

선박에서의 전동기 신뢰성 평가위한 모니터링 시스템 구축 연구

주희동*, 강규홍**
(재)한국조선해양기자재연구원***

A Research on the Monitoring System for Evaluation that Reliability of Motor in a Vessel

Hui-Dong Ju*, Kyu-Hong Kang**
Korean Marine Equipment Research Institute***

Abstract - 선박 종류의 다양화 및 대형화에 따라 회전기기의 결합 및 열화 등으로 이상이 발생하게 되면 기계적 손실뿐만 경제적 손실이 발생하게 되므로, 지속적인 모니터링과 데이터 수집을 통해 환경특성에 따른 분석결과를 얻어내야 한다[1]. 그리고 분석결과를 DB로 구축하고 이를 바탕으로 선박에 적용되는 전동기의 신뢰성을 확보 할 수 있도록 해야 한다.

본 논문에서는 실선에 탑재되기 전, 전동기의 전기적 및 기계적 특성에 대한 데이터 수집을 위한 모니터링 시스템 구축에 관하여 논한다. 그리고 수집된 데이터들은 전동기의 신뢰성 평가를 위해 스트레스를 인가하여 제품의 수명에 대한 레퍼런스 데이터로 활용할 수 있도록 한다.

1. 서 론

선박에 설치되는 다양한 종류의 회전기기는 모듈 또는 소규모 시스템 단위로 구성되어 다른 기계의 운전을 위한 보조 기능과 별도의 독립적인 기능을 갖는다. 이러한 회전기기는 엔진, 터빈, 보일러 등의 운전에 필요한 각종 펌프 및 밸브 등의 동작을 가능하도록 한다[2]. 최근에는, 대형선박이나 소형보트의 동력을 전동화하는 추세이며, 소형보트의 경우 수십 KW급 전동기에서부터 대형여객선의 경우는 수십 MW급 전동기가 추진 프로펠러의 동력원으로 사용되고 있다.

선박의 경우 항해구간이 전 세계적이고 또한 다른 기기와는 달리 즉시 서비스를 할 수 없으며 운전조건이 환경적으로 열악한 해상이라는 특수성 때문에 기기의 손상 또는 고장의 경우 심각한 사태가 올 수 있다. 이러한 이유로 주요 기기의 경우 이미 선급 및 국토해양부의 형식승인을 받도록 되어 있다. 그러나 이러한 검사는 기기로서 갖추어야 할 최소한의 검사에 해당되는 것으로 실제 이러한 검사에도 불구하고 기기의 손상 등의 문제로 인하여 선주 측의 운항손실뿐 아니라 기기 제조자로서도 긴급공수에 의한 수리 등으로 인하여 기기의 단가 이상의 비용지출이 일어나고 있는 실정이다.

또한 세계 1위의 조선국으로서 조선 산업을 뒷받침하고 있는 조선기자재 산업의 국제 경쟁력 확보 및 유지를 위하여 기기의 신뢰성 확보는 대단히 중요하다고 할 수 있다[3].

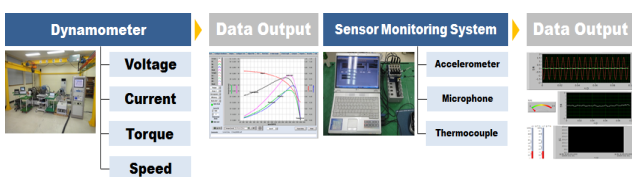
따라서 기가계의 품질향상 및 신뢰성 확보를 위하여 신뢰성평가 및 고장분석 등을 수행하기 위해 각종 데이터를 수집하고 이를 분석할 수 있는 모니터링 시스템 구축을 통하여 기자재를 연구개발하고 생산판매 및 사후관리 함에 있어 이점을 취할 수 있다.

2. 본 론

2.1 전동기 특성 모니터링 시스템 개요

이번 절에서는 전동기 특성에 대한 다양한 데이터를 수집하기위해 전동기의 전기적 특성을 알아보기 위한 다이내모미터 시스템과 기계적 특성을 파악하기위한 센서 모니터링 시스템 구축에 대하여 설명한다.

그림1은 전동기의 전기적 및 기계적 특성에 대한 다양한 데이터를 수집하고 이를 모니터링 하기위한 모니터링 장치 구성에 대한 블록다이어그램을 보여준다.



〈그림 1〉 전동기 모니터링 시스템 개요도

2.1.1 전기적 및 기계적 특성 데이터 수집

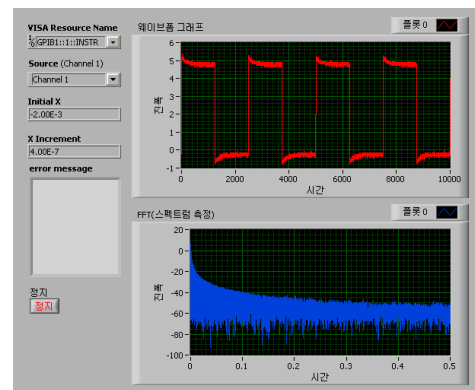
첫 번째, 전동기의 전기적 특성과 관련한 데이터를 수집하고 이를 분석하기위한 다이내모미터 시스템은 표1에 표기된 전동기의 전기적 특성에 대한 데이터를 수집한다.



