

# 라이너 링을 개선한 펌프 및 그 모니터링 시스템

최용원\* · 최연성

군산대학교

## A Pump with Improved Liner Ring and It's Monitoring System

Yong-wom Choi\* · Yeon-sung Choi

Kunsan National University

E-mail : cywms@naver.com / yschoi@kunsan.ac.kr

### 요 약

본 논문은 펌프 라이너 링의 재질 변화 및 간극 축소로 인해 펌프의 효율 증가 및 안정적인 유지가 가능하고 비상상황을 대비하여 물이 없는 상태에서도 유지보수가 가능한 신소재 라이너 링이 적용된 펌프에 대해 기술한다.

또한, 중대형 펌프는 설치 현장에 따라 펌프의 종류 및 사양이 다르며, 현장의 여건에 따른 성능변화가 발생한다. 본 논문은 펌프의 상태(초기값 설정 및 비상정지, 진동, 구동시간 및 ON/OFF횟수) 등을 모니터링 하여 사용자의 편리성이 증가되고, 펌프 성능 유지가 가능하며, 재난상황에 대비할 수 있는 펌프의 최상위 컨디션을 유지할 수 있는 시스템에 대해 기술한다.

### ABSTRACT

In this paper, a study was conducted on a technology that can improve and maintain the performance of a pump by using carbon composite liner ring for pump.

The biggest weakness of mechanical devices in rotational motion is vibration. We developed a monitoring system on vibration, it will give convenience and conducted to user's 'pump with improved liner ring and monitoring system' is confirmed that pump's efficiency performance is excellent to existing pump and maintenance.

### 키워드

liner ring, pump, monitoring system on vibration, existing pump and maintenance

### 1. 서 론

지구 온난화 및 이상 기후로 인해 좁은 지역에 많은 양의 비가 내리고 있다. 기상청 분석에 따르면 최근 10년('07~'16)간 여름철 평균기온이 24.2℃로 과거 30년('81~'10) 평균기온(23.6℃)보다 0.6℃ 상승했으며, 장마기간이 끝난 후에 강수량이 증가하는 등 기상패턴의 변화로 풍수해의 위험은 계속 증가하고 있다.

이에 따른 펌프의 수요가 증가하였고, 선진국에서는 여러 종류의 대형 펌프 개발이 활발히 진행되고 있고, 상당한 기술력을 확보하고 있다. 또한, 국내에

서도 고유량, 저양정의 펌프 개발에 많은 관심을 가지고 있고, 다양한 연구가 이루어지고 있다.

본 논문에서는 펌프 라이너 링의 소재 변경 및 간극 축소를 통해 펌프 성능 향상 및 무수(無水) 구동점검이 가능한 기술 및 펌프 모니터링 시스템의 개선을 통해 펌프의 유지관리성 향상과 사용자의 편리성을 향상시켜 수처리분야의 기술향상에 대해 기술한다.

\* speaker

## II. 라이너 링을 개선한 펌프

펌프의 주요 구성품은 그림 1과 같다.



그림 1. 펌프의 구조

기존 펌프에 사용되는 라이너 링은 청동재나 스테일리스 재질인 금속재 제품을 사용하고 있다. 금속재 라이너 링은 열에 의한 재질 팽창 및 두 라이너 링의 일정한 간극이 존재하며, 라이너 링의 간극으로 인해 압력손실 및 진동이 발생하고 있는 단점을 가지고 있다.

또한, 장기간 펌프 사용시 수력에 의한 라이너 링 마모가 증가하며 이는 펌프 효율의 하락을 발생시킨다.

- 탄소 복합재 제조 및 라이너 링 가공 기술

단일방향(Unidirectional)의 탄소섬유 직물과 그 사이에 탄소섬유 웹을 적층한 프리폼은 탄소 복합재의 출발 물질이다.

