< 기술 논문 >

트렁크 래치의 베이스 플레이트와 접촉스위치의 최적화

김 경 남 · 노 유 정* · 김 동 훈

계명대학교 기계공학과

Optimization of Base Plates and Contact Switches in Trunk Latches

Kyunghnam Kim · Yoojeong Noh* · Donghoon Kim

Department of Mechanical and Automotive Engineering, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea

(Received 31 October 2013 / Revised 31 December 2013 / Accepted 10 January 2014)

Abstract : Automobile trunk latches enable trunks to be opened and closed by a latch mechanism, which can be selectively positioned between a locked condition and an open condition. To maintain structural and electronic performance of the trunk latch, the latch needs to endure impact load that occurs in its open and close motion, and a dynamic mechanism needs to be electronically controlled by a contact switch connected with a small DC motor. A base plate, which is the most important component relating to the structural safety, commonly uses a high stiffness material SAPH440-P with high manufacturing cost. In this paper, through structural analysis and optimization, production cost is significantly reduced by replacing SAPH440-P used in some region of the base plate with engineering plastic PBT GF 20%. The optimized contact switch reduces difference between distributed pressures of its two legs, which leads to improve the electronic performance of the trunk latch.

Key words : Latch(래치), Base plate(베이스 플레이트), Shape optimization(형상 최적화), Tensile and compressive analysis(인장과 압축해석), ANSYS workbench(앤시스 워크벤치), PIDO(프로세스 통합 및 설계 최적화)

1. 서 론

자동차의 트렁크 리드 래치 시스템은 트렁크 내부 제품 및 승객의 안전을 보호해야하는 중요 보안 부품으로써 미국 등 해외 선진국에서는 안전 법규를 제정하여 관리하는 부품이다. 최근에는 운전자의 편의기능 및 안전을 추구하는 경향에 따라 래치 시스템에 전기 구동 장치를 부착하여 조작의 편의성을 높이고 있어 이로 인한 시스템이 복잡해지고 있는 추세이다. 래치 시스템은 회전운동을 제어하여 트렁크의 잠금 및 해제를 수행함에 따라 구조적인 강성 및 강도를 유지하면서, 회전운동 시 효율적인

힘을 전달할 수 있는 동적인 메커니즘이 중요한 요소가 된다.¹⁾ 트렁크 리드 래치 시스템의 구조는 기계식과 전기식 타입으로 나뉘는데 기계식은 운전자가 수동으로 로드(rod)에 힘을 가하여 개폐하는 구조이며, 전기회로의 오작동에 대한 안정성이 높은 장점이 있다. 전기식 타입은 소형 DC모터를 기반으로 개폐하는 구조를 가지며, 전기신호를 이용하여 손쉽게 작동할 수 있다는 장점이 있다. 자동차 시장의 동향을 살펴보면 사용자의 편의 및 전자장치의 보급화로 인하여 전기식 타입의 래치의 사용이 증가하고 있다.

전기식 타입의 래치 시스템에서 최대의 강성을 가지는 베이스 플레이트(base plate)는 내부 부품들과 밀접하게 연결되어 있으며 트렁크 도어와 직접적으로 체결되는 부품으로써 래치 시스템에서 중요

*A part of this paper was presented at the KSAE 2013 Annual Conference and Exhibition

*Corresponding author, E-mail: romana79@kmu.ac.kr

한 역할을 담당하고 있다. 하지만, 베이스 플레이트에 대한 구조적 안정성에 대한 검증 없이 고강도 소재를 이용하여 프레스 가공을 하므로 생산수율에 문제점이 많으며, 불필요하게 형상이 복잡해지거나 체적이 커지는 경우가 많다. 또한 접촉 스위치(contact switch)는 클로(claw)의 회전에 의하여 모터를 제어하는 역할을 하며 짧은 다리와 긴 다리가 터미널(terminal)에 접지하는 순서에 따라 전기적 신호를 공급하거나 차단한다. 하지만 접촉 스위치는 짧은 다리와 긴 다리가 터미널과 접촉하면서 접촉압력이 상이함에 따라 작동성에 문제가 있는 경우가 많다. 트렁크 래치는 자동차 안전과 관련된 주요 부품임에도 불구하고 트렁크 리드 시스템의 총괄적인 메커니즘에 대한 선행 연구는 있지만, 전기식 트렁크 래치의 내부 부품에 대한 구조해석 및 최적화에 대한 연구는 미흡한 상황이다.