〈그림 2〉 다이내모미터측정 시스템

〈표 1〉 전기적 특성 측정 및 분석 데이터

| 측정 데이터 | 분석 데이터 |
|---|--|
| Troque, Speed, Time, Power, Voltage, Current, etc | Outputs Power, Horsepower, Efficiency, etc |

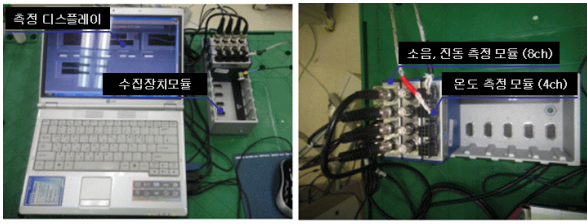


〈그림 3〉 데이터 수집장치모형 및 모니터링

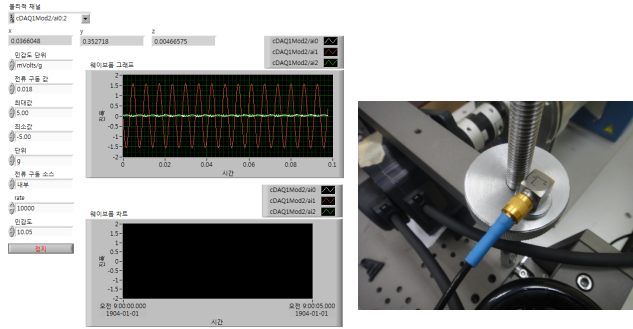
그림 3은 파워미터 및 오실로스코프로 부터의 전압 및 전류 측정값의 파워 스펙트럼 분석을 수행 결과치를 보여준다. 스펙트럼 측정에는 크기(RMS), 크기(피크), 파워 스펙트럼과 스펙트럼 밀도가 있으며 가장 많이 쓰이는 파워 스펙트럼을 사용하여 분석하였다.

주파수 분석의 경우 dB단위로 결과를 표현하고, 아날로그 신호를 디지털화하여 측정하는 과정에서 생기는 샘플링 오류가 주파수 분석에서 노이즈로 나타나는 것을 방지하기 위하여 윈도우를 사용하며 해닝 윈도우를 주로 사용한다.

두 번째, 전동기의 기계적 특성과 관련한 데이터를 수집하기위한 센서 모니터링 시스템은 그림4와 같이 구성되어 있다. 각 측정 항목에 대하여 상관 관계를 파악하고 이를 분석하기위해 진동, 온도, 소음 데이터를 센서로부터 측정하여 실시간으로 데이터를 저장한다.

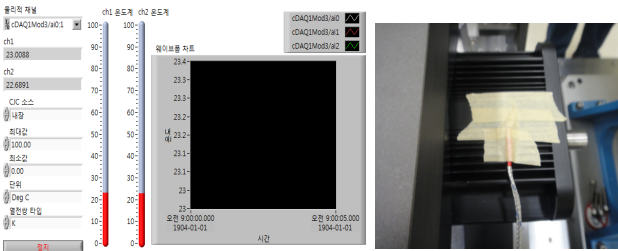


〈그림 4〉 데이터 수집장치모듈 및 모니터링



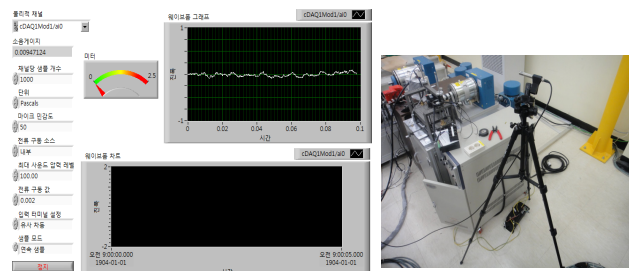
〈그림 5〉 3축 가속도센서 측정모듈

그림 5는 시간축에 따른 3채널의 각각 진동 데이터를 연속적인 아날로그 값으로 표시한다. 이벤트에 따라 특정 구간에서의 진동 특성과 누적 시간에 따른 전체적인 진동 특성을 동시에 보여준다.



〈그림 6〉 써모커플센서 측정모듈

그림 6은 아날로그 입력에 대한 온도측정모듈로, 온도측정에 관련된 파라미터 설정, 온도측정 모듈, 측정된 값을 연속적인 그래프로 나타내는 디스플레이 모듈, 멀티 채널을 통한 데이터 수집과 이를 저장하는 모듈을 보여준다.



