

EEE 기법을 이용한 자유진동에서의 플러터계수 추출

Identification of flutter derivatives from free-vibration test using EEE method

홍 윤 화* · 이 해 성** · 김 호 경***

Hong, Yun Hwa · Lee, Hae Sung · Kim, Ho-Kyung

요 약

2자유도 풍동실험으로부터 플러터계수를 추출하기 위해서 MITD, MULS와 같은 다양한 기법들이 활용되고 있다. 이러한 기법들은 부분측정(partial measurement)을 기반으로 한 state-space model을 이용하고 있다. 여기서는 완전측정(full measurement)를 기반으로 한 동방정식상의 최소화 기법인 EEE 방법을 제시한다. EEE 기법을 B/D=20의 구형 단면에 적용하고 MITD를 이용한 결과와 비교하여 제안한 방법의 타당성과 실교량에서 적용 가능성을 검증하고자 한다.

keywords : flutter derivatives, EEE, inverse problem, system identification

1. EEE를 이용한 플러터 계수 추출기법

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 계수추정 문제는 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 측정 오차의 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.

* 학생회원 · 서울대학교 건설환경공학부 박사과정 hyh99@snu.ac.kr

** 정회원 · 서울대학교 건설환경공학부 교수 chslee@snu.ac.kr

*** 정회원 · 서울대학교 건설환경공학부 부교수 hokyungk@snu.ac.kr

2. 해석결과 및 분석

그림 1은 EEE를 B/D=20 단면에서, EEE를 이용하여 구한 플러터계수와 기존 기법인 MITD를 이용하여 구한 플러터계수를 비교한 그림이다. 전반적으로 두 결과는 잘 일치하며, 이로서 완전측정 기반의 EEE기법이 2자유도 자유진동 실험을 통한 플러터 계수 추출에 효과적으로 적용될 수 있음을 확인하였다.

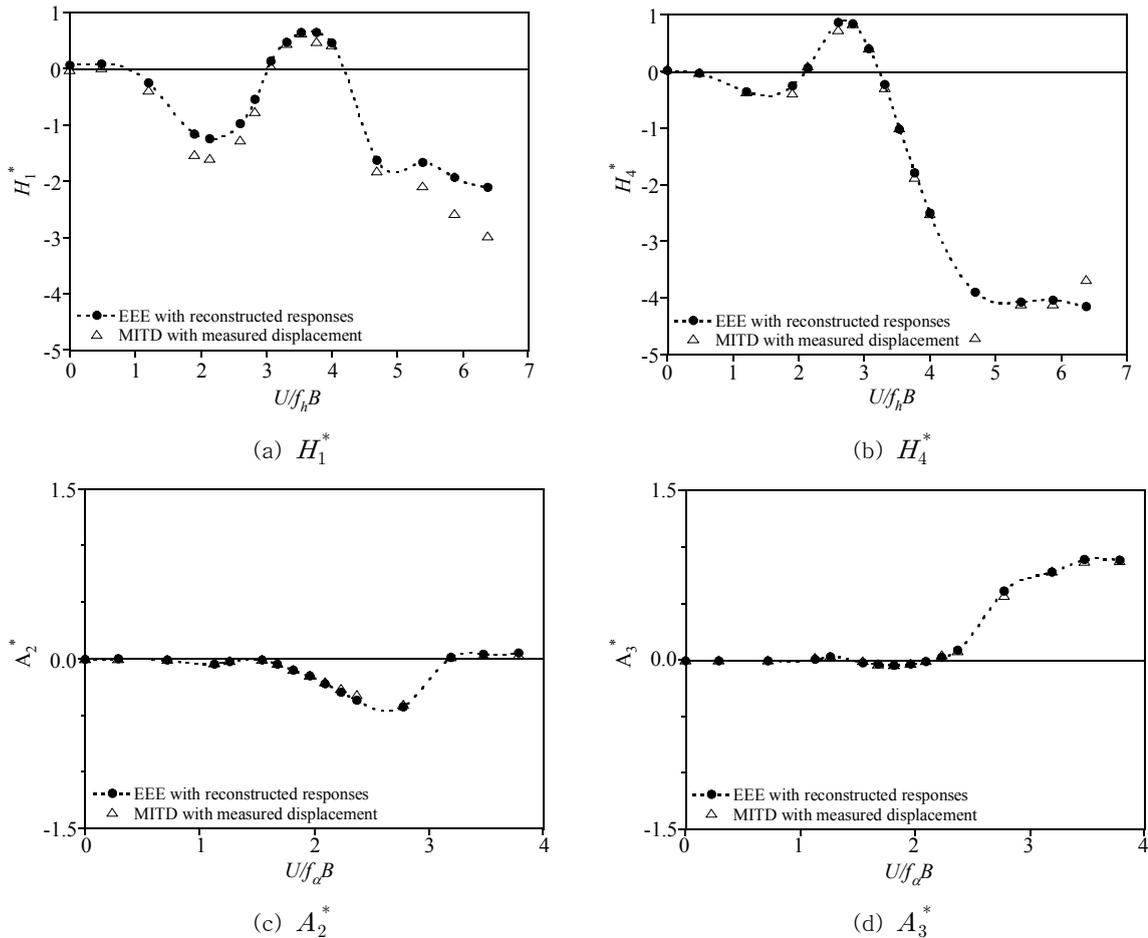


그림 1 B/D=20 단면에서 EEE와 MITD 결과비교

감사의 글

이 연구는 초장대교량 사업단 제1핵심과제를 통하여 지원된 국토해양부 건설기술혁신사업 (08기술혁신 E01)에 의하여 수행되었습니다. 연구 지원에 감사드립니다.

참고문헌

Scanlan, R.H., Tomko, J.J. (1971) Airfoil and bridge deck flutter derivatives, *J. Eng. Mech. Div. Proc. ASCE*, 97(EM6), pp.1717~1737.

Hong Y.H., Kim H.K. and Lee H.S., (2010) Reconstruction of dynamic displacement and velocity from measured accelerations using the variational statement of an inverse problem, *J. Sound and Vibration*, 329, 4980-5003.