

주유시간 조절이 가능한 기어 메커니즘 구동방식의 자동그리스주유기 개발

왕덕현#, 이규영*, 이상훈**

The Development of Automatic Grease Lubricator Driven by Gear Mechanism with Controlled Operating Time

Duck Hyun Wang[#], Kyu Young Lee^{*} and Sang Hoon Lee^{**}

ABSTRACT

Automatic grease lubricator is equipment that provides adequate amount of fresh grease constantly to the shaft and the bearings of machines. It minimizes the friction heat and reduces the friction loss of machines to the least. This research is to develop automatic grease lubricator by gear driven mechanism with controlled operation time. The ultimate design of this equipment is to lubricate an adequate amount of grease by a simple switch clicking according to the advanced set cycle. The backlash of the gear was minimized to increase the output power. To increase the power of gear mechanism, the binding frequency and the thickness of the coil were changed. To control the rotating cycles of the main shaft according to its set numbers, different resistance and chips were used to design the circuit to controls electrical signals with pulse. The body of the lubricator was analyzed by stress analysis with different constructed angle. The stress analysis for differing loading pressures applied to the exterior body of grease lubricator due to the setup angle, was found that the maximum stress was distributed over the outlet part where the grease lubricator suddenly narrowed contracts. Digital mock-up was analyzed and the rapid prototyping(RP) trial products were tested with PCB circuit and grease. The evaluation of the outlet capacity for RP trial products was conducted, because the friction caused by the outlet on the wall surface was an important factor in the operation of the equipment. Finally, the finishing process was applied to decrease the roughness of the surface to a comparable level and was able to test the performance examination for the product.

Key Words : Automatic Grease Lubricator (자동그리스주유기), Outlet(토출부), Gear driven mechanism(기어구동방식), Stress Concentration (응력 집중), Rapid Prototyping Machine (RP, 패속조형기)

기호설명

$\Delta\alpha$: centre distance standard deviation
 α_b = working pressure angle
 $\Delta S_1, \Delta S_2$ = tooth thickness standard deviation

C = condenser
 m_i = module of gear i
 R_i = radius of gear i
 R_a, R_b = resistance of circuit

접수일: 2005년 7월 22일; 게재승인일: 2006년 1월 13일

경남대학교 기계자동화공학부

E-mail dhwang@kyungnam.ac.kr Tel. (055) 249-2712

* 경남대학교 대학원 기계공학과

** 경남대학교 전기전자공학부

T = torque

Z_i = number of teeth for gear i

1. 서론

상대운동을 하는 부분에서는 윤활이 언제나 필요하며 여러 가지 복합적인 현상이 발생하기 때문에 여러 분야에서 다각적인 연구가 필요하다.¹ 기계산업의 발전과 더불어 공장자동화가 절실히 요구되며, 기계 장비의 원활한 구동과 수명 연장을 위해 기계 회전축 및 베어링부의 윤활과 유지, 보수가 반드시 이루어져야 한다.

자동그리스주유기는 지속적으로 신선한 그리스가 기계의 회전축 및 구동축의 베어링 작동 부위에 공급되어 윤활 효과를 꾸준히 유지시켜 줌으로써 마찰열을 극소화시키며, 마찰 손실과 마멸을 최소한으로 줄여, 항상 적정량의 그리스가 자동으로 지속적으로 급유됨으로써 기계장비의 예방 보전 및 수동 주입의 번거로움을 해소시킨다. 또한 사람의 손으로 급유하기 힘든 위험한 곳에 설치되어 작업자의 안전 사고를 예방할 수 있으며 컴퓨터 관리 기법으로 윤활 관리를 함으로써 설비 보전에서 기여하는 윤활유 공급 장치이다.

본 연구에서는 기존의 화학식 자동그리스주유기의 불안정한 그리스주입, 화학전지 사용에 의한 환경 문제, 재사용 불가능에 대한 문제점 등을 보완하고 지속적으로 정확한 량의 그리스 급유가 가능한 제품 개발하기 위하여 기어구동 메커니즘을 이용하였다. 시계 기어구동 메커니즘을 이용하였으며 간단한 스위치 조작으로 미리 결정된 주기에 따라 적정량의 그리스를 급유되도록 하기 위하여, 먼저 기어구동 메커니즘을 해석하고 그리스 토출에 필요한 구동력을 파악하였다. 구성 요소들의 전체적인 위치결정과 안정성을 검토하기 위하여 Digital Mock-Up 에 의한 형상설계를 수행하였다. 그리스주유기의 형상설계는 제품의 실용성과 안정성 검토가 상당히 중요하기 때문에, 주유기의 설치하는 항상 수직이 아니므로 설치각도에 따른 형상설계를 수행하였다. 응력집중에 의한 파괴 현상 발생을 방지하기 위하여 주유기의 토출부의 각도와 설치각도에 따른 유한요소해석에서 응력집중이 가장 많이 발생하는 몸체부 설계에 중점을 두었다. 토출부의 응력집중을 분산시켜 안전성이 확보된 최종 모델을 쾌속조형기로 다양한 형태의 시작품을 제

작하여 토출 성능실험을 실시하였다.

