한국소음진동공학회 2005년도 추계학술대회논문집, pp. 714~714.

집중 질량을 가진 회전하는 외팔 보의 질점 충돌 해석

Analysis of Particle Collision on a Rotating Cantilever Beam Having a Concentrated Mass

임홍석† · 유홍희*
Hong Seok Lim and Hong Hee Yoo

Key Words : cantilever beam(외팔보), impact analysis(충돌 해석), stiffness variation(강성 변화), transient response(과도 응답), concentrated mass(집중 질량)

ABSTRACT

This paper presents the modeling and impact analysis for a rotating cantilever beam having a concentrated mass. The concentrated mass takes an impact force during the rotating motion and the transient response of the beam induced by the impact is calculated by applying the Rayleigh-Ritz assumed mode method. The stiffness variation effect caused by the rotating motion is considered in this modeling. The effects of the concentrated mass size, impact position and the angular velocity of the beam on the transient responses are investigated through numerical studies.

1. 서 론

작동 시 강체 운동을 하는 구조물들로는 주로 회전 운동을 하는 외팔 보 형태로 터빈 블레이드, 헬리콥터의 회전익, 인공위성 안테나 그리고 골프 클럽 등에서 발견할 수 있다. 보의 회전 운동은 시스템 강성 변화를 가져오게 되어 그 동적 특성들을 변화시키게 된다. 그런데 이러한 구조물들은 때때로 작동 시 충돌을 일으키게 되며 (회전익에 충돌하는 조류 충돌 효과나 골프채와 공의 충돌 효과) 이러한 충돌은 과도한 변위나 응력을 구조물에 발생시킬 수 있으므로 결과적으로 구조물의 수명에 큰 영향을 미칠 수 있다. 따라서 이러한 회전 운동을 하는 구조물의 충돌에 의한 동적 특성의 정확한 규명은 이들의 설계를 위해 필수적이므로 이러한 경우의 모델링과 해석을 위한 연구가 필요하다.

회전 운동을 하는 구조물의 동적 특성에 대한 연구는 참고문헌[1-7]에서 볼 수 있듯이 블레이드형 구조물에 대해 이루어지고 있고 충격이 가해지는 경우는 다루어지지 않고 있으며, 반면에 충격 해석에 관한 연구는 참고문헌[8-10]에서 알 수 있듯이 고정된 구조물에 대한 해석이 주류를 이루고 있다. 그런데 골프 클럽이나 헬리콥터의 회전익 등은 보의 끝부분 등에 집중 질량을 가지고 있으며 작동 중에 (강체 운동을 하며) 충돌을 일으킬 수 있다. 그러므로 이러한 경우에 발생하는 변위나 응력이 어느 한도를 넘지 않도록 설계되어야 한다. 그러므로 강체 운동에 의한 강성변화 효과와 충돌을 동시에 고려하여 집중 질량의 크기와 충돌 위치 그리고 회전 각속도 변화에 따른 과도 응답 변화를 예측하기 위한 연구가 필요하다. 본 연구의 목적은 집중 질량을 갖는 회전하는 외팔 보의 충돌 해석을 통해 이에 따른 과도 상태 응답을 파악하기 위한 모델링 방법을 제시하고, 그 모델링에 근거하여 집중 질량의 크기와 충돌 위치 그리고 회전 각속도에 따른 해석 결과를 도출하여 그 주요 특성들을 분석하고 규명하는데 두고 있다

본 논문의 구성은 다음과 같다. 서론에 이어 다음 절에서는 충돌이 일어나는 집중 질량을 가진 회전하는 외팔 보의 굽힘 방향 운동방정식을 케인의 방법을 적용하여 유도하고 충돌 시 발생하는 충격량을 충돌 계수를 적용하여 유도하였으며 3절에서는 가상 모드법을 적용하고 수치해석을 통해서 해석 결과를 도출하고 집중 질량의 크기와 충돌 위치 변화 등에 따른 외팔 보의 동적 특성 변화에 관해 논의하였다. 마지막 절에서는 본 논문의 결론을 수록하였다.

† 한양대학교 기계설계학과 대학원
E-mail : limit75@dreamwiz.com
Tel : (02) 2299-8169, Fax : (02) 2298-4634
* 한양대학교 기계공학부