

4WD와 새시대

方 重 哲
雙龍重工業(株) 責任研究員



• 1952年 6月 26日生
• 動力工學에서의 內燃機關을 專攻하였으며, 特別히 디젤機關의 燃機改善에 많은 關心을 가지고 있다.

1. 머리말

자동차의 최대매력은 가고 싶은 장소에 빠르게, 그것도 자유로이 갈 수 있다는 점에서 전차나 열차처럼 레일 위가 아니면 달릴 수 없는 차량에서는 맞볼 수 없는 묘미가 있다. 그것이 곧 자동차의 생명이다. 그러나 깊게 생각해 보면 도로라고 하는 것도 레일과 크게 다를 바 없고, 또 도로로부터 조금 벗어 나게 되면 만족하게 달릴 수 없는 것이 자동차이다. 이런 점에서 자동차에 주어진 편리함을 조금 확대시켜 생각해 보면 산이든 들이든 하천이든 일반 자동차로써는 달릴 수 없는 험난한 곳을 자유롭게 달릴 수 있는 자동차의 필요성을 느끼게 된다. 따라서 이 요구에 부응하여 출현된 것이 4WD車이며, 이것을 가장 자동차다운 자동차라고 말하고 있다.

4WD란 4 Wheel Drive의 약자로 4輪驅動을 뜻한다. 예전에는 全輪驅動이라고 불린 적도 있었으나 前輪驅動 즉 FF타입의 자동차가 유행되면서부터는 혼돈을 피하기 위하여 4WD라는 호칭을 붙이게 된 것이다. 그런데 이 4WD車는 불과 10數年 전만 하더라도 일반인들의 사용은 상상조차 하지 못했다. 왜냐하면 4WD하면 으레 험준한 지프를 떠올리게 될 만큼 軍用 차량의 전용물이었기 때문이었고 또 자동차가 흔하지 않던 시절의 일반인들로서는 4WD차를 승용차로 사용할 만큼의 필요성을 느끼지 못했기 때문이다. 그러던 것이 왜 근래에 와서 서서히 그 수

요가 증가되고 있는 것일까? 그것의 가장 큰 이유는 젊은 층들의 레저붐이 세계적인 추세로 확산된 것을 들 수 있다. 참고로 표1 및 표2에 최근 수년간 일본과 한국의 4WD 차량판매 현황을 나타내었다.

표 1 4WD 차량 내수 판매 현황(일본)

		'85	'86	증가율 (%)	비 고
소형	세 단	74,485	99,509	33.6	2,000cc 이하
	기 타	80,048	106,942	33.6	
	계	154,533	206,451	33.6	

표 2 4WD 차량 내수 및 수출 현황(한국)

		'84	'85	'86	'87	'88 (예상)
코란도	내 수	1,470	1,660	1,890	2,680	4,200
	수 출	60	110	180	440	700
	계	1,530	1,770	2,070	3,120	4,900

※ 자료제공 : 동아자동차

4WD차는 일단 한번 사용해 보면 2WD(2輪驅動을 뜻하는 것으로 FF, FR, RR의 타입이 있음)차로써는 도저히 운행할 수 없는 설원, 황야, 사막 또는 급경사의 언덕길등에서도 순조로운 운행이 가능한 것을 알 수 있다. 따라서 4WD를 이용한 자동차스포츠가 새로 등장하게 되었으며 실용적인 측면에서도 새로운 세계를 열게 되었다. 그 결과 놀랍게도 지프형(jeep type)에서부터 승용차형, 트럭형에 이르기까지 4WD차

가 광범위하게 이용되고 있는 실정이다.