프리폼에 Needle을 이용하여 두께방향(수직방향)으로 보강시키는 Needle Punching 공정과 탄소를 포함한 CH4 계열 가스를 고온에서 열분해하여 다공성 프리폼에 탄소를 증착시켜 프리폼의 기공률을 줄이면서 최종적으로 치밀한 밀도를 가진 탄소 복합재로써, 매우 낮은 열팽창계수, 마찰계수, 내마모성 및 내열성 등이 우수하고, 자기 윤활성을 가질 수 있는 탄소 복합재를 제조하는 기술이다.

그리고, 난삭재인 탄소 복합재를 라이너링 형상으로 가공하여 펌프의 케이싱 내주면과 임펠러의 외주면에 삽입되는 것을 특징으로 하는 탄소 복합재 라이너 링이 적용된 펌프 이다.



그림 2. 금속/탄소복합재 라이너 링

## III. 펌프 모니터링 시스템

현재 사용되고 있는 펌프 모니터링 시스템의 기

능은 펌프 내부의 베어링 및 전동기 온도를 감지하고, 전동기내의 누수감지기능을 가지고 있어, 펌프의 이상 상황 발생 시 운영자가 펌프의 상태를 인지할 수 있도록 시각 또는 청각적으로 표현하고 있다.

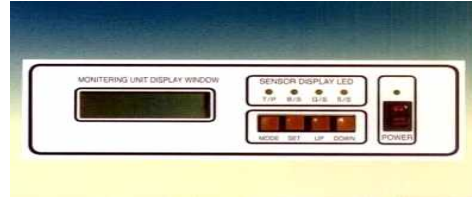


그림 3. 펌프 모니터링 시스템

펌프의 모니터링 시스템은 운영자가 펌프의 상태를 파악하고, 문제점을 인지할 수 있도록 도와주는 매우 중요한 시스템이나, 현재 사용되고 있는 모니터링 시스템은 펌프가동에 있어 매우 중요하게 여겨지는 진동으로 인한 문제점은 검출하지 못하는 단점을 가지고 있어 이를 해결하고자 한다.

- 펌프 모니터링 시스템 개발

실제 속도센서를 이용해서 펌프의 진동을 측정해 보면 0.3 ~ 8.6 mm/sec 범위에서 진동값이 발생하는데, 이를 감안한 속도센서의 범위를 선정하였다.

4-20mA로 출력되는 진동센서를 사용하여 공장 내의 설비 운영자 및 설비 관리 담당자가 PLC를 통해서 직접 진동 크기(진폭)를 바로 확인할 수 있도록 만들어 준다. 즉, 이러한 방법이 적용된 설비에 대해서는 총 진동량(OversII)에 대한 경량 데이터를 공정 데이터와 병행해서 직접적으로 취급할 수 있도록 하였다.

표 1. 펌프별 모니터링 시스템 측정 사항

	센서 종류	수중펌프	입축펌프	양흡입	펌프수문
1	베어링온도 부하 (모터)	●	●	●	●
2	베어링온도 반부하 (모터)	●	●	●	●
3	베어링온도 부하 (펌프)		●	●	
4	베어링온도 반부하 (펌프)			●	
5	권선온도(R)	●	●	●	●
6	권선온도(S)	●	●	●	●
7	권선온도(T)	●	●	●	●
8	누수	●			●
9	누수	●			●
10	진동	●	●	●	●

- 모니터링 시스템 적용사항

- 고압용, 측정단위는 레벨 적용
- 펌프장 및 펌프 종류에 따른 기준 진동값 /초기값 자동 설정(30초 작동 후 1분간 데이터 취득, 평균값 자동 설정)
- 기준 진동값 10% 변경시 사용자 알림 설정

