

## 마그네틱 기어를 이용한 듀얼 구동식 선박 접이안 시스템 개발에 관한 연구

† 강민수\* · 김병국\* · 김현우\*\*

† ,\*\* 중소조선연구원, \* 브이지엠,

### A study on development of a dual driven ship berthing/deberthing system using magnetic gear

† *Min-Su Kang · Byong-Kuk Kim\* · Hyen-Woo Kim\*\**

† ,\* *Research Institute of Medium & Small Shipbuilding*

\* *VGM*

**요 약** : 본 연구에서는 360°의 조향 기능을 갖는 듀얼 구동식의 선박 접이안 시스템 개발에 대해 다룬다. 대형 선박의 경우, 부두에 접이안 시 bow thruster, side thruster, pod propulsor 등이 사용되고 있으나 최근 해양레저선박이 대형화(슈퍼요트 등)됨에 따라 마리나 시설을 이용할 경우 접이안시 선박 대 선박, 선박 대 계류시설과의 사고가 증가 추세에 있다. 따라서, 이를 해결하기 위한 방안으로 듀얼 구동식 추진체를 이용하여 접이안이 가능한 시스템에 대해 연구를 수행하였다. 주요 내용은 조이스틱을 이용한 선수, 선미의 듀얼 구동과 마그네틱 기어를 이용한 동력 전달이다. 조이스틱에서 두 구동 모터 및 프로펠러로 이어지는 제어 응답성을 확인하고, 전자기 설계를 통한 마그네틱 기어 제작 및 시험으로 수중 추진기에 회전력을 전달 가능한 토크를 확보하였다. 또한, 실험상 시운전을 통하여 개발 시스템의 성능을 확인하였다.

**핵심용어** : 마그네틱 기어, 듀얼, 접안, 이안, 제자리 선회

**Abstract** : *The aim of study is to develop a dual driven ship berthing/deberthing system with 360° steerability. A large ship used bow thruster, side thruster and pod propulsor etc. when approaching to a pier. But as marine leisure boats become large-scaled, the number of accidents is recently increasing what caused a ship to crash into a ship and a ship to crash into mooring facilities during berthing/deberthing on a marina. To solve the problem, the control responsiveness of a joystick connected with two motors and a propeller was checked and torque was increased by the electromagnetic design of magnetic gear. A sea trial test was carried out to investigate a performance of the developed system in the real sea.*

**Key words** : *Magnetic gear, Dual, Berth, Deberth, Standstill Turning*

## 1. 서 론

대형 선박의 경우, 부두에 접이안시 bow thruster, side thruster 등이 사용되고 있고, thruster와 stern thruster를 사용하여 예인선과 같은 효과를 얻고 있으며 또한, 선체 외부에 부착되어 추진기 자체가 회전함으로써 조향기능까지 갖춘 pod propulsor가 개발되어 상용화 되어 있다.

최근 해양레저선박이 대형화됨에 따라 기존의 마리나 시설을 이용할 경우 접이안시 사고의 위험에 노출되어 있다. 20~30ft 급 요트, 모터보트에서 최근 60~70ft급 레저 선박(슈퍼요트, 메가 요트 등)이 증가함에 따라 기존의 마리나 시설에 정박 및 접

이안을 할 경우, 선박 대 선박 및 선박 대 계류 시설과의 사고가 증가 추세에 있으며 예상치 못한 해양환경(바람, 조류 등)에 의하여 운전 미숙 등으로 원치 않는 접안 속도 및 접안각도로 인하여 선박의 손상, 기관 고장, 마리나 시설물 손상 등으로 이어지고 있다. ……(중략)……

## 2. 듀얼 구동시스템 설계

본 연구에서 제시하는 시스템은 조이스틱, 메인 컨트롤러, 마그네틱 기어, 마그네틱 기어 회전용 모터, 각각의 구동 드라이

† 대표저자 : 정희원, mskang@tims.re.kr

버, 프로펠러 및 프로펠러 구동 모터로 구성되며, 선박의 앞, 뒤로 구동 시스템이 한 세트씩 배치 되도록 한다. ....(중략)....

