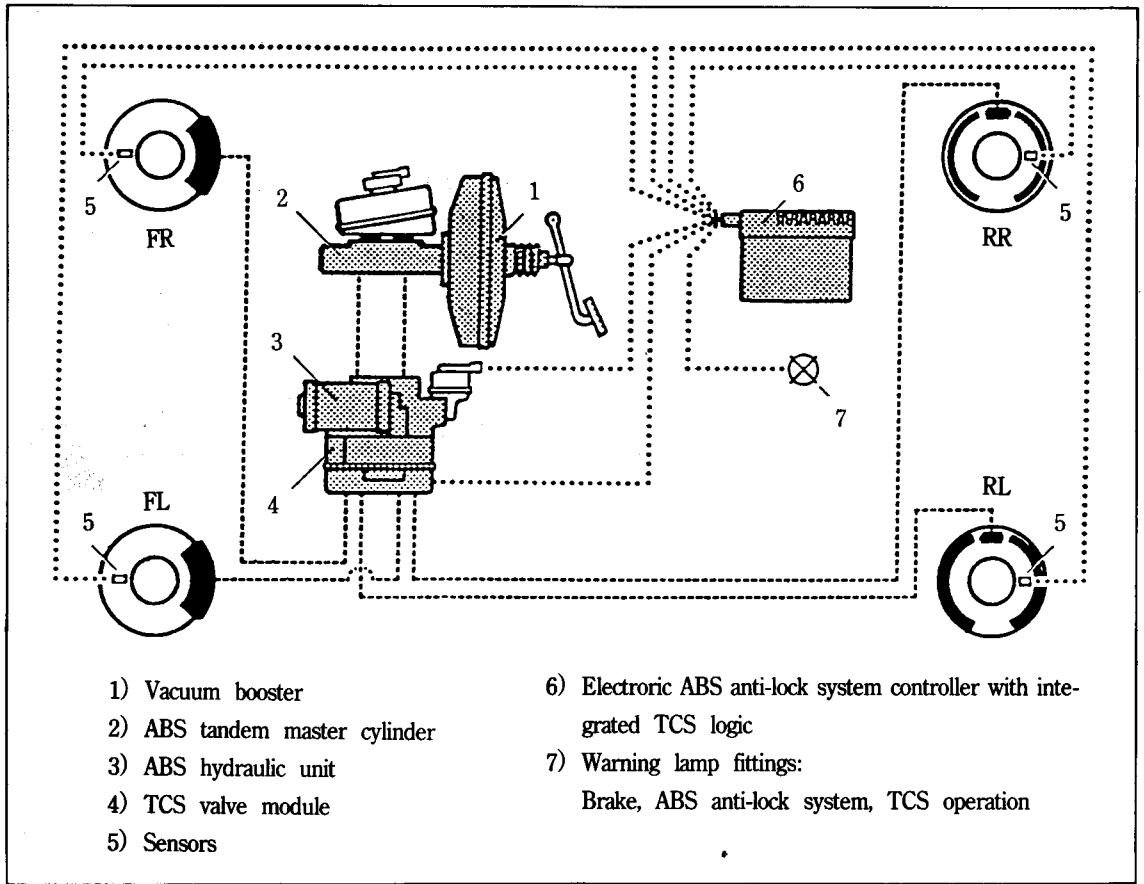


그림 5) ITT Teves traction control schematic.

4.7. 자동제동장치

자동차의 기술발달로 속도가 빠르고 가속 성능이 우수한 자동차가 등장하게 됨에 따라 자동차의 충돌위험이나 미끄러운 도로상황에서 제어능력이 좋은 브레이크를 제작하는 것이 필요하다.

자동제동장치(ABS)는 피드백 방식으로 브레이크의 제동압력을 전자식으로 조정하여 바퀴가 회전없이 미끄러지는 것을 방지하는 장치이다. 이 장치의 원리는 타이어와 도로면의 유효마찰계수는 미끄러짐이 10~20%일때 최고이며 1백% 미끄러짐에서는 이 값이 70~80%로 떨어지는 것을 응용한 것이다.

전형적인 자동제동장치의 구성요소로서는 바퀴

의 속도를 감지하는 바퀴속도센서와 센서신호처리, 여러종류의 자동제동장치의 밸브와 부품의 구동장치, 오동작 감지장치, 컴퓨터 기능을 가지고 있는 전자식 조절기 그리고 브레이크의 압력을 줄이거나 유지하거나 또는 증가시키는 역할을 하는 전자식 브레이크 압력조절기로 이루어져 있다.

1980년대 들어 소형 컴퓨터와 전자센서의 급격한 발전으로 자동제동장치의 출현이 가능하게 됐는데 이 장치에 들어가는 컴퓨터칩과 하드웨어는 크기가 점점 소형화되고 기억용량도 증가하고 있다. 현재 자동제동장치는 고가장비여서 고급자동차와 트럭에만 사용되고 있으나 앞으로는 저렴한 대중형장치가 개발되어 일반 장도차에도 사용될 것이다(그림 5).

5. 차세대와 우리 자동차기술

과학의 발달과 생활수준이 향상됨에 따라 자동차 기술은 지금까지의 고성능·안정성 우선 사고 방식에서 점차 무공해·안락성 우선으로 전환 될 것이며, 석유에너지의 위기를 의식하여 대체에너지 개발에도 큰 관심을 갖게 될 것이다. 따라서 대체에너지이면서 무공해 첨단 기능의 자동차인 차세대자동차의 윤곽은 어느정도 들어나고 있다고 할 수 있을 것이다.

우리의 자동차 산업은 언제까지나 외국도입기

술에 의존할 것이 아니라 그동안 축적된 기술을 바탕으로 한걸음 앞서 나갈 필요성을 충분히 인식하고 있으므로 이제 서서히 차세대 자동차에 대한 개발에도 준비를 해야할 것이다. 자동차기술은 여러기술분야의 종합체이므로 단시일내에 이루어 질 수 없으며, 자동차기술의 발전이 타산업에 미치는 파급효과는 매우 클 것이다. 21세기에 도 여전히 자동차가 지구상 제1의 교통수단임에 틀림없으므로 기업은 물론 국가적인 차원에서도 차세대 자동차에 대한 연구개발을 서둘러야 할 것이다.

국제 학술대회 참가안내

제 2 회 한일 유체공학 학술회의 논문모집 (The Second KSME-JSME Engineering Conference)

주 최 : 대학기계학회(KSME), 일본기계학회(JSME)

개 최 일 : 1990년 10월 11일(목)~12일(금)

개최장소 : 서울

분 야 : 유체공학분야(열, 질량이동 및 화학반응을 수반하는 유체유동 포함)

사용언어 : 영어

일 정 : 1990년 4월 30일 : 논문초록(약 200자) 접수마감

1990년 5월 31일 : 참가 접수 통지

1990년 8월 31일 : 완성된 논문 접수마감

(사진 제판용 영문 타자 원고 제출)

※ 논문 발표를 희망하시는 분은 가급적 빠른 시일내(90. 3. 31. 까지)에 논문 가제목을 알려 주시기 바랍니다.

신청 및 문의처 : 연세대학교 공과대학 기계공학과 이진호 교수

☎120-749 서울특별시 서대문구 신촌동 134

TEL : (02) 392-0132(교) 2779

FAX : (02) 312-7735