

자동차 물리 (1) 입문

김성익(noerror@hitel.net)

2005.12.11

Spirit of Flame
3D RealTime Graphics Programming Study

Kasa

개요

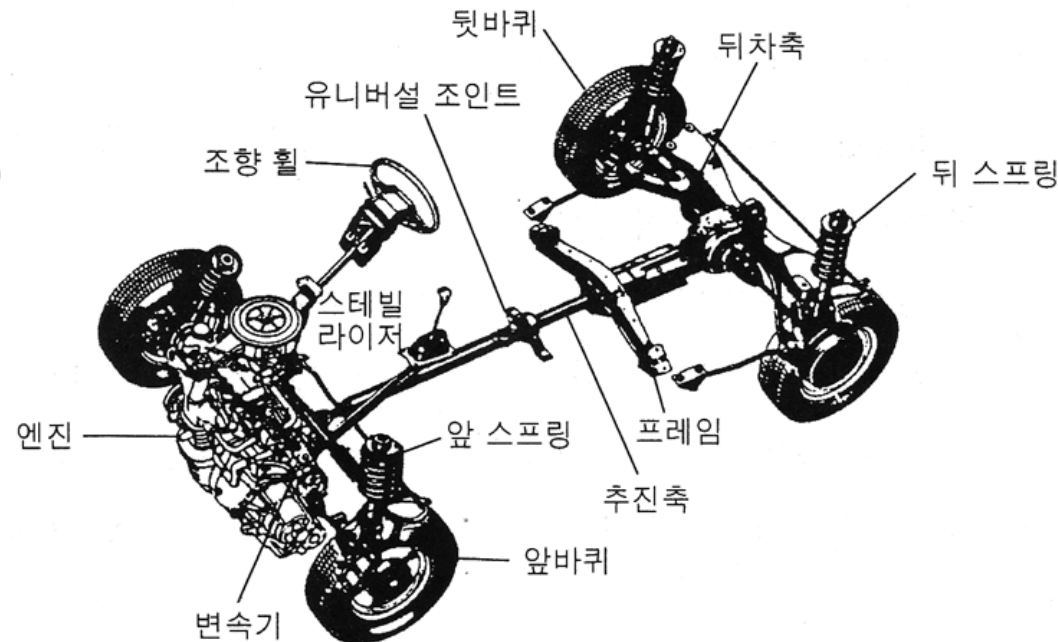
- 자동차 구성 요소
- 자동차 구동 요소
- 자동차 구동 특성

- motive : 자동차 게임에 필요한 요소들은 ?



자동차 구성 요소

- 바디(body)
- 새시(chassis)
 - 동력발생장치 (engine)
 - 동력전달장치 (power transmitting system)
 - 조향장치 (steering system)
 - 현가장치 (suspension system)
 - 제동장치 (brake system)
 - 휠과 타이어 (wheel and tire)



- 자동차별 제원과 특성

MERCEDES-BENZ S 500 L의 주요 제원	
Engine	
형식	V8 DOHC
배기량	5462cc
보어×스트로크	98.0×90.5mm
최고출력	388마력/6000rpm
최대토크	54.0kg·m/2800~4800rpm
압축비	110.5 : 1
연료 공급 장치	전자식 연료 분사
연료 탱크 크기	90ℓ
권장 연료	옥탄가 98이상 고급 휘발유
Transmission	
형식	자동 7단 (7G-트로닉)
기어비 ①/②/③	4.38/2.86/1.92
④/⑤/⑥	1.37/1.00/0.82/0.73/3.42(2.23)
최종 감속비	2.65
굴림 방식	햇바퀴굴림
Body	
형식	4도어 세단
구조	모노코크, 스틸+알루미늄
길이×너비×높이	5210×1870×1475mm
휠베이스	3165mm
트레드 앞/뒤	1605/1605mm
최저 지상고	145mm
공차 무게	2080kg
앞뒤 무게 비율	자료 없음
회전 지름	12.2
공기 저항 계수	0.27
Chassis	
스티어링	랙 & 피니언(파워)
스티어링 록투록	자료 없음
서스펜션 앞/뒤	4링크/멀티링크
브레이크 앞/뒤	모두 V디스크(ABS)
타이어 앞	255/45 R18
뒤	275/45 R 18
휠 앞/뒤	앞 18×8.5J, 뒤 18/9.5J
Dimension	
실내 너비 1열/2열	1545/1548mm
머리 공간 1열/2열	961/977mm
다리 공간 앞/뒤	자료 없음
트렁크 크기	560ℓ
Performance data	
최고시속	250km/h(속도 제한)
0→시속 100km 가속	5.4초
공인 연비	6.9km/ℓ
값	2억260만 원

