

레이저 센서를 이용한 구조물의 변위 측정 장비 개발

Development of a Sensor System to Measure Real Time Vibro Displacement of Civil Structure

오 흥 일*, 김 희 식**

* 서울시립대학교 전자전기컴퓨터 공학부(전화:(02)2210-2569, 팩스:(02)2213-8317, E-mail: young4u@sidae.uos.kr)

** 서울시립대학교 전자전기컴퓨터 공학부(전화:(02)2210-2569, 팩스:(02)2213-8317, E-mail: drhskim@uos.ac.kr)

Abstract : A sensor system was designed to measure real time vibro displacement of civil structure. The He-Ne laser is used for the displacement measuring method, because it guarantees short time stabilization, long time output power stability. Also, it guarantees simple maintenances and repairs under actual using condition. The line CCD image sensor(Tcd-142d) is used to detect the displacement of Ne-Ne laser responding to the vibro of civil structure. For accurate measurement and comparison, CDP-50 is used. Usually CDP-50 (Strain type displacement device) is used for the standard correction device of optical measurement equipments. The data processing part is consists of Optical sensor part, Wireless data transmission device, DAQp-1200, and LapView program. The displacement data of vibro from optical sensor part inputted to wireless data transmission device and then transmitted to DAQp-1200 in main control room. DAQp-1200 performs A/D conversion for the receiving data. After that the converted data inputted to computer system using LapView program for user display. The significance of this paper is to develop a convenient, accurate and cost saving real time displacement measurement system for the civil structure.

Keywords : Displacement Measurement, Laser, CCD image sensor, LapView

1. 서론

최근의 대형 건축 구조물의 붕괴사고는 구조물의 이상 징후를 사전에 감시검사 하는 계측 장비의 필요성을 더욱 가중시키고 있다.

교각과 같은 구조물에서 처짐 변위는 구조물의 이상 징후를 판단하는 가장 중요한 인자이다. 그러나 일반적으로 많이 사용되는 기존의 처짐 변위 측정 시스템 (strain gage type displacement transducer or LVDT) 은 설치조건의 제약 및 장기 계측에 적용하기 어렵다는 단점이 있기 때문에 비 접촉 방식의 새로운 변위 측정 계측 장비의 개발이 필요하다.

레이저 광원과 광학 카메라 센서를 이용한 시스템을 개발 하였다. 교각하단 지지대에 고정되는 He-Ne 레이저 튜브가 편광면을 만들어 광원을 보내고, 교각 하단면에 설치되는 광학 카메라 센서에서 진동에 따른 레이저 광의 변위를 측정한다. 본 실험에 사용한 광학 CCD 센서 (Tcd-142d) 는 센서의 단위 길이 안에 2048 개의 포토다이오드 셀을 가지고 있기 때문에 구조물의 진동에 의한 레이저 광의 변위를 매우 정밀하게 측정할 수 있다. 광학 센서에서 측정된 변위 데이터는 실시간으로 400(Mhz) 대역의 무선전송 장치를 통해 중앙 통제시스템이 있는 관제실로 전송된다. 관제실로 전송된 변위 데이터는 중앙제어 시스템 내의 모니터링 프로그램에 의해 그래프 형식의 차트와 수치 값으로 변환되어 관제 모니터에 표시된다. 계측 변위 모니터링 프로그램은 National Instrument 사의 LapView 를 사용하여 제작하였다.

본 논문에서는 편리성, 정확성, 지령함의 특징을 가지는 교량의 처짐 변위 측정 장비의 개발에 관하여 기술하였다.

