



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년10월01일
(11) 등록번호 10-1446227
(24) 등록일자 2014년09월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 3/08 (2006.01) G01L 1/20 (2006.01)
E02D 33/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0084905
(22) 출원일자 2014년07월08일
심사청구일자 2014년07월08일
(56) 선행기술조사문헌
KR101207199 B1
KR101383234 B1
KR1020120114706 A
JP2013156021 A

(73) 특허권자
(주)대우건설
서울특별시 종로구 새문안로 75 (신문로1가)
(72) 발명자
김인규
경기도 화성시 금반1길 45, 334동 (반송동)
김유석
서울특별시 영등포구 양평로24길 9, 109동 1001호 (양평동5가, 양평동한신아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
선종철

전체 청구항 수 : 총 6 항

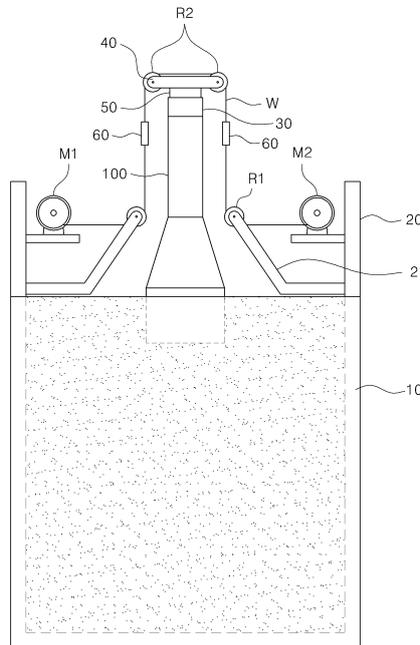
심사관 : 이현길

(54) 발명의 명칭 **편심 하중 재하가 가능한 해상풍력 지지구조물용 1축 압축 시험 장치**

(57) 요약

본 발명은 1축 압축 시험 장치에 관한 것으로서, 상세하게는 해상풍력 지지구조물의 안정성을 평가하기 위한 시험 시 하중을 축선을 따라 가함과 동시에 좌우로 이동이 가능하도록 하여 지반의 유동에 따라 해상풍력 지지구조물이 구속압에서 벗어나서 현실에 부합되는 거동을 보이도록 하는 편심 하중 재하가 가능한 해상풍력 지지구조물용 1축 압축 시험 장치에 관한 것이다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

진병무

경기도 용인시 수지구 정평로 73, 303동 201호 (풍덕천동, 임광아파트)

배경태

경기도 과천시 별양로 12, 336동 1801호 (원문동, 래미안슈르아파트)

이종필

경기도 수원시 장안구 덕영대로639번길 70, 221동 1603호 (정자동, 꽃피노을마을장안아파트)

노강구

서울특별시 용산구 청파로57가길 11, 101호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20120093

부처명 해양수산부

연구관리전문기관 한국해양과학기술진흥원

연구사업명 첨단항만건설기술개발

연구과제명 해상풍력 지지구조 설계기준 및 콘크리트 지지구조물 기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 (사)한국선급

연구기간 2012.08.27 ~ 2018.08.26

특허청구의 범위

청구항 1

토사가 내부에 적재되고, 시험 모형인 해상풍력 지지구조물이 근입되도록 내부에 공간부가 형성되고, 상면이 개방된 토조와;

상기 토조의 상부에 결합되고, 내부 중앙부에 상기 해상풍력 지지구조물의 상단부가 위치하는 프레임과;

상기 프레임 양단에서 서로 대칭되는 위치에 설치되는 제 1, 2회전 모터와;

상기 제 1회전 모터에 일단이 고정되고, 상기 제 2회전 모터에 타단이 고정되는 견인 와이어와;

상기 프레임의 일측에 설치되어 상기 견인 와이어를 상기 해상풍력 지지구조물의 상단부로 안내하는 하부 도르래와;

상기 해상풍력 지지구조물의 상단에 결합되는 하부 재하기와;

