

블루투스 통신을 이용한 선박용 디젤엔진의 크랭크 샤프트 디플렉션 무선 측정 시스템 개발

김장규*(HSD 엔진㈜ 기술연구소)

Development of Crank Shaft Deflection Measuring System by Bluetooth Communication For the Marine Diesel Engine

J. K. Kim(R&D Center, HSD ENGINE CO., LTD.)

ABSTRACT

선박용 엔진의 제작에 있어 크랭크 샤프트 조립 시 1회전의 상태에서 크랭크 스루 간의 디플렉션의 상대 값이 정상오차 범위를 넘어서는지 확인한 후 조립상태를 보정하게 된다. 기존의 방법은 다이얼 게이지를 사용하여 측정 담당자가 베드 플레이트 내에 들어가 크랭크 샤프트 회전 시 따라 돌면서 직접 육안 확인을 통해 측정이 이루어졌다. 이 때, 측정의 불편함과 열악한 작업환경 하의 안전 문제가 야기된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 연구에서는 블루투스 통신을 이용하여 디지털 게이지를 사용한 측정장치 기구부의 신호를 무선으로 받아서 작업자는 베드 플레이트 외부에서 측정이 가능하도록 하는 시스템의 개발하였다. 이를 통해 작업의 편리성 및 안정성을 확보했으며, 디지털 측정을 통한 측정의 정확도를 향상시켰다.

Key Words : Crank Shaft(크랭크 샤프트), Deflection(디플렉션), PDA, Blue-tooth Communication(블루투스 통신)

1. 서론

선박용 디젤엔진의 구동부 구조는 크게 실린더, 피스톤, 크랭크축 등으로 구성되어 있다. 특히, 크랭크축은 메인 베어링 셸과 함께 베드 플레이트에 조립되어 피스톤의 상하운동을 커넥팅 로드와 연결하여 회전운동으로 바꾸어 주는 역할을 하며 일반적으로 엔진 가격의 10%이상을 차지하는 고가의 제품이다.

이러한 크랭크 축은 크게 크랭크 스로우 부분과 저널 부분으로 구성되며, 크랭크 스로우와 저널의 Ingot 소재를 프레스를 이용하여 형상을 만든 후 열박음 공법에 의해서 일체 형상으로 제작된다.

선박의 추진력을 형성하기 위해 크랭크 샤프트가 회전하게 되는데 이때 다수개의 크랭크 스루는 디플렉션이 발생한다. 크랭크 샤프트의 조립 시 베드플레이트 장착 후 회전을 시키며 디플렉션값을 측정후 정상오차의 범위를 넘어서는 경우 엔진 조립상태를 보정하게 된다. 그림 1.은 크랭크 샤프트의 측면도를 나타낸다.

기존의 측정 방법은 다이얼 게이지를 크랭크 스

루의 측정위치에 있는 편칭 마크에 스프링력을 이용하여 장착한 후 작업자가 베드 플레이트 내부에 직접 들어가서 육안으로 확인 한 후 외부의 작업자에게 구두로 측정치를 전달함으로써 작업이 이루어졌다. 이때, 열악한 환경으로 인한 위험성이 존재하게 된다.

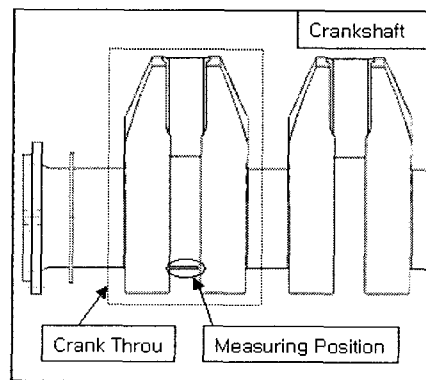


Fig. 1 Block diagram of crank shaft

이러한 위험성을 해결하기 위해 디지털 센서와

유선 디스플레이 장치를 이용하여 센서 장착 후 베드 플레이트 외부에서 측정을 하려는 시도가 있었으나 장착 후 크랭크 샤프트 회전 시 선이 꼬이는 문제로 인해 그 실효성이 떨어지는 실정이다.

