



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년02월28일
 (11) 등록번호 10-1710974
 (24) 등록일자 2017년02월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 F03D 1/06 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
 F03D 1/0641 (2013.01)
 F03D 1/0683 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2016-0049445
 (22) 출원일자 2016년04월22일
 심사청구일자 2016년04월22일
 (56) 선행기술조사문헌
 EP0675285 A1*
 KR1020080063086 A
 KR1020100055871 A
 KR101216252 B1*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
(주)설택
 대구광역시 달서구 성서공단북로65길 29 (갈산동)
 (72) 발명자
김형길
 대구광역시 북구 검단로 50, 103동 1302호 (북현동, 복현서한타운)
김병수
 대구광역시 달서구 선원로37북길 8-9, 201호(이곡동, 로즈빌)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
이구봉

전체 청구항 수 : 총 1 항

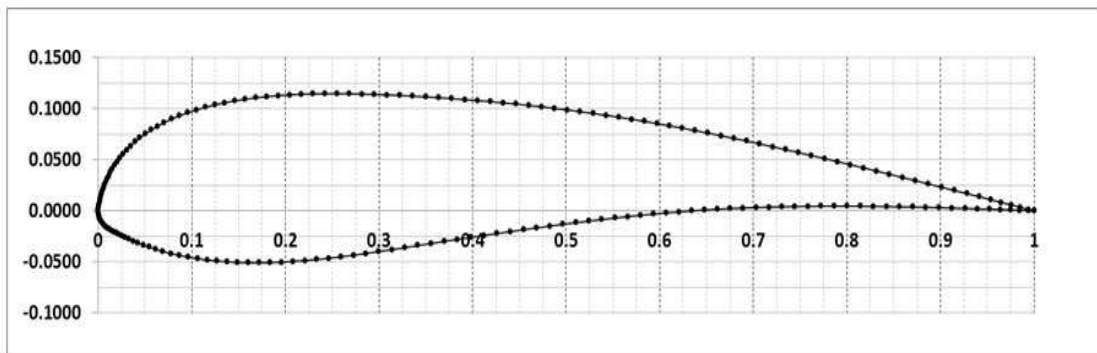
심사관 : 이정혜

(54) 발명의 명칭 수평축 풍력터빈 블레이드 익형

(57) 요약

본 발명은 수평축 풍력터빈 블레이드 익형에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 수평축 풍력터빈 블레이드 익형에 있어서, 상기 블레이드의 끝단 부근에 사용되는 익형(1000)이며, 상기 익형(1000)은 윗면(400)에서 아랫면(500)까지의 최대두께(t)와 앞전(100)과 뒷전(200)을 잇는 직선인 코드(300)의 코드길이(c)의 비율인 최대두께비(t/c) (뒷면에 계속)

대표도 - 도5



c)가 16.32%인 것을 특징으로 하는, 수평축 풍력터빈 블레이드 익형에 관한 것이다.

본 발명에 의한 수평축 풍력터빈 블레이드 익형은 다음과 같은 효과가 있다.

첫째, 블레이드의 끝단(tip) 부근에 사용되는 단면 익형에서 최대두께비를 16.32%를 형성함으로써 구조적 강성을 유지하면서도, 높은 양항비를 갖도록 하여, 풍력발전기에 사용되는 블레이드의 출력 성능을 높일 수 있는 효과가 있다.

둘째, 국내에서는 풍속이 강하지 않은 지역에서도 풍력발전기의 설치가 이루어지고 있는데, 최대 양항비 99~105를 갖도록 하여 이러한 저풍속 지대에서도 효율적으로 힘을 얻을 수 있어 활용도가 높다는 장점이 있다.

(52) CPC특허분류

Y02E 10/721 (2013.01)

(72) 발명자

허광수

대구광역시 달서구 이곡공원로 33, 205동 1003호(이곡동, 성서동서화성타운)

손재훈

대구광역시 달서구 선원로37북길 8-9, 201호 (이곡동, 로즈빌)

김준용

대구광역시 달성군 다사읍 대실역남로 33, 301동 1405호(죽곡청아람리슈빌3단지)

설창우

대구광역시 북구 대천로7길 26, 101동 606호 (읍내동, 현대아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20153030023610

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 에너지기술평가원

연구사업명 산업기술혁신사업(에너지기술개발사업)

연구과제명 수출주도형 100kW 풍력터빈 제어기 국산화개발 및 실증

기여율 1/1

주관기관 (주)선택

연구기간 2015.06.01 ~ 2018.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

수평축 풍력터빈 블레이드 익형에 있어서,

상기 블레이드의 끝단 부근에 사용되는 익형(1000)이며, 상기 익형(1000)은 윗면(400)에서 아랫면(500)까지의 최대두께(t)와 앞전(100)과 뒷전(200)을 잇는 직선인 코드(300)의 코드길이(c)의 비율인 최대두께비(t/c)가 16.32%이고,

상기 익형(1000)은 작동 레이놀즈수($Re = \text{공기밀도} \times \text{풍속} \times \text{코드길이} / \text{공기점성계수}$)가 1,200,000 ~ 1,400,000이며,

상기 익형(1000)의 사용 받음각의 범위는 $-4^{\circ} \sim 16^{\circ}$ 이며, 최대 양력계수는 1.825~1.848, 최소 항력계수는 0.082~0.084의 값을 가지고, 저풍속에서 효율적인 힘을 얻기 위해 최대 양항비(양력/항력) 99~105를 가지며,

상기 윗면(400)과 아랫면(500)의 익형(1000) 두께는, 아래의 표 3과 같이,

코드길이(c) 0.1지점에서 윗면(400)과 아랫면(500)의 익형의 두께는 각각 0.0960, -0.0453이고,

코드길이(c) 0.2지점에서 윗면(400)과 아랫면(500)의 익형의 두께는 각각 0.1135, -0.0502이고,

코드길이(c) 0.3지점에서 윗면(400)과 아랫면(500)의 익형의 두께는 각각 0.1139, -0.0399이고,

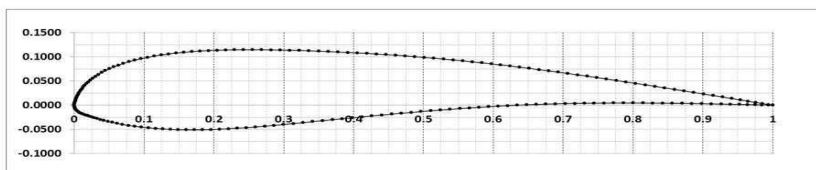
코드길이(c) 0.4지점에서 윗면(400)과 아랫면(500)의 익형의 두께는 각각 0.1089, -0.0260이고,

코드길이(c) 0.65지점에서 윗면(400)과 아랫면(500)의 익형의 두께는 각각 0.0761, 0.0008이고,

코드길이(c) 0.8지점에서 윗면(400)과 아랫면(500)의 익형의 두께는 각각 0.0451, 0.0046이고,

코드길이(c) 1지점에서 윗면(400)과 아랫면(500)의 익형의 두께는 0인 것을 특징으로 하는, 수평축 풍력터빈 블레이드 익형.

