



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년06월05일
(11) 등록번호 10-2119909
(24) 등록일자 2020년06월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F03D 11/04 (2006.01) E04H 12/12 (2006.01)
F03D 1/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0027318
(22) 출원일자 2014년03월07일
심사청구일자 2018년12월21일
(65) 공개번호 10-2015-0105099
(43) 공개일자 2015년09월16일
(56) 선행기술조사문헌
JP2003105920 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
주식회사 포스코
경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동)
(72) 발명자
김종민
인천 연수구 센트럴로 194, 202동 2203호 (송도동, 더샵센트럴파크2차아파트)
김경식
충북 청주시 흥덕구 두꺼비로 63, 106동 102호 (산남동, 산남대원칸타빌1단지아파트)
(74) 대리인
특허법인씨엔에스

전체 청구항 수 : 총 11 항

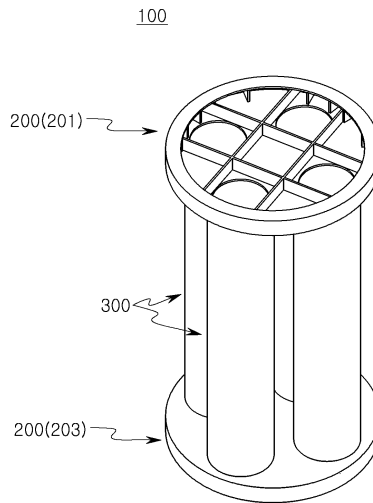
심사관 : 장기정

(54) 발명의 명칭 타워모듈과, 이를 구비하는 모듈러 풍력타워 및, 풍력타워구조물

(57) 요약

본 발명은 풍력발전구조물의 타워모듈에 있어서, 공기가 통과하는 개구가 형성되도록 소정의 간격으로 배치되는 복수의 기둥부재; 및, 상기 기둥부재의 상단과 하단에 각각 구비되어, 상하방향으로 연계되는 상기 타워모듈 또는 상기 풍력발전구조물의 다른 구성요소와의 연결부를 제공하는 연결모듈부;를 포함하는 타워모듈을 제공한다.

대표도 - 도1



(56) 선행기술조사문헌

JP2007107515 A*

KR101228085 B1*

KR101343504 B1*

KR1020130089148 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 12기술혁신E09

부처명 국토교통부

연구관리전문기관 국토교통과학기술진흥원

연구사업명 국토교통기술촉진연구사업

연구과제명 10MW급 강재 및 3MW급 복합 합성구조 풍력발전타워 설계기술 개발

기여율 1/1

주관기관 (재)포항산업과학연구원

연구기간 2012.11.28 ~ 2017.07.27

명세서

청구범위

청구항 1

풍력발전구조물의 타워모듈에 있어서,

공기가 통과하는 개구가 형성되도록 소정의 간격으로 배치되는 복수의 기둥부재;

상기 기둥부재의 상단과 하단에 각각 구비되어, 상하방향으로 연계되는 상기 타워모듈 또는 상기 풍력발전구조물의 다른 구성요소와의 연결부를 제공하는 연결모듈부; 및,

복수의 상기 기둥부재를 상호 연결하는 스티프너;를 포함하는 타워모듈.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 연결모듈부는,

상기 연결모듈부의 내부공간을 형성하는 중공의 본체부;와,

상기 본체부의 내부공간에 구비되어, 상기 연결모듈부의 좌굴성능을 보강하는 보강부;를 구비하는 것을 특징으로 하는 타워모듈.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 보강부는,

상기 본체부의 내부공간에 수평방향으로 배치되고, 상기 본체부의 내주면에 둘레방향의 외측단부가 집합되도록 구비되는 적어도 하나 이상의 링플레이트;와,

상기 링플레이트에서 상기 기둥부재 방향으로 연장 형성되는 복수의 수직보강재;를 구비하는 것을 특징으로 하는 타워모듈.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 보강부는 상기 본체부의 내부공간을 수평방향으로 가로지르도록 구비되는 보강가로보;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 타워모듈.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 보강가로보는,

상기 본체부의 내부공간에 수평방향으로 평행하게 배치되는 복수의 제1 보강가로보와,

상기 제1 보강가로보와 수직하게 교차하도록 평행하게 배치되는 복수의 제2 보강가로보를 구비하는 것을 특징으로 하는 타워모듈.

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 보강가로보는,

상기 본체부 내부공간의 중심부에서 수평방향으로 방사상의 형태로 배치되는 것을 특징으로 하는 타워모듈.

청구항 7

풍력발전구조물의 타워모듈에 있어서,

공기가 통과하는 개구가 형성되도록 소정의 간격으로 배치되는 복수의 기둥부재; 및,

상기 기둥부재의 상단과 하단에 각각 구비되어, 상하방향으로 연계되는 상기 타워모듈 또는 상기 풍력발전구조

물의 다른 구성요소와의 연결부를 제공하는 연결모듈부;를 포함하고,

상기 연결모듈부는,

상기 연결모듈부의 내부공간을 형성하는 중공의 본체부;와,

상기 본체부의 내부공간에 구비되어, 상기 연결모듈부의 좌굴성능을 보강하는 보강부;를 구비하고,

상기 보강부는,

상기 본체부의 내부공간에 수평방향으로 배치되고, 상기 본체부의 내주면에 둘레방향의 외측단부가 접합되도록 구비되는 적어도 하나 이상의 링플레이트;

상기 링플레이트에서 상기 기둥부재 방향으로 연장 형성되는 복수의 수직보강재; 및,

상기 본체부의 내부공간을 수평방향으로 가로지르도록 구비되는 보강가로보;를 구비하고,

상기 연결모듈부는,

상기 기둥부재의 단부와 접하는 상기 본체부의 원형플레이트와, 상기 링플레이트의 사이의 높이방향의 공간에 수평방향으로 상기 보강가로보가 형성되는 제1 보강부;와,

복수의 상기 링플레이트의 사이의 높이방향의 공간에 수평방향으로 상기 보강가로보가 형성되지 않는 개방부가 형성되는 제2 보강부;를 구비하는 것을 특징으로 하는 타워모듈.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 기둥부재와 상기 연결모듈부의 접합부에 구비되어, 상기 기둥부재와 상기 연결모듈부의 접합부에서의 응력 전달을 용이하게 하고, 좌굴성능을 보강하는 보강날개부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 타워모듈.

청구항 9

삭제

청구항 10

제2항에 있어서,

상기 기둥부재는 내부가 중공인 강관부재로 구비되고,

상기 타워모듈의 내부에 유지보수를 위한 통로를 형성하도록, 상기 기둥부재의 단부와 연계되는 부분에 구비되는 상기 본체부의 원형플레이트에는 상기 기둥부재의 중공과 연통되는 적어도 하나 이상의 유지보수공이 구비되는 것을 특징으로 하는 타워모듈.

청구항 11

제1항 내지 제8항 및, 제10항 중 어느 한 항에 기재된 타워모듈이 높이방향으로 연속적으로 적층하여 형성된 모듈러 풍력타워.

청구항 12

지면 또는 해수면 상에 세워지는 타워부;

바람에 의해 회전되는 블레이드가 구비된 너셀부; 및,

모듈러 풍력타워와 상기 너셀부의 사이에 구비되어 양자를 상호 연결하는 제1항 내지 제8항 및, 제10항 중 어느 한 항에 기재된 타워모듈;을 포함하는 풍력발전구조물.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 타워모듈과, 이를 구비하는 모듈러 풍력타워 및, 풍력타워구조물에 관한 것으로서, 보다 상세하게는

