

타공 패널의 다공률에 따른 에너지 하베스팅에 관한 연구

A Study on the Energy Harvesting according to the porosity of Perforated Panel

박하준¹ · 이민협² · 유무영^{3*}

Park, Ha-Jun¹ · Lee, Min-Hyup² · Yoo, Moo-Young^{3*}

Abstract : As the available resources are gradually depleted, interest in renewable energy is increasing. Various energy harvesting technologies are emerging, and energy harvesting using solar, solar, and wind power is used in the highest range. Depending on the abnormal climate, solar heat and solar power differ in energy harvest, but the wind is fixed compared to the sun. Therefore, it was intended to maximize the effect of energy harvesting by using the venturi effect, which has a change in wind speed according to the turbine used for wind power generation and wind pressure. Therefore, in this paper, we want to see the difference in the amount of power generated by the turbine after increasing the wind speed using the venturi effect.

키워드 : 벤츠크리 효과, 터빈, 발전량

Keywords : venturi effect, turbine, power generation

1. 서론

1.1 연구 목적

전 세계적인 자원고갈에 따라 재생 가능 에너지와 에너지 하베스팅에 관심이 상승하고 있다. 재생가능 에너지란 자연적인 과정을 통해 지속적으로 생성되는 에너지이고, 환경에 해를 끼치지 않거나 그 영향을 최소화하는 에너지를 수확 방법을 말한다. 재생 가능 에너지의 종류로는 태양, 풍력, 수력, 지열 등이 있다. 재생 가능 에너지와 비슷한 의미의 에너지 하베스팅은 태양광, 태양열, 풍력뿐만 아니라 압력, 정전기, 등까지 사용하며 그 범위가 확대된 에너지 수확 방법이다. 즉 재생 가능 에너지와 에너지 하베스팅은 모두 버려지는 힘을 재사용하여 전력을 생성하는 것에 초점이 맞추어져 있으며, 이런 기술들이 미래의 에너지 생산을 책임진다고 판단하였다.

이에 본 연구에서는 이러한 에너지 수확 기술들의 발전에 초점을 맞추고, 자연 현상을 이용하여 에너지 수확의 효율을 늘리는 것을 목적으로 하였다. 기후 상태에 크게 의존되는 태양광, 태양열 등에 비해 풍력은 특정 장소에서는 항상 일정하기 때문에 연구 대상으로 설정하였다. 또한 물이나 바람 같은 유체가 특정 물체 주위를 흐를 때 압력 차이로 인해 생기는 자연 현상인 벤츠크리 효과를 활용하여 풍속을 증가시켜 강력한 바람을 생성하고자 하였고, 풍속을 증대시킨 후 터빈의 회전수를 높여 에너지 효율을 극대화하고자 하였다.

2. 본론

2.1 시뮬레이션 방법

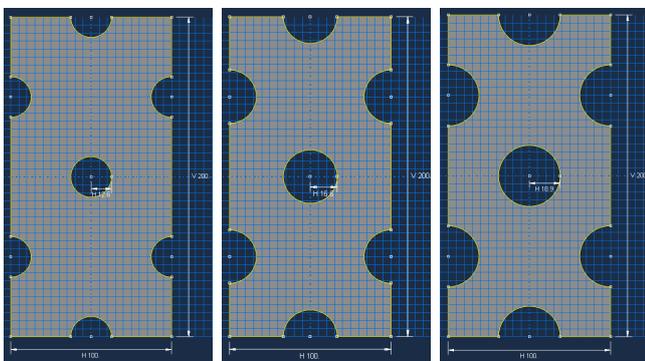


그림 1. 다공률을 이용한 패널 모델링(다공률 40%, 70%, 90%)

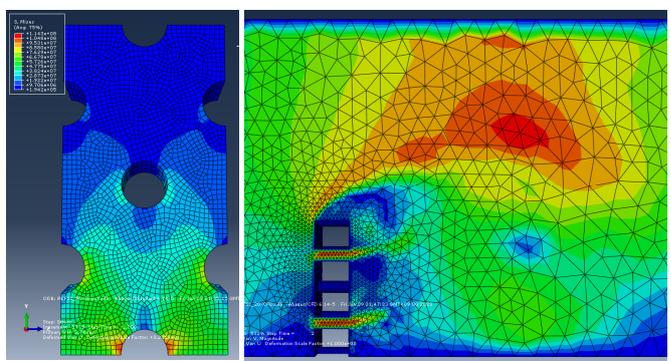


그림 2. Abaqus CFD를 통한 유체 분석

1) 대전대학교 건축공학부, 학사과정
2) 대전대학교 건축공학부, 석사과정
3) 대전대학교 건축공학부, 조교수, 교신저자(myoo@daejin.ac.kr)

풍동 시뮬레이션을 진행하였을 때 다공률 0%~30%에서는 변동이 거의 없고, 다공률 30~40%에서는 패널 이후의 풍속이 감소하는 양상이 보였기 때문에 풍속을 증가시키기 위해서는 패널의 다공률을 40% 이상으로 조정하였다[1]. 다공률은 100×200×50(단위:mm) 크기의 패널에 직경 25.2~37.8(단위:mm)의 구멍을 뚫어 다공률을 조정하였고 여러 개를 합하여 패널을 제작하였다[1]. 패널의 개수는 다공률 40%에서 90%까지 총 6개의 모델을 그림 1과 같이 모델링하고, 추가적으로 패널 뒤에 설치할 터빈과 풍차를 모델링하였다.

