



풍력터빈의 지지구조물에서의 피로수명을 평가하는 장치 및 그 방법

I. 기술성 분석

❖ 기술개요

- 본 기술은 계측이 용이한 지지구조물의 임의의 계측지점에서 정적응답과 동적응답을 계측하여 이를 이용하여 계측하고자 하는 목표 지점 즉, 응력 집중부에서의 응력 및 피로수명을 평가하는 풍력터빈 기초의 피로수명 평가 장치 및 그 방법에 관한 것인 기술임
- 본 기술은 설치가 용이한 지지구조물의 임의의 위치에서 계측하여 피로수명을 평가하는 방식이므로 보다 용이한 계측이 가능한 기술임
- 또한, 가속도계, 변형률계, 경사계로 동적/정적 응답을 측정하므로 보다 신뢰성 있는 평가가 가능한 기술임

❖ 기술의 필요성

- 본 기술은 현재 풍력 발전 타워에서의 실종 테스트 진행 중임 (어아모, 울물목 등)
- 풍력터빈은 바람이 가지고 있는 운동에너지를 로터에 의하여 1차적으로 기계적 에너지로 변환하고 발전기에 의하여 2차적으로 전기에너지를 생성하는 장치로서, 발전시설인 **RNA(Rotor Nacelle Assembly)**와 이 RNA를 지지하는 지지구조물로 구성되며, 지지구조물은 타워(**tower**)와 기초(**foundation**)로 이루어짐
- 이러한 타워는 발전 과정에서 매우 큰 하중이 인가되며, 이러한 하중이 기초로 전달되어 지지되는 구조인 바, 특히 기초부에 누적되는 하중에 의해 구조물 붕괴 등 안전사고 및 고가 장비 손실이 발생할 수 있는 바, 신뢰성 있는 피로수명 평가가 필요함

❖ 기술적 유용성

- 본 기술은 풍력터빈에 인가되는 누적된 하중에 의한 피로수명을 용이하고 신뢰성 있는 방법으로 측정 가능하므로, 누적 피로에 의해 발생할 수 있는 대형 사고를 미연에 방지할 수 있는 유용성이 있음
- 또한, 다양한 신재생 에너지 중에서도 특히 풍력발전이 각광받고 있는 점을 고려하면, 향후 기술수요가 꾸준히 증가할 것으로 예상됨



[해상풍력발전 구조물]



[풍력 사고 사례]

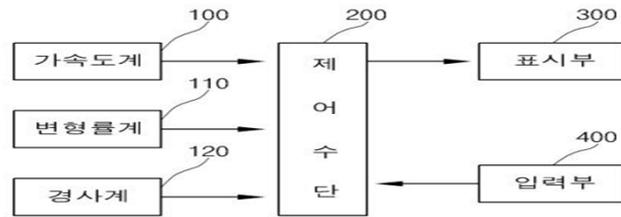


II. 기술의 특징 및 우수성

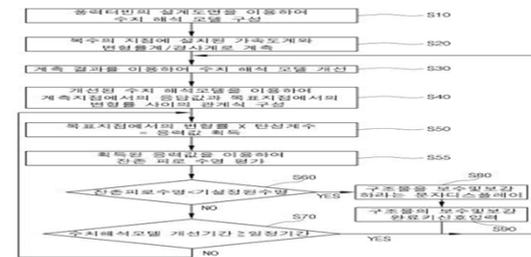
풍력터빈의 지지구조물에서의 피로수명을 평가하는 장치 및 그 방법

❖ 기술의 특징

- RNA(Rotor Nacelle Assembly)와 지지구조물을 포함하는 풍력터빈의 지지구조물에서의 피로수명을 평가하는 장치로서, 지지구조물에 장착되는 가속도계, 변형률계, 경사계를 구비하고,
- 풍력터빈에 관한 수치 해석 모델을 구성하되, 가속도, 변형률, 경사에 관한 계측 결과를 이용하여 수치 해석 모델을 개선하며,
- 개선된 수치 해석 모델을 이용하여, 계측 지점에서의 응답값과 목표지점의 변형률 사이의 관계식을 구성하며,
- 목표지점에서의 변형률을 이용하여 응력값을 획득하고, 획득된 응력값을 이용하여 잔존 피로 수명을 평가함



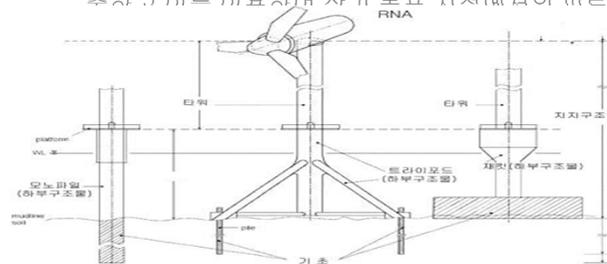
[피로수명을 평가하는 장치의 구성]



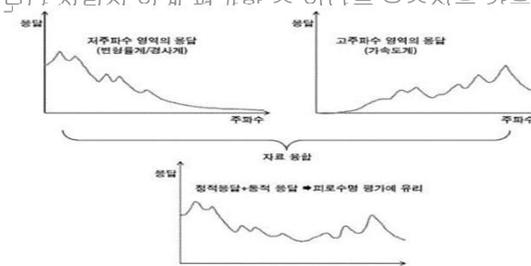
[피로수명을 평가하는 방법의 플로우차트]