타워모듈 등에 작용하는 풍하중이 저감되고, 응력집중을 최소화하는 연결부를 포함하는 타워모듈과, 이를 구비하는 모듈러 풍력타워 및, 풍력타워구조물에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 풍력발전장치는 육상 또는 해상에 설치되어 바람의 에너지를 전기에너지로 바꿔 전력을 생산하는 장치이다.
- [0003] 종래의 기술에 의한 풍력발전장치는 해상풍력발전장치로 구성된 경우에, 파일과 자켓으로 구성된 하부구조물 상에 지지되며 해상에 위치하는 지지구조물이 설치된다.
- [0004] 또한, 상기 지지구조물 상에는 너셀을 높은 위치에서 지지하는 타워가 설치되며, 바람에 의해 회전하는 회전블레이드가 너셀에 장착될 수 있다.
- [0005] 최근에, 풍력발전 대용량화에 대응하기 위해 풍력타워 요구 직경 또한 대형화되고, 10MW급 풍력발전터빈을 지지하기 위한 풍력타워 하단의 직경도 대구경화 되고 있는 상황이다.
- [0006] 이에 따라 일반적으로 적용되고 있는 강재 튜블러(tubular) 타입의 풍력타워를 구성하는 강관의 요구 직경은 커져야 하고, 풍력타워의 높이도 높아져야 한다.
- [0007] 또한, 일반적으로 풍력타워는 기본적으로 상단에서 발생하는 터빈의 하중과 풍력타워에 직접 발생하는 바람에 의한 하중을 하단의 기초부(육상용) 또는 하부구조로 전달하는 기능을 갖는다.
- [0008] 따라서, 터빈이 고용량화 됨에 따라 너셀부의 로터 블레이드의 회전반경이 커지고, 더욱 높은 위치에 설치되기 위해서는 풍력타워의 규모가 커져야 한다.
- [0009] 그러나, 풍력타워가 대형화되면, 풍력타워가 받는 풍하중의 크기도 커질 것이고, 이로 인해, 기초부 또는 하부구조도 대형화되어야 하므로, 풍력발전장치의 설치에 필요한 면적이 증가하게 되어 시공비용이 증가되고, 시공기간이 길어지는 문제점이 있다.
- [0010] 현재 풍력발전 시스템은 발전기 용량 5~6MW급의 실증이 완료되었고, 7MW급 발전기는 상용화 단계이며, 10MW급 초대형 풍력발전 시스템은 타당성을 검토하는 단계에 있다. 주로 단일 강관 형태로 제작되고 있는 풍력타워는 10MW급 풍력발전기에 적용될 경우 최대 직경이 7.75m 내외가 될 것으로 보고되고 있는데, 이러한 직경 대형화는 타워 좌굴 내하력 감소로 이어져 강관의 두께 증가가 불가피하고, 바람에 의한 투영면적이 넓어지므로 타워 자체가 받는 풍하중의 크기가 증가하는 등의 문제점이 발생한다.
- [0011] 따라서, 대구경화 된 타워의 풍하중의 영향을 완화시킬 수 있는 구조형식을 가지는 타워의 개발이 필요한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 본 발명은 상기와 같은 종래의 풍력발전구조물에서 발생하는 요구 또는 문제들 중 적어도 어느 하나를 인식하여 이루어진 것이다.
- [0013] 본 발명은 일 측면으로서, 풍력타워에 가해지는 풍하중에 의한 영향을 완화시킬 수 있는 구조형식을 채택하여, 풍력타워에 가해지는 풍하중을 저감시킬 수 있는 타워모듈을 제공하고자 한다.
- [0014] 본 발명은 일 측면으로서, 풍하중에 의한 영향을 완화시키는 구조를 채택하면서도, 풍력발전구조물의 상부에서 하부로 내려오는 응력의 흐름을 원활하게 전달하여 구조적 안정성을 확보할 수 있는 타워모듈을 제공하고자 한다.
- [0015] 본 발명은 일 측면으로서, 풍력발전 대용량화에 대응하기 위해 풍력타워의 대형화된 요구직경을 충족시키면서도, 운송이 용이하고, 풍력타워의 제작 및 설치에 따른 제조원가의 절감 및 시공비용의 절감이 가능한 타워모듈을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0016] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 일 측면으로서, 본 발명은 풍력발전구조물의 타워모듈에 있어서, 공기가 통과하는 개구가 형성되도록 소정의 간격으로 배치되는 복수의 기동부재; 상기 기동부재의 상단과 하단에 각각 구비되어, 상하방향으로 연계되는 상기 타워모듈 또는 상기 풍력발전구조물의 다른 구성요소와의 연결부를 제공하는 연결모듈부; 및, 복수의 상기 기동부재를 상호 연결하는 스티프너;를 포함하는 타워모듈을 제공한다.
- [0017] 바람직하게, 상기 연결모듈부는 상기 연결모듈부의 내부공간을 형성하는 중공의 본체부;와, 상기 본체부의 내부공간에 구비되어, 상기 연결모듈부의 좌굴성능을 보장하는 보강부;를 구비할 수 있다.
- [0018] 바람직하게, 보강부는, 상기 본체부의 내부공간에 수평방향으로 배치되고, 상기 본체부의 내주면에 둘레방향의 외측단부가 접합되도록 구비되는 적어도 하나 이상의 링플레이트;와, 상기 링플레이트에서 상기 기동부재 방향으로 연장 형성되는 복수의 수직보강재;를 구비할 수 있다.
- [0019] 바람직하게, 보강부는 상기 본체부의 내부공간을 수평방향으로 가로지르도록 구비되는 보강가로보;를 더 포함할 수 있다.
- [0020] 바람직하게, 보강가로보는, 상기 본체부의 수평방향으로 평행하게 배치되는 복수의 제1 보강가로보와, 상기 제1 보강가로보와 수직하게 교차하도록 평행하게 배치되는 복수의 제2 보강가로보를 구비할 수 있다.
- [0021] 바람직하게, 보강가로보는, 상기 본체부 내부공간의 중심부에서 수평방향으로 방사상의 형태로 배치될 수 있다.
- [0022] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 다른 일 측면으로서, 본 발명은 풍력발전구조물의 타워모듈에 있어서, 공기가 통과하는 개구가 형성되도록 소정의 간격으로 배치되는 복수의 기동부재; 및, 상기 기동부재의 상단과 하단에 각각 구비되어, 상하방향으로 연계되는 상기 타워모듈 또는 상기 풍력발전구조물의 다른 구성요소와의 연결부를 제공하는 연결모듈부;를 포함하고, 상기 연결모듈부는, 상기 연결모듈부의 내부공간을 형성하는 중공의 본체부;와, 상기 본체부의 내부공간에 구비되어, 상기 연결모듈부의 좌굴성능을 보장하는 보강부;를 구비하고, 상기 보강부는, 상기 본체부의 내부공간에 수평방향으로 배치되고, 상기 본체부의 내주면에 둘레방향의 외측단부가 접합되도록 구비되는 적어도 하나 이상의 링플레이트; 상기 링플레이트에서 상기 기동부재 방향으로 연장 형성되는 복수의 수직보강재; 및, 상기 본체부의 내부공간을 수평방향으로 가로지르도록 구비되는 보강가로보;를 구비하고, 상기 연결모듈부는, 상기 기동부재의 단부와 접하는 상기 본체부의 원형플레이트와, 상기 링플레이트의 사이의 높이방향의 공간에 수평방향으로 상기 보강가로보가 형성되는 제1 보강부;와, 복수의 상기 링플레이트의 사이의 높이방향의 공간에 수평방향으로 상기 보강가로보가 형성되지 않는 개방부가 형성되는 제2 보강부;를 구비하는 것을 특징으로 하는 타워모듈을 제공한다.
- [0023] 바람직하게, 기동부재와 상기 연결모듈부의 접합부에 구비되어, 상기 기동부재와 상기 연결모듈부의 접합부에서의 응력전달을 용이하게 하고, 좌굴성능을 보장하는 보강날개부;를 더 포함할 수 있다.
- [0024] 바람직하게, 타워모듈은 복수의 상기 기동부재를 상호 연결하는 스티프너;를 더 포함할 수 있다.
- [0025] 바람직하게, 기동부재는 내부가 중공인 강관부재로 구비되고, 상기 타워모듈의 내부에 유지보수를 위한 통로를 형성하도록, 상기 기동부재의 단부와 연계되는 부분에 구비되는 상기 본체부의 원형플레이트에는 상기 기동부재의 중공과 연통되는 적어도 하나 이상의 유지보수공이 구비될 수 있다.
- [0026] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 다른 측면으로서, 본 발명은 타워모듈이 높이방향으로 연속적으로 적층하여 형성된 모듈러 풍력타워를 제공한다.
- [0027] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 또 다른 측면으로서, 본 발명은 지면 또는 해수면 상에 세워지는 타워부; 바람에 의해 회전되는 블레이드가 구비된 너셀부; 및, 상기 모듈러 풍력타워와 상기 너셀부의 사이에 구비되어 양자를 상호 연결하는 타워모듈;을 포함하는 풍력발전구조물을 제공한다.

