

LabVIEW 를 이용한 공기시동모터의 성능시험기 개발에 관한 연구 Study on the Development of the Performance-Test-Bench for the Air Starting Motor Using LabVIEW

*이동영¹, 박성희¹, 김태자², 이창돈³, 양순용⁴

*D. Y. Lee¹, S. H. Park¹, T. J. Kim², C. D. Lee³, S. Y. Yang⁴(soonyy@ulsan.ac.kr).

¹울산대학교 기계자동차공학부 대학원, ²울산대학교 자동차전통대학원,
³울산대학교 기계자동차공학부 BK21 팀, ⁴울산대학교 기계자동차공학부.

Key words : Performance-test-bench, Air starting motor, Medium-speed diesel engine, Generator engine, LabVIEW

1. 서론

선박에서 가장 중요한 주 기관(main propulsion engine)을 운전하기 위하여 여기에 필요한 보조기기의 모터를 작동시키기 위한 전기의 생산을 운전되는 발전기관(generator engine)은 형식상 중형디젤엔진(medium-speed diesel engine)이라고 하며 이중 일부는 소형선박의 주 추진 엔진과 육상용 발전기용 엔진으로 사용되고 있다. 중형디젤엔진의 기동방법을 분류하면 전기모터에 의한 기동방식과 공기시동모터(air starting motor)에 의한 기동방식으로 나뉜다. 공기시동모터는 엔진의 종류와 크기에 따라 달라지나 구조가 단순하고 운동부분이 제한적이기 때문에 고장이 적고 관리에 편리하여 현재의 중형디젤엔진에서는 대부분 공기시동모터를 사용하고 있다.

2. 성능시험기의 구성

성능시험기는 크게 공기시동모터 연결부, 회전속도 측정부, 제동부, 제동 하중 측정부, 기어연결부로 이루어져 있다. 본 연구를 통하여 개발된 공기시동모터의 주요 부위에 대하여 나타내면 Fig. 1 과 같다. Fig. 1 에서 사진은 공기 공급 밸브, 시동용 솔레노이드 밸브, 압력센서, 로드셀 설치부, 제동용 브레이크부, 제어 판넬, 시험 장치 기어 연결부, 공기 시동 모터 설치부를 각각 나타내고 있다.

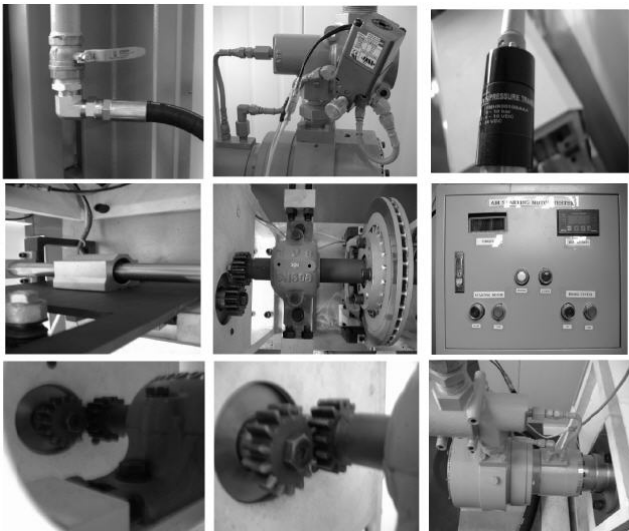


Fig. 1 Part of performance-test-bench

본 연구에서는 시간에 따른 출력변동, 공기압, 공기유량, 압력변동을 실시간 계측을 위하여 공기시동모터의 성능시험기를 개발하였다. 여기서, 데이터 수집 하드웨어는 NI DAQ 보드를 사용하였고, LabVIEW 를 이용하여 실시간 계측 프로그램을 개발하였다. Fig. 2 에 나타난 바와 같이 공기시동모터의 내구력테스트를 위한 기본적인 설정을 할 수 있고 실험이 진행되는 동안 회전속도, 공기압, 회전력의 측정이 가능하며 각각을 모니터링 할 수 있게 구성하였다.

