

## 해상 풍력발전단지 조성에 따른 레이더 전파간섭 저감 기술동향

김영달<sup>1</sup>, 정윤미<sup>1</sup>, 이대동<sup>1,a</sup>

<sup>1</sup> 한밭대학교 전기공학과

### Technical Trend of Radar Radio Interference Reduction Relating to Construction of the Offshore Wind Farm

Young-Dal Kim<sup>1</sup>, Yun-Mi Jeong<sup>1</sup>, and Dae-Dong Lee<sup>1,a</sup>

<sup>1</sup> Department of Electrical Engineering, Hanbat National University, Daejeon 305-719, Korea

(Received February 24, 2014; Revised March 18, 2014; Accepted March 24, 2014)

**Abstract:** The wind power generation is an eco-friendly clean energy that produces almost zero CO<sub>2</sub> emission, and has a good economic feasibility. As for the location, the installation of large turbines and construction of large-scale wind farm is easier on the offshore than on the land. In Korea, it is inevitable to generate offshore wind power through the offshore wind farm, and the radio interference of larger wind power generators and offshore wind power farm to broadcasting, communication and radars is becoming a core issue for constructing the offshore wind farm. In this study, the wind power generation status and rotor blade technology trend were presented, along with the technical trend of radar radio interference reduction relating to construction of the offshore wind farm.

**Keywords:** Offshore wind farm, Radar radio interference, Stealth composite materials

#### 1. 서론

세계 각국은 에너지 환경, 안보 및 경제에 능동적으로 대처하기 위해 경쟁적으로 신재생에너지 개발에 국가적인 역량을 집중하고 있다. 그 중 그림 1과 같이 기술력과 경제성이 우수하고, CO<sub>2</sub>의 발생량이 적은 풍력발전분야의 참여 비중이 점점 확대하고 있는 추세이다. 또한, 2010년 전세계 전기에너지 소비량 중 2.4%가 풍력에너지로 공급되고 있으며, 2020년에는 15.1%의 비율로 확대될 것으로 전망하고 있을 뿐만

아니라 유럽의 풍력발전 선진국이라고 하는 독일, 스페인, 덴마크 및 영국 등에서는 신재생에너지 총발전량 중 풍력에너지의 발전비중이 80% 이상을 차지하고 있다 [2].

풍력발전은 육상과 해상으로 분류되고 있으며, 육상 풍력은 양호한 입지의 고갈과 민원의 증가로 인하여 추가적인 입지확보에 어려움이 있어 최근에는 해상풍력 개발이 급신장하고 있다.

해상은 육상에 비해 대형터빈 설치가 가능하며 대단위 풍력단지를 조성하기가 용이하고 해상 풍력발전 시스템의 설치 및 유지·보수 기술이 점점 발전함에 따라 향후 해상 풍력발전 분야가 주축이 될 것으로 전망되고 있다. 우리나라도 국제적인 풍력발전 분야에 부응하기 위해서 2010년도에 지식경제부는 '국내 해상풍력 중형 발전플랜트 타당성 조사연구'에서 서해안에 2.5 GW 용량의 대단위 해상풍력단지를 조성하는

a. Corresponding author: ldd77@hanbat.ac.kr

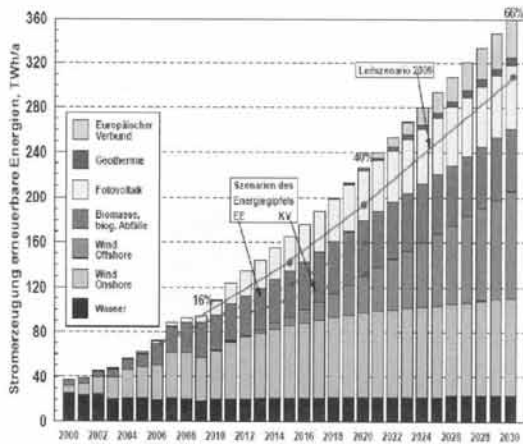


Fig. 1. Current state of wind power generation [1].

것을 골자로 해상풍력로드맵을 발표하였다 [3].