상기 하부 재하기와 결합되고, 상기 제 1, 2회전 모터의 회전에 따라 상기 견인 와이어에 의해 발생하는 하중에 의해 상기 하부 재하기에 압력을 가하며, 상기 해상풍력 지지구조물의 회전에 따라 좌우로 이동되는 축선이 가변되는 상부 재하기와;

상기 상부 재하기의 양단에 설치되어 상기 견인 와이어를 안내하는 상부 도르래와;

상기 상부 재하기와 하부 재하기 사이에 설치되고, 링 형태로 형성되되, 상기 하부 재하기와 상부 재하기에서 이탈되는 것을 방지하도록 상단과 하단에 각각 제 1, 2단턱이 형성되는 제 1로드셀; 및

상기 견인 와이어에 각각 설치되되, 상기 상부 도르래와 하부 도르래 사이에 각각 설치되는 제 2로드셀로 이루어지는 것을 특징으로 하는 편심 하중 재하가 가능한 해상풍력 지지구조물용 1축 압축 시험 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 하부 도르래는,

상기 해상풍력 지지구조물 측으로 연장되도록 상기 프레임에 설치되는 받침대의 끝단에 설치되는 것을 특징으로 하는 편심 하중 재하가 가능한 해상풍력 지지구조물용 1축 압축 시험 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 하부 재하기는,

원기둥 형태로 형성되되, 상기 해상풍력 지지구조물의 상단에 결합되도록 저면에 삽입턱이 돌출 형성되고, 상단 중앙부에 상기 상부 재하기가 삽입되도록 그 단면 형상이 U자 형태인 결합홈이 형성되는 것을 특징으로 하는 편심 하중 재하가 가능한 해상풍력 지지구조물용 1축 압축 시험 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 상부 재하기는,

사각 판 형태로 형성되어 양단에 상기 상부 도르래가 회전 가능하도록 결합되는 본체와;

상기 본체의 하단 중앙부에서 수직으로 돌출 형성되되, 그 단면 형상이 U자 형태로 형성되어 상기 하부 재하기의 결합홈에 삽입되는 결합턱으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 편심 하중 재하가 가능한 해상풍력 지지구조물용 1축 압축 시험 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 하부 재하기의 결합홈과 상부 재하기의 결합턱 사이에는,

상기 제 1로드셀에 압축력이 가해지도록 갭(g)을 갖는 것을 특징으로 하는 편심 하중 재하가 가능한 해상풍력 지지구조물용 1축 압축 시험 장치.

청구항 6

삭제

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 하부 재하기의 상면과 상기 상부 재하기의 저면에는,

상기 제 1로드셀의 제 1, 2단턱과 결합되는 제 3, 4단턱이 각각 형성되는 것을 특징으로 하는 편심 하중 재하가 가능한 해상풍력 지지구조물용 1축 압축 시험 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 1축 압축 시험 장치에 관한 것으로서, 상세하게는 해상풍력 지지구조물의 거동을 확인하기 위한 시험 시 하중을 축선을 따라 가함과 동시에 좌우로 이동이 가능하도록 하여 지반의 유동에 따라 해상풍력 구조물이 구속압에서 벗어나서 현실에 부합되는 거동을 보이도록 하는 편심 하중 재하가 가능한 해상풍력 구조물용 1축 압축 시험 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 해상풍력 발전은 풍력터빈을 호수, 피오르드(fjord) 지형, 연안과 같은 수역에 설치하여 그 곳에서 부는 바람의 운동에너지를 회전날개에 의한 기계에너지로 변환하여 전기를 얻는 발전방식을 말한다.

[0003] 2008년 말까지 해상풍력 발전 총 누적용량은 총 풍력발전 누적용량의 1%가 약간 넘는 수치인 1,473MW이며 2008년에는 30% 증가율과 같은 수치인 350MW가 추가되었다.

[0004] 해상풍력 발전의 장점으로는 국토가 비좁은 국가에서 풍력터빈을 설치할 수 있는 지역을 구하기란 쉽지 않다. 즉 육상풍력 발전의 경우 설치 부지의 한계가 있다는 말이다. 이에 비해 해상은 부지확보가 양호해 대규모 풍력발전 단지 조성이 가능하다.

