

6. 학사논문 지도교수: 김 지 환

6-1. 풍력발전용 블레이드의 설계 기법

6-2. 풍력터빈 블레이드 동가법 모델링 기법에 관한 연구

6-3. 그래핀과 탄소나노튜브의 물리적 특성 비교연구

6-4. 열환경 하에서의 경사기능재료에 대한 물리적 특성 연구

6-5. 스텔스 기능 안테나의 습윤환경에서의 특성 해석

6-6. 열탄성 감쇠를 고려한 비균질 링 자이로의 동적 특성

**6-7. 경사기능재료의 층간 분리에 대한 동적 특성 해석 및
최적 설계**

6-1. 풍력발전용 블레이드의 설계 기법

세계적인 화석에너지 고갈로, 신재생에너지 자원에 대한 관심이 급속도로 증가하고 있음에 따라, 국내외에서 풍력발전 기술에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이에 따라, 풍력발전의 타당성 판별이나 부지 선정 및 인프라 구축 등에 대한 연구는 많이 진행되고 있는 반면, 블레이드의 구조적인 문제에 관해서는 상대적으로 연구가 부진한 상황이다. 또한, 풍력발전용 블레이드는 그 크기 매우 클 뿐 아니라, 설치 지역 여건에 따라 수리나 부품 이송, 교체 혹은 파손 후 사후처리가 쉽지 않다. 따라서, 블레이드의 구조적 손상에 대한 사례가 많이 보고되고 있는 상황이므로 구조 재료 및 설계를 위한 모델링, 정적 및 동적 안정성 해석 등은 필수적인 연구 주제로 사료된다.

본 연구 주제는 블레이드의 구조적 모델링과 그에 따른 물리적 특성, 진동 및 응력 등의 해석을 수행하고, 이를 실제 구조물에 적용할 수 있는 방안을 다루고자 한다. 또한 복합재료 이외의 대체 재료 등을 통한 모델의 성능 개선을 도모하고, 특히, 현재의 이슈가 되고 있는 해상에서의 풍력발전을 위해, 해양에서의 습기에 의한 구조물의 특성 변화 평가를 수행하고자 한다.



Fig. 1 해상 풍력발전 단지



Fig. 2 블레이드의 파괴

6-2. 풍력터빈 블레이드 등가빔 모델링 기법에 관한 연구

전세계적으로 풍력에너지 보급이 증가하고 있는 가운데, 풍력발전기의 핵심 요소인 블레이드에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 풍력발전기의 발전용량을 증가시키기 위해서는 블레이드의 대형화가 필수적이며, 신뢰성 있는 블레이드 구조 설계 기술이 그 기반을 이루고 있다.

풍력발전용 블레이드는 셸, 스파, 웹 구조로 이루어져 있는데 주로 가볍고 튼튼한 유리 섬유 강화플라스틱(Glass fiber reinforced plastic)으로 만들어진다. 이러한 블레이드의 구조해석은 유한요소 모델을 사용하여 수행하는 것이 2 차원 빔을 이용한 해석적인 방법을 사용하는 것보다 정확한 해석 결과를 얻을 수 있다. 하지만 그 방법이 매우 복잡하고 방대한 계산을 요구하기 때문에 해석에는 큰 어려움이 있다.

따라서 본 연구에서는 기존의 빔 모델링의 한계점을 극복하기 위해 등가 빔 모델링 설계 방법을 개선하여 3 차원 블레이드를 2 차원 빔으로 등가하는 모델링 기법에 관한 연구를 수행하고자 한다. 또한, 이에 대한 고유진동수와 정하중 해석을 통한 검증은 수행하여, 설계 결과에 대한 신뢰성을 확인한다.