현재 국내 풍력발전의 경우 해상 풍력단지를 통한 해상 풍력의 실적 확보가 매우 절실한 상황이며, 풍력발전기의 대형화, 해상 풍력발전 단지화로 인하여 방송이나 통신 및 레이더 이용 등에 의한 전파 간섭이 해상 풍력단지 조성에 핵심 문제로 부상되고 있다.

레이더 송신출력은 일반 무선 지구국 장비보다 매우 크므로 인접 무선통신기기 및 레이더 상호간 간섭 현상이 발생할 수 있고 [4,5], 특히 풍력 발전기는 군 레이더 시스템의 성능을 방해하여 왜곡을 일으키는 설비로서 해상 풍력발전기의 대용량화는 군 레이더 시스템에 군사 표적으로 오인하게 된다 [6]. 실제로 영국의 경우, 풍부한 풍력 자원에도 불구하고 풍력에너지 생산량이 유럽의 타국에 비해 뒤처지고 있는 결정적인 이유는 이러한 레이더 신호 간섭을 일으키는 위치를 피해서 풍력발전 단지 조성을 해야 하는 지역적 어려움 때문이다 [7,8].

국내의 경우 해상풍력의 주요 대상지인 제주도 인근 해안과 서남해안에 2.5 GW 단지를 조성할 경우 이러한 전파 간섭 문제가 심각할 것으로 예상되며 남북이 대치하고 있는 우리나라의 특성으로 볼 때 국내 해상 풍력단지 개발에 있어 큰 걸림돌이 될 것으로 판단되고 있어 이에 따른 전파 간섭을 최소화하기 위한 부품 및 소재 개발에 주력을 다해야 할 것이다.

한국에너지기술평가원은 이러한 대책을 위해 2013년 1월에 ‘에너지 부품·소재·장비’에 대한 기술개발 마스터플랜을 제시하였고 [9], 2013년 2월에 연구과제 제안을 위한 기획연구를 통하여 ‘대형 해상 풍력터빈용 레이더 간섭 저감 기술 개발’에 대한 기획보고서를 발표

하였다 [10]. 따라서 본 논문에서도 풍력발전 기술개발 현황 및 블레이드용 전자파 흡수 소재의 기술개발 현황을 제시하였다. 또한 해상 풍력발전단지 조성에 따른 레이더 전파 간섭 문제를 해결하기 위한 기술동향을 제시하였다.

## 2. 실험 방법

### 2.1 풍력발전 기술개발 현황

2011년 말 기준으로 세계 신재생에너지 발전설비는 1,364 GW이며, 풍력은 17.5%인 238 GW를 차지하고 있으며, 이중 98.3%가 육상 풍력발전으로 설비규모는 233.6 GW인 반면 해상 풍력발전설비는 4.1 GW로 1.7%에 불과했다.

국내 풍력산업은 2011년 말 풍력발전 누적 설비용량이 0.4 GW에 불과했지만 정부는 총 발전량 중 풍력발전 비중을 2010년 0.2%에서 2020년 9.4%로 증대시킬 계획에 있으며 풍력산업을 제2의 조선 산업으로 육성하여 2030년까지 풍력산업에 핵심적으로 필요한 풍력발전기 공급 비중을 현재의 0.5%에서 20%로 확대하는 목표를 설정했다. 또한, 2019년까지 10.2조원의 민관 합동투자로 2.5 GW 규모의 해상풍력단지를 개발하여 세계 3대 해상풍력 강국 진입을 추진하고 정부의 적극적인 투자계획과 신재생에너지공급의무화 제도인 RPS (renewable portfolio standard)의 시행으로 향후 국내 풍력발전시장이 활성화될 전망이다.

유럽의 경우 2020년까지 신재생에너지 보급목표를 전체에너지 대비 20%, 전력대비 35%로 이중 전력목표의 1/3에 해당되는 12%를 풍력으로 대치한다는 계획 하에 여러 가지 연구를 수행하고 있으며, 앞선 기술을 가지고 있는 제조사들은 5~7 MW급 모델의 실증을 완료한 후 유럽 해상풍력단지에 설치 중에 있다.