그러므로 본 연구에서는 ANSYS workbench와 PIAO(Process Integration, Automation and Optimization) 프로그램을 이용하여 베이스 플레이트와 접촉 스위치의 구조해석 및 형상 최적화를 통해 래치의 구조적 안정성과 조립성을 확보하여 생산수율 및 작동성을 향상시키는 것을 목표로 하였다.

2. 트렁크 래치의 구조와 재질

래치는 베이스 플레이트, 세미 바디(semi integrated body), 클로, 파울(pawl), 스프링 등의 단품들의 조합체로 구성되어 있다. 베이스 플레이트는 래치에서 최대강성을 가지는 부품으로써 구조적 안정 및 지지역할을 담당한다. 세미 바디는 내부 부품의 위치를 고정 시켜주며, 외부환경으로부터 래치의 작동성을 보호해 주는 역할을 한다. 클로는 스프링에 의해 반시계 방향의 모멘트가 작용하며, 스트라이커(차체 프레임과 래치를 연결시켜주는 부품)와 직접적으로 접촉하여 체결되는 부위로써 회전운동을 통하여 도어를 개폐한다. 파울은 스프링에 의해 시계 방향으로 모멘트가 작용하고 있으며, 클로가 스트라이커와 잠금 상태가 유지될 수 있도록 제어하는 기능과 본체의 강성 및 강도를 보완하는 역할을 한다. 베이스 플레이트는 트렁크와 결합되는 부분으로써 래치 부품중 강성이 뛰어나며 핀을 통하여

Fig. 1 Principal components

클로와 파울에 연결되어 있다. 접촉 스위치는 클로와 조립되어 있으며, 전기적 신호에 의해 모터가 작동하면 내부 부품들의 연계에 의해 클로가 회전을 하게 되는데, 일정한 각도를 넘어서게 되면 접촉 스위치의 긴 다리가 터미널과 접촉을 함으로써 전기적 신호를 차단하여 모터의 작동을 정지시키는 역할을 한다. 모터의 정지가 이루어지지 않는다면 내부 부품이 파손에 이르는 경우가 발생하게 되므로, 접촉스위치는 래치의 동작을 제어하는 중요한 부품에 해당된다. 주요 부품은 Fig. 1에 나타내었다.

본 논문의 설계 대상인 베이스 플레이트는 래치의 강성과 가장 밀접한 관계에 있으므로 고강도 재료인 SAPH440-P를 사용하였으며, 내부 부품을 고정해 주는 세미 바디는 PBT GF 20%, 접촉 스위치는 C5 계열의 재료를 사용하였다.

Table 1 Material properties of main components

Material	Yield strength [MPa]	Poisson's ratio	Elastic modulus [GPa]
SAPH440-P	517.5	0.3	296.4
PBT GF 20%	27.2	0.3	15.9
C5 affiliation	500.0	0.3	110.0

3. 베이스 플레이트의 유한요소해석

베이스플레이트에 대한 구조적 안정성에 대한 검증을 위해 트렁크의 개방 및 폐쇄과정에서 각각 인장해석과 압축해석을 수행하였다.

3.1 베이스 플레이트의 유한요소해석조건

승용차의 트렁크 개방과정은 클로와 스트라이커가 맞물린 상태에서 클로의 회전운동에 의해 스트라이커와 접촉이 상실됨에 따라 개방이 된다. 폐쇄

Fig. 2 Trunk latch model under tensile and compressive loads

Fig. 3 Trunk model for compressive analysis

과정은 트렁크 도어가 닫힘에 따라 트렁크 버퍼와 일차적으로 접촉하여 에너지가 분산되고 최종적으로 스트라이커가 클로와 래치 버퍼에 접촉함으로써 폐쇄된다. 래치는 구조적 안정성을 확보하기 위해서 폐쇄조건보다 상대적으로 취약한 개방과정에서 품질통과 조건인 3000 N의 인장력을 만족해야 한다. 폐쇄과정의 압축해석을 위해서는 압축력에 대한 정보가 필요한데, 이에 관한 정보는 없으므로 모의 트렁크 형상을 모델링하여 압축력을 계산하였다.