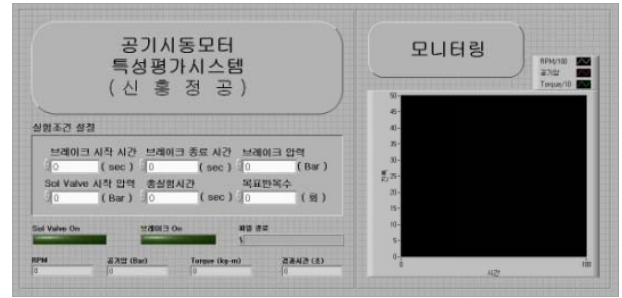


Fig. 2 Front panel of performance-test-bench

실험장치의 제어부를 개발하기 위한 제어계의 구성도는 Fig. 3 과 같다. 제어계는 공기시동모터의 회전수, 브레이크로부터 검출되는 제동하중, 공기시동모터에 공급되는 공기압을 측정하는 압력측정부로 구성하였으며, 이를 위한 제어프로그램은 LabVIEW 를 사용하였다.

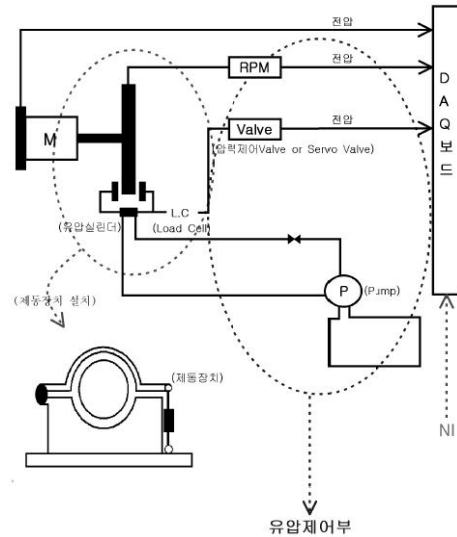


Fig. 3 Measurement overview

3. 공기시동모터의 출력에 대한 이론적 해석

공기시동모터의 공급 공기압과 공기량에 따른 공기시동모터의 출력에 대한 이론적 해석을 하고, 이에 따라 공기시동모터의 예상 출력을 구하는 절차는 다음과 같다.

일반적인 압축공기를 주어진 용량에 대하여 유량은 다음의 식 (1)에 의하여 계산할 수 있다

$$Q = 0.375\sqrt{(P_1 - P_2)P_2} \cdot \sqrt{\frac{273}{T}} \text{ (L/sec)} \quad (1)$$

P_1 = 공기탱크압력(bar)

P_2 = 공기시동모터 입구압력(bar)

T = 절대온도

S = 출구측 단면적

터빈은 블레이드와 노즐이 연속으로 구성되어 압축 또는 팽창하는 공기에 의하여 회전력을 얻을 수 있도록 구성되어 있다. 여기서 터빈의 이론적인 해석은 Fig. 4 와 같이 나타낼 수 있다.

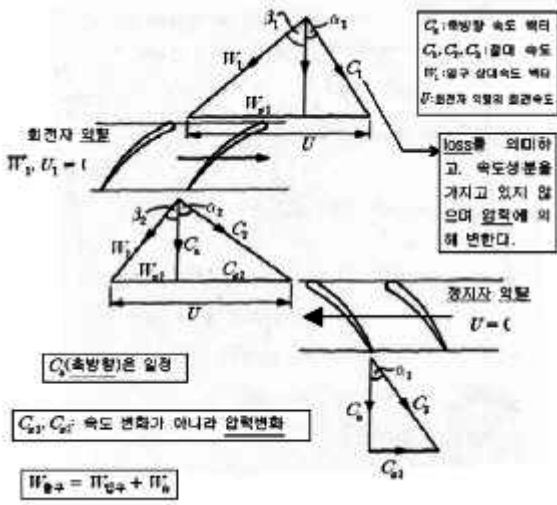


Fig. 4 Relationship of velocity, blade and nozzle

축 방향으로 C_α 의 속도로 유입되는 공기에 대하여 블레이드가 U 의 속도로 회전할 경우에 공기의 속도변화를 나타내었다. 이상의 관계로부터, 노즐과 블레이드에 따른 속도의 상관에 따른 일(Power)과 회전력은 다음의 식 (2), (3)을 통해 각각 계산할 수 있다.

$$W = \dot{m}\omega_T \quad (2)$$

$$T = \frac{\dot{m}\omega_T}{\omega} \quad (3)$$

4. 측정 및 실험 결과

본 연구는 신형정공의 SHP100 제품의 회전속도, 회전력 및 공기압 시험을 실시하였으며 회전속도의 변화에 따른 회전력에 대한 이론치와 실험치를 비교하였다. 그 결과는 Fig. 5, 6 과 같다.