본 연구에서는 이러한 문제점들을 해결하기 위해 디지털 센서 및 블루투스 무선통신을 도입하여 크랭크 샤프트 디플렉션을 무선으로 베드 플레이트 외부에서 측정할 수 있는 시스템을 개발하고자 한다.

2. 측정장치 기구부

Fig. 2 는 측정 시스템 전체의 블록선도를 나타낸다.

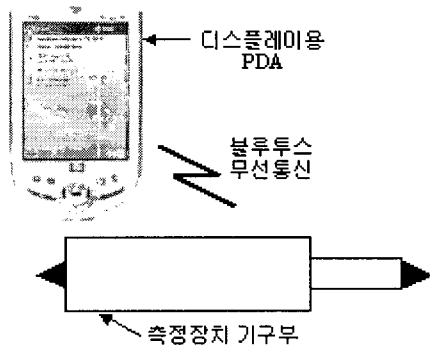


Fig. 2 Block diagram of measuring system

측정시스템은 크게 디스플레이 장치인 PDA 와 디지털 센서를 장착한 측정장치 기구부로 구성되며 두 모듈은 블루투스 무선 통신 방식을 이용하여 데이터를 교환하게 된다.

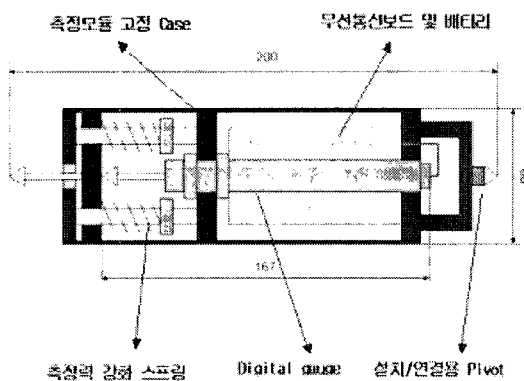


Fig. 3 Block diagram of sensor unit

Fig. 3 은 측정장치 기구부의 블록선도를 나타낸다. 여기서 측정장치가 크랭크 스루의 편칭 마크에 스프링력에 의해 장착되어야 함으로써 센서 자체만의 스프링력으로는 지지할 수가 없다. 따라서 스프링력 부가 장치의 설계를 하였다.

측정장치 기구부는 크게 측정 장력을 부가하기 위한 기구부 바디, 디지털 변위 센서, 센서 컨트롤러, 블루투스 통신 모듈 그리고 배터리 부로 구성되어 있다. 디지털 변위 센서는 Sony 사의 엔코더 신호 발생형 모델을 사용하여 노이즈에 강인한 시스템을 구성하였다.

장치를 장착한 후 디지털 센서로부터의 변위 펄스 값을 센서 컨트롤러에 의해 계수한 후 이를 블루투스 통신 모듈에 의해 정해진 순서도 규약에 따라 상위 디스플레이 장치인 PDA 로 데이터를 전달하게 된다.

측정장치 기구부와 디스플레이용 PDA 간의 통신 프로세스 순서도는 Fig. 4 와 같다. 우선 디스플레이 장치에서 데이터를 받을 시점에 0xFF 값을 측정장치로 송신하면, 폴링 방식에 의해 수신 데이터를 감시하고 있던 측정장치에 의해 그 값이 전달된 후 측정장치는 일련의 데이터 수집과정을 거친 후 상위 디스플레이 장치로 데이터를 전송하게 됨으로써 통신의 한 주기를 형성하게 된다.