그러면 현재의 4WD 차에는 구체적으로 어떤 쎈들이 있으며 또한 그 특징이 무엇인지 살펴 보면,

- (1) 지프형(밴형 포함)
 - (가) 가장 꾸밈이 없고 4WD 다운 스타일 (스파르탄형으로도 불려 진다).
 - (나) 강력한 出力.
 - (다) 비포장도로에서의 뛰어난 走行能力.
 - (라) 강력한 登坂能力.
- (2) 승용차형
 - (가) 산뜻한 車體이면서 4WD의 기능 발휘.
 - (나) 일반 승용차로도 사용된다.
 - (다) 4WD 車種中 燃費가 가장 양호하다.
 - (라) 高速走行能力이 뛰어나 橫風에 강하다.
- (3) 트럭형
 - (가) 가장 견고하다.
 - (나) 폐저용으로도 사용된다.
 - (다) 큰 荷物을 운반할 수 있다.
 - (라) 스타일에 박력이 넘친다.
 - (마) 車體를 비교적 자유롭게 改造할 수 있다.
- (4) 고성능 스포츠카형
 - (가) 포장도로에서 성능이 뛰어나다.
 - (나) 장거리 자동차 경기등 고속주행 중심의 차
 - (다) 고속안정성을 중시하는 스포츠카등에 이용된다.

2. 4WD의 驅動方式

4WD에는 “파트타임(part time)”과 “풀타임(full time)”이라는 두 종류의 구동방식이 있다. 파트타임에서 파트라는 것은 일시적이라는 뜻으로 필요에 따라서 2WD, 4WD 어느 쪽의 驅動系로도 전환이 가능한 방식이다. 풀타임이라는 것은 항상 4WD 상태를 유지하여 2WD로는 전환할 수 없는 방식을 말한다. 어느 방식이든지 다음에 나타낸 바와 같이 장단점이 있다.

2.1 파트타임 방식

路面的 상태에 따라서 2WD 혹은 4WD로 전환할 수 있다는 것은, 헛되이 동력을 낭비하지 않고 騒音도 그만큼 감소시킬 수 있다는 점에서 일반적으로 생각하면 이 방식이 이상적일 것이다. 그러나 한마디로 그렇다고 단정 지을수만은 없다. 이 방식의 최대 결점은 건조한 노면을 저속으로 旋回할 때, 예를 들면 차고에 入庫時나 도로가 심하게 굽어져 있는 상황등에서는 “브레이크(braking)현상”이 발생할 수가 있다. 이것의 원인으로서는 4개의 자 휘일 回轉半徑이 달라지기 때문에 자 휘일의 회전수에 차이가 생기는데 비해 엔진出力은 동일한 상태를 유지하므로 무리가 생기기 때문이다. 이런 경우에 2WD로 전환하면 문제는 즉시 해결되겠지만 가능하면 이런 현상이 발생하지 않도록 하는 것이 좋다. 반면 완만하게 굽은 도로상에서나 마찰저항이 적은 노면에서는 이러한 현상이 발생하지 않는다. 왜냐하면 완만하게 굽은 도로상에서는 자 휘일의 回轉半徑의 차이가 운전자 자신도 느끼지 못할만큼 미소하기 때문이다. 또한 건조하지 않은 노면에서는 적당히 미끄러짐으로써 그러한 空回轉에 의하여 동력이 소멸되기도 하기 때문이다. 한편 파트타임 방식하에서도 AT(automatic transmission)車라면, 油壓多板式클러치 내부의 유압차이에 의해 반(半)클러치 상태로 되어 클러치플레이트끼리 미끄러짐으로써 前後輪의 회전속도 차이를 흡수하므로 이러한 현상은 발생

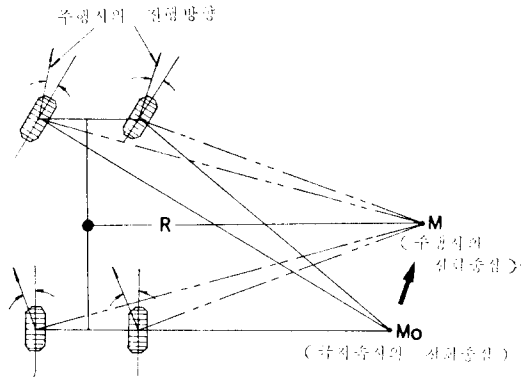


그림 1 선회속도와 선회중심과의 관계

되지 않는다.

