

Reference 기반 SSI 기법을 사용한 시공중 장대교량의 모달계수 추정 Application of Reference Based Stochastic Subspace Identification to a Long Span Bridge under Construction

김상범† · 임덕기* · 김창현* · 김유승** · 이용환**

Kim, Saang Bum; Im, Dukki; Kim, ChangHyun; Kim, Yu Seung; Lee, Yong Hwan

1. 서론

시공중인 장대 케이블 교량의 모달 테스트를 수행하고, 고유 진동수와 모드 형상 및 감쇠 계수를 추정하였다. 시공 단계별로 구해진 장대 교량의 모드계수는, 교량의 시공 품질을 검증하고 형상 관리를 통한 정밀 시공 제어에 활용할 수 있다. 장대 교량은 고유 진동수가 낮으며, 풍진동을 포함한 다양한 진동이 발생되기 쉽다. 시공중 및 완성계의 진동 특성을 설계시와 비교 분석하고, 내풍 안전성을 평가하기 위해서도, 정확한 시공중 모드계수의 추정이 중요하게 사용된다. 멀리 떨어진 여러 계측점에서의 진동을 동시에 측정하고, 시공에 간섭을 최소화하기 위하여, Bluetooth 통신을 활용한 무선 계측 시스템을 사용하였다. 사용된 시스템이 300 m 가 넘는 계측 범위에서도 효과적으로 사용될 수 있음을 확인하였다. 장대 교량의 모드 테스트에서는, 진동을 유발시키는 하중을 제어하거나 측정하기가 매우 어렵다. 상시 풍하중에 의한 진동을 장기간 계측하고, Stochastic Subspace Identification (SSI) 기법을 사용하여, 계측된 진동 응답만을 사용하여 모드계수를 추정하였다. 특히 현장 계측 상황에 따르는 데이터 손실을 효과적으로 고려하기 위하여, Reference 기반의 SSI 기법을 사용하였다.

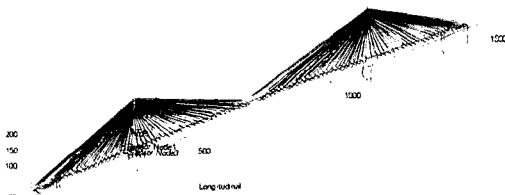


Figure 1. Cable Stayed Bridge

2. 본론

계측된 가속도 신호는 다음과 같다.

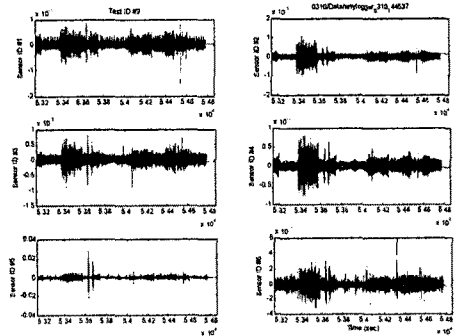


Figure 2. Measured Acceleration

시공중인 교량에 작용하는 동적 하중의 종류는 매우 다양하며, 보다 효율적인 모달해석을 위하여, 시간-주파수 분석을 통하여, 바람과 같은 wide-band 가진 응답으로 교량 시스템의 고유특성이 분명히 드러나는 영역을 선택하여, 분석을 수행하였다.

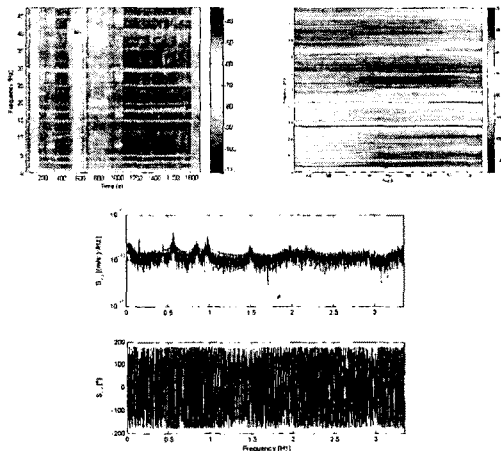


Figure 3. Time-Frequency Response and PSD

† 김상범; 삼성물산(주) 건설부문
E-mail : saangkim08@gmail.com
Tel : (02) 2145-6483, Fax : (02) 2145-6477
* 삼성물산(주) 건설부문
.. 한국유지관리(주)

Reference 기반의 SSI 기법을 사용하여 모달 해석을 수행하였으며, 다음은 얻어진 Stability Chart 이다.

