

후륜 6 속 자동변속기 유성기어 소음 개발

A Development of the Planetary Gear Noise for 6-speed RWD Automatic Transmission

박기호† · 김태훈 · 정상진 · 김연규 · 이정선*

Ki Ho Park, Tai Hoon Kim, Sang jin Jung, Yunkyoo Kim, Jeong Seon Lee

ABSTRACT

In recent years, vehicle manufacturers have steadily developed fuel saving technologies such as multi-speed automatic transmission. With such a background, the Hyundai-powertech have developed the new 6-speed rear wheel drive(RWD)automatic transmission for FR vehicles. Despite having six-speed, it has the same number of planetary gears as a previously used five-speed automatic transmission and fewer brakes and one-way clutches than the 5 A/T, meaning that it is light, compact, and inexpensive. But, in addition to meshing this internal and external gear simultaneously and phase difference by the tooth contact point and the time difference occurs asymmetric and symmetric sideband noise and vibration caused by the modulation in the vehicle. In this paper presents a method for the design of the carrier phase difference by developing various theories and experiments for gear noise.

Key Word : Planetary Gear Set, Phase Difference, Modulation, Sideband, Transmission error

1. 서 론

세계적인 친환경 정책 강화와 소비자의 운전성 향상 요구에 따라 차량의 동력성능 및 연비향상을 위한 자동변속기의 다단화 개발이 진행되고 있다. 따라서 기존 특허를 회피한 구조로 단순 유성기어 세트 2 개, 더블 유성기어 세트 1 개, 클러치 3 개 및 브레이크 2 개를 조합하는 간단한 구조로 전진 6 속, 후진 1 속의 변속단을 구현 하고 자동 변속기의 부피와 전체길이를 축소 함으로써 차량 탑재성을 향상 시킨 후륜 6 속 자동 변속기를 독자 개발하였다. 유성기어는 내접과 외접이 동시에 맞물리면서 치접축(tooth contact) 상태 및 위치가 서로간에 다르게 위상차(phase difference)가 존재하기 때문에 하중

이 집중적으로 작용하여 차량에서의 소음/진동 문제를 유발시킨다. 실제로 초도품에 대한 실차 소음 평가 결과 1 단 가속/감속 또는 크립(creep) 구간에서 48.34 오더 소음 성분이 발생하여 청감상 문제 수준으로 유성기어 소음 개선이 필요함을 알 수 있다.

따라서 본 연구에서는 (1) 후륜 6 속 자동변속기 유성기어에서 발생하는 소음/진동 특성을 고찰하고 (2) 개발 초기 단계에서부터 강건설계를 통해 유성기어 소음을 줄일 수 있는 영향 인자를 분석하고 (3) 샘플을 제작하고 실험적으로 소음 개선 효과를 확인하여 유성기어 소음 개발의 방향을 제시하고자 한다.

2. 본 론

2.1 기어 물림 위상 중첩 회피 설계

기어가 물릴 때 위상이 중첩되면 전달오차가 증대되고 이로 인해 소음 발생이 예측된다. 따라서 맞물림 오더에 대해서는 기어의 물림 위상이 중첩되지 않게 기어 제원을 설계하지만 측대과

† 교신저자; 현대파워텍

E-mail : vibman@powertech.co.kr

Tel : (031) 369-5249, Fax : (031) 369-5222

* 현대파워텍

위상에 대해서는 고려하지 않는 것이 현실이다.

현 제원의 측대파에 대한 위상을 분석한 결과 Table 1와 같이 (+)1st 측대파의 위상이 중첩된 것을 확인 할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 Table 2과 같이 더블 유성기어의 조립 조건을 고려하여 맞물림 및 측대파의 위상이 중첩되지 않게 기어 제원과 피니언 개수를 신규 설계하여 Table 3와 같이 (+)1st 측대파에 대한 위상 중첩이 회피 된 것을 확인 할 수 있다.