2. 자동그리스주유기 설계

2.1 기어구동 메커니즘

기존의 화학식 그리스주유기는 주변 장치의 작동 속도, 주위 환경의 온도와 기압 및 주유 대상물의 상태에 따라 그리스 공급량이 달라지는 단점을 갖고 있다. 외국의 전기 기계식 기종은 피스톤 펌프를 사용하여 일정 시간마다 동작하면서 그리스를 간헐적으로 주유하는 방식을 이용하고 있다. 이 장치는 구조적으로 부피가 크고 정확한 량으로 지속적인 주유가 이루어지지 않는다는 단점을 지니고 있다.

이러한 단점을 보완하면서 안전하고 정확한 그리스 주유를 위해서 시계 기어 메커니즘을 이용하여 적정량의 그리스를 꾸준히 토출이 가능하도록 하였다. Fig. 1(a)는 특수전지의 전기분해를 통한 가스발생식 자동그리스주유기 구조를 나타낸 것으로 몇 가지 화학물질로 구성된 gas chamber 에서는 일반건전지를 이용한 전기분해에 의해 선택된 주기에 따라 일정량의 가스가 발생되고, 이 가스압력에 의하여 피스톤을 하강시킴으로써 그리스가 토출된다. Fig. 1(b)는 본 연구에서 개발하고자 하는 기어구동 메커니즘을 이용한 기계식 자동그리스주유기 구조를 나타낸 것으로 기어 구동부에서 발생된 출력을 스크류 축에 전달하여 피스톤을 하강시킴으로써 그리스가 토출되는 원리로 구성되어 있다.

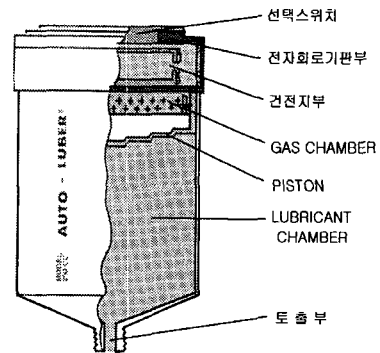


Fig. 1(a) The operation principle of automatic grease lubricator through the chemical mechanism previously developed

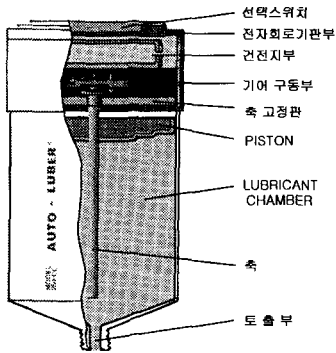


Fig. 1(b) The operation principle of automatic grease lubricator through the gear-driving mechanism to be developed

2.2 기어구동부 설계

기어 메커니즘은 속도를 감소시키기 위해 가장 보편적으로 사용되며 또한 토크를 증가시켜 필요한 출력을 얻을 수 있다.² 기어간의 출력을 높이고 출력손실을 최소로 줄이기 위해서는 기어 치형의 설계뿐만 아니라 기어간의 거리와 기어축의 형상 및 백래시가 중요한 요인으로 작용된다. 평기어 경우 백래시는 다음 식(1)을 사용하여 산출할 수 있고, 백래시 발생을 최소화시키기 위하여 기존의 시계 기어의 중심축의 형상과 위치 및 중심간의 거리를 수정함으로써 최종 출력을 증가시킬 수 있었다.³

$$C_o = \frac{2\Delta\alpha \sin \alpha_b - \Delta S_1 - \Delta S_2}{\cos \alpha} \quad (1)$$

그리스 토출시 필요한 출력을 유추하고 시계 기어에서의 표준 모듈에 의한 피치원 지름과 모듈 계산값에 의한 피치원 지름의 차이를 계산하여 그 값을 기어 메커니즘 설계에 사용하였다. 시계 기어를 사용함으로써 정확한 그리스 토출과 토출시간의 제어가 용이하였으나 최종기어의 출력이 다소 낮아 출력을 높이기 위하여 최초(원동)기어의 코일 감긴 수와 굵기를 변화시켜 토크를 증가시켰다.

