

축계 마력 측정 시스템의 개발에 관한 연구

남택근⁺, 이돈출⁺⁺, 노영오⁺⁺⁺, 허광석⁺⁺⁺⁺

A Study on the Development of Shaft Power Measuring System

Nam Taek Kun⁺, Lee Don Chul⁺⁺, Roh Young Oh⁺⁺⁺ and Heo Gwang Seok⁺⁺⁺⁺

Abstract : In this paper, a development of shaft power measuring system for a rotating machinery is discussed. It is important that the exact power measurement of marine engine since the engine power is related to ship's usage and its shaft design. The engine equipped on the ship is assumed to rotating machine which can generate mechanical power by electrical energy. Two gearwheel and magnetic sensors are applied to measure torsional angle on the shaft. High resolution encoder is also applied to compensate the output signal from gearwheel. The calculation of shaft power is executed using measured signal and angular velocity of rotating machine.

Key words : A Shaft Power Measurement(축마력측정), Torsional Angle(비틀림 각), Rotating Machinery(회전기기)

1. 서론

본 연구에서는 소형 선박을 대상으로 한 축계마력의 출력측정 방법 및 측정 시스템의 개발방법에 대해 논의하고자 한다. 엔진 축계에서의 정확한 출력은 선박의 사용목적, 관련추진축계의 제작 및 설치비용 등과 밀접한 관련을 맺고 있다. 대부분의 엔진제작사의 경우 ISO의 규정에 의해 제시된 방법을 따를 경우 큰 문제가 없을 것이나 소형업체 등에서는 엔진출력에 관한 정확한 자료제시가 불충분할 경우 선주사가 피해를 입는 경우도 있다. 따라서 출력산정에 관한 자료는 정확하게 제시되어야 하는 중요한 자료이므로, 본 연구에서는 소형엔진, 압축기, 전동기 등을 포함한 회전기기의 정확한 출력 값을 측정하기 위한 시스템을 제안하고 있다.

선박의 일반적인 출력 측정방법은 P-V선도에 의한 방법, 기계식동력계, 수동력계, 와전류를 이용한 전기동력계를 이용하는 것이다(전, 2002). 본 연구에서는 실제 엔진을 회전기기로 가정하고 전동기로 대체한 회전기기의 출력측정시스템을 개발하고자 한다. 선박용 엔진, 압축기, 전동기 등은 구동 동력원에 약간의 차이가 있지만 회전에 의한 동력전달방식은 큰 차이가 없으므로 본 연구에서 제안한 동력측정 방법은 다양한 종류의 회전기기에 폭넓게 적용할 수 있을 것이다.

2. 동력측정시스템

2.1 동력측정시스템의 개요

동력전달 축은 전달되는 토크에 의한 비틀림 각을 발생시키게 되는 데 본 연구에서는 동력 전달축(Diesel engine)과 부하축(Load: Propeller)사이의 축(Shaft)상에 두 개의 기어 휠을 설치한다. 동력구동원에 의해 축은 회전하게 되고, 회전하는 기어의 산과 골 사이의 거리는 비접촉식 전자식검출기에 의해 검출되어 ON-OFF(구형파)신호로 출력된다. 동력전달축과 부하단축의 구형파신호는 가해지는 부하값에 의해 위상차가 발생하게 되고, 발생한 위상차는 전압신호로 출력되어 컴퓨터 상에서 모니터링과 신호해석을 동시에 행하게 된다. 제어프로세서에서는 위에서 얻어진 위상차에 대한 정보를 바

탕으로 축에 가해진 토크 및 마력을 계산하여 결과 값을 모니터에 출력하는 시스템이 얻어지게 된다. 두 지점간의 위상차를 이용한 축계마력 측정시스템의 구성도는 Fig.1 과 같다.

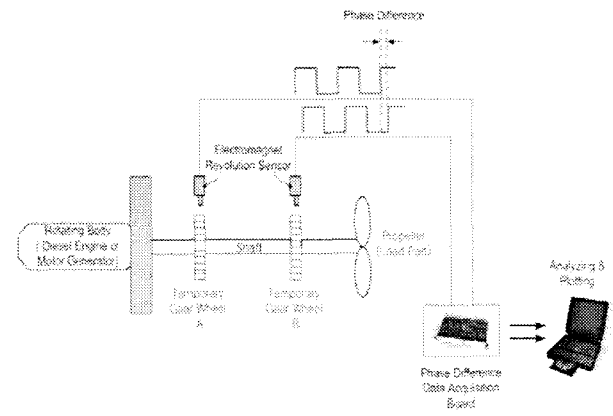


Fig. 1 Overview of the system.

Fig. 1과 같은 시스템을 이용하여 토크로 인한 축에서의 비틀림 각을 측정하고 비틀림 각과 탄성계수를 이용하여 토크를 계산한 다음 회전축의 각속도를 곱하여 축에서의 마력을 계측하게 된다(민, 2003).

3. 시스템의 구성

3.1 시스템구성도

본 연구에서 제안한 동력측정시스템의 블록선도는 Fig. 2와 같다. 크게 원동기, 기어휠, 엔코더, 토크측정용 시편, 발전기, 저항부하, PC로 구성되어 있다.

원동기로부터 발생한 토크 기어 A 와 기어 B 를 연결하는 축으로 전달되고, 발전기축 의 전기적인 부하에 의해 토크측정용 시편에 비틀림 응력이 발생하며 이 비틀림은 기어 A, B 에서 측정되는 구형파의 위상차로 변환되게 된다.

Fig. 3은 완성된 시제품의 외관을 나타내고 있다.