〈그림 7〉 마이크폰센서 측정모듈

그림 7은 소음센서로부터의 아날로그 입력에 대한 소음측정 모듈은 측정에 관한 전류구동소스, 측정단위, 민감도 등의 파라미터설정, 측정된 값을 특정 시간대 및 누적 시간에 대하여 연속적인 그래프로 나타내는 디스플레이 모듈을 보여준다.

2.2 전동기 모니터링 시스템과 신뢰성 평가수행 연계방안

전동기기가 설치되는 실선에서의 환경 특성을 조사하기 위하여 기 구축된 모니터링 시스템을 적용하여 외부환경에 대한 특성과 전동기 구동 중의 데이터를 측정한다. 측정 위치에 따른 수집 데이터는 가속수명 산정에 대한 시험 수행에 이용 될 수 있다.

그림 8은 초가속수명시험 방법의 개발절차를 보여주며, 단계별 프로세스를 수행하기 위해서는 실선에서의 데이터 수집이 필수적이며, 이를 위해 모니터링 시스템을 활용하여 초가속수명시험을 위한 각종 파라미터 도출이 가능하다.

| | | | | |
|---------------|---------------------|------------------|--------------------|-------------------|
| 1. 예비조사 | 필드 고정모드 및 고정메카니즘파악 | 측정항목 및 고정 판정기준설정 | 열화특성 존재 여부 파악 | 복합스트레스 시험 가능성 파악 |
| 2. 가속수명 시험 계획 | 가속스트레스 변수 및 인가방법 결정 | 스트레스 수준 및 수 설정 | 고장관측방법 및 관측중단방법 선정 | 총 시료 수 및 할당비율 결정 |
| 3. 데이터분석 | 수명분포 결정 | 가속성립 여부 확인 | 수명과 스트레스 관계식 결정 | 모델 파라미터 추정 |
| | | | | 수명 관련 값 및 가속계수 산출 |

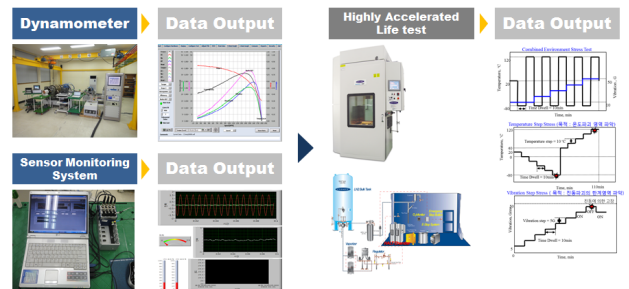
〈그림 8〉 초가속수명시험 방법 개발절차

2.2.1 초가속수명시험 위한 시스템 활용방안

제품의 수명을 측정함에 있어 실제 현장에서 긴 시간동안 수명을 측정하는 것이 불가능하기 때문에 단시간에 판단할 목적으로 사용상태에서 가해지는 스트레스를 증가속으로 가속해서 단시간에 이들이 사용되는 상태에서의 수명 혹은 고장률을 추정한다.

이를 위해 앞서 언급한 기계적 및 전기적 특성을 파악하기 위한 모니터링 시스템을 적극 활용하여 데이터를 수집하여, 시험에 소요되는 비용을 최소화하면서 충분한 정보를 제공해 줄 수 있는 적절한 시험계획의 수립과 초가속조건에서 얻어진 자료로부터 사용 조건에서의 수명을 추정하기 위해 통계적 방법을 잘 활용해야 한다.

그림 8은 초가속수명시험기를 보여주며, 동종 제품의 사전 시험 데이터 확보를 하고 시뮬레이션 방법을 이용하여 총 시료 수 및 각 스트레스에서의 시료 할당 비율 등에 대한 각종 파라미터를 설정한다.



〈그림 8〉 초가속수명시험 데이터 분석

시험을 실시하여 각 스트레스에서 측정된 완전 데이터를 획득하고, 가속조건에서의 고장시간에 대한 분포 적합성 검증, 가속성 성립여부 확인, 수명과 스트레스와의 관계식 설정, 모델 파라미터 추정 등을 산출해낸다.

3. 결 론

본 논문에서는 실선에 탑재되기 전, 전동기의 전기적 및 기계적 특성에 대한 데이터 수집을 위한 모니터링 시스템 구축에 관하여 논하였다. 그리고 수집된 데이터들은 전동기의 신뢰성 평가를 위한 레퍼런스 데이터로 활용이 가능하다.

향후, 실선 테스트를 통해 다양한 환경적 특성을 파악하고, 실시간 데이터 수집을 통해, 수집된 정보의 분석과 이를 활용하여, 제품의 신뢰성 확보를 위한 초가속수명시험의 파라미터 도출을 위한 레퍼런스 데이터로 적극 활용될 수 있도록 할 예정이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 양보석, "기계설비의 진동상태감시 및 진단", 2006
- [2] 오인호 외 5명, "선박보조기계", 2010
- [3] 이상태, "선박용 기자재와 신뢰성에 대한 고찰", 한국마린엔지니어링학회, 제30권 6호, 페이지, 2006. 9