인장해석은 래치와 스트라이커가 결합된 상태에서 스트라이커에 Z축으로 -3000 N의 힘을 부여하여 해석을 수행하였고(Fig. 2), 압축해석은 트렁크 도어(22 kg)와 트렁크 버퍼를 모델링(Fig. 3)하여 닫힘 방향 속도(3 m/s)를 부여하여 충돌해석을 수행 후 스트라이커의 반력을 도출한 후 스트라이커와 래치 버퍼를 접촉시킨 상태에서 반력을 스트라이커에 부여하였다.²⁾ 내부 부품들의 접촉 조건은 Table 2에 나타난 바와 같다.

Table 2 Contact conditions of the contact parts

Contact parts	Contact conditions
SIB - Base plate	Bolting
SIB - Pin	Riveting
Striker1 - Claw assy	Locking
Striker1 - Striker2	Bolting
Pawl assy - Claw assy	Buffering
Pawl assy - Pin	Rotating
Claw assy - Pin	Rotating
Pawl - Claw	Spring

3.2 베이스 플레이트의 인장해석

본 연구는 ANSYS workbench에서 베이스 플레이트의 응력분포를 확인 후 형상 최적화(shape optimization)를 이용하여 베이스 플레이트의 원가절감을 목표로 하고 있다. 트렁크 도어가 폐쇄 되어있을 때의 래치상태에 기초하여 해석한 결과는 Fig. 4에 나타내었다.

인장해석 결과 볼트 체결 및 리베팅 되는 지역에서 응력 분포가 넓게 나타나는 것을 확인하였고, 최대응력은 우측의 볼트 체결되는 지역에서 항복강도(517.5 MPa) 보다 낮은 296.9 MPa이 계산되었다. 볼트 체결부위에서 최대응력이 발생한 이유는 베이스 플레이트가 트렁크와 직접적으로 접촉해 있고, 인장 조건에 의해 재료 내부에서 인장력과 압축력이 볼트 체결부위에서 집중적으로 가해지시기 때문이다. 하지만, 볼트 체결 및 리베팅 부위를 제외한 대부분의 영역에서의 응력값은 매우 작으므로 고강도의 재질 사용이 불필요함을 알 수 있다.

Fig. 4 Analysis result under the tensile load

3.3 베이스 플레이트의 압축해석

압축해석은 트렁크 도어와 트렁크 버퍼를 고려하여 수행을 하였다. 압축해석을 수행하기 위해서 승

Fig. 5 Maximum stress at the contact region

용차의 트렁크 도어, 트렁크 버퍼와 스트라이커를 간략히 모델링 하였고, 접촉면에 대한 힘을 계산하기 위해 스트라이커의 모양을 원기둥에서 사각기둥으로 변경하였다. Fig. 5에 나타난 바와 같이 래치 버퍼와 스트라이커가 접촉하는 지점에서 약 4.1 MPa 이 나타났다. 주변응력을 고려하여 보수적인 반력을 도출하기 위해 접촉지역에서 4.5 MPa의 고른 응력이 나타나는 것으로 가정을 하였고, 래치 버퍼와 스트라이커가 접촉하는 면적(28.8 mm^2)과 계산된 응력을 이용하여 접촉 면적에 작용하는 힘(129.6 N)을 계산하였다. 본 연구에서는 압축해석에 대한 보수적인 결과를 도출하기 위하여 3배의 힘(388.8 N)을 부여하여 해석을 수행하였으며 결과는 Fig. 6에 나타난 바와 같다.

