

디지털 영상처리를 이용한 행어케이블의 동특성 측정

Measurement of Dynamic Properties on Hanger Cable Using Digital Image Processing

김성완* · 박동욱* · 김남식†

Sung-Wan Kim, Dong-Uk Park and Nam-Sik Kim

1. 서 론

현재 행어케이블의 동특성을 측정하기 위하여 가속도 센서를 사용하고 있다. 이러한 기존의 가속도 센서는 측정 센서와 장비를 연결하는 케이블이 길어질 경우 신뢰할 수 있는 데이터를 얻기 힘들고 각 센서와 계측기를 1:1로 연결하는 방식을 취하고 있어 케이블 설치작업에 따른 인력과 시간이 필요하다. 또한 무선 가속도 센서를 사용할 경우 신호를 저장하기 위한 부수적인 장비들이 필요하여 비경제적인 단점이 있다. 따라서 본 연구에서는 원거리에 위치한 행어케이블의 동특성을 경제적이며 정확하게 계측하기 위한 기법을 제안하였고 현장실험을 통해 제안된 기법의 타당성을 검증 하고자 하였다.

2. 디지털 영상처리를 이용한 동특성 측정

2.1 계측 시스템 구성

계측 시스템은 케이블 설치 작업과 신호를 저장하기 위한 부수적인 장비들이 필요가 없으며 휴대성과 설치가 편리한 상업용 디지털 캠코더(Samsung VM-HMX 10A)를 사용하였다. 또한 캠코더가 가지고 있는 동영상 촬영, 저장 기능을 이용하여 실험을 수행 하였으며 추가적인 장비를 사용하지 않아 경제적인 시스템으로 구성되었다.

2.2 디지털 영상처리 알고리즘

그림 1은 디지털 영상처리⁽¹⁾를 이용한 동특성 측정 알고리즘이며 총 8단계로 분류된다. 획득된 이미지를 시간순서대로 배열한 후 변형이 없는 이미지에서 변위를 알고 싶은 지점, 즉 기준점을 지정한다. 기준점의 최대 움직임을 예상하여 ROI(Region Of Interest) 범위를 선택하여 상관관계 크기를 결정한다. 정규상호상관의 분모에 대한 계산량의 감소를 위해 sum-table을 계산하며 기준점이 ROI에 최적으

로 매칭 되는 곳에서 정규상호상관을 계산한다. 단위픽셀이 하에는 변형과 같은 비선형적인 거동에 적합한 2차 다항식 함수를 사용하여 변형이 없는 이미지와 변형이 있는 이미지 사이의 기하학적인 움직임 및 오차를 보정하였으며 해석된 변위응답에 PSD(Power Spectral Density) 함수를 적용하여 고유진동수를 추출할 수 있다. 그림 1에 요약된 절차처럼 여러 ROI 범위에 대하여 적용하면 여러 지점에서의 고유진동수를 추출할 수 있으며 본 연구에서는 위에 설명된 측정 알고리즘을 MATLAB7.0을 이용하여 자동화된 프로그램을 작성하여 사용하였다.

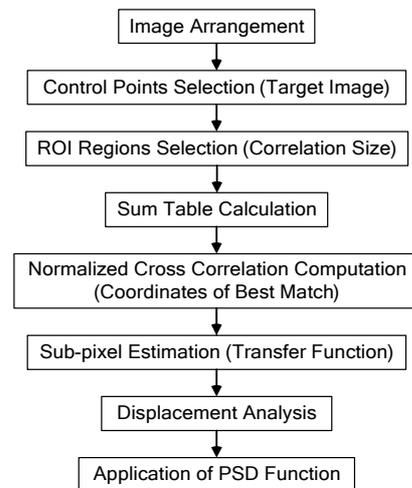


그림 1. 디지털 영상처리를 이용한 동특성 측정 알고리즘

3. 현장실험

3.1 실험 개요

본 연구에서는 디지털 영상처리를 이용한 행어케이블의 동특성 측정을 검증하기 위하여 광안대교에서 실험을 수행하였으며 그림 2는 광안대교 행어케이블을 나타낸 그림이다.

센서의 설치위치는 그림 3과 같이 디지털 영상처리를 이용한 동특성 측정을 검증하고 target에 대한 패턴의 영향을 확인하기 위하여 행어케이블의 각 지점에 target, tape, 가속도 센서를 설치하였다. 실험은 상업용 디지털 캠코더를 사용하여 1280×720의 픽셀크기의 영상을 초당 60 프레임

* 부산대학교 사회환경시스템공학과, 박사과정

† 교신저자; 부산대학교 사회환경시스템공학과, 부교수
E-mail : nskim@pusan.ac.kr
Tel : (051) 510-2352, Fax : (051) 513-9596

으로 행어케이블을 촬영하였으며 가속도센서(PCB 393B04)는 데이터 취득속도 100Hz로 계측하였다.