미국의 경우는 에너지부를 중심으로 2030년까지 전력의 20%를 풍력으로 담당한다는 ‘20% Wind Scenario’를 부시 행정부가 공표한 바 있으며, 이를 달성하기 위해 NREL을 중심으로 Wind Energy Technology Program을 운영 중에 있으며, GE사와 Clipper사는 10 MW 이상 초대형 제품의 개념설계를 진행 중이다 [11].

전세계 풍력발전 시스템 제작사들이 목표로 삼고 있는 가장 우선적인 개발목표는 에너지 생산단가의 저감이다. 이유로는 풍력발전기의 주 수요계층인 발전사업자들이 가장 관심을 갖고 있는 항목이 바로 경제성이기 때문이다.

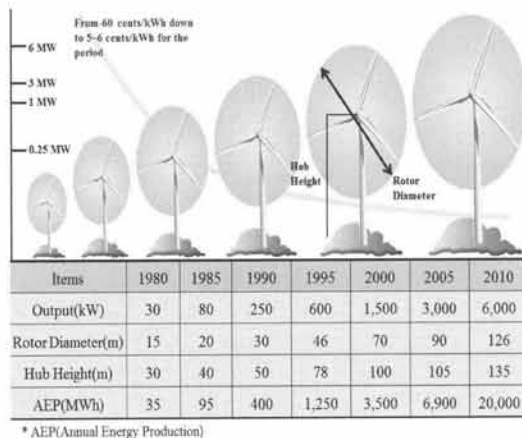


Fig. 2. Enlargement trend of commercial wind power generation plant [12].

이를 위해 대형화 추세는 발전단가 저감을 위한 노력의 일환이며 그림 2와 같이 최근 해상 풍력발전지의 확대와 더불어 가속화되고 있는 추세에 있다. 국내에서 풍력발전 설비에 대한 체계적인 기술개발은 1990년대 초 정부지원으로부터 시작되었다.

2001년 초에 시작된 2종의 750 kW급을 출발점으로 본격적인 상업용 풍력발전설비 기술을 개발하였으나, 2001년 이전에 수행된 과제들은 기술적·경제적 한계로 상용화에 실패하였다. 그럼에도 불구하고 풍력발전설비의 개발은 정부지원으로 1990년대에는 한국화이버에서, 2000년대에는 효성과 유니슨 등이 750 kW급을 시작으로 2 MW급까지 정부지원으로 개발을 수행하였다.

또한, 두산중공업은 2006년부터 3 MW급 해상용 풍력발전장치를 개발하였고, 2008년 이후 현대 로템의 2 MW급과 효성 5 MW급을 개발하였다. 한진산업은 독일 전문업체로부터 설계 및 부품을 도입하여 1.5 MW급을 조립·제작하여 상업운전을 수행하고 있다.

2007년부터 현대중공업과 삼성중공업은 정부지원 없이 독자적인 R&D 투자로 상업용 수 MW급 풍력발전설비를 개발하였으며, 삼성중공업은 2012년 말에 스코틀랜드 정부와 MOU를 체결하여 자체개발로 7 MW급 풍력발전설비의 사이트를 구성할 예정이다.

현재 국내 풍력산업 발전에 기여를 하고 있는 기업으로는 두산중공업 (3 MW 인증완료), STX (해외 윈천기술업체 인수, 2 MW급 개발완료), 유니슨 (750 kW급, 2 MW 형식인증 취득 및 3 MW 개발 중),

한진산업 (1.5 MW급 개발, 생산 중), 현대중공업 (1.65 MW급 생산 중, 2.5 MW 및 5 MW급 개발 중), 효성 (750 kW급, 2 MW급 형식 인증, 5 MW급 개발 중), 삼성 (7 MW급 실증 중) 등이 있다. 이와 같은 기술 축적으로 국내 풍력발전시스템은 2011년에 세계시장 진입을 시작으로 2020년 세계 5위, 2030년 세계 1위의 시장주도국이 목표이다. 이러한 목표를 설정한 이유로는 풍력발전시스템은 자동차, 조선과 유사한 우수한 중공업 인프라를 보유하고 있어 국내 적용 및 수출산업으로의 육성이 가능하기 때문으로 판단하고 있다.