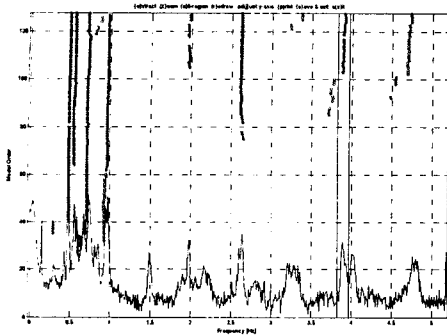


Figure 4. Stability Chart

SSI w/Ref 를 사용하여 추정된 모드형상은 다음과 같다.

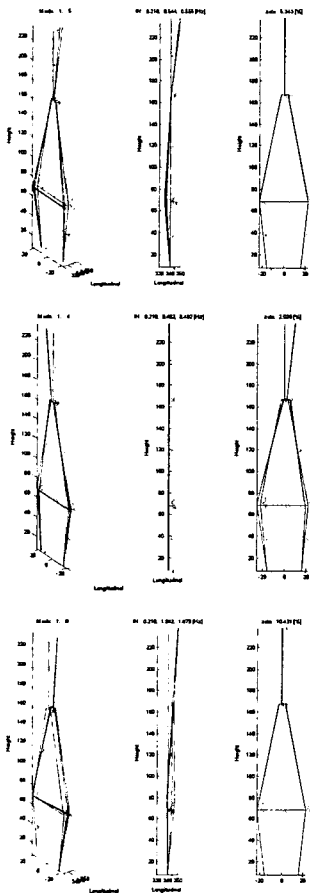


Figure 5. Estimated Mode Shapes

설계된 교량의 고유치 해석을 통하여 구한 모드형

상은 다음과 같다.

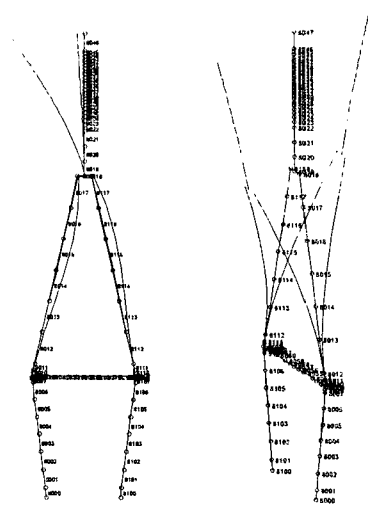


Figure 6. Analytically Calculated Modes Shapes

3. 결 론

무선 계측 시스템을 사용하여, 시공중 장대교량의 풍진동 계측을 수행하였으며, 계측된 상시 풍진동으로부터 SSI w/ref 기법을 사용하여, 모드계수를 추정하였다. 추정된 모드계수로 부터, 교량의 시공품질을 확인할 수 있으며, 또한, 케이블 교량의 정밀 시공관리에 효과적으로 활용될 수 있을 것으로 예상된다.

참 고 문 헌

- (1) Peters, B., Roeck, G., 1999, Reference Based Stochastic Subspace Identification in Civil Engineering.
- (2) Samsung C&T, 2008, Wind Vibration Measurement and Analysis on the InCheon Bridge.
- (3) Otte, D., Van de Ponseelc, P. and Leuridan, J. 1990, Operational Shapes Estimation as a Function of Dynamic Loads, Proceedings of the 8th International Modal Analysis Conference, 413~421.
- (4) Yi, J. H. and Yun, C. B., 2003, "A Comparative Study on Modal Parameter Identification Methods without Input Excitation Information," Journal of Korea Civil Engineering, 23(2A), 187~201.
- (5) 한국유지관리㈜, 2006, Anylogger.