❖ 기술의 우수성

- 종래 풍력터빈의 기초부 응력 측정은 기초와 하부구조물 사이의 연결부에 응력계를 직접 설치하여 계측하는 방식이므로, 시공시 연결부에 응력계가 설치되지 않은 경우 계측이 불가하며, 이 연결부가 향타(driving) 또는 그라우팅(grouting)에 의해 하부구조물 혹은 기초와 연결될 때 응력계가 손상될 가능성이 매우 높다는 문제점 존재
- 본 기술은 설치가 용이한 지지구조물의 임의의 위치에 가속도계, 및 변형률계/경사계를 설치하여 동적응답과 정적응답을 계측하고 이 계측된 응답을 이용하여 응력집중이 발생하는 연결부등 목표 지점에서의 응력을 정확하게 산출하고 이를 이용하여 사기 목표 지점에서의 피로수명을 보다 신뢰성 있게 평가할 수 있다는 우수성이 있음



[종래의 풍력터빈의 응력측정 방식]



[본 기술에 의한 정적응답 및 동적응답 계측을 통한 피로수명 평가 개념]



III. 시장성 분석

풍력터빈의 지지구조물에서의 파로수명을 평가하는 장치 및 그 방법

❖ 경쟁동향

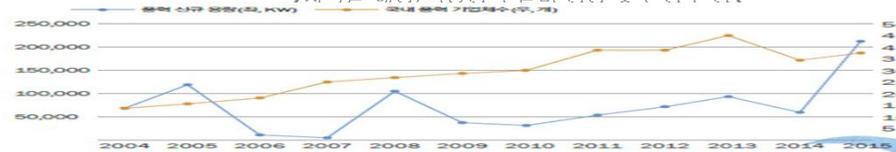
- 전 세계에 2016년 설치 완료한 육상풍력 용량은 53.5GW로, 2017년 육상풍력 신규 설비 용량은 2016년보다 2% 높은 54.3GW로 전망되며 이는 2015년 이후 가장 많은 용량임
- 미국과 신흥시장인 인도의 성장세에 힘입어 2018년 이후에도 꾸준한 성장이 지속될 것으로 전망됨 (인도에서는 2017년 1/4분기에만 2016년 전체 신규 설비 용량보다 많은 풍력발전이 설치되었으며, 육상풍력 신규 설비 용량은 지속적으로 증가하여 2020년에는 약 58GW가 설치될 것으로 전망됨)
- 다만, 중국 북부지역의 육상풍력 감소 추세는 2017년에도 지속될 것으로 보임

❖ 시장 동향 및 전망

- 전 세계적으로 풍력발전 설치량이 꾸준한 증가세에 있으며, 2020년에는 63.4GW에 이를 것으로 전망됨
- 해상풍력은 2016년 전 세계 신규 시장을 아시아 국가들이 주도했지만, 설치 완료된 신규 해상풍력 용량은 1.8GW 전망 대비 832MW에 불과함. 이는 북해의 신규 송전선 건설 지연 및 중국의 전망치 변동에 기인하는 것으로 추정됨
- 우리나라의 경우 세계 시장에 비해 규모는 작지만, 꾸준히 증가하고 있는 추세이며, 2004년 100kW 에 불과하던 풍력 시장이, 2015년 853MW 까지 성장하였음



[지역별 해상/육상풍력 설비 용량 및 현황 전망]



[국내 풍력 신규 용량 및 풍력 기업체수]

* 출처 : 국내외 풍력 시장 동향, 2017, 한국남부발전



IV. 책임 발명자 정보

❖ 발명자

- 이름 : 이진학
- 소속 : 연안개발·에너지연구센터

❖ 연구분야

- 연구분야 : 연안개발 및 해양에너지 연구개발

❖ 관련논문

- 진동 및 임피던스 응답을 이용한 풍력터빈 타워구조물의 볼트풀림 검색
- 소형 수직축 풍력터빈에 대한 동특성 분석 및 동적모델 수정
- 10kW급 수직축 풍력터빈에 대한 구조물 동적응답 계측 및 분석
- 합성형 단면을 갖는 풍력발전 타워구조물에 대한 신뢰성 해석
- 지반과 말뚝의 상호작용 및 세굴현상을 고려한 해상풍력터빈의 신뢰성 해석
- 지반과 말뚝의 상호작용을 고려한 고정식 해상풍력터빈의 동적 특성에 대한 확률적 평가
- 모노파일식 해상풍력터빈의 응답에 대한 지반물성치 특성값 추정 기법의 영향
- 센서 융합을 통한 풍력터빈 구조물에 대한 온도 변화에 강건한 손상 지수의 개발
- 대변위 효과를 고려한 5MW급 터빈 대응 DSCT 풍력 타워의 구조적 거동 분석
- 최적 풍력 블레이드 설계에 대한 로터 제어 방법 및 바람자료의 영향

❖ 관련 지식재산권

No	등록번호	발명의 명칭
1	10-1576799	풍력터빈의 지지구조물에서의 피로수명을 평가하는 장치 및 그 방법

❖ 문의처

- 이름 : 박 봄 실장
- 소속 : 한국해양과학기술원 기술사업화실
- Tel. 051-664-9040
- E-mail. spring@kiost.ac.kr

