

# 모바일하버 선박의 계류안정화시스템 및 의장장치 개념설계

이윤석\* · 정태권\*\* · 정창현\*\*\* · † 김세원

\* 한국해양대학교 운항훈련원 교수, \*\*\* 한바다호 일등항해사, \*\*, † 한국해양대학교 항해시스템공학부 교수

## Conceptual Design for Mooring Stability System and Equipments of Mobile Harbor

Yun-Sok Lee\* · Tae-Gwon Jeong\*\* · Chang-Hyun Jung\*\*\* · † Se-Won Kim

\* Professor, Training Center of Ship Operation, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

\*\*\* Chief Officer, T.S. HANNARA, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

\*\*, † Professor, Division of Navigation Science, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

**요 약** : 하역장치가 장착된 모바일하버 선박은 새로운 해상운송시스템 개념으로, 특정 정박지에서 대형 컨테이너 선박에 계류하여 해상상태 3 이하 조건에서 신속하면서 효율적인 컨테이너 하역작업을 수행하는 것이다. 모바일하버와 관련한 주요 연구로는 고속하역시스템, 부유체 구조 설계, 안벽하역시스템 해석 및 작업크레인 설계 등의 원천기술 개발을 중심으로 수행되었다. 본 연구는 모바일하버 선박의 하역작업 중 동적안정성 확보를 위한 계류안정화시스템을 개발하고자 하는 것으로, 국내외 계류장치에 대한 현황 분석을 기초로 현재 선박에 탑재되어 있는 의장장치인 윈치시스템에 계류안정화 기능을 추가시킨 포지셔닝윈치를 개발하여 모선과의 상대운동을 최소화하는 방안에 대한 개념설계를 제안한다.

**핵심용어** : 모바일하버, 계류안정화, 의장장치, 위치제어윈치, 4점 계류

**Abstract** : Mobile Harbor(MH) is a new paradigm for maritime transport system introduced in Korea, the target of which is to carry out ship-to-ship cargo operation rapidly and effectively even under a condition of sea state 3. A MH ship is moored alongside a large container vessel anchored at the defined anchorage and also equipped with gantry cranes for handling containers. The MH study concerned includes rapid container handling system, optimum design for floating structure, hybrid berthing & cargo operation system, design for cargo handling crane, etc. This paper is to deal with a conceptual design of a stabilized mooring system and mooring equipment under a condition of ship-to-ship mooring. In this connection, we suggest a positioning control winch system in order to control heave motions of the MH ship which is to add constant brakepower and stabilized function to an auto-tension winch and mooring equipment used currently in large container ships.

**Key words** : Mobile Harbor, Mooring Stability, Mooring Equipments, Positioning Control Winch, 4 Point Mooring

## 1. 서 론

모바일하버(MH, Mobile Harbor)는 Fig.1과 같이 하역장치가 장착된 중·소형급 컨테이너 운반선 개념으로 해상상태 3 이하의 조건에서 특정 정박지에 정박중인 8,000 TEU급 이상의 대형 컨테이너 양현에 최대 4척의 중·소형 MH 선박이 동시에 계류하여 신속하면서도 효율적인 컨테이너 화물 하역작업을 수행하는 개념을 의미한다.

현재 운항중인 8,000~10,000 TEU급 모선에 중·소형급 MH선박이 해상에서 Ship to Ship Docking 형태로 안전하고 신속한 하역작업을 위해서는, 1차적으로 모선과 MH에 작용하는 외력(파랑, 바람, 해조류, 항주파 등)에 따른 선체동요를 물리적으로 최소화하는 계류안정화시스템이 우선적으로 설비되

어야 한다. 2차적으로는 물리적으로 안정된 상황 하에서 선체 거동변화를 최소화하면서 신속한 하역작업이 수행될 수 있는 크레인 안정화시스템 등이 필요할 것으로 판단된다. 최종적으로는 1차 및 2차 안정화시스템에 선박의 하역작업에 따른 Draft 변화, Trim 및 Heeling(List) 등을 효율적으로 제어하는 Ballasting시스템과 DGPS시스템을 연계하여 상호 통합하는 종합적인 계류안정화시스템이 구현되어야 한다.

