



(19) 대한민국특허청(KR)  
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년06월29일  
 (11) 등록번호 10-1045045  
 (24) 등록일자 2011년06월22일

(51) Int. Cl.

*G09B 25/08* (2006.01) *G09B 19/10* (2006.01)  
*B63B 35/44* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0123971  
 (22) 출원일자 2009년12월14일  
 심사청구일자 2009년12월14일  
 (65) 공개번호 10-2011-0067395  
 (43) 공개일자 2011년06월22일

(56) 선행기술조사문현

KR100930246 B1

KR1020090040608 A

KR200431022 Y1

WO2009122098 A2

전체 청구항 수 : 총 5 항

(73) 특허권자

한국해양연구원

경기 안산시 상록구 사동 1270번지

(72) 발명자

성홍근

대전광역시 유성구 송강동 송강그린아파트 302동  
1303호

최성권

대전광역시 유성구 신성동 209-3번지 202호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

신동기

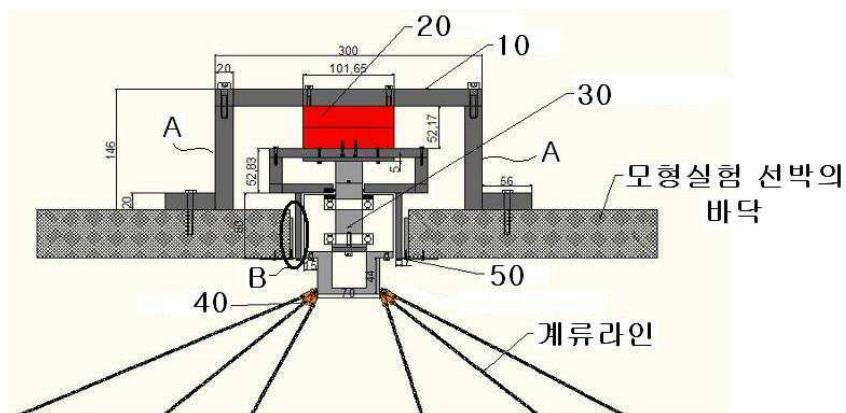
심사관 : 홍영옥

## (54) 부유식 해양구조물의 모형실험 장치

## (57) 요 약

본 발명은 부유식 해양구조물의 모형실험에 있어서 계류라인(Mooring Line)에 걸리는 장력(Tension)과 이로 인하여 모형실험 선박에 작용하는 힘(Force)을 효과적으로 측정하기 위한 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 터렛(Turret)에 대한 효율적인 구성에 따라 장력 및 힘의 계측에 정확도를 높일 수 있을 뿐만 아니라 모형실험에서 중요한 방수(Waterproof)의 문제를 간단하게 해결할 수 있는 모형실험 장치에 관한 것이다.

대 표 도 - 도11



(72) 발명자  
**조석규**  
대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 205동  
1001호  
**홍장표**  
경기도 부천시 소사구 소사본3동 155-21  
**김진하**  
대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 102동 603호

**홍사영**  
대전광역시 유성구 하기동 송림마을아파트 605동  
702호  
**홍석원**  
대전 유성구 지족동 977번지 반석마을1단지  
108-301

이 발명을 지원한 국가연구개발사업  
과제고유번호 1415096954(세부과제번호 : 10031714)  
부처명 지식경제부  
연구관리전문기관  
연구사업명 그린카등수송시스템산업원천기술개발(R&D)  
연구과제명 LNG FSRU 구조물-계류시스템 설계핵심 기술 개발  
기여율  
주관기관 한국해양연구원  
연구기간 2009년 10월 01일 ~ 2010년 09월 30일

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

측면 형상이 II와 같은 박스형 구조물로서, 양 쪽 끝단이 모형실험 선박의 바닥과 결합하며, 높이 조절이 가능한 거치대;

상기 거치대의 내부 천정에 장착되는 6축 로드셀;

상기 6축 로드셀의 아래에 결합한 상태에서 360도로 회전하는 터렛 회전축 및;

상기 터렛 회전축의 아래 끝단에 연결되는 다수 개의 1축 로드셀

을 포함하는 부유식 해양구조물의 모형실험 장치.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 거치대의 높이는 상기 거치대의 양 쪽 측면을 이루는 부재를 높이를 달리하여 교체함으로써 조절하는 것을 특징으로 하는 부유식 해양구조물의 모형실험 장치.

### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 터렛 회전축과 모형실험 선박의 바닥 사이에 소정의 공차를 두는 것을 특징으로 하는 부유식 해양구조물의 모형실험 장치.

### 청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 공차에는 방수필름 처리를 하는 것을 특징으로 하는 부유식 해양구조물의 모형실험 장치.

### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 부유식 해양구조물의 모형실험 장치는 모형실험 선박의 바닥에 설치되는 것을 특징으로 하는 부유식 해양구조물의 모형실험 장치.

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 부유식 해양구조물의 모형실험에 있어서 계류라인(Mooring Line)에 걸리는 장력(Tension)과 이로 인하여 모형실험 선박에 작용하는 힘(Force)을 효과적으로 측정하기 위한 모형실험 장치에 관한 것이다.

#### 배경 기술

##### 1. 해양구조물(도 1)

[0003] 해양구조물이란 육지와 연결된 어떤 구조도 갖지 않은 채 어떤 날씨 조건 하에서도 바다의 한 지점에 머물러 있을 수 있는 구조물을 말한다.

[0004] 해양구조물이 쓰이는 곳은 다양하다. 해저유전이나 가스의 개발과 생산을 위해 설치되기도 하고, 대형 유조선의 접안을 위한 항만 구조물로 쓰이기도 한다. 대형 유조선이 정박하려면 그만한 수심이 필요하고 따라서 준설이 여의치 않을 때는 아예 깊은 곳까지 젯티와 돌핀을 연장하여 항만을 만들어야 하기 때문이다. 이를 일명

오프쇼어 마린 터미널(Offshore Marine Terminal)이라 한다. 근자에 와서는 발전소나 석유저장시설, 어업 중계 기지 등을 위해 해양구조물이 만들어지기도 한다.

[0005] 해양구조물 제작용 재료를 살펴보면, 가장 많이 쓰이는 재료는 역시 철강이다. 이때 바다 밑에 들어가는 부분은 원형 단면을 갖는 강관을 사용하는데, 이는 단면 형상이 파도나 해류의 힘을 되도록 적게 받기 때문에이며, 또 다른 이유로는 강관 파일을 기초용으로 사용할 수 있도록 하고, 구조물 설치 시 부력을 받을 수 있게 하는 등을 들 수가 있다.

