

R-R CHART에 의한 다단자동변속기의 개발방향

박 종 술 · 현대자동차(주) 파워트레인연구소 변속기시험팀

서 론

자동변속기(A/T)의 역사를 살펴보면 크게 20년을 주기로 1940~1950년대 2속 A/T시대, 1960~1970년대 3속 A/T시대로 발전되었으며, 1980~2000년대의 주요특징은 4속 A/T, 전자제어(TCU), 댐퍼 클러치(D/C)로 대변할 수 있다.

연비와 환경문제, 탁월한 운전성이 강조되는 시대적 요구에 일본 메이커들이 빠르게 대응하면서 세계시장의 전면에 모습을 나타낸 것도 결코 우연이 아니다. 이러한 역사적 사실로 볼 때 향후 2000~2020년은 5속 A/T 이상의 다단 A/T가 주목을 받을 것이다.

물론, 무단변속기(CVT)나 좀더 혁신적인 변속기도 출현도 기대되나 본 글에서는 다단 자동변속기에 국한하여 다단화 구현 기술내용을 R-R CHART를 통해 분석해보고 다단자동변속기의 개발방향에

대해 살펴보고자 한다.

작동요소법에 의한 다단자동변속기의 분류

자동변속기에서 변속단은 유성기어가 만들어내며 이를 구축하기 위해 클러치나 브레이크의 마찰요소를 사용한다.

다단화의 기술은 변속단을 만들기 위해서 사용되는 변속원리에 의해 분류되며 이는 R-R CHART를 통해 쉽게 설명될 수 있다. 변속원리는 유성기어와 마찰요소의 개수에 의해서도 분류될 수 있다. 이해를 돕기 위해 먼저 작동요소법에 의해 현재 양산중인 변속기의 비효율성과 향

후 변속기의 가능성을 살펴보기로 하자. 작동요소법이란 변속단을 구성하는 작동요소의 분석을 통해 변속기 마찰요소의 구성효율성을 판단하는 방법이다.

여기서 중점적으로 살펴보려는 것은 다름이 아니라 마찰요소의 개수이다. 요구되는 변속단을 위해서 과연 몇 개의 CLUTCH & BRAKE를 사용 하여야만 하는지 <표 2>를 통해 지금부터 고찰하여 보자.

<표 2>에서 알 수 있듯이 크러치, 브레이크 4개를 가지고 만들어 낼 수 있는 변속단은 6단이며 이는 5속 A/T를 만들어 낼 수 있다는 것을 의미한다. 또한 마

<표 1> 양산 5속 A/T 작동요소법

기 종	HMC F5A5	NISSAN RE5R02A	BENZ S500	ZF 5HP24
형 식	FF MAIN + SUB	FR MAIN + SUB	FR MAIN	FR MAIN
유성기어	3	3	3	3
마찰요소	7	7	6	6
비작동 마찰요소	4	4	3	4

〈표 2〉 작동요소법에 의한 변속단의 수

경우의 수 nCr	마찰요소	작동요소	비작동요소	가능한 변속단
4C2	4	2	2	6
5C2	5	2	3	10
6C2	6	2	4	15
6C3	6	3	3	20

〈표 3〉 다단자동변속기의 연구개발방향

비교항목	양산사양	연구1	연구2	연구3	연구4
기본구조	MAIN + SUB	MAIN	MAIN	MAIN	MAIN
변속단	5속	5속	5속	5속	5속
유성기어	3	3	2	3	3
마찰요소	7	6	6	5	4

찰요소 5개는 10단을 만들어 낼 수 있으므로 5속 A/T와 6속 A/T를 위해서는 마찰요소 5개만 있으면 충분하다는 것을 의미한다.

다단자동변속기의 연구개발방향 위에서 고찰한 바와 같이 기존 A/T의 비효율성을 극복하려는 노력이 여러 가지 문헌을 통해 나타나고 있다. 그 경향을 살펴보면 주로 5, 6속 A/T에 대한 새로운 접근이 시도되고 있다. 이를 정리하면 다음 〈표 3〉과 같다.

〈표 3〉에 나와 있듯이 현재까지의 추세는 유성기어 수를 줄이거나, CLUTCH & BRAKE 수를 줄이는 방향으로 가고 있다. 이를 현 사양과 비교하면 대단히 우수하다고 할 수 있겠다.

유성기어를 줄일 경우 A/T ASS' Y의 경량화 및 COMPACT한 구성 면에서 이점이 있다. 그러나 이의 파급적인 효과는 미미하다.