본 연구는 MH 선박과 모선과의 상하(Heave, z축) 상대운동을 동조시키기 위한 계류안정화시스템 개념설계로, 기본 설계 방향은 현재 선박에 탑재되어 있는 통신 및 계류 설비와 의장장치를 최대한 활용하여 계류안정화시스템에 필요한 요소기술의 개발 및 부분적인 개량 등과 같은 방법을 통해 구현하고자 하는 것이다. 이를 위하여 선박에 탑재되는 Winch system

\* 대표저자: 종신회원, lys@hhu.ac.kr 051)410-4204

\*\* 종신회원, tgjeong@hhu.ac.kr 051)410-4246

\*\*\* 종신회원, hyon@hhu.ac.kr 051)410-4474

† 교신저자: 종신회원, swkim@hhu.ac.kr 051)410-4278

에 계류안정화 기능을 추가시킨 Positioning winch control system을 개발하여 MPM(Multi Point Mooring) 형태의 계류 방식을 적용한 계류안정화시스템을 제시하고자 한다.

대한 특별한 제어보다는 선체동요를 최소화하고자 하는 것으로, 현재 국내 조선소에서 수주하여 건조 중에 있으며, 계류안정화 장치에 대한 기술은 상용화 단계에 있다.



Fig. 1 Basic concept of mobile harbor



Fig. 3 Mooring of accommodation barge

## 2. MH 관련 국내외 기술 동향 분석

현재 카이스트 MH사업단에서 원천기술 요소로 Fig.2와 같이 부유체의 최적설계시스템(부유체 운동안정화 및 구조 설계), 고속하역 안정화시스템(Zero Moment Stabilized Crane, Roll-On Roll-Off 방식의 통합연계운송, 스프레더 위치제어), 선박자동점안 및 계류시스템(점안자동화 및 선박계류시스템 설계), 국내 MH 선박의 하역에 적합한 정박지 선정(이외, 2010) 등과 같은 연구를 추진하고 있다.

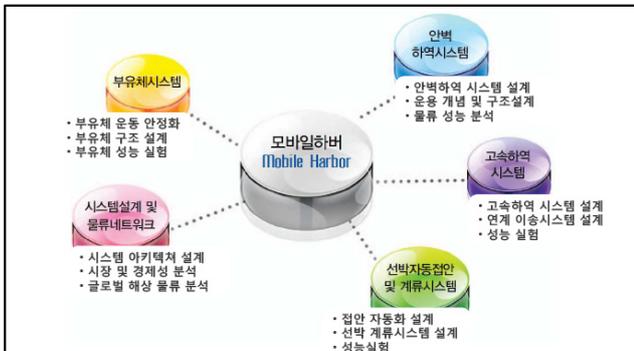


Fig. 2 Elements of technical development for MH

이러한 MH 계류안정화시스템의 개념설계를 위하여 MH와 연계된 최신 기술 동향을 국내외로 분류하면 다음과 같다.

### 2.1 국내 주요 기술 동향

#### 1) Accommodation Barge

최근, 해상구조물에 근무하는 승무원 거주공간으로 활용하면서 주요 기계의 수리 및 점검 등과 같은 작업이 가능한 Accommodation Barge 계류시스템의 경우 Auto tension winch를 이용한 4점계류 방식을 채택하고 있다. 이 방식은 단순히 선체를 외력에 의해 고정하고자 하는 형태로 상하운동에

#### 2) FPSO Double Anchor Winch System

외력에 노출된 FPSO의 계류안정화 목적으로 윈치시스템과 접목된 계류장비가 활용되고 있으며, 현재 원천기술에 대한 기술 개발을 시작하고 있는 초기 단계이다.



