

슬라이드 레일용 리테이너의 유동해석 The Flow Analysis of Retainer of Slide Rail

*신동우¹, #윤영식², 심보경³, 고태조⁴

*D. W. Shin¹, #Y. S. Yoon(ysyoon@konyang.ac.kr)², B. K. Shim³, T. J. Ko⁴

¹ 경북하이브리드부품연구원, ² 건양대학교, ³ 경북하이브리드부품연구원, ⁴ 영남대학교

Key words : Slide Rail, Retainer, Lubricant, Flow Analysis

1. 서론

최근 생활수준이 올라가며 일반 가정에서도 서랍식 냉장고, 전기 가스 오븐이 많이 보급되어 사용되고 있다. 이러한 가정용품의 서랍식 문을 보다 쉽게 여닫기 위해 사용되는 것이 슬라이드 레일이다. 슬라이드 레일을 구동하기 위해 사용되는 것이 볼베어링으로, 볼베어링은 볼과 볼을 잡아주는 리테이너, 그리고 볼을 원활하게 움직이게 하기 위한 윤활제로 이루어진다.

일반 산업용 기구에서는 장비의 가동시간을 고려하여 주기적으로 윤활제의 상태를 체크하고 윤활제를 보충해짐으로써 기구의 원활한 작동성과 제품의 수명을 유지시킬 수 있지만, 일반 가정용 기구에서는 사용자가 주기적으로 점검을 하여 윤활제의 보충을 하기 어려운 실정이다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 일반 가정용품에서는 슬라이드 레일의 윤활제로 그리스나 그라파이터(흑연)를 주로 사용하고 있다.

본 논문에서는 슬라이드 레일의 리테이너 형상을 변경함으로써 윤활제의 유동성을 좋게 하여 슬라이드 레일의 성능을 향상시키고자 하였다.

리테이너 형상 변경에 따른 윤활제의 유동성 향상을 검증하기 위해 그리스 재질과 그라파이터(흑연) 각각에 대하여 Ansys를 이용한 유동해석과 구조해석을 진행하였다.

2. 해석조건

변형된 리테이너의 효과를 검증하기 위해 ANSYS의 CFX를 사용하여 Steady State 상태를 시뮬레이션하여 두 개의 리테이너의 차이점에 대해 경향성을 파악하고자 하였다.

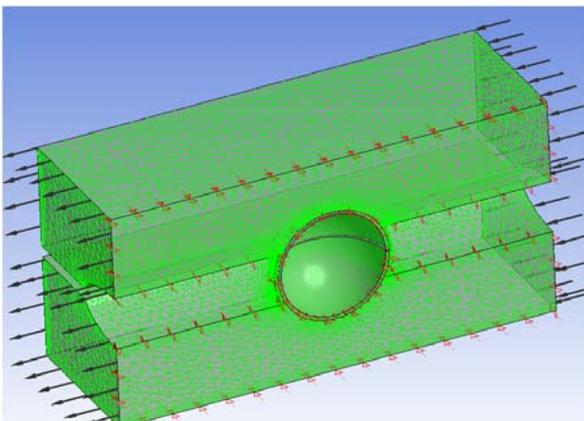


Fig. 1 FEM Model of Retainer of Slide Rail

Fig.1은 해석을 위한 모델로 벽면에 좀더 조밀한 격자를 얻기 위하여 5층의 프리즘 메쉬를 사용하여 생성하였으며 볼과 리테이너 사이의 Gap을 표현하기 위하여 Gap Size의 1/100의 격자를 사용하였다.

공기의 밀도는 1.185 [kg/m³], 점성 1.831E-05 [kg/m s]로, 그리스는 비중 0.97; 기유 점도 9.205E-02 [kg/m s]로 가정하였다.

벽면의 유동조건은 조건은 No Slip Smooth Wall로 정의

하였다.

슬라이드 레일이 거동되는 것을 묘사하기 위하여 한쪽면은 0.001ms⁻¹ (subsonic, normal speed)이 입력되고 반대면에 pressure 0pa를 입력하였으며, 수렴조건은 RMS 1.e-4 이하로 설정하였다.

볼이 회전하는 것을 묘사하기 위한 방안으로 볼이 접촉하는 면을 Domain Motion을 적용하여 Rotating 하였다. 이때 Angular Velocity는 1000 rev min⁻¹ 으로 설정하고 여기에 상대면을 Interface 처리하여 실제 볼이 회전하는 것에 의해 발생하는 유동을 만들어 내었다. 여기에 수렴성을 높이기 위해서 Frozen Rotor 조건과 No Pich Change 조건을 부여하였다.

