

듀얼 컬럼을 적용한 대형 블레이드 트리밍 모듈 Trimming Module Applying Dual Column for Large Scale Blade

*강재훈¹, #최종호¹, 김동현¹

*J. H. Kang¹, #J. H. Choi(choijh@kimm.re.kr)¹, D. H. Kim(dhkim198@kimm.re.kr)¹
¹한국기계연구원

Key words : Wind Turbine, Blade, Trimming, Dual Column

1. 서론

풍력 발전기는 기본 설치 비용이 높기 때문에 투자 대비 효율을 높이기 위해서는 대용량 설비 중심으로 발전단지를 구성하는 것이 유리하다. 현재 국내에서 3MW급 제품 개발을 완료했으며 세계적으로는 7MW급 제품도 최근 공개했다. 발전용량이 높아짐에 따라 풍력 발전기의 핵심 부품이라고 할 수 있는 블레이드의 크기도 커지고 있는 추세이다. 블레이드의 크기가 커지면서 기존 소재보다 가볍고 강성이 좋은 GFRP(Glass Fiber Reinforced Plastic)을 사용하게 되었고, 3MW급의 경우 블레이드의 전장이 44m에 이르고 무게는 10톤에 가깝다.

이러한 풍력 블레이드의 제작공정은 Fig.1에 나타낸 바와 같이 단순 수작업이 많아 제작에 많은 시간이 소요된다. 특히, 상하 2매의 조각을 접합한 후 블레이드의 양측면으로 발생하는 돌출 핀(fin)을 제거하는 표면 Trimming 공정의 경우 분진 발생이 심하여 작업환경이 열악한 실정이다.

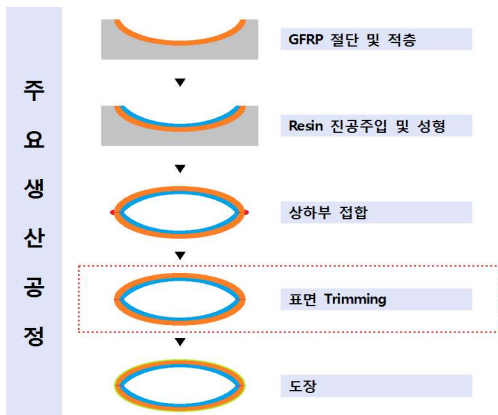


Fig. 1 Manufacturing process of GFRP Blade

본 연구에서는 GFRP 소재의 대형 블레이드 생산 작업현장에서 공정개선의 필요성이 가장 높게 나타나고 있는 트리밍(trimming) 공정에 기존 수작업을 대체할 자동화 모듈을 개념적으로 설정한 후 모델링을 완성하였다.

2. 트리밍 모듈의 모델링

전장이 약 44m에 달하고 폭이 4m에 이르는 블레이드의 크기로 인해 블레이드 양쪽으로 컬럼 형태의 모듈을 도입하였다. Fig.2에는 대형 블레이드 트리밍 모듈의 개념을 도식적으로 나타내었다.

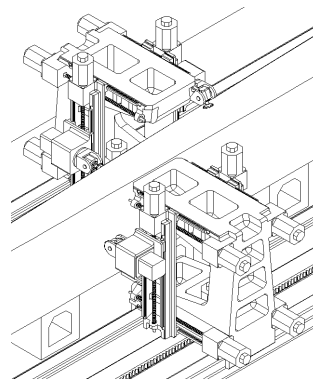


Fig. 2 Schematic trimming module concept

블레이드 전장 방향의 레일을 따라 각각의 컬럼이 독립적인 가공을 수행할 수 있는 구조로 블레이드의 양 측면을 동시 가공하여 가공시간을 효율적으로 단축할 수 있다. 각 컬럼은 주물로 제작하여 강성이 높은 GFRP의 절삭부하를 견딜 수 있도록 하였으며, 5축 톨링헤드 장착으로 블레이드의 곡면부 가공이 가능하도록 하였다.

