

측정 가속도 응답을 이용한 2자유도 자유진동실험에서의

플러터 계수 추정

Identification of Flutter derivatives of 2-DOF dynamic system using the acceleration data measured from free-vibration test

홍윤화* · 김호경 ** · 이해성***

교량이 장대교량화 되고 경간의 길이가 점차 증가함에 따라, 바람과 구조물 사이의 상호작용(interaction)으로 인한 교량의 진동에 대한 고려가 설계 및 제어 측면에 있어 점차 중요시되고 있다. 이러한 구조물의 공기동역학적 현상은 buffeting과 flutter 해석을 통해 설계에 반영된다. 이 때 바람과 구조물의 상호작용은 플러터(flutter)계수를 이용해서 표현되고, 이러한 플러터계수는 일반적으로 교량모형의 풍동실험을 통해 결정된다.

Scanlan 에 의해 공탄성(aeroelastic) 방정식에 근거한 플러터계수가 제안된 이래로 풍동실험을 통한 교량 단면의 플러터계수 추정에 대해서 많은 연구들이 수행되었다. 하지만 일반적으로 풍동실험에서 변위이력만을 측정하였고 또한 직접적인 속도의 측정은 매우 난해하기 때문에, 이러한 풍동실험은 공간(space)상에서는 모든 자유도가 측정 가능하지만, 상태(state)상에는 완전측정(full measurement)이 불가능하다. 따라서 계수추정문제는 부분측정(partial measurement)으로 인해 동방정식에서 바로 구할 수 없다.

이러한 문제를 해결하기 위해서 많은 기법들이 수학적 모델로부터 구해진 시스템변위응답과 측정변위 사이의 상대오차를 최소화하는 OEE(output error estimation)에 기반하여 제안되었다. 또한 이 과정에서 측정오차의 영향을 최소화 하기 IV(instrumental variable)등 다양한 기법을 이용하고 있다.

하지만 완전측정이 가능한 경우, 이러한 OEE기반의 최소화 문제를 풀지 않고 직접 동방정식상에서 힘의 오차를 최소화하는 문제를 통해 플러터계수를 추정할 수 있다. 따라서 이 논문에서는 완전측정치를 이용하여 직접적으로 동방정식의 오차를 최소화하여 플러터계수를 추정하는 EEE(equation error estimation) 방법을 제안한다. 또한 측정 가속도도로부터 변위와 속도이력을 계산하여 완전측정이 가능하게 하는 FFIR필터를 플러터계수 추정에 이용하는 과정에 대해서 설명한다.

*서울대학교 건설환경공학부 박사과정 · E-mail: hyh99@snu.ac.kr

**서울대학교 건설환경공학부 부교수 · E-mail: hokyungk@snu.ac.kr

***서울대학교 건설환경공학부 정교수 · E-mail: chslee@snu.ac.kr