그림 2. 광안대교 행어케이블

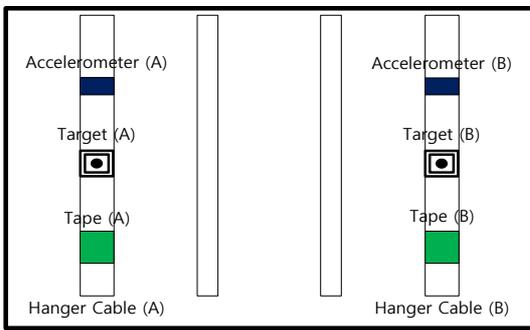


그림 3. 센서의 설치 위치

3.2 계측결과 분석

디지털 영상처리를 이용한 동특성 측정 알고리즘을 검증하기 위하여 현장실험을 수행하였으며 가속도 센서의 응답과 디지털 영상처리를 적용하여 얻은 응답의 PSD 함수를 비교하였다.

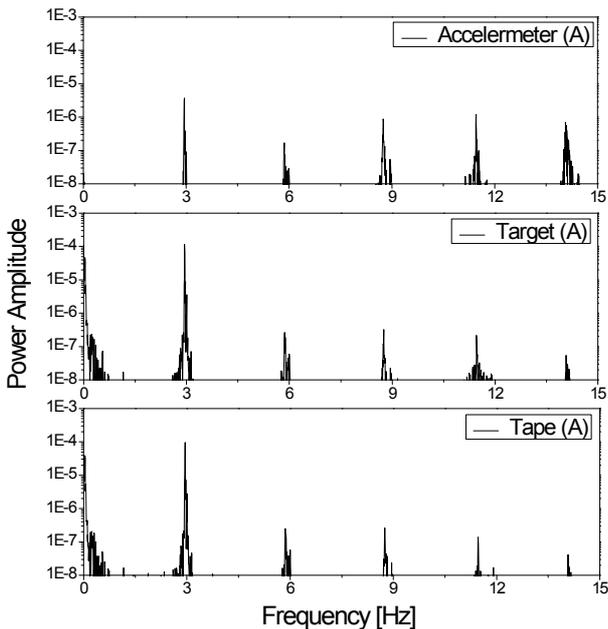


그림 4. 행어케이블 (A)지점에 대한 응답의 PSD 함수

그림 4는 행어케이블 (A)지점에서의 가속도 센서에 의해 계측된 응답과 디지털 영상처리를 이용하여 추출된 응답의 PSD 함수를 구한 것이며 각 행어케이블에 대한 고유진동수는 표 1에 나타내었다. 표 1에서 보면 행어케이블의 각 지점에 대한 고유진동수가 디지털 영상처리를 이용하여 추출된 고유진동수와 $\pm 0.2\%$ 이내의 정확도를 확인할 수 있었다. 또한 표 1에서 target과 tape의 고유진동수가 동일하게 나타났으며 행어케이블의 부착된 target 패턴의 영향은 고유진동수를 추출할 경우 상관이 없음을 알 수 있다. 따라서 행어케이블의 고유진동수를 추출할 경우 임의의 target을 부착하여도 고유진동수 추출이 가능할 것으로 판단된다.

표 1 각 모드별 고유진동수

Position	Mode	Accelerometer	Target	Tape
Hanger Cable (A)	1	2.948	2.944	2.944
	2	5.859	5.859	5.859
	3	8.746	8.752	8.752
	4	11.456	11.462	11.462
	5	14.069	14.070	14.070
Hanger Cable (B)	1	3.107	3.113	3.113
	2	6.207	6.211	6.211
	3	9.222	9.214	9.214
	4	12.061	12.100	12.100
	5	14.844	14.846	14.846

4. 결 론

디지털 영상처리 데이터를 분석해 얻어진 각 모드별 고유진동수의 신뢰성이 비교적 양호한 것으로 나타났으며 행어케이블의 동특성 측정이 필요한 현장실험에서 본 연구에서 제안하고 있는 디지털 영상처리를 이용한 계측방법이 보다 타당할 수 있다고 판단된다. 또한 이를 이용하면 현장 실험에서 보다 경제적이고 간편하게 행어케이블의 동특성 측정이 가능할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 건설기술혁신사업 초장대교량사업단의 연구비 지원(08기술혁신E01)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- (1) 김성완, 김남식, 2009, "Digital Image Correlation기법을 이용한 구조물의 다중 동적변위응답 측정", 한국지진공학회논문집, 제13권, 제3호, pp.11-19.