최종 기어의 회전수비는 그리스 토출의 결정적인 요인으로 작용하므로 회전수비를 알기 위해서는 기어의 구조적 해석이 필요하게 된다. 기어 해석은 Solid Modeling Program (CATIA V5)에 의해 설계된 솔리드 모델을 최초 (1 번)기어 구동에 의한 최종(7 번)기어 수동 형상을 시뮬레이션을 통하여

최종 기어 1 회전에 필요한 최초 기어의 회전수를 이론적으로 계산해서 토출에 필요한 토크를 계산하였다. Fig. 2 는 최초(원동)기어인 1 번에서 최종(그리스 토출)기어 7 번까지의 기어를 표준 모듈과 기어 잇수에 의한 피치원 지름값으로 설계한 후, 시뮬레이션을 통하여 회전수를 확인하기 위해 7 개의 기어를 계산에 의하여 정해진 축간거리로 조립된 형상이다.

$$\begin{aligned} T_7 &= \frac{R_{12}}{R_{11}} \times \frac{R_{10}}{R_9} \times \frac{R_8}{R_7} \times \frac{R_6}{R_5} \times T_3 \\ &= \frac{\frac{m_{12} \cdot Z_{12}}{2}}{\frac{m_{11} \cdot Z_{11}}{2}} \times \frac{\frac{m_{10} \cdot Z_{10}}{2}}{\frac{m_9 \cdot Z_9}{2}} \times \frac{\frac{m_8 \cdot Z_8}{2}}{\frac{m_7 \cdot Z_7}{2}} \times \frac{\frac{m_6 \cdot Z_6}{2}}{\frac{m_5 \cdot Z_5}{2}} \times T_3 \\ &= 246400 \mu N \cdot m \\ &= 25.143 \text{ Kg}_f \cdot \text{mm} \end{aligned} \quad (2)$$

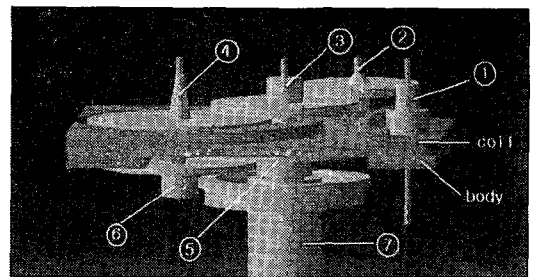


Fig. 2 Solid modeling of gear driven mechanism

이론적으로 정확한 그리스양을 토출할 수 있도록 기어 메커니즘으로 설계한 후, 구동 가능성 평가를 위해 몇 개의 샘플을 제작하고, 실험에 의해 출력 토크를 측정하여 이론에 의한 값과 비교하였다. 주유기의 몸체부 설계시 응력 해석에 필요한 데이터로 활용하였으며 그리스 토출의 가능성을 파악하였다. Fig. 3 은 스프링저울로 기어구동 메커니즘의 최대출력을 측정하기 위한 실험장치이며, Fig. 4 는 본 실험장치에 의하여 시간이 경과됨에 따라 얻어진 토크값을 나타낸 그래프이다. 와이어로 스프링저울을 처음부터 점차로 끌어올리며 측정된 결과로, 기어 메커니즘의 출력은 최대 1600[gf]이며, 피스톤 이송 스크류 사용과 기어구동 메커니즘에 의한 최종 토출압력은 6.5[kgf/cm²]으로 측정되었으며, 이 값은 그리스를 토출하기에

필요한 최소 토출압력이 2.7[kgf/cm²]보다 충분히 컸다.