표 3



청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 수평축 풍력터빈 블레이드 익형에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 최대두께비(두께/코드길이)를 코

[0001]

드 0.204지점에서 16.32%로 형성하고, 최대 양항비 99~105가 되는 높은 양항비를 갖도록 하여 저풍속 구간에도 효율적으로 발전할 수있는, 수평축 풍력터빈 블레이드 익형에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 인류가 1년에 필요로 하는 전기는 약 14조 와트인데 바람의 에너지를 모두 모으면 약 3,600조 와트로, 1/250만 활용하여도 전력공급이 충분하다. 또한, 에너지 자원으로서는 바람은 무한하며 깨끗하고 값이 싸고 발전비용이 적게 들기 때문에 화석에너지의 대체에너지로 각광받고 있다.
- [0003] 이러한 바람의 에너지를 전기에너지로 바꿔주는 장치가 풍력발전기이다. 즉 불어오는 바람은 풍력발전기의 날개를 회전시키게 되고, 이때 생긴 날개의 회전력으로 전기를 생산하게 되는 것이다. 풍력발전기를 크게 나누면 블레이드, 변속장치, 발전기의 세부분으로 구성된다. 블레이드는 바람에 의해 회전되어 풍력 에너지를 기계적인 에너지로 변환시키고, 변속장치는 블레이드에서 발생한 회전력이 중심회전축을 통해서 변속기어에 전달되어 발전기에서 요구되는 회전수로 높여서 발전기를 회전시킨다. 발전기는 블레이드에서 발생한 기계적인 에너지를 전기 에너지로 변환하는 장치이다.
- [0004] 또한, 풍력발전기는 블레이드의 회전축의 방향에 따라 회전축이 지면에 대해 수직으로 설치되어 있는 수직축 발전기와 회전축이 지면에 대해 수평으로 설치되어 있는 수평축 발전기로 구분할 수 있다. 수평축 발전기는 간단한 구조로 이루어져 있어 설치하기 편리하나 바람의 방향에 영향을 받는다. 수직축 발전기는 바람의 방향에 관계가 없어 사막, 평원에 많이 설치하여 이용할 수 있지만 그 소재가 비싸고 수평축 발전기에 비해 효율이 떨어지는 단점이 있다. 따라서 보편적으로 수평축 풍력발전기의 형태가 널리 사용되며, 바람 방향의 영향을 줄이기 위해 풍향에 따라 공기의 유동방향 쪽으로 블레이드의 회전축을 회전시켜 발전효율을 극대화하게 된다.
- [0005] 이러한 수평축 발전기는 도 1에 도시된 바와 같이, 지면상에 세워지는 고층의 타워(1) 상단에 블레이드(3)를 회동 지지하는 나셀(2)을 회전 가능하도록 설치하고, 나셀(2) 내부에는 증속기, 발전기 및 제어장치를 두어, 블레이드(3)의 회전력이 허브(4)를 거쳐 주축을 통해 발전기에 이르도록 구성된다. 이하 수평축 발전기를 풍력발전기라 한다.
- [0006] 한편, 블레이드(3)는, 도 2에 도시된 바와 같이, 복수의 익형(6) 형상을 스팬방향(길이방향)을 따라 분포시켜 3차원 형상을 얻는데, 이러한 복수의 익형(6) 형상을 사용하는 이유는 풍력발전기의 효율과 구조적 안정성과 연관이 있다. 즉 블레이드(3)의 익근(root)쪽은 블레이드(3)의 공력 특성에서 손해를 보더라도 구조적인 안정성을 위해 익형(6)의 두께비를 크게 설계하고, 블레이드(6)의 팁(tip)쪽에는 두께비가 낮고 샤프한 형상으로 하여 양항비(양력/항력)가 우수한 익형(6)을 사용하는 것이 보통이다. 여기서 유체의 흐름에 수직방향 성분의 힘을 양력(lift, L), 수평방향 성분의 힘을 항력(drag, D)이라 한다. 이 힘들은 익형의 단면 형상뿐만 아니라 유체의 흐름 특성에 의해 그 크기가 변하게 된다.
- [0007] 또한, 익형(6)은 도 3에 도시한 바와 같이 코드(65)를 따라 분포되는 윗면(63, upper surface) 및 아랫면(64, lower surface)이 합쳐져 이루어지며, 익형(6)의 앞부분을 앞전(61, leading edge)라 하고, 뒷부분을 뒷전(62, trailing edge)라 칭한다. 이때, 익형(6)의 최대두께(t) 및 코드 길이(c)는 익형(6)의 성능을 결정짓는 중요한 변수중의 하나로 취급된다. 또한, 최대두께(66)는 코드 길이로 나누어 두께비로 무차원화 하여 사용되는 것이 보통이다.
- [0008] 이와 바와 같이 풍력발전기의 성능 및 효율은 블레이드(3)의 단면을 이루는 각 익형(6)의 형상에 따라 좌우되고, 적절한 익형(6)의 선택은 장기간 운전되는 풍력발전기에 있어서 매우 중요하다.
- [0009] 그러나, 현재 풍력발전기에 사용되는 대부분의 익형(6)은 항공기용으로 개발된 것들이 보통이다. 유체역학적으로 중요한 변수인 레이놀즈수($Re = 밀도 * 코드 길이 * 풍속 / 공기의 점성 계수$)로 예를 들어 보면, 항공기의 경우 운전 조건에서의 레이놀즈수가 6,000,000 정도인데 반하여, 풍력발전기의 경우에는 500,000~1,600,000 사이에 불과하여, 운전조건이 전혀 다른 분야의 익형(6)이 풍력발전기의 블레이드(3) 단면 형상으로 사용됨으로써 상당한 성능 저하를 감수해야만 했다.
- [0010] 더욱이, 풍력발전기의 블레이드(3)는 스팬(길이)이 10m 이상으로 대형이고, 외부 환경의 오염(먼지, 곤충의 시체, 습기, 결빙 등)에 지속적으로 노출되는 반면 청소는 용이하지 아니하여 오염에 따른 성능 저하가 예상됨에도 이러한 영향을 고려하지 않은 채 항공기용으로 개발된 익형(6)을 그대로 사용함으로써 더욱더 고효율 블레이드(3)는 기대할 수 없었다. 이와 관련된 종래기술로 한국등록특허(10-1059784)인 "유전 알고리즘을 이용한 풍력