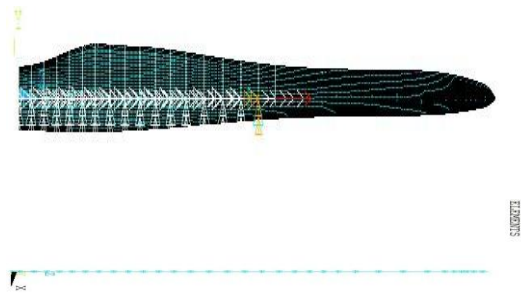


Fig. 1 등가 빔 모델링

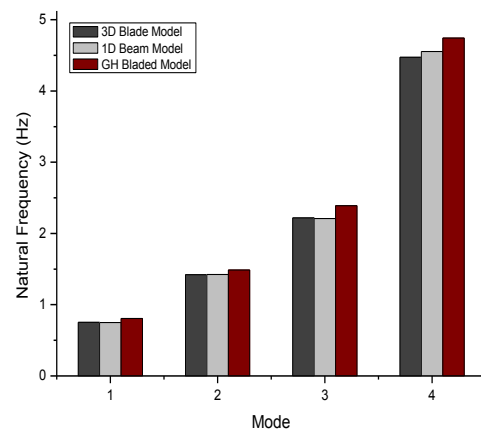


Fig. 2 모델 비교 검증

6-3. 그래핀과 탄소나노튜브의 물리적 특성 비교연구

최근에 탄소의 동소체인 그래핀(Graphene)과 탄소나노튜브(Carbon NanoTube, CNT)에 대한 신소재 연구가 매우 활발하다. 이는, 기존에 널리 알려진 우수한 열적, 전기적 도체인 구리나 은에 비해 가벼우면서도 강철보다 강하며, 얇은 구조를 띄고 있어 신축성이 뛰어나고 열전도율이 매우 큰 것으로 알려져 있다.

탄소 원자간의 결합이 매우 강하여 전기적, 열적 성질이 매우 뛰어나며 원자 간의 결합에 따라 이러한 성질이 다양하게 발현되기도 한다. 이를 응용하여 최첨단 전자 제품이나 방열 도료 등의 분야에 응용될 잠재성을 지니고 있다. 특히 기계적 성질 면에서는 고강도의 가벼운 제품을 손쉽게 만들 수 있는 소재로서 탄성, 강성, 경량성을 증대시킬 수 있는 더욱 확실한 대안으로 떠오르고 있다.

따라서 본 연구에서는 최근 많은 연구가 이루어지기 시작한 그래핀과 CNT의 물리적 특성, 진동 및 응력 등의 해석을 수행하고, 이를 실제 구조물에 적용할 수 있는 방안을 연구하여 도출해 보고자 한다.

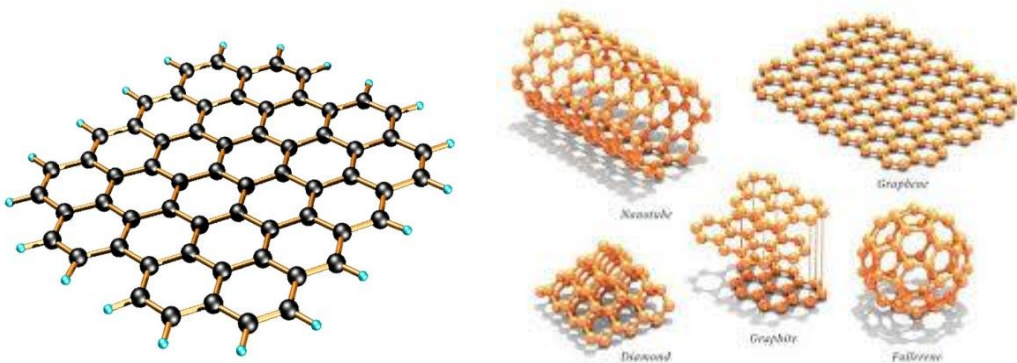


Fig. 1 그래핀과 CNT의 구조 모형

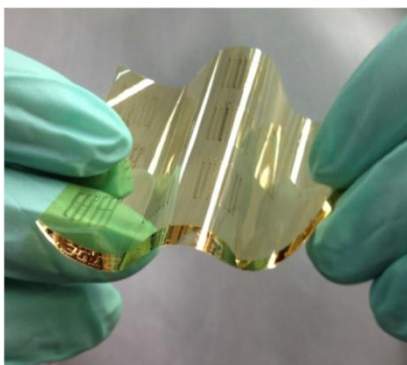


Fig. 2 휘는 히로기관



Fig. 3 방열 도료

담당조교: 김정환 (E-mail: aero2012@snu.ac.kr)