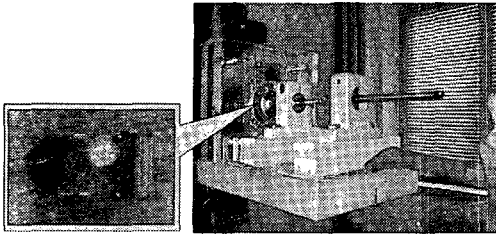


Fig. 3 Torque test of watch gear mechanism

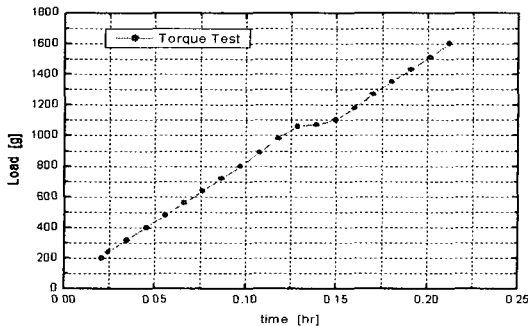


Fig. 4 Torque test according to the time

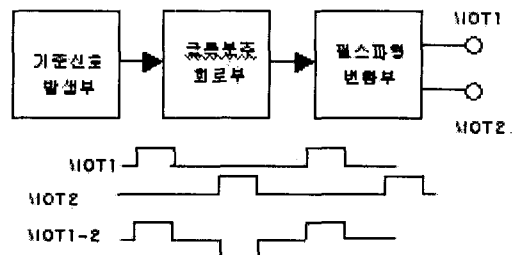
2.3 제어를 위한 회로 설계

주유 모드 선택에 따른 여러 가지 주유시간 설정과 AA 크기의 건전지로 1년 이상 장기간 동작이 가능한 주유기를 위해서는 매우 낮은 소비전력의 회로설계가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 소용량의 배터리로 최대한 장기간 동작할 수 있는 저 소비전력의 특성을 얻기 위해 일정한 주기로 발생되는 짧은 폭의 양극성 펄스를 발생시키는 새로운 제어회로를 설계하였다.⁴

Fig. 5(a)는 고안된 그리스 주유 제어 회로의 구성도로 기준신호발생부와 클럭분주회로부 및 펄스파형변환부로 구성된다. 기준신호발생부는 상용 타이머 IC 인 LMC555 와 배열 저항, 주유시간 설정을 위한 dip 스위치로 구성하여 정해진 주기와 듀티비(duty ratio)를 갖는 단극성(unipolar) 펄스신호를 발생시킨다. 클럭분주회로부는 타이머 IC의 출력신호를 2분주 및 4분주하는 듀티 50%의 펄스신호를 발생시킨다. 펄스파형변환부는 클럭분주회로에서 출력되는 제어신호들을 이용하여 시계구동코일에

적합한 펄스 폭이 짧은 신호(MOT1, MOT2)를 생성한다. 이들 펄스신호들은 그 주기는 서로 동일하나 위상이 반주기(T/2)만큼 차이가 나는 신호들이다. 따라서 시계구동코일에는 이들 신호가 반주기 단위로 서로 교번해서 공급된다. 예를 들면, 이들 신호의 발생 주기가 2 초이면 1 초마다 교대로 극성을 바꾸면서 구동 코일에 신호를 공급하게 된다. 시계기어의 구동 메커니즘 해석에서 최종 기어는 시침기어이기 때문에 만약 시침기어가 1회전 할 때마다 피스톤을 1mm 씩 하강시킨다면 하루(1day=24hr)동안 피스톤의 행정거리는 2mm 씩 하강하게 된다. 따라서 그리스 용기의 높이가 60mm 이면 총 1 개월 동안에 그리스 용기의 모든 그리스를 주입하게 된다. 그런데 이들 신호들의 발생 주기를 4 초로 가져간다면 2 초마다 교대로 구동코일에 인가되므로 그리스 용기내의 동일한 양의 그리스는 2 개월 동안 주입되게 된다. 이것은 MOT1 과 MOT2 의 주기를 2 초의 정수배로 가져감에 따라 동일한 양의 그리스를 1 개월에서 12 개월까지 혹은 그 이상까지도 주입할 수 있다.

Fig. 5(b)는 상기 고안된 구성도에 따라 설계한 그리스 주유 제어 회로도이다. 주유시간 설정은 현재 사용되고 있는 주유기의 일반적인 사용 시간을 토대로 1 개월, 2 개월, 3 개월, 6 개월, 12 개월의 5 개 mode 로 설정하고 실험에 사용하기 위한 6 시간 모드도 설정이 가능하도록 회로를 설계하였다.



(a) designed diagram

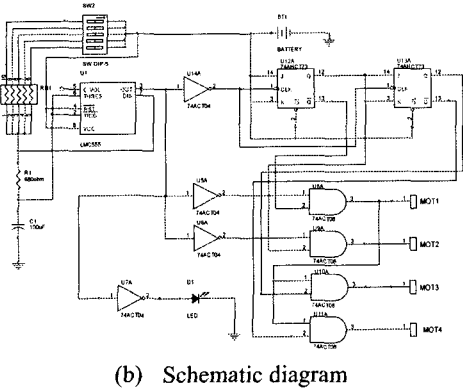


Fig. 5 Circuit for adjustable lubricating time

그리스의 토출량은 피스톤의 하강 속도에 비례하게 되고 피스톤의 하강 속도는 피스톤 이송 스크류와 연결되는 최종기어의 회전수와 관련이 있게 되며 이는 곧, 첫 번째 원동축의 회전속도에 비례하게 된다. 따라서 사용 주기의 설정 값에 따른 주축의 회전수를 조절하기 위해 다양한 용량의 수동소자(R_a , R_b , C)에 의해 전기적 신호의 펄스 주기를 제어하였다. 즉, LMC555 chip의 출력신호 주기는 식(3)에 의해서 얻어진다.

$$T = 0.693(2R_bC + R_aC) \quad (3)$$

단, $T = T_1 + T_2$ 로 T_1 (Low level)= $0.693R_bC$ 이고, T_2 (High level)= $0.693(R_a+R_b)C$ 이다.