[0006] 바다 위 상부 구조에는 제작이 쉽고 유지보수가 용이한 H-빔 등의 형강이 사용된다. 철강재는 부식이 잘 되고 고착성 해양 생물이 잘 자라는 등의 단점에도 불구하고 제작과 설치의 용이성, 설계의 명확성, 구조의 견고성 등의 이점으로 해양구조물의 재료로 가장 널리 사용되고 있다.

[0007] 깊은 수심과 단단한 해저 지질을 갖는 지역에서는 콘크리트 구조물이 많이 사용된다. 콘크리트는 내식성이 강하고 자중만으로도 안정된 상태를 유지할 수 있다. 거대한 원통형 콘크리트는 그 내부를 유류 등의 저장시설로 사용할 수 있으며, 운반 및 설치, 그리고 구조물의 검사도 용이하게 수행할 수 있다. 그러나 제작이 힘들고 해저 지질 조건이 제약되는 등, 그 사용이 북해나 극지방으로 제한되는 단점이 있다.

[0008] 해양구조물을 그 성격상으로 구분하면 아래와 같이 크게 세 가지로 나눌 수 있다.

#### [0009] (1) 부유식 구조물

[0010] 이는 주로 석유 시추용으로 사용되어 왔으나, 최근에는 해상발전소, 유류 저장시설 등으로 그 이용이 확산되고 있다.

[0011] 석유 시추용 부유구조물은 이동성과 고정성이 동시에 보장되어야 한다는 명제를 안고 있다. 다시 말해 시추에 실패했을 때는 즉시 다른 지역으로 이동이 가능해야 하고, 시추 중에는 시추 파이프에 무리한 힘이 가해지지 않을 만큼의 고정성이 확보되어야 한다는 점이다. 부유식 시추선에는 아래의 세 가지가 많이 사용된다.

#### [0012] ① 드릴 쉽(Drill Ship)(도 2)

[0013] 자력추진이 가능하여 기동력이 있으나, 고정성은 무어링(Mooring) 또는 동적 위치유지 시스템(Dynamic Positioning) 등으로 확보되기 때문에 악천후 시에는 롤링, 피칭 등의 현상이 발생하여 조업을 어렵게 한다.

#### [0014] ② 잭 업 리그(Jack-Up Rig)(도 3)

[0015] 조업 중에는 3개의 레그(Leg)가 해저에 고정되어 안정성을 확보한다. 시추가 끝나면 레그를 잭 업 방식으로 들어올려 선체(Hull)의 부력으로 뜨게 되며, 이때 견인선이 토잉(Towing)하여 다른 지역으로 이동하게 된다. 고정성은 드릴 쉽에 비해 우수하나 수심이 깊은 곳에서는 조업 자체가 불가능하고, 기동성이 약하며, 악천후 시에는 잭 업 작업이 일시 중단되기도 한다.

#### [0016] ③ 반 잠수식 시추선(Semisubmersible)(도 4)

[0017] 레그가 4개 또는 6개인 부유 구조물이며 각 레그를 연결 하는 폰툰(Pontoon)이라는 수평재가 부력을 만들어준다. 구조상으로 안정하다고 할 수 있으나, 상부 데크 면적이 크고, 따라서 많은 기자재 선적이 가능해 악천후시 일시적으로 불안정한 상태가 될 가능성이 있다. 이로 인해 실제로 큰 전복사고가 일어난 적도 있다. 자력 추진이 안돼 기동성이 약하고 제작비와 운영비가 많이 드는 단점이 있다.

#### [0018] ④ FPSO(Floating Production Storage Offloading)(도 5)

[0019] 부유식 원유생산 및 저장설비로서, 해상에서 원유채굴부터 저장과 하역 등이 가능하고 이동이 자유로워 소규모 심해유전개발에 적합한 특수선이다.

[0020] 고유가 시대에 접어들면서, 세계 각국의 석유 생산업체들은 원유가격의 추가 상승을 전제로 석유탐사

개발 프로젝트에 상당한 투자를 하고 있다. 이에 따라 해상유전 개발의 경제성과 편리한 이동으로 인해 기존의 고정식 석유시추선과는 다른 새로운 형태의 FPSO가 등장하게 된 것이다.

[0021] FPSO의 전체적인 모습을 보면, 일반 초대형 유조선과 비슷하게 생겼다. 다만 상부에는 원유정제, 가스 압축, 원유하역, 해수주입, 자체발전에 필요한 설비들이 설치되어 있어 원유채굴에서부터 정제, 저장, 하역이 자체적으로 이루어진다.

[0022] 최근에는 환경오염, 님비(NIMBY) 현상 등으로 갈수록 용지 선정이 힘들어지는 원자력 발전소, 가스터빈 발전소, 폐기물 소각장 등을 해상 부유 구조물 위에 건설하는 일이 추진되고 있으며, 대형 철제 구조물 위로 24시간 이착륙이 가능토록 하는 해상공항도 장기적 과제로 남아 있다. 바지선 위에 설치된 중소형 디젤 발전소는 전 세계적으로 현재 많은 수가 설치 완료되어 운전 중이며, 담수화 플랜트와 유류, 가스 저장시설도 해상부유시설로 설치되고 있다.

### [0023] (2) 고정식 구조물

[0024] 현재 가장 많이 쓰이는 해양 고정식 구조물에는 소위 재켓(Jacket)이라 하는 강관 용접 구조물이 있다(도 6). 이 구조물은 보통 육상에서 제작 후 바지선에 실려 해당지역까지 운반된 다음 진수시켜 설치한다. 이때 4~8개의 레그를 통하여 각각 파일을 박게 되는데 상부의 주요 시설은 주로 이 파일들이 지지하게 되고, 강관 구조물은 레그와 브레이스로 이 파일들을 옆으로 지탱하여 측면력에 대한 파일의 거동이 종합적으로 이루어지게 해준다.

[0025] 재켓이란 이름은 구조물이 파일을 감싸고 있기 때문에 붙여진 이름이다. 파일은 해저면 약 100미터까지 깊이 박혀 해양 플랫폼을 해저 지층에 영구적으로 고정시켜주고, 측면 및 수직 하중을 해저에 전달하여 구조물을 안정하게 유지한다.