해석 결과 압축력이 작용하는 경우 리베팅 되는 지역에서 응력분포가 넓게 나타나는 것을 확인하였고, 최대응력은 우측의 리베팅 부위에서 항복강도 (517.5 MPa)보다 낮은 156.7 MPa 로 발생하였다. 우측의 리베팅 부위에서 최대응력이 발생한 이유는 스트라이커가 버퍼를 압축하면서 베이스 플레이트가 변형을 하게 되는데, 상대적으로 고정이 잘 되어 있는 리베팅 부분에서 변형이 일어나지 않아 응력이 집중되는 현상이 발생하기 때문이다.

베이스 플레이트는 압축조건보다 인장조건에서

Fig. 6 Analysis result under the compressive load

더 높은 응력값을 얻었다. 이는 인장상태에서는 하중이 래치에 집중적으로 작용함으로써 볼트 체결부위에서 발생하는 응력이 높지만, 압축상태에서는 트렁크 버퍼 및 내부 프레임이 트렁크 도어를 받쳐 줌으로 인하여 하중이 분산되기 때문이다. 압축해석은 인장해석과 달리 대부분의 높은 응력이 리베팅 부분에서 발생하므로 베이스 플레이트의 상부 영역에서 재질 변경이 가능하다.

4. 베이스 플레이트의 형상최적화

형상 최적화를 진행하기에 앞서 현물 제작공정에서 제작 수율 및 내부 부품의 작동성을 고려하여 다음과 같이 제거 가능한 영역과 제거 불가능한 영역을 나누었다. 제거 가능한 범위는 와이어 가이드(wire guide)와 모터 고정부위(support for motor)를 포함하며, 트렁크와 직접적으로 접촉하는 베이스 플레이트의 일부분이 해당된다(Fig. 7).

최적화를 진행하기에 앞서 유한요소해석을 수행한 결과 상대적으로 인장조건이 압축조건보다 베이스 플레이트에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이에 따라 인장해석 시 사용된 경계조건을 이용하여 형상 최적화를 수행하였다. 형상 최적화는 일반적으로 주어진 하중조건에서 최대 강성을 가지기 위해 재료의 분포를 최적화하며 강성과 관련된 형상을 등고선 선도로 나타낸다. 체적 구속조건에 대한 최대 정적 컴플라이언스 에너지를 최소화하는 것을 목적함수로 설정한다.

Fig. 7 Removable and unremovable region for actual process

$$\begin{aligned}
 &\text{Find } \underline{d} = [\eta_i] \quad (i = 1, 2, \dots, N) \\
 &\text{to minimize } U_C \\
 &\text{subject to } 0 < \eta_i \leq 1 \\
 &V \leq V_0 - V^*
 \end{aligned} \quad (1)$$

식 (1)에서 U_C 는 컴플라이언스 에너지, N 은 요소의 개수, η_i 는 설계변수(유사밀도), V 는 계산된 체적, V_0 는 초기의 체적, V^* 는 제거될 체적이다.

이 절차에 따라 현물 제작 및 소재 변경에 따른 안정성과 조립성을 확보하는 과정을 수행하였다. Fig. 8은 형상 최적화의 표적감소율(target reduction)이 각각 90%와 50%에 대한 결과이다. 여기서 표적감소율은 경계조건지역을 제외한 전체 체적에 대한 감소율을 일컫는다.

표적감소율이 90%와 50%를 비교하면 공통적으로 제거 가능한 영역은 모터고정부분과 와이어 가이드부분이다. 베이스 플레이트는 프레스 가공으로 제작이 되며 형상이 간단하고 판금의 양을 감소시킬수록 제작비용이 감소된다. 현재 베이스 플레이트는 모터 고정부위와 와이어 가이드 부분의 형상이 복잡하고, 판금이 과량으로 사용되므로 프레스 가공 시 버려지는 양이 많다. 따라서 제작비용을 감소시키기 위해 형상 최적화의 결과를 바탕으로 판금의 사용량을 줄이는 방향으로 수정 및 보완이 요구된다.

하지만, 재질을 변경할 경우 재질의 단가 절감에

Fig. 8 FE models with removable and unremovable region

Fig. 9 Divided base plate with two materials

다른 비용절감을 기대할 수 있으나, 베이스 플레이트와 세미 바디가 동시에 가공이 수행되어야 하므로 비용이 추가될 수 있다. 또한 베이스 플레이트에 있는 홈은 높은 하중을 받는 부분이지만, 릴리즈 레버(release lever)의 회전운동으로 인한 잦은 마찰로 인해 마모가 자주 발생하는 부분으로써 높은 강성의 재질이 필요하다.