- 사용자 알람 후 30분간 변경사항이 없으면 강제 종료 기능
- 가동시간, 가동횟수 이벤트 확인 기능

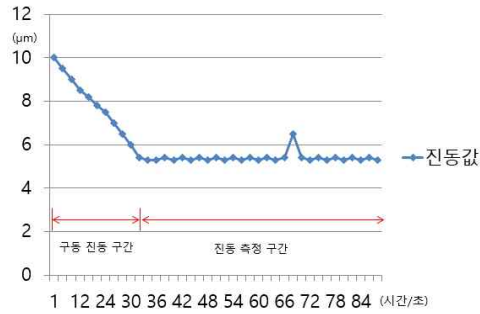


그림 4. 펌프 진동 모니터링 그래프

- 부하구동 30초 후 1분간의 평균값을 자동으로 설정하여 Level 단위로 기록 저장함
- 펌프 구동 중 이물질이나, 환경적인 요인으로 순간 진동값이 오르는 경우는 약 10초간 무시하여 오작동 방지

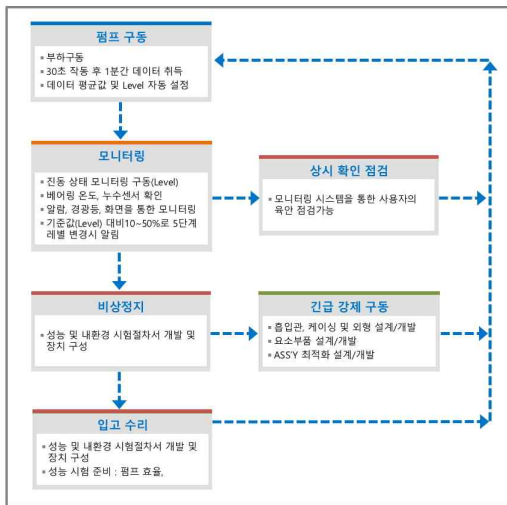


그림 5. 펌프 모니터링 시스템의 작동 원리

#### IV. 실험 및 결과

탄소 복합재 라이너 링이 적용된 펌프는 금속재 라이너링 보다, 열팽창계수가 낮아 KS B 6321/6318의 라이너링 간극 기준보다 평균 70%이하로 감소 시킬 수 있다.

탄소 복합재 라이너 링이 장착된 펌프는 금속재 대비 내마모성이 우수하고, 마찰계수가 낮은 장점을 가지고 있다. 따라서, 기존 금속재 대비 라이너링의 마모를 방지하여, 펌프의 효율을 상승하며 상승된 효율을 유지할 수 있는 기술이다.

탄소 복합재 라이너 링이 장착된 펌프는 금속재 대비 내마모성이 우수하고, 마찰계수가 낮은 장점

을 가지고 있다. 따라서, 기존 금속재 대비 라이너링의 마모를 방지하여, 펌프의 효율을 상승하며 상승된 효율을 유지할 수 있는 기술이다



그림 6. 해석을 통한 펌프 성능 유지곡선

또한, 탄소 복합재 라이너링은 열에 의한 변형이 거의 없고, 소재 자체의 윤활 기능이 있어 물이 없는 상태에서 펌프의 구동을 가능하게 할 수 있는 기능을 가지고 있다.



그림 7. 무수(無水)상태 펌프 구동

펌프 모니터링 시스템의 결과는 다음표와 같다.