Fig. 4 FPSO Mooring winch system

#### 3) Mobile Harbor Crane



Fig. 5 ZMSC(Zero Moment Stabilized Crane)

MH 전용선박에 탑재되는 하역용 크레인 원천기술로 특정 외력조건 하에서도 선체동요와 무관하게 안정적인 하역작업이 가능토록 크레인 구조물의 역학적인 모멘트 중심을 연구 개발한 기술이다. 국내 카이스트 MH사업단에서 원천기술을 개발하여 실용화를 검토하고 있는 단계이다.

## 2.2 국외 주요 기술 동향 분석

### 1) Mega Float

일본에서 개발된 메가 플로트의 개념은 강재를 이용해 해상 부유접안함체를 만들어 해상에 공항, 물류기지, 폐기물 처리, 발전소, 레저시설, 호텔, 항만터미널 등을 설치할 목적으로 개발된 해상 부유식 구조물이다(Kanazawa et al, 2002; Miyajima et al 2003). 현재 공항, 물류기지, 터미널 등 다양한 형태로 기술 상용화 및 응용화가 진행되고 있다.

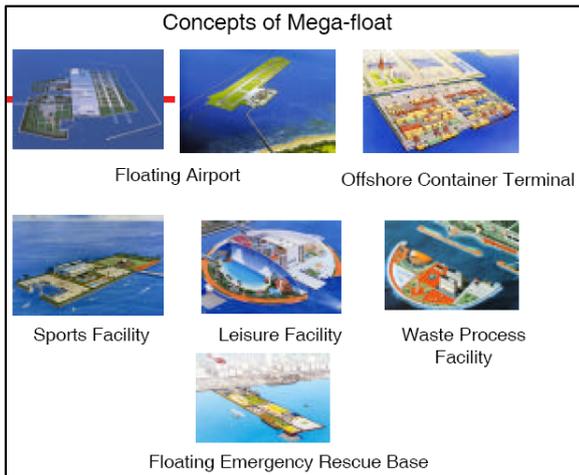


Fig. 6 Mega-Float

### 2) MOB (Mobile Offshore Base)

MOB는 미국에서 개발한 것으로 천수해역에서 심수해역까지 이용이 가능하도록 서로 연결된 아주 긴 부유형 구조물이며, 전략적인 장비, 인원수송, 편익시설과 같은 육상기지를 대신하는 구조물이다(William et al, 2001; NIST, 1998). MOB의 기술적 가능성 검토는 2000년 12월 미국 해군연구소가 실시하였고, MOB의 설계는 최대 길이가 2km에 육박하여 화물비행기의 이착륙이 가능하고 어떤 날씨에서도 견디며 설계수명이 40년으로 추정되고 있다.



Fig. 7 MOB

### 3) Heave Compensation Crane

해상구조물, 해저작업 등 해양플랜트와 관련하여 특수목적

으로 건조된 선박은 그 위치를 일정하게 유지하기 위하여 DPS(Dynamic Positioning System)를 장착하고 있으면서 해저 작업을 위해 탑재된 크레인의 경우 Heave운동을 보정해주는 기능을 보유하고 있다(Menon, 1998). DP시스템과 관련된 원천기술 개발은 추진장치 분야에서 응용단계에 있으며, 현재 Oil-Rig선, Cable Layer선, FPSO 등에 기술 응용 및 상용화 단계에 있다.



Fig. 8 Heave compensation crane

## 2.3 기술동향 분석 결과

국내에서는 부두에 정박중인 선박에 대한 계류안정성 관련 연구(조 등, 2006)는 진행되고 있으나, MH 선박에 적용 가능한 계류안정화시스템 및 의장장치 개발 사례는 보고되고 있지 않다. 국외의 경우 MH와 유사한 접안시설로는 일본의 Mega Float, 미해군의 MOB와 같은 것이 존재하나, 이것은 대형 부유체를 물리적으로 고정하는 단순한 계류시스템이다. MH와 같이 선박간 계류상태에서 하역작업이 수행되는 모선과 MH 선박간의 상대적인 동적거동을 제어할 수 있는 계류시스템과는 다소 적용 목적이 상이하다. 다만 FPSO Double anchor system, Accommodation barge 및 Heave compensation 계류기능 등은 MH 계류안정화시스템의 개념설계에 직간접적으로 응용이 가능할 것으로 사료된다.