6-4. 열환경 하에서의 경사기능재료에 대한 물리적 특성 연구

최근 항공우주산업이 발전함에 따라 다양한 복합재료가 널리 사용되고 있다. 이중 경사기능재료는 열/마모/부식에 강한 세라믹의 장점과 강성/내충격성/제작용이성의 메탈의 장점을 동시에 충족시켜주는 복합재료로서 세계 석학에 의해 많은 연구가 진행되고 있다. 경사기능재료는 세라믹에서 메탈로 물질의 구성이 점차적으로 변화하는 복합재료로 기존 복합재료에서 발생하였던 응력집중으로 인한 경계문제를 효과적으로 해결할 수 있는 장점도 가지고 있다.

이러한 경사기능재료는 기존의 등방성(Isotropic) 재료와는 달리 Neutral surface 와 Mid surface 의 위치가 달라 보다 정확한 해석을 위해서는 Neutral surface 의 명확한 위치를 적용해야 하며, 두가지 이상의 다른 재료를 용융 혼합하여 제작한 경사기능재료의 특성상 분자간의 상호작용 또한 적용되어야 한다. 또한, 고온상황에서 주로 쓰이는 경사기능재료의 특성상 온도에 따른 물성치 변화도 고려하여야 보다 정확한 경사기능재료의 해석이 가능하게 된다.

따라서 본연구는 경사기능재료의 Neutral surface 와 분자간의 상호작용, 열환경 하에서의 물성치 변화를 고려한 물리적 특성을 연구하는데 중점을 두고 있다. 이를 바탕으로 경사기능재료의 좌굴 및 진동특성 해석 등 보다 고차원적인 연구에 적용할 수 있는 방안을 도출해 보고자 한다.



Fig. 1 경사기능재료의 단면

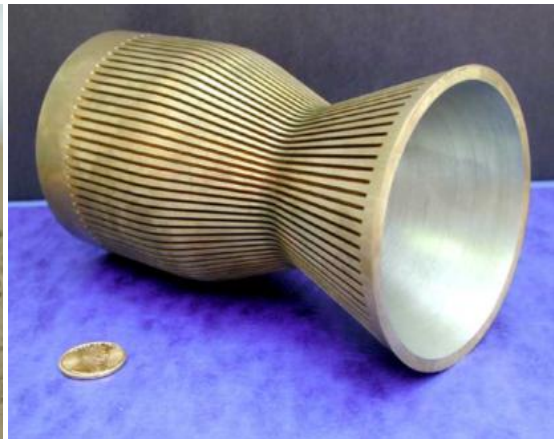


Fig. 2 경사기능재료를 이용한 nozzle

담당조교: 배석인 (E-mail: care13@snu.ac.kr)

6-5. 스텔스 기능 안테나의 습윤환경에서의 특성 해석

최근 무선 통신 기술이 급속하게 발달함에 따라 다양한 통신 장비에 대한 요구가 증대되고 있는 추세이다. 기존의 안테나는 돌출부가 존재하여 외관상으로도 좋지 않을 뿐 아니라 구조적으로 매우 불안정하다. 이러한 단점을 극복하기 위해 안테나와 구조물의 역할을 동시에 수행하는 CLAS(Conformal Load-bearing Antenna Structure)에 대한 연구가 진행되어 오고 있다. 운송수단에 사용되는 구조물은 구조적으로 안정해야 하며 경량화가 필수적이기 때문에 단위 중량 당 강도가 월등히 우수한 복합재료가 각광을 받고 있는 추세이다. 이러한 복합재료를 포함한 대부분 물질 내부에서 온도 및 수분 변화는 연성효과(Coupling Effect) 감수하게 된다. 즉 외부에서 온도변화가 생기면 재료의 온도와 수분 변화가 상호 연동되어 진행, 변화하는 것을 의미한다. 이를 열 습윤 효과(Hygrothermal Effect)라고 하고, 이러한 열과 수분의 변화에 따른 구조물의 변형 및 응력 해석은 구조물 설계 시에 고려되어야 할 요소로서 최근 들어 그 중요성이 더욱 증대되고 있다.