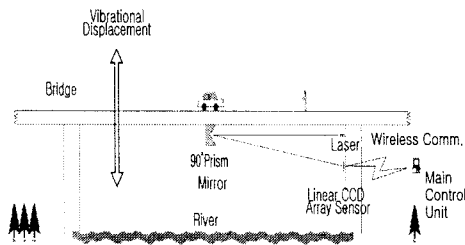


그림 1. 시스템 구성도

II. 연구 장비

토목 구조물의 변위를 비접촉식으로 계측하기 위해

1. 교량모델

실험을 위해 제작된 교량 모델은 진동 특성이 실제의 교량과 같도록 설계되었다. 일반적인 교량의 진동 특성은 1차 진동 상하 2.5(Cm), 2차 진동 상하 5(Cm), 3차 진동의 변위 값은 교량을 지나가는 물체의 무게에 따라 달라지는 진동 특성을 가진다.

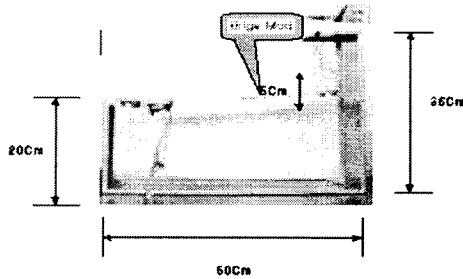


그림 2. 교량 모델

2. 레이저 광원

1) He-Ne laser 의 장점

장기간 사용에도 출력광의 세기와 파장이 일정하며, 출력의 안정화 시간이 짧다. 또한 설치 후, 광의 세기의 변경이 가능하며, 유지보수가 용이하다.

2) He-Ne laser 의 전기적 특성

Light Out	15mW
Spread Angle	0.5mrad
A plane light angle	0.61
Laser beam length	950mm at 500mm distance
Laser light width	2.7mm, 17mm (100mm, 3500mm)

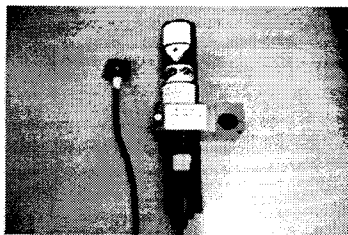


그림 3. 레이저 광원

3. 광학센서

본 실험에서는 교량의 진동에 의한 레이저 광원의 변위 값을 측정하기 위해 Toshiba사의 CCD line image sensor Tcd-142d 모듈을 사용하였다.

1) Tcd-142d 의 전기적 특성

Number of image element	2048
Image element size	14 μ m by 14 μ m

Photo sensing region	High sensitive and low dark signal pn photodiode
Clock	2 phase
Package	22 pin cerdip

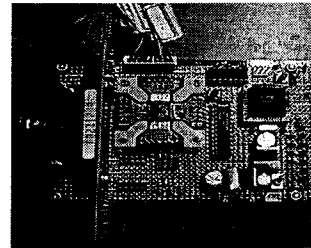


그림 4. Tcd- 142d 광학센서

4. DAQp-1200(Data acquisition device)

본 실험에서는 광학 센서부에서 무선구간을 통해 전송되어온 변위 데이터를 인식하기 위해 National Instrument의 DAQp-1200을 사용하였다. DAQp-1200은 8개의 아날로그 입력을 동시에 지원하며 LapView 프로그램과 우수한 호환성을 가진다.

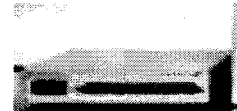


그림 5. DAQp-1200

5. CDP-50(Signal amplifier)

본 실험에서는 사용한 CDP-50 표준 변위계는 광학식 계측장치의 검교정용 표준변위계로 변위 기준값이다.

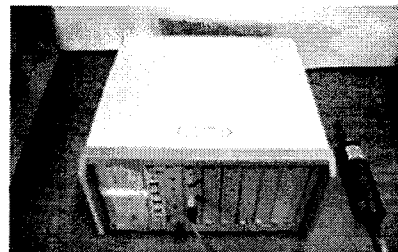


그림 6. CDP-50 (Electronic amplifier)

III. 프로 그램

1. LapView program

본 실험에서는 판제 모니터링 프로그램을 제작하기 위해 National Instrument 사의 LapView 를 사용하였다. LapView 프로그램은 사용이 간단하며, 다양한 기능을 제공해 물리, 항공, 자동차 등의 많은 분야에서 사용되고 있다.