[0005] 또한, 해상은 장애물의 감소로 바람의 난류와 높이나 방향에 따른 풍속변화가 적기 때문에 유사 조건의 육상 풍력 발전에 비해 상대적으로 낮은 피로하중으로 약 1.5~2배의 높은 발전량을 유지할 수 있고, 해상풍력 발전의 경우 해안과 떨어져 설치되기 때문에 풍력터빈의 대형화로 인하여 발생하는 소음과 시각적인 위압감 같은 문제를 해소할 수 있다.

[0006] 그리고 해상에 설치된 풍력발전 단지는 뛰어난 경관을 연출한다. 실례로 덴마크 미델그룬덴은 세계적인 해상 풍력 발전단지 조성의 성공사례로 알려지면서 전력 생산뿐만 아니라 관광 투어 코스로도 인기를 끌고 있고, 바닷물 속에 잠겨 있는 풍력터빈 지지대가 어류와 해저 생물의 좋은 산란처 역할을 하여 어획량이 늘고 바닷물 위의 풍력터빈 지지대는 철새들의 쉼터 역할을 하고 있다.

[0007] 해상풍력 발전 시설물은 크게 터빈, 블레이드, 타워 등의 상부구조물과, 지지구조물로 나뉜다.

[0008] 먼저, 상부구조물은 기본적으로 육상용 풍력발전과 동일한 기술을 적용한다. 해상용 풍력발전의 수명은 25년 정도이며 육상보다 대용량인 3~5MW 이상의 풍력터빈을 적용한다. 각 요소는 염분으로 인한 부식 피해를 막기 위하여 설계 및 코팅된다.

[0009] 그리고 지지구조물(Substructure)은 대표적인 4가지 타입으로 나누어 설명할 수 있다.

[0010] 중력식 타입(Gravity based foundation type)은 제작 및 설치가 용이하여 초기 해상풍력 발전단지에 사용된 타입으로 빈데비(Vindeby), 미델그룬덴(Middelgrunden) 해상풍력 발전단지 등에 적용되었다. 비교적 얇은

6~10m의 수심에서 사용 가능하며 자중과 해저면의 마찰력으로 위치를 유지한다. 기초 직경은 12~15m 이다.

