

이 비스듬히 搭接으로 설치되어 있어 무던 V자형을 이룬 半平底型 선박이다. 저판 폭과 선 폭의 비는 대략 0.2이다. 한·중·일 3국이 平底船형을 사용한 주된 원인은 한·중·일 3국의 船舶이 모두 수심이 얇은 연안항로를 항행하였기 때문에 생긴 필연적인 결과로 생각된다.

한국과 중국의 漕船 및 汴才船의 槳具는 다음과 같은 특성을 가지고 있다.

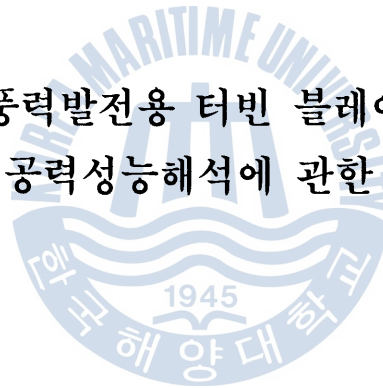
첫째, 한국과 중국 船舶의 돛과 일본 船舶의 돛은 그 모양이 완전히 다르다. 한국과 중국의 돛은 활대를 장착한 4각형으로 된 平衡 硬帆이지만 일본의 선박은 활대가 없는 軟帆이다.

둘째, 碇의 材質이 다르다. 중국의 船舶과 일본의 船舶은 鐵碇을 사용하였지만 한국의 船舶은 木碇을 사용하였다.

셋째, 舵의 昇降方式이 다르다. 한국과 중국 船舶은 舵간을 수직방향으로 昇降시키는 반면 일본 汴才船의 舵는 舵杆을 床船梁을 축으로 직각으로 회전시켜 올리는 형식이다.

넷째, 사용하는 舵料가 다르다.

4. 수평축 풍력발전용 터빈 블레이드 최적설계 및 공력성능해석에 관한 연구



기계공학과 김 범 석
지도교수 이 영 호

1970년대 에너지 위기를 겪은 이후, 선진국을 중심으로 화석에너지를 대신할 새로운 에너지원의 확보에 많은 관심을 기울이고 있으며, 정부차원의 과감한 지원을 통해 각 국가별로 다양한 대체 에너지원에 대한 연구개발 프로젝트가 진행되고 있다.

최근의 이라크 전쟁 이후, 전 세계는 배럴당 60 달러에 육박하는 고유가 시대를 맞이하면서 자국의 원활한 에너지 공급을 위한 무한 에너지 경쟁시대에 접하게 되었으며, 에너지 자원의 안정적인 확보가 국가의 안보와 직결되는 상황에 직면하게 되었다.

우리나라는 에너지 수입 비중이 97.3%(439억 달러, 2003년 기준)로서 세계최고 수준의 에너지 소비국가임에도 불구하고, 에너지 안보 및 환경문제에 대한 인식의 부재로 인해 산업 경제활동 위축 및 국가 안보 등에 대한 부담이 가시화되고 있다. 또한, 교토 의정서 2차 공약기간(2013년~2017년) 중 온실가스 감축 의무부담이 가시화될 전망이고, 이렇게 되면 국내의 산업 경제활동은 장기적으로 심각한 침체를 맞이할 것이라 예상된다.

따라서, 종합적인 국가 에너지 장기전략의 수립을 통한 문제인식과 적절한 대응으로써, 정부주도 하에 과감한 신·재생 에너지 분야에 대한 연구개발 및 보급정책의 추진이 필요한

시점이다.

풍력발전이란, 바람의 운동에너지를 회전력으로 변환하여 전기를 발전하는 방식의 무공해 청정에너지 발전방식이다.

풍력터빈 구성요소 중 로터 블레이드는 바람의 운동에너지를 회전력으로 변환하는 핵심적인 요소이며, 효율적인 최적설계 기법의 확립이 절실히 요구되는 요소기술이다. 그러나 이론적 최적설계에 관한 참고문헌의 부재와 선진국가에서 핵심 설계기술의 공개를 회피하는 실정으로 로터 블레이드 최적설계 기법의 확보가 상당히 어려운 실정이다.

현재 국내에서 로터 블레이드 설계시 BLADED for Windows, YAWDYN 등과 같은 설계 소프트웨어에 의존하여 수행하고 있으나, 근본적인 최적 로터 블레이드 설계기술은 확보되고 있지 않은 실정이다.

이러한 설계 소프트웨어의 활용은 공인된 소프트웨어에 의한 신뢰성 있는 설계데이터를 확보할 수 있는 장점이 있지만, 설계 알고리즘 자체를 이해하지 못한 상황에서 더 이상의 발전을 기대할 수 없으며, 향후 다양한 설계변수를 적용한 독자적인 로터 블레이드에 대한 최적 설계를 수행할 수 없다.

현재까지 풍력터빈의 성능평가 작업은 원형(prototype)을 제작하여 실 운전조건 하에서 수행되는 field test, 대규모 풍동 실험을 통한 모형실험, BEMT(Blade Element Momentum Theory) 등에 의한 수치 해석적 방법에 의존하고 있다.

