

DGPS 기법을 이용한 자정식 현수교의 정동적 변위응답 측정 및 분석

Application of differential GPS for the displacement measurement of
self-anchored suspension bridge under the static and dynamic loading cases

서주원†·김형태*·김규왕**

Juwon Seo, Hyungtae Kim, Kyuwang Kim

1. 서 론

교량 구조물은 차량, 바람, 온도, 조류와 같은 상시적인 하중에서부터 지진, 태풍 등의 예기치 않은 하중까지 지지하도록 설계, 시공된다. 그중 큰 비중을 차지하는 것이 바로 차량하중이다. 준공 후 사용상태가 아닌 교량을 대상으로 차량하중의 영향으로 일어나는 정동적 변위응답을 DGPS(Differential Global Positioning System)기법을 이용하여 측정하였다. DGPS 기법을 통해 얻은 응답 데이터를 교량 자체의 계측시스템의 레이저 변위계로 얻은 데이터와 비교 분석하여, 차량하중에 의한 교량의 정동적 변위응답을 규명하고, DGPS 기법을 통한 변위 응답 계측의 적용성을 검증하고자 하였다.

2. DGPS 기법을 이용한 교량 변위응답 측정

2.1 측정 대상 구조물

본 연구의 수행 대상 구조물은 전라남도 고흥군 도양읍에 소재한 소록대교이다. 주경간 250m, 양측경간 110m로 총경간 470m의 자정식 현수교로 콘크리트 주탑과 강 상판으로 이루어져 있다. 그림 1에 소록대교의 개략도를 나타냈다.

2.2 DGPS 위치 측정 시스템

교량의 변위응답 측정을 위하여 구비한 시스템은 크게 GPS 수신기, 안테나, 측정 및 후처리 소프트웨어로 구성된다. GPS위성으로부터 송출

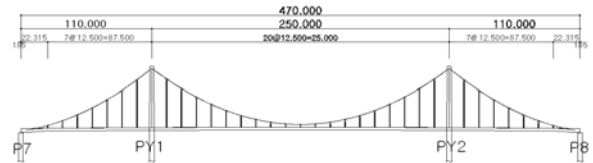


그림 1 소록대교 개략도

되는 신호를 안테나가 수집하여 수신기로 보내면 수신기에서 연산을 수행하여 현재 위치를 결정하게 된다. 그러나 일반적인 GPS 기법에 의한 위치 데이터는 대기층 및 전리층에 의한 신호 교란, 위성의 궤도 및 시계 오차, 수신기의 잡음 및 시계 오차 등으로 수 미터 수준의 오차를 포함하고 있는데 이를 극복하기 위한 방안이 DGPS 기법이다. 기본원리는 망조정을 통하여 좌표를 정확히 알고 있는 기지의 위치에 기준 수신기를 설치하여 위성 신호를 받아 좌표를 계산하게 된다. 계산을 통해 얻은 좌표와 기지의 좌표의 차이를 오차로 인식하여 후처리 및 보정하는 것이다. 그림 2는 소록대교 경간 중앙의 상판과 케이블에 안테나 및 수신기를 설치한 모습이다.



그림 2 DGPS 위치 측정 시스템

2.3 정동적 차량 재하실험 및 결과 분석

30tonf 중량의 화물트럭을 사용하여 정동적 재하를 하였다. 정적 실험의 경우 트럭을 측정간

† 현대건설 기술개발원

E-mail : jwseo@hdec.co.kr

Tel : (031)280-7088, Fax : (031) 280-7061

* 현대건설 기술개발원

** 현대건설 기술개발원

1/2 및 주경간 1/4, 3/8, 1/2 위치에 5분간 정차시켜 경간중앙의 처짐을 측정하였다. 차량하중의 재하 및 재하 시점의 WGS84 지구타원체고를 측정하여 그 상대적 차이를 중앙경간의 처짐으로 추정하였다. 직관적으로 예상할 수 있는 바와 같이 경간 중앙에 가까워질수록 처짐이 더 커지는 경향을 보였으며, 측경간에 차량하중을 재하한 경우 반대 방향의 처짐이 생기는 것을 관찰할 수 있었으나 레이저 변위계의 결과는 상이하게 나타났다. 정적 변위응답 특성을 보여주는 한 예로 중앙경간 상판과 케이블에 설치된 GPS 수신기와 레이저 변위계로부터 얻은 변위응답을 그림 3에 도시하였다. 레이저 변위계의 결과와 비교하여 GPS로 얻은 결과는 변위를 다소 크게 평가하고 있으며, 잡음의 진폭이 5~10mm수준이 되어 상대적으로 불안정적인 것을 확인할 수 있다.