발명의 효과

- [0028] 이상에서와 같은 본 발명의 일 실시예에 따르면, 공기가 통과하는 개구가 형성되도록 소정의 간격으로 배치되는 복수의 기동부재의 구성을 포함함으로써, 타워모듈이 받는 풍하중 및, 풍력타워구조물로 전달되는 풍하중을 저

감시시킬 수 있는 효과가 있다.

- [0029] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상하방향으로 연계되는 상기 타워모듈 또는 상기 풍력발전구조물의 다른 구성요소와의 연결부를 제공하는 연결모듈의 구성을 포함함으로써, 복수 개의 기둥부재를 견고하게 일체화시키고, 적층되는 인접한 타워모듈을 용이하게 접합시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0030] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 연결모듈부는 본체부의 내부공간에 구비되어, 상기 연결모듈부의 좌굴성능을 보강하는 보강부의 구성을 포함함으로써, 풍하중에 의한 영향을 완화시키는 구조를 채택하면서도, 풍력발전구조물의 상부에서 하부로 내려오는 응력의 흐름을 원활하게 전달하여 구조적 안정성을 확보할 수 있는 효과가 있다.
- [0031] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 연결모듈부는 보강가로보가 형성되지 않는 개방부가 형성되는 제2 보강부의 구성을 포함함으로써, 여러 방향에서 타워모듈의 접합부에 가해지는 풍하중 등의 동적하중을 개방부를 통해 용이하게 완충하여 타워모듈의 접합부의 구조적 성능을 크게 향상시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0032] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 기둥부재와 상기 연결모듈의 좌굴성능을 보강하는 보강날개부의 구성을 포함함으로써, 기둥부재로부터 상부에서 하부로 내려오는 응력을 흐름을 연결모듈부로 원활하게 전달하고, 기둥부재와 연결모듈부의 접합부에서의 좌굴성능을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0033] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 기둥부재를 내부가 중공인 강관부재로 구성하고, 연결모듈부에 중공과 연계되는 유지보수공을 구비함으로써, 기둥부재의 내부에 유지보수를 위한 사다리 등 내부부착물의 설치가 가능하여, 작업자가 기둥부재 내부를 통해 이동 및 작업이 가능하므로, 작업자의 안전이 확보되는 효과를 얻을 수 있다.
- [0034] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 기둥부재를 내부가 중공인 강관부재로 구성하고, 연결모듈부와 연통 가능하게 구성함으로써, 풍력타워의 송전케이블 등 너셀부에 연결된 각종 케이블을 기둥부재와 연결모듈부의 내부에 배치할 수 있어, 케이블이 외부환경에 노출되어 부식 및 파손되는 것이 방지될 수 있다는 효과를 얻을 수 있다.
- [0035] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 모듈화된 타워모듈을 활용함으로써, 풍력발전 대응량화에 대응하기 위해 풍력타워의 대형화된 요구직경을 충족시키면서도, 운송이 용이하고, 풍력타워의 제작 및 설치에 따른 제조원가의 절감 및 시공비용의 절감이 가능한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0036] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 타워모듈의 사시도이다.
- 도 2는 도 1의 타워모듈의 분해사시도이다.
- 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 타워모듈의 사시도이다.
- 도 4는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 타워모듈의 사시도이다.
- 도 5a 내지 6b는 본 발명의 연결모듈부의 측면부재를 제거한 상태를 도시한 사시도이다.
- 도 7a는 복수의 타워모듈이 적층되어 형성된 본 발명의 일 실시예에 따른 모듈러 풍력타워의 사시도이다.
- 도 7b는 본 발명의 일 실시예에 따른 풍력발전구조물의 사시도이다.
- 도 8a는 기둥부재와 연결모듈부의 총 6가지의 보강상세(모델 1 ~ 6)의 세부구성의 특징을 나타낸 도면이다.
- 도 8b는 모델 1~6의 상세를 도시한 도면이다.
- 도 8c는 모델 1~6의 강재의 중량을 도시한 도면이다.
- 도 9a는 모델 1~6의 연결부에 발생하는 최대응력을 도시한 도면이다.
- 도 9b는 모델 1~6의 연결부의 응력 및 변형형상을 도시한 도면이다.
- 도 10a는 모델 1~6의 연결부에 작용하는 압축력과 압축변위와의 관계를 도시한 도면이다.
- 도 10b는 모델 1~6의 연결부의 비선형해석에 의한 각 모델의 변형형상 대표도를 도시한 도면이다.
- 도 11a는 모델 6에 대한 수평력-수평변위의 관계를 도시한 도면이다.
- 도 11b는 모델 6에서 날개보강부를 제거한 상태의 수평력-수평변위의 관계를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0037] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 형태들을 설명한다. 그러나, 본 발명의 실시형태는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 이하 설명하는 실시 형태로 한정되는 것은 아니다. 또한, 본 발명의 실시형태는 당해 기술분야에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다. 도면에서 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있다.
- [0038] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 타워모듈(100)에 관하여 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0039] 도 1 내지 도 11b를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 타워모듈(100)은 기둥부재(300)와, 연결모듈부(200)를 포함하고, 추가적으로 보강날개부(500), 스티프너(600)를 포함할 수 있다.
- [0040] 도 1 내지 11b를 참조하면, 타워모듈(100)은 공기가 통과하는 개구(400)가 형성되도록 소정의 간격으로 배치되는 복수의 기둥부재(300), 및, 상기 기둥부재(300)의 상단과 하단에 각각 구비되어, 상하방향으로 연계되는 상기 타워모듈(100) 또는 상기 풍력발전구조물(1)의 다른 구성요소와의 연결부를 제공하는 연결모듈부(200)를 포함할 수 있다.
- [0041] 도 1에 도시된 바와 같이, 기둥부재(300)는 복수 개가 상부연결모듈부(201)와 하부연결모듈부(203)의 사이에 설치되고, 복수의 기둥부재(300)는 인접하게 배치되는 기둥부재(300)의 사이로 공기가 통과하도록 간격을 두고 배치될 수 있다.
- [0042] 기둥부재(300)는 내부에 중공이 형성된 강관부재로 구성될 수 있다. 이는 타워모듈(100)의 내부에 유지보수를 위한 통로를 형성하기 위함이다.
- [0043] 기둥부재(300)의 하단은 하부연결모듈부(203)의 상부에 거치된 상태에서 접합부가 용접 접합될 수 있고, 상기 기둥부재(300)의 상단에 상부연결모듈부(201)가 거치된 상태에서 접합부가 용접 접합될 수 있다.
- [0044] 기둥부재(300)의 단부에 집중되는 응력은 기둥부재(300)의 단부에 인접하게 배치되어, 상기 기둥부재(300)를 지지하는 보강가로보(235)에 의해 지지되고, 보강가로보(235)에서 링플레이트(231)를 거쳐 하측에 배치되는 타워모듈(100) 또는, 하측에 배치되는 타워부(T)로 전달될 수 있다.
- [0045] 연결모듈부(200)는 적층되는 복수의 타워모듈(100)의 인접하는 타워모듈(100)의 연결부를 제공할 수 있다.
- [0046] 또한, 도 7b에 도시된 바와 같이, 연결모듈부(200)는 바람에 의해 회전하는 블레이드가 구비된 너셀부(N)와, 타워부(T)의 사이에 구비되어, 상기 너셀부(N)와 상기 타워부(T)를 연결하는 연결부를 제공할 수 있다.
- [0047] 그리고, 연결모듈부(200)에 의해 연결되는 풍력발전구조물(1)의 구성요소는 상기한 너셀부(N)와 타워부(T)에 한정되는 것은 아니고, 풍력발전구조물(1)을 구성하는 다양한 종류의 구성요소가 상기 타워모듈(100)에 의해 연결될 수 있음은 물론이다.
- [0048] 연결모듈부(200)는 상기 연결모듈부(200)의 내부공간을 형성하는 중공의 본체부(210)와, 상기 본체부(210)의 내부공간에 구비되어, 상기 연결모듈부(200)의 좌굴성능을 보강하는 보강부(230)를 구비할 수 있다.
- [0049] 도 2에 도시된 바와 같이, 본체부(210)는 상기 기둥부재(300)의 일측단부와 접합되는 접합되는 원형플레이트(211)와, 상기 원형플레이트(211)의 둘레방향의 단부와 연계되는 원통형의 측면부재(213)를 구비할 수 있다.
- [0050] 본체부(210)는 중공이 형성된 원통형의 부재로 구비될 수 있다. 여러 방향에서 가해지는 풍하중에 대한 저항력을 저감시키기 위해 원통형으로 구비되는 것이 보다 바람직하다.
- [0051] 보강부(230)는 상기 본체부(210)의 내부공간에 수평방향으로 배치되고, 상기 본체부(210)의 내주면에 둘레방향의 외측단부가 접합되도록 구비되는 적어도 하나 이상의 링플레이트(231)와, 상기 링플레이트(231)에서 상기 기둥부재(300) 방향으로 연장 형성되는 복수의 수직보강재(233)를 구비할 수 있다.
- [0052] 도 5a 내지 도 6b에 도시된 바와 같이, 링플레이트(231)는 본체부(210)의 원형플레이트(211)와 수평방향으로 평행하게 배치되고, 링플레이트(231)의 둘레방향의 외주면은 본체부(210)의 측면부재(213)의 내주면에 접합될 수 있다.
- [0053] 도 5a 및, 도 6a에 도시된 바와 같이, 링플레이트(231)가 1단으로 배치되는 경우에 수직보강재(233)는 본체부

