

전기-기계 연성을 고려한 풍력발전 시스템 해석 프로그램 WT-SOL 개발 과정

Development of WinTurbine analysis SOLution (WT-SOL) for Wind Turbine Analysis with Electro-Mechanical Co-simulation

*송승호¹, 목형수², 김남석³, #김창완³

*S. H. Song¹, H. S. Mok², N. S. Kim³, #C. W. Kim(goodant@konkuk.ac.kr)³

¹ 광운대학교 전기공학과, ² 건국대학교 전기공학과, ³ 건국대학교 기계설계학과

Key words : Wind Turbine, Blade, Co-Simulation, Generator

1. 서론

풍력발전 시스템은 Fig.1 과 같이 바람의 운동 에너지를 블레이드를 통해 기계적 회전 에너지로 변환시킨다. 이러한 회전 에너지를 이용하여 발전기를 구동하여 전기 에너지를 생산하는 발전 시스템이다.

본 연구에서는 풍력발전 시스템의 기계시스템을 유한요소해석법(Finite Element Method, FEM) 및 다물체동역학(Multi-Body Dynamics, MBD)을 이용하여 모델링을 한다. 기존의 단순 강체 모델을 이용한 다물체 동역학 연구와 달리 블레이드, 기어, 축 부위를 탄성체로 가정하여 유연 다물체 동역학 (Finite Element Multi-Body Dynamics, FEMBD) 모델링 및 해석을 수행한다. 강체 만을 고려하는 다물체 동역학 뿐만 아니라, 유연체 또는 탄성체를 동시에 고려하는 유연 다물체 동역학 이론을 이용하여 회전체 시스템에 대한 다양한 동역학 해석을 수행하였다. 또한 전기 시스템의 특성을 기계 시스템과 동시에 분석하는 전기-기계 연성 해석의 개념을 도입하여 풍력 발전시스템에 대한 통합 시스템 해석 개념을 도입하였다.

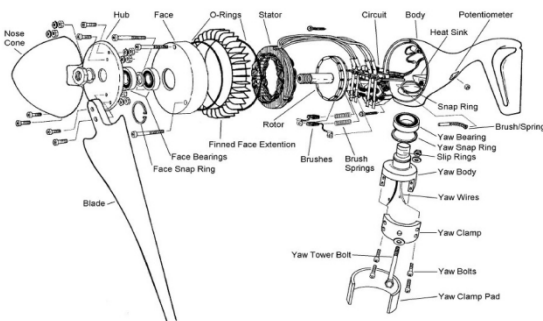


Fig. 1 A rotating blade system with many flexible bodies

2. 풍력시스템 개요

풍력발전 시스템은 기계시스템과 전기 시스템으로 구분된다. (Fig.2) 기계시스템의 설계를 위해서는 외부 바람에 의한 공력 해석 (Fig.3), 블레이드에 대한 구조 해석, 블레이드 구조 동역학 해석, 그리고 블레이드 회전을 고려한

다물체 동역학 해석으로 구분될 수 있다. 전기 시스템의 경우 기계적 회전 에너지를 이용하여 기어박스에 연결된 발전기를 구동하여 전기 에너지를 생성한다.

현재 풍력 발전 시스템 설계 해석을 위해서는 GH-Bladed, SAMCEF S4WT 등과 같은 풍력 발전 전문 설계 및 해석 도구가 산업계에 널리 사용되고 있다. 이외에도 ANSYS, FEMAP, NASTRAN 등과 같은 전문 CAE 소프트웨어들이 부분적으로 사용되면서 각 단품들에 대한 구조 해석을 수행하고 있다.

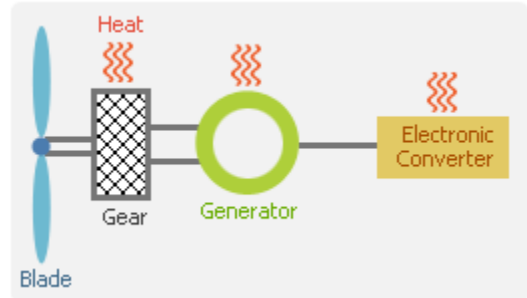


Fig.2 An overview of wind turbine system: mechanical and electrical parts

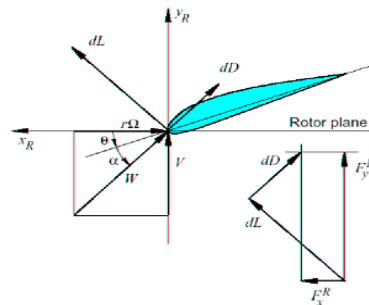


Fig.3 Blade aerodynamics forces

3. 풍력 시스템 해석 프로그램 소개

본 연구 그룹에서는 풍력발전 시스템의 기계시스템과 전기 시스템으로 구분하여 설계 및 해석 프로그램을 개발하였다. 건국대 연구진(김창완, 목형수)은 주로 기계 시스템 해석 및 기계-전기 시스템 연성 해석, 광운대 연구진(송승호)는 발전기 시스템에 대한 해석을 수행하였다.

