

Tug Push 구조보강 방안 연구

권오석^{†*}, 김도현*, 류홍렬*

현대중공업(주) 조선사업부 구조설계부*

A Study on the Strengthening of Side Structure Against Tug Push Loads

Oh-Seok Kwon^{†*}, Doe-Hyun Kim* and Hong-Ryeul Ryu*

Basic Hull Design Dept., Shipbuilding Div., Hyundai Heavy Industries*

Abstract

In case that tug boat pushes side structures of other large vessels to maneuver, it is required that contacted side structures of the maneuvered vessels have enough structural safety against tug push loads. The objective of this study is to evaluate the structural effect of carling which is installed between side longitudinal stiffeners. A comparative study of side structures with carling and without carling is performed to evaluate the effect of carling member by both FE analysis and simple beam analysis. According to the result, it is found that the carlings play effective role in the strength of side plates and side longitudinal stiffeners against tug push loads.

※Keywords: Carling(보강재), FE analysis(유한요소 해석), Tug boat(예인선), Maneuvering(조종)

1. 서론

대형선박의 접안 시 Tug Boat가 선측에 표시된 Tug Push Mark 부위를 밀게 되는데, 이 경우 Tug Boat와 접촉면에는 국부적으로 집중하중이 작용하게 된다.

본선의 선측구조는 작용하는 집중하중에 견딜 수 있는 충분한 구조적 강도가 요구된다. 그러나, 지금까지 적절한 보강방안이 정립이 되어 있지 않아,

통상 Carling으로 보강하고 있다. 본 연구에서는 Tug Push 하중에 대해 보강재인 Carling의 정량적인 효과를 검토하고자 한다.

2. 본론

2.1 Tug Push 하중에 대한 보강구조

Fig. 1 과 같이 본선을 Maneuvering하기 위해 Tug Boat가 본선의 선측을 밀게 되고 Tug Boat와 접하는 부분에는 국부적인 집중하중이 작용하게 된다. 본선의 선측구조는 선측에 작용하는 국부적

†교신저자: kwonosca@hhi.co.kr, 052-203-3672

인 집중하중에 견딜 수 있는 적절한 강도를 요구하게 된다. Fig. 2는 전통적인 보강방법인 Carling으로 선측을 보강한 경우의 도면이다.



Fig. 1 Example of pushing ship side structure

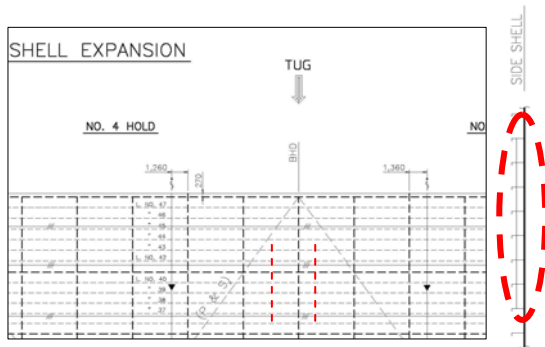


Fig. 2 Side structure strengthened by carlings

3. Carling 효과 검토

Tug Push 하중을 받는 선측구조는 Fig. 2와 같이 판, 종늑골, 횡거더 또는 횡격벽의 연결구조로 되어 있다. 횡거더나 횡격벽은 일반적으로 선측에 작용하는 Tug Push 하중에 충분히 견딜 수 있는 정도의 강도를 이미 가지고 있으므로 판과 종늑골에 대하여 Carling의 효과를 검토하였다.

3.1 판의 Carling 효과

Tug Boat가 본선을 Maneuvering 하는 과정에

서 본선의 선측에 표시된 Tug Push Mark 위치에 Tug Boat의 선수부를 정확히 접촉시켜 본선을 밀어내지 못하는 경우를 감안하여 Fig. 3과 같이 선수방향으로 일정범위 떨어져서 민다고 가정하였고 종늑골 간격 사이의 전체가 접촉된다고 가정하여 판의 Carling 효과를 검토하였다.

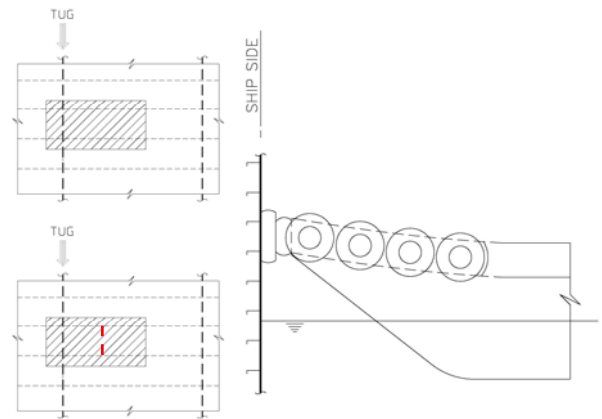


Fig. 3 Tug push loads for plates

판의 거동 및 응력분석을 위해 FE analysis를 이용하였다. Fig. 4와 같이 선수방향으로 횡격벽 간격, 높이 방향으로 종거더 간격을 모델링 하였으며 하중을 받는 부위의 Mesh Size는 50x50mm로 하였다. 하중은 Fig. 3의 정의와 같이 직사각형으로 횡거더에서 일정간격 떨어져서 가하였다. 구속조건은 Fig. 5와 같이 모든 끝단을 완전구속 조건으로 모델링 하였다.