그러므로 본 연구에서는 불필요한 추가가공을 하지 않기 위해 기존 모델 형상은 유지하면서 베이스 플레이트 홈 부위를 기준으로 상부는 EP(engineering plastic) 소재로, 하부는 기존 재질인 SAPH440-P를 사용하였다(Fig. 9). 분할에 따른 조립방법은 기존의 방식처럼 볼트 체결로 완성되어지며 이중 소재가 접해 있는 부분은 추가적인 결합방식을 필요로 하지 않는다.

형상 최적화와 제작상황을 고려한 결과 응력이 높은 부위에는 기존 재질인 SAPH440-P를 사용하였다. 수정된 형상에 대해 조립 및 인장조건을 적용하여 구조해석을 수행한 결과 SAPH440-P 재질에서의 최대응력은 기존 해석결과와 같은 볼트 체결부위에서 309.7 MPa 로써 항복강도(517.5 MPa)보다 낮은 값을 얻었다. Fig. 10의 해석결과에서도 알 수 있듯이 트렁크 도어와 접촉하는 면적이 변경된 만큼 응력의 범위도 넓어짐을 알 수 있다. 상대적으로 응력 값이 낮게 발생한 영역에 대해서는 세미바디에서 사용되고 있는 EP 재질(PBT GF 20%)을 사용하였다. EP 재질은 저흡수성, 치수 안정성, 내마모성이 뛰어나며 산업분야에서 널리 사용되고 있다.³⁾ 이 재질을 적용한 영역에서 해석결과는 Fig. 11에 나타나

Fig. 10 Analysis result using SAPH440-P

Fig. 11 Analysis result using PBT GF 20%

있으며, 좌측 볼트 체결되는 지역에서 최대응력이 3.4 MPa로 나타났고 항복강도(27.2 MPa)보다 낮은 값을 나타내었다. 좌측 볼트체결 지역에서 최대응력이 발생하는 이유는 해당 부위가 트렁크와 직접적으로 접촉해 있으며 인장조건에 의하여 세미 바디의 변형과 베이스 플레이트(SAPH440-P)의 변형이 볼트 체결 지역을 통해 전달되지만, 상대적으로 밀착·고정이 잘되어 있어서 변형량이 작아 응력이 집중되는 현상으로 판단된다. 그러므로 재질 변경에 따른 베이스 플레이트의 조립성과 안정성에는 문제가 발생하지 않음을 확인할 수 있었다.

재질변경에 따른 원가 절감 효과를 계산하기 위해서는 재질의 원가 정보가 요구되지만, 이는 기업의 기밀 사항이므로 투자회사의 보고서에서 제시된 재질의 상대적인 원가를 이용하였다.⁴⁾ 보고서에 따르면 고장력강과 EP재질의 비중은 강은 7.8, EP재질은 0.9~2.1에 해당된다. 강과 EP재질의 1톤 당 상대가격이 각각 1.0, 2.2임을 감안하면 최대 41%~74%의 원가절감을 기대할 수 있다. 본 연구에서는 베이스 플레이트의 약 34%의 체적을 EP재질로 대체하므로 이를 반영하면 약 14%~25%의 원가절감을 기대할 수 있으며, 중량 면에서는 25%~30% 가량의 경량화 효과를 기대할 수 있다.

5. 접촉스위치의 유한요소해석

초기 모델링 상에서 터미널과 접촉 스위치는 침투가 되어 있어 구조해석에 용이하지 않다. 침투현상을 방지하기 위하여 접촉스위치와 터미널사이에 Fig. 12의 좌표계에서 X축으로 1.5 mm만큼 간격을 추가적으로 부여하였고, 구조해석 시 X축으로 다시 -1.5 mm 부여하여 긴 다리와 짧은 다리가 터미널에서 서로 접촉하도록 하였다.

