

# 양방향 카페리 추진축 1차 지지부 구조건전성 평가

† 강병모 · 오영철\* · 배동균\*\* 고재용\*\*\*

† \*목포해양대학교 대학원 해양시스템공학과, \*\*(주)한국종합설계, \*\*\*목포해양대학교 해양공과대학 조선해양공학과 교수

## Two-Way Car Ferry Thrust Shaft Primary Support Part Structural Integrity Evaluation

† *Byoung-Mo kang · Young-Cheol Oh\* · Dong-Gyun Bae\*\* · Jae-Yong Ko\*\*\**

† *Department of Ocean System Engineering, Graduate school of Mokpo National Maritime University, Mokpo 530-729, Korea*

*\*\*Korea Consolidation Design Co., LTD, Mokpo 526-897, Korea*

*\*\*\*Depart of Naval Architecture and Ocean Engineering, Mokpo National Maritime University, Mokpo 530-729, Korea*

**요 약** : 양방향차도선(CAR-FERRY)은 육지와 도서, 도서와 도서 간을 연결하는 교통수단 기능과 지속적인 해양관광객의 수요증가에 따른 해양관광 연계 연안여객 운송수단 역할을 하고 있다. 이에 따른 양방향 차도선은 이용의 편리성이 증대 되고 접안으로 인한 해양 사고를 줄일 수 있다. 양방향차도선은 등흘수(even) 상태로 프로펠러가 양쪽에 있기 때문에 프로펠러가 소직경 · 저회전으로 인하여 전진 운항 시에 반력에 의한 축계 및 프로펠러 파손 등이 발생할 수 있다. 이에 따른 엔진 출력, 선형, 비틀림 진동 등에 따른 감속기, 탄성커플링 선정, 횡진동 및 축계 정렬(Shaft alignment)을 고려한 축계설계(베어링 수량, 폭, 간격)를 하여 선체의 추진축 1차 지지부의 구조에 대한 건전성을 평가하였다.

**핵심어** : 축계, 1차지지부, 양방향 차도선, 구조건전성

**Abstract** : *Two-Way CAR-FERRY land and islands, islands to islands, the connection between sustainable marine transportation in conjunction with the increasing demand of tourists, according to the associated coastal maritime tourism and passenger transport has a role. Subsequent Two-Way CAR-FERRY and the increased ease of use due to berthing maritime accidents can be reduced. Two-Way CAR-FERRY as the draft (even) in the state on both sides of the propeller, because the propeller due to the small diameter, low speed forward flight by the reaction at the shaft and propeller damage can occur. Engine output accordingly, linear and torsional vibration reducer by, elastic coupling selection transverse vibration and shaft alignment (Shaft alignment) considering the shaft design (bearing size, width, thickness) and the primary drive shaft support portion of the hull structure of evaluated for quality.*

**Key words** : *shafting, Primary support part, Two-way car-ferry structural integrity*

### 1. 서 론

최근, 국민 소득 증가와 주 5일제, 웰빙문화 확산에 따른 자연 친화적 국민 여가 수준 향상으로 우리나라 해양관광 참여 인원은 연안여객서비스와 해양관광의 연계로 해양관광 수요 증대로 2000년 약 9,300만 명으로 증대되고 있다. 특히 차도선(CAR-FERRY)은 육지와 도서, 도서와 도서간을 연결하는 유일한 교통수단 기능과 함께 지속적인 해양관광객의 수요증가에 따른 해양관광 연계 연안여객 운송수단 역할을 하고 있다.

이에 따른 양방향 차도선(CAR-FERRY)은 이용의 편리성이 증대 되고 접안으로 인한 해양 사고를 줄일 수 있다. 양방향차도선(CAR-FERRY)은 등흘수(even) 상태로 프로펠러가 양쪽에 있기 때문에 프로펠러가 소직경 · 저회전으로 인하여 전진 운항 시 반력에 의한 축계 및 프로펠러 파손 등이 발생

할 수 있다. 이에 따른 엔진출력, 선형, 비틀림 진동 등에 따른 감속기, 탄성커플링 선정, 횡진동 및 축계정렬(Shaft alignment)을 고려한 축계설계(베어링 수량, 폭, 간격)를 하여 선체의 추진축 1차 지지부의 구조에 대한 건전성을 평가하였다.

### 2. 연구동향

축계 정렬의 이론해석은 1950년대 후반부터 미국 해군에서 시작하여 일반 선박으로 확대 되었으며 1960년대 후반부터 1970년대 초반에 걸쳐 각 조선소, 선급협회에서 활발히 진행 되어 왔다.