그림 1에서 나타 내었듯이 선회속도와 회전중심과의 관계를 살펴 보면, 브레이킹 현상이 발생하는 이유는 低速에서 급히 핸들을 꺾는 경우 초래되는 前後輪의 회전수 차이를 흡수하지 못하기 때문이다. 그러나 中速 이상에서는 선회중심이 이동되어 前後輪의 회전수 차이가 작아지기 때문에 이런 문제는 발생되지 않는다.

2.2 풀타임 방식

前後輪의 差動機構와 그 중간에 또 하나의 差動機構를 갖는 것이 풀타임 방식의 가장 큰 특징이다. 差動機構의 數는 일반적인 2WD 자동차에는 하나 밖에 없으며 4WD 차라 하더라도 파트타임 방식하에서는 2개, 풀타임 방식하에서는 도합 3개의 差動機構를 갖게 되고 이 중 가운데 差動機構(center, inter 혹은 third differential mechanism 등으로 불려 진다.)의 작용으로 인해 저속으로 선회할 때에도 브레이킹 현상이 발생하지 않게 된다. 그러나 이 방식하에서는 항상 4WD 상태로 주행하게 되므로 에너지 손실 및 소음이 증가하게 되며 비용도 많이 드는 등의 결점이 있다. 또한 빙상이나 진흙탕등에서는 바퀴가 미끄러져 주행을 불가능한 상태가 되기도 한다. 이러한 때를 대비하여 일시적으로 中間差動機構의 기능을 정지시키는 로크기구가 설치되어 있다.

3. 4WD의 구조

3.1 스파르탄型

스파르탄이라는 말은 剛健한 이미지를 대표하는 스파르타人으로부터 온 말로써 지프와 같은 자동차를 지칭한다. 따라서 4WD로써는 가장 전형적인 스파르탄形에 대한 주행성능 및 일반적인 특성을 먼저 파악하는 것이 4WD의 구조를 이해하는 데 많은 도움이 될 것으로 생각된다.

이 形은 원래 승용차용이 아니었기 때문에 보통 견고한 프레임 위에 차체를 설치하게 되고 그런만큼 악조건의 도로상에서나 황무지와 같은

곳에서도 주행능력이 뛰어난다. 경우에 따라서 알은 내의 물결을 헤쳐 나가기도 하기 때문에 로드 클리어런스(road clearance, 차체와 노면과의 간격)가 높고 전기 계통의 耐水性도 강하다. 그러나 아무리 물에 강하다고 하더라도 통과할 수 있는 최대 깊이는 지프形이 50~60cm 정도이다. 또한 강바닥에는 돌이 많고 깊이도 일정하지 않으므로 4WD차라고 해서 완전히 믿을 수 있는 것은 아니다. 이러한 제반 상황을 고려할 때 차체의 무게는 가능한 한 가벼울수록 좋을 것이다.

4WD차는 눈길에서도 성능이 뛰어난다. 눈길에서의 주행이 진흙길등에서의 주행보다는 오히려 순탄한 편이다. 그 이유는, 눈길에서의 摩擦係數는 낮더라도 그 값이 일정하기 때문이다. 여기에 비하여 진흙길등의 경우는 雪面보다 마찰계수가 높으므로 당연히 유리해야 하지만 4輪의 각 타이어 접촉면에 작용하는 마찰계수가 다르기 때문에 驅動力이 평균화되지 않아 주행이 어려워지게 된다. 또한 눈길에 강하다 하더라도 그 한계가 있어 체인등이 완전히 불필요한 것은 아니며 얼어 붙은 雪面등에서는 도저히 운행 불가능한 때도 있을 수 있다.