Spir

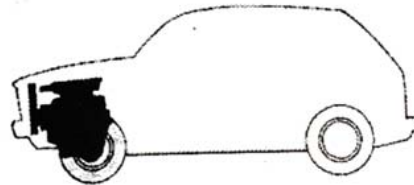
3D RealTime Graphics Programming Study

Kasa

자동차 분류

- 엔진의 위치 및 구동 방식에 의한 분류
 - 앞 엔진 전륜 구동 자동차 (front engine front wheel drive car)
 - 앞 엔진 후륜 구동 자동차 (front engine rear wheel drive car)
 - 뒤 엔진 후륜 구동 자동차 (rear engine rear wheel drive car)
 - 앞 엔진 4륜 구동 자동차 (front engine 4 wheel drive)

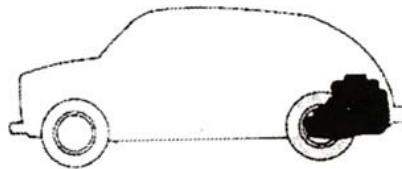
- 중량의 균형점
- 조향 특성
- 가속성
- 연비
- 효율



FF 카



FR 카



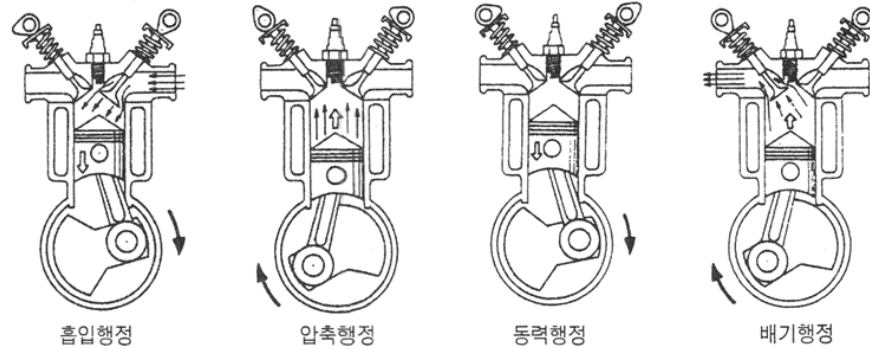
RR 카



4WD 카

엔진 engine

- 4 사이클 기관 (4 cycle engine)
 - 흡입, 압축, 폭발, 배기



- 엔진의 출력 / 토크
 - 이론마력, 도시마력, 제동마력
- 보어, 스트로크 (장 행정, 정방형, 단 행정)
- 배기량 ($\text{보어}/2 * \pi * \text{스트로크} * \text{실린더수}$)
- 압축비