우선 실험적 기법은 가장 정확하고 신뢰성 있는 데이터의 확보라는 큰 장점이 있음에도 불구하고 실험 규모의 대형화에 따른 제약과, 실제 스케일의 로터 블레이드 원형제작 등에 관한 문제점으로 소규모 연구그룹이 단독으로 수행할 수 없는 단점이 있다.

해석적인 성능예측 방법으로써 현재까지 다양한 성능예측모델이 제안되고 있으나, 일반적인 설계과정에서 BEMT를 이용한 성능 예측이 주로 행해지고 있으며, 풍력발전 산업에서 성능해석의 표준으로 자리잡고 있다. 그러나, BEMT 법은 정확한 2차원 익형의 공력특성 데이터를 활용하면 비교적 신뢰성 있는 성능예측 결과를 도출할 수 있는 반면, 로터 블레이드 주위의 흐름, 블레이드 표면의 압력분포, 블레이드 후류의 유동특성 등과 같은 어떠한 유체 역학적인 문제도 가시화할 수 없는 단점이 있다.

이를 해결하기 위해 필드 테스트를 거치는 방법과 축소모델에 의한 풍동시험 등과 같은 2가지 방법이 있으나, 필드테스트와 축소 모델에 의한 성능시험 및 가시화 방법은 상당한 비용과 시간을 필요로 하는 대규모 작업이므로 보다 효율적인 방법이 절실히 요구된다.

2001년 이후부터 RISO, NASA, NREL등의 대규모 국가 연구소를 중심으로 CFD를 이용한 풍력발전용 로터 블레이드 3차원 유동해석 및 성능평가에 관한 연구가 활발히 수행되고 있으며, 몇몇 결과는 상당히 만족스러운 결과를 제시하고 있다.

본 연구는 날개 끝 손실 모델을 포함하는 BEMT 이론에 의한 최적 로터 블레이드 형상 설계기법의 확립과 효율적인 2차원 익형 공력특성(양력, 항력)의 예측, 로터 블레이드 설계 및 성능해석 소프트웨어의 개발, 소형(20kW), 중형(100kW), 대형(1,000kW) 풍력터빈 최적설

계 및 BEMT에 의한 성능해석, CFD를 이용한 로터 블레이드 3차원 유동예측 및 성능평가를 목적으로 한다.

본 연구의 결과로써 20kW(FIL-20), 100kW(FIL-100), 1MW(FIL-1000) 수평축 풍력발전 용 로터 블레이드 최적설계를 수행하였고, 블레이드 성능해석 소프트웨어(POSEIDON)를 자체적으로 개발하여, FIL-20, FIL-100, FIL-1000에 대한 성능해석을 각각 수행 하였다.

성능해석결과 FIL-20의 경우, 설계 TSR 6에서 최대 성능을 나타내었으며 이때의 출력계수 값은 0.4512이었다. FIL-100의 경우 설계 TSR에서 최대 출력계수는 0.4553이었으며, FIL-1000의 경우 설계 TSR에서 출력계수 값은 0.4641로 나타났다.

또한, BEMT 해석에 필수적인 2차원 익형의 효율적인 공력특성 예측을 위해 X-FOIL을 적용하였으며, 실속 후 공력특성의 보정을 위해 Viterna-Corrigan의 제안 식을 적용하였다. X-FOIL에 의해 예측된 양력계수 및 항력계수 값은 풍동 실험결과와 잘 일치하였다.

상용 CFD 코드를 이용하여 FIL-20, FIL-1000에 대한 3차원 유동해석 및 성능평가를 수행하였으며, BEMT해석에서 블레이드 반경방향 요소간의 운동량 교환이 발생하지 않는다는 가정과는 달리, 원심 가속력 및 압력차로 인한 반경류가 발생하고 있음을 확인하였으며, 이로써 받음각의 증가와 더불어 시스템 출력에 상당 한 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다.

CFD 해석에 의한 출력 값을 BEMT 결과와 비교하였으며, FIL-20, FIL-1000 모두 BEMT 해석결과와 비교적 잘 일치하고 있음을 알 수 있었다.

5. 열·유체 시스템 해석용 고해상 다차원 이미징 측정법의 개발

기계공학과 황 태 규
지도교수 김 의 간

기존의 열·유체 유동장에 대한 속도장 측정법으로서는 프로브(probe), 열선유속계(hot wire) 및 레이저도플러유속계(laser doppler velocimetry)가 있으나 이들은 모두 한 점에 대한 속도정보를 제공하므로 비정상(unsteady) 해석에는 측정원리상 불가능하였다. 21세기의 에너지 및 환경문제에 대응하기 위한 산업 및 공학의 전 분야에서의 제품개선 및 개발을 위해서는 열·유체기기들에 대한 이론적 해석뿐만 아니라 실험적 측정해석에의 새로운 시도가 요구되어져 왔다. 이에 1990년 초반에는 원리상 비정상성(unsteadiness)의 측정가능성을 지닌 2차원 입자영상유속계(particle image velocimetry: 2D PIV)가 개발되었으며, 당시에는 컴퓨