기존에 산업체에서 사용하는 상용 다물체 동역학 프로그램인 SAMCEF 또는 HyperWorks Motionsolve 를 기반으로 WinTurbine analysis SOLution (WT-SOL) 프로그램을 개발하였다. 기존에 존재하는 상용 프로그램 기반으로 customization 을 함으로써 사용자의 편의성 및 제품의 신뢰성을 동시에 확보할 수 있었다. 또한 기존의 연구 개발에서 미흡한 기계 및 전기 시스템의 연성 해석 수행이 가능하게 하였다.

예를 들어 특정 바람 조건에서 임의의 블레이드 형상에 대한 발생 전력량을 자동으로 계산하고, 이를 통해 풍력 발전 시스템의 각종 제어를 동시에 수행할 수 있다. 가장 큰 장점중의 하나는 현장에서 작성한 3 차원 형상 CAD 정보를 직접 불러 들여 해석을 수행 가능함으로서 매우 직관적이다는 점이다. 즉 블레이드 3 차원 형상, 기어 3 차원 형상, 축 3 차원 형상 등이 주어지면 이를 이용하여 구조 해석, 다물체 동역학 해석 및 전기적 해석을 동시에 진행이 가능하다. 이를 통해 풍력 발전 시스템에 대한 통합 해석이 가능하고 또한 최적 설계로 확장이 가능하다. Fig. 4 는 WT-SOL 의 전개 개념도를 나타낸다. 현재 진행중인 연구와 추후 목표를 동시에 나타내고 있다.

후기

This work was supported by the Korea Science and Engineering Foundation (KOSEF) grant funded by the Korea government(MEST) (no. 2009-0067895) and a reserch center of break-through technology program supported by the Ministry of Knowledge and Economy (MKE).

Mechanical-Electrical Coupled System Co-simulation and Design

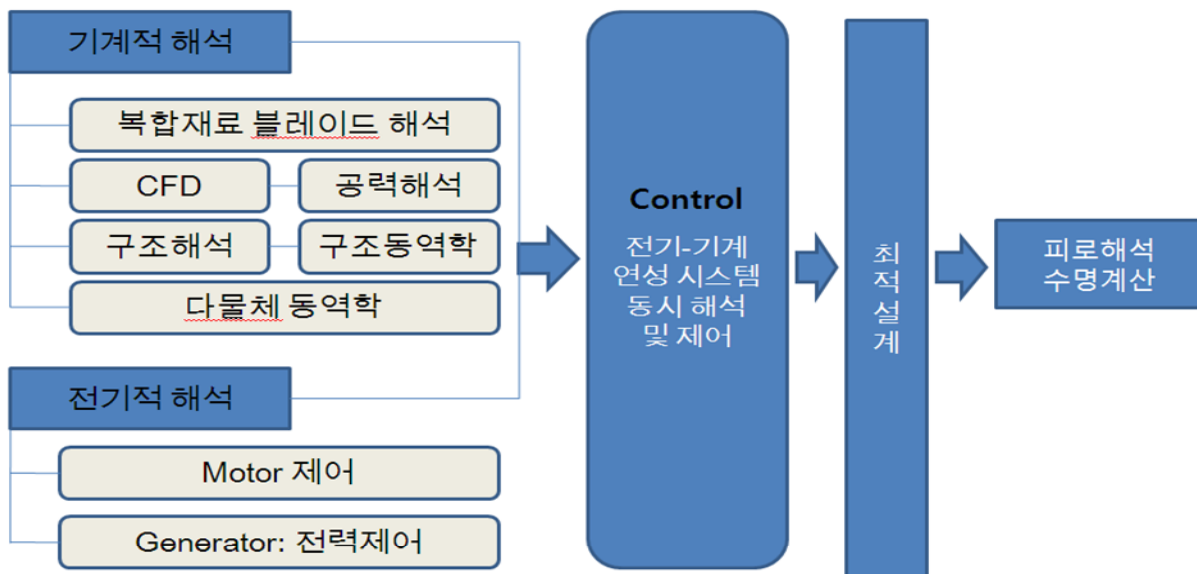


Fig.4 Present and Future goals of WT-SOL