

# 유체-구조 상호작용을 고려한 사각형 단면의 2차원 진동해석 Vibration Analysis of a Rectangular Cylinder considering the Fluid-Structure Interaction Effects

김상범<sup>†</sup>, 이성진<sup>\*</sup>(삼성물산(주) 건설부문)  
Saang Bum Kim, Sung Jin Lee

**Key Words** : 유체-구조 상호 작용 (Fluid-Structure Interaction), 풍진동 (Wind Vibration)

**Abstract** : 교각과 교각 사이의 지간 길이가 긴 장대교량에서는 상대적으로 풍하중의 크기가 커지게 되어, 내풍 안전성의 확보가 매우 중요하게 된다. 교량의 상부 거더에서, 풍하중에 의한 과도한 정적 변위가 발생할 수 있으며, 거스트나 와류에 의한 과도한 진동이 발생할 수 있다. 경우에 따라서는 겔로핑이나 플러터와 같은 발산형 진동이 발생할 수도 있다. 일반적으로는 풍동실험을 수행함으로써, 교량의 와류진동특성, 발산풍속, 공기력 계수, 플러터 계수 등을 구할 수 있으나, 다양한 조건하에서 교량의 내풍 특성을 분석하기 위해서는, 많은 노력과 비용이 소요된다. 최근 전산유체역학은 많은 발전을 거듭하였으며, 최근에는, 유체와 구조물의 상호작용 해석이 가능해짐에 따라, 보다 많은 정보를 비교적 적은 비용으로 구할 수 있게 되었다.

이 논문에서는, Multi-physics 해석용 전산프로그램인 COMSOL<sup>TM</sup>을 사용하여, 원형 및 직사각형 단면을 갖는 실린더에 대한 유체 구조 상호작용을 고려한, 진동 해석을 수행하였다. 구조물은 ODE (Ordinary Differential Eq.)를 통해, 질량과 강성 및 감쇠를 갖고 움직일 수 있도록 하였으며, 경계면에서의 유체에 의한 압력과 전단응력을 힘으로 변화하여, 구조물에 전달되도록 하였다. ALE (Arbitrary Lagrangian-Eulerian) 방법을 사용하여, Mesh가 이동할 수 있도록 하였으며, 이때 Mesh의 기준축을 구조물과 동조시킴으로써 수렴성을 향상시킬 수 있도록 하였다. 유체는 Reynolds Number가 낮은 경우에는, Navier-Stokes 식을 사용하여, 유속과 압력을 구하도록 하였으며, Reynolds Number가 높은 경우에는, k-e 방법을 사용하여, 효율적으로 turbulence를 고려할 수 있도록 하였다. 이와 같이, 구조물의 거동과 유체의 유속 및 압력을 함께 해석함으로써, 효율적인 진동 해석이 가능하도록 하였다. 기존의 유체-구조 상호작용 해석과 비교 분석하였으며, 향후 다양한 교량 단면의 내풍 안전성 평가 및 설계에 효율적으로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.