발전기의 로터블레이드 익형 설계 방법 및 이에 따라 설계된 익형"이 있다.

[0011] 또한, 국내에서는 풍속이 강하지 않은 지역에서도 풍력발전기의 설치가 이루어지고 있는데 이러한 저풍속 지대에서도 효율적으로 힘을 얻기 위한 익형이 기존에는 존재하지 않았다.

선행기술문헌

특허문헌

[0012] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1059784호(공고일자: 2011년08월26일)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명인 수평축 풍력터빈 블레이드 익형이 해결하고자 하는 과제는 다음과 같다.

[0014] 블레이드 끝단(tip) 부근에 사용되는 단면 익형에서 최대두께(t)와 코드길이(c)의 비율인 최대 두께비(t/c)를 16.32%로 형성함으로써 높은 양항비(양력과 항력의 비)를 갖도록 하여, 풍력발전기에 사용되는 블레이드의 출력 성능을 저풍속에서 효율적으로 높일 수 있는 수평축 풍력터빈 블레이드 익형을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0015] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 수평축 풍력터빈 블레이드 익형은, 수평축 풍력터빈 블레이드 익형에 있어서, 상기 블레이드의 끝단 부근에 사용되는 익형이며, 상기 익형은 윗면에서 아랫면까지의 최대 두께(t)와 앞전과 뒷전을 잇는 직선인 코드의 코드길이(c)의 비율인 최대두께비(t/c)가 16.32%인 것을 특징으로 한다.

[0016] 또한, 상기 익형은 작동 레이놀즈수($Re = \text{공기밀도} * \text{풍속} * \text{코드길이} / \text{공기점성계수}$)가 1,200,000 ~ 1,400,000인 것을 특징으로 한다.

[0017] 또한, 상기 익형의 사용 받음각의 범위는 $-4^{\circ} \sim 16^{\circ}$ 이며, 최대 양력계수는 1.825~1.848, 최소 항력계수는 0.082~0.084의 값을 가지고, 저풍속에서 효율적인 힘을 얻기 위해 최대 양항비(양력/항력) 99~105를 가지도록 한다.

[0018] 또한, 상기 윗면과 아랫면의 익형 두께는, 코드길이 0.1지점에서 윗면과 아랫면의 익형의 두께는 각각 0.0960, -0.0453이고, 코드길이 0.2지점에서 윗면과 아랫면의 익형의 두께는 각각 0.1135, -0.0502이고, 코드길이 0.3지점에서 윗면과 아랫면의 익형의 두께는 각각 0.1139, -0.0399이고, 코드길이 0.4지점에서 윗면과 아랫면의 익형의 두께는 각각 0.1089, -0.0260이고, 코드길이 0.65지점에서 윗면과 아랫면의 익형의 두께는 각각 0.0761, 0.0008이고, 코드길이 0.8지점에서 윗면과 아랫면의 익형의 두께는 각각 0.0451, 0.0046이고, 코드길이 1지점에서 윗면과 아랫면의 익형의 두께는 0인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0019] 본 발명에 의한 수평축 풍력터빈 블레이드 익형은 다음과 같은 효과가 있다.

[0020] 첫째, 블레이드의 끝단(tip) 부근에 사용되는 단면 익형에서 최대두께비를 16.32%를 형성함으로써 구조적 강성을 유지하면서도, 높은 양항비를 갖도록 하여, 풍력발전기에 사용되는 블레이드의 출력 성능을 높일 수 있는 효과가 있다.

[0021] 둘째, 국내에서는 풍속이 강하지 않은 지역에서도 풍력발전기의 설치가 이루어지고 있는데, 최대 양항비 99~105 를 갖도록 하여 이러한 저풍속 지대에서도 효율적으로 힘을 얻을 수 있어 활용도가 높다는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 배경기술에 의한 풍력발전기를 간략히 도시한 사시도.

도 2는 도 1에 있어서 블레이드 및 익형을 간략히 도시한 개념도.

도 3은 도 2의 익형을 간략히 도시한 단면도.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 수평축 풍력터빈 블레이드 익형을 간략히 도시한 단면도.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 수평축 풍력터빈 블레이드 익형의 형상(profile)을 나타낸 그래프.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 수평축 풍력터빈 블레이드 익형에 있어서 레이놀즈수가 120만일때 받음각에 따른 양력계수를 나타낸 그래프.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 수평축 풍력터빈 블레이드 익형에 있어서 레이놀즈수가 120만일때 받음각에 따른 항력계수를 나타낸 그래프.

도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 수평축 풍력터빈 블레이드 익형에 있어서 레이놀즈수가 120만일때 받음각에 따른 양항비를 나타낸 그래프.

도 9은 본 발명의 일실시예에 따른 수평축 풍력터빈 블레이드 익형에 있어서 레이놀즈수가 140만일때 받음각에 따른 양력계수를 나타낸 그래프.

도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 수평축 풍력터빈 블레이드 익형에 있어서 레이놀즈수가 140만일때 받음각에 따른 항력계수를 나타낸 그래프.