본 연구에서는 수분이 존재하고 온도가 변화하는 환경에서 안테나 구조물의 특성 변화에 관한 연구를 수행하고자 한다.



Fig. 1 실제 모델

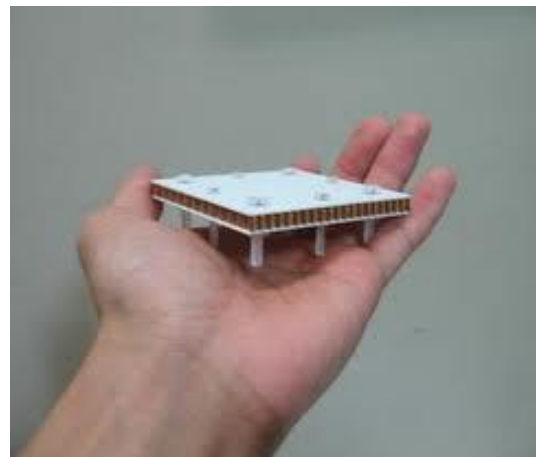


Fig. 2 Smart Antenna Structure

6-6. 열탄성 감쇠를 고려한 비균질 링 자이로의 동적 특성

항공우주기술은, 비행체 및 발사체에 대한 관심과 더불어 빠르게 발전이 이루어지고 있다. 최근 들어, 비행체 내부의 초정밀 장치 개발에 초점이 맞춰지고 있으며, 일례로 방향 및 위치 센서인 자이로스코프(Gyroscope)는 소형화됨에 따라, 고도의 정밀성이 요구되며, 이와 같이 정밀성이 중요한 만큼, 실제 제조과정에서는 구조적 결함을 완전히 배제하기는 매우 어렵다. 비행체의 자세를 제어하는 역할의 3 축의 링(ring) 형상의 구조물이 균질한 질량(mass) 분포를 이루어야 최적의 성능을 발휘할 수 있지만, 제조과정에서는 미세한 질량 불균형이 발생할 수 있다. 링 구조물 내의 임의의 집중된 질량 분포(random mass distributions)는 자이로스코프의 성능을 저하시키는 주요인으로 작용하기도 한다. 또한 열-탄성 감쇠효과(thermoelastic damping) 역시 에너지 손실을 가져오는 특성으로 성능 저하의 원인이 된다.

본 연구에서는 불균일 질량 분포를 가지는 링 구조물의 특성 파악을 위한 모델링과 분석 및 기존의 실험자료를 활용하여, 그 영향성에 대한 연구를 수행하고, 이러한 점을 감소시키기 위한 방법(trimming)을 다루고자 한다.