접촉 스위치는 클로와 조립되어 있으며 클로의 움직임에 따라 긴 다리가 터미널과 접촉하게 되며, 접촉 유무에 따라서 모터의 작동을 차단하는 역할이 수행된다. Fig. 12의 모델링에 해석조건을 부여하였고, 이에 따라 초기모델의 구조해석을 실시하여 터미널과 세미 바디에서 나타나는 접촉압력을 Fig. 13에 나타내었다. 짧은 다리와 긴 다리에서의 각각 접촉압력은 15.2 MPa, 2.2 MPa로써, 두 접촉압력의

Fig. 12 Detailed view of the contact switch

Fig. 13 Analysis result of the contact switch

차이는 약 13 MPa이다. 일차적으로 짧은 다리가 터미널과 접촉함으로써 접촉 스위치에 전반적인 변형이 발생하는데, 이로 인하여 긴 다리의 접촉압력이 상대적으로 낮다. 접촉압력의 차이는 접지불량으로 나타나며 이 문제점을 해결하기 위하여 최적화를 수행하였다.

6. 접촉스위치의 최적설계

본 연구에서는 컴퓨터가 반복적인 해석을 자동으로 수행할 수 있도록 PIDO(Process Integration and Design Optimization) 기술을 사용하여 ANSYS workbench와 연동을 하였다.⁵⁾ 최적화 기법은 STDQAO (Sequential Two-point Diagonal Quadratic Approximate Optimization)를 이용하였으며, 이 방법은 근사화와 최적화를 반복하는 순차적 근사화 기법으로써 비선형성을 갖는 최적설계문제에 적합한 방법으로 알려져 있다.⁶⁾

두 다리 길이에 따른 접촉압력을 최소화하기 위해 변수를 정할 필요가 있다. 설계 변수는 통전시험을 통해 성능에 직접적으로 영향을 미치는 변수를 도출하였으며, 그 결과 설계 변수는 두 개의 스위치 다리의 길이 및 각도로 지정하였다 (Fig. 14). 여기서 α 와 β 는 각각 짧은 다리와 긴 다리가 기울어진 각도이며, L_1 과 L_2 는 각각의 다리에서 기울어진 각도 이후의 직선길이, L_3 는 접촉 스위치 제작 시 기준이 되는 지점부터 각도를 이루기 전 직선구간의 길이이다. 이 외의 지역을 변수로 지정할 경우 클로의 형상변경이 이루어져야 하므로 최소한의 변수를 지정하였다.

변수의 상한과 하한은 스위치가 접촉 후 변형이 발생하더라도 접촉이 이루어질 수 있도록 결정하였다. α 와 β 의 경우 현물 제작공정에서 10° 단위로 생산이 되는데, 기존 각도가 120° 인데 반해 110° 미만, 120° 초과되면 접지력이 상실됨에 따라 범위는 $110^\circ \sim 120^\circ$ 로 지정하였고, 이 각도를 기준으로 L_1 과 L_2 를 설정하였다. L_1 과 L_2 는 터미널에 접지됨에 따라 변형이 일어나게 되므로 터미널과 접지할 수 있는 최소 길이부터 접지 후에도 접촉을 상실하지 않도록 최대 변형길이까지 감안하여 범위를 지정하였다. L_3 의 경우도 설정된 각도범위에서 접촉력이 상

Fig. 14 Design variables

실 되지 않도록 터미널과 접촉하는 면에 따라 길이가 결정되었다. 각 변수의 상한과 하한은 식 (2)에 나타나 있다.

목적함수는 짧은 다리의 접촉압력(P_1)과 긴 다리의 접촉압력(P_2) 차이를 최소화 하는 것이다. 이 문제의 정식화는 식 (2)와 같으며 최적화 결과는 Table 3과 같다.

$$\begin{aligned} \text{Find } \underline{d} &= [\alpha, \beta, L_1, L_2, L_3] \\ \text{to minimize } & \|P_1\| - \|P_2\| \\ \text{Subject to } & 110 \leq \alpha, \beta \leq 120 \\ & 1.941 \leq L_1, L_2 \leq 2.541 \\ & 3.094 \leq L_3 \leq 5.394 \end{aligned} \quad (2)$$

최적화 과정에서 총 27회의 해석을 수행하였고 12시간 52분이 소요되었다. 초기에 비해 α 와 β , L_2 는 초기값과 큰 차이가 없으나 L_1 과 L_3 가 큰 폭으로 감소하였다. 그 결과 두 다리의 접촉압력 차이가 기존 모델의 접촉압력차이가 13 MPa인데 반해 1.3 MPa로 약 90% 줄어드는 결과를 얻었다.