도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 수평축 풍력터빈 블레이드 익형에 있어서 레이놀즈수가 140만일때 받음각에 따른 양항비를 나타낸 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있도록 바람직한 실시예를 상세히 설명한다. 다만, 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명함에 있어, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 유사한 기능 및 작용을 하는 부분에 대해서는 도면 전체에 걸쳐 동일한 부호를 사용한다.
- [0024] 덧붙여, 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 연결 되어 있다고 할 때, 이는 직접적으로 연결 되어 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 간접적으로 연결 되어 있는 경우도 포함한다. 또한, 어떤 구성요소를 포함 한다는 것은, 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.
- [0026] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 수평축 풍력터빈 블레이드 익형을 간략히 도시한 단면도이며, 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 수평축 풍력터빈 블레이드 익형의 형상(profile)을 나타낸 그래프이고, 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 수평축 풍력터빈 블레이드 익형에 있어서 레이놀즈수가 120만일때 받음각에 따른 양력계수를 나타낸 그래프이고, 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 수평축 풍력터빈 블레이드 익형에 있어서 레이놀즈수가 120만일때 받음각에 따른 항력계수를 나타낸 그래프이며, 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 수평축 풍력터빈 블레이드 익형에 있어서 레이놀즈수가 120만일때 받음각에 따른 양항비를 나타낸 그래프이다. 도 9은 본 발명의 일실시예에 따른 수평축 풍력터빈 블레이드 익형에 있어서 레이놀즈수가 140만일때 받음각에 따른 양력계수를 나타낸 그래프이고, 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 수평축 풍력터빈 블레이드 익형에 있어서 레이놀즈수가 140만일때 받음각에 따른 항력계수를 나타낸 그래프이며, 도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 수평축 풍력터빈 블레이드 익형에 있어서 레이놀즈수가 140만일때 받음각에 따른 양항비를 나타낸 그래프로써 함께 설명한다.
- [0028] 본 발명의 수평축 풍력터빈 블레이드 익형(airfoil)은, 풍력발전기의 블레이드에 사용되는 익형에 관한 것으로, 블레이드의 끝단(tip) 부근에 사용되는 익형에 관한 것이며, 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 풍력발전기용 블레이드 익형(1000)은 유동되는 공기와 맞닿는 쪽에 앞전(100, leading edge)이 형성되고 이와 일정거리가 이격되어 뒷전(200, trailing edge)이 형성된다. 그리고 앞전(100)과 뒷전(200) 사이의 상측과 하측에는 각각 윗면(400)과 아랫면(500)이 형성된다.
- [0029] 앞전(100)과 뒷전(200)을 잇는 가상의 직선이 코드(300)이고 앞전(100)과 뒷전(200) 사이의 거리가 코드길이(c)가 되며, 코드(300)에 수직인 방향으로 윗면(400)과 아랫면(500) 사이가 가장 먼 지점의 거리가 최대두께(t)가 된다.
- [0030] 일반적으로 풍력발전기 블레이드는 다양한 익형의 조합으로 이루어진다. 소형 풍력발전기의 경우 대체적으로 1

개 또는 2개의 익형을 사용하고, Multi MW급 풍력발전기의 경우 보통 6개 이상의 익형을 사용한다. 이는 풍력발전기의 효율과 구조적 안정성과 연관이 있다. 일반적으로 풍력발전기 블레이드 팁부분에 사용하는 익형은 두께비가 낮고 전체적으로 샤프한 형상을 가지고 있다. 또한 블레이드 루트 부분은 블레이드의 공력 특성에서 손해를 보더라도 구조적인 안정성에 중점을 두어 익형의 두께비를 크게 설계한다.

[0031] 본 발명의 일실시예에 따른 수평축 풍력터빈 블레이드 익형(1000)은 윗면(400)에서 아랫면(500)까지의 최대두께(t)와 앞전(100)과 뒷전(200)을 잇는 직선인 코드(300)의 코드길이(c)의 비율인 최대 두께비(t/c)가 16.32%로 이루어진다. 일반적인 연구 결과에 따르면 익형의 두께는 얇아질수록 성능이 향상되나, 너무 얇으면 블레이드의 내부 구조물의 제작 및 구조적인 강도에 문제점이 발생할 수 있어 두께비를 12% 이상으로 형성하는 것이 적절하다고 알려져 있다. 그리고 블레이드의 끝단(tip) 부근은 양항비를 높이기 위해 얇은 에어포일이 사용되므로 블레이드의 구조적인 강성이 저하되는 단점이 있다.

[0032] 그리하여 상기와 같이 본 발명의 일실시예에 따른 수평축 풍력터빈 블레이드 익형(1000)은, 블레이드의 끝단(tip) 부근에 사용되는 익형의 최대 두께비(t/c)를 16.32%로 형성함으로써, 구조적인 강성을 유지하면서 기존의 다른 익형에 비해 높은 양항비(양력/항력, 양력계수/항력계수)를 갖도록 하여 풍력발전기에 사용되는 블레이드의 출력 성능 및 효율을 높일 수 있으며, 저풍속에서도 효율적으로 힘을 얻을 수 있다.

[0033] 또한, 본 발명의 풍력발전기용 블레이드 익형(1000)이 운전되는 조건 중에서 레이놀즈수가 있으며, 운전되는 레이놀즈수는 풍속에 따른 익형의 운전조건을 말한다. 이때, 상기 익형(1000)은 운전되는 레이놀즈수(Re = 공기밀도*풍속*코드길이 / 공기점성계수)가 1,200,000 내지 1,400,000이다.

[0034] 본 발명의 익형(1000)의 양력 및 항력 특성을 확인하기 위해 풍동시험을 수행하였고, 익형의 성능은 상기 레이놀즈수 범위 내에서 측정된 결과이며, 도 6 내지 도 11과 같이 받음각(Alpha)에 따라 양력계수(lift coefficient, C_L), 항력계수(drag coefficient, C_D) 및 양항비(C_L/C_D)를 구하였다.

[0035] 유체의 흐름에 수직 방향 성분의 힘을 양력(lift, L), 수평방향 성분의 힘을 항력(drag, D)이라 하는데, 이 힘들은 익형의 단면 형상뿐 아니라 유체의 흐름 특성에 의하여 그 크기가 변하게 된다. 아래 식과 같이 무차원 양력계수(lift coefficient, C_L), 항력계수(drag coefficient, C_D)로 정의 할 수 있으며, 동일한 유체흐름에 대한 익형의 효율은 도 6 내지 도 11와 같다.