여기서 수동 소자들의 값은 1 개월~12 개월의 mode 모두를 포함하는 최적 값으로 $R_b=680[\Omega]$, $C=100[\mu F]$ 으로 선정하고 R_a 값의 변화를 주어 주기(T)를 설정하였다. Table 1 은 요구되는 주입 mode에 따른 환산된 R_a 값이다.

Table 1 Selection of setting period

mode	1month	2month	3month	6month	12month
주기(T)	1sec	2sec	3sec	6sec	12sec
T1	47.1ms	47.1ms	47.1ms	47.1ms	47.1ms
T2	~955ms	~1953ms	~2951ms	~5952ms	~11953ms
R_a	13.1 K Ω	27.5 K Ω	41.9 K Ω	85.2 K Ω	171.8 K Ω

Fig. 6(a)와 (b)는 앞서 설명한 결과로 제작된 그리스 주유 제어회로의 PCB 패턴과 시작품이다. Fig. 7 은 1 개월 주입 mode 로 설정한 시작품의 출

력 단자 측정 파형 이다. MOT1 과 MOT2 출력 단자 사이에는 1 초 간격으로 서로 교번하는 짧은 폭의 펄스 신호가 발생한다. 이 신호는 시계 구동 코일에 공급되어 시계의 초침기어를 구동시킨다. 만약 6 개월 주입 mode 가 되면 교번 간격이 6 초가 되고, 12 개월 주입 mode 면 교번 간격이 12 초가 된다.

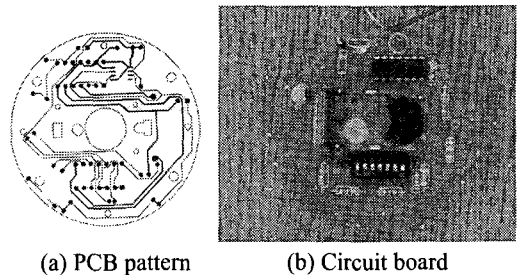


Fig. 6 PCB assembly for adjustable lubricating time

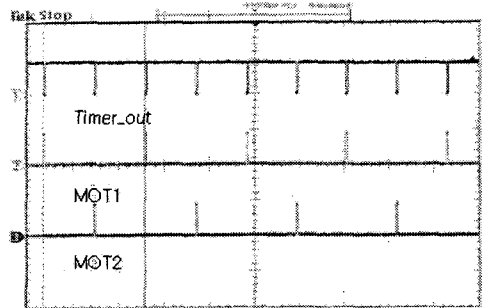


Fig. 7 Measured waveform of coil terminal under 1-month selection

Table 2 Comparison of Power consumption

	주입시간에 따른 소비전력					예상동작 가능시간 1년 이상
	1month	2month	3month	6month	12month	
본 장치	0.39mW	0.38mW	0.36mW	0.33mW	0.3mW	30 일
기존의 화합식 장치	30mW	30mW	30mW	30mW	30mW	30 일
모터구동 방식의 기계식 장치	1.5W	1.5W	1.5W	1.5W	1.5W	AA 배터리 채택 불가

그리스 주유 제어회로의 소비전력은 AA 크기의 1.5V 건전지 2 개(3.0V)로부터 공급되는 전류를

측정함으로써 평가하였다. Table 2 는 기존의 그리스 주유 장치들의 소비전력과 비교하여 나타낸 것을 보여준다. 측정 결과는 주유시간 모드에 따라 최소 0.3mW(3.0V/0.1mA:12 개월 주입 시)에서 최대 0.39mW(3.0V/0.13mA:1 개월 주입 시)로 평가되었다. 이는 'AA 건전지로 1 년 이상 동작할 수 있는 매우 적은 소비전력으로 벽시계에서 소모되는 전력 수준이다.

2.4 주유기 몸체부 형상설계

형상설계는 제품의 실용화 가능성에 크게 영향을 주기 때문에 안정성 검토가 상당히 중요하다. 본 연구에서는 digital mock-up 방식의 시뮬레이션과 유한요소해석에 의해 형상설계를 수행하였다.