3. 해석결과

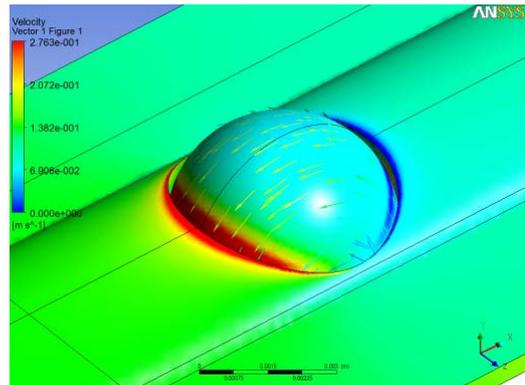


Fig. 2 Velocity and Press of Type 1

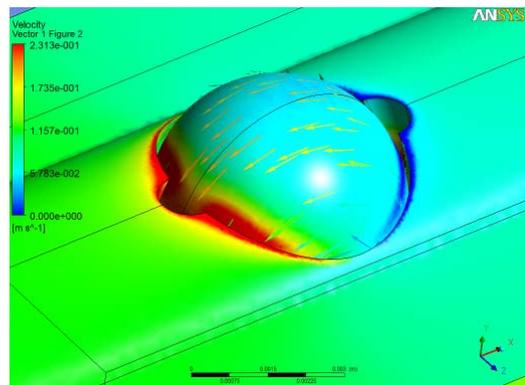


Fig. 3 Velocity and Press of Type 2

Fig.2와 Fig.3에서 보는 바와 같이 구면의 속도를 화살표의 색으로 표현 하였다. 이를 통해 구의 회전 축 기준으로 회전축과 가까울수록 유체의 속도가 느리고 회전축과 멀수록 유체의 속도가 느림을 확인할 수 있었다. 또한 유체가 리테이너에서 빠져 나오는 순간의 속도가 빠르고 리테이너로 들어갈때의 속도는 느리다는 것을 확인할 수 있었다.

Fig.2와 Fig.3에서 면의 색을 통해서 압력을 나타내었다. 압력범위는 최대 0.01 pa에서 -0.01 pa을 나타낸 것으로 볼의 회전방향과 맞이하는 방향의 압력이 높다는 것을 관찰

할 수 있었다. 본 해석에서는 난류조건 고려하지 않았다는 점을 생각해 본다면 이는 단순히 회전하는 유체의 압력에 의해 발생되었다고 판단되어 진다.

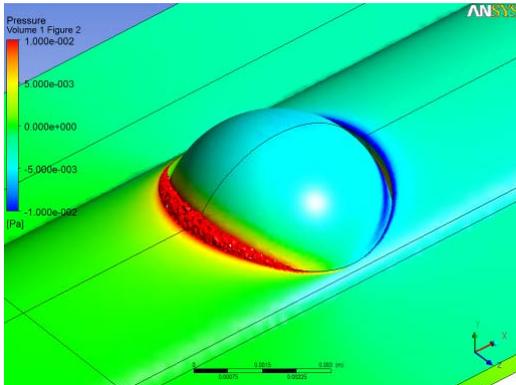


Fig. 4 Volume of Press of Type 1

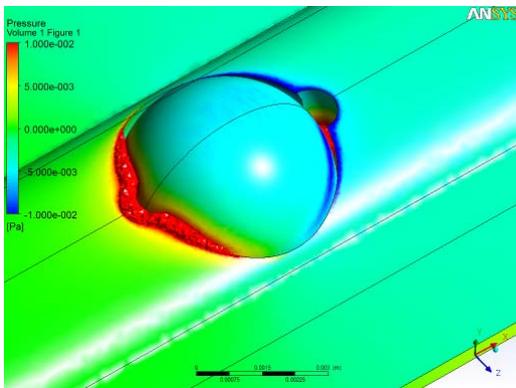


Fig. 5 Volume of Press of Type 2

Fig.4와 Fig.5에서는 압력을 통해 생성된 영역을 Volume을 통해서 나타내었다. 이를 통해 볼의 회전체와 맞닿는 면에서 압력이 높게 발생되며 이는 실제 슬라이드 레일을 거동하는데 있어 윤활제가 한쪽으로 쌓이게 되는 원인이 볼에 의해 회전하는 유체에 의한 것이라는 것을 확인 할 수 있었다.