- [0011] 모노파일 타입(Monopile type)은 현재 가장 많이 쓰이고 있는 해상풍력 발전단지 기초 방식이며, 25~30m의 수심에 설치가 가능하다. 홀스레브(Horns Rev), 노스 호일(North Hoyle) 해상풍력 발전단지 등에 적용되었으며 해저면에 대구경의 파일(pile)을 항타(Driving) 또는 드릴링(Drilling)하여 고정하는 방식으로 대단위 단지에 이용하는 경우 경제성이 좋다. 기초 직경은 3~3.5m 이다.
- [0012] 자켓 타입(Jacket type)은 현재 해상풍력 발전단지 보유국에서 많은 관심을 보이고 실증 중에 있는 타입으로 수심 20~80m에 설치가 가능하다. 영국의 "The Talisman Beatrice Wind Farm Demonstrator" 프로젝트에서 적용된 이 타입은 자켓식 구조물로 지지하고 말뚝 또는 파일(pile)로 해저에 고정하는 방식이다. 대수심 해양의 구조물이고 실적이 많아 신뢰도가 높은 편이며 모노파일 타입과 마찬가지로 대단위 단지 조성에 이용하는 경우 경제성이 좋다.
- [0013] 부유식 타입(Floating type)은 미래 심해상 풍력발전의 필수 과제라고 할 수 있으며 수심 40~900m에 설치가 가능하도록 많은 국가에서 연구 중에 있다.
- [0014] 한편, 이러한 해상풍력 지지구조물은 외부 환경에 따라 설치 후 축방향으로 압축력을 받는 데, 지지구조물의 안정성을 평가하기 위해서는 해상환경에서의 정확한 압축력에 따른 변형 거동 측정이 필요하다.
- [0015] 이러한 압축력에 따른 변형 거동 측정을 위해 일반적으로 1축 압축 장치를 이용하여 시험한다.
- [0016] 즉, 1축 압축 장치는 토조에 지지구조물 모형인 구조물을 설치하고, 1축 압축 장치의 압축기를 이용하여 구조물 상단을 축방향으로 압축하여 시험한다.
- [0017] 그러나 이러한 종래의 1축 압축 장치는 1개의 축선을 따라가는 압축기가 존재하며, 압축을 받는 부분, 즉 구조물은 1축을 따라서 압축을 받게 된다.
- [0018] 그런데 압축을 받는 부분이 토사와 같은 유동성을 가지는 지반에 묻혀 있는 경우는 그 축선을 따라 압축을 받게 되면 토사의 유동에 의한 회전을 구속받게 되고, 이러한 구속압은 현실과는 다른 압축력을 받게 되어 실제 상황과는 다른 모사를 보이게 되는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0019] (특허문헌 0001) 국내 공개특허공보 10-2010-0000337호
- (특허문헌 0002) 국내 공개특허공보 10-2011-0033628호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0020] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 해상풍력 지지구조물의 안정성을 평가하기 위한 시험 시 하중을 축선을 따라 가함과 동시에 좌우로 이동이 가능하도록 하여 지반의 유동에 따라 해상풍력 지지구조물이 구속압에서 벗어나서 현실에 부합되는 거동을 보이도록 하는 편심 하중 재하가 가능한 해상풍력 지지구조물용 1축 압축 시험 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0021] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징은,
- [0022] 토사가 내부에 적재되고, 시험 모형인 해상풍력 지지구조물이 근입되도록 내부에 공간부가 형성되고, 상면이 개방된 토조와; 상기 토조의 상부에 결합되고, 내부 중앙부에 상기 해상풍력 지지구조물의 상단부가 위치하는 프레임과; 상기 프레임 양단에서 서로 대칭되는 위치에 설치되는 제 1, 2회전 모터와; 상기 제 1회전 모터에 일단이 고정되고, 상기 제 2회전 모터에 타단이 고정되는 견인 와이어와; 상기 프레임의 일측에 설치되어 상기 견인 와이어를 상기 해상풍력 지지구조물의 상단부로 안내하는 하부 도르래와; 상기 해상풍력 지지구조물의 상단에 결합되는 하부 재하기와; 상기 하부 재하기와 결합되고, 상기 제 1, 2회전 모터의 회전에 따라 상

기 견인 와이어에 의해 발생하는 하중에 의해 상기 하부 재하기에 압력을 가하며, 상기 해상풍력 지지구조물의 회전에 따라 좌우로 이동되는 축선이 가변되는 상부 재하기와; 상기 상부 재하기의 양단에 설치되어 상기 견인 와이어를 안내하는 상부 도르래와; 상기 상부 재하기와 하부 재하기 사이에 설치되는 제 1로드셀; 및 상기 견인 와이어에 각각 설치되며, 상기 상부 도르래와 하부 도르래 사이에 각각 설치되는 제 2로드셀로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

- [0023] 여기에서, 상기 하부 도르래는 상기 해상풍력 지지구조물 측으로 연장되도록 상기 프레임에 설치되는 받침대의 끝단에 설치된다.
- [0024] 여기에서 또한, 상기 하부 재하기는 원기둥 형태로 형성되며, 상기 해상풍력 지지구조물의 상단에 결합되도록 저면에 삽입턱이 돌출 형성되고, 상단 중앙부에 상기 상부 재하기가 삽입되도록 그 단면 형상이 U자 형태인 결합홈이 형성된다.
- [0025] 여기에서 또, 상기 상부 재하기는 사각 판 형태로 형성되어 양단에 상기 상부 도르래가 회전 가능하도록 결합되는 본체와; 상기 본체의 하단 중앙부에서 수직으로 돌출 형성되며, 그 단면 형상이 U자 형태로 형성되어 상기 하부 재하기의 결합홈에 삽입되는 결합턱으로 이루어진다.
- [0026] 여기에서 또, 상기 하부 재하기의 결합홈과 상부 재하기의 결합턱 사이에는 상기 제 1로드셀에 압축력이 가해지도록 겹(g)을 갖는다.
- [0027] 여기에서 또, 상기 제 1로드셀은 링 형태로 형성되며, 상기 하부 재하기와 상부 재하기에서 이탈되는 것을 방지하도록 상단과 하단에 각각 제 1, 2단턱이 형성된다.
- [0028] 여기에서 또, 상기 하부 재하기의 상면과 상기 상부 재하기의 저면에는 상기 제 1로드셀의 제 1, 2단턱과 결합되는 제 3, 4단턱이 각각 형성된다.

