

비측정용 카메라를 이용한 구조물 진동 측정

Vibration Measurement of a Structure Using Non-metric Cameras

이희남†, 이효성*, 이상윤**

Huinam Rhee, Hyoseong Lee, Sang Yoon Lee

Key Words : 3-dimensional vibration measurement (3차원 진동측정), Digital photogrammetry (수치사진측량)

ABSTRACT

A methodology to measure 3-dimensional vibrational displacement of a structure by digital photogrammetry is proposed in this paper. Stereo digital images of a vibrating structure were obtained by two non-metric cameras. Then by applying the collinearity condition to the images, the 3-d displacement time history data of a point or many points can be calculated by the present methodology. Experimental work was performed to measure the displacement time history for a cantilever beam excited by a piezoelectric patch, in which the in-depth displacement data obtained by the proposed method well matched the laser sensor data.

1. 서 론

구조물 진동 변위, 속도 또는 가속도의 측정은 측정 대상물체에 직접 센서를 부착하여 측정하는 접촉식 방법과 레이저나 와전류를 이용하는 비접촉식 방법으로 이루어진다. 이 방법들은 전통적으로 많이 사용되고 있고 정밀하지만 접촉식 방법의 경우에는 구조물에 부가적으로 물체를 추가하게 되어 동특성에 영향을 주거나 실제 현장에서는 센서 장착이 용이하지 않은 경우가 많다. 한편 비접촉식 방법은 상대적으로 고가의 장비가 필요하고 측정거리가 제한되어 있다. 또한 기존의 접촉식이나 비접촉식 두가지 방법 모두 일반적으로 구조물 표면의 제한된 특정 점에 대한 단일 방향의 진동량만을 측정할 수 있다. 최근 카메라 영상을 이용한 진동변위 측정에 대한 연구가 이루어지고 있으나 2차원적 측정이라는

제한성이 있다⁽¹⁾. 본 논문에서는 이러한 문제점을 보완할 수 있고 대상 구조물의 전체적인 3차원 진동변위를 비접촉식으로 측정할 수 있는 수치근접 사진측량 기법⁽²⁾을 소개하고자 하며, 고가의 측정용 특수 카메라가 아닌 일반적인 비측정용 카메라를 이용하여 실험을 수행하였다.

2. 스테레오 카메라를 이용한 3차원 진동 변위 측정

일반적으로 기계 구조물 진동변위는 3차원적으로 발생하며 더욱이 회전 운동 변위도 파악할 필요가 있기 때문에 기존의 가속도계나 레이저 변위계 등과 같은 단방향 측정방식으로는 전체적인 기계의 진동 특성을 쉽게 파악하기 힘들다.

본 연구에서는 기계진동의 3차원 진동변위 특성을 더욱 손쉽게 파악하기 위해 그림 1과 같이 스테레오 사진측량 기법을 적용한다. 타겟 영상좌표를 추출하기 위하여 상관계수 매칭기법을 사용하였으며 부화소 단위의 매칭 영상좌표를 찾기 위해 곡선방정식을 사용하였다. 내·외부표정요소는 표정점들의 영상좌표와 3차원 위치로부터 공선조건식으로 구하였

† 교신저자; 정회원, 순천대학교 기계우주항공공학부

E-mail : hnrhee@sunchon.ac.kr

Tel : 061-750-3824, Fax : 061-750-3820

* 순천대학교 토목공학과

** 순천대학교 학부 기계우주항공공학부

다.

시간대별 3차원 위치좌표는 획득한 내·외부표정요소, 좌·우영상의 동일 지점에 대한 영상좌표를 이용하여 공간교차식으로 구하였다.

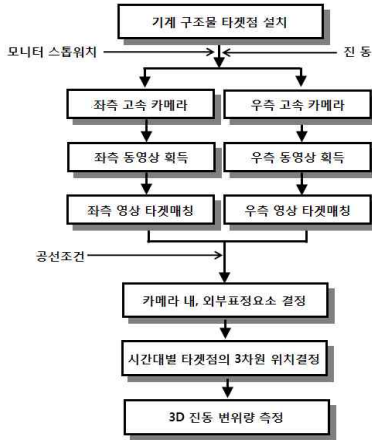


그림 1 진동측정 방법

그림 2와 같은 외팔보에 타겟을 붙이고 압전소자를 이용하여 약 12Hz로 가진을 하였다. 타겟의 깊이방향 변위는 레이저센서로도 측정을 하여 본 연구의 제안방법 결과와 비교 하였다.

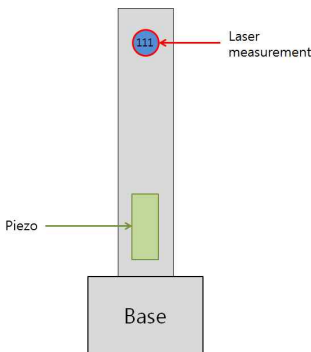


그림 2 진동 측정 실험 대상

초점거리 약 13mm, 촬영기선 약 1.0m, 촬영거리 약 1.7m로 촬영하여 40 fps의 입체영상을 획득하여 진동 변위를 측정하였다. 그림 3의 40개 점으로 표시된 데이터는 깊이방향의 진동 변위이며 레이저센서에 의한 진폭, 주파수 측정값과 잘 일치되었다.

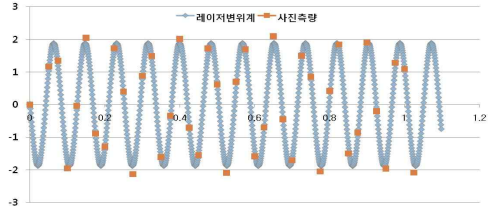


그림 3 깊이 방향 진동 변위

그림 4와 5는 각각 수평 및 수직방향 진동 변위 데이터이다. 피에조의 변형으로 인한 외팔보의 정적 뒤틀어짐 및 동적 변위가 잘 측정됨을 알 수 있다.

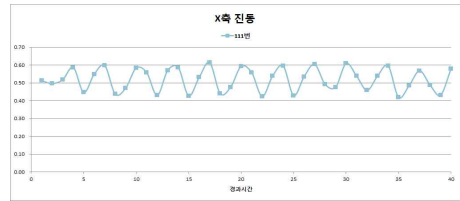


그림 4 수평방향 변위

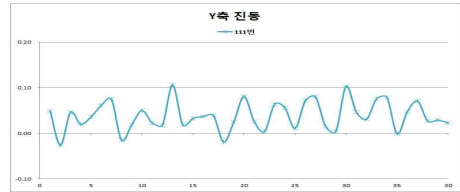


그림 5 수직방향 변위

3. 결 론

스테레오 수치사진측량기법을 이용한 구조물의 3차원 진동 변위 측정 방법을 제안하고 간단한 실험을 통해 검증하였다. 본 방법은 교량, 건물 및 원자력시설 등 구조물의 원격 감시 모니터링용으로 매우 유용하게 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- (1) H-S Jeon, et al., "Multi-point measurement of structural vibration using pattern recognition from camera image", pp.701~711, Nuclear Engineering and Technology 42(6), 2010.
- (2) 이효성, 이희남, "사진측량을 이용한 구조물 진동의 3차원 측정 방법", 대한민국 특허출원 번호 10-2011-0067159, 2011.