Fig.1에서 Fig.5을 통해 Type1과 Type2를 비교해 본다면 Type2의 리테이너가 회전축에서 가장 먼 곳에서 발생하는 압력을 낮춘 다는 것을 알 수 있었다. 이러한 효과는 실제 그리스가 뭉치거나 한쪽에 쌓이는 효과를 개선함으로써 리테이너의 성능이 향상될 것으로 예상된다.

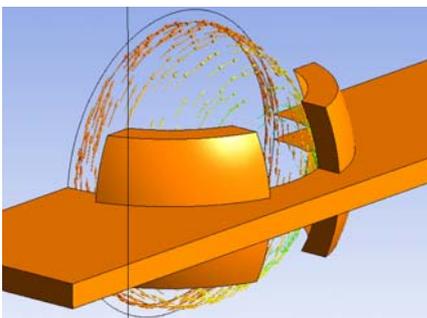


Fig. 6 Velocity and Press of Type 3

Fig.6은 고체 윤활제(흑연)를 사용하는 철재 리테이너의 볼 주변의 유동속도를 관찰한 해석 결과이다.

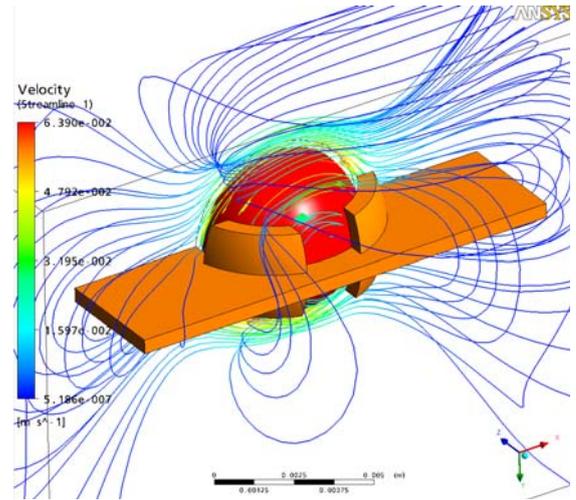


Fig. 7 Velocity and Streamline of Type 3

Fig.6과 Fig.7을 통해 가루형태의 윤활제는 비산(飛散)하는 효과가 있다는 것을 관찰할 수 있었다. 실제 흑연이 폐를 통해 인체에 흡입되었을 때 진폐증 또는 폐암을 유발할 수 있는 원인이 된다는 사실을 감안했을 때 이러한 비산 효과가 있는 고체 윤활제를 음식물 보관, 조리용 오븐에 사용하는 것에는 큰 문제점이 있다고 판단된다.

4. 결론

슬라이드레일의 리테이너에 그리스가 쌓이게 되는 원인은 유체의 회전에 의해 발생된 압력 때문인 것으로 판단된다.

슬라이드레일의 리테이너에 그리스 포켓을 생성하여 윤활 성능이 개선될 수 있을 것으로 예상된다.

오븐용에 사용되는 철재리테이너의 유동해석 결과 윤활제가 비산될 가능성이 있다는 것을 확인 하였으며 이러한 비산효과는 인체에 유해할 것으로 예상된다.

참고문헌

1. J.A.Schey, "Metal deformation processes : Friction and lubrication", Maarcel Dekker, New Youk, 1970
2. J,Schey, "Tribology in betal working", ASM, Metal Parks, Ohio, 1983
3. A. Landdown, "high temperatur lubrication", Mech, Eng, Pub, Limited, 1994
4. "Friction and Wear Characteristics of automotive Friction Material Containing Different Relative Amounts of Solid Lubricants(Graphite, MoS2 and Sb2S3)", "Nak Cheon Choi", "Ho Jang", "Korea Society of Tribologist and Lubrication Engineers", pp219-224,1999
5. F.P.Bowden and D.Tabor, "The Friction and Lubrication of Solids," Part 2, Chap.11, Oxford University Press, pp.186-199,1964
6. D.H.Buckley, "Surface Effects in Adhesion, Friction and Lubrication," Trrbolgy seris 5, Chap.10, Elsevier Scientific Publishing Company, pp569-577,1981
7. The Merck Index, Merck & Co. Inc., Rahway, New Jersey, U.S.A., Copyright 1940
8. ANSYS, "ANSYS® CFX® USER'S MANUAL", 2007