발명의 효과

- [0029] 상기와 같이 구성되는 본 발명인 편심 하중 재하가 가능한 해상풍력 지지구조물용 1축 압축 시험 장치에 따르면, 해상풍력 지지구조물의 안정성 평가를 위한 시험 시 하중을 축선을 따라 가함과 동시에 좌우로 이동이 가능하도록 하여 지반의 유동에 따라 해상풍력 지지구조물이 구속압에서 벗어나서 현실에 부합되는 거동을 보이도록 하여 실제 상황과 동일한 모사를 수행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0030] 도 1은 본 발명에 따른 편심 하중 재하가 가능한 해상풍력 지지구조물용 1축 압축 시험 장치의 구성을 나타낸 사시도이다.
 도 2는 도 1의 정면도이다.
 도 3은 본 발명에 따른 편심 하중 재하가 가능한 해상풍력 지지구조물용 1축 압축 시험 장치 중 하부 재하기와 상부 재하기의 결합 상태의 단면도이다.
 도 4는 본 발명에 따른 편심 하중 재하가 가능한 해상풍력 지지구조물용 1축 압축 시험 장치의 동작을 설명하기 위한 동작 설명도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

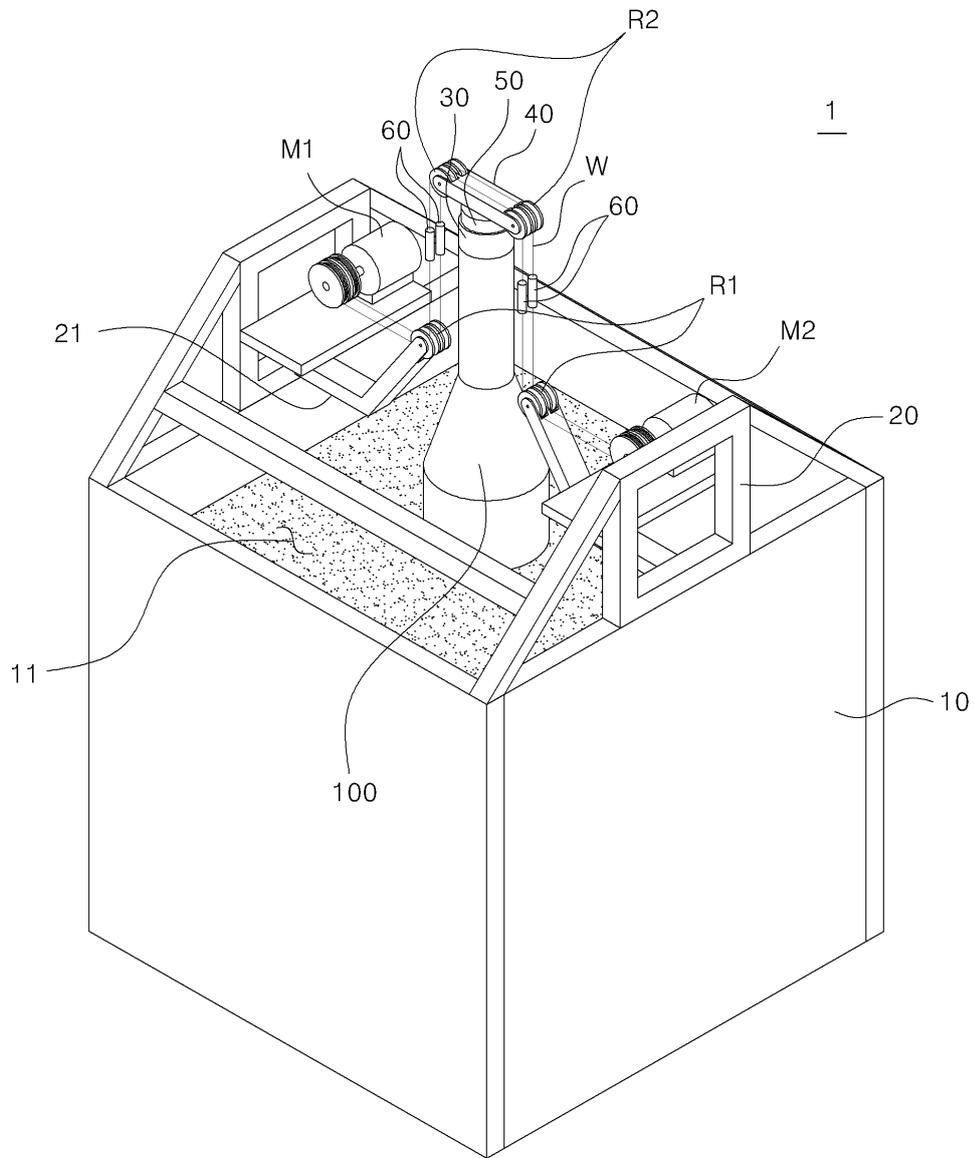
- [0031] 이하, 본 발명에 따른 편심 하중 재하가 가능한 해상풍력 지지구조물용 1축 압축 시험 장치의 구성을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하면 다음과 같다.
- [0032] 하기에서 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0033] 도 1은 본 발명에 따른 편심 하중 재하가 가능한 해상풍력 지지구조물용 1축 압축 시험 장치의 구성을 나타낸 사시도이고, 도 2는 도 1의 정면도이며, 도 3은 본 발명에 따른 편심 하중 재하가 가능한 해상풍력 지지구조물용 1축 압축 시험 장치 중 하부 재하기와 상부 재하기의 결합 상태의 단면도이다.
- [0034] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 본 발명에 따른 편심 하중 재하가 가능한 해상풍력 지지구조물용 1축 압축 시험