## 2.2 블레이드 기술 개발 동향

로터 블레이드는 바람에너지를 기계에너지로 변환시키는 장치로 풍력발전기 성능에 중요한 영향을 주고 있으며, 공기역학 기술이 상당히 중요하게 적용됨으로 블레이드의 설계가 매우 중요하다. 그러나 고장이 발생할 경우 현장 수리가 매우 어렵고 비용이 많이 들어가기 때문에 우수한 품질을 요구하고 있다.

또한, 블레이드는 설계 해석만으로 완전하지 않기 때문에 경험적 기술이 상당히 축적되어야 하는 분야이며 설계와 생산 공정 및 시설 등이 서로 영향을 주게 됨으로 블레이드의 성능에 큰 영향을 주는 것으로 알려져 있다.

풍력터빈의 대형화의 가능성을 열어준 분야가 블레이드 기술 분야로 경량이면서 구조적으로 안정된 대형화 기술이 오늘날 대형 풍력터빈의 상용화에 앞장서게 되었다.

2차 세계대전 이후 군사 및 항공우주 분야에서 급속하게 발전된 복합재료기술이 복합재 블레이드의 개발을 가능하게 하였으며, 최근 블레이드 기술의 연구 개발 지향점은 신뢰성, 경량, 고강성화, 공기역학적인 효율의 증대 등에 있다. 이러한 여러 가지 특성을 만족하기 위해서는 구성 재료의 고성능화, 효율적인 설계기술 개발, 시험기술의 개발 등이 뒷받침되어야 할 것이다.

재료의 구성 중에서 주요 재료인 열경화성 수지의 성형공정의 효율화와 기계적 특성의 향상을 위한 연구가 진행되고 있으며, 강화섬유의 고강도 및 고강성화가 역시 필요하다. 최근에는 기존의 유리섬유보다는 풍력터빈의 설계요건에 맞는 풍력 블레이드용 유리섬유를 개발하여 적용하고 있으며, 또한 물리적 특성이 우수한 탄소섬유의 적용을 위하여 다각도로 연

구개발이 진행되고 있다.

시장측면에서 볼 때 블레이드가 전체시스템에서 차지하는 가격적인 비율이 약 20% 내외가 되므로 시스템 전체의 가격을 좌우하는 핵심부품으로 취급될 수밖에 없다. 이러한 기술적 보안 유지 및 경제적인 상황 때문에 주요 메이저 제조사에서는 In-house 개발과 자회사 제조라는 구도를 유지하고 있다.

### 2.3 블레이드용 전자파 흡수 소재의 기술개발 및 시장 동향

우리나라의 경우 3면이 바다로 형성되어 해상 풍력 발전을 위해 좋은 입지조건을 가지고 있으나 남과 북이 대치하고 있는 상황에서 군사적인 문제를 소홀히 할 수 없기 때문에 육상이든 해상이든 풍력발전 단지를 조성하기가 매우 어려운 상황에 처해 있다. 하지만 미래를 위한 전력산업의 발전을 위해서는 그에 따른 기술 확보가 필수적이라 하겠다.

블레이드 회전반경은 2~3 MW급일 경우 직경이 80~112 m, 5 MW급은 125 m, 8~10 MW급일 경우 160 m 정도로 Airbus A380의 경우 날개폭이 80 m인 경우와 비교할 때 2배가 되는 크기이다. 이와 같이 대형화된 블레이드는 그림 3과 같이 전파를 교란시킬 수 있기 때문에 그림 4와 같이 그에 따른 전파영향평가의 필요성이 크게 대두되고 있는 실정이다.