C형 컬럼으로 블레이드 폭 방향의 설치면적을 감소시키고, 상하 2쌍의 볼스크류로 기계전체의 강성을 보완하고 이송정밀도를 향상시키는 구조이다. 또한, 컬럼의 좌우로 새들 및 툴링헤드가 대칭으로 장착되어 안정성 향상을 기대할 수 있다.

Fig.3은 전체 시스템 구성으로 각축의 이송방향을 나타내었다. 블레이드의 전장 방향인 X축으로는 랙&피니언 방식을 적용하여 실비코스트를 절감하고 확장 및 축소가 용이하도록 하였다. Y축과 Z축은 볼스크류&M가이드를 채용하여 서보모터를 이용한 동기제어를 통해 정밀하고 신속한 가공이 가능하며, 블레이드 좌우 측면의 곡면 가공을 효과적으로 수행할 수 있다.

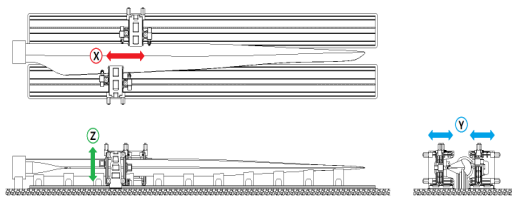


Fig. 3 Diagram of dual column trimming module

Fig.4에는 듀얼 컬럼 방식 트리밍 모듈의 완성된 모델을 나타내었다. Y축은 동일한 컬럼의 양면으로 장착된 새들을 위치제어하여 컬럼이 X축으로 이송하면서 서로 다른 두 지점을 순차적으로 용이하게 황삭, 정삭가공을 수행할 수 있도록 되어 있다. 선행하는 새들에 장착된 5축 툴링헤드가 블레이드 양측면에 돌출된 핀을 커팅한 후 후행하는 새들에 장착된 5축 툴링헤드가 그라인딩을 하는 방식이다.

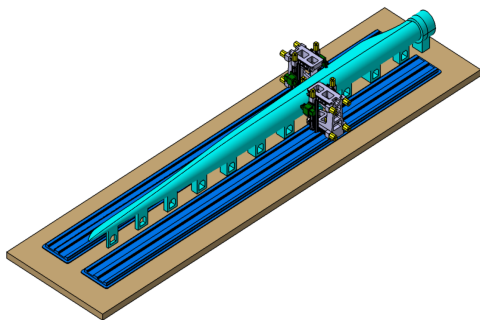


Fig. 4 3D modeling result of dual column type trimming module

레이의 길이 또는 폭만 변경하여 설치하면 다양한 크기의 블레이드 가공에 대응이 가능하고 추가적인 컬럼 모듈을 설치하거나 단위 컬럼 모듈만으로도 시스템 구성이 가능하므로 다양한 공정설계에 유리하다. 또한, 각각의 새들에 장착된 툴링헤드가 개별적인 이송 및 회전수로 가공이 가능하므로 가공시간 또는 공정을 줄여 생산성을 향상시킬 수 있다는 장점이 있다. 한편, 한 번의 X축 이송으로 블레이드 양측면의 황삭과 정삭이 가능하므로 에너지 절감 및 전체 절삭 가공 속도의 향상을 기대할 수 있다.

3. 결론

대형 블레이드의 트리밍 공정을 기존 수작업 형태에서 자동화로 전환하여 생산 시간을 단축하고, 절삭시 발생하는 분진으로 인한 열악한 작업환경을 개선할 수 있는 듀얼 컬럼 방식의 트리밍 모듈을 모델링했으며 향후 제작 및 조립을 통하여 성능을 평가, 분석하여 검증할 예정이다.

참고문헌

1. 김명진, “풍력 발전기용 블레이드의 설계에서 제작까지,” 설비저널, 38, 21-28, 2009.