장치(1)는, 토조(10)와, 프레임(20)과, 제 1, 2회전 모터(M1, M2)와, 견인 와이어(W)와, 하부 도르래(R1)와, 하부 재하기(30)와, 상부 재하기(40)와, 상부 도르래(R2)와, 제 1로드셀(50)과, 제 2로드셀(60)로 이루어진다.

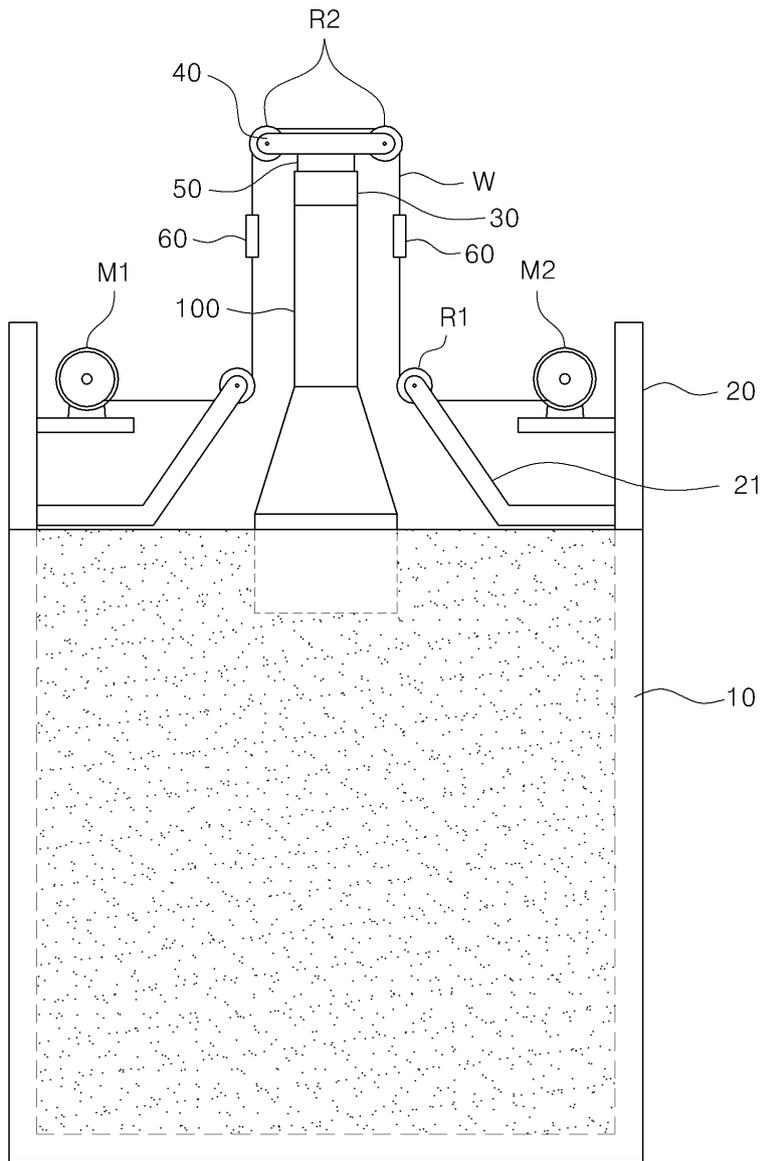
- [0035] 먼저, 토조(10)는 토사가 내부에 적재되고, 시험 모형인 해상풍력 지지구조물(100)이 근입되도록 내부에 공간부(11)가 형성되도록 금속, 합성수지, 콘크리트 등의 재질로 육면체 형태로 형성되고, 상면이 개방된 형태로 형성된다.
- [0036] 그리고 프레임(20)은 토조(10)의 상부에 결합되고, 내부 중앙부에 해상풍력 지지구조물(100)의 상단부가 위치한다. 여기에서, 프레임(20)은 하기에서 설명할 하부 도르래(R1)가 해상풍력 지지구조물(100) 측으로 연장되도록 하부 도르래(R1)를 고정하는 받침대(21)를 구비하는 것이 바람직하다.
- [0037] 또한, 제 1, 2회전 모터(M1, M2)는 프레임(20) 양단에서 서로 동일 높이를 가지도록 서로 대칭되는 위치에 설치된다. 이때, 제 1, 2회전 모터(M1, M2)는 서로 다른 방향으로 회전되어 하기에서 설명할 견인 와이어(W)를 당긴다.
- [0038] 또, 견인 와이어(W)는 제 1회전 모터(M1)에 일단이 고정되고, 제 2회전 모터(M2)에 타단이 고정된다. 이때, 견인 와이어(W)는 복수개가 구비될 수 있다.
- [0039] 또, 하부 도르래(R1)는 프레임(20)의 받침대(21) 끝단에서 회전 가능하도록 설치되어 견인 와이어(W)를 해상풍력 지지구조물(100)의 상단부로 안내한다. 이때, 하부 도르래(R1)는 견인 와이어(W)의 개수에 대응되는 개수로 설치된다.