### 3. 마그네틱 기어를 적용한 변속 동력 전달 구조

마그네틱 기어는 전동기의 회전되는 주동축과 이와 연결되어 회전력을 전달받는 중동축이 분리되어 있는 구조로 비접촉에 따른 기어의 마모, 분진, 소음, 진동 등이 없으며 자기적 구속력을 넘어서는 부하에서는 자동적으로 토크 리미트의 기능을 발휘할 수 있어 기계적 파손 등으로 부터 안전성을 확보할 수 있다. 또한 기계적 마찰에 따른 손실을 최소화할 수 있으며 고속 운전에도 적합하다.

본 연구에서는 시스템에서 요구되는 최대 출력 토크와 부하 조건을 고려하여 자기적 구속력을 선정하고 정격 구동 영역에서 스틱 현상이나 슬립이 발생하지 않도록 전자기 설계 및 해석을 수행하였다. 선정된 정격 부하 토크는 20Nm 이며 안전율을 고려한 마그네틱 기어의 최대 토크는 50Nm 이다.

Fig. 1은 전자기 해석 결과를 나타낸다.

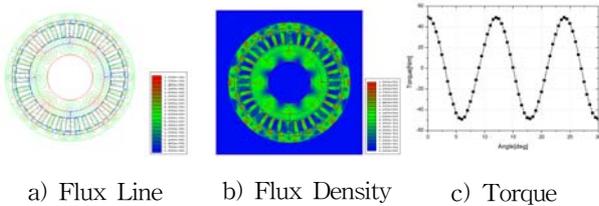


Fig. 1 Results of FEM

Fig. 2는 마그네틱 기어의 시작품을 나타낸다. 저속부 영구자석 극수는 60극이며, 고속부는 8극, 요크 수는 34개로 전체 감속비는 7.5:1 이다.



Fig. 2 Structure of magnetic gear

### 4. 프로펠러 설계

전산유체역학을 활용한 성능해석을 수행하기 위하여 프로펠러의 3차원 모델링 작업을 수행하고 속도벡터, 속도장 및 유선분포 등의 결과를 도출하였다. .... (중략) ....

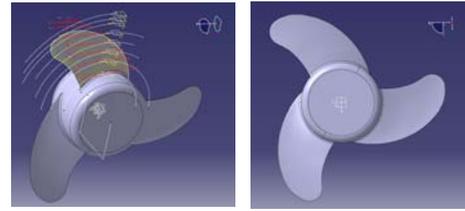


Fig. 3 Shape of propeller

Table 1 specifications of propeller

Designation	Symbol(unit)	Value
Diameter	D(mm)	300
No. of blades	NPB	3
Expanded blade area ratio	EAR	0.210
Pitch-diameter ratio(0.7R)	(P/D)0.7R	0.266
Pitch-diameter ratio(mean)	(P/D)mean	0.213
Hub-diameter ratio	HDR	0.383
Hub-diameter	d (mm)	115
Turning direction	-	Right

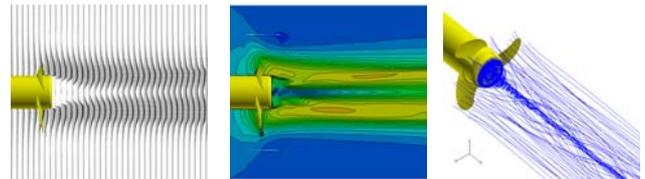


Fig. 4 Result of analysis

### 5. 결 론

본 연구에서는 마그네틱 기어를 적용한 동력 전달 구조를 이용하여 친환경 추진체를 개발하고, 또한 전산유체해석을 통해 프로펠러를 설계 및 제작하여 해양레저선박에 적용 및 접이안 이 가능한 듀얼 구동식 추진체에 대해 연구를 수행하였다. ....(중략).....