[0036]
$$C_L = \frac{L}{\rho v^2 S/2}$$

[0037]
$$C_D = \frac{D}{\rho v^2 S/2}$$

[0038] 여기서, ρ 는 공기밀도, v 는 풍속, S 는 블레이드 기준 면적을 의미하며, 일반적으로 익형의 길이와 시위선 길이의 곱으로 표현된다. 블레이드익형에 대한 C_L 이나 C_D 의 값은 받음각(angle of attack, α)에 따라 그 값이 변화된다. 받음각(Alpha)이란 AoA(angle of attack)라고도 하며, 익형으로 불어오는 바람 속도 벡터의 방향을 나타내는 것으로 코드와 바람속도 벡터, v_∞ 가 이루는 각으로 정의된다. 그리고 도시된 바와 같이, 받음각(Alpha)에 따라 익형의 양력계수와 항력계수가 달라지며, 운전되는 레이놀즈수에 따라서도 달라짐을 알 수 있다.

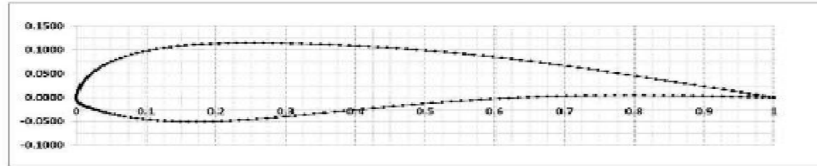
[0039] 본 발명의 일실시예에 따른 상기 익형(1000)의 사용 받음각의 범위는 $-4^\circ \sim 16^\circ$ 이며, 최대 양력계수는 1.825~1.848, 최소 항력계수는 0.082~0.084의 값을 가지고, 저풍속에서 효율적인 힘을 얻기 위해 최대 양항비(양력/항력) 99~105를 갖는다.

[0040] 또한, 발명의 일실시예에 따른 상기 익형(1000)의 형상(profile)을 살펴보면 다음과 같다.

[0041] 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 윗면(400)과 아랫면(500)의 익형 두께는, 아래의 표 1과 같이, 코드길이(c) 0.1지점에서 윗면(400)과 아랫면(500)의 익형의 두께는 각각 0.0960, -0.0453이고, 코드길이(c) 0.2지점에서 윗면(400)과 아랫면(500)의 익형의 두께는 각각 0.1135, -0.0502이고, 코드길이(c) 0.3지점에서 윗면(400)과 아랫면(500)의 익형의 두께는 각각 0.1139, -0.0399이고, 코드길이(c) 0.4지점에서 윗면(400)과 아랫면(500)의 익형의 두께는 각각 0.1089, -0.0260이고, 코드길이(c) 0.65지점에서 윗면(400)과 아랫면(500)의 익형의 두께는

각각 0.0761, 0.0008이고, 코드길이(c) 0.8지점에서 윗면(400)과 아랫면(500)의 익형의 두께는 각각 0.0451, 0.0046이고, 코드길이(c) 1지점에서 윗면(400)과 아랫면(500)의 익형의 두께는 0의 값을 갖는다.

표 1



[0043]

[0044]

보다 상세하게는, 상기 윗면(400)과 아랫면(500)의 프로파일(profile)은, 상기 코드(300)를 따라 상기 앞전(100)에서 뒷전(200)으로의 거리에 해당하는 수평좌표값(x/c)과, 상기 코드(300)에서 윗면(400) 또는 아랫면(500)의 거리에 해당하는 수직좌표값(y/c)을 각각 가지며, 상기 수평좌표값(x/c) 및 수직좌표값(y/c)은 아래의 표에 해당된다. 이때, 상기 프로파일은 윗면과 아랫면의 윤곽을 말하고, 도 5와 같이 상기코드(300)의 길이를 1.0이라고 할 때, 상기 코드(300)상의 임의의 수평좌표값(x/c)에서 수직으로 상측에 위치하는 지점의 상대적인 거리인 수직좌표값(y/c)을 이은 곡선이 윗면(400)이 된다. 마찬가지로 상기 코드(300)상의 임의의 수평좌표값(x/c)에서 수직으로 하측에 위치하는 지점의 상대적인 거리인 수직좌표값(y/c)을 이은 곡선이 아랫면(500)이 된다. 그리고 상기 윗면(400)과 아랫면(500)의 각각의 좌표값은 아래의 표 2과 같다.

표 2

[0045]

윗면		아랫면	
x/c	y/c	x/c	y/c
1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.9943	0.0013	0.0000	0.0005
0.9853	0.0035	0.0000	-0.0010
0.9756	0.0058	0.0002	-0.0026
0.9650	0.0083	0.0005	-0.0042
0.9536	0.0110	0.0009	-0.0058
0.9413	0.0138	0.0015	-0.0074
0.9284	0.0168	0.0023	-0.0091
0.9148	0.0200	0.0032	-0.0107
0.9010	0.0231	0.0044	-0.0123
0.8871	0.0263	0.0057	-0.0138
0.8732	0.0295	0.0073	-0.0152
0.8594	0.0327	0.0092	-0.0165
0.8455	0.0358	0.0113	-0.0177
0.8316	0.0389	0.0136	-0.0190
0.8177	0.0421	0.0161	-0.0203
0.8038	0.0451	0.0189	-0.0216
0.7899	0.0482	0.0219	-0.0230
0.7760	0.0512	0.0252	-0.0245
0.7621	0.0541	0.0289	-0.0261
0.7483	0.0571	0.0329	-0.0278
0.7345	0.0599	0.0374	-0.0296
0.7206	0.0627	0.0424	-0.0315
0.7068	0.0655	0.0481	-0.0334
0.6929	0.0682	0.0544	-0.0355
0.6791	0.0709	0.0614	-0.0376
0.6654	0.0735	0.0690	-0.0397
0.6516	0.0761	0.0774	-0.0417
0.6379	0.0785	0.0865	-0.0436
0.6243	0.0809	0.0961	-0.0453