## 3. 최적 계류시스템 설계

모선인 8,000 TEU급 이상 초대형 컨테이너 선박의 양 현측에 MH 선박이 2척 이상이 동시 계류하여 하역작업을 하게 되면, 모선과 MH 선박에 동일한 외력(바람, 해·조류, 파도 등)이 작용하더라도 선박 규모의 차이로 인한 서로 상이한 선체운동이 일어나게 된다. 따라서 신속한 컨테이너 화물의 하역작업을 수행하기 위해서는, 이러한 모선과 MH 선박간의 상이한 선체동요를 일체화하거나 상대운동 변위가 최소화될 수 있는 물리적인 계류시스템장치를 설계해야 한다.

### 3.1 개념설계 기본 방향

MH의 계류시스템 개념설계는 기본적으로 다음과 같은 기본 방향을 바탕으로 검토하도록 한다.

- 1) 모선과 MH 선박은 해상에서 Ship to Ship 계류를 원칙

으로 하며, 정박지 상태는 Sea state 3, 풍속 11~16 knots(5.5~7.9 m/s), 파고 1.0~1.5m 조건으로 설정한다.

2) MH 선박에 장착된 하역용 크레인 작업을 위해 Table 1과 같이 항만 및 어항 설계기준(한국항만협회, 2005)에 명시된 컨테이너 선박의 안전하역 조건에 대한 선체 동요기준에 적합하도록 한다.

Table 2 Criteria of cargo operation for container ship

Motion	Surge	Sway	Heave	Yaw	Pitch	Roll
Range	±0.5m	±0.3m	±0.3m	±1.5°	±0.5°	±0.5°

3) 계류안정화시스템은 현재 운항중인 모선은 별다른 구조적인 변경없이 MH에 특수한 장치를 설비해야 하고, 이러한 특수한 장비는 가급적 선박에 장착되는 의장품을 활용하여 개발되어야 한다.

따라서 MH 계류안정화시스템은 모선과 MH 선박을 분류하여 검토하되 특정 외력 하에서 모선과 MH 선박의 선체동요를 최소화하는 물리적인 계류안정화시스템에 대한 설계기술이 필요하다. 또한 하역작업의 안정화를 위해 필수적인 z방향의 Heave운동을 최대한 억제 가능한 물리적인 제어장치의 개발이 필요하다.

### 3.2 최적 계류시스템 설계

대형 컨테이너 모선 및 MH 선박 고유 목적에 적합한 최적의 계류시스템을 제안하면 다음과 같다.

#### 1) 모선의 계류시스템 설계

① 특정 정박지에 도착한 모선은 기 설치된 선수 및 선미 윈치를 이용하여 4개의 Drag or Suction type의 파일 앵커와 연결하는 4점계류(4-point mooring) 실시

② Mooring rope는 Wire rope를 사용하고, 사양은 모선의 규모를 고려하여 결정

③ 모선은 해당 해역에 탁월한 풍향 또는 조류 방향으로 선수 방향을 유지(Heave & Roll motion 최대 억제 효과) 필요

④ 최대 파주력 확보를 위해 선수미선을 기준으로 좌우측 수평방향의 Mooring point의 각도는 30° 전후 유지(침추는 해상 고정되기 때문에 모선의 크기에 따라 다소 상이해 질 수 있음)

⑤ 모선의 z방향 성분인 Heave운동 제어를 위해서는 수직 방향의 Mooring각도는 가급적 TLP(Tension Leg Platform) 형태인 90°에 가까울수록 제어력이 크나, 모선의 선체 특성상 수직으로 Mooring rope를 연결할 수 없고, Heave 이외의 운동성분에 적절하게 대응하기 위해서는 가급적 30°~45° 유지 필요

