풍력터빈 블레이드의 해상 운송을 위한 적재 방법

한국과학기술정보연구원
전문연구위원 나덕주
(djra15@reseat.re.kr)

1. 개요

○ 이 발명은 해상 운송을 위한 풍력터빈 블레이드의 적재 방법에 관련된다. 블레이드 적재 방법 중 하나는 블레이드 루트 플랜지를 블레이드 루트 지지 프레임에 고정하는 것이고, 루트 지지 프레임은 블레이드 루트 끝단면의 횡단면(transverse side)에 설치된 2개 이상의 다리로 지지하고 있는 주 지지부와 블레이드 루트 플랜지에 부착된 부가 부품으로 구성된다.

○ 또 다른 방법은 블레이드 가로 부분을 가로 방향(spanwise) 지지 프레임에 고정하는 방법이고, 가로 방향 지지 프레임은 블레이드 가로 방향 단면을 잡아 연결해주는 요람 형태의 지지부와 블레이드 각 황단 면에 한 개 이상의 다리가 설치된 2개 이상의 다리로 지지한다.

2. 기술현황

○ 블레이드를 효과적으로 해상 운송하기 위해서는 항구로부터 풍력터빈 설치 장소까지 항해하는데 많은 시간이 소요되기 때문에 운반선이나 바지선 상에 여러 개의 블레이드를 적재하는 수단이 필요하다. 미국 특허 8,602,700에 내부 프레임은 육상운송에 사용하고 내 외부 함께 해상 운송에 사용하는 이중 프레임 방법을 제시하고 있다.

○ 블레이드의 해상 운송을 위해서는 구조 프레임을 적게 사용하는 개선된 방법이 필요하다. 구조 프레임은 추가 비용이 요구될 뿐 아니라 항구에서 블레이드 운반을 위한 준비 및 설치 장소에서 블레이드의 설치에 많은 시간을 필요로 하는데 이 발명은 그 대안을 제시하고 있다.

3. 발명의 내용

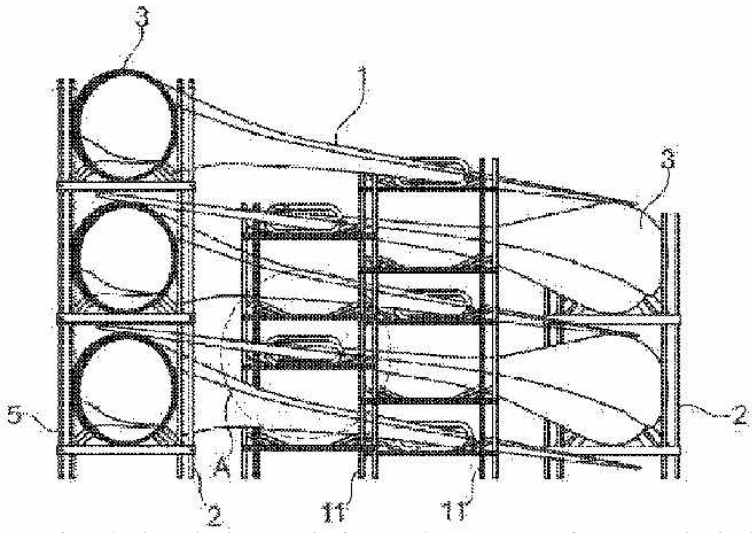
○ 이 발명에 의한 블레이드 운송용 적재 및 지지 장치는 루트 지지 프레임과 가로 방향 지지 프레임의 다리가 위 및 아래 방향으로 충분한 길이만큼 연결되어 있어 2개 이상의 블레이드를 상하로 적재할 수 있고, 블레이드 적재 지지 구조물은 주로 지지 프레임으로 구성되어 있기 때문에 2개 이상의 블레이드를 동시에 해상 운송할 수 있다.