(210)의 원형플레이트(211)와 링플레이트(231)의 사이의 높이방향의 공간에 형성될 수 있다.

- [0054] 이때, 수직보강재(233)는 본체부(210)의 원형플레이트(211) 및, 링플레이트(231)와는 수직을 이루면서 용접 접합될 수 있다.
- [0055] 수직보강재(233)는 복수 개가 둘레방향으로 일정간격으로 이격하여 배치될 수 있다.
- [0056] 링플레이트(231)와, 수직보강재(233)에 의해 링플레이트(231)와 연결되는 본체부(210)의 원형플레이트(211)와 상호 하중을 전달할 수 있다.
- [0057] 도 5b 및, 도 6b에 도시된 바와 같이, 링플레이트(231)가 2단으로 배치되는 경우에는 수직보강재(233)는 상기 본체부(210)의 원형플레이트(211)와 상기 링플레이트(231)의 사이의 높이방향의 공간과 인접하는 링플레이트(231) 사이의 높이방향의 공간에 형성될 수 있다.
- [0058] 이때, 수직보강재(233)는 본체부(210)의 원형플레이트(211) 및, 링플레이트(231)와는 수직을 이루면서 용접 접합될 수 있고, 인접하는 링플레이트(231)와 수직을 이루면서 용접 접합될 수 있다.
- [0059] 상기 연결모듈부(200)의 단부에 배치되는 상기 링플레이트(231)에는 복수의 볼트공이 이격하여 형성될 수 있고, 상기 연결모듈부(200)의 단부에 배치되는 링플레이트(231)는 인접하여 배치되는 타워모듈(100)의 링플레이트(231)의 볼트공이 상호 대향된 상태에서 볼트체결되어 복수의 타워모듈(100)이 접합될 수 있다.
- [0060] 또한, 인접하는 타워모듈(100)의 연결모듈부(200)가 상호 대향된 상태에서 용접 접합되어 복수의 타워모듈(100)이 접합될 수 있다.
- [0061] 도 5a 내지 도 6b에 도시된 바와 같이, 보강부(230)는 상기 본체부(210)의 내부공간을 수평방향으로 가로지르도록 구비되는 보강가로보(235)를 더 포함할 수 있다.
- [0062] 보강가로보(235)는 본체부(210)의 원형플레이트(211)에 연직으로 형성되는 응력의 흐름을 링플레이트(231)를 통하여 본체부(210)의 측면부재(213)로 전달하기 위한 구성이다.
- [0063] 보강가로보(235)는 본체부(210)의 내부공간을 수평방향으로 가로지르도록 구비될 수 있다.
- [0064] 보강가로보(235)는 상기 본체부(210)의 내부공간을 수평방향 전체를 가로지르도록 구비되어, 본체부(210)의 원형플레이트(211)를 하부에서 지지할 수 있다.
- [0065] 보강가로보(235)의 양단부는 본체부(210) 측면부재(213)의 내주면에 접합되어 본체부(210)와 일체화될 수 있다. 그리고, 보강가로보(235)의 상면과 하면은 본체부(210)의 원형플레이트(211)의 저면과 링플레이트(231)의 상면에 접합되어 일체화될 수 있다.
- [0066] 도 5a 내지 도 5b에 도시된 바와 같이, 보강가로보(235)는 상기 본체부(210)의 내부공간에 횡방향으로 평행하게 배치되는 복수의 제1 보강가로보(236)와, 상기 제1 보강가로보(236)와 교차하도록 배치되는 복수의 제2 보강가로보(237)를 구비할 수 있다.
- [0067] 이때, 제1 보강가로보(236)와 제2 보강가로보(237)는 수직하게 교차하도록 배치될 수 있는데, 제1 보강가로보(236)와 제2 보강가로보(237)가 상호 90°의 교차각을 형성하면서 상호 교차되는 것이 본체부(210)의 좌굴성능 보강의 관점에서 보다 바람직하기 때문이다.
- [0068] 도 5a에 도시된 바와 같이, 보강가로보(235)는 2개의 제1 보강가로보(236)와, 상기 제1 보강가로보(236)와 교차하는 2개의 제2 보강가로보(237)가 배치되어 '井'자의 형태로 구성되어 연결모듈부(200)의 본체부(210)를 지지하여 기둥부재(300)로부터 상부에서 하부로 내려오는 응력을 흐름을 연결모듈부(200)로 원활하게 전달하고, 기둥부재(300)와 연결모듈부(200)의 접합부에서의 좌굴성능을 향상시킬 수 있다.
- [0069] 보강가로보(235)는 기둥부재(300)가 접합되는 본체부(210)의 원형플레이트(211)의 저면에 배치될 수 있는데, 이때, 보강가로보(235)를 기둥부재(300)의 직경을 약간 벗어나는 영역에 배치되도록 함으로써, 기둥부재(300)로부터 연결모듈부(200)로 전달되는 하중을 보강가로보(235)에 의해 보다 안정적으로 지지할 수 있다.
- [0070] 도 6a 내지 도 6b에 도시된 바와 같이, 보강가로보(235)는 상기 본체부(210) 내부공간의 중심부에서 수평방향으로 방사상의 형태로 배치될 수 있다.
- [0071] 이때, 본체부(210) 내부공간의 중심부를 기준으로 방사상의 형태로 배치되는 보강가로보(235)는 중심부를 기준으로 대칭되는 형태로 배치되는 것이 하중지지 및, 응력전달의 관점에서 보다 바람직하다.