- 성능 특성

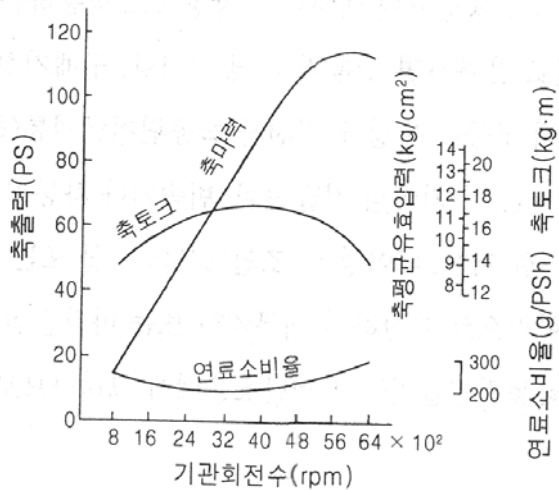


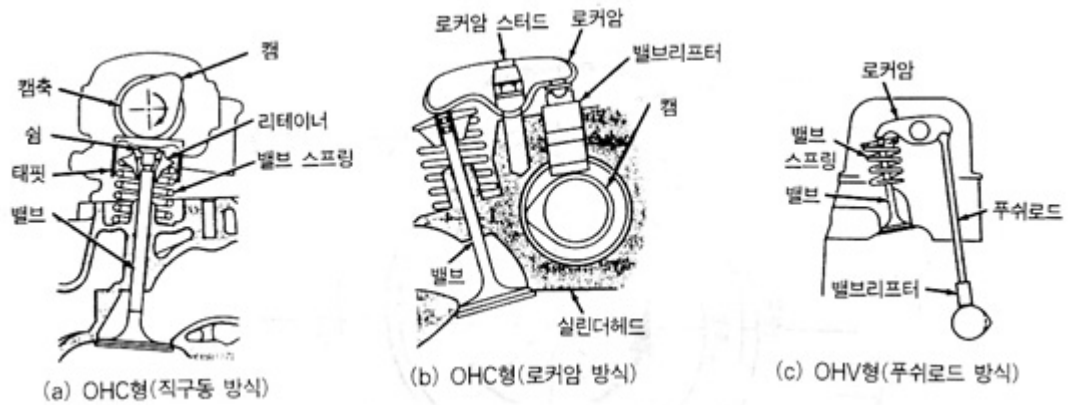
그림 4-1 기관의 성능곡선

- 기관출력 향상

- 실린더 체적의 증대
- 체적 효율의 향상
- 회전 속도 증가

- 캠축 및 밸브의 배치에 따른 분류

- OHV (over head valve type engine) 고토크
- SOHC (single over head camshaft)
- DOHC (double over head camshaft) 고회전효율



- 엔진 배열

- 직렬형
- V형

- 실린더 수와 엔진 진동

- 로터리 엔진



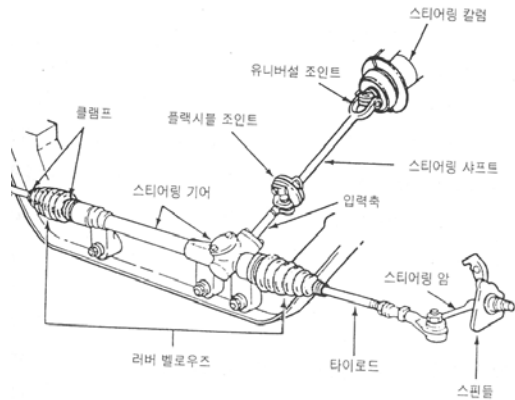
동력 전달 장치

- 클러치 (엔진의 동력을 일시 차단)
- 기어비
- 변속기
 - 수동 변속기
 - 자동 변속기
 - 토크컨버터: 효율 96~98%
 - 킥다운
- $V = \pi * D * N / (r * rf) * 60 / 1000$

V : 자동차 주행속도 (km/h), D: 바퀴의 지름(m), N: 엔진의 회전속도(rpm)
r : 변속비, rf : 종감속비

조향장치

- 랙 앤 피니언 (Rack & Pinion gear)



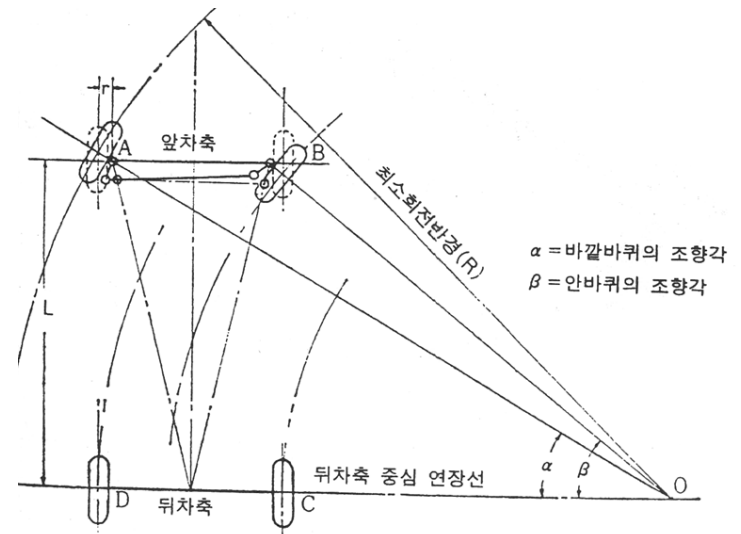
- $R = L / \sin A + r$

R : 최소 회전 반지름

L : 축간거리 (wheel base)

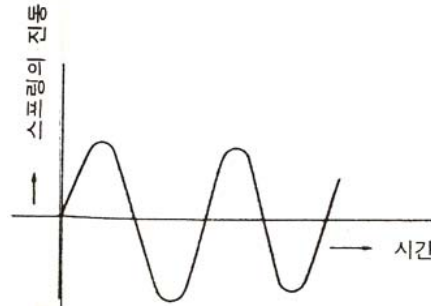
$\sin A$: 가장 바깥쪽 앞바퀴의 조향각

r : 바퀴 접지면 중심과 킹핀과의 거리

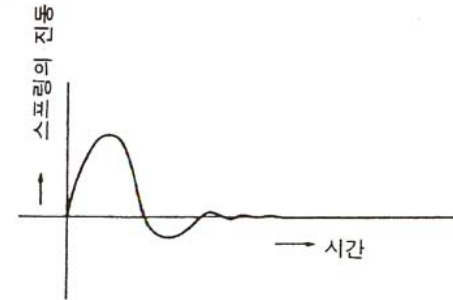


현가장치 Suspension

- 새시 스프링
- 속 업소버(shock absorber)