패널은 Abaqus CFD를 이용하여 모델링하고 일차적인 유체의 흐름을 그림 2와 같이 분석하였고, 터빈과 풍차는 Rhino를 이용하여 모델링하고 패널과 터빈, 풍차를 하나로 통합하였다. 이후에 Autodesk CFD에 모델을 넘겨 유체의 흐름에 대한 분석을 진행하였다.

2.2 시뮬레이션 조건

풍동 시뮬레이션의 풍속은 5m/s 설정하였고, 패널과 터빈 사이의 거리는 전체적인 크기를 고려해 10cm로 설정하였다. 패널의 재료의 성질과 특성, 밀도 등은 기본적인 값으로 설정했으며[1] 풍력발전기의 형태는 일반적으로 사용되는 3갈래의 형태로 제작하였다.

2.3 시뮬레이션 결과

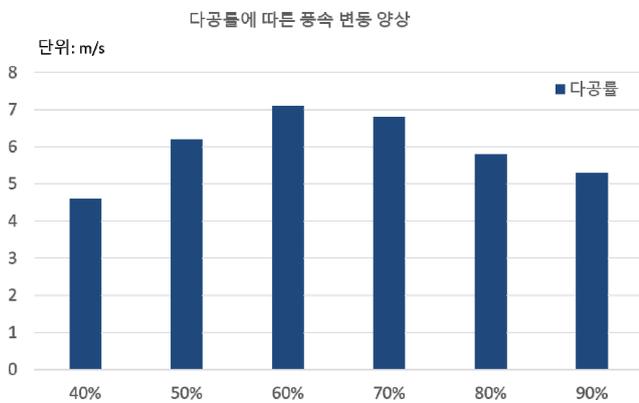


그림 3. 다공률에 따른 풍속 변동 양상

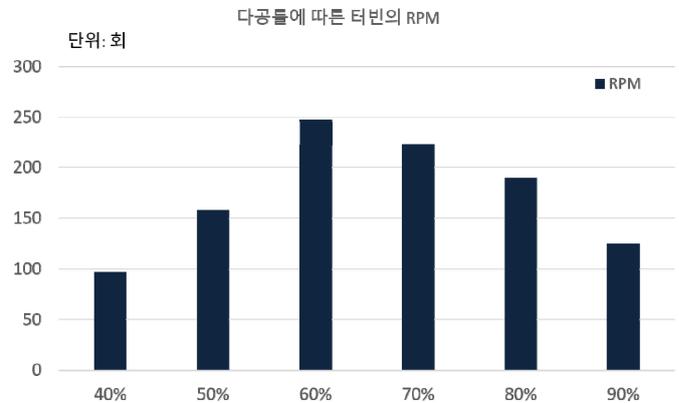


그림 4. 다공률에 따른 터빈의 RPM

시뮬레이션 결과는 그림 3, 그림 4와 같다. 다공률 60%의 패널을 지날 때 풍속이 7.1m/s로 약 40% 상승하는 것을 확인할 수 있었고, 풍속이 강해짐에 따라 풍력발전기의 터빈과 풍차의 분당 회전수(RPM)가 상승하였다. 패널이 없을 때 풍속 5m/s에서의 터빈 회전수는 약 100 RPM이었지만 60%의 다공률을 가진 패널을 지날 때는 약 248 RPM까지 상승하며 약 2.5배 상승한 값을 확인할 수 있었다.

3. 결론

본 연구는 앞으로 다가올 자원고갈 사태에 대비하여 현재 사용 중인 재사용 에너지 기술 중에 풍력발전기를 최대의 전력을 생산해 내기 위해 진행한 실험적연구이다. 보다 실용적이고 확실한 연구를 위해서는 패널과 터빈의 거리, 다공률의 다양한 형태, 바람의 세기, 더 많은 다공률 형태 조정 등 세부적인 것들을 고려해야 하며 많은 연구가 필요하기 때문에 추후 연구를 통하여 개발할 예정이다.

감사의 글

본 논문은 한국연구재단의 개인기초연구사업(과제번호: NRF-2021R1G1A1094487)의 지원을 받아 수행되었음을 밝히며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 박서원. 다공성 매질을 이용한 3차원 방풍 펜스의 풍속 저감에 관한 수치해석적 연구. 서울과학기술대학교 일반대학원. 2021. p. 1-70.
2. Yuan-Lung Lo, Yu-Ting Wu, Chung-Lin Fu, Ying-Chang Yu. Wind load reduction effects on inner buildings by exterior porous façades. Building and Environment. 2020. p. 1-17.