0.6107	0.0832	0.1062	-0.0469
0.5970	0.0854	0.1165	-0.0482
0.5834	0.0876	0.1271	-0.0492
0.5698	0.0896	0.1379	-0.0500
0.5561	0.0916	0.1489	-0.0505
0.5424	0.0935	0.1602	-0.0508
0.5287	0.0954	0.1719	-0.0508
0.5151	0.0971	0.1837	-0.0506
0.5014	0.0987	0.1959	-0.0502
0.4878	0.1003	0.2083	-0.0495
0.4741	0.1018	0.2208	-0.0487
0.4604	0.1032	0.2336	-0.0476
0.4467	0.1045	0.2464	-0.0464
0.4330	0.1057	0.2595	-0.0450
0.4193	0.1068	0.2727	-0.0434
0.4055	0.1079	0.2862	-0.0417
0.3916	0.1089	0.2998	-0.0399
0.3778	0.1098	0.3136	-0.0379
0.3639	0.1107	0.3276	-0.0360
0.3500	0.1115	0.3416	-0.0340
0.3361	0.1122	0.3557	-0.0320
0.3223	0.1129	0.3697	-0.0300
0.3086	0.1135	0.3838	-0.0280
0.2950	0.1139	0.3979	-0.0260
0.2816	0.1143	0.4120	-0.0241
0.2683	0.1146	0.4262	-0.0222
0.2552	0.1147	0.4403	-0.0203
0.2423	0.1147	0.4545	-0.0185
0.2295	0.1145	0.4685	-0.0167
0.2169	0.1141	0.4826	-0.0149
0.2044	0.1135	0.4965	-0.0132
0.1922	0.1128	0.5105	-0.0116
0.1802	0.1118	0.5243	-0.0100
0.1684	0.1106	0.5382	-0.0085
0.1570	0.1093	0.5521	-0.0070
0.1459	0.1076	0.5659	-0.0057
0.1351	0.1058	0.5797	-0.0044
0.1246	0.1037	0.5934	-0.0032
0.1145	0.1014	0.6071	-0.0020
0.1048	0.0988	0.6208	-0.0010
0.0955	0.0960	0.6345	-0.0001
0.0866	0.0930	0.6481	0.0008
0.0783	0.0898	0.6618	0.0015
0.0705	0.0863	0.6755	0.0022
0.0632	0.0828	0.6892	0.0028
0.0564	0.0791	0.7029	0.0033
0.0502	0.0753	0.7167	0.0037
0.0446	0.0714	0.7306	0.0040
0.0394	0.0675	0.7444	0.0042
0.0347	0.0636	0.7584	0.0044
0.0305	0.0597	0.7723	0.0045
0.0267	0.0558	0.7863	0.0046
0.0233	0.0520	0.8003	0.0046
0.0203	0.0482	0.8143	0.0045
0.0176	0.0446	0.8283	0.0044
0.0152	0.0410	0.8423	0.0042
0.0131	0.0376	0.8563	0.0040
0.0113	0.0344	0.8703	0.0037

0.0097	0.0312	0.8843	0.0034
0.0083	0.0283	0.8984	0.0031
0.0070	0.0254	0.9124	0.0027
0.0059	0.0227	0.9263	0.0023
0.0050	0.0202	0.9396	0.0019
0.0041	0.0177	0.9522	0.0016
0.0034	0.0154	0.9640	0.0012
0.0027	0.0132	0.9748	0.0009
0.0021	0.0111	0.9849	0.0005
0.0016	0.0091	0.9942	0.0002
0.0011	0.0073	1.0000	0.0000
0.0007	0.0055		
0.0004	0.0038		
0.0001	0.0021		
0.0000	0.0005		

[0047] 이상 설명한 본 발명은 본 발명이 속한 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 다양한 변형이나 응용이 가능하며, 본 발명에 따른 기술적 사상의 범위는 아래의 특허청구범위에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0048] 1000 : (본 발명의 일실시예에 따른) 풍력발전기용 블레이드 익형

100 : 앞전 (leading edge)

200 : 뒷전 (trailing edge)

