

발전소 펌프 메카니컬씰 결함 유형별 신호특성

A Study on Signal Properties for Fault Type of Pump Mechanical Seal in Power Plant

이상국† · 이도환* · 김대웅**

Sang-Guk Lee, Do-Hwan Lee and Dae-Woong Kim

1. 서 론

본 논문은 미케니컬씰 결함의 대부분을 차지하고 있는 밀봉 유체 누설을 야기시키는 미케니컬씰의 마모 및 각종 결함을 평가하기 위한 연구결과로서, 미케니컬씰에서 발생하는 결함을 예측진단하기 위한 결함 모사 실험장치를 개발하여 마모상태 정밀 모사 기술 및 상태별 데이터 확보로 예측진단의 신뢰도를 향상 시키고자 미케니컬씰의 운전 조건에 따른 결함의 변화를 측정하고자 하였다.

2. 본 론

2.1 성능저하 실험장치

메카니컬씰에 대한 성능저하 실험이 가능하도록 Fig. 1과 같이 Test section부 및 순환수 공급장치 그리고 데이터 취득장치, 전력판넬 등을 제작하였다. 본 연구를 위해 사용된 실험 대상 메카니컬씰에는 펌프 제작 유형별 설계 특성 분석 조사 결과에 따라 사용 압력이 낮은 경우에 많이 사용되고 있는 언밸런스씰(Unbalance seal)로 선정하였으며, Fig. 2와 같이 씰마스터 제품인 RODIN 유형의 55mm규격을 사용하였다. 씰의 회전링 재질은 탄화규소(Silicon carbide)이고, 고정링은 탄소(Carbon)로 되어 있다. 본 실험 장치는 스트레서 및 감지 파라미터 분석 결과를 토대로 메카니컬씰에 공급되는 냉각 유체의 압력, 온도 및 축의 회전속도를 인위적으로 변경하면서 성능저하 현상 및 감시 변수의 신호 특

성 변화를 관찰하기 위한 것이며, 최종적으로는 메카니컬씰의 수명을 예측 진단할 수 있는 기술을 개발하기 위한 것이다. 따라서 실험 장치는 열악한 환경 조건에서 장기간 운전시 메카니컬씰의 마모로 인해 누설이 발생하는 현상을 관찰할 수 있는 성능저하 실험과 메커니컬씰의 결함 시편을 이용한 마모 누설특성 및 이에 따른 신호특성 변화를 관찰할 수 있는 결함 실험이 가능하도록 설계되었다. 이에 본 연구에서는 펌프에서 메카니컬씰의 장착 구조를 모사하기 위한 Test section부와 메카니컬씰에 순환수를 공급하기 위한 유체순환 장치로 구분하여 각각 구성하였다.

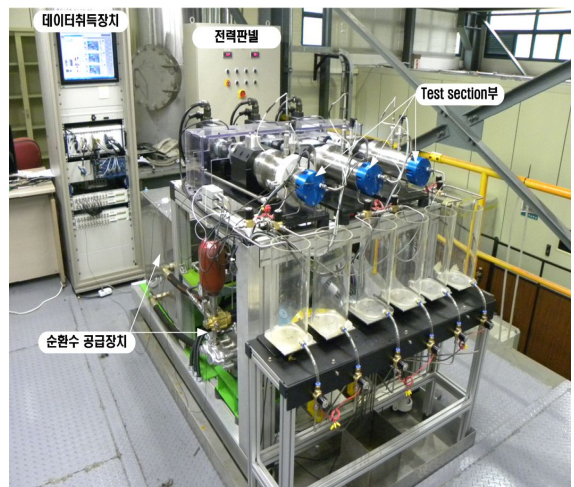


Fig. 1 Mechanical Seal Experimental Equipment

2.2 메카니컬씰 결함시편 구성

미케니컬씰(mechanical seal)은 회전장치의 밀봉(sealing) 있어서 그랜드 패킹(grand packing)을 기계공학적으로 바꾸어 놓은 것으로 회전축과 그랜드

† 이상국, 정회원, 한전 전력연구원
E-mail : sglee@kepri.re.kr
Tel : (042)865-5507, Fax : (042)865-5412
* 한전 전력연구원
** 한전 전력연구원