IV. 연구 결과

2. Comparator(CDP-50) program source

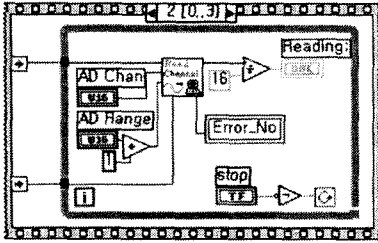


그림 7. Program source of CDP-50

AD Link9112(DAQ device)의 초기화를 수행한 뒤, AD range가 입력된다. 모든 입력 전압들은 16으로 나뉘진 뒤, 연산 과정을 거쳐 출력된다.

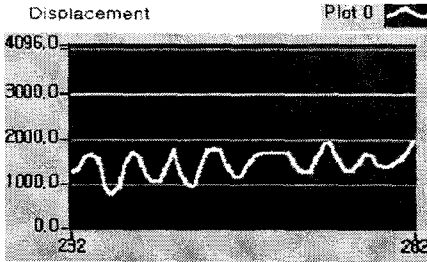


그림 8. Comparator(CDP-50) Result curve

3. Program flow chart

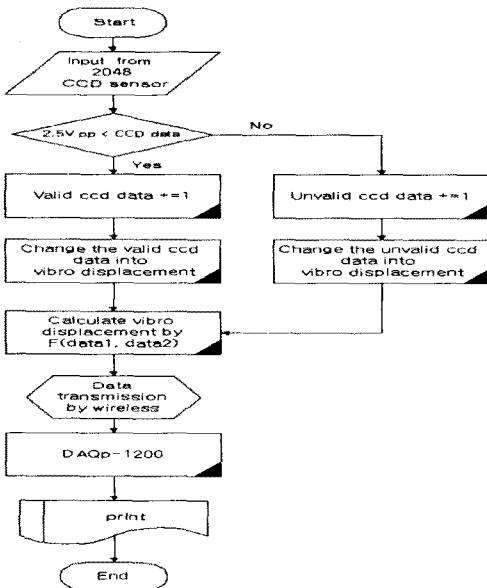


그림 9. Flow chart

1. 레이저 편광과 광학센서를 이용한 변위계측 결과 개발한 비접촉식 변위계측 센서장치를 교각 모델에 부착하여 변위 계측 실험을 하였다. 표준 변위계를 이용하여 정밀도를 검교정 하였다.

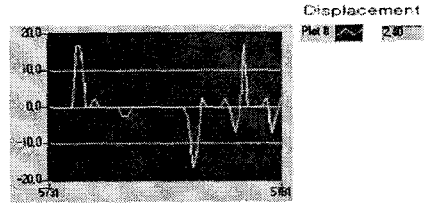


그림 10. 변위측정 그래프

2. 정밀도

광학센서를 이용한 편광원의 이동을 감지하는 페턴 인식법을 사용한 계측실험을 수행하였다. 정밀도는 진동 50(Hz) 이하에서 0.1(mm)의 계측 해상도를 얻을 수 있었다. 대부분의 교각의 고유 진동수가 1(Hz) 근처이므로 특수한 고주파 진동특성이 없는 일반적인 토목 구조물의 진동 변위 계측에는 적용이 가능하다.

V. 결론

본 논문은 구조물의 “처짐변위”를 비접촉 방식으로 측정할 수 있는 변위측정 장치를 설계하여 검증하였다. 기존의 변위측정 장비에 비해 정확성, 저렴함, 편리함의 장점을 가진 변위측정 장치의 개발 하였다.

참고문헌

- [1] 89x2051 User Manual, 1992
- [2] Stepping Motor Unit,
- [3] Y.B.Cha, 8051 for beginner, Seoul, dadamedia, 1977
- [4] Introduction into LapVIEW, Seoul, Dongil
- [5] <http://www.8051.co.kr>
- [6] <http://www.ni.com>
- [7] <http://www.toshiba.com>