자동그리스주유기의 설치각도와 외부 환경에 따른 주유기 토출부의 응력집중에 의한 파괴 현상 발생을 고려하여 시뮬레이션과 응력해석을 병행한 설계로, 몸체부 설계에서 용량에 따른 치수의 변화를 주어 다양한 각도의 토출부 형상으로 모델링한 후 최적의 형상을 결정하였다. 토출부의 각도를 30°, 45°, 90°로 3 차원으로 모델링한 후 실제 설치 각도와 유사하게 모델을 기울여서 응력해석을 한 결과 자동그리스주유기 몸체부의 직경이 갑자기 줄어드는 토출부 출구 지점에서 최대 응력이 분포한다는 것을 알 수 있었다. Fig. 8 은 설치각도에 따른 몸체부의 응력해석을 나타낸 그림들이다.

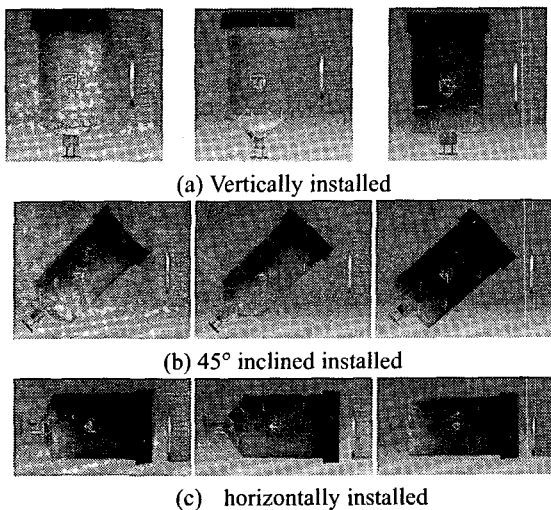
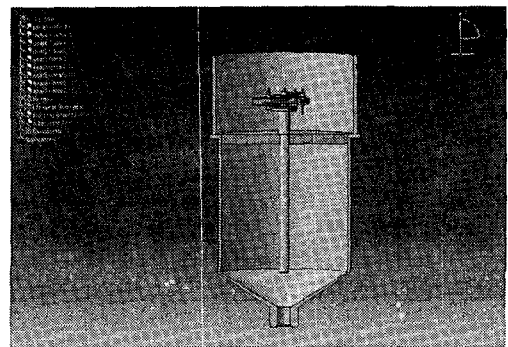


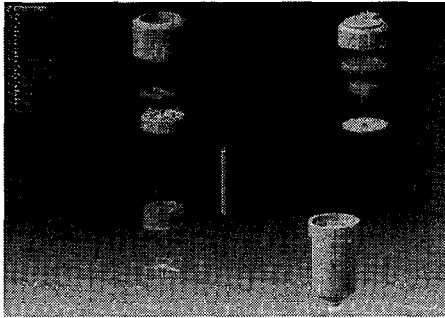
Fig. 8 Stress diagram of automatic grease lubricator at various installation angle

기어구동방식에 의해 출력이 계산되고 토출 가능한 직경이 설정되면 몸체부의 설계가 이루어지고, 크기에 맞추어 다른 기타 부위의 설계가 가능하게 된다. 즉, 몸체부의 용량과 직경이 결정되면 피스톤의 크기와 형상이 결정되고, 기어구동에 필요한 건전지가 들어가는 건전지실이 구해지고 기어 구동부의 위치가 결정되면 회로기판의 위치가 결정되어, 나머지 체결부가 설계되는 방법으로 수행하였다.

각 부분에 대한 솔리드 모델링이 이루어지고 나면 간단한 응력해석을 통하여 안정성을 평가하고, 시작품을 만들기 전에 최종적으로 제품의 성능을 미리 예측할 수 있도록 Digital Mock-Up 을 이용한 시뮬레이션을 통해 기어구동메커니즘의 검토하였다. 이 과정은 부품을 조립하거나 교환할 때 에 생기는 간섭 및 충돌 문제점이 있는지를 파악하여 설계 단계에서 제작성, 조립성의 조기 검증으로 설계 품질을 향상시키고 많은 시간과 비용을 요구하는 시작품의 제작을 최소화함으로써 제품의 품질을 높이고 제품개발 기간을 단축하게 된다. Fig. 9(a)는 CAITA V5 의 Digital Mock-Up 을 이용하여 기어 구동부에 의한 피스톤의 하강 모습을 시뮬레이션으로 나타낸 것이고, Fig. 9(b)는 각 파트들의 조립 형상 및 간섭 체크를 알아보기 위하여 Digital Mock-Up 에 의해 검토하는 과정이다.