#### 2) MH 계류시스템 설계

① MH 선박의 경우, 수면상 x, y성분에 대해서는 DP시스

템을 장착할 경우 가능하지만, z방향인 Heave운동 성분에 대해서는 제어가 불가능하므로 모선과 접안 반대 방향에 2점계류(2-point mooring)하고, 모선과는 MH 선박에 작용하는 Wave drifting force를 고려하여 선수 및 선미 방향의 계류라인을 연결하여 모선과 일체화되도록 유도

② 2-point mooring에는 Wire rope를 사용하고, 모선과는 MH용 Mooring line을 활용

③ MH 또한 모선과 동일하게 최대 파주력 확보를 위해 선수미선을 기준으로 좌우측 수평방향의 Mooring point의 각도는 30° 전후 유지하고, 수직방향은 45° 전후 확보

④ 동일 외력조건이라 하더라도 모선과 MH에 발생하는 선체 동요의 위상차이로 인해 횡방향 외력이 작용하면 모선과 MH 선체간 충격이 발생하여 선체손상을 줄 수 있으므로, 두 선박간 충격력을 최대한 완화할 수 있도록 특수한 Air fender(MH 선박에 탑재 운송)를 활용

⑤ MH의 경우 선수미 윈치에 외력에 따른 동적동요를 최대한 억제할 수 있는 기술요소 추가

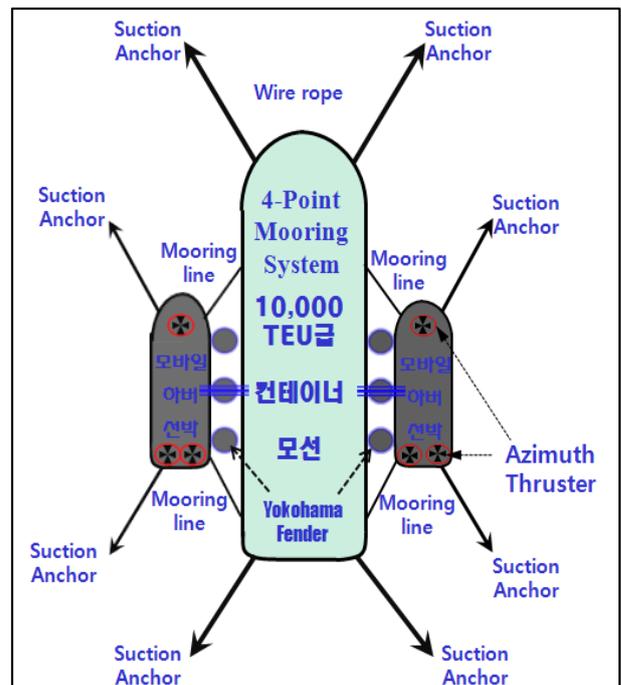


Fig. 9 Conceptual design of optimum mooring system

#### 3) 모선과 MH 선박간 최적 계류시스템 설계

모선과 MH 선박간 해상 Ship to Ship 최적 계류시스템의 설계도면은 Fig. 9와 같고, 모선과 MH 선박간 계류방식의 주요 내용을 정리하면 다음과 같다.

① 모선 : 4 point mooring(optimum mooring line angle 30°)

② MH 선박 : 모선에 연결되는 2 mooring lines(fore and aft) + 2 point mooring system

③ 모선 및 MH는 해저에 설치된 침추(Suction or Drag embeded anchor)와 Mooring wire rope를 각 선박에 설치된

원치에 연결

④ MH 선박과 모선 사이에는 Yokohama Fender type의 대형 Air fender 설치

#### 4. 계류안정화시스템 개념 설계

최적 계류시스템 설계에 따른 계류안정화시스템 개발은 MH 선박에 DP시스템이 장착된다는 조건 하에서 크레인 하역작업에 있어 가장 중요한 z방향 변위성분인 Heave운동 제어효과를 극대화할 수 있는 물리적인 계류방안을 강구한다.