[0026] 상부의 주요 시설은 2~3개의 갑판(Deck)을 갖는 구조물로 이루어지고, 여러 개의 플랫폼을 갖는 해상 컴플렉스에서는 각 플랫폼을 연결하는 브릿지를 여기에 설치한다. 이 재켓 플랫폼은 보통 20년 정도의 설계 수명을 가지며, 해저 석유 생산과 시추, 해상 거주용 등으로 널리 사용된다.

[0027] 고정식 구조물의 다른 한 종류인 콘크리트 중력식 구조물(GBS)은 외부하중에 대해 파일이 아닌 자체무게로 지지력을 갖는 구조물이다(도 7). 이 때 중력식 구조물에 오랜 기간에 걸친 침하가 일어나지 않도록 하기 위해서는 안정되고 단단한 해저 지면이 필요하다.

[0028] 극지방에서는 빙산과의 충돌 위험을 줄이기 위해, 또 단단한 해저지면을 갖는 심해에서는 보다 경제적 설계를 위해 큰 베이스(Base)를 갖는 모노 타워(Monotower) 콘크리트 플랫폼을 설치하기도 한다. 친해에서는 매립을 통해 해중섬을 쌓아 해상도시, 해상공항, 석유생산 시설 등을 만들고 있다.

### [0029] (3) 유동식 구조물

[0030] 이는 부유식 구조물의 일종이나 해저면에 설치된 고정식 구조물로부터 강선이 연결되어 부유 구조물의 횡방향 안정을 유도하는 형식의 구조물이다. 이는 심해에 경제적인 구조물을 설치하려는 노력에서 나온 산물이다. 여기에는 가이드 타워(Guyed Tower)와 TLP(Tension Leg Platform) 등이 있다.

[0031] 가이드 타워는 플랫폼의 수직하중을 해저면까지 경사 없이 수직으로 내려간 강구조물이 지지하고, 측면 하중은 강구조물에 사방으로 경사지게 연결되어 해저면에 고정된 강선이 지탱해 주는 형태이다.

[0032] TLP(TLP)은 각 코너의 레그에서 해저면 고정 구조물까지 수직으로 강선(Tendon 또는 Tether)을 연결, 측면하중을 일정 한도 내에서 잡아주는 구조물이다. 상부 플랫폼의 부력이 강선의 장력을 항상 일정하게 유지하며, 이 때문에 플랫폼의 상하 운동이 감쇄되어 심해용 유정 개발 작업에 유리한 안정성을 제공한다. TLP는 한 지역에서 작업을 마치면 다른 지역으로 이동하여 재설치가 가능하기 때문에 석유 부존량이 적은 유정 개발시 경제적이다. TLP는 원래 철강 재료로 만들기 시작했으나, 점차 콘크리트 구조로 상부 및 해저 구조물을 만들어 임시 유류 저장시설로도 사용 가능토록 고안되고 있다.

[0033] 이외에도 심해저 구조물로는 상부를 자켓 타입의 강 구조물, 하부를 콘크리트 케이슨으로 만들어 연결시키거나, 반대로 상부를 콘크리트 부유 구조물, 하부를 철구조 트러스로 만들어 특별한 조인트로 이를 연결, 힘력을 제거하는 아티클레이티드 타워(Articulated Tower)가 제안되기도 한다.

## 2. 해양구조물 설계시 고려해야 할 자연조건

### (1) 수심과 해저지형

[0036] 수심은 기본 수준면(Tidal Datum)으로부터 해저면에 이르는 수직거리를 말한다. 여기서 기본 수준면은 최저 간조면을 의미하며, 이 이하로 수면이 내려가는 예는 극히 드물다. 수심의 정확한 측정과 그 지역 해저지형의 불규칙성에 대한 올바른 이해는 해양구조물 설계의 시발점이며, 이로부터 해양구조물의 높이, 구조물 하부 형태, 선박 접안 시설의 수직 위치 결정, 부식 방지 설계 범위 등을 결정할 수 있고, 구조물의 지형적 안정성도 검증할 수 있다. 수심의 연속 측정에는 음향 측심기인 Precision Depth Recorder와 2차원적 이해가 가능한 Side Scan Sonar 등이 사용된다.

### (2) 해저지질

[0038] 해양구조물의 기초를 지탱하는 해저지질의 물리적, 공학적 파악은 경제적이고 안전한 구조물 설계를 위해 필수적인 요소이다. 해저 표면의 지질 상태와 하부 기반암까지의 해저 지층 분석을 위해 해저지질 조사가 행하여진다. 해저지질 조사는 직접 보오링을 하여 연속적인 지질 샘플을 구하고 이를 실험실에서 조사 분석하여 설계 자료를 수집하는 것이 보통이다.

[0039] 그러나 보오링의 전 단계로써 Subbottom Profiler, Boomer, Sparker, Air Gun 등 지구 물리학적 장비를 통해 구조물 주변의 해저 지질 정보를 수집하여야 한다. 이때는 얇은 지층에 대한 보다 실질적인 이해를 위해 피스톤 시추기, Grab Sampler 등의 샘플 채취를 병행할 수도 있다. 이는 구조물이 설치될 주변 해역의 해저지질학적 특성을 미리 파악하여 주요 보오링 지점을 결정하고 기타 비 보오링 지역의 지질 상태를 점검할 필요가 있기 때문이다. 만약 단층, 퇴적층 내의 특이 구조, 해저 지층의 급격한 변화, 이상 침식 상태, 퇴적물의 흐름 등이 구조물 주변 해역에서 발견된다면 구조물의 안정성에 중대한 문제를 야기할 수 있다.

[0040] 지구 물리탐사자료를 분석한 후 해당지역 주변의 지층 변화 정도를 보고 해양구조물 형태 및 중요도, 개수 등을 고려하여 해저 지층의 시추 지점과 시추 공수 등을 결정한다. 시추된 시료는 현장 분석과 실험실 분석을 통해 각종 토질 특성, 과일의 응력계수와 변위 정도 등을 파악, 기초 설계를 위한 기본적 자료를 제공하게 된다. 특히 해저 표면에 가까운 지층을 집중 분석해야 하는데 이는 이 곳 토질이 구조물의 침하량, 허용지지력, 수평변위 등의 계산에 큰 영향을 미치기 때문이다.