Table 1 The calculated phase shifts at 3 mesh equally spaced point (unit : degree)

Gear		P1	P2	P3
Ring - pinion	(-)1 st sideband	0	120	240
	(+)1 st sideband	0	0	0
Pinion - sun	(-)1 st sideband	0	120	240
	(+)1 st sideband	0	0	0

Table 2 The double planetary gear set parameters for phase difference design

구분	Ring Gear	Sun Gear	Carrier
구제원	89	41	3-Pinion
신제원	82	38	4-Pinion

Table 3 The calculated phase shifts at 4 mesh equally spaced point (unit : degree)

Gear		P1	P2	P3	P4
Annulus -pinion	(-)1 st sideband	0	90	180	270
	(+)1 st sideband	0	270	180	90
Pinion -sun	(-)1 st sideband	0	90	180	270
	(+)1 st sideband	0	270	180	90

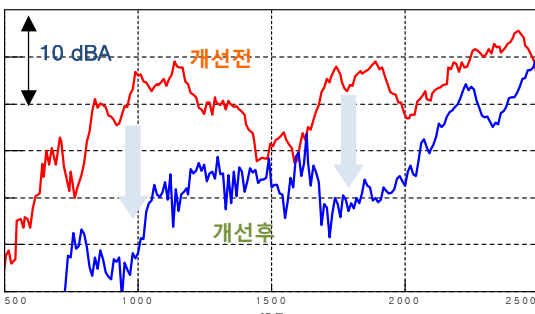


Fig. 1 The comparison of noise level both phase difference and non-phase difference sample

Fig. 1은 1단 가속 구간에서 현 사양과 기어 물림 위상 중첩을 회피한 개선 사양 샘플의 (+)1st 측대파 성분의 대상소음 평가 결과이다. 가속은 10~15dBA, 감속은 5~10dBA 소음 개선 효과를 확인 할 수 있다. 이것은 기어가 물릴 때 (+)1st 측대파 성분의 위상이 분산되면서 전달오차 또는 가진력이 상쇄되어 소음에 영향을 준 것으로 판단된다.

2.2 캐리어 부시 지지를 통한 흔들림 개선

유성기어는 선기어, 피니언 기어 그리고 에놀러스 기어간 백래쉬 만큼 흔들림이 발생한다. 흔들림은 회전 시 편심과 불균형의 원인을 제공하며 측대파 소음 발생과도 밀접한 관련이 있다. 따라서 현 사양에 대한 흔들림양을 최소화하기 위해 캐리어의 내측 형상을 변경하고 인터미디에이트 샤프트의 외경을 증대하여 캐리어 내측을 부시로 지지하는 개선 샘플을 제작하였다. 개선 샘플에 대한 1단 대상 소음 평가 결과 가속은 5~8dBA, 감속은 5~10dBA 소음 개선 효과를 확인 할 수 있다.

3. 결 론

(1) 유성기어 제원과 피니언 개수를 신규 설계하여 측대파 성분의 위상 중첩을 회피하는 설계 방법을 제시하였고, 실제 샘플을 제작하여 실험적으로 개선 효과를 확인하였다.

(2) 편심과 불균형의 원인인 흔들림을 최소화하기 위하여 캐리어 내측을 부시로 지지하는 강건 설계안을 적용하여 측대파 성분의 소음을 저감 시켰다.

(3) 따라서, 초기 유성기어 개념 설계 단계에서 측대파 성분의 위상 중첩을 회피하고 위상차 설계를 통해 소음을 저감시키는 방안으로 매우 효과적이며 활용 가치가 높을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. Scott Yu and Stephen Kaatz, 2005, "Asymmetric Gear Noise Sidebands and Application to Planetary Gear Noise Reduction," SAE 2005 Noise and Vibration Conference and Exhibition
2. Park, K. H, Kim, T. H, Jung, S. J, Wee, H and Lee, G. S, 2011, " A Study on the Design of the Carrier Phase Difference for the Planetary Gear Noise Reduction," Proceeding of the KSNVE Spring Conference, pp.230~231