##### 4.1 MH 계류안정화시스템 개념설계

계류시스템의 설계를 기초로 계류안정화시스템 개발은 MH 선박에 장착되는 DP시스템, 계류장치 등을 활용하여 파랑에 따른 z방향의 Heave성분을 최소화하는 물리적인 계류설비를 검토한다. 또한 계류안정화시스템의 기본설계 방향은 특수 장치 탑재에 따른 선가상승 및 MH 선박의 갑판상 활용 가능한 여유 공간들을 충분하게 고려하도록 한다. 따라서 현재 일반 선박에서 이용되고 있는 추진, 통신 및 계류 장비 이외에 별도 특별한 장치를 설비하지 않고, 의장품으로 널리 이용되고 있는 장비를 개량하거나 일부 기능을 부수적으로 추가하는 다음과 같은 기술개발로 구현한다.

① x, y성분의 평면운동의 경우 모선과 연결되는 Mooring line 및 MH 선박의 DP시스템 추진장치를 통해 제어가 가능하나, 모선과 MH 선박의 규모 차이에 따른 z방향(Heave운동) 성분의 상대 변위량을 크레인 하역작업이 가능한 범위 내로 제어가 가능한 동작 기능 설계

② 모선과의 z방향의 상대운동 동조를 위한 기본방향은 현재 선박 의장품 및 항행장비로 활용되고 있는 장비인 Winch control system과 DGPS신호를 활용한 위치 비교분석을 기초로 z방향의 변위를 최대한 제어하는 시스템 개발

③ DP시스템은 스러스터(thruster)에 의해서는 z축 방향의 이동을 제어할 수 없으므로, 일정한 장력의 조절이 가능한 브레이크 시스템(Constant brake system) 및 위치제어용 윈치(Positioning winch)를 이용한 초기장력의 제어가 필요함

④ 컨테이너선의 정박에 일부 사용되고 있는 Auto tension winch의 경우, 초기설정 장력으로 Wire rope의 감김과 풀어줌의 단순한 구동이 가능하나, 임의의 장력 값으로 조정 및 제어가 불가능하므로 위치제어용 윈치의 상대변위 추적 위치 제어기술과 장력조절 브레이크 시스템간의 원활한 연동이 가능한 시스템 개발

⑤ 모선과 MH 선박의 윈치시스템은 대용량 파주력을 지닌 Suction anchor 또는 Drag embedded anchor 등에 대하여 API(2005)의 설계자료를 참고하여 제작하여 Wire rope로 연결

##### 4.2 MH 계류안정화시스템용 positioning winch

계류안정화시스템의 원천기술은 일반선박의 계선장비로 활

용되고 있는 윈치시스템에, 다음과 같은 기능을 추가 구현하여 개발함으로써 해상부에 연결되는 계류라인을 실시간으로 제어하여 계류안정화를 도모한다. 또한 본 연구에서 제시하는 계류안정화시스템은 향후 개발 예정인 모선과 MH 선박에 설치되는 DGPS위치측정 시스템과 Ballasting제어 시스템을 상호 연계하여 통합적인 하역제어시스템으로 구현하여야 한다.

파랑에 의한 Heave운동시 최초 장력 설정치보다 큰 하중이 작용(상방향 운동)할 경우 윈치 최대하중( $F_M$ )까지 Constant load를 유지하고, 선체가 파랑에 의해 아래 방향으로 침하하여 z변위가 아래 방향으로 발생할 경우, 일정 하중까지 계류라인에 장력을 부여하여 파랑 위상변화에 따른 Heave운동에 대응하여 제어한다. 이러한 기능을 수행하기 위해서는 윈치의 초기장력을 충분히 부여하여 하방향의 운동을 초기부터 최대한 억제해야 하고, 모선과 연결된 계류라인에 의한 Heeling moment가 발생하지 않도록 DGPS시스템을 이용하여 윈치를 자동으로 제어하는 시스템이 부수적으로 설계되어야 한다. 따라서 Positioning winch는 Fig.10과 같이 실시간으로 변화하는 장력의 변화( $F_T$ )를 윈치 동작 설정치( $F_0$ )와 상호 비교하여 윈치의 최대하중 범위내에서 일정한 장력을 유지한다. 이러한 기능을 확보하기 위해서 윈치의 하중을 실시간으로 평가하는 대용량 Load cell을 장착하고, 가급적 빠른 시간내에 반응할 수 있도록 윈치의 속도제어는 인버터 방식을 이용한다.