### (3) 해풍

[0042] 바람은 해수면 위의 상부 구조물과 시설물에 압력을 가하거나 진동을 일으켜 영향을 준다. 바람의 세기는 파도나 해류의 그것에 비하면 보잘 것 없으나 해저면 기초로부터의 모멘트 암이 크기 때문에 무시할 수 있는 것은 결코 아니다.

[0043] 해수면 바람은 돌풍과 지속풍으로 나눌 수 있는데 돌풍은 보통 1분 이하의 풍향 및 풍속의 연속성, 지속풍은 1분 이상의 연속성을 갖는 바람을 말한다. 해양구조물과 기초 설계에 쓰이는 설계 풍속은 지속풍이 쓰이며, 각 시설물 개체와 바람에 민감한 소형 구조물 설계에는 돌풍을 적용한다.

[0044] 고유 주기가 긴 심해의 가이드 타워나 텐션 레그 플랫폼에는 풍속 스펙트럼을 써서 고유 주기에 따른 동적 효과(dynamic effect)를 반드시 고려하여야 한다.

### (4) 파도

[0046] 해양구조물 설계에 있어서 가장 큰 영향을 미치는 것이 바로 해파이다. 해파는 기초 설계나 구조물 각

부재의 설계에 가장 직접적인 큰 힘을 가해 부재의 크기나 길이 설계에 결정적인 요소로 작용한다.

[0047] 파도의 가장 중요한 특징은 그 불규칙성에 있다. 그러므로 스펙트럼 모델이 어떤 해상 상태를 표시하는 바로미터가 되는데, 이때는 구조물 해석도 통계적으로 수행되어야 한다. 그러나 설계상의 편리성과 그 동안의 경험에 비추어 규칙파 모델링도 해양구조물 설계에 매우 적합한 것으로 인정되고 있다. 규칙파란 파도를 일정한 파장, 파고, 주기를 갖는 일련의 과형으로 정의하는 것인데, 현재 실용화되어 있는 규칙파 모델에는 에어리파(Airy wave), 스토퍼스(stokes) 5차파, 유량함수(Stream Function)파 등이 있다.

[0048] 어떤 파 모델을 설계에 적용하느냐는 수심, 구조물 형상, 적용 파고 등에 따라 달라진다. 이렇게 선택된 파를 설계파라고 하는데 설계파의 변수는 파고, 파 주기, 수심의 세 가지로 대별된다. 이 설계파로부터 각 부재 또는 구조물의 각 지점에 작용하는 물 입자의 속도와 가속도를 계산하여 모리슨 방정식으로부터 최종 파력을 산정하게 된다.

[0049] 파도의 생성 원인에는 여러 가지가 있으나 가장 큰 것이 바람의 영향이며 이 때문에 구조물 설계시 바람과 파도를 같은 방향으로 적용시켜 최대 설계 외력을 구하게 된다. 또한 해양구조물 설치 지역에 대한 상당 기간에 걸친 해파 자료가 있을 때에는 설계파를 구하는데 별 어려움이 없으나, 풍속 자료 밖에 없을 때도 있어 이 풍속으로부터 설계파를 계산하는 방법도 많이 개발되어 있다. 이때는 먼저 통계적 방법으로 반복 주기를 고려한 유의 파고와 평균 파주기를 구하고 이로부터 최대 파고(설계 파고)와 이에 해당되는 파 주기를 계산하게 된다.

#### [0050] (5) 해류

[0051] 파도가 물입자의 진동에 의한 과형의 흐름이라 한다면 해류는 물입자가 여러 요인에 의해 수평 방향으로 직접 이동하는 흐름이라 할 수 있다. 따라서 이 흐름이 구조물과 만나면 일정한 수평력을 가하게 되고, 배가 해양구조물에 접안하기 위해 접근할 때에도 해류가 배에 일정한 영향을 주게 된다.

[0052] 해류를 발생시키는 요인은 대규모적인 것과 국지적인 것으로 나눌 수 있다. 대규모적 요인에는 항풍과 지구 회전에 의한 것, 온도차나 염도차에 의한 것 등이 있고 국지적 요인에는 해저 퇴적물에 의한 것, 파도에 의한 것, 조석에 의한 것, 바람이나 태풍에 의한 것 등이 있다. 해류에 의한 물입자의 속도는 해파에 의한 물입자의 속도와 벡터로 합해져 구조물에 작용하는 전체 힘을 구성하게 된다.

#### [0053] (6) 조석

[0054] 천체의 움직임이 지구에 미치는 영향 가운데 가장 눈에 띠는 현상이 조석 현상이다. 달과 태양의 인력이 합해질 때 일어나는 밀물과 그 반대의 경우에 생기는 썰물은 누구나 경험을 통해 익히 알고 있는 친숙한 해양의 움직임이다. 그러나 수면의 승강 현상이 천체에 의해서만 생기는 것은 아니고 국지적으로 바람이나 파도, 압력의 차이로 생기는 현상도 무시할 수 없다. 따라서 이 모든 것을 더하여 설계 최대 수심을 결정하게 된다.

[0055] 만약 구조물이 해변에 가깝거나 만과 같이 폐쇄된 내해 지역에 위치해 있을 경우는 상기한 조석 등의 승강 효과가 현저해져 만약 이를 적절히 고려치 않고 설계했을 경우 심각한 결과를 초래할 수 있다. 보통 최대 수심에서 최대 파고가 구조물에 접근했을 경우를 가정하여 외력을 산정하고 갑판 높이를 정하여야 한다. 또 최대 수심과 최소 수심의 수직선상 범위를 계산하여 이에 따라 배 정박을 위한 시설물의 설치, 철 구조물인 경우 최대 부식 범위의 산정, 고착성 해양 생물의 두께 산정 등에 이를 적용하여야 한다.

#### [0056] (7) 해저지진

[0057] 해양구조물 설계시 반드시 내진 설계가 필요하며 만약 해양구조물이 동적으로 민감한 구조일 경우는 지진에 의한 동적 해석(dynamic analysis)을 반드시 수반하여야 한다. 구조물의 중요도가 높을 때나 초대형 구조물일 경우 하부 지질 구조를 면밀히 검토함으로써 지진시 동시다발적으로 생길 수 있는 단층 현상, 퇴적물 이동 현상등도 고려하여야 한다.