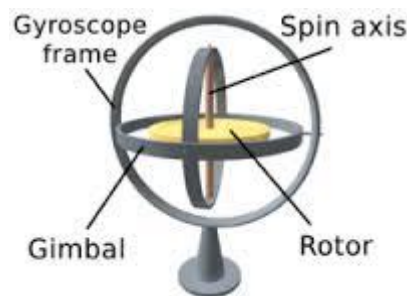


Fig. 1 Model of Ring Gyro

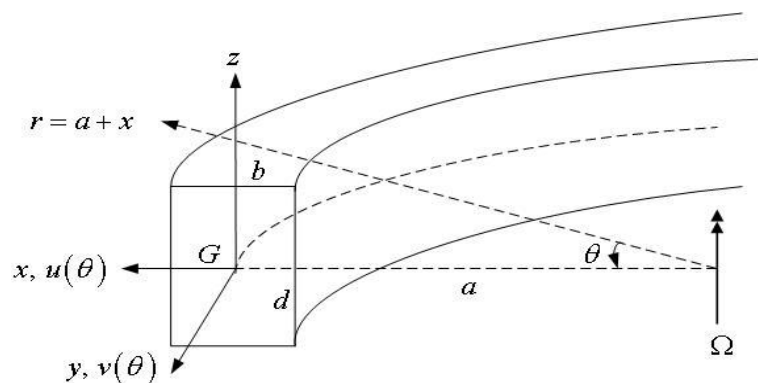


Fig. 2 Geometry of a ring with global and local coordinate system

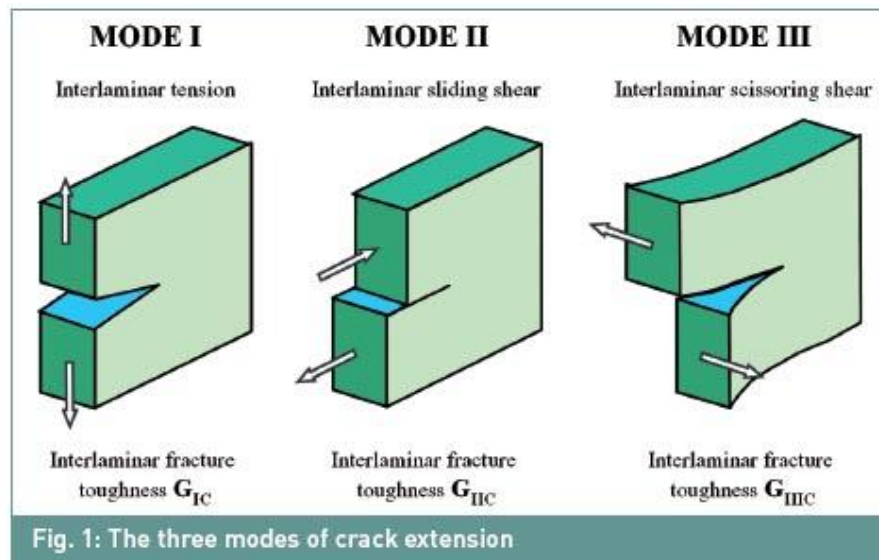
담당조교: 김정환 (E-mail: aero2012@snu.ac.kr)

6-7. 경사기능재료의 층간 분리에 대한

동적 특성 해석 및 최적 설계

우주 비행선에는 대기권으로 출입하는 상황에서 공기와의 마찰로 인해 구성부품에 고온이 발생하게 된다. 이에 따라 최근에 신소재 중에서 경사기능재료 (Functionally Graded Material, FGM) 와 같은 재료가 초고온의 열을 받는 분야에서 주목을 끌고 있다. 이 경사기능재료는 고온의 환경에서 열에 저항하기 위해 한쪽 재료는 세라믹으로 하고, 다른 쪽 재료는 가볍고 구조적 강성을 지닌 금속재료로 점차적으로 변화된 재료를 사용한 일종의 복합재료이다. 이 소재는 재료의 물성치가 위치 및 온도에 대해 연속적인 함수관계로 가정하나 실제로는 적층구조로 만들기에 완전한 연속적 관계는 불가능하다. 이러한 적층구조를 이루어지기 때문에 층간(Inter-laminate) 결합력이 약한 부분이 생기며 초고온 환경에서 층간 분리(Delamination) 현상이 발생하게 된다. 층간 분리 현상이 생기면 복합재료의 동적 특성이 변하므로 설계시에 충분히 고려해야 한다.

따라서 본 연구에서는 경사기능재료에 층간 분리 현상이 발생했을 때 다양한 동적 특성에 대해 연구하고자 한다. 또한 층간 분리 현상을 방지하기 위한 적층구조의 최적 설계 (optimal design)를 동시에 수행해 보고자 한다.



담당조교 : 이영훈 (E-mail : huri923@snu.ac.kr)