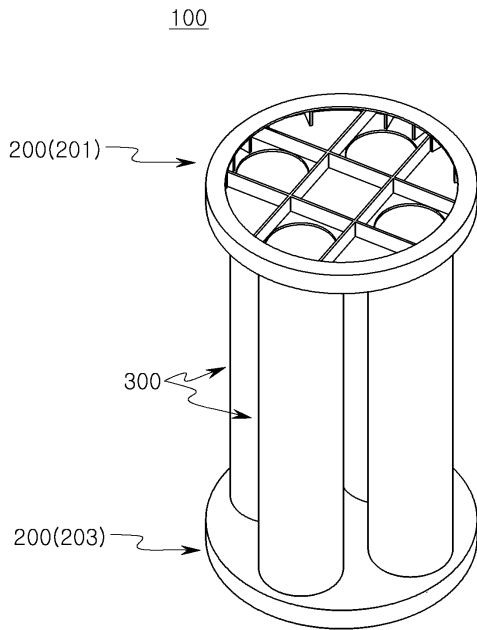
- [0072] 보강가로보(235)는 기둥부재(300)가 접합되는 본체부(210)의 원형플레이트(211)의 저면에 배치될 수 있는데, 이때, 보강가로보(235)를 기둥부재(300)의 직경을 약간 벗어나는 영역에 배치되도록 함으로써, 기둥부재(300)로부터 연결모듈부(200)로 전달되는 하중을 보강가로보(235)에 의해 보다 안정적으로 지지할 수 있다.
- [0073] 연결모듈부(200)는 상기 기둥부재(300)의 단부와 접하는 상기 본체부(210)의 원형플레이트(211)와, 상기 링플레이트(231)의 사이의 높이방향의 공간에 수평방향으로 상기 보강가로보(235)가 형성되는 제1 보강부(230-1)와, 복수의 상기 링플레이트(231)의 사이의 높이방향의 공간에 수평방향으로 상기 보강가로보(235)가 형성되지 않는 개방부(250)가 형성되는 제2 보강부(230-2)를 구비할 수 있다.
- [0074] 연결모듈부(200)는 보강가로보(235)가 형성되지 않는 개방부(250)가 형성되는 제2 보강부(230-2)의 구성을 포함함으로써, 여러 방향에서 타워모듈(100)의 접합부에 가해지는 풍하중 등의 동적하중을 개방부(250)를 통해 용이하게 완충하여 타워모듈(100)의 접합부의 구조적 성능을 크게 향상시킬 수 있다.
- [0075] 도 3을 참조하면, 타워모듈(100)은 기둥부재(300)와 상기 연결모듈부(200)의 접합부에 구비되어, 상기 기둥부재(300)와 상기 연결모듈부(200)의 접합부에서의 응력전달을 용이하게 하고, 좌굴성능을 보장하는 보강날개부(500)를 더 포함할 수 있다.
- [0076] 보강날개부(500)는 기둥부재(300)의 양단부와 연결모듈부의 접합부에 둘레방향으로 일정간격으로 이격하여 형성될 수 있고, 보강날개부(500)는 직각삼각형 또는 직각사다리꼴형 등의 다양한 형태로 구비될 수 있다.
- [0077] 보강날개부(500)는 기둥부재(300)로부터 상부에서 하부로 내려오는 응력을 흐름을 연결모듈부(200)로 원활하게 전달하고, 기둥부재(300)와 연결모듈부(200)의 접합부에서의 좌굴성능을 향상시킬 수 있다.
- [0078] 도 4를 참조하면, 타워모듈(100)은 복수의 상기 기둥부재(300)를 상호 연결하는 스티프너(600)를 더 포함할 수 있다.
- [0079] 스티프너(600)는 복수의 기둥부재(300) 간을 연결하도록 설치되는 부재로서, 복수의 기둥부재(300) 간에 응력이 서로 분산되도록 하여 기둥부재(300)의 강도를 보장할 수 있다.
- [0080] 도 4에 도시된 바와 같이, 스티프너(600)는 복수의 기둥부재(300) 중에서 서로 대향하는 기둥부재(300)간에 직선형태로 연결될 수 있다. 이러한 스티프너(600)는 기둥부재(300)의 상단과 하단에 구비되어 상부연결모듈부(201)와 하부연결모듈부(203)에도 결합될 수 있으며, 이를 통해, 스티프너(600)는 연결모듈부(200)의 좌굴성능을 보장하는 보강날개부(500)의 기능할 수도 있다.
- [0081] 스티프너(600)는 상기 기둥부재(300)와의 연결부위가 수직방향으로 연장형성될 수 있다. 스티프너(600)는 기둥부재(300)에 닿는 부분이 수직방향으로 연장되어, 기둥부재(300)와의 접촉면적을 증대시킬 수 있다. 이를 통해, 기둥부재(300)와 스티프너(600)의 연결부에 발생하는 응력집중을 감소시킬 수 있다.
- [0082] 도 4의 상부연결모듈부(201)의 본체부(210)를 보면, 원형플레이트(211)를 기준으로 상면에는 교차형으로 배치되는 복수의 보강가로보가 배치되고, 원형플레이트(211)의 하부에는 교차형의 스티프너(600)가 배치되어 원형플레이트(211)의 상부와 하부를 동시에 보강함으로써, 본체부(210) 원형플레이트(211)의 좌굴성능을 크게 향상시킬 수 있다.
- [0083] 도 2를 참조하면, 타워모듈(100)은 상기 기둥부재(300)는 내부가 중공인 강관부재로 구비되고, 상기 타워모듈(100)의 내부에 유지보수를 위한 통로를 형성하도록, 상기 기둥부재(300)의 단부와 연계되는 부분에 구비되는 상기 본체부(210)의 원형플레이트(211)에는 상기 기둥부재(300)의 중공과 연통되는 적어도 하나 이상의 유지보수공(215)이 구비될 수 있다.
- [0084] 도 2를 참조하면, 원형플레이트(211)에는 각각의 기둥부재(300)에 대응되는 위치에 각각의 유지보수공(215)이 형성되는 것으로 도시되고 있으나, 반드시 모든 기둥부재(300)에 대응되는 위치에 유지보수공(215)이 형성될 필요는 없고, 복수 개의 기둥부재(300) 중 최소한 1개의 기둥부재(300)에 대응되는 위치에 유지보수공(215)이 설치되어 기둥부재(300)와 연결모듈부(200)가 연통되도록 구성되는 것이 보다 바람직할 수 있다.
- [0085] 이때, 중공과 유지보수공(215)의 크기는 동일한 크기의 직경을 가지도록 형성될 수 있으나, 본체부(210)의 원형플레이트의 하중지지 성능의 향상의 관점에서 유지보수공(215)의 크기가 중공의 크기보다 작게 형성될 수 있다.
- [0086] 도 1 내지 도 7a를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 모듈러 풍력타워(10)는 복수개의 타워모듈(100)을 포함할 수 있다.

- [0087] 모듈러 풍력타워(10)는 복수 개의 타워모듈(100)이 높이방향으로 연속적으로 적층하여 형성될 수 있다.
- [0088] 이때, 연결모듈부(200)의 단부에 배치되는 상기 링플레이트(231)에는 복수의 볼트공이 이격하여 형성될 수 있고, 상기 연결모듈부(200)의 단부에 배치되는 링플레이트(231)는 인접하여 배치되는 타워모듈(100)의 링플레이트(231)의 볼트공이 상호 대향된 상태에서 볼트체결되어 복수의 타워모듈(100)이 접합될 수 있다.
- [0089] 또한, 인접하는 타워모듈(100)의 연결모듈부(200)가 상호 대향된 상태에서 용접 접합되어 복수의 타워모듈(100)이 접합될 수 있다.
- [0090] 도 1 내지 도 6 및, 도 7b를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 풍력타워 구조물은 타워부(T), 너셀부(N) 및, 타워모듈(100)을 포함할 수 있다.
- [0091] 풍력타워구조물은 지면 또는 해수면 상에 세워지는 타워부(T)와, 바람에 의해 회전되는 블레이드가 구비된 너셀부(N) 및, 상기 모듈러 풍력타워(10)와 상기 너셀부(N)의 사이에 구비되어 양자를 상호 연결하는 타워모듈(100)을 포함할 수 있다.
- [0092] 도 7b에 도시된 바와 같은, 본 발명의 풍력발전구조물(1)의 타워부(T)는 원통형의 통상적인 타워부(T)로 구성될 수 있으나, 앞서 설명한바 있는 복수의 타워모듈(100)이 적층되어 형성되는 모듈러 풍력타워(10)가 적용될 수도 있다.
- [0093] 이 경우, 본 발명의 타워모듈(100)은 모듈러 풍력타워(10)를 구성하는 구성요소임과 동시에 모듈러 풍력타워(10)의 상부에 거치되는 너셀부(N)와 같은 풍력발전구조물(1)의 다른 구성요소를 연결하는 구성요소로서의 역할을 동시에 수행할 수 있다.
- [0094] 다음으로는, 도 8a 내지 도 11b를 참조하여, 본 발명의 여러가지 실시예에 따른 타워모듈(100)의 연결부의 수직 해석 및, 이에 대한 연결부의 성능에 관해서 비교 설명하기로 한다.
- [0095] 연결부의 형태는 기둥부재(300)의 원형플레이트(211) 관통여부, 기둥부재(300) 하단부 보강날개부(500)의 유무 및 연결모듈부(200)의 보강가로보(235) 배치형식으로 구분하였다. 해석은 응력집중을 평가하기 위한 선형탄성해석과 극한강도를 평가하기 위한 재료 및 기하비선형 해석이 수행되었다.
- [0096] 해석에 사용된 모델은 연결모듈부(200)와 기둥부재(300)가 연결된 구조로 동일하다.
- [0097] 범용 구조해석 프로그램인 ABAQUS[4]를 이용하여 탄성 및 비탄성 해석을 수행하여 기둥부재(300)와 연결모듈부(200)의 총 6가지의 보강상세(모델 1 ~ 6)에 대해 연결부의 응력집중을 검토하고 극한강도를 확인하였다. 해석 모델의 경계조건으로 연결모듈부(200)의 하단을 고정시켰으며 기둥부재(300)의 상단에 집중하중을 재하하였다.
- [0098] 도 8a는 기둥부재(300)와 연결모듈부(200)의 총 6가지의 보강상세(모델 1 ~ 6)의 세부구성의 특징을 나타낸 도면이고, 도 8b는 모델 1~6의 상세를 도시한 도면이며, 도 8c는 모델 1~6의 강재의 중량을 도시한 도면이다.
- [0099] 모델 1~ 6을 구분하는 세부구성은 1) 기둥부재(300)가 원형플레이트(211)를 관통하는지 여부 2) 보강날개부(500)의 형성여부 3) 보강가로부의 형성여부 및, 보강가로보(235)가 교차형인지, 방사형인지 여부이다.
- [0100] 모델 1, 2는 기둥부재(300)가 원형플레이트(211)를 관통하는 형태이고, 모델 2, 4, 5, 6의 경우에는 기둥부재(300)의 둘레방향으로 보강날개부(500)를 12개를 적용한 형태이며, 모델 5, 6은 보강가로보(235)가 형성된 것으로서, 모델 5의 보강가로보(235)는 방사형으로 구성되고, 모델 6은 교차형으로 구성된 형태이다. 보강가로보(235)는 본체부(210)의 원형플레이트(211)에 연직으로 형성되는 응력의 흐름을 링플레이트(231)를 통하여 본체부(210)의 측면부재(213)로 전달하기 위한 구성이다.
- [0101] 도 9a는 모델 1~6의 연결부에 발생하는 최대응력을 도시한 도면이고, 도 9b는 모델 1~6의 연결부의 응력 및 변형형상을 도시한 도면이다.
- [0102] 최대응력 크기만을 놓고 보았을 때 보다 바람직한 모델은 기둥부재(300)가 단부 원형플레이트(211)를 관통하지 않고, 보강날개부(500)가 부착된, 십자형 보강가로보(235)가 설치된 모델 6이다. 모델 1에서 발생한 최대응력 크기는 5.5% 가량 증가된 수준으로 모델 6과 미미한 차이를 보였으나, 도 8c에 나타난 바와 같이 모델 1의 중량이 모델 6에 비해 크기 때문에 보다 바람직한 연결부의 형상은 모델 6인 것으로 판단된다.
- [0103] 보강가로보(235)가 설치되지 않은 모델 1~4의 최대응력을 도 9a를 통해 비교하면, 보강날개부(500)가 설치된 모