300 : 코드

400 : 윗면

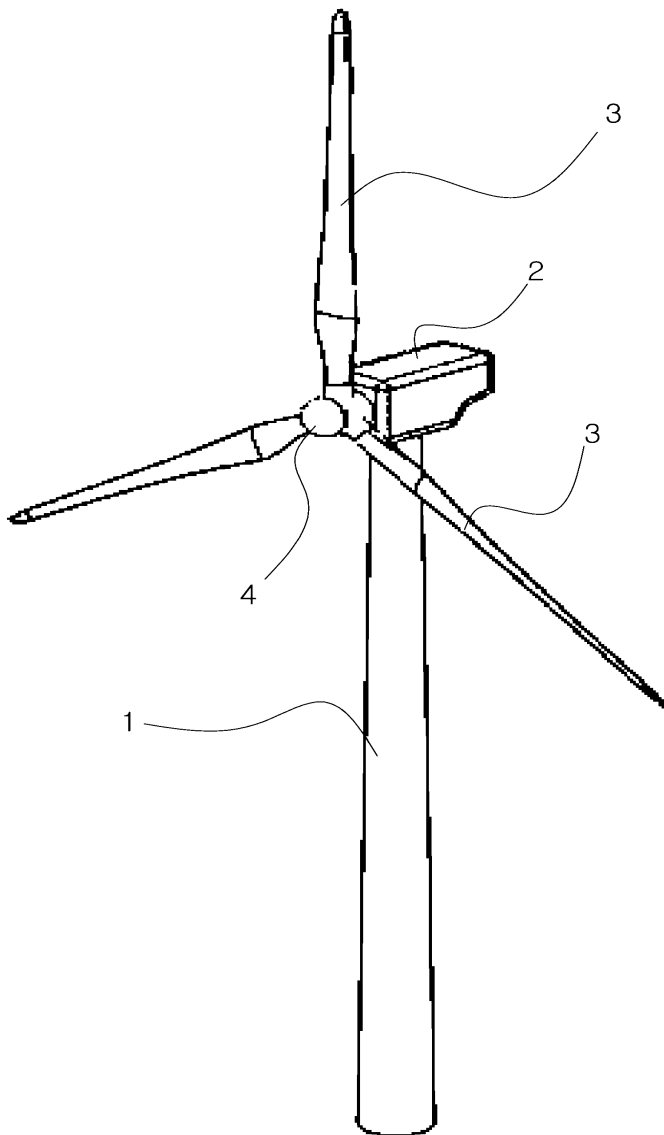
500 : 아랫면

t : 최대두께

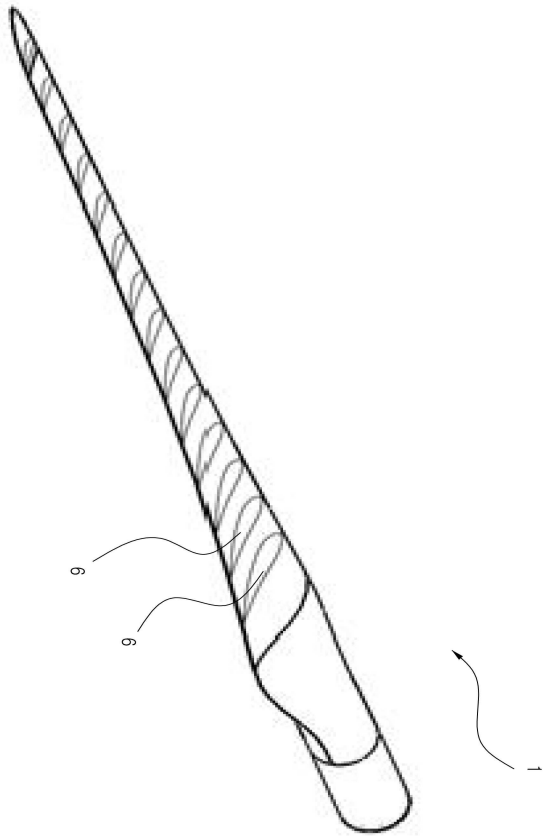
c : 코드길이

도면

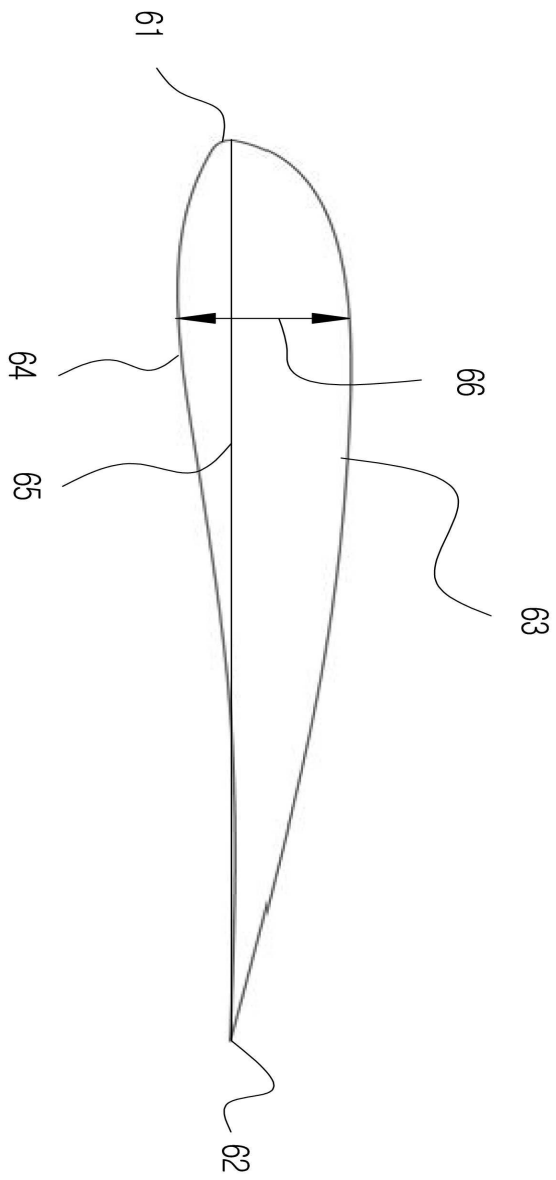
도면1



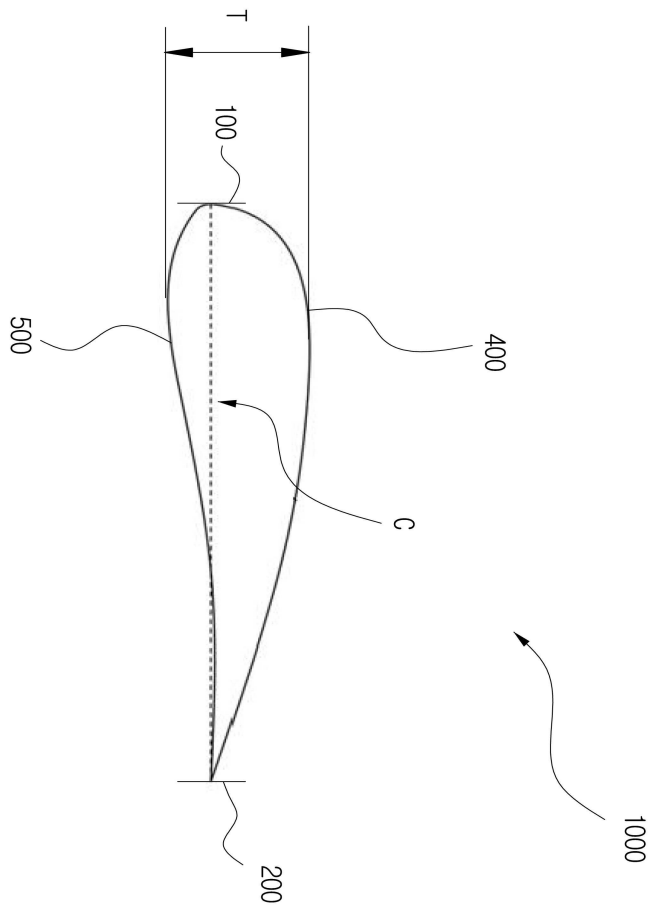
도면2



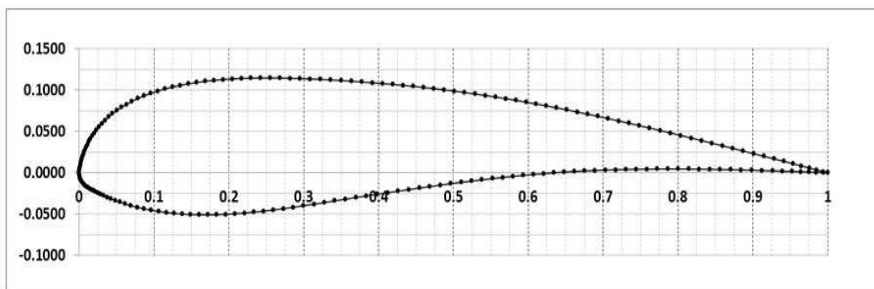