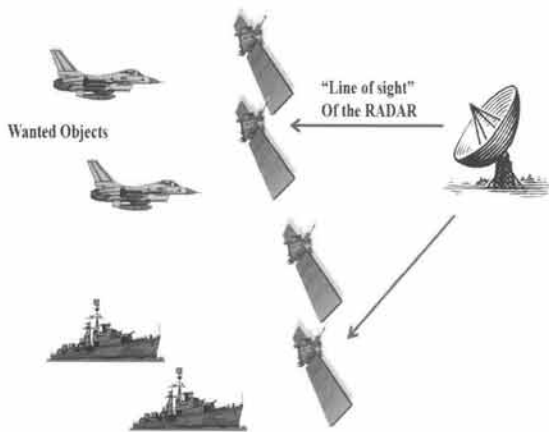


Fig. 3. Conceptual diagram of radar radio interference effects [10].

한국기계연구원에서 발표한 자료에 의하면 풍력발전기에서 부분별 레이더 신호 간섭 기여도는 타워에

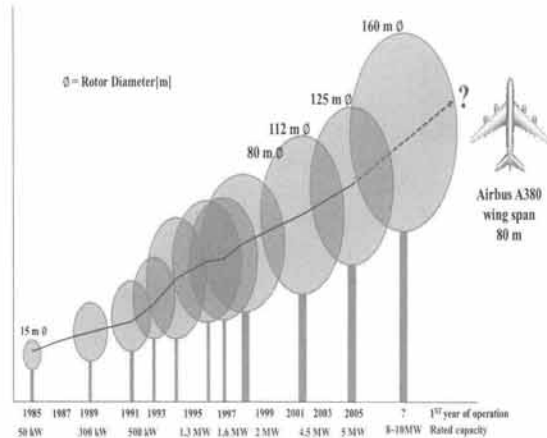


Fig. 4. Necessity of radio impact assessment [10].

서 75%, 블레이드에서 20%, 나셀에서 4% 순으로 나타나고 있으나 타워는 정적인 전파신호만 간섭이 일어나며, 블레이드는 정적과 동적으로 전파 신호 간섭이 일어나기 때문에 가장 문제가 되는 것은 타워보다 블레이드라고 볼 수 있겠다. 또한, 나셀은 크기와 내부의 기계요인에 의한 산란이 발생하기 때문에 타워보다 문제가 더 크다는 것으로 보고되었다 [11]. 그러므로 전파 간섭 최소화 난이도는 블레이드, 나셀 그리고 타워 순으로 볼 수 있으며, 이에 따른 전파 흡수 복합재 풍력블레이드의 기술 개발이 필요하다.

레이더는 전파에너지 펄스를 쏘아 보낸 뒤 목표물에 부딪혀서 되돌아오는 시간을 측정함으로써 목표물의 위치, 속도 등을 판단하는 강력한 탐지 및 추적 센서 시스템이다. 레이더 반사 단면적은 목표물이 레이더 전파를 얼마나 잘 반사시키는가를 나타내는 척도로서 목표물과 동일한 반사강도를 갖는 구의 단면적 크기로 정의된다.

Radar Stealth를 위해서는 레이더 반사 단면적을 최소화할 수 있어야 하며, 전파를 받는 표면이 레이더 전파에 대해서 최적 경사 각도를 갖도록 설계되어야 하고, 레이더 전파를 흡수하기 위해 전파흡수 재료들로 코팅하거나 구성품 자체를 전파흡수 구조체로 제작하여야 한다.

전파흡수 재료를 설계하는 방법으로는 그림 5 및 그림 6과 같이 입사된 전자파가 전파흡수재료 표면에서 일부 반사하고 나머지는 전파흡수재료 내부로 입사하여 반사되어 나오도록 임피던스를 조절하는 공진형과 임피던스 값이 재료 표면에서부터 안쪽으로 갈수록 점차 감소하도록 설계하는 임피던스 경사형이 있다 [13].

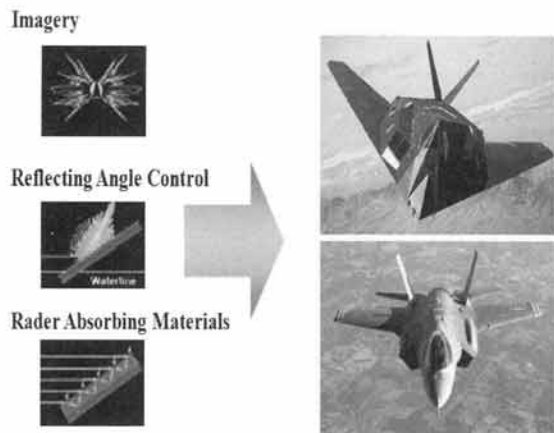


Fig. 5. Principles of radar stealth [13].