(a) Driving simulation from solid modeling



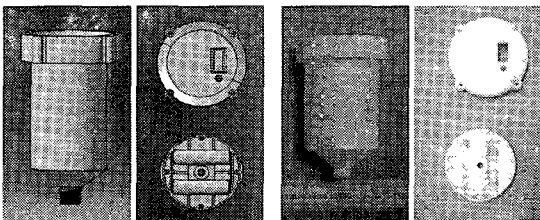
(b) Digital assembly from solid modeling

Fig. 9 Digital Mock-Up using for CATIA V5

3. 그리스 토출 성능실험

3.1 시작품 제작 및 형상 평가

시작품 제작을 위하여 본 연구에서는 박막적층기법으로 열가소성 수지(ABS)를 노즐을 움직이면서 다른 한 층을 만들기 위해 고화된 층위에 재료를 분사해가며 형상을 구현하며 단품(Part)을 제작하는 패속조형기(FDM Maxum, U.S.A ; Status Co.)⁵를 이용하였다. Fig. 10 은 패속조형기를 이용하여 시작품을 제작한 것으로 유한요소해석을 거친 후 안전하게 설계된 솔리드 모델링 파일을 부품의 면을 수많은 삼각형면들로 근사화하여 나타내는 STL 파일로 변환시켜 Insight(U.S.A ; Status Co.)를 사용하여 Tool Pass 를 생성하고 패속조형기로 전송시켜 다양한 형상으로 시작품을 빠른 시간에 제작하였다. 시작품의 성능실험에 앞서 패속조형기 특유의 제작 방식인 박막적층기법을 활용하여 제작됨으로 실제 사출 제품에서의 성능과 차이를 가지고 있기 때문에 이를 알아보기 위하여 진원도와 표면거칠기 장비를 사용하여 어느 정도의 정밀도를 가지는지 측정해본 결과 Table 3 과 Table 4 와 같이 나타났다.



(a) Final 3D modeling

(b) RP trial product

Fig. 10 Trial product by Rapid Prototyping machine

패속조형기로 제작된 시작품이 사출성형시의 구배에 의한 진원도를 극복할 수 있을 것으로 보았으나 패속조형기로 제작할 때 3D 모델의 Tool Pass 를 따라 헤드가 이동될 때 노즐의 start point 와 end point 의 불연속 지점에서의 mark 형상이 나타나며 각층마다 생긴 mark 형상이 일직선으로 적층되면서 cave 를 형성시킴으로써 주유기 몸체 내부의 진원도에 악영향을 끼치게 되고, 층층의 접촉 부위에서 노치가 생성되어 RP 시작품의 표면 거칠기는 사출 성형에 비해 많이 떨어진다는 것을 측정 결과 알 수 있었다.

Table 3 Roundness measurement result

단위 (μm)	차수	측정 부위	Roundness	Peak High P	Valley Deep	Mean Roundness
RP 시작품	1차	BODY 상부	210.94	138.21	-72.73	54.30
	2차	BODY 하부	170.47	107.77	-62.70	42.13
사출성형 제품	1차	BODY 상부	39.37	24.59	-14.78	10.58
	2차	BODY 하부	33.84	21.78	-12.06	8.69

Table 4 Surface roughness measurement result

단위 (μm)	차수	R_a	$R_s(DIN)$	$R_p(DIN)$	R_o	R_t
RP 시작품	1차	12.48	47.92	51.74	14.81	60.88
	2차	12.48	47.32	49.28	14.71	57.58
	3차	12.04	58.58	59.38	14.91	59.38
사출성형 제품	1차	0.03	0.32	0.42	0.04	0.46
	2차	0.04	0.32	0.36	0.05	0.38
	3차	0.03	0.24	0.28	0.04	0.34

3.2 토출 성능실험

토출실험에서 높은 압력이 자동유회주유장치 의 아랫부분에서 작용함으로써 Fig. 11 과 같이 각도를 가지고 적층된 부분에서 RP 시작품의 특성상 밀도가 떨어져서 이 부위에서 약간의 그리스가 유출되는 현상을 보였고, 또한 적층 부위의 노치에 의한 주유기의 몸체부 내면은 피스톤과 벽면의 마찰 저항에 크게 나타났으나 영향을 주지 않는 범위 내에 있으므로 후처리 작업⁶ 과 모델의 Tool Pass 수정작업으로 거칠기를 개선시킴으로써 그리스 유출을 막을 수 있었고 피스톤이 하강할 때 생기는 마찰을 최소화시킴으로써 성능 실험에서 무리 없이 그리스가 토출되었다. Fig. 12 는 후처리 과정을 거친 RP 시작품과 기어 구동부를 조립하여 그리스 토출 실험을 하는 과정이며, Fig. 13 은 토출실험 결과를 그래프로 나타낸 것이다.

