

교량거동 모니터링에 적합한 DGPS 응용기술 개발

DGPS Application Technique Suitable for Bridge Movement Monitoring

최병길*, 김성수

Byoung-Gil Choi*, Sung-Soo Kim

인천대학교 토목환경시스템공학과

bgchoi@incheon.ac.kr, kss0730@chol.com

요약

본 연구의 목적은 DGPS 기법을 이용하여 장대교량의 거동을 모니터링하는 기술을 개발하는데 있다. GPS 센서를 이용한 교량거동 모니터링 기술은 다수의 GPS 센서를 시설물 외부에 설치하여 전체적인 거동상태를 모니터링 함으로써 순간적인 세부변위는 물론 장기간의 관측을 통한 기초침하, 크리프 릴렉세이션 등의 거동까지 실시간으로 모니터링 할 수 있는 기술이다. 본 연구의 최종 성과물은 안전관리 대상 주요 시설물의 거동을 비접촉 방식으로 감시하고 그 결과를 그래픽으로 화면을 통하여 사용자에게 제공함으로써 사용자의 직관적인 이해도를 높일 수 있을 것으로 기대되며, 장대교량, 터널, 댐, 건물 등 대형시설물의 거동을 효과적으로 감시하고 그 결과를 전송할 수 있어 광범위하게 사용이 될 수 있을 것으로 판단된다.

1. 서론

본 연구에서 개발하고자 하는 핵심기술은 GPS 센서를 이용한 교량거동 모니터링 기술 및 데이터통신 기술을 이용한 교량거동 모니터링 기술이다. 이는 지금까지의 계측기 및 센서를 이용한 교량 모니터링 기술로는 수행하기 곤란했던 교량의 전체적인 거동을 장기적으로 모니터링할 수 있는 기술의 개발로서, 장대교량, 터널, 댐, 건물 등 대형시설물의 거동을 효과적으로 감시할 수 있는 기술이라고 할 수 있다.

본 연구에서는 GPS 센서를 이용하여 교량의 전체적인 거동 관련 데이터를 수집하며, 무선데이터 통신을 이용하여 관리기관으로 전송하고 시각화함으로써 실내에서 실시간으로 교량의 거동을 모니터링할 수 있는 기술을 개발하고자 한다.

2. 국내외 기술동향

2.1. 국내기술동향

국내의 교량모니터링 기술은 대부분 변형률계, 가속도계 등을 이용한 변위계측시스템이 대부분을 차지하고 있으며, GPS 센서를 이용하여 교량의 거동을 모니터링 시스템은 학술적인 연구의 일환으로 시도되고 있으며 교량관리 업무에 적용되는 단계라고 할 수 있다.

GPS 센서를 이용한 교량의 거동 모니터링에 관한 대표적인 연구로는 동아대학교와 성균관대학교에서 수행한 남해대교 거동 모니터링 연구, 본 과제의 제안기관인 인천대학교에서 수행한 마포대교 거동 모니터링 연구가 있다. 장대교량인 남해대교에 지간 중앙에 GPS 센서를 설치하고 x축, y축, z축 방향의 변위 관측을 통해 거동을 모니터링 하였다. 특히 성균관대학교의 실험에서는 무선인터넷 통신을 이용

하여 현장 관측데이터를 전송함으로써 실내에서 실시간으로 모니터링할 수 있는 기술을 갖추게 되었다.

또한 일반 교량인 마포대교 지간 중앙에 2대의 GPS 센서를 설치하여 x축, y축, z축 방향의 변위 관측을 모니터링 하였다. 이러한 연구들은 학술적인 연구로서 수행된 실험이다. 이러한 연구들을 통해 GPS 센서를 이용하여 교량을 실시간으로 모니터링하는 것이 가능하다는 것을 기술적으로 입증하고 있다고 할 수 있다.

교량관리 업무에 적용된 사례로는 신공항하이웨이(주)의 영종대교 변위모니터링이 있다. 영종대교의 현 중앙에 GPS 안테나를 설치하고 변위를 모니터링하는 테스트를 수행하고 있다.

2.2. 국외기술동향

국외의 교량모니터링 기술은 GPS 센서와 기타 변위계측 센서를 병용하여 순간적인 미세변위와 장기적인 거동을 동시에 모니터링하는 추세라고 할 수 있다.

대표적인 예로는 홍콩의 칭마 교, 중국의 빈조우 교, 일본의 아카시 대교, 스코틀랜드의 포스 교 등을 들 수 있다. 이들 교량은 장대교량으로서 주탑, 주경간의 중앙 등 교량 곳곳에 다수의 GPS 센서를 설치하고 교량의 전체 형상 변화를 측정하고 있다.

이 중에서 홍콩 및 중국의 경우는 Leica사의 교량 모니터링 솔루션이라는 특화된 시스템을 이용하였는데, 이는 GPS 센서 및 모니터링 프로그램을 이용하여 교량의 거동을 분석하고 모니터링할 수 있도록 한 시스템이다. 해당 지역의 대학과 공동으로 수행한 연구에서 실효성을 입증하였으며, 1cm 정도의 오차를 허용하는 장대교량에는 GPS 센서를 이용하여 교량의 거동을 모니터링하는 것이 효율적이라는 결론을 내리고 있다.