† 교신저자, boomkang@hanmail.net 061)240-7476

\* 공동저자, yochoh@mmu.ac.kr 061)240-7476

### 3. 축계허용 응력 산정

1차 지지부에 대한 강도 평가를 위해 축계의 비틀림 진동에 대한 한국선급[KR]이 적용한 선박의 중간축 추력축 프로펠러축 및 선미관축에 작용하는 허용 비틀림 진동응력 및 두께는 다음의 규정에 따른다. 중간축 및 추력축의 두께는 다음 식(1)식 ~ 식(4)의 계산 값 이상이어야 한다.[KR 선급 및 강선규칙,2013]

$$d_0 = F \times K_1 \sqrt[3]{\frac{P}{n} \times \frac{560}{(T+160)}} \quad (mm) \quad (1)$$

P : 기관의 연속최대출력시의 축 출력 (kw)  
n : 축의 연속최대출력시의 회전수 (rpm)

$$d_p = 100 \times K_2 \sqrt[3]{\frac{P}{n} \times \frac{560}{(T+160)}} \quad (mm) \quad (2)$$

허용 비틀림 진동 응력은 다음과 같다.

$$\tau_1 = \frac{T_s + 160}{18} C_k C_d (3 - 2\lambda^2), \quad (\text{단}, 0 \leq \lambda \leq 0.9) \quad (3)$$

$$\tau_1 = 1.38 \frac{T_s + 160}{18} C_k C_d, \quad (\text{단}, 0.9 \leq \lambda \leq 1.05) \quad (4)$$

### 4. 해석 모델 및 하중 선정

양방향 축계의 도면 및 경계조건을 Fig.1에 나타내었다. 축계는 inter shaft, propeller shaft, stern tube, bearing 등으로 이루어져 있다. 하중선정은 베어링 반력을 위치에 산정 하였으며 해수 유입에 대한 부력 하중을 산정 하였다. Table 1 은 재료의 물성치를 나타내었으며, 회전속도는 100% ~ 70% 로 나누어 다음과 같이 해석을 실시하였다.

Table 1 Material Properties

Mat.	Tensile strength (MPa)	Yield strength (MPa)	Elongation (%)	Hardness
SF45	693	400	26.2	160
SUS304	620	330	70	85
HBsC1	430	150	10	100
STPG	412	245	25	40

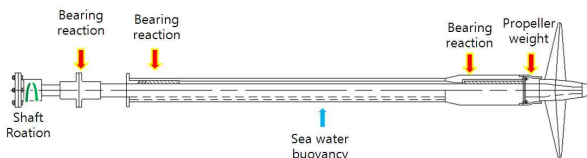


Fig. 1 Boundary condition

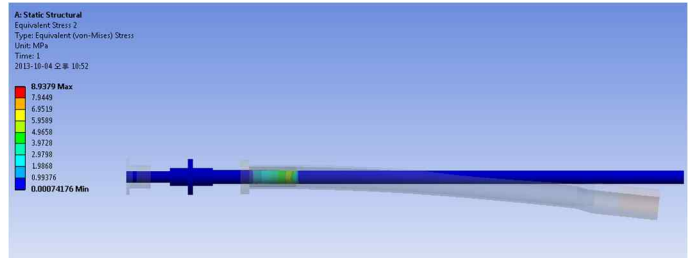


Fig. 3 Analysis result for Equivalent Inter shaft

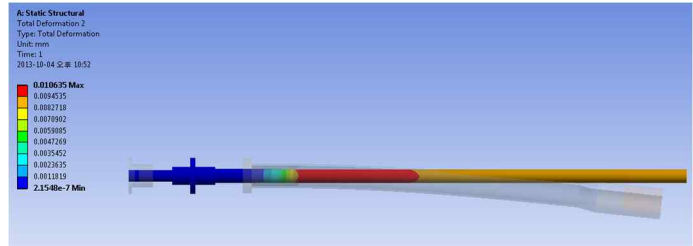


Fig. 2 Analysis result Displacement Inter shaft

Table 2 Analysis result

Output	RPM	Equivalent Stress [MPa]	
		I	S
100%	495.05	8.9379MPa	19.173MPa
90%	445.54	8.9385MPa	19.173MPa
80%	396.04	8.9391MPa	19.173MPa
70%	346.54	8.8696MPa	19.173MPa

[I]= Inter shaft, [S]=Stern tube

### 5. 결 론

양방향 차도선 propeller shaft의 지지부 반력은 기존의 선박과 비슷한 양상을 보이고 있다. 항후 선체 진동 및 해류에 대한 조건을 고려하여 연구할 예정이다.

### 후 기

이 논문은 한국산업단지공단 산업집적지 경쟁력 강화사업 계획에 의거하여 생산기술사업화 지원사업로 수행된 연구 결과이며 위 기관의 지원에 감사를 표합니다.

### 참 고 문 헌

- [1] 한국 선급 기술규칙 (2013), 5편 3장, 4장 pp, 27- 32 pp. 41-45.
- [2] 고명재(2009), 상반회전 프로펠러의 축계 정렬 해석에 관한 연구 2009.02 부산대학교 대학원 석사 학위논문
- [3] 유영현(2008), 회전 샤프트의 위험속도에 관한 진동 특성 연구, 2008.08 인하대학교 대학원 석사 학위논문
- [4] ANSYS Mechanical APDL Technology Demonstration Guide(2010.11) Ch.21, pp. 287-308.