○ 발명의 주요 구성

- 이 발명에 의한 풍력터빈 블레이드 적재 장치에서 다리(5)는 아래 방향 및 위 방향으로 연장하여 설치한다. 위쪽 다리는 상단 블레이드(1)를 지지한다. 하나의 루트 지지 프레임(2)의 다리(5)는 상부 블레이드를 지지하는 상부 지지 프레임의 다리(5)에 연결되고, 운반용 컨테이너에 볼트 또는 비틀림 잠금 방식으로 연결한다.

- 가로 방향 지지 프레임(11)도 역시 위 또는 아래 방향으로 연결하여 설치하고, 그 다리(5)는 상부 블레이드를 위한 상부 지지 프레임의 다리(5)에 볼트 또는 비틀림 잠금 방식에 의해 연결한다. 블레이드 가로 방향 단면은 가로 방향 지지대의 일부분인 요람 형태의 지지 구조에 의해 지지된다.

<그림 1> 본 발명에 의한 블레이드 적재 방법



- 이 발명에 의한 지지 프레임(2 및 11)은 제조 공장에서 운반용으로

사용하고 도로 및 철도 운송 시에는 프레임을 추가하지 않고 그대로 적재 시스템으로 사용할 수 있다. 이 방식은 재 적재를 하지 않기 때문에 취급, 적재 및 운송용 장비를 크게 절약할 수 있다.

- 요람 형태의 지지대는 회전 가능한 상부지지판을 가진 상부 암과 회전 가능한 지지판을 가진 하부 암을 구비하고 있다. 지지판은 블레이드 가로 단면의 형상에 일치되도록 제작한다. 상부 및 하부 암은 힌지에 의해 연결하고 클램프로 잠그고, 가로 방향 지지 플레임의 나머지 부품에 회전 가능하도록 연결한다.

- 블레이드 루트에는 스터드 볼트가 삽입된 루트 플랜지가 구비되어 있다. 이 스터드 볼트는 풍력터빈을 조립할 때 블레이드를 풍력터빈 허브에 체결하는데 사용한다. 이 플랜지와 스터드 볼트를 사용하여 블레이드를 루트 지지 프레임에 체결한다. 블레이드 루트 지지 프레임은 다리로 지지하고 있는 주 지지 프레임과 블레이드 루트에 장착되는 부가 부품으로 구성된다.

- 블레이드 루트 지지 프레임은 루트 끝단(3)을 지지해 주고, 힌지가 구비되어 있어 블레이드 루트를 기점으로 블레이드 전체를 회전할 수 있다. 단순히 수평 적재하는 것보다 이 방법은 블레이드를 더욱 밀착시켜 적재하는 것이 가능하다. 가로 방향 지지 프레임은 블레이드와 루트 지지 프레임을 지지해준다.

○ 발명의 기술적 특징

- 이 발명에 의한 지지 프레임의 다리는 블레이드의 횡단면에 설치되어 있기 때문에 다리 사이의 거리를 충분히 띄어 지지 구조체의 안정도를 향상시킴으로 추가 프레임을 필요로 하지 않는다. 가로 방향 지지 프레임은 루트 지지 프레임을 여러 개 사용하는 방법에 의해 여러 개의 블레이드를 수직방향으로 적재할 수 있다.

- 또 다른 대안은 바람을 맞이하는 방향으로 블레이드를 미리 구부려 블레이드 끝단과 타워 사이의 간격을 크게 할 수 있다. 블레이드 길이 방향으로 블레이드 끝단이 블레이드 루트 부 직경 이내에 또는

밖에 오도록 곡률을 선택할 수 있다. 직경 이내가 되면 블레이드 적재에 영향이 최소가 되고, 외부가 되면 블레이드를 짜임새 있게 적재하는데 제한을 받게 되어 순차적으로 엇갈리게 적재하여야 한다.

- 루트 지지 프레임은 횡단면에 위치한 최소 2개의 다리로 지지되는 주 지지 부와 블레이드 루트 플랜지에 부착 가능한 부가 부품으로 구성된다. 가로 방향 지지 프레임은 요람 형태의 지지 부분으로 블레이드의 가로 방향 표면에 맞추어 블레이드 횡단면에 최소 한 개 이상을 구비한 2개의 다리에 의해 지지되며, 적재 지지 구조물은 2개 이상의 블레이드를 운송할 수 있는 주 지지 프레임으로 구성된다.