#### [0058] (8) 해양생물

[0059]

해양구조물에는 시간이 흐르면 고착성 해양 생물이 달라붙어 자라게 된다. 이 해양 생물의 두께가 2~3 센티미터씩 되어감에 따라 파도나 해류의 힘을 받는 구조물 각 부재의 투영 면적과 부피가 급격히 늘어나게 된다. 또한 각 부재의 겉 표면을 더욱 거칠게 함으로써 저항 효과(Drag Effect)를 크게 하며, 강재인 경우 국부적으로 부식 현상을 촉진시키기도 한다. 따라서 설계시 반드시 이 효과를 고려하여야 한다. 한편 고착성 해양 생물이 구조물 표면을 덮어 감에 따라 해양구조물의 유지, 관리도 힘들어져 이를 일부분 제거할 필요성도 생길 수 있다.

#### [0060] (9) 기타

이 밖에 해양 강재 구조물의 부식과 해수 성질 등에 관련된 해수의 밀도 및 염도, 해수 온도의 깊이에 따른 급격한 변화, 10미터에 1기압씩 증가하는 정수압 등은 설계시 기본적으로 고려하여야 할 자연조건들이다. 또 해파나 해저지진, 빠른 퇴적 등으로 인해 발생할 수 있는 해저 지반의 불안정성, 지속적 해류나 해파에 의해 해양구조물 기초 주위에 생길 수 있는 패임과 퇴적 현상(Scouring and Deposition) 등은 기초 설계시 반드시 짚고 넘어가야 할 사항들이다.

### [0062] 3. 해양구조물의 계류방식

해양구조물의 계류방식에는 일점계류방식, 다점계류방식, 동적위치유지방식의 세 가지가 있다.

#### [0064] (1) 일점계류방식(도 8)

일점계류방식은 석유 하역에 많이 사용되는 방식으로서, 특히 깊은 수심에 있어서는 고정식 구조물 방식 대신 널리 사용되고 있다. 고정식 구조물 방식은 유지비가 적고 석유 하역작업의 가동률이 높은데 비해, 일점계류방식은 유지비는 많이 드나 설비의 초기투자가 적은 것이 특징이다. 일점계류방식의 구조 형식은 다음과 같다.

① CALM형(Catenary Anchor Leg Mooring) : 다점계류의 부이(Buoy)로부터 구조물을 계류식에 계류한다. 대부분이 일점계류방식으로 수십 미터 이하의 수심에 적합하다.

② SALT형(Single Anchor Leg Mooring) : 동요 칼럼(Column) 형 부이를 가진 구조물에 계류한다. 수십 미터에서 백 수십 미터의 수심에 적합하다.

③ Yoke형 : CALM형, SALT형의 부이로부터 계량에 구조물을 계류한다.

④ Turret형 : 구조물 중앙에 있는 회전기구에 결합되어 있는 실린더를 CALM형 부이와 같이 다점 계류한다. 라이저(Riser), 냉수 최수관의 매달림에 적합하다.

#### [0070] (2) 다점계류방식

다점계류방식은 해양구조물을 일정 위치에 정확히 유지하고 큰 계류력을 준비하기 위한 계류방식으로서, 해양작업선과 석유 굴착 리그(oil drilling rig) 등에 채용되고 있다.

계류식의 배치 방법에는 몇 가지 형식이 있다. 계류식에는 와이어로프와 체인이 사용되며, 또한 중간 싱커 혹은 중간 부이를 설치하여 계류식을 안정시키는 일도 행한다. 뒷은 수평력(해저면에서의 접선각  $\Theta=0$ )을 대상으로 하고 있는데 비해, 싱커는 수평력 및 연직력(접속각  $\Theta>0$ )을 대상으로 한다.

#### [0073] (3) 동적위치유지방식(도 9)

계류식에 의한 계류는 수심의 제한을 받고 있어 석유 굴착 리그에 있어서도 수백 미터 이상의 수심에 대한 실적은 많지 않다. 해양구조물을 계류식의 사용 없이 일정 위치에 유지하기 위해서는 동적위치유지방식(Dynamic Positioning Method)에 의한다. GPS(Global Positioning System)을 이용하여 해양구조물의 위치검지

를 행하고, 소정의 위치를 유지하기 위하여 필요한 추진기, 보조추진기(Thruster)의 작동량을 계산, 작동시키는 것이다.

[0075] 동적위치유지방식의 정도는 수심에 대한 수평이동량의 비율(%)로 표시되는데, 100미터 정도의 수심에서 1% 정도이다. 수심의 증대와 함께 이 비율도 증대된다. 특히 라이저를 가지는 해양구조물에서는 이것이 5% 정도 까지가 한계로, 10%가 되면 라이저에 굽힘과 파손이 생기기 때문에 동적위치유지방식의 정도는 신중히 유지하는 것이 필요하다. 계류방식에 의한 해양구조물의 위치 유지는 백 미터 이상의 수심에서 적용되는 예도 있으나, 수심의 증대와 함께 동적위치유지방식의 이용이 유리하다.

#### 4. 부유식 해양구조물의 모형실험

[0077] 해양구조물에 작용하는 하중(荷重)은 상기한 바와 같이 파도와 해류, 바람, 지진 등 다양한 요인에 의해 발생된다. 이를 하중의 상대적인 크기와 구조물에 미치는 영향은 구조물의 종류와 형태, 그리고 해역의 환경에 따라 다르다. 일반적으로 파도에 의한 하중이 구조물의 설계 및 동적 거동을 결정하는 지배적인 요소이다. 대부분의 경우 해류에 의한 하중은 파도에 의한 하중의 약 10~15% 이하이다. 북극지방의 해역에 건설되는 구조물의 경우 빙하중(氷荷重)이 지배적인 요소가 된다. 바람에 의한 하중은 상대적으로 작으나, 때로 부유식 구조물이나 비교적 수심이 깊은 곳에 건설되는 고정식 구조물의 거동에 상당한 영향을 미치는 경우가 있다.

[0078] 이들 하중의 설계조건은 통상 50~100년에 한 번 발생할 수 있는 해상 조건(Sea State)을 고려하여 결정론적(決定論的, Deterministic Approach)으로 결정하며, 구조물의 역전시에 일어나는 구조적 특성을 파악하기 위하여 평상시 지배하는 해상의 조건을 적용하여 통계학적(推計學的, Stochastic Approach) 분석을 병행할 필요가 있다.

[0079] 이처럼 해양구조물을 제작하기 위해서는 하중의 설계조건을 다각적으로 검토하여야 하므로 실제 해양구조물의 내용을 알기 위하여 모형으로 실험을 시행하고 실제 해양구조물의 상황과 내용을 비교 판단하는 것이 아주 중요하다.