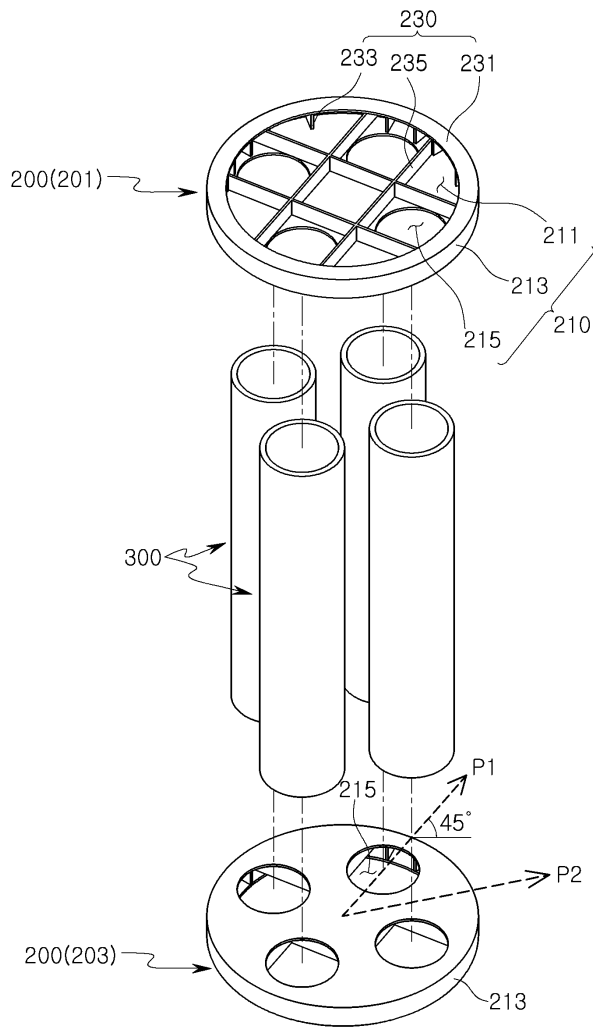
- | | |
|---------------|---------------|
| 100: 타워모듈 | 200: 연결모듈부 |
| 201: 상부연결모듈부 | 203: 하부연결모듈부 |
| 210: 본체부 | 211: 원형플레이트 |
| 213: 측면부재 | 215: 유지보수공 |
| 230: 보강부 | 230-1: 제1 보강부 |
| 230-2: 제2 보강부 | 231: 링플레이트 |
| 233: 수직보강재 | 235: 보강가로보 |
| 236: 제1 보강가로보 | 237: 제2 보강가로보 |
| 250: 개방부 | 300: 기둥부재 |
| 400: 개구 | 500: 보강날개부 |
| 600: 스티프너 | T: 타워부 |
| N: 너셀부 | |