(a) 속 업소버가 없는 경우

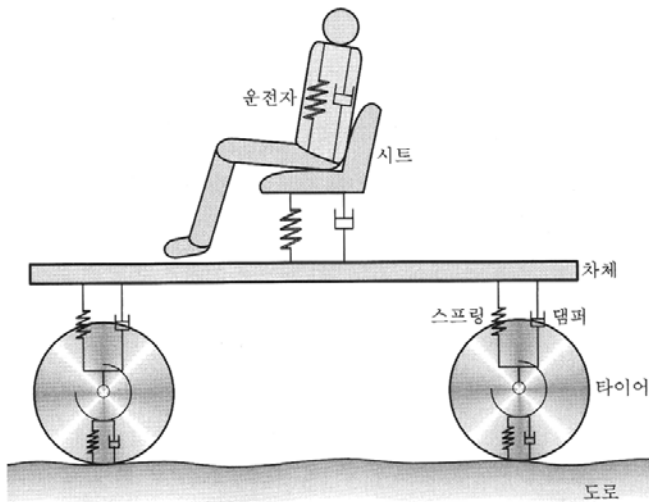
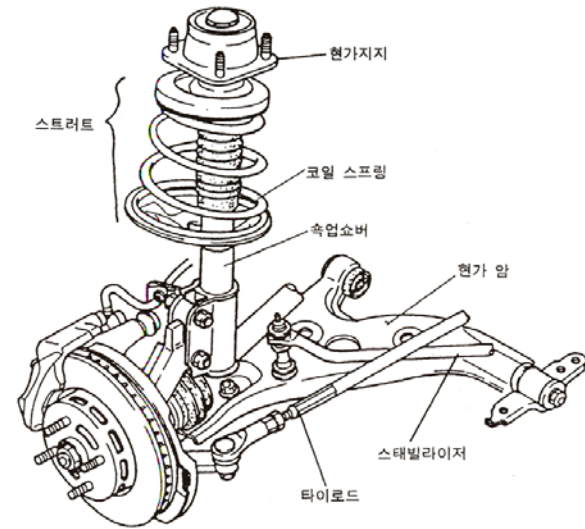


(b) 속 업소버가 있는 경우

표 4-2 차량시스템의 6자유도운동 및 용어 정의[4.5]

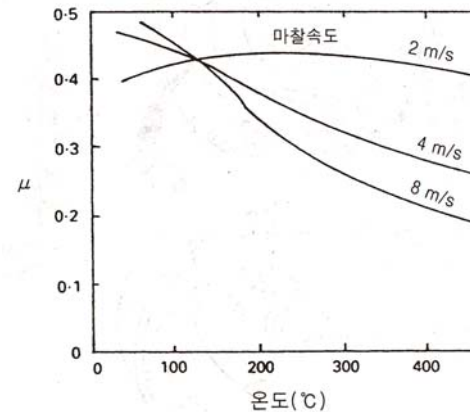
운동 종류	운동축	현가상진량 (차체)	현가하절량(차축 및 바퀴)	
			차축식 현가계	독립식 현가계
병진운동 (translation)	x축	종축운동 (performance)	스킵프 (scuff)	스킵프 (scuff)
	y축	횡축운동 (side-slip)	셰이크 (shake)	셰이크 (shake)
	z축	수직운동 (bounce)	휠홉(wheel-hop) 또는 자운스와 리바운드 (jounce & rebound)	휠홉(wheel-hop) 또는 자운스와 리바운드 (jounce & rebound)
회전운동 (rotation)	x축	롤 (roll)	트램프 (tramp)	캠버 변화 (camber change)
	y축	피치 (pitch)	와인드업(wind-up)	캐스터 변화 (caster change)
	z축	요 (yaw)	요(yaw) 또는 조향(steer)	토 변화 (toe change)

- 앞바퀴
 - 일체차축식
 - 독립현가식 (위시본 Wishbone, 맥퍼슨형 Macpherson)
- 뒷바퀴
 - 일체차축식
 - 독립현가식 (스윙액슬형, 트레일링 암형, 멀티링크형)