3. 기존방법과의 비교 분석

기존의 방법과 GPS를 이용한 교량의 모니터링 방법은 정확도 면에서 별 차이

가 없는 것으로 나타났다. GPS를 이용한 방법은 교량의 전체적인 3차원 변위를 실시간으로 확인할 수 있기 때문에, 부재의 변위를 측정하는 기존의 계측기를 이용한 방법과 혼용한다면 상호 계측데이터의 이상유무 판단을 통한 시너지효과를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

그림 1은 홍콩 칭마대교의 지정별 변위를 비교한 내용이다. 각 지정별로 GPS를 이용하여 획득한 변위 데이터와 레이저 처짐계를 이용하여 획득한 변위 데이터를 비교한 내용이다. 그림 1에서와 같이 각 센서별 데이터의 전체적인 변위 유형이 유사한 것을 알 수 있다.

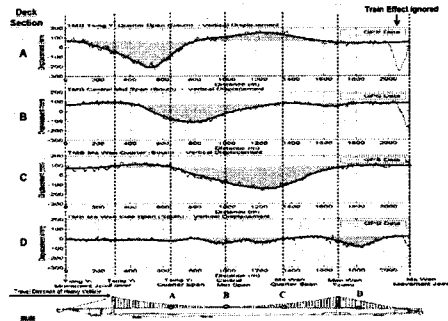


그림 1 칭마대교의 GPS 센서 및 레이저 처짐계의 변위데이터

그림 2는 영종대교를 대상으로 GPS 및 기존 계측기를 이용한 데이터의 비교그래프이다. LCA-1은 차량 전면 재하, LCA-2는 차량 및 열차 전면 재하, LCA-3은 공항방향 차량 및 열차 재하, LCA-4는 서울방향 차량 및 열차 재하의 상태이며, GPS, 레이저처짐계, 광파기, 구조해석 등의 방법을 이용하여 획득한 데이터를 비교한 그래프이다. 그림에서와 같이 GPS를 이용하여 획득한 데이터와 기존 계측기를 이용한 데이터의 오차는 최대 6mm로서 GPS를 이용하여 정확한 변위데이터를 획득할 수 있음을 알 수 있다.

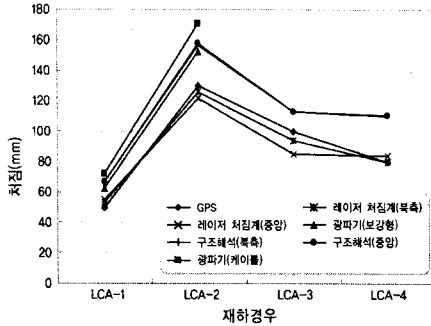


그림 2 영종대교의 재하경우에 따른 계측 데이터 비교

4. 결론

본 연구의 최종 성과물은 안전관리 대상 주요 시설물의 거동을 비접촉 방식으로 감시하고 그 결과를 그래픽으로 화면을 통하여 사용자에게 제공함으로써 사용자의 직관적인 이해도를 높일 수 있을 것으로 기대되며, 장대교량, 터널, 댐, 건물 등 대형시설물의 거동을 효과적으로 감시하고 그 결과를 전송할 수 있어 광범위하게 사용이 될 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2007년도 건설기술혁신사업인 "GPS센서를 이용한 시설물거동 모니터링 분석 및 기술 개발 연구" 과제의 성과 일부로서 연구를 지원해주신 건설교통부에 감사드립니다.

참고문헌

- 1) 박민석, 김성곤, 장정환, 서해대교 교량계측 모니터링시스템 개발, 대한토목학회 학술발표회 논문집, Vol.2000 No.1, 대한토목학회, 2000.
- 2) 박홍석, 교량구조물의 상시계측 시스템, 소음진동 Vol.10 No.6, 한국소음진동공학회, 2000.
- 3) 윤석구, 교량모니터링 시스템의 적용성 분석, 대한토목학회 학술발표회 논문집, Vol.2000 No.1, 대한토목학회, 2000.

- 4) 이호철, 윤홍식, GPS와 인터넷을 이용한 장대교량 모니터링시스템 개발에 관한 연구, 대한토목학회 논문집, Vol. 21 No.6, 대한토목학회, 2001.
- 5) 김성곤, 교량계측 모니터링시스템의 중앙통합 운영체계 구축, 한국도로공사 도로연구소, 1999.
- 6) 김성곤, 교량원격 모니터링 및 유지관리시스템, 한국도로공사 도로연구소, 1998
- 7) Frees, E.W., Data Analysis Using Regression Models, Prentice Hall, 1996.
- 8) Henderson, D.W., Differential Geometry - a Geometric Introduction, Prentice Hall, 1998.
- 9) Hoffmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H. and Collins, J., Global Positioning System Theory and Practice 4th revised edition, Springer Wein New York, 1997.
- 10) Leick, A., GPS Satellite Surveying, John Wiley & Sons, 1990.
- 11) Logsdon, T., The Navstar Global Positioning System, Van Nostrand Reinhold, 1992.
- 12) McLeod, R.J.Y. and Baart, M.L., Geometry and Interpolation of Curves and Surfaces, Cambridge University Press, 1998.
- 13) Sickie, J.V., GPS for Land Surveyors, Ann Arbor Press Inc., 1996.