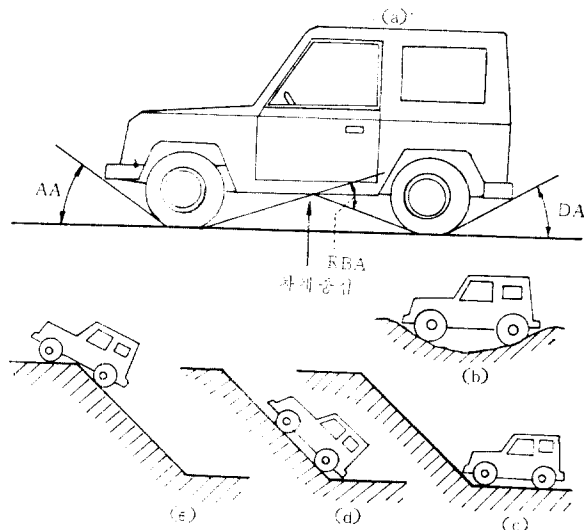


그림 2 차체하부 각도의 명칭과 주행의 한 예

3.2 하체 한부 각도

악조건상의 도로에서 주행할 때는 로드 클리어런스가 커야 하는 것은 당연하지만 그림 2의 (a)에 나타난 3가지의 각도 또한 중요하다. 이것은 굴곡이 심한 지면 뿐만 아니라 단이진 곳이나 사다리꼴의 제방등을 오르내릴 때 요구되는 각도를 의미한다. 3가지 각도는 AA (approach angle: 近接角), RBA (ramp break-over angle: 傾斜路走破角), DA (departure angle: 背離角)이며, 이들 각도가 크면 클수록 굴곡이 심한 지면을 走破하는 성능이 우수하다.

그러면 각각의 각도가 실제 주행시에는 어떤 의미를 갖는지 (b)~(e) 그림을 통해 살펴보면, 우선 (b) 그림은 심하게 패인 지역에서 前後車輪이 걸려 있는 상태를 나타내고 있으며 얼핏 보아도 AA 및 DA의 각도가 크지 않으면 전후 범퍼가 지면에 닿아 움직일 수 없다는 것을 쉽게 알 수 있다. 당연히 前後의 오버행(차륜에서부터 전후로 튀어 나온 차체부분)이 짧아야 하지만, 가령 오버행이 짧더라도 범퍼 위치가 낮으면 AA 및 DA 각도가 작아져서 지면에 닿아 버리고 만다. 다음에 (c), (d) 및 (e) 그림을 보면, 이것은 사다리꼴의 제방(강가의 둑과 같은 경우)을 오르는 경우인데 오버행이 길거나 범퍼 위치가 낮으면 前車輪이 경사면에 닿을 수가 없게 되어 (c) 그림과 같이 登坂은 불가능하게 된다. 즉 AA 각이 클수록 좋다. (d) 그림과 같은 상태에서는 DA 각이 작으면 뒷범퍼가 평지에 닿게 되어 後輪이 지면에서 떨어지기 때문에 登坂은 불가능하게 된다. 그런데 무사히 경사면을 올라 前後輪이 제방 상부에 도달한 (e) 그림에서는 RBA 각이 문제가 된다. 이 각도가 작으면 힘들어 제방을 올라도 차체의 가운데 부분이 지면에 닿아 움직일 수 없게 된다.

3.3 FF와 4WD

FF 방식의 구조에는 縱置形 엔진과 橫置形 엔진이 있으며, 그 어느 쪽이라도 4WD 방식으로 전환할 수 있다. 그리고 이 FF 방식의 차를 4

WD로 개조하는 것이 FR 및 RR 방식의 차를 4WD로 개조하는 것보다 더 용이하다. 또한 같은 FF 방식이라도 縱置形 엔진 쪽을 개조하는 것이 더 쉬운 편이다. 그러나 일반적으로 FF 방식에서는 실내공간을 넓게 확보하기 위하여 橫置形이 많다. 이 橫置形을 4WD로 개조할 때에는 다소 복잡해 지게 된다. 여기에서 문제가 되는 것은 後輪으로의 동력전달을 어느 위치에서 시킬 것인가, 아울러 驅動方向을 어떻게 90° 전환시킬 것인가 등에 관한 것이다. 특히 풀타임 방식일 때에는 中間差動機構를 조립할 위치 선정에 주의를 기울여야 한다. 그림 3은 橫置形 엔진을 4WD로 개조함에 있어 前輪 差動機構로부터 後輪에 동력을 전달하는 상태를 나타낸 한 예이다.