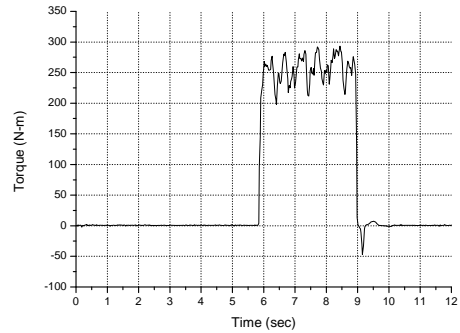
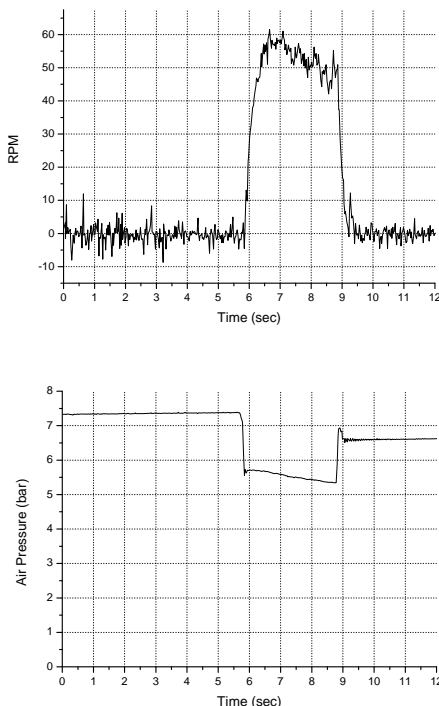


Fig. 5 Results of RPM, torque and air pressure

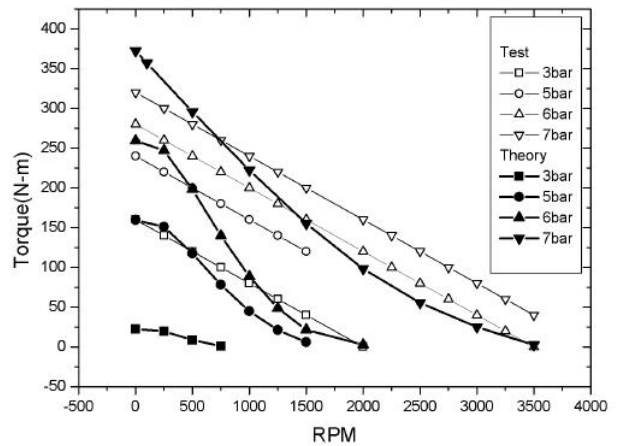


Fig. 6 Comparison of theory results and test results

5. 결론

국내에서는 전동기의 운전성능시험을 위해 적절한 성능시험기 시설을 갖춘 기관이나 연구소는 있으나, 공기시동모터 시험을 위한 다이나모미터(dynamometer)는 과류 전류형(eddy current type)이나 유압 회전력 계측형(hydraulic torque measuring type)을 사용하나 전량 수입품이고 고가이므로 로드셀 브레이크형(load cell brake type)을 이용하여 성능시험기를 구성하고, 성능시험을 위한 제어 알고리즘을 구성한 후에 LabVIEW를 이용하여 프로그래밍을 하여 공기시동모터 성능시험을 위한 성능시험기를 개발하였다.

성능 시험기를 통하여 공기시동모터의 회전속도, 회전력 및 공기압을 측정하여, 회전력에 대한 이론치와 실험 결과치를 비교하여 공기시동모터의 성능시험을 실시하였다. 그 결과 공기시동모터의 이론 회전력이 고압, 저속에서는 높게 나타났으며, 저압, 고속에서는 낮게 나타났다. 이는 실험적인 방법의 경우 마찰력, 공기의 압축성 등을 고려할 시에는 본 연구는 공기시동모터의 성능시험기로 사용 가능할 것으로 사료된다.

후기

This study was supported by Post Brain Korea 21, Republic of Korea.

참고문헌

1. A. Frank D'souza, Vijay K. Garg, "Advanced Dynamics Modeling and Analysis," Prentice-Hall, 1984.
2. 박홍복, "LabVIEW 8 그래픽킹 프로그래밍," 정익사, 2006.
3. 김용근, 장영준, 경귀현, 김태자, 이현우, "중형디젤엔진용 공기시동모터 개발," 중소기업청, 2007.
4. 김용석, 이동영, 박성희, 양순용, "중형디젤엔진용 공기시동모터의 특허맵 작성 및 시험장치의 Version up," 울산대학교 산학협력단, 2007.