도면

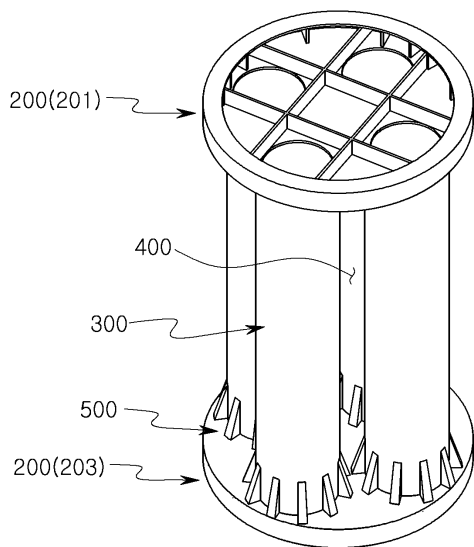
도면1



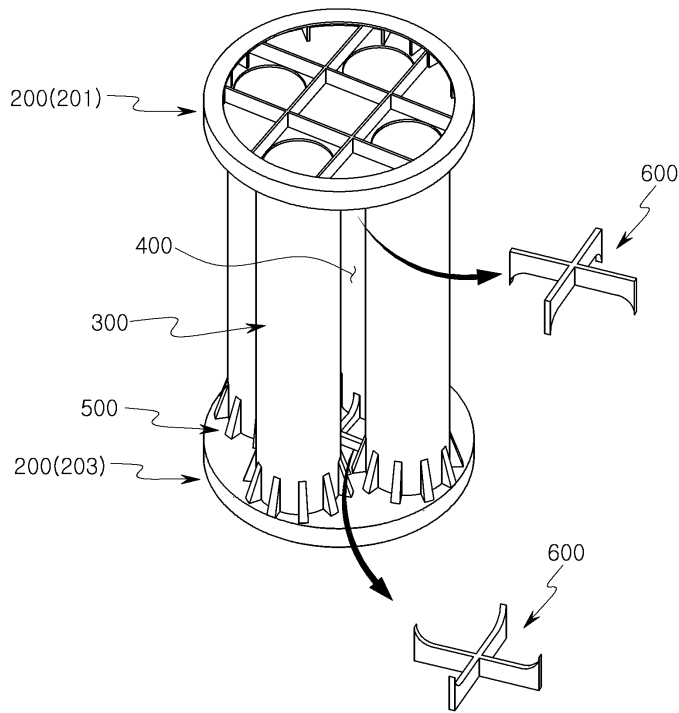
도면2



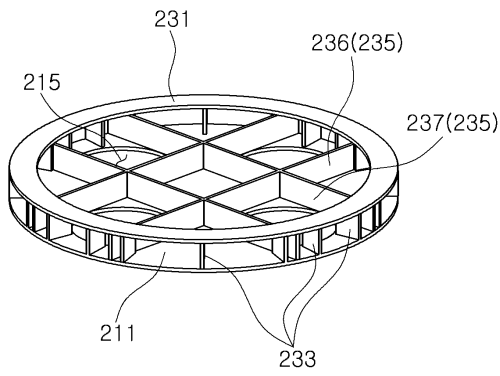
도면3



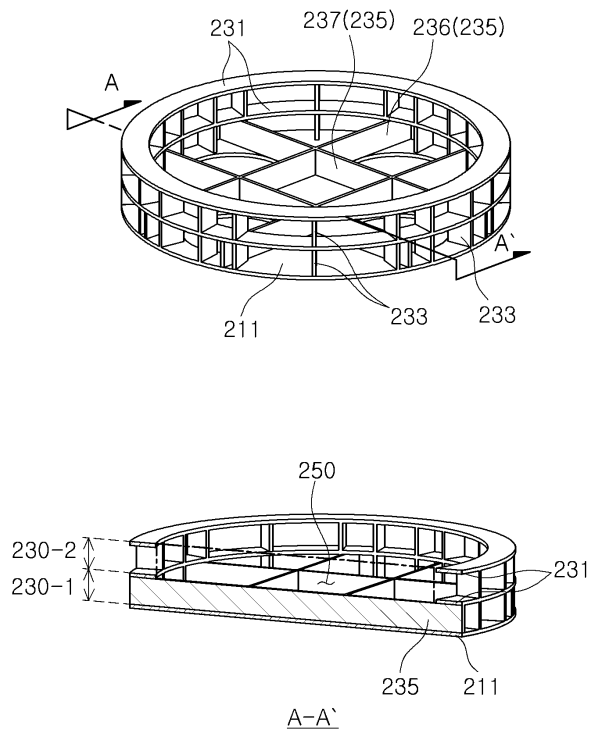
도면4



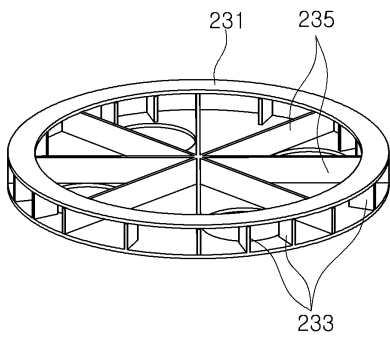
도면5a



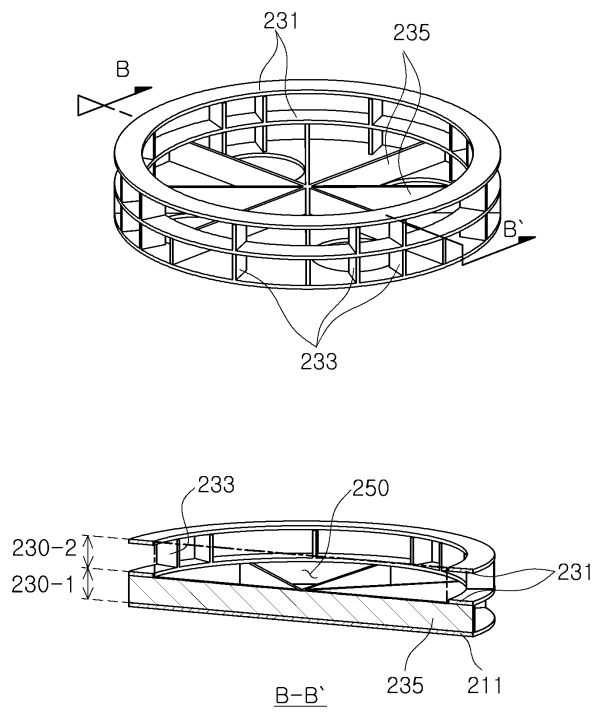
도면5b



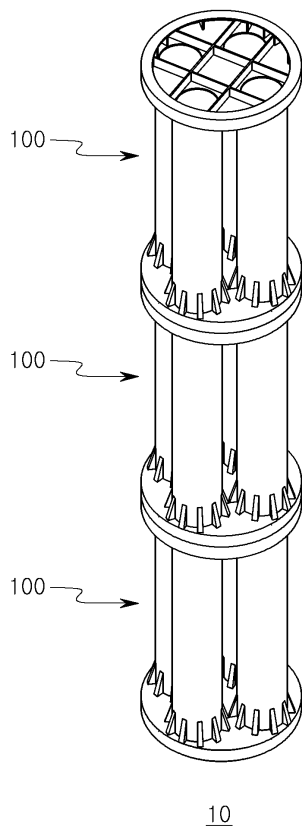
도면6a



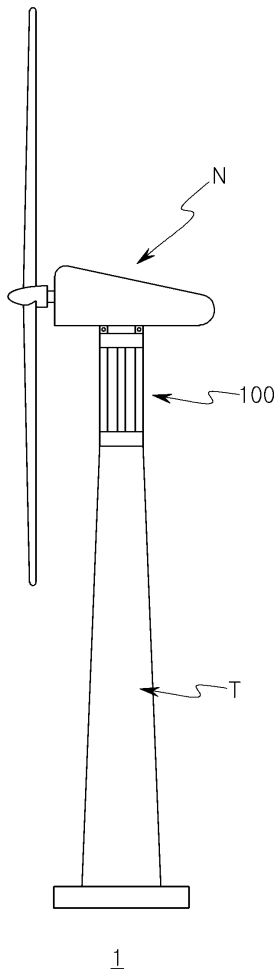
도면6b



도면7a



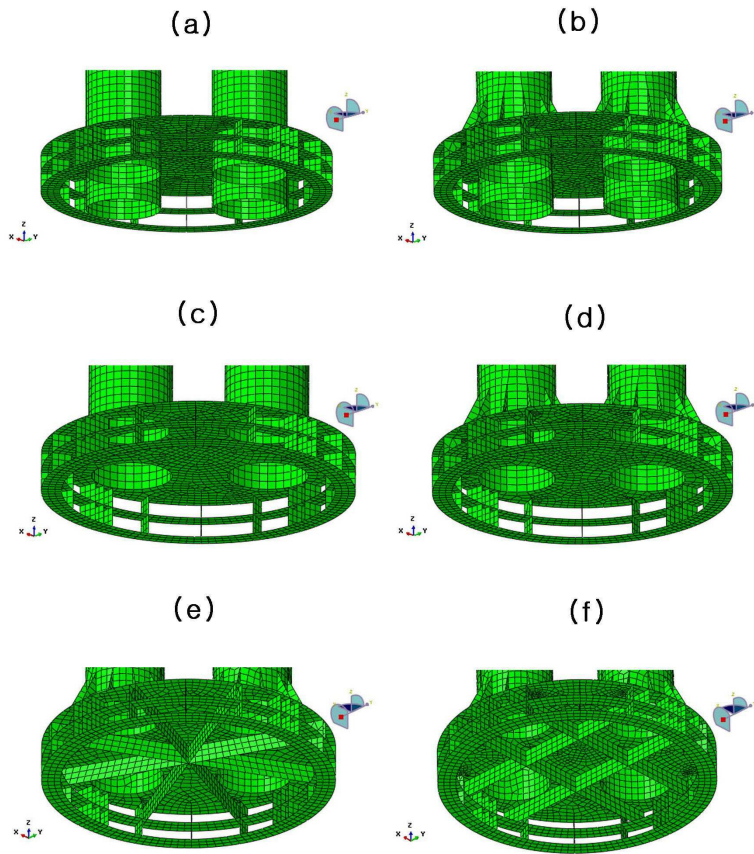
도면7b



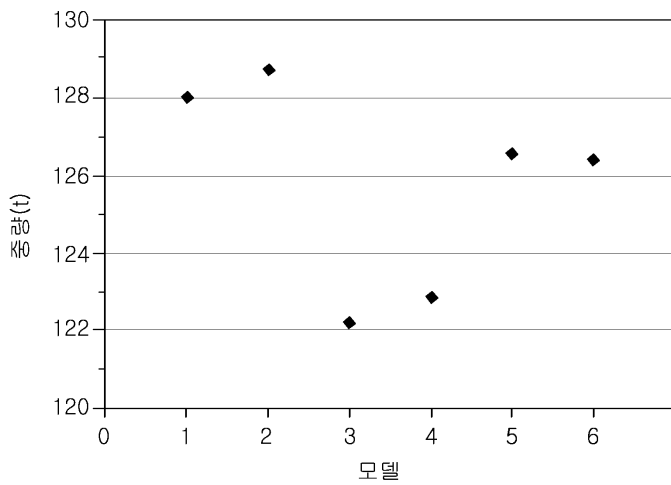
도면8a

모델명	세부구성		
	원형플레이트 관통	보강날개부	보강가로보
모델1 (a)	O	X	X
모델2 (b)	O	O	X
모델3 (c)	X	X	X
모델4 (d)	X	O	X
모델5 (e)	X	O	방사형
모델6 (f)	X	O	교차형