[0080] 그런데, 종래에 사용하던 부유식 해양구조물의 모형실험 선박용 터렛 계류장치는 부피가 커서 다루기가 불편하였고, 받침대와 센서 사이의 회전축이 길어 흔들릴 수 있어서 구조상의 정확도가 높지 않으며 계측 값을 신뢰할 수도 없었다.

#### 발명의 내용

##### 해결 하고자하는 과제

[0081] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 제안된 것으로, 터렛(Turret)에 대한 효율적인 구성에 따라 장력 및 힘의 계측에 정확도를 높일 수 있을 뿐만 아니라 모형실험에서 중요한 방수(Waterproof)의 문제를 간단하게 해결할 수 있는 부유식 해양구조물의 모형실험 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0082] 본 발명의 기타 목적 및 장점들은 하기에 설명될 것이며, 이는 본 발명의 청구범위에 기재된 사항 및 그 실시예의 개시 내용뿐만 아니라, 이들로부터 용이하게 추고할 수 있는 범위 내의 수단 및 조합에 의해 보다 넓은 범위로 포섭될 것임을 첨언한다.

##### 과제 해결수단

[0083] 상기한 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 측면 형상이 II와 같은 박스형 구조물로서, 양 쪽 끝단이 모형실험 선박의 바닥과 결합하며, 높이 조절이 가능한 거치대; 거치대의 내부 천정에 장착되는 6축 로드셀; 6축 로드셀의 아래에 결합한 상태에서 360도로 회전하는 터렛 회전축 및; 터렛 회전축의 아래 끝단에 연결되는 다수 개의 1축 로드셀을 포함하는 부유식 해양구조물의 모형실험 장치를 제시한다.

#### 효과

[0084] 본 발명에 따른 부유식 해양구조물의 모형실험 장치는 조립이 간편하고 설치가 용이하며, 모형실험 시 모형실험 선박 전체의 질량분포(GM 등)를 맞추기가 용이하다. 그리고 터렛 회전축에서 전달되는 힘의 소실이 없으므로 6축 로드셀에서 작은 크기의 힘까지 정확하게 측정할 수 있다. 또한 방수필름을 이용한 방수시스템을 도

입하여 제작이 용이하며, 손상 시 빠르게 복원할 수 있어서 좋다.

[0085] 본 발명의 다른 효과는, 이상에서 설명한 실시예 및 본 발명의 청구범위에 기재된 사항뿐만 아니라, 이들로부터 용이하게 추고할 수 있는 범위 내에서 발생할 수 있는 효과 및 산업 발전에 기여하는 잠정적 장점의 가능성들에 의해 보다 넓은 범위로 포섭될 것임을 첨언한다.

### 발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0086] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 우선 각 도면의 구성 요소들에 참조 부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다. 또한, 이하에서 본 발명의 바람직한 실시예를 설명할 것이나, 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정하거나 제한되지 않고 당업자에 의해 변형되어 다양하게 실시될 수 있음을 물론이다.

[0087] 도 10은 본 발명의 전체적인 외관을, 도 11은 본 발명의 상세한 구조를, 도 12는 본 발명에 걸리는 힘 이 6축 로드셀에 의하여 측정되고 있는 모습을, 도 13은 본 발명의 방수시스템을 보여준다.

[0088] 부유식 해양구조물의 위치 유지 성능은 구조물의 가동률이나 작업능률에 크게 영향을 미치기 때문에 매우 중요한 요소이다. 이는 본 발명이 적용될 모형실험 선박의 경우도 마찬가지이다.

[0089] 본 발명이 적용될 모형실험 선박의 위치 유지 방식은 터렛 계류(Turret Mooring) 방식인데, 이는 본 발명에 따른 모형실험 장치와 계류 시스템 사이에 터렛(Turret)이라는 회전 구조물을 설치하여 모형실험 선박이 수면에서 360도 자유롭게 회전할 수 있도록 하는 계류 방식을 말한다.

[0090] 본 발명에 따른 부유식 해양구조물의 모형실험 장치는, 측면 형상이 II와 같은 박스형 구조물로서, 양 쪽 끝단이 모형실험 선박의 바닥과 결합하며, 높이 조절이 가능한 거치대(10); 거치대(10)의 내부 천정에 장착되는 6축 로드셀(20); 6축 로드셀(20)의 아래에 결합한 상태에서 360도로 회전하는 터렛 회전축(30) 및; 터렛 회전축(30)의 아래 끝단에 연결되는 다수 개의 1축 로드셀(40)을 포함하여 이루어진다.

[0091] 본 발명은 모형실험 선박 내부에 거치대(10)와, 6축 로드셀(20)과, 터렛 회전축(30)이 일체형으로 구성되므로 조립이 간편하고 설치가 용이하다.

[0092] 기존의 경우에는 모형실험 선박의 높이(Height)에 따라서 터렛과 터렛의 회전축을 따로 만들어야 하는 단점이 있었으나, 본 발명의 경우에는 거치대(10)의 높이를 조절함으로써 서로 다른 모형실험 선박에 대하여 유연하게 적용할 수 있다.

[0093] 이 경우 거치대(10)의 높이는 거치대(10)의 양 쪽 측면을 이루는 부재(A)를 높이를 달리하여 교체함으로써 조절할 수 있다.

[0094] 한편, 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 부유식 해양구조물의 모형실험 장치의 크기를 수치로 표현하고 있으나, 이는 본 발명이 적용될 모형실험 선박의 크기에 따라 다양하게 변화할 수 있는 수치이며 고정된 값이 아님을 미리 밝혀둔다.

[0095] 본 발명은 모형실험 선박의 바닥에 설치되므로 그 무게중심이 모형실험 선박 전체의 무게중심보다 낮다 (도 12).

[0096] 기존의 경우에는 모형실험 장치의 무게가 무겁고 그 무게중심이 모형실험 선박의 무게중심보다 위쪽에 있었으므로, 모형실험 전에 이루어져야 할 질량분포(GM 등), 운동학적 상사(Kinematic Similarity)를 맞추는 데 부적절하였다. 하지만 본 발명의 경우에는 그 무게중심이 모형실험 선박의 무게중심보다 낮으므로 모형실험 시 모형실험 선박 전체의 질량분포(GM 등)을 맞추기가 용이하다.

