

# 대 변형을 고려한 크랙 보의 구조 모델링과 동적 해석에 관한 연구

손수덕\*, 하준홍\*\*

\*한국기술교육대학교 건축공학과

\*\*한국기술교육대학교 교양학부

e-mail: [sdshon@koreatech.ac.kr](mailto:sdshon@koreatech.ac.kr), [hjh@koreatech.ac.kr](mailto:hjh@koreatech.ac.kr)

## A Study on the Structural Modeling and Dynamic Analysis of the Cracked Beam under the Large Deformation

Sudeok Shon\*, Junhong Ha\*\*

\*Department of Architectural Engineering, Korea University of Technology and Education

\*\*School of Liberal Arts, Korea University of Technology and Education

### 요약

본 논문에서는 고전적인 오일러-베르누이 보 이론에서 처짐에 의한 변형이 주는 영향을 크랙 보를 대상으로 연구하였다. 대 변형을 고려한 크랙을 가진 보의 선형 시스템에 대한 고유치 해석과 고유 모드 형상 함수를 이용하여 지배방정식을 유도하고, 이를 이용한 동적 특성을 분석하였다.

의 진동에 대한 지배방정식을 유도하였고 시스템의 선형 부분(linear part of the system)에 대한 고유치 해석(eigenvalue analysis)과 고유 모드(eigen mode)의 형상(shape)을 패치 조건(patching condition)을 이용해서 구하였으며, 동적 해석(dynamic analysis)을 통해서 진동수의 변화를 관찰하였다.

### 1. 서론

오일러-베르누이 보 이론(Euler-Bernoulli's beam theory)은 다양한 분야의 기초적인 구조 모델로 많이 이용한다. 수직 변위(transverse deflection)로부터 발생하는 구조물의 내 외부 에너지를 이용하여 유도된 방정식과 이것을 이용한 고유 진동수(eigen frequency) 계산과 응용은 많은 공학적 문제들에 접근하여 다양한 현상을 예측하고 평가할 수 있다. 그러나 처짐(deflection)으로 인해서 면내 응력(in-plane stress)이 발생하는 경우는 더 신중한 물리적 가정(physical assumption)과 평가가 필요하다.

특히, 크랙(crack)을 가진 고전적인 오일러-베르누이 보의 경우 스프링 강성(spring stiffness)이나 등가의 회전 스프링의 유연도(flexibility)를 가정하여 상태 방정식(governing equations)을 유도하고 정해(exact solution)를 얻을 수 있으며, 이때 다중-크랙(multi-cracks)의 위치(crack position)에서 파라미터(parameter)들이 적용된다. 그러나 처짐의 영향으로 축력이 발생하는 경우의 보에서는 진동의 특성이 축력(axial force)에 따라 달라진다.

따라서, 본 연구에서는 이러한 처짐이 큰 경우에 발생하는 축력이 보의 진동수(frequency)에 어떤 영향을 주는가를 알아보기 위해서 모델링하고 해석하였다. 크랙을 지닌 신장 보

### 감사의 글

이 논문은 2020년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(NRF-2020R1I1A1A01065032). 또한, 이 논문은 2019년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(NRF-2019R1A2C2010693).

### 참고문헌

- [1] Gutman, S., Ha, J.H. & Shon, S.D., "Equations of motion for cracked beams and shallow arches," *Nonlinear Functional Analysis and Applications*, 27(2), pp.405-432, 2022
- [2] Gutman, S., Ha, J.H. & Shon, S.D., "Variational setting for cracked beams and shallow arches," *Archive of Applied Mechanics*, 92, pp.2225-2236, 2022
- [3] Gutman, S., Ha, J.H. & Shon, S.D., "Dynamic behavior of cracked beams and shallow arches," *Journal of the Korean Mathematical Society*, 59(5), pp.869-890, 2022