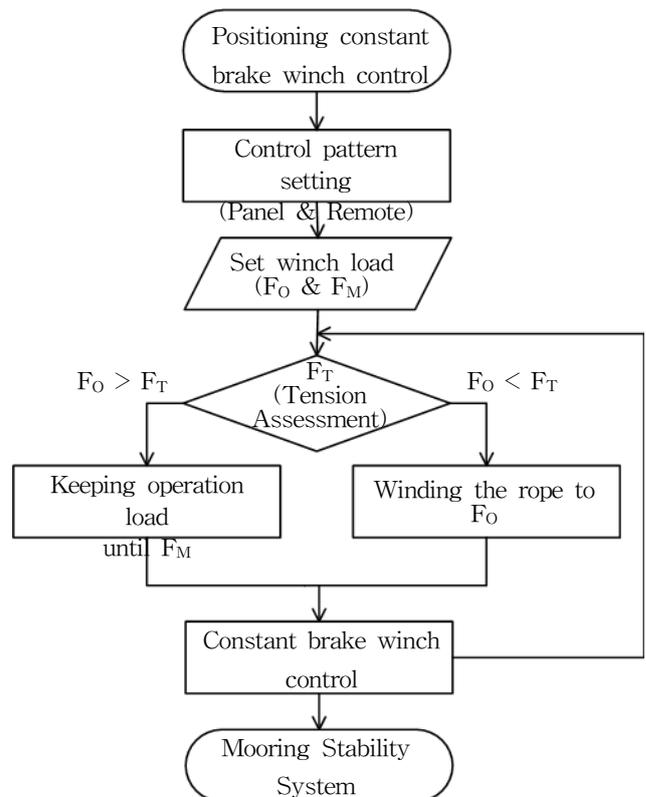


Fig. 10 Control sequence of positioning winch

선체 Heave운동의 제어는 궁극적으로 파랑의 파곡과 파정의 불규칙적인 반복으로 인해 발생하는 계류라인의 동적하중

을 Dynamic brake system 기능을 활성화하여 파랑 외력에 따른 선체동요를 물리적으로 최소화한다.

#### 4.3 계류안정화시스템 구성 요소

MH 선박의 계류안정화시스템은 다음과 같은 구성요소가 요구되며, Fig.11은 개념설계에 대한 타당성 검증을 위해 해상 시험용으로 개발한 Positioning winch(Max dynamic brake 50 ton, wire 40Φ)의 사진이다.

- Positioning brake winch system(Load cell, Brake system)
- Fair leader(Vertical & Horizontal roller type)
- Suction or embedment drag anchor
- Wire rope & Air fender(Yokohama Fender)
- DGPS signal receiver, Wind & current indicators



Fig. 11 Developed positioning winch for MH

### 5. 결 론

본 연구에서 제시한 MH 선박의 최적 계류안정화시스템은 기존 중·대형 선박이나 해상구조물에서 활용되고 있는 MPM을 응용한 것으로, 특정 외력조건 하에서 모선과 MH 선박이 신속한 하역작업이 가능토록 MH 선박의 z방향 운동성분인 Heave 요소를 물리적으로 최소화하는 장치를 개발하여 제안하였다. 본 연구에서 제안하는 최적계류시스템 및 계류안정화시스템은 실제 해상에서 활용 가능한 실용적인 측면에서 접근했으며, 특히 윈치의 경우 일반선박에서 사용하고 있는 윈치시스템에 부수적인 기능을 추가하여 개발하는 방안을 제안하였으며, 연구 결과를 요약하여 정리하면 다음과 같다.

