

## 철계 자성유체를 이용한 기름 밀봉에 관한 연구

동아대학교 강 신 우 \*

동아대학교 김 영삼

## A Study on the Oil Seal by used of Fe-Magnetic Fluid

Dong-A University S. W. Kang \*

Dong-A University Y. S. Kim

## 1. 서론

기존의 자동차 구동 부품, 자동화 기계, 선박의 내연기관, 감속기 등의 구동축 기름 밀봉 장치는 고무 재질의 Retainer, 요업 재질의 Mechanical seal 등의 장치가 대부분 사용되고 있다. 그러나 이들 밀봉 장치의 재질 및 구조의 특성상, 장기간 사용 시 밀봉 장치와 구동축과의 마찰에 따른 밀봉 장치의 경화 및 마모로 인해 윤활유가 다시 누출이 되는 문제점을 안고 있다. 이로 인하여 부품의 잦은 교체가 불가피한 실정이며, 기계의 구조 또한 복잡하여 교환에 따른 부품 및 인력 등이 크게 소요되고 있다. 따라서, 이러한 문제점을 개선하기 위하여 본 연구에서는 기존의 마그네타이트 자성유체보다 자화값이 2배 이상 우수하며, 대기 중에서도 산화 변질되지 않는 高性能의 철 분말 磁性流體를 개발하고, 이를 영구자석과 병용하여 각종 기계에 있어 베어링과 윤활유가 사용되는 구동축의 기름 누출의 문제점을 영구적으로 해결하고, 밀봉 성능 및 수명을 반영구적으로 향상시킬 뿐만 아니라, 구조 또한 간단하여 수리 및 보수 작업이 용이한 자성유체-기름 밀봉 장치를 개발하고자 하였다.

## 2. 실험방법

철계 자성유체의 제조는 전보<sup>1)</sup>의 평균 입경 100Å, 자화값 125.5 emu/g(자계 강도 10 kOe에서), 대기 중 150℃까지 산화 변질성이 없는 실리카 피착 철 미립자의 표면에 계면활성제인 오레인산 이온, D.B.S(도데실 벤젠술폰산)이온 및 T.M.A(테트라 메틸 암모늄) 이온으로 흡착한 후 Ethylene glycol을 첨가하고, 안정된 분산을 위하여 Shaker를 이용 2시간 교반하여 친수성의 Ethylene glycol 매질의 자성유체를 제조하였다. 본 실험에서 오레인산 및 D.B.S 농도는 철 미립자 17.9 mol에 대하여 각각 1 mole의 농도로, T.M.A의 농도는 T.M.A/D.B.S=0.15/1 mol 비의 문헌치<sup>2)</sup>를 택하였다. 자성유체의 분산 안정성 검사는 높이 16cm, 용량 100cc의 메스실린더를 사용하여 조사하였다. 자성유체의 점도는 Brook field Viscometer로 조사하였으며, 자기적 특성은 시료 진동형 자력계와 Gauss meter (日, Yokogawa社, Model 3251)를 사용하여 조사하였다.

자성유체를 이용한 기름 밀봉 성능 검사를 위하여 변속모터(0~1800 rpm)와 연결된 구동축 회전 장치에 표면자계 강도 3200 Gauss인 Ring형상의 Nd-영구자석과 구동축 표면과 영구자석 사이의 균일한 거리를 조절코자 두께 1mm인 軟鋼材의 풀 피스를 스테인리스강材의 하우징내에 배치하여 제작한 기름 밀봉 장치를 설치하였다. 이 후 친수성 철 분말 磁性流體를 구동축 표면과 밀봉장치 사이로 주입하고 구동축 회전 장치 내부에 윤활유를 채운 뒤 구동축을 1800rpm으로 회전시키면서, 구동축 회전 장치 내부로 질소 가스를 보내어 압력 게이지 상에 나타난 최대 압력을 조사하여 밀봉 성능을 검사하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

내산화성 실리카 피착 철 초미립자를 사용하여 제조한 자성유체의 자화값 및 점도는 철 초미립자의 농도가 증가할수록 증가하였으며, 고체농도 70%(g/cc)일 때 자화값 52 emu/g, 점도 1450 cp을 나타내었다.

기름 밀봉 장치의 내압 특성은 영구자석의 단수가 증가할수록, 구동축 표면과 풀피스의와의 거리가 짧을수록 증가하였다.

자화값 52 emu/g, 점도 1450 cp의 친수성 철계 자성유체와 Nd-영구자석을 6단으로 설치하고 풀피스아 구동축 표면과의 거리를 0.2mm하여, 구동축 회전속도 1800 rpm인 조건에서 내압성을 검토한 결과, 내압 7400 g/cm<sup>2</sup>의 우수한 성능을 발휘 하였다. 이러한 특성은 자동차, 선박 등의 압력이 작용하는 구동축 기름 밀봉에 충분한 성능을 발휘할 수 있으리라 생각된다.

### 4. 결 론

1) 점도 1450 cp(25℃)와 자화값 52 emu/g의 친수성의 Ethylene glycol 매질 철 분말 자성유체를 표면 자계 강도 3200 Gauss인 링 형상의 Nd-영구자석과 두께 1 mm 연강판의 풀 피스를 사용하여 제조한 자성유체 기름 밀봉 장치에 주입하여 밀봉 성능을 조사한 결과, 구동축 회전속도 1800 rpm의 조건에서 밀봉 성능은 밀봉 장치의 단수에 비례하여 향상되었으며, 영구자석 6단의 조건에서 압력 7400 g/cm<sup>2</sup> 까지 견딜 수 있는 우수한 내압 특성을 얻었다. 이러한 내압 특성을 가진 밀봉 장치는 자동차, 선박 등의 내압 기름 밀봉 장치로서 우수한 성능을 발휘할 수 있는 소재로 기대된다.

2) 철 분말의 자성유체를 이용한 밀봉 장치의 내압 특성은 마그네타이트 분말 자성유체를 이용한 기존의 이론식인 식 즉,  $\Delta P \propto \int_{H(A)}^{H(B)} MdH$  와 큰 차이를 나타내었으며 그 차이는 다음과 같이  $\alpha$  계수로

보완 수정이 필요하였다.  $\Delta P \propto \alpha \cdot \int_{H(A)}^{H(B)} MdH,$

$\alpha$ : 자성유체중 분산 입자의 자화 계수, M:자성유체의 자화값, H:영구자석의 자계강도

### 5. 참고 문헌

- [1] 강신우, 김영삼, 대한금속학회지, 34(10), 1375(1996)
- [2] 藤田 豊久, B.Jeyadevan, 眞宮 三男, 粉末 および 粉末冶金, 38(6), 695(1991)