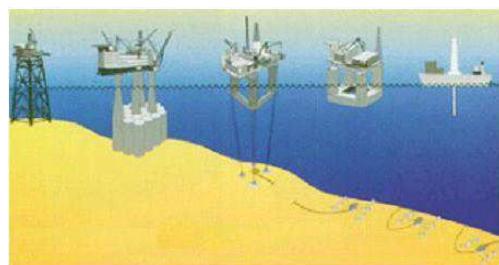
- [0097] 본 발명의 경우, 터렛 회전축(30)에서 전달되는 힘의 소실이 없으므로 6축 로드셀(20)에서 작은 크기의 힘까지 정확하게 측정할 수 있다. 여기에서 힘의 소실이란 터렛 회전축(30)과 모형실험 선박의 선체 사이에 발생하는 마찰력에 의하여 터렛 회전축(30)에 걸리는 힘의 일부만이 6축 로드셀(20)에서 계측됨을 의미한다.
- [0098] 힘은 물리학에서 질량을 갖는 물체의 속도와 같은 운동상태를 변화시키거나 모양을 변화시키는 원인인 되는 물리량을 말한다. 힘은 크기와 방향을 갖는 벡터량이다.
- [0099] 본 발명을 이용한 모형실험에서는 모형실험 선박, 즉 본 발명에 따른 부유식 해양구조물의 모형실험 장치가 받는 외력(파력, 조류력, 풍력 등)을 정확히 측정하는 것이 목표이다. 이러한 외력을 정확히 측정하기 위해서는 외력의 작용점으로부터 외력의 측정지점까지 힘의 전달 거리가 가능한 한 짧은 것이 효과적이며, 하나의 포인트로 힘의 전달이 이루어지는 것이 좋다.
- [0100] 본 발명은 한 방향의 외력이 아닌 다양한 방향의 외력을 측정해야 하므로(도 12) 6축 로드셀(20)을 사용하였고, 상기한 바와 같이 측정지점까지의 힘의 전달거리를 최소화하기 위하여 터렛 회전축(30)을 힘의 측정지점인 6축 로드셀(20) 아래에 곧바로 결합시켰다.
- [0101] 또한 본 발명에서는 외력의 작용점과 외력의 측정지점 사이에서 발생하는 힘의 분산을 막기 위하여 터렛 회전축(30)과 모형실험 선박의 바닥 사이에 소정의 공차(B)를 두었다. 이처럼 공차(B)를 둠으로써 터렛 회전축(30)이 운동하는 과정에서 모형실험 선박의 바닥(선저)에 부딪히거나 간섭되는 현상을 막을 수 있으므로 힘의 분산이 사라지게 된다. 즉, 외력의 작용점으로부터 하나의 포인트로 힘의 전달이 이루어지는 것이다.
- [0102] 한편, 상기한 바와 같이 터렛 회전축(30)과 모형실험 선박의 바닥 사이에 소정의 공차(B)를 두게 되면, 이 공차(B)를 통하여 모형실험 선박 내부로 물이 유입하게 된다. 본 발명은 이러한 물의 유입을 막기 위하여 공차(B) 부분에 방수필름(50) 처리를 하였다.
- [0103] 기존의 모형실험에서는 일반적으로 실리콘 방수시스템을 사용하였으나, 실리콘 방수의 경우 사용된 실리콘이 고무화 되면서 그것이 힘의 측정지점에서 실제 측정되어져야 하는 힘을 반감시키는 경향이 있었고 이로 인하여 계측 값의 신뢰도가 떨어지는 문제가 있었는바, 본 발명에서는 신축성과 유동성이 좋은 방수필름(50)을 사용하는 방법을 도입하게 된 것이다(도 13).
- [0104] 기존의 실리콘 방수는 방수 구역의 손상 시에 실리콘을 전부 걷어내고 새롭게 방수를 해야 하므로 작업이 까다롭고 많은 시간이 소요되었으나, 본 발명의 경우 방수필름(50)의 탈부착이 용이하며, 손상 시 빠르게 복원할 수 있어서 좋다.
- [0105] 본 발명에서는 각각의 계류라인에 걸리는 장력(Tension Force)을 측정하기 위하여 360도 회전하는 터렛 회전축(30)의 아래 끝단에 1축 로드셀(40)을 설치하였다.
- [0106] 본 발명은 모형실험 선박, 즉 본 발명에 따른 부유식 해양구조물의 모형실험 장치가 받는 외력을 다음의 시나리오에 따라 계측한다(도 12).
- [0107] 외력(파력, 조류력, 풍력 등)이 발생함 → 모형실험 선박에 외력이 작용함으로 인하여 모형실험 선박의 저동이 생성됨 → 각각의 계류라인이 지면에 고정되어 있기 때문에 모형실험 선박에 가해지는 외력과 반대방향으로 작용하는 장력을 1축 로드셀(40)이 계측함 → 1축 로드셀(40)이 계측한 각각의 장력들의 벡터합을 6축 로드셀(20)이 최종 계측함.
- [0108] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 수정, 변경 및 치환이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예 및 첨부된 도면들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예 및 첨부된 도면에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

## 도면의 간단한 설명

- [0109] 도 1은 다양한 형태의 해양구조물을 보여주고 있다.
- [0110] 도 2는 드릴 쉽(Drill Ship)의 모습을 보여주고 있다.
- [0111] 도 3은 잭 옆 리그(Jack-Up Rig)의 모습을 보여주고 있다.
- [0112] 도 4는 반 잠수식 시추선(Semisubmersible)의 모습을 보여주고 있다.
- [0113] 도 5는 Fpso(Floating Production Storage Offloading)의 모습을 보여주고 있다.
- [0114] 도 6은 쟈켓(Jacket)의 모습을 보여주고 있다.
- [0115] 도 7은 콘크리트 중력식 구조물(Gbs)의 모습을 보여주고 있다.
- [0116] 도 8은 해양구조물의 계류방식 중 일점계류방식을 보여주고 있다.
- [0117] 도 9는 해양구조물의 계류방식 중 동적위치유지방식을 보여주고 있다.
- [0118] 도 10은 본 발명에 따른 부유식 해양구조물의 모형실험 장치의 전체적인 외관을 보여주고 있다.
- [0119] 도 11은 본 발명에 따른 부유식 해양구조물의 모형실험 장치의 상세한 구조를 보여주는 단면도이다.
- [0120] 도 12는 본 발명에 따른 부유식 해양구조물의 모형실험 장치에 걸리는 힘이 6축 로드셀에 의하여 측정되고 있는 모습을 보여주고 있다.
- [0121] 도 13은 본 발명에 따른 부유식 해양구조물의 모형실험 장치의 방수시스템을 보여주고 있다.
- [0122] <도면의 주요부호에 대한 설명>
- [0123] 10 : 거치대
- [0124] 20 : 6축 로드셀
- [0125] 30 : 터렛 회전축
- [0126] 40 : 1축 로드셀
- [0127] 50 : 방수필름

