

인휠 시스템용 유성기어 감속기의 성능 해석 Analysis of In Wheel System Planetary Reducer

*박재현, #최동빈, 주기환

*J. H. Park, #D. B. Choi(dongbin.choi@samsung.com), K. H. Ju
삼성테크윈 특수사업부

Key words : 1.5 Stage Reducer, Planetary, Gear, Efficiency

1. 서론

인휠 시스템은 휠 내부에 구동모터를 장착하여 모터의 동력을 직접 휠에 전달하는 시스템으로, 구현방법에 따라 다양한 형태가 존재한다. 구동모터만 휠 내부에 장착하여 시스템과 연결시키는 단순한 기본적인 형태인 단순인휠 시스템과, 구동 모터, 감속기, 제동 및 켈리퍼까지를 휠 내부에 장착하는 통합인휠 시스템으로 구분 할 수 있다.

통합인휠 시스템은 구동에 필요한 모든 시스템이 휠 내부에 구성되기 때문에 일반 차량의 변속기, 구동축, 차동기어, 프로펠러 샤프트 등 구동계를 대체하는 효과를 갖게 된다.[1]

통합인휠 시스템의 감속기는 구동모터에서 생성되는 고속, 저토크의 회전 동력을 저속, 고토크의 휠 동력으로 변환시켜 주는 핵심 구성 요소이다. 인휠 시스템의 감속기는 휠 내부에 구성되어야 하기 때문에 소형, 경량화가 용이한 유성기어 형태를 많이 사용한다.

본 연구에서는 M&S(Modeling & Simulation) 기법을 활용하여 감속기의 강도와 효율을 평가하고 시험을 통하여 M&S 분석 결과의 적절성을 검증한다.

2. 유성기어의 감속기 설계

인휠 시스템에 적용된 유성기어 감속기는 태양기어(Sun Gear), 1단 유성기어(1st Planet Gear), 2단 유성기어(2nd Planet Gear), 링기어(Annulus Gear)로 구성되어 있으며 1.5단 유성기어 감속기라고 칭한다.

본 연구에서 대상으로 하는 1.5단 유성기어 감속기 형상은 Fig. 1과 같으며 유성기어 체원은 Table. 1과 같다.

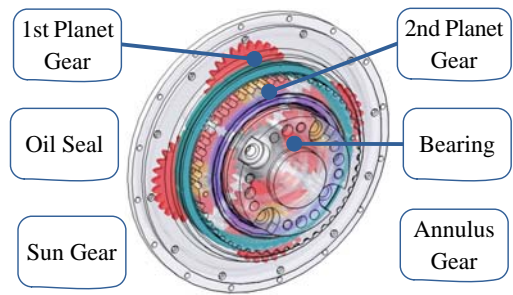


Fig. 1 3D-Model Planetary Gear Reducer

Table 1 Planetary Gear Data

Divide	Sun	Planet Gear		Annulus
		1st	2nd	
Teeth	16	28	16	96
Module	3.5	3.5	2.0	2.0
Pressure Angle	20	20	20	20
x	0.8	0.493	0.116	0.5785

3. 유성기어 감속기 해석

본 연구에서는 유성기어의 강도 및 시스템 효율을 산출하기 위하여 MASTA를 이용하였으며 Fig. 2는 MASTA에서 모델링된 감속기 형상을 나타내며 Fig. 3에서는 각 기어의 치형에서 나타나는 최대 응력을 보여주고 있다. 각 기어의 최대 굽힘, 접촉 응력값은 Table. 2와 같으며 감속기 운용 구간의 효율은 Table. 3과 같다.



Fig. 2 MASTA-Model Planetary Gear Reducer

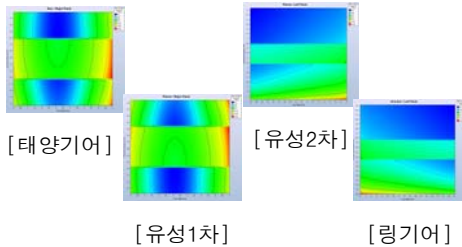


Fig. 3 Gear Stress Variation

Table 2 Maximum Bending & Contact Stress

Divide	Sun	Planet		Annulus
		1st	2nd	
Bending (MPa)	312.2	225.8	895.3	411.7
Contact (MPa)	969.5		1111.1	

Table 3 Planetary Reducer Power Load & Efficiency

Input		Output		Efficiency (%)
Speed (RPM)	Torque (N-m)	Speed (RPM)	Torque (N-m)	
1,000	37.3	87	429	95.9
2,000	18.6	174	214	94.9
3,000	12.6	261	145	93.8
4,000	9.5	348	109	92.0
5,000	7.7	434	88	90.1

4. 설계 고찰

Table. 1 제원을 기반으로 감속기를 제작한 후 성능 검증을 위하여 Fig. 4와 같이 시험장치를 구성하였다. 감속기의 효율을 운용 구간별로 측정하였으며 그 결과는 Table. 4와 같다.

또한 Table. 5 와 같이 최대 토크 시험을 통해 기어의 구조 안전성을 확인하였다.

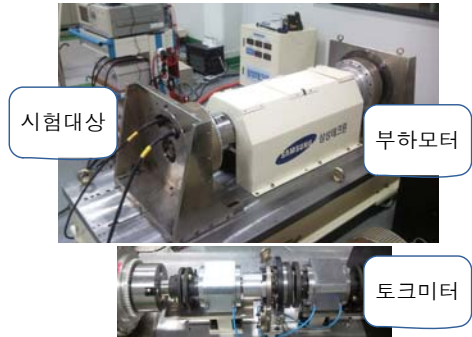


Fig. 4 In-Wheel System Test Bed

Table 4 Planetary Reducer Test Result

Input		Output		Efficiency (%)	
Speed (RPM)	Torque (N-m)	Speed (RPM)	Torque (N-m)	Test	ref. Table3
1,000	37.3	87	429	93.0	95.9
2,000	18.6	174	214	93.8	94.9
3,000	12.6	261	145	88.7	93.8
4,000	9.5	348	109	93.5	92.0
5,000	7.7	434	88	85.8	90.1

Table 5 Maximum Torque TEST Result

Input		Output		Remark
Speed (RPM)	Torque (N-m)	Speed (RPM)	Torque (N-m)	
850	140	74	1,610	O.K

5. 결론

본 연구에서는 인휠 시스템에 적용되는 유성기어 감속기의 기어 강도 및 시스템 효율을 M&S를 통해 예측할 수 있었으며 시험을 통해 M&S 결과의 적절성을 확인하였다.

본 연구에 적용된 M&S 기법은 소형·경량화된 감속기를 설계하는데 효율적으로 활용 가능한 것으로 판단된다.

후기

본 연구는 국방과학기술연구소 주관 민군겸용 기술개발 과제 사업비 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

- 이덕재, 김동현 “인휠 시스템 기술”, Auto Journal_2009.08