- [0040] 한편, 하부 재하기(30)는 해상풍력 지지구조물(100)의 상단에 결합되도록 원기둥 형태로 형성되며, 해상풍력 지지구조물(100)의 상단에 결합되도록 저면에 삽입턱(31)이 돌출 형성되고, 상단 중앙부에 하기에서 설명할 상부 재하기(40)가 삽입되도록 그 단면 형상이 U자 형태인 결합홈(33)이 형성된다. 여기에서, 상기 하부 재하기(30)의 상면에는 하기에서 설명할 제 1로드셀(50)의 제 1단턱(51)과 결합되는 제 3단턱(35)이 형성된다.
- [0041] 그리고 상부 재하기(40)는 사각 판 형태로 형성되어 양단에 상부 도르래(R2)가 회전 가능하도록 결합되는 본체(41)와, 본체(41)의 하단 중앙부에서 수직으로 돌출 형성되며, 그 단면 형상이 U자 형태로 형성되어 하부 재하기(30)의 결합홈(33)에 삽입되는 결합턱(43)으로 이루어져서, 제 1, 2회전 모터(M1, M2)의 회전에 따라 견인 와이어(W)에 의해 발생하는 하중에 의해 하부 재하기(30)에 압력을 가하며, 해상풍력 지지구조물(100)의 회전에 따라 좌우로 이동되는 축선이 가변된다. 여기에서, 상부 재하기(40)의 결합턱(43)은 하부 재하기(30)의 결합홈(33)과 갭(g)을 가지도록 형성되어 갭(g)에 의해 하기에서 설명할 제 1로드셀(50)에 압축력이 가해지도록 한다. 여기에서 또한, 상부 재하기의 저면에는 하기에서 설명할 제 1로드셀(50)의 제 2단턱(53)과 결합되는 제 4단턱(45)이 형성된다.
- [0042] 또한, 상부 도르래(R2)는 상부 재하기(40)의 양단에서 회전 가능하도록 설치되어 견인 와이어(W)를 안내한다. 이때, 상부 도르래(R2)는 견인 와이어(W)의 개수에 대응되는 개수로 설치된다.
- [0043] 또, 제 1로드셀(50)은 상부 재하기(40)와 하부 재하기(30) 사이에 설치되도록 링 형태로 형성되고, 하부 재하기(30)와 상부 재하기(40)에서 이탈되는 것을 방지하도록 상단과 하단에 각각 제 1, 2단턱(51, 53)이 형성된다.