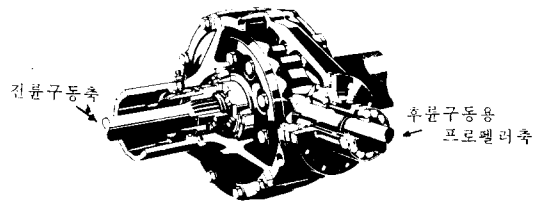


그림 3 FF 방식의 橫置形엔진에 있어서 後輪軸 구동을 위한 동력전달방법의 한 예

3.4 FR과 4WD

FR 방식의 4WD화 모델은 포드(Ford)나 BMW 차種의 일부에서 볼 수 있으나 機構 자체는 그다지 복잡하지 않다. 예를 들면, 그림 4와 같이 변속기 바로 뒤에 체인식 동력전달장치를 붙여 前輪驅動用 差動機構에 동력을 전달시키기 위해 변속기와 평행으로 설치된 프로펠러축을

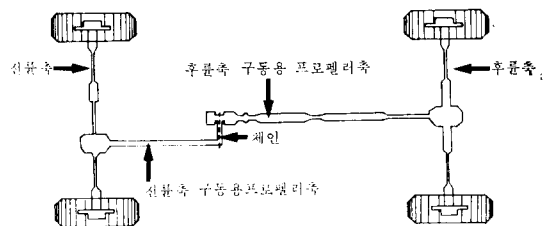


그림 4 FR 방식에 있어서 前輪軸 구동을 위한 동력 전달방법의 한 예

회전시키는 구조로 되어 있다. 그러나 이 방식에서는 前輪驅動用 프로펠러축이 엔진 옆에 설치되지 않을 수 없으므로 차체 중심으로부터 그만큼 벗어나게 되어 좌우의 驅動軸 길이가 달라지게 된다. 따라서 구동계통에 균형을 잃게 되므로, 그 나름대로의 보완책을 강구하고는 있으나, 균형을 완전히 유지하기는 어렵다.

4. 맺음말

이상에서 살펴 본 바와 같이 4 WD 차의 특성은 출력이 뛰어난 것은 물론, 高速安定性을 추구하고 있으며, 견고한 차체로 이루어져 하물적재능력도 뛰어난 이른바 전천후 자동차라고 말할 수 있다. 4 WD의 두드러진 특성은 戰時中 지프의 활약에서 나타났듯이 황무지, 사막 및 비포장도로에서의 주행능력이 우수한 것은 말할 것도 없으며 트럭등에 이용되면서부터는 하물적재에 따른 주행능력의 감소도 극복하게 되었다. 더우기 오늘날에는 자동차에 대한 욕구가 다양해 짐에 따라 각국에서는 高出力을 선호하는 시대적 요구에 부응하여 미끄러운 노면에서의 안정주행 및 포장도로상에서의 고속안정성을 겸비한 4WD

車種의 개발을 서두르고 있다.

驅動方式別로 비교해 보면, 파트타임 방식은 구조가 간단하고 실용성 및 경제성이 뛰어나므로 排氣量이 적은 승용차, 밴등의 소형차에 주로 이용되고 있으며, 급가속이나 강우시 또는 브레이킹 현상등이 발생할 때는 유압에 의해 자동적으로 4 WD로 전환되는 油壓多板式 클러치를 장착한 시스템이 권장되고 있다. 한편 풀타임 방식은 브레이킹 현상은 거의 없으나 동력손실 燃費등이 증가되는 결점이 있으며 항시 고회력 상태이므로 그만큼 안정성도 고려되어야 한다. 최근 일본에서는 주행상태에 따라 前後輪의 하중분담비율을 자동조정할 수 있는 방식으로써 粘性커플링과 AT를 조합한 새로운 시스템을 개발하여 4 WD의 신국면을 맞이하기에 이르렀다.

결론적으로 4 WD 차는 기존 자동차의 능력을 확대시켜 노면의 조건에 구애받지 않고 자유롭게 주행할 수 있는 전천후 자동차로 개발되기는 하였지만 이에 따르는 騒音, 燃費, 에너지 손실 등의 문제가 완전히 해결된 것은 아니다. 또한 악조건상에서 운행하는만큼 차체의 경량화, 기관의 소형화 및 균형유지등의 제반 사항을 해결하기 위해서도 노력을 기울이지 않으면 안된다.

