

## 60m급 쌍동형 카페리 구조 엔지니어링 고찰

이정호\* · 서광철\*\* · 강병도\*\*\* · 김인철\*\*\*\* · 박주신\*\*\*\*\*

\* 목포해양대학교 대학원, \*\* 목포해양대학교 조선해양공학과, \*\*\* (주)한국조선해양기자재연구원,  
\*\*\*\* (주)해운조선, \*\*\*\*\* 삼성중공업 중앙연구소

## Structural Engineering of 60m Twin-hull typed Car-ferry

Jung-Ho Lee\* · Kwang-Chul Seo\*\* · Byung-Mo Kang\*\*\* · In-Chul Kim\*\*\*\* · Joo-Shin Park\*\*\*\*\*

\* Graduate School of Mokpo National Maritime University, Mokpo city, 530-729, Korea

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

\*\*\* Korea Marine Equipment Research Institute (KOMERI), Mokpo city, 530-729, Korea

\*\*\*\* Hae Woon Ship Yards, Mokpo city, 530-729, Korea

\*\*\*\*\* Central research institutes, Samsung Heavy Industries, Geje city, 656-710, Korea

**요 약** : 본 연구에서는 쌍동형 카페리에 대한 기본 구조 설계 및 구조 해석을 위한 기법을 제시한다. 카페리와 같이 길이 50미터 이상 길이와 폭/비가 12보다 큰 중/소형 고속 선박의 강도 해석에 대한 규정이나 방법론은 아직까지 명확하게 제시되지 않고 있다. 따라서 본 논문에서 부재의 스캔틀링은 한국선급기준을 적용하였고, 설계안에 대한 구조강도 검증을 위해서 카페리 전용선박 기준에 의해 추가적으로 검증하였다. 특히, 카페리 전용선박 기준을 적용하여, Hull girder ultimate strength를 추가적으로 수행하여, 현재 기준에 의한 설계의 모호성을 극복하도록 제안하였다. 본 연구를 통해 도출된 연구 결과는 앞으로 고속 쌍동형 카페리의 구조설계 및 구조해석에 관련된 기본적인 자료로 유용하게 활용될 것으로 예상된다.

**핵심용어** : 카타마란, 슬래밍, 굽힘 모멘트, 유한요소법, 구조해석

**ABSTRACT** : This paper suggests study of basic structure design and structural analysis for the twin car-ferries. The rules and methodology for the analysis of strength of medium and small high speed vessels with a length of more than 50m and a width / ratio of more than 12, such as car-ferries, have not been clarified yet. Therefore, in this paper, the scantling of the members is based on the Korea Classification standards, and the car-ferries standards were additionally applied to verify the structural strength of the design. The results of this study are expected to be useful as basic data related to structural design and structural analysis of high speed twin car-ferries

**Key Words** : Catamaran, Slamming, Bending moment, Finite element method, Structure analysis

### 1. 서 론

쌍동형 선형은 두 개의 선체를 가진 선박을 말하며, 물에 잠기는 상사의 몸체를 서로 연결하는 갑판을 두고 이 위에 구조물을 설치한 선형을 말한다. 쌍동형 선박은 크게 단순한 보통형 쌍동선과 파랑관통형(wave-piercing) 쌍동선으로 나눌 수 있다. 이 선형의 장점으로는 동일한 배수 톤의 단동선보다 넓은 갑판을 제공하며, 건조비도 비싸지 않으나 단점으로는 침수면적이 크므로 저속 시 저항이 증가하고 동일한 배수 톤의 단동선보다 같은 속도를 유지하기 위한 추진 동력이 커야 한다는 점이다.

최근 고속 단동형(mono-hull), 카타마란(catamaran) 형태의 요트 및 카페리에 대한 관심이 크게 증대되면서, 여러 가지 관련 설계 기술의 비약적인 발전과 함께, 각 선급에서는 관련 규정들을 재정하고 있다. 그러나 구조 설계와 구조해석

평가에 대한 일련의 과정에 있어서, 길이 50m이상의 쌍동형 카페리에 대한 구조강도 평가에 대한 규정이나 절차에 대한 프로세서는 보완할 점이 많은 게 현실이다.

따라서 본 연구에서는 KR(고속경구조선 규칙) 기준을 바탕으로, 고속 쌍동형 카페리 구조설계 절차 및 상세 유한요소 해석을 적용한 결과를 언급하고 있다. 이와 같은 결과는 향후 쌍동형 카페리의 구조설계 및 구조해석에 관련한 기초적인 자료로 유용하게 활용될 것으로 판단된다.

### 2. 쌍동형 카페리 구조설계

#### 2.1 설계기준 검토

설계기준 검토 결과 국제기준 및 선급기준의 경우 단동선(mono hull)과 다동선(multi hull)에 대한 기준은 있으나 연구 개발 대상의 제원이 적용 범위 내에 해당하지 않아 설계 기준을 적용하지 못한다.