패킹의 마찰열을 미케니컬씰의 회전부와 고정부로 나누어서 두 부품의 마찰로써 밀봉을 하는 장치이다. 먼 접촉식 밀봉장치로 회전축에 수직된 2개의 섭동면(고정자, 회전자)으로 구성되어 한 면이 회전축과 함께 회전하며 스프링의 장력 혹은 유체의 압력으로 회전부의 밀봉을 행하는 장치이다. 미케니컬씰은 회전축의 누설방지에 절대적으로 필요한 장치이며 미케니컬씰 면의 윤활은 자체적으로 형성되는 유체막에 의해 이루어진다. 미케니컬씰은 섭동면 사이에 윤활막이 형성되도록 설계되기 때문에 미세한 누설 가능성은 항상 존재한다. 모든 미케니컬씰은 누설의 양이 적어 증발, 기화하여 유체 누설로는 명백하지 않으나 눈에 띄는 다량의 누설은 미케니컬씰 표면에 결함이 발생되었음을 알려준다. 따라서 본 실험에서는 미케니컬씰의 표면 가공 불량, 조립불량에 의한 결함 및 운전에 의한 마모등을 모사한 결함 시편을 제작하여 실험하였다. 메카니컬씰에서 비교적 발생 빈도수가 높은 결함 유형들을 조사한 결과, 크게 4가지 유형이 있으며 이들에 대한 진단 기술을 개발하기 위하여 Fig. 2와 같이 인위적으로 결함 조건이 모사된 결함 시편이 제작되었다.

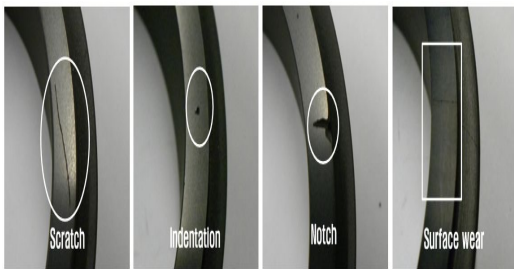


Fig. 2 Mechanical Seal Fault Specimen

Table 1 Fault type of mechanical specimen

No.	Fault Type	No.	Fault Type
1	Normal	5	Wear(Small)
2	Scratch	6	Wear(Medium)
3	Indentation	7	Wear(Large)
4	Notch		

2.3 연결함 유형별 신호특성

결함 유형별로 다양한 신호들이 측정되었으며, 고속푸리에 변환, 파워스펙트럼, 방향성스펙트럼 등의

신호 처리 과정을 통해서 결함 상태가 확인되었다. Fig. 3 ~ Fig. 9에 결함 유형별로 메카니컬씰 토크 변화에 따른 메카니컬씰의 수명예측을 나타내는 지표인 PV(압력×회전속도) 값을 각각 나타내었다.

(1) 정상상태

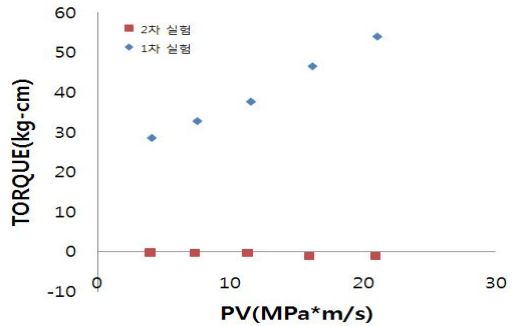


Fig. 3 PV versus torque(normal condition)

(2) 스크래치 결함

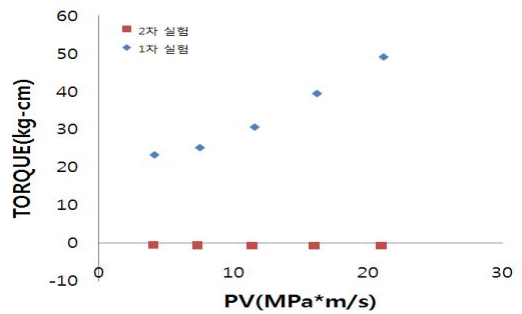


Fig. 4 PV versus torque(scratch fault)

