

자동차 에어컨용 사판식 압축기의 스커핑에 대한 실험적 연구 Tribological study of Scuffing in Swash Plate Compressor for air condition system of automobile

*임동진¹, #조용주¹, 문석만¹, 이 향¹, 유용훈¹

*D.J.Lim¹, #Y.J.Cho(yjcho@pusan.ac.kr)¹, S.M.Moon¹, H.Lee¹, Y.H.Yu¹

¹부산대학교 기계공학부

Key words : Swash Plate Compressor, Scuffing, Friction, Wear, Pin-on-disk Test

1. 서론

사판식(Swash Plate) 압축기는 자동차 에어컨 용 압축기에 가장 널리 사용되고 있다. Fig.1 처럼 경사진 판의 회전에 의하여 피스톤의 왕복운동으로 흡입밸브와 실린더 내에 증기를 압축시키고 토출밸브를 통해 압축된 증기를 배출시키는 원리를 가지고 있다. 자동차 에어컨용 압축기는 자동차 운전 특성에 알맞은 내구성 및 설계가 필요하다.

본 연구에서는 Pin-On-Disk (TE67) 마찰, 마멸 실험 장치를 통하여 사판식 압축기가 원활하게 회전 경사운동을 할 수 있도록 베어링 역할을 하고 있는 Shoe와 회전운동을 하고 있는 경사판 사이의 스커핑(Scuffing) 등 트라이볼로지적 특성을 파악하여 보다 우수한 성능과 신뢰성을 가진 압축기를 설계하고 개발하는데 목표를 두고 있다.

2. Shoe-on-disk 실험

2.1 실험장치 및 시편

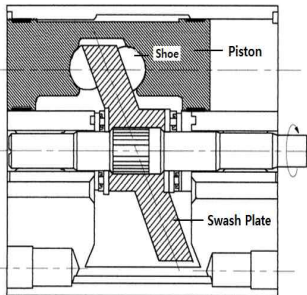


Fig. 1 Swash plate Comp.



Fig.2 TE67

본 실험에 사용된 장치는 Fig. 2의 Pin-On-Disk 타입의 고속회전 마찰, 마멸 실험 장치이다. 현재 상용중인 압축기의 Shoe와 Disk, 실린더를 장치에 장착할 수 있는 지그를 설계하여 Shoe-On-Disk Type으로 실험을 하였다.

2.2 실험조건 및 방법

Table 1 Test Condition

Parameters	Conditions
Shoe Diameter	11 mm
Shoe Dimple Diameter	4.5 mm
Shoe Material	SUB2(SUJ2)
Disk Diameter	76 mm
Disk Material	A1390-T6
Temperature / Humidity	20 °C / 20%
Refrigerant(lubricant)	R134a

Fig.3에서 볼 수 있듯이 Shoe-On-Disk Type의 실험으로 실린더와 Shoe를 고정시키고 Disk를 회전시킨다. 이때 하중과 속도를 변화시키면서 스커핑(Scuffing)이 발생할 때 까지 실험한다.

윤활제 역할을 하는 냉매 R134a는 3ml/3min씩 공급하고 원하는 실험조건에서 윤활유를 추가 공급하지 않으면서 가속한 윤활 상태를 만들어 스커핑이 빠르게 발생할 수 있도록 하였다.

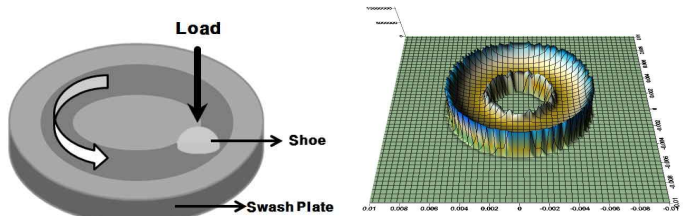


Fig. 3 Test specimen & Contact pressure

스커핑이 발생 할 때까지의 마찰계수와 마찰력 변화를 측정하였다. 표면 조도기를 이용하여 스커핑 발생 전후의 Shoe와 Disk의 표면 형상 Parameter를 측정하였다.

Table 2 Test Case

	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Load [N]	500 ~ 900	800	650	800
Velocity [m/s]	2.51	3.77	4.65	2.51

3. 실험결과

Fig. 4과 Fig.5 는 스커핑이 발생한 실험과 발생하지 않은 실험의 시간별 Load와 마찰계수를 측정 한 그래프이다. 스커핑 발생 여부는 마찰계수가 급격하게 변하는 것으로 판단하였다.