+ 남택근(목포해양대학교 기관시스템공학부),E-mail:tknam@mmu.ac.kr, Tel: 061)240-7310

++ 이돈출(목포해양대학교 기관시스템공학부),E-mail:ldevib@mmu.ac.kr

+++ 노영오(목포해양대학교 기관시스템공학부),E-mail:mmuroh@mmu.ac.kr

++++ 허광석(선박검사기술협회),E-mail:gsheo015@kst.or.kr

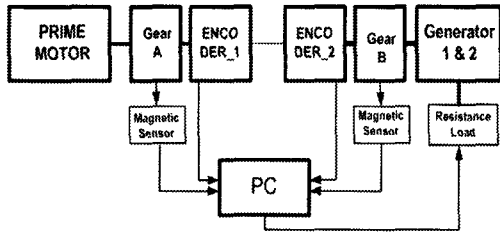
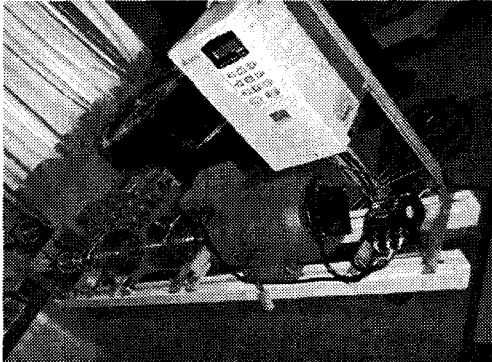
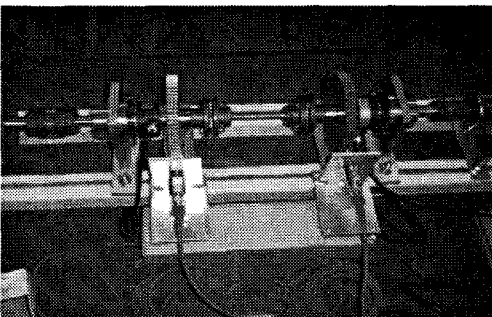


Fig. 2 Block diagram of the developed system.



(a)



(b)

Fig. 3 Photographs of the developed system.

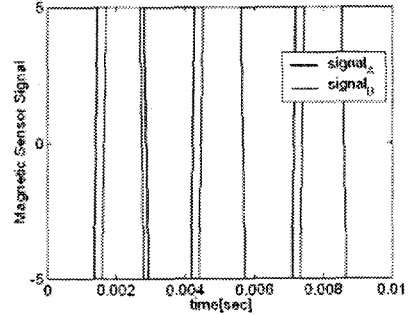
3.2 계측데이터의 분석

Fig. 3과 같은 시스템에 전원을 투입하여 축을 회전시키고 원동기 축과 부하 축의 기어에 비접촉식 마그네틱센서와 DAQ 보드(NI9215, 4채널, 1MS/s)를 이용하여 기어의 회전에 따른 구형파를 계측하였고, 그 결과는 Fig. 4와 같다. 단, 샘플링 레이트는 8192 S/s로 설정하였다. Fig. 4의 (b)는 3상 BLDC의 주파수를 5Hz($N = \frac{120 \cdot f}{P}$, P=4)로 지시하였을 때 취득한 데이터로부터 주파수를 연산한 결과이다. Fig. 5는 1.1kW의 저항부하를 가한 상태에서 주파수를 5Hz, 10Hz, 15Hz로 가변 하였을 때 토크센서로부터 계측한 출력 토크파형을 나타내고 있다.

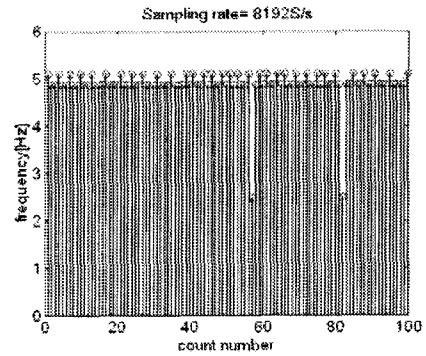
4. 결 론

본 연구에서는 두 지점간의 위상차를 이용하여 원동기축의 토크와 축마력을 계측하기 위한 시스템을 개발하였다. 원동기의 회전과 더불어 축에 전달되는 동력을 측정하기 위해 원동기 축과 부하축 사이에 두개의 기어휠을 설치하고, 마그네틱센

서를 이용하여 기어휠의 회전에 따른 구형파를 계측하였다. 발생 펄스의 위상각 계산값을 보정하기 위해 1024PPR의 엔코더를 부착하였고, 계측값의 정확도를 판단하기 위하여 토크센서로부터 직접적으로 계측한 토크 데이터를 비교데이터로 활용하였다.



(a)



(b)

Fig. 4 Measured signal and calculated frequency.

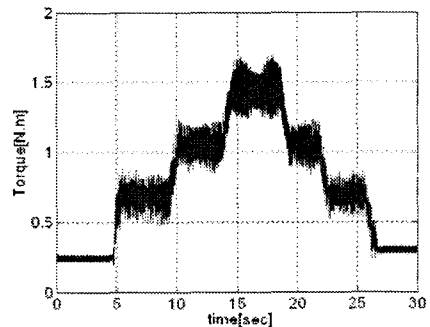


Fig.5 Measured torque value.

참고문헌

- [1] 광두영(2002), 컴퓨터기반의 제어와 계측 Solution, Ohm사.
- [2] 민남기(2003), 센서전자공학, 동일출판사.
- [3] 전효중, 최재성(2002), 내연기관장의, 효성출판사.
- [4] Emmanuel C. Ifeachor and Barrie W. Jervis(1993). Digital Signal Processing - a practical approach. Addison-Wesley.
- [5] J. G. Proakis and D. G. Manolakis(1996). Digital Signal Processing Principles, Algorithms and Applications. Prentice Hall.