4. 효과 및 응용

○ 이 발명에 의한 풍력터빈 블레이드의 해상운송용 적재 방법은 블레이드 루트 지지 플랜지를 블레이드에 부착하거나, 블레이드 가로 방향 지지 프레임을 블레이드의 가로 면에 부착하여 사용할 수 있다. 루트 지지 프레임과 가로 방향 지지 프레임의 다리는 위 및 아래쪽으로 길게 연장하여 2개 이상의 블레이드를 적재할 수 있다.

○ 이 발명에 의한 블레이드 적재 장치에 대해 몇 가지 실시 예를 설명하였다. 예로 미리 끝단이 구부러진 3개의 블레이드를 같은 방향으로 나란히 적재하고 그 위에 반대 방향으로 3개의 블레이드를 나란히 적재하는 등 현재의 예에 국한하지 않고 이 발명에 근거하여 여러 가지 변화와 대체 방법을 사용하여 다양한 적용 분야에 폭 넓게 응용할 수 있다.

출처 : Vestas Wind Systems A/S, “Stacking Wind Turbine Blades for Sea Transport”, WO 2015/149809 A1

◁ 전문가 제언 ▷

○ 풍력발전기용 로터블레이드는 큰 부피와 중량을 차지하는 중요한 부품으로 운송이 어렵고 물류 비가 많이 소요되며 품질 안전도가 매우 중요하다. 또한 풍력발전 시장이 5MW급 이상으로 대형화 추세에 있어 로터블레이드 길이도 계속 증가하고 있기 때문에 블레이드의 해상 운송 및 설치가 중요한 기술적 이슈로 부각되고 있다.

○ 이 발명은 풍력터빈 블레이드의 해상 운송을 위한 적재 방법에 관련된다. 제시한 적재 방법은 블레이드 루트 지지플랜지를 블레이드에 부착하거나, 블레이드 가로 방향 지지프레임을 블레이드의 가로 면에 부착하여 사용할 수 있다. 루트 지지프레임과 가로 방향 지지프레임의 다리는 위 및 아래쪽으로 길게 연장하여 2개 이상의 블레이드를 적재할 수 있다

○ 본문에 이 발명에 의한 블레이드 적재 방법의 몇 가지 실시 예를 설명하고 있다. 미리 끝단이 구부러진 3개의 블레이드를 같은 방향으로 나란히 적재하고 그 위에 반대 방향으로 3개의 블레이드를 나란히 적재하는 등 제시한 예에 국한하지 않고 이 발명에 근거하여 여러 가지 변화와 대체 방법을 사용하여 다양한 분야에 폭 넓게 응용할 수 있다.

○ 정부는 서남해에 2.5GW 해상풍력발전단지 조성사업을 추진하고 있으며, 한국에너지공단은 해상풍력개발 기반 구축사업을 통해 고중량의 풍력설비를 하역, 적치, 조립, 운송을 위한 설비와 지원항만을 준비하고 있다. 국내 이레엔지니어링은 레그 타입의 플로팅 선체를 적용한 독특한 선체 형상의 해상풍력시스템 설치 선박을 개발하고 있다.

○ 이 발명에 의한 블레이드 적재 방법을 활용하기 위해서는 청구된 각 기술 항목별로 등록특허, 선행 기술자료, 실제 활용 가능성 등에 대한 선행조사를 거쳐 적용 가능한 기술과 설계변경이 필요한 기술을 확인하여야 한다. 또한 구조 프레임을 적게 사용하는 개선된 방법과 최소 비용으로 블레이드를 운반 및 설치할 수 있는 대안을 강구하여야 한다.

이 분석물은 미래창조과학부 과학기술진흥기금, 복권기금의 지원을 받아 작성하였습니다.