표 2. 모니터링 현장시험 결과

평가항목	형식	시료	작동시험		측정 평균값		비고
			공장	현장	공장	현장	
베어링 온도 감지기능	수중축류	500mm(공장)	정상	-	12.3	-	
	수중사류	600mm(현장)	정상	정상	13.5	34.0	
	수중사류	900mm(현장)	정상	정상	13.7	35.0	
모터온도 감지기능	수중축류	500mm(공장)	정상	-	11.9	-	
	수중사류	600mm(현장)	정상	정상	13.0	48.5	
	수중사류	900mm(현장)	정상	정상	13.2	50.0	
누수 감지기능	수중축류	500mm(공장)	정상	-	-	-	
	수중사류	600mm(현장)	정상	정상	-	-	
	수중사류	900mm(현장)	정상	정상	-	-	
진동값 측정기능	수중축류	500mm(공장)	정상	-	1.1	-	
	수중사류	600mm(현장)	정상	정상	1.4	1.9	
	수중사류	900mm(현장)	정상	정상	1.6	2.4	
평균 진동값 셋팅기능	수중축류	500mm(공장)	정상	-	1.2	-	
	수중사류	600mm(현장)	정상	정상	1.4	1.8	
	수중사류	900mm(현장)	정상	정상	1.6	2.5	
이상발생 경고기능	수중축류	500mm(공장)	정상	-	정상	-	
	수중사류	600mm(현장)	정상	정상	정상	정상	
	수중사류	900mm(현장)	정상	정상	정상	정상	
경고 후 비상정지	수중축류	500mm(공장)	정상	-	정상	-	
	수중사류	600mm(현장)	정상	정상	정상	정상	
	수중사류	900mm(현장)	정상	정상	정상	정상	
데이터 백업기능	수중축류	500mm(공장)	정상	-	정상	-	
	수중사류	600mm(현장)	정상	정상	정상	정상	
	수중사류	900mm(현장)	정상	정상	정상	정상	
진동값 노이즈 회피기능	수중축류	500mm(공장)	정상	-	정상	-	
	수중사류	600mm(현장)	정상	정상	정상	정상	
	수중사류	900mm(현장)	정상	정상	정상	정상	
수동조작 기능	수중축류	500mm(공장)	정상	-	정상	-	
	수중사류	600mm(현장)	정상	정상	정상	정상	
	수중사류	900mm(현장)	정상	정상	정상	정상	

현장시험 시, 토출구경 기준 900mm 펌프에서 펌프 구동 후 약 2~5분 사이에 급격히 진동 값이 (2.8~5.9mm/sec) 상승되는 문제점이 발생됨. 이때 모니터링 시스템에서 관리자가 인지할 수 있는 알람이 작동하고, 비상정지를 통한 펌프가동을 중지하였다.

펌프 모니터링 시스템의 특징 및 기존 시스템과의 차별성은 다음과 같다.

- 펌프 진동센서 탑재 및 현장 펌프의 고유 진동에 맞는 DATA 설정
- 펌프 운전기록 BACK UP 기능으로 펌프관리 향상
- 펌프에 발생 될 수 있는 모든 문제점 알고리즘 구현으로 펌프 소손을 최소화



그림 8. 기존 모니터링 시스템과의 차별성

### V. 결론

본 논문에서 개발한 탄소 복합재 라이너 링과, 펌프 모니터링 시스템은 펌프의 유지관리 및 효율 상승, 상승된 효율을 유지하는데 있어서 매우 중요한 기술이며, 국민의 재난과 안전 보호를 위한 재난방재에 필요한 기술로 사료된다.

이는 본논문에서 기술한 성능향상에서 그 우수성을 확인하였고 이는 대형 펌프 시장에서 많은 활용으로 이어갈 것으로 기대된다.

그러나 제품의 사용화를 위해서는 탄소 시장의 안정화, 소재부품 공급의 편의성, 불안정한 소재 단가 등의 문제점을 확인하였고, 모니터링 시스템의 경우 프로그램 안정화 및 내구성을 검증하기 위한 연구가 필요하다.

### Acknowledgement

이 논문은 (유)한성산기의 지원에 의함.

### References

- [1] Han Yeong Park, keung eup Kim, Pump handbook, Korea, Dongmungsa. PP. 151, 2012
- [2] Jae Wong Im, Yeung Sup Sin, Policy explanatory material (with meticulous preparation for measures against storms and floods in summer), Ministry of Public Safety and Security, PP.1-4, 2017
- [3] Korea Institute of Machinery, Electrical and Electronic Equipment, test report, T2015-12247, T2015-12248\_975T2015-12248, T2015-12245(R1), T2015-12246(R1)\_415T2015-12246, T2016-00001(R2)\_663T2016-00001, T2015-12243(R1), T2015-12249(R2), 2015
- [4] Korea Polymer Testing Laboratory, research report, Koptr\_1560769, 2015
- [5] Automobile Parts Research Institute, test analysis report, KTS151703-01, 2015