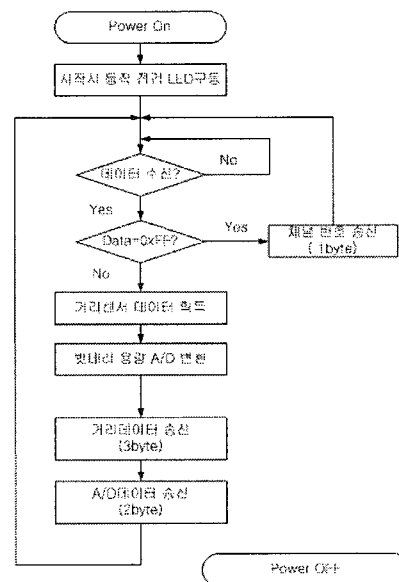


Fig. 4 Flow chart of communication between sensor unit and display unit

3 디스플레이 장치부

디스플레이 장치로서 PDA 를 사용하여 범용성을

확보하고 개발기간을 단축할 수 있었다. 프로그램은 윈도우 CE 환경하의 임베디드 Visual C++을 사용하여 수행하였다. 디스플레이 장치는 Main 화면, Measure 화면 그리고 Display 화면으로 구성되어 있다. Fig. 5 는 각각의 화면을 전환시키는 알고리즘을 나타내며, Fig. 6.은 각각의 화면을 나타낸다. 각 화면은 다이얼로그로 구성되어 그 전환은 다이얼로그 API 중 OnOK()와 OnCancel()함수에 의해 전환된다.

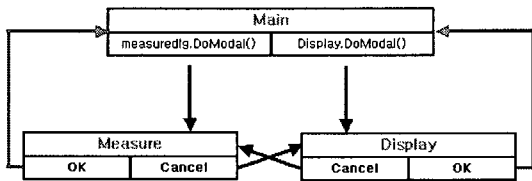


Fig. 5 Architecture of PDA program

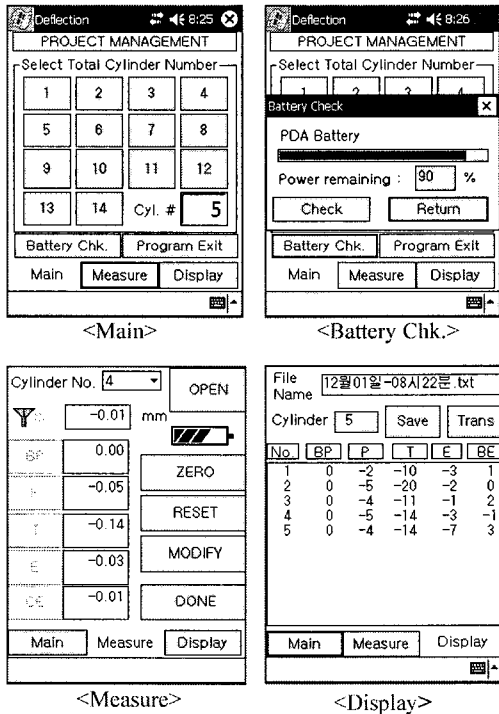


Fig. 6. PDA program

3.1 Main 화면

전체 화면들은 아래쪽에 화면전환 버튼을 가지게 된다. Main 화면의 역할은 측정 실린더의 수를 정의하는 것이다. 현장작업자의 작업성을 높이기 위해 특별한 수동 입력창 없이 버튼으로 구성되었다. Main 화면의 배터리 검사버튼을 누르면 현재 PDA

의 배터리 상태창이 생성된다.

3.2 Measure 화면

디플렉션값을 실제 측정하는 화면이다. 측정할 실린더의 번호를 지정한 후 OPEN 버튼을 누르면 측정장치와 PDA 간의 블루투스 통신이 연결된다. 연결될 시 안테나 마크가 점멸하게 된다. 연결 후 크랭크 샤프트를 회전시켜가며 총 5 개의 측정위치에 도달할 때, 각각의 위치에 대한 버튼을 누름으로써 측정치가 PDA 에 입력된다. 부가기능으로 ZERO 버튼은 현재 측정값을 영점으로 지정하는 기능이며, RESET 버튼은 측정초기화면으로 재조정 하는 버튼이다. MODIFY 버튼은 측정 시 각 위치에서 한번 지정된 측정치는 다시 바꿀 수 없도록 프로그램 된 상태에서 그 값을 바꿀 시 사용한다. 한 실린더에 대한 5 개의 위치를 다 측정한 후 DONE 버튼을 사용하여 측정치를 Display 화면으로 전달한다..

3.3 Display 화면

현재까지 측정된 실린더의 측정치를 전체적으로 나타내 주며, 또한 측정 결과를 저장하는 역할을 수행한다. 저장은 PDA 내부 메모리 및 부가적인 플래쉬 메모리로 한다.