1) 국내외 계류시스템 관련 기술동향 등을 분석하여 해상에서 Ship to Ship 계류에 적합한 방식을 모선(4 points mooring)과 MH(2 mooring lines & 2 points mooring) 선박으로 구분하여 선체 및 하역안정성 확보가 가능토록 제안하였다.

2) 특정 외력 하에서 모선과 MH 선박의 선체동요를 최소화하는 물리적인 계류안정화시스템을 위하여 일반선박용 윈치에 특수한 기능을 부가하여 개념설계를 구현하였다.

3) 계류안정화시스템의 개념설계는 특정 외력조건 하에서 Heave의 상대운동을 최대한 억제하여 하역안정성을 도모할

수 있도록 설계했고, 선체 동적동요를 제어하기 위해 필요한 Positioning constant brake system의 기능과 성능을 제시하였다.

4) 본 연구에서 제안하는 최적 계류방식 및 계류안정화시스템은 현재 운항중인 모선에 별다른 구조적인 변경없이 활용이 가능하고, MH 선박에 탑재되어야 하는 의장장치에 특수한 기능을 추가하여 구현함으로써 경제성 및 실용성을 고려하여 개발하였다.

본 연구는 MH 선박의 계류안정화시스템에 대한 개념설계로, 향후 제안된 최적 계류방법 및 계류안정화시스템에 대한 계류안정성 이론해석과 함께 해상 실선시험 등을 실시하여 실효성 및 타당성 검증이 필요할 것으로 판단된다.

### 후 기

이 연구는 교육과학기술부의 지원으로 수행된 “모바일하버 원천기술개발사업” 중 세부과제인 “모바일하버 선박의 계류안정화 시스템·의장장치 개발 설계”과제의 연구 결과 중 일부이며, 본 연구 수행에 협력하여 주신 카이스트대학, 모바일하버사업단 및 (주)미래산업기계 관계자 여러분께 감사드립니다.

### 참고문헌

- [1] 이종우, 국승기, 정대득, 양상용, 김태형(2010), “모바일하버 적정 후보지 선정 및 평가”, 2010년도 항해항만학회 공동학술대회 논문집, pp.221-224.
- [2] 조익순, 이윤석, 이충로(2006), “쓰나미의 공진주기파를 고려한 항내 계류선박의 시계열 해석”, 한국항해항만학회지, 제30권, 제6호, pp.433-438.
- [3] 한국항만협회(2005), “항만 및 어항설계 기준”, pp.691-692.
- [4] American Petroleum Institute(2005), Design and Analysis of Stationkeeping Systems for Floating structure, API Recommended practice 2SK, 3rd Edition, pp.84-85.
- [5] Kanazawa, M., Daiki, K., Taketama, T., Horiba, S. and Matsubara, M.(2002), “Airplane-Landing Practice at Mega-Float Airport Model”, Proceedings of The Twelfth International Offshore and Polar Engineering Conference, Kitakyushu, Japan, May 26-31, pp.253-260.
- [6] Menon, B.(1998), “DP Performance Analysis Requirements for Mobile Offshore Bases”, Marine Technology Society Dynamic Positioning Conference (October 13-14), pp.1-10.
- [7] Miyajima, S., Seto, H. and Ohta, M.(2003), “Hydro elastic Responses of the Mega-Float Phase-II Model in Waves”, International Journal of Offshore and Polar Engineering Vol. 13, No. 4, pp.254-260.
- [8] US DoC NIST(1998), Cargo Container Transfer

Requirements for the Mobile Offshore Base, pp.4-6.

- [9] William, R. and Falzarano, J.(2001), “Transit Draft Heave Motion Analysis of the Mobile Offshore Base (MOB) Using Reverse MI/SO Techniques”, Proceedings of the Eleventh (2001) International Offshore and Polar Engineering Conference Stavanger, Norway, June 17-22. pp.256-263.

---

원고접수일 : 2010년 3월 23일

심사완료일 : 2010년 5월 13일

원고채택일 : 2010년 5월 17일