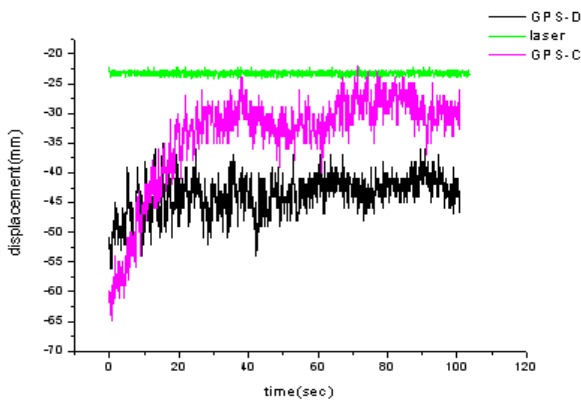


그림 3 정적 변위응답 비교(DGPS-레이저 변위계)

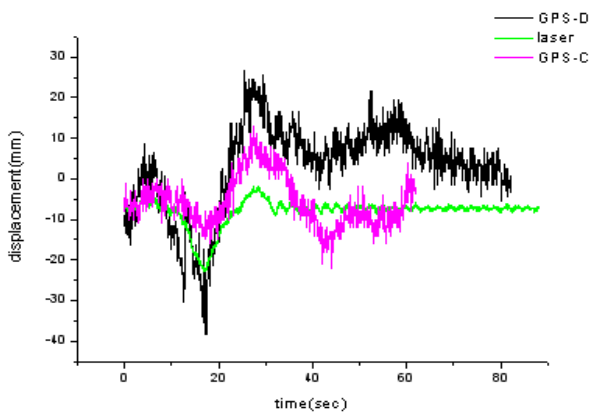


그림 4 동적 변위응답 비교(DGPS-레이저 변위계)

동적실험의 경우 차량의 속도를 시속 5km에서 70km까지 조정하여 등속주행으로 소록대교를 통과할 때의 주경간 중앙의 동적 변위응답을 10Hz의 sampling rate로 측정하였다. 예상했던 바와 같이 속도가 빠를수록 변위가 커지는 경향

을 보였으며, 영향선 분석과 같이 차량이 측경간을 지날 때 솟아오르고 주경간에 진입했을 때 처지는 양상을 보여주었다. 그림 4에 중앙경간 상판과 케이블에 설치된 GPS 수신기와 레이저 변위계로부터 얻은 변위응답을 비교하였다.

3. 분석 요약 및 결론

준공 후 사용 이전의 자정식 현수교인 소록대교에 대하여 차량을 이용한 정동적 재하실험을 실시하였고, 그 변위응답을 DGPS 기법을 통하여 측정하여 교량 자체 계측시스템의 레이저 변위계의 결과와 비교하여 내린 결론은 다음과 같다.

1. 상시진동에 대한 계측 시, 변위 변동폭이 있어서 레이저 변위계는 3mm 내외, DGPS 시스템은 7mm 내외로 정밀도는 다소 떨어지는 경향을 보인다.
2. 차량하중 재하 시, 영향선에 따른 변위 양상을 따르는 경향은 레이저 변위계보다 DGPS 시스템이 더욱 우수하다.
3. DGPS 시스템의 경우 수신기의 불안정성에 따른 데이터의 불규칙적/불연속적 변동이 존재한다.
4. 레이저 변위계에 비하여 DGPS 시스템이 변위를 상대적으로 크게 평가하는 경향이 있다.
5. 본 연구에서 나타난 DGPS 시스템의 단점은 국토지리정보원에서 제공하는 관측소로부터 근접한 기지점을 기준으로 후처리한다면 보완할 수 있다.

감사의 글

본 연구에 협조해 주신 내풍기술연구단에 감사를 드립니다.

참고문헌

1. Meng, X., 2002. Real-time Deformation Monitoring of Bridges Using GPS /Accelerometers, PhD Thesis, The University of Nottingham.
2. Ogaja, C., 2002. A Framework in Support of Structural Monitoring by Real Time Kinematic GPS and Multisensor Data, PhD Thesis, The University of New South Wales.