도면3



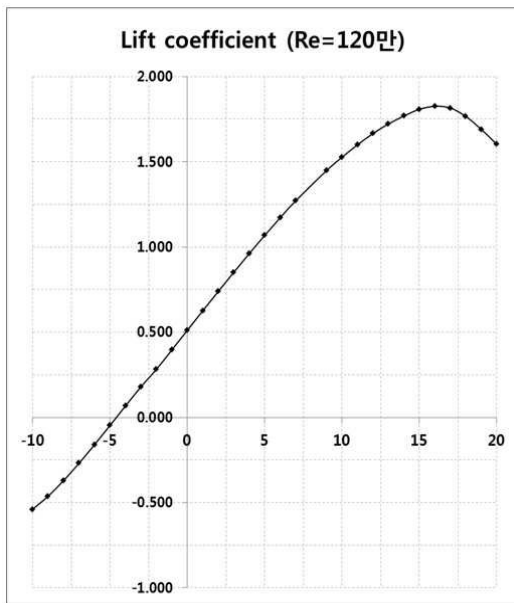
도면4



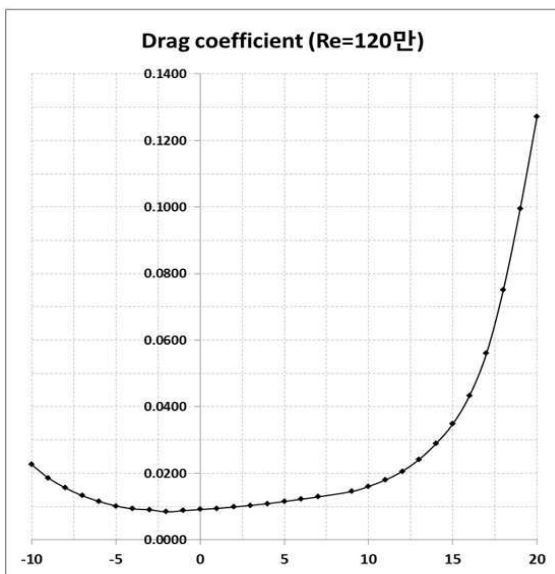
도면5



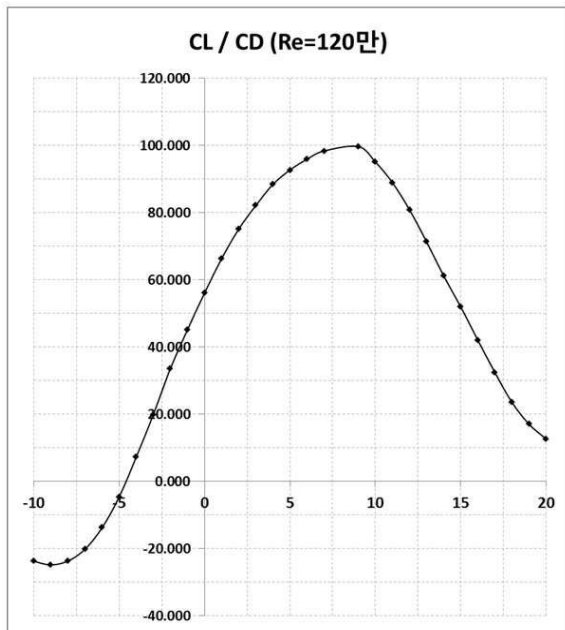
도면6



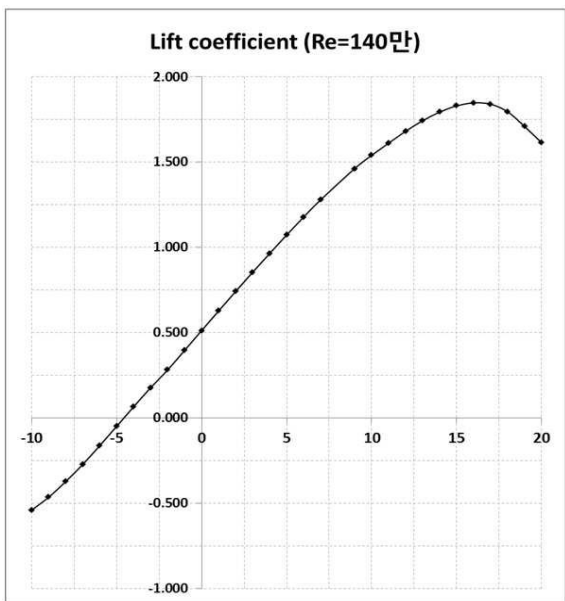
도면7



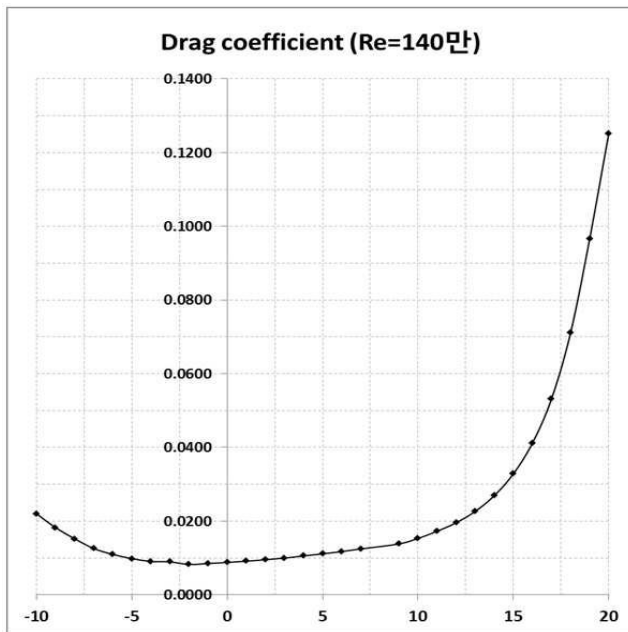
도면8



도면9



도면10



도면11