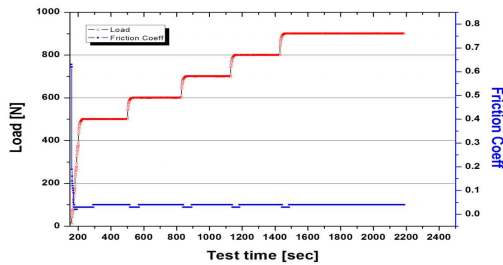


Fig. 4. Test data(No scuffing)

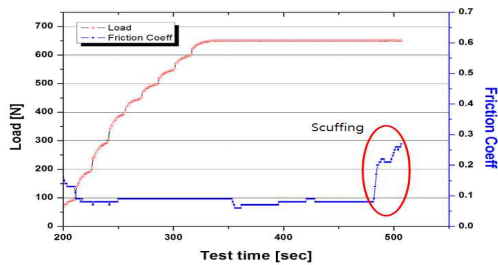


Fig. 5. Test data(Scuffing)

Fig. 6는 스커핑 발생 전/후의 Disk표면의 변화를 표면조도기로 측정 한 Data이다. 최대 마모는 20 μ m 정도 일어난 것을 볼 수 있다.

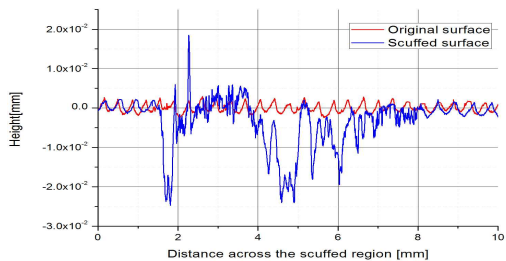


Fig. 6 The profile scuffed region surface

스커핑 전/후의 표면 형상 Parameter를 비교하면 Shoe와 Disk의 Ra값은 각각 0.046, 0.767에서 1.737, 1.887으로 표면이 거칠어진 것으로 측정되었다. 스커핑 발생 후 표면의 마모와 마모입자들의 응착으로 표면 형상이 상당히 변화한 것을 볼 수 있다.

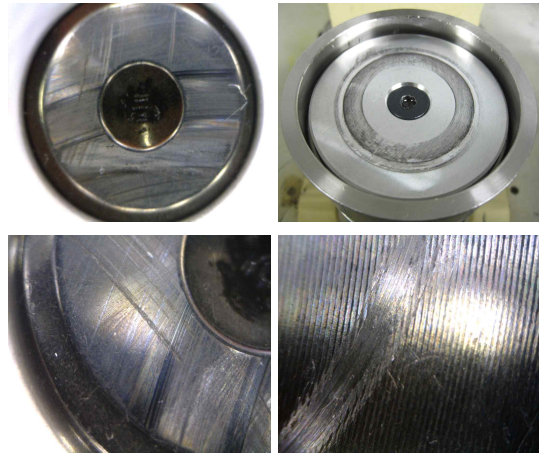


Fig. 7. The photo of scuffed surface

4. 결론

자동차 에어컨용 사판식 압축기의 Shoe와 Disk의 스커핑 등 트라이볼로지적 특성을 파악하는 실험을 통해 다음과 같은 결과를 얻었다.

- (1) 스커핑 발생 판단 기준은 마찰계수가 0.2로 급격하게 변화하는 지점으로 정하였고 Fig.7에서 스커핑 발생을 육안으로 확인할 수 있었다.
- (2) 무윤활 상태에서 스커핑 발생 시간을 10분을 기준으로 스커핑 발생 유/무를 판단하였다.
- (3) 스커핑 발생 전/후의 Ra값은 Shoe가 0.046에서 1.737로 Disk가 0.767에서 1.887으로 측정되었고 Disk에서 최대마모는 20 μ m가 일어났다.

위의 결과를 바탕으로 스커핑 Resistance를 증가시켜 우수한 성능과 신뢰성을 가진 압축기 설계에 도움을 줄 수 있을 것이다.

후기

본 연구는 교육과학기술부와 한국연구재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구 결과임.

참고문헌

1. Hyung Yoon, Todor Sheiretov, "Scuffing behavior of 390 aluminum against steel under starved lubrication conditions" *Wear*, **237**, 163-175, 2000.
2. Timothy A. Solzak., Andreas A. Polycarpou., "Tribology of Hard Protective Coatings Under Realistic Operating Conditions for Use in Oilless Piston-Type and Swash-Plate Compressors" *Tribology Transactions*, **53**, 319-328, 2010.