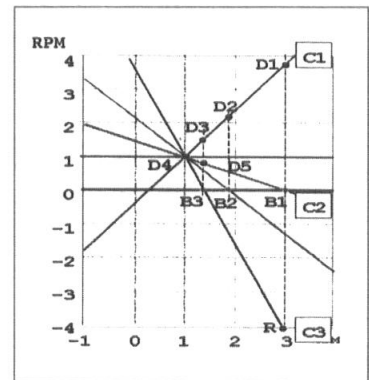
반면에 CLUTCH & BRAKE 수를 줄이는 것은 A/T ASS' Y의 경량화 및 COMPACT한 구성 면에서의 이점은 물론이고, 이를 제어하기 위한 V/BODY의 유로 구성 및 VALVE수, SOLENOID VALVE수, TCU의 제어 LOGIC, 마찰 요소의 내구성등 그 파급효과가 이루 말할 수 없을 만큼 크다.

그러므로 다단자동변속기의 모습은 마찰 요소의 축소 방향에서 찾을 수 있다고 하겠다.

이러한 연구결과를 대변하는 4가지 유형을 R-R CHART를

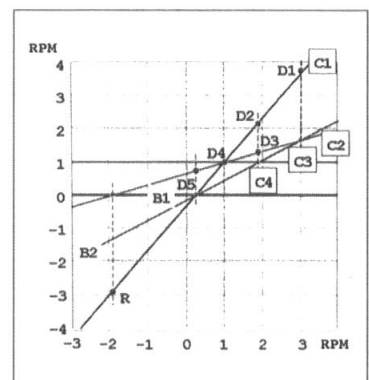
통해 살펴보면 다음과 같다.

■ 연구 1의 R-R CHART



그림에서 알 수 있듯이 4속 A/T의 R-R CHART에 유성기어를 하나 더 사용하여 R-R Line을 1개 추가시킨 것으로 가장 일반적인 다단화 기술이다.

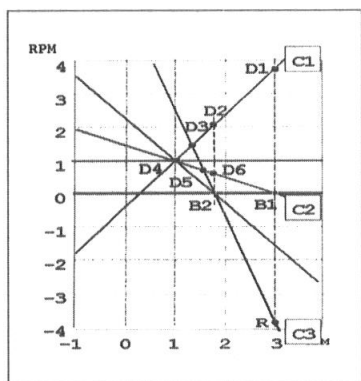
■ 연구 2의 R-R CHART



유성기어 2개를 사용하여 5속을 만들기 위해 또다른 유성기어의 교점을 D4가 아닌 D5의 브레이크 위치로 하였으며, 이를 통해 R-R Line간의 클러치 컨

트를 포인트를 3개로 만들어 내었다. 전장을 줄일 수는 있으나 C3 담당 토크가 커서 이 부분 해결이 개발과제이다.

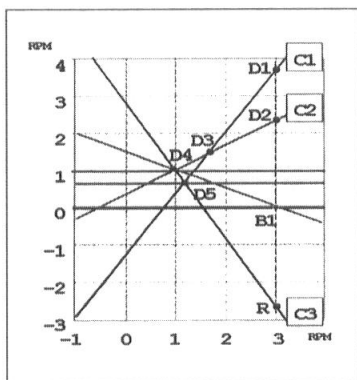
■ 연구 3의 R-R CHART



연구 2의 기술이 응용되었으나 기본적으로 클러치 컨트롤 포인트를 직접 변속단으로 사용한다. 이를 통해 3개의 클러치중 임의의 2개가 작동하면 서로 다른 변속단이 만들어진다.

5개의 마찰요소를 사용하여 6속을 만들 수 있으며 이러한 원리가 최초로 적용된 것이 ZF사에서 올해 개발되었다. Reverse 시 B1 담당 토크가 큰 것이 부담이 되며, D6시 비작동 고속회전요소를 줄이는 노력이 필요하다.

■ 연구 4의 R-R CHART



5속을 만드는 가장 최소의 마찰요소를 사용한 방법으로 3개

의 크러치와 1개의 브레이크로 5속을 만들어 낸다. 트랜스퍼 샤프트와 2개의 외접기어로 연결되는 구조를 가진다.

결론

이상에서 살펴보았듯이 다단 자동변속기를 만드는 변속원리는 매우 다양하며 기술의 깊이와 범위는 4속 A/T와는 비교가 안될 정도로 매우 크다. 이는 다단 자동변속기에서는 어느 변속원리를 사용하느냐에 따라 기술우위가 판가름날 수 있다는 것을 의미한다 하겠다. 이는 후발업체로서는 위기인 동시에 기회가 될 수도 있다. 이제 불불기 시작한 다단화 및 무단화 변속기 기술 경쟁에서 시장을 이끌 수 있는 새로운 기술에의 노력이 더욱 중요하다 하겠다.

〈박종술:rrchart@hyundai-motor.com〉