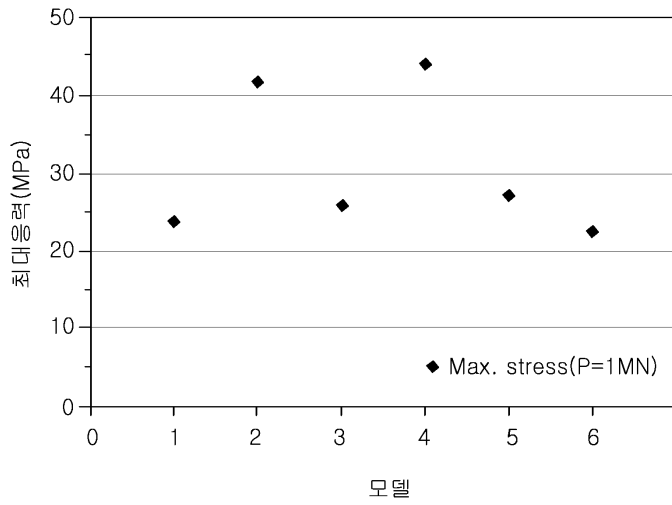
도면8b



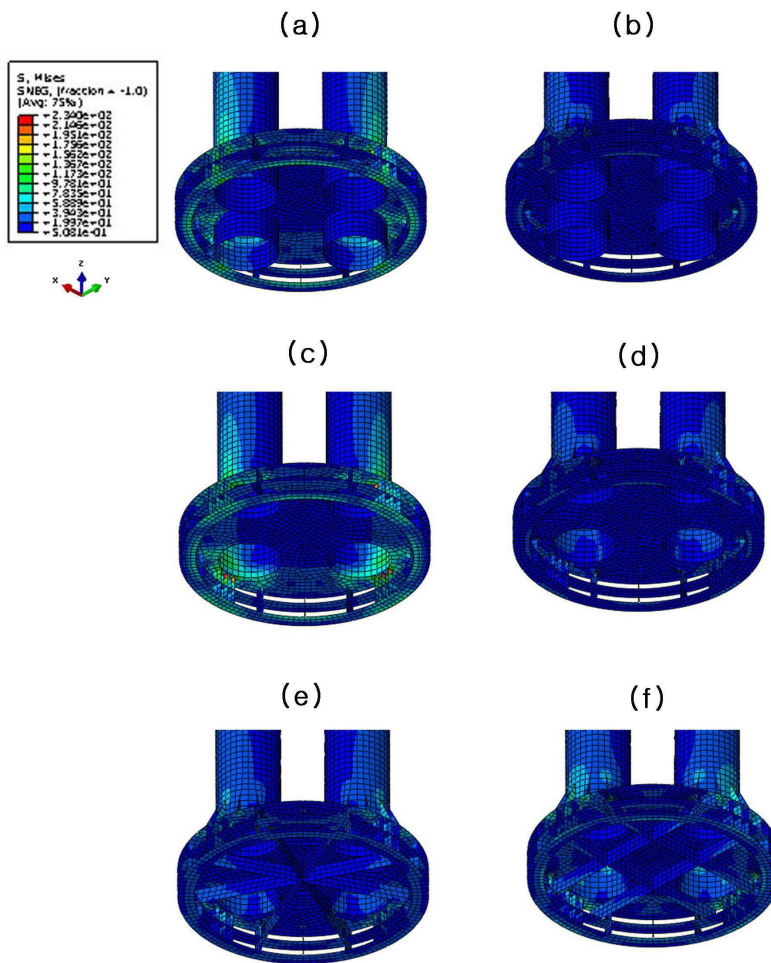
도면8c



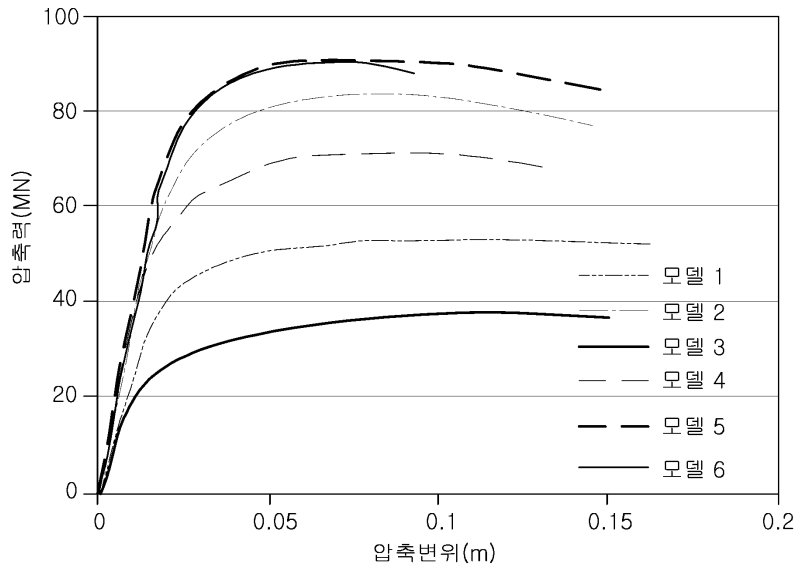
도면9a



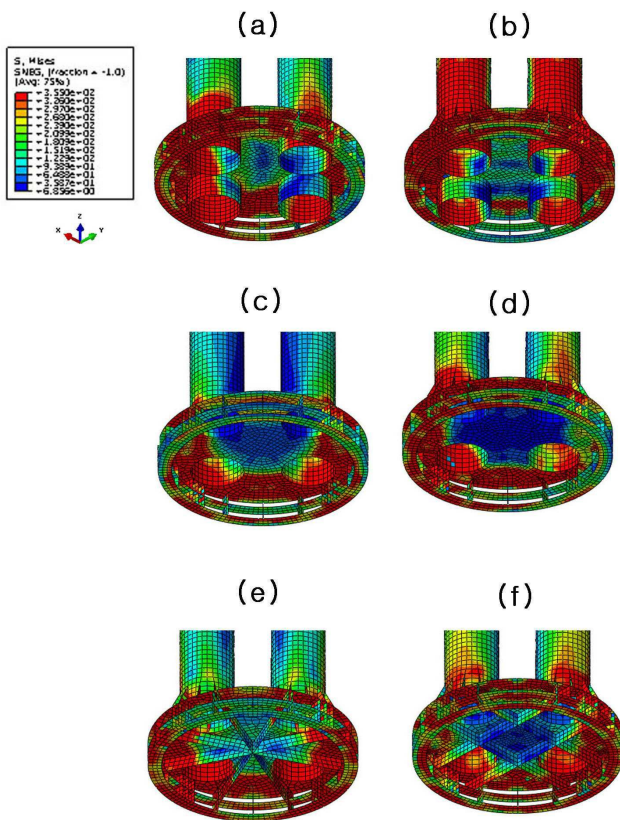
도면9b



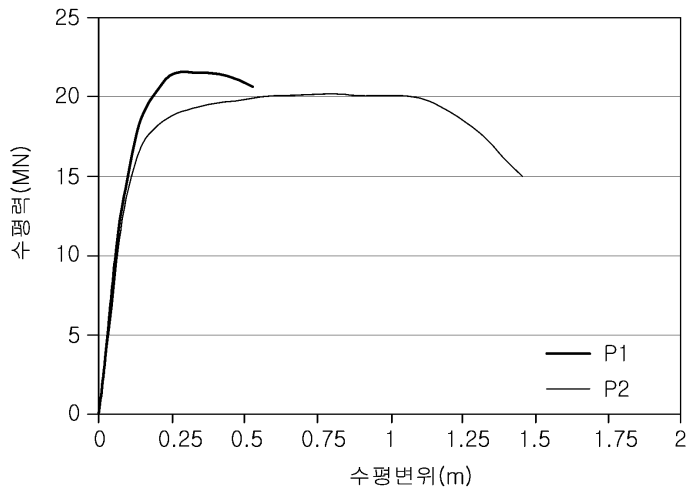
도면10a



도면10b



도면11a



도면11b