최적점의 결과를 검증하기 위하여 현물 제작 가능한 소수점 3째 자리까지의 수치를 ANSYS workbench에 적용하여 재해석을 수행하였다 (Fig. 15). ANSYS 해석 결과로부터 접촉압력의 차이는 약 3.8 MPa로 나타났으며 기존의 접촉압력 차이 대비 71% 개선이 되었다. PIANO의 최적 결과와 비교하면 약 2.5 MPa

Table 3 Optimization results

	Initial design	Optimum design
α	120.0°	120.0°
β	120.0°	119.8°
L_1	2.541 mm	2.155 mm
L_2	2.541 mm	2.541 mm
L_3	5.394 mm	3.094 mm
Max. stress	13 MPa	1.3 MPa

Fig. 15 Maximum stress at the contact region

정도 차이가 생기는데, 그 이유는 소수점 이하의 자릿수의 범위에 따른 오차로 인한 것이다. 그러므로 스위치 형상 최적화를 통해 두 다리의 분포압력 차이를 최소화함으로써 스위치와 터미널 간의 접촉 불량 문제를 해결하여 래치의 전기적 성능을 유지할 수 있다.

7. 결 론

본 연구에서는 ANSYS workbench와 PIAAnO를 이용하여 구조해석 및 최적화를 수행하였다. 그 결과 베이스 플레이트의 SAPH440-P 재질 사용량을 감소시키고 상대적으로 저렴하고 낮은 강성을 가지는 EP 재질(PBT GF 20%)을 사용하여 제작원가의 감소 및 경량화 효과를 얻을 수 있었다. 또한 변경 후에도 베이스 플레이트의 해석결과 구조적 안정성을 유지함을 확인할 수 있었으며, 관련 부품과의 조립성과 작동성을 유지할 수 있었다. 접촉 스위치는 초기모델의 경우 접촉압력의 차이로 인하여 접지 불량상태

가 발생하였으나, 최적화 과정을 통하여 터미널과 접하는 스위치 다리의 접촉압력 차이를 최소화함으로써 기존 모델의 성능을 개선하였다. 그러므로 본 연구에서는 베이스 플레이트와 접촉 스위치의 최적화 결과를 도출하여 트렁크 래치의 구조적 안정성과 원가절감, 작동성을 개선하는 효과를 거둘 수 있었다.

후 기

본 연구는 지식경제부·한국산업기술진흥원 지정 계명대학교 전자화 자동차 부품지역 혁신센터(B0008866)의 지원에 의한 것입니다.

References

- 1) H. S. Lim, D. J. Hur, D. S. Ko and B. H. Jung, "Development of the Gate Latch Mechanism Having a Cinching Function," KSNVE Spring Conference Proceedings, pp.244-245, 2010.
- 2) M. K. Seo and H. K. Lee, "Door Slam Simulation Using Explicit Code," KSAE Spring Conference Proceedings, pp.1523-1531, 2011.
- 3) K. H. Yun, J. H. Lee and J. Choi, "A Study on Mechanical Properties of PBT/ABS Blends with Compatibilizers," Transactions of KSME, Vol.25, No.10, pp.2165-2171, 2002.
- 4) Shinhan Invest Corp., Engineering Plastic for Automobiles, <http://equity.co.kr/upfile/issue/201104/25/1303690234589.pdf>, 2013.
- 5) S. J. Youn, Y. J. Noh, S. R. Kim and J. W. Kim, "Optimization of Door Hinges of a Large Refrigerator," KSME Conference Proceedings, pp.87-88, 2013.
- 6) PIDOTECH, PIAAnO User's Manual, PIDOTECH Inc., 2012.