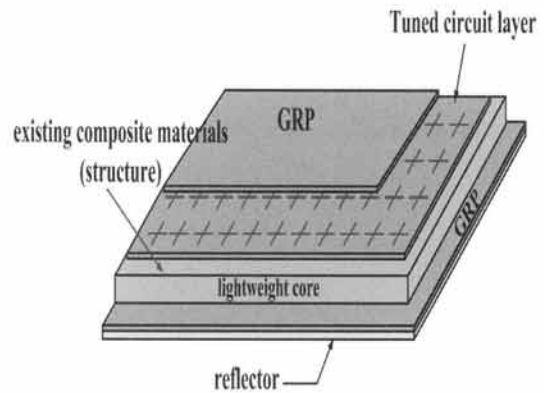


Fig. 7. Structure of radar absorbing composite materials [10].

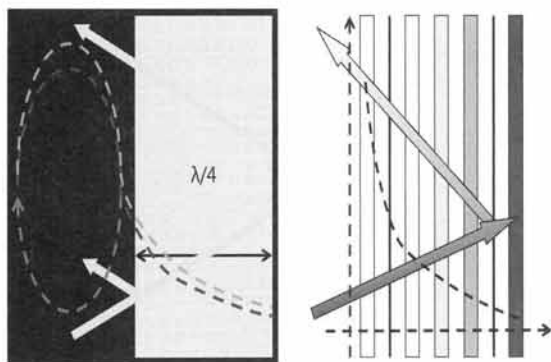


Fig. 6. Design principle of radio absorbing materials [13].

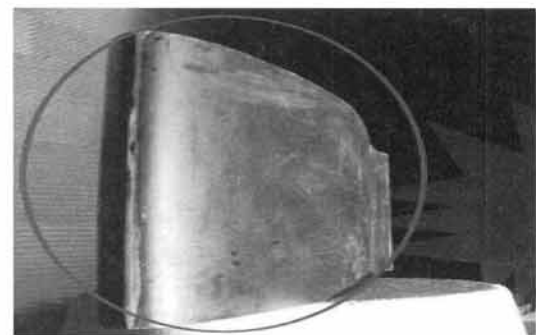


Fig. 8. Sample of stealth composite materials Blade.

한국기계연구원에 의하면 레이더 간섭으로 인한 풍력발전단지 건설 보류 현황으로 2010년 현재 전세계 풍력발전 용량 120 GW 중 약 9 GW가 레이더 간섭 문제로 중단되었으며, 2011년 현재 전세계적으로 약 20 GW의 풍력 자원이 레이더 간섭문제에 직면하고 있다고 한다. 이와 같이 블레이드는 군사 작전지역에서 레이더 전파를 반사하기 때문에 군 작전에 많은 혼란을 주게 되므로 Radar Stealth를 위한 소재 개발이 활발하게 이루어지고 있다.

해외에서는 이러한 문제들을 해결하기 위한 Stealth 풍력발전기 기술개발 현황으로는 2011년 덴마크의 Vestas사는 영국 Qinetiq와 공동으로 Stealth 기술을 적용한 3 MW급 발전기 (VESTAS V90)의 실증 평가를 완료하였으며, EU의 R&D 프로그램인 Frame Work 7에서는 2009년부터 OSGRAM Project를 통하여 레이더 간섭 최소화를 위한 그림 7의 풍력발전용

전파 흡수 소재 (rader absorbing material, RAM)를 개발하고 있는 것으로 보고되고 있다 [10].