도면

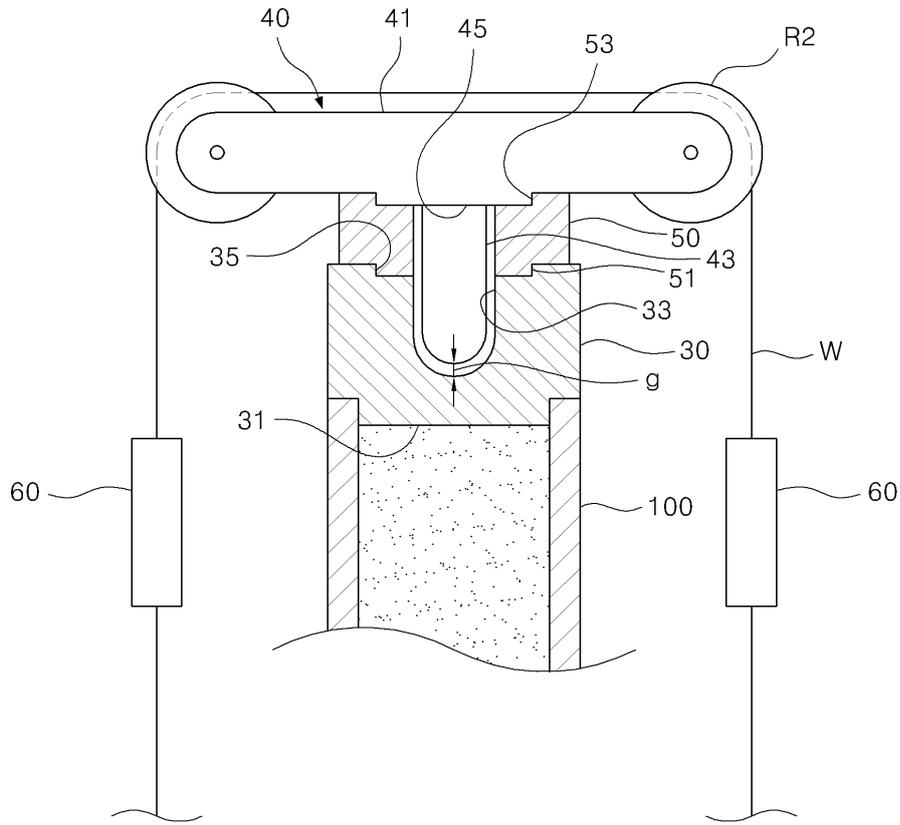
도면1



도면2



도면3



도면4