\* First Author : lljh4760@naver.com, 061-240-7476

† Corresponding Author : kcseo@mmu.ac.kr, 061-240-7300

Table.1 쌍동선의 설계 기준

구분	설계기준	단동선	다동선
국내 기준	강선의 구조기준	○	×
	유리섬유 (강화플라스틱선)의 구조기준	○	×
	알루미늄의 구조기준	○	○
국제 기준	ISO 12215-5, 7	○	○
선급 기준	한국선급(KR)의 고속정 경구조선 규칙	○	○

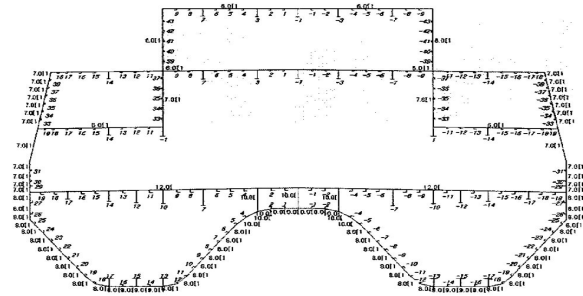


그림.1 Midship section (FR. 61, x=30.5m)

2.2 설계하중

카타마란 형 레저요트 설계에 대한 기준은 선급이나 각종 연구 자료를 통해서, 제시되고 있다. 그러나 아직까지도 쌍동형 고속 요트 및 카페리에 대한 구조설계 및 구조강도 평가에 대한 기준의 정립에 관해서는 보다 많은 연구와 고찰이 필요하다. 본 장에서는 고속 쌍동형 카페리의 설계하중의 여러 가지 기준에 대해서 간략히 소개를 하고 있다.

Table.2 쌍동선의 주요요목

LOA	60.00m
L-scantling	58.00m
Breadth	19.80m
Depth	4.20m
Draft	2.50m
C <sub>b</sub>	0.52
Speed(knots)	15.00
Displacement(ton)	1121

실제 수직 가속도, 허용 속도, 종 방향의 설계가속도, 횡 방향의 설계가속도, 선저 설계 슬래밍 압력, 중요도에 의한 슬래밍 압력, 선수측부 및 선수부 충격압력, 쌍동선 연결구조의 슬래밍 압력, 선수부 및 노출 갑판에 작용하는 해수압력 등의 주요 하중의 계산을 수행하고, 구조부재의 두께 결정 및 구조강도 만족 여부를 확인한다. 최종적으로는 요구되는 하중 대비 단면계수 값이 비율을 확인하여, 구조설계를 마무리한다.

3. 구조설계에 대한 강도 검증

주요 구조 부재의 치수는 앞장에서 기술한 절차와 방법에 따라 정의 하였으며, KR Passenger Ferry, 2016에서 제시한 방법에 따라 부재의 치수 및 구조강도를 재검증하였다.

그림 1은 설계된 중앙횡단면도를 나타내고 있으며, 쌍동형 선체 내에 작용하는 슬래밍 압력 및 비틀림 모멘트에 충분한 구조강성을 확보하기 위하여 응력 집중부 설계 및 생산성을 고려한 두께 단차를 복합적으로 고려하였다.

3.1 Design Bending Moment 계산

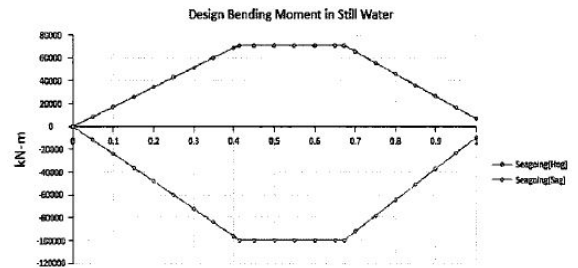


그림.2 Design bending moment in still water

3.2 Hull girder bending 검토

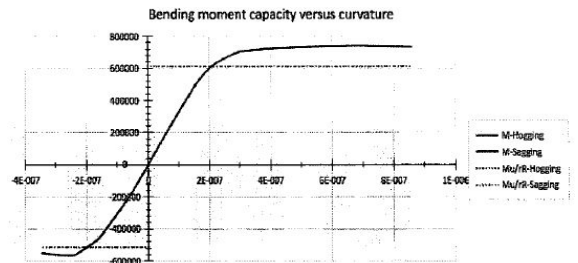


그림.3 Bending moment capacity versus curvature

4. 결론 및 향후 연구 과제

본 연구를 통해서 얻어진 결론은 다음과 같다.

- 1) 구조설계 시 응력집중을 완화할 수 있는 선형 및 구조부재 선정이 중요하다.
- 2) 한국선급의 고속경구조선 규칙에 의거한 판두께 및 보강재 사이즈 선택과정은 쉬우나, 적정 수준의 값을 선택하는데 있어서 애매모호한 점들이 많다.

이후 연구로는 쌍동형 카페리에 대한 개발과 함께 상세 평가기준 및 하중 정의에 대한 구체적인 비교/분석이 필요하다.

후 기

본 연구는 전남테크노파크 2016년도 지역수요맞춤형 지원 사업[구조최적화를 통한 스틸 쌍동 차도선의 안전성 및 경량화 기술개발]으로 수행된 연구결과이며, 위 기관의 지원에 감사를 표합니다.