(3) 압흔결함

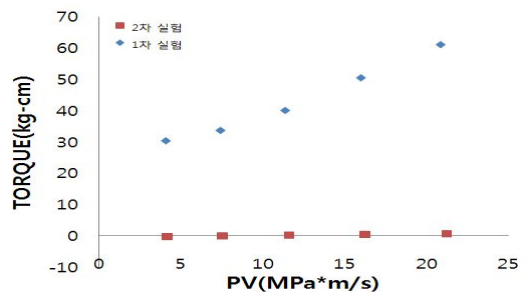


Fig. 5 PV versus torque(indentation fault)

(4) 노치결함

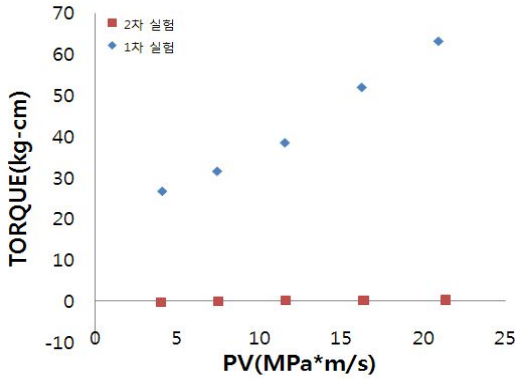


Fig. 6 PV versus torque(notch fault)

(7) 마모결함 (마모량이 매우 큰 경우)

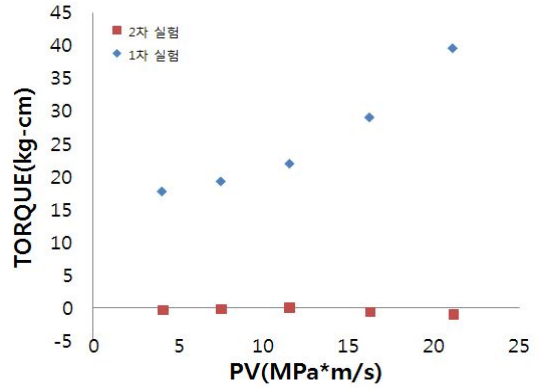


Fig. 9 PV versus torque(large wear)

(5) 마모결함 (마모량이 매우 작은 경우)

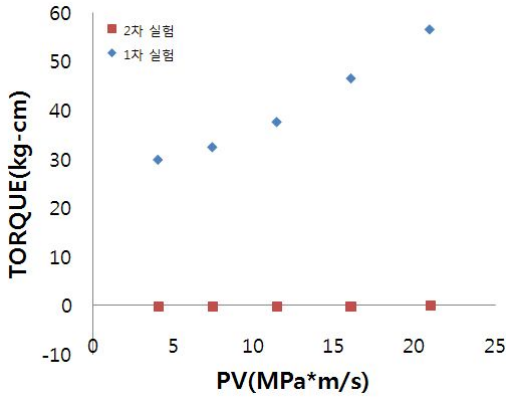


Fig. 7 PV versus torque(very small wear)

(6) 마모결함 (약간의 마모가 발생한 경우)

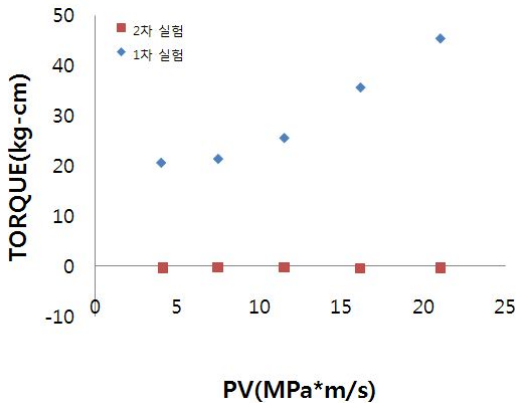


Fig. 8 PV versus torque(small wear)

3. 결 론

미케니컬셀에서 발생하는 결함을 예측진단하기 위한 결함 모사 실험장치를 개발함으로써, 마모상태 정밀 모사 및 상태별 데이터 확보로 예측진단의 신뢰도를 향상 시킬 수 있었으며 미케니컬셀의 운전 조건에 따른 결함의 변화를 측정할 수 있었다.

또한 미케니컬셀 결함의 대부분을 차지하고 있는 밀봉 유체 누설을 야기시키는 미케니컬셀의 마모 및 각종 결함을 토크와 PV값으로 평가함으로써 메카니컬셀의 수명예측이 가능함을 알 수 있었다.