## 도면

### 도면1



도면2



도면3



도면4



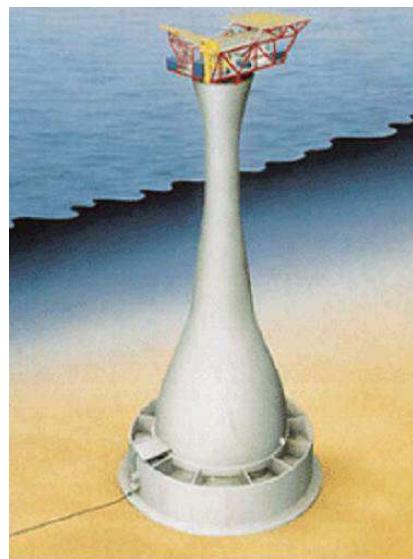
도면5



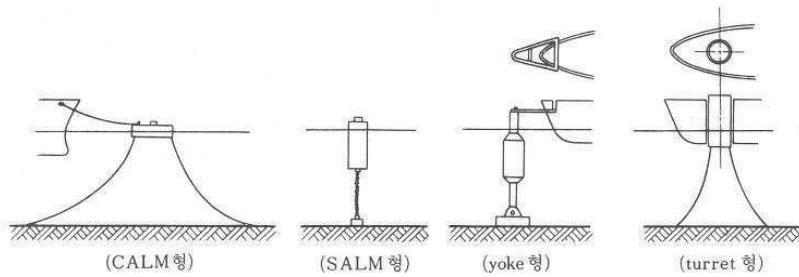
도면6



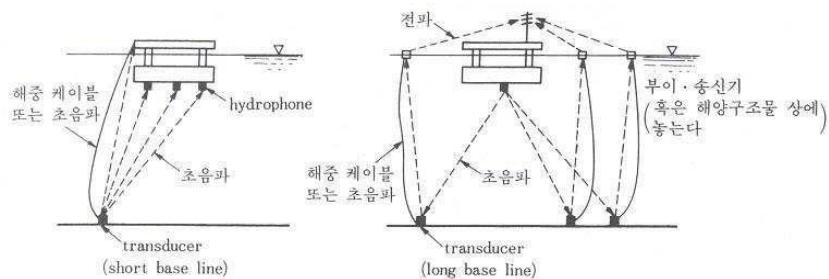
도면7



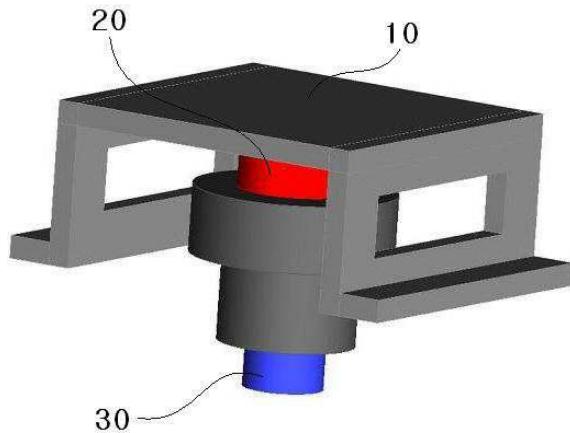
도면8



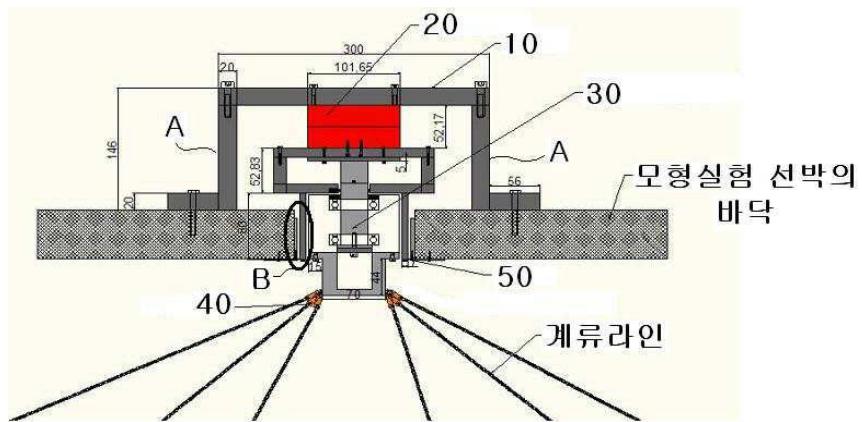
도면9



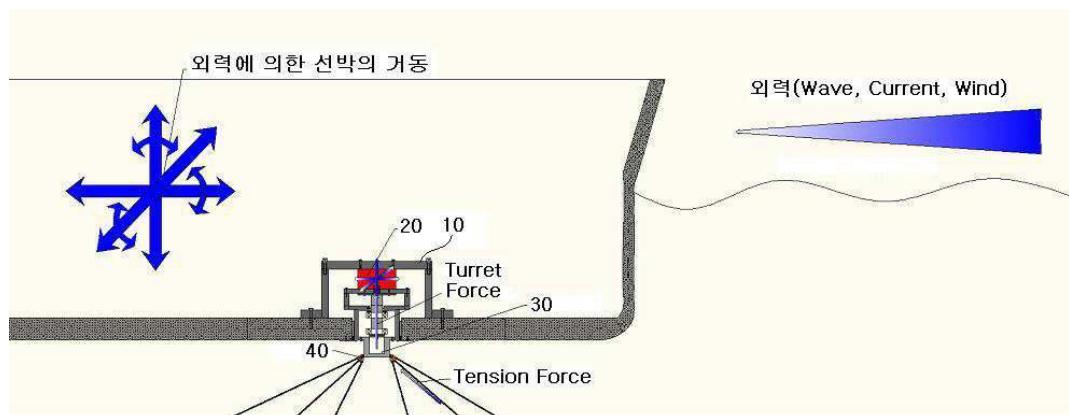
도면10



도면11



도면12



도면13