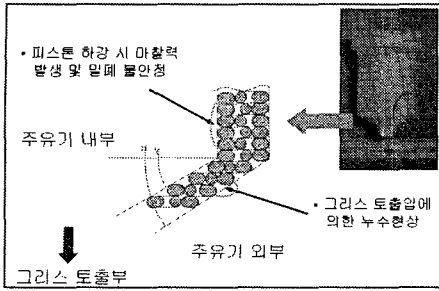


Fig. 11 Structural problem of RP trial product

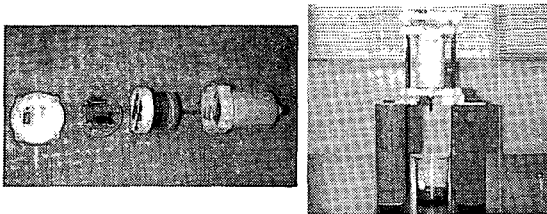


Fig. 12 Lubrication test from RP trial product

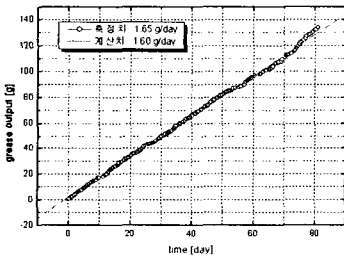


Fig. 13 Result graph of Lubrication test

4. 결론

본 연구에서는 자동그리스주유기의 지속적으로 정확한 량의 그리스 토출을 제어할 수 있는 기어 구동 메커니즘 방식으로 설계제작하기 위해 쾌속 조형기를 통해 시작품을 제작하고 형상 평가와 성능 평가를 실시함으로써 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 기어 중심간의 거리를 조절하여 기어의 백래시를 최소화시켰고 기어축의 형상은 기존 원추형의 기어축에서 축의 흔들림을 줄이기 위해 원통형으로 설계하였으며 코일의 회전수 및 굽기에 변화를 주어 저항 값을 기존 385Ω에서 535Ω으로 증가시킴으로써 그리스를 토출시키기 충분한 출력을 구할 수 있었다.

- (2) 설계제작된 기어 메커니즘의 출력은 최대 1.6kgf 이었으며, 피스톤 이송 스크류 사용과 기어구동 메커니즘에 의한 최종 토출압은 6.5kgf/cm²으로 지속적인 토출이 가능하였다.
- (3) 다양한 용량의 수동소자(R_a, R_b, C)와 전기적 신호를 펄스로 제어하기 위한 LMC555 chip 을 사용하여 그리스 주유 시간을 제어하였다.
- (4) 설치각도에 따른 응력해석 결과에 의해 주유기의 몸체부는 설치각도보다 토출부의 각도에 따른 목부위에서 응력집중현상이 더 크게 일어난다는 것을 알 수 있었다.
- (5) 그리스 토출시 벽면의 마찰이 장치의 작동에 중요한 변수로 작용하였으며, RP 시작품의 단점을 보완하기 위해서 본 연구에서는 후처리를 실시함으로써 토출 성능실험에 이용하였다

후 기

본 연구는 2005 년도 경남대학교 학술논문게재 연구비 지원으로 이루어졌음..

참고문헌

1. Kwon, O. K., "Recent R&D activities surface technology in tribology," J. of KSTLE, Vol. 3, No. 1, pp.5-11, 1987.
2. Tavakoli, M.S., Houser, D.R., "Optimum Profile Modification for the Minimization of Static Transmission Error of Spur Gear," ASME, Journal of Mechanism, Transmissions, and Automation in Design, Vol. 108, pp. 86-95, 1986.
3. Benton, M., Seireg, A., "Simulation of Resonances and Instability Conditions in Pinion-Gear System," J. of Mechanical Design. Trans. of ASME, Vol. 100, No. 1, Jan., pp. 26-31, 1978.
4. Lee, Sang Hoon, "Low Power Grease Lubricator Control System," KS Patent, No. 047219, Feb. 2005.
5. "Rapid Prototyping Report," CAD/CAM Publishing, Inc. Jan. pp.4-6, 1999.
6. Shin, B.S., "Rapid Manufacturing of Trial Molds and Prototypes by High Speed," J. of KSPE, Vol. 18, No. 12, pp. 124-129, 2001.