국내에서는 2008년 7월부터 2011년 10월까지 한국기계연구원 재료연구소의 김진봉 박사는 지식경제부의 신재생에너지 원천기술 개발사업의 일환으로 '레이더 흡수 풍력 블레이드 원천기술 개발'을 수행하였다. 이 연구에서는 특정한 전기적 특성을 갖는 탄소나노 소재로 제작된 시트를 블레이드의 표면에 추가해 레이더 신호를 흡수시켜 열로 바뀌도록 했다. 이는 기존의 블레이드 제작 공정을 그대로 활용할 수 있어 추가적인 비용 부담을 최소화하기 위한 것이다. 그림 8은 스텔스 복합재 블레이드 샘플이다.

블레이드는 3 MW급일 경우 하나의 무게가 10톤 정도이며 블레이드 깃 끝이 시속 250 km의 속도로 돌아가기 때문에 에어포일의 모양이 흐트러지면 전체 풍력발전기 성능에 지장을 줄 수 있다. 또한 무게가 늘어나면 내부 부품에 부담이 가중되기 때문에 가벼운 소재를 채택해야 하는 특성이 있다.

또한 '블레이드는 풍력발전기의 모든 출력과 하중의 근원이 되는 핵심부품으로 고효율, 경량화 특성을 가져야 한다'며 '이번에 개발된 기술은 블레이드의 모양이나 중량 등에 영향을 미치지 않고 레이더 신호를 흡수할 수 있다'고 보고되었다.

개발한 특수 시트는 표면 두께 0.21~0.22 mm, 밀도 1.6 g/cm<sup>3</sup>인 얇고 가벼운 복합소재로 만들었다. 실험 결과 기존 블레이드가 레이더를 100% 반사시킨 반면, 이 시트를 적용한 블레이드는 표면으로 입사하는 레이더의 99% 이상을 흡수하는 것으로 나타났다.

### 3. 결과 및 고찰

레이더 간섭 저감기술의 핵심은 레이더 흡수 소재 개발과 응용기술 적용에 의한 레이더 간섭 저감형 블레이드의 개발이다.

전파환경 평가를 위한 관련법으로는 군사기지 및 군사시설 보호법 (2009.9.10.) 제9조 (보호구역에서의 금지 및 제한), 군용전기통신법 (2010.3.17.) 제8조 (장애물의 제거 등) 및 합참 규정 제17조 (군 전파영향평가 업무) 1항과 4항에서 전파관련 사항이 있으며, 특히 풍력발전단지는 군사보호구역 외 지역이라도 영향평가를 실시해야 한다고 법제화되어 있다.

이와 같은 관련법에 위배되지 않기 위해서는 기본 설계 이전의 사업 타당성 검토 단계부터 정부 및 지방자치단체를 거쳐 국방부 (합참)에서 제시하는 전파환경평가를 받아야 한다 [14].

해상 풍력발전의 보급이 확대됨에 따라 레이더 기지에서 발사하는 전자파가 풍력 블레이드로 인해 간섭 현상이 발생할 것으로 예측 하고 있기 때문에 레이더 간섭 저감을 기술이 요구되고 있으며, 이에 따른 시장이 점진적으로 증대될 것으로 예상되고 있다.

영국 방위사업청에 따르면 영국 해상 풍력발전단지 구축과정에서 전체 단지개발 제안 건수의 25%에 해당하는 해상 풍력발전단지가 레이더 간섭 영향으로 국방부의 반대로 무산될 가능성이 있다고 하였다.

또한, 덴마크 Vestas V90에 적용한 레이더 간섭 저감 기술의 경우 기존 전체 시스템 비용의 10%에 해당하는 추가 비용이 발생한 사례를 감안하여 레이더 간섭 저감기술이 적용된 해상 풍력발전 시장 규모를 산정 시 2015년 4,312억 원에서 2025년 1억 1,451억 원으로 관련 시장이 확대될 것으로 전망하고 있으며, 연도별 시장 규모와 수출 전망을 구체적으로 제시하였다 [10].