4. 실험

4.1 정도 시험

개발된 시스템의 정도를 측정하기 위한 테스트 베드는 Fig. 6 과 같다. 시험은 정도가 검증된 다이얼 게이지와 측정장치를 직선 이송 기구물에 동시에 장착하여 핸들을 돌려가며, 0.05mm, 0.2mm, 0.5mm 거리를 움직여가며 다이얼 게이지의 측정치와 개발된 측정장치의 측정치를 비교 분석하였다.

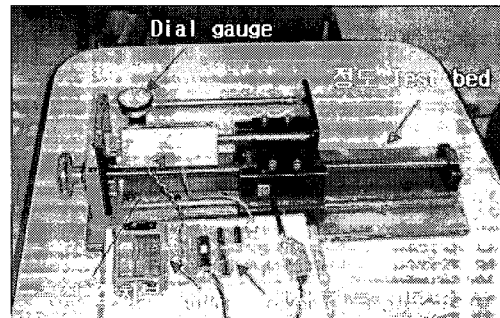


Fig.7 Test bed

시험 결과의 확인은 Fig. 8 과 같이 수행하였다. 3 지점에서의 측정치가 정확히 일치하였다.

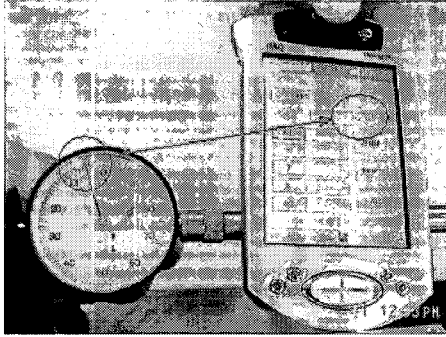


Fig.7 Test result

4.2 현장 적용 시험

정도 테스트를 마치고 실제 현장적용을 하여 그 성능을 평가하였다. 평가는 보어가 90cm 인 선박용 2 행정 디젤 엔진에서 수행하였다.

Table 1 Comparison of measured data

| Cyl. | 구분 | BP | P | T | E | BE |
|------|------------|----|----|----|----|----|
| 1 | Dial gauge | 0 | -4 | -7 | -6 | 1 |
| | 개발품 | 0 | -4 | -7 | -5 | 0 |
| 6 | Dial gauge | 0 | -6 | -3 | -5 | 0 |
| | 개발품 | 0 | -6 | -1 | -7 | 0 |

평가 방법은 다이얼 게이지를 이용하여 1 회전 시 디플렉션 값을 먼저 측정 한 후 이어서 개발품을 적용하여 실험하여 두 값을 비교하였다. 1 번과 6 번 실린더에 대해 수행하였으며 그 결과는 오차범위가 2/100mm 였다. 이는 대형 구조물의 특성 상 같은 측정을 두 번 수행할 경우 생기는 일반적인 오차범위 내에 들어오므로 본 결과는 개발품의 실제 현장 적용이 가능하다는 것을 알 수 있다.

5. 결론

본 연구에 의해 개발한 측정시스템을 통해 선박용 2 행정 디젤엔진의 조립 시 크랭크 샤프트 디플렉션의 측정을 블루투스 무선통신을 이용하여 수행함으로써 작업자의 안전 및 측정 정밀도 향상을 시켰다. 주요 수행 결과는 다음과 같다.

- 무선 정밀 측정 시스템 개발
- 테스트 베드를 통한 정도 검증
- 현장적용 테스트 수행을 통한 적용 가능성 입증

향후 크랭크 샤프트 1 회 회전 시 자동으로 5 개 지점의 위치가 측정 가능한 시스템의 개발이 필요하다.

참고문헌

1. Amotz Bar-Noy, Vladimir Dreizin and Boaz Patt-Shamir, "Efficient algorithms for periodic scheduling," Computer Networks, Volume 45, Issue 2, Pages 155-173, 2004.
2. Marko Hännikäinen, Timo D. Hämäläinen, Markku Niemi and Jukka Saarinen, "Trends in personal wireless data communications," Computer Communications, Volume 25, Issue 1, Pages 84-99, 2002
3. David Ward, "A novel remote measurement and monitoring system for the measurement of critical washing parameters inside a domestic washing machine," Measurement, Volume 34, Issue 3, Pages 193-205, 2003