제동장치 brake

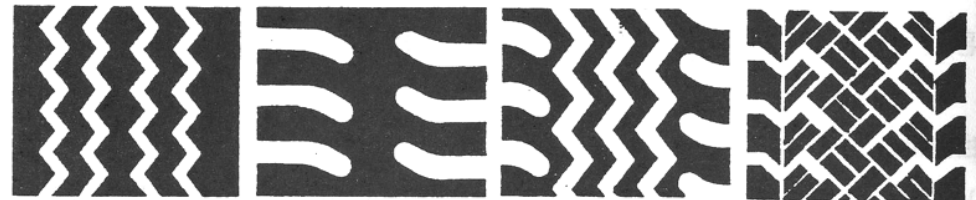
- 상용 브레이크 (풋 브레이크)
- 주차 브레이크 (핸드 브레이크)
- 페이드 / 베이퍼 록 현상 (마찰열로 제동 능력 저하)
- 제동거리/제동시간
- ABS (Anti-lock brake system)
- 펌핑 브레이크



마찰속도와 마찰계수의 변화

휠과 타이어 (wheel and tire)

- 앞 바퀴 정렬 (캠버, 토우인)
- 휠 크기
- 타이어 트레드 패턴 (tread)
 - 리브(rib)형 - 고속주행
 - 러그(lug)형 - 제동력우수
- 공기압 (단면적)
- 스탠딩 웨이브 현상 (standing wave)
- 수막현상 (hydro planing)



(a) 리브형

(b) 러그형

(c) 리브 러그형

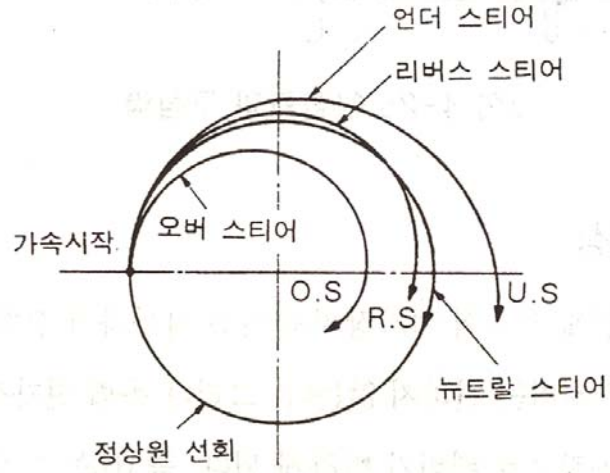
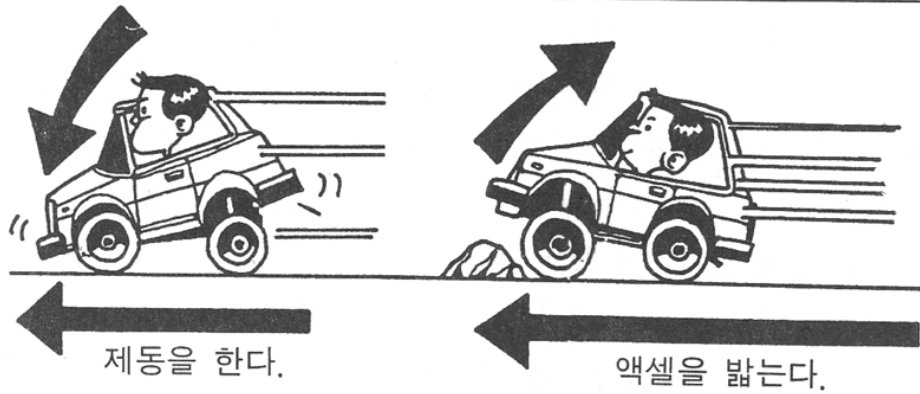
(d) 블록형

주행저항

- 구름저항 (R_r) = $u_r * W$
 u_r : 구름 저항 계수, W : 차의 총 중량 (kgf)
- 공기저항(R_a) = $u_a * A * V^2$
 A : 자동차 전면 투영 면적(m^2), u_a : 공기저항 계수, V :자동차 공기에 대한 상대 속도 (m/s)
- 구배(등판저항) $R_g = W * \sin A$
 $\sin A$ 노면 경사도
- 가속 저항 (R_i) = $(1 + a) * W * a / g$
 a : 가속도 (m/s^2), g : 중력 가속도 ($9.8m/s^2$)

주행 특성

- 하중 이동
- 브레이크록
- 타이어록
- 언더스티어
- 오버스티어



- (계속)