국내에서는 해상 풍력발전단지 예상 후보군의 경우 도 분단국가의 특수성을 감안할 때 레이더 간섭 문제가 향후 중요하게 부각될 것으로 예상되며, 해상풍력의 설치 조건이 유리한 서/남해안에 다수의 레이더 기지가 분포되어 있는 국내 여건을 감안해 볼 때 영국과 유사한 25% 정도의 영역에서 레이더 간섭 영향이 있는 것으로 가정하여 관련 시장을 예측하면 국내 해상 풍력발전 시장은 2015년 국내 전체 풍력시장의 절반을 차지할 것으로 가정된다.

이때 설치비 포함 해상풍력발전 설비투자금액의 10%에 해당하는 부가 가치를 레이더간섭 저감기술이 창출한다고 가정하면 2015년에 61억원, 2025년에 92억원으로 관련 시장이 점진적으로 확대될 것으로 예상되고 있다.

### 4. 결론

풍력발전 산업은 환경에 큰 영향을 주지 않고 CO<sub>2</sub>의 발생이 거의 없는 청정에너지로서 전세계적으로 각광을 받는 분야이지만 우리나라의 풍력발전단지 조성은 환경적·사회적인 제약으로 인해 많은 어려움이 발생하고 있다.

해상 풍력단지는 육상에 비해 대단위 풍력단지를 조성하기가 용이하여 향후 해상 풍력발전 분야가 주축이 될 것으로 전망되고 있지만 풍력발전기의 대형화로 인한 레이더 전파 간섭이 해상 풍력단지 조성에 핵심 문제로 대두되고 있다. 이러한 어려운 상황에도 불구하고 정부의 적극적인 투자계획과 RPS 제도의 시행으로 향후 국내 풍력발전시장이 활성화될 전망이다. 따라서 해상 풍력발전단지의 대형화 조성을 위해서는 풍력터빈 블레이드 구성 재료의 고성능화, 효율적인 설계기술 개발 및 시험기술의 개발 등이 뒷받침되어야 할 것이다. 또한 Radar Stealth를 위한 블레이드 복합재 개발로 인하여 레이더 전파 간섭을 최소화 하면 대형 풍력터빈의 상용화를 이룰 수 있을 것이다. 아울러 국방부와의 사전 협의를 통해 군사 관련법에 대한 규제를 해결하고 성능이 우수한 풍력발전기용 부품·소재를 개발한다면 오히려 위기 요소를 기회 요소로 전환하는 계기가 될 것으로 판단된다.

## REFERENCES

- [1] Siemens Wind Power APAC Offshore, 'Offshore Wind - The answer to Germany's green ambitions?', February, 25, 2013.
- [2] GWEC Report, 2011.
- [3] Ministry of Knowledge Economy, 'Offshore Wind Power Reform Road Map', 2010.
- [4] MIL-STD-469B, 'Department of Defense Inter Face Standard for Radar Engineering Interface Requirements, Electromagnetic Compatibility', 1996.
- [5] MIL-STD-461E, 'Department of Defense Inter Face Standard: Requirements for the Control of Electromagnetic Interference Characteristics of Subsystems and Equipment', 1999.
- [6] K. K. Park, H. C. Chin, K. T. Kim, H. T. Kim, and J. B. Kim, *The Journal of Korean Institute Electromagnetic Engineering and Science*, 23, 4 (2012).
- [7] G. J. Poupart, 'Wind Farms Impact on Radar Aviation Interests - Final Report', QinetiQ Final Report, 2003.
- [8] J. Pinto, J. C. G. Matthews, and G. C. Sarno, *Stealth Technology for Wind Turbines, IET Radar Sonar Navig.*, 4, 1 (2010).
- [9] Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning, 'Energy Part, Material and Equipment Technology Development Master Plan', 2013.
- [10] Planning report, 'Radar Interference Mitigation Technology Development for Large Offshore Wind Power Turbines', Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning, 2013.
- [11] BERR Report, 'Stealth Technology for Wind Turbine', 2007.
- [12] Bundesverband Windenergie, 2011.
- [13] G. H. Kim, Review on Stealth Technologies and Radar Absorbing Materials, *Trend in Metals & Materials Engineering*, 19, 4 (2006).
- [14] H. H. Sun, 'Wind Power Generator Installation and Military Radio Environment Evaluation' (Joint Chiefs of Staff, 2013)