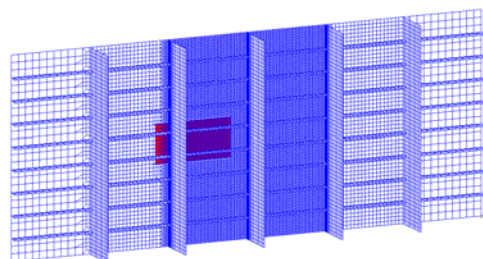


Fig. 4 Loading for plates

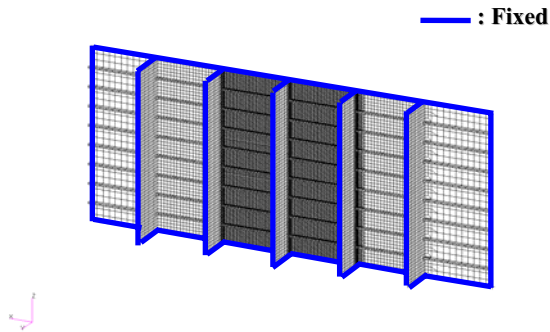


Fig. 5 Boundary condition for plates

Carling 설치 유무에 따른 판의 거동을 비교해 보기 위해 판의 재료적 비선형성을 고려해 완전탄소성 재료로 가정하였고 판의 항복응력은 235 MPa로 정하여 해석을 수행하였다. 하중은 판의 소성변형이 생길 정도의 하중을 Loading과 Unloading을 Fig. 6 과 같은 Loading Pattern으로 하중을 1 회가하였다.

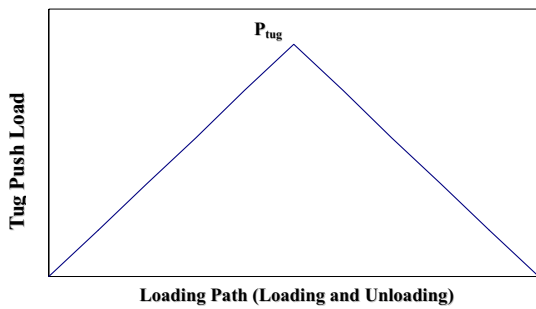


Fig. 6 Loading path

Carling 유무에 따른 판의 FE analysis결과, Carling이 설치된 구조의 최대 변형량이 Carling이 설치되지 않은 구조보다 약 20% 감소했음을 확인 하였으며 Unloading후의 변형량의 차이도 미소변형이지만 차이가 있음을 확인하였다.

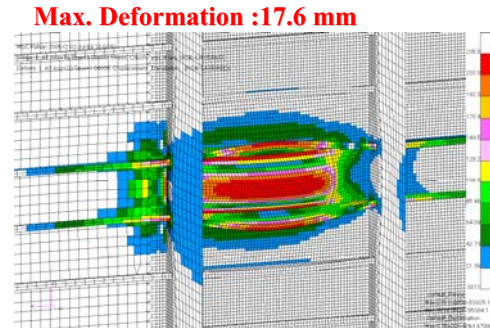


Fig. 7 von Mises stress and deformation of side structure without carlings

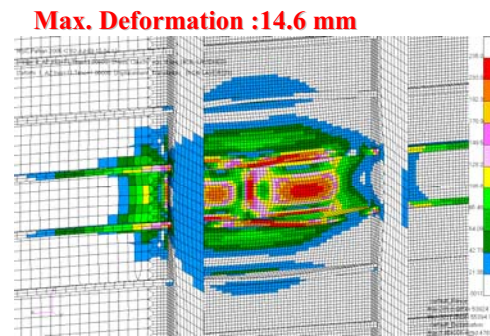


Fig. 8 von Mises stress and deformation of side structure with carlings

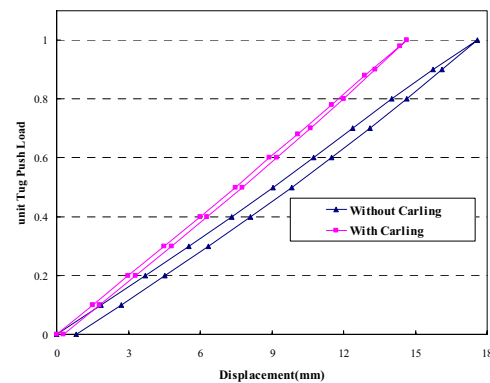


Fig. 9 Comparison of deformation history along loading path

Table 1 Comparison of maximum deformation and residual deformation after unloading

변형량 비교	Without Carling	With Carling
최대변형량 [mm]	17.6	14.6
Unloading후 잔류변형량 [mm]	0.8	0.3

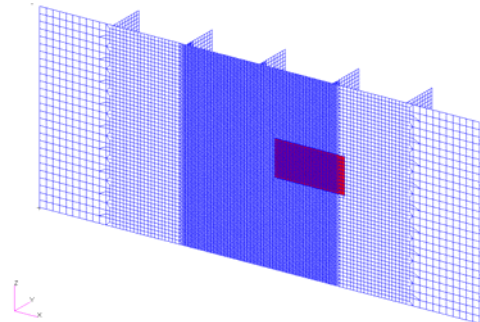


Fig. 11 Loading for longitudinals

3.2 종늑골의 Carling 효과

판의 경우에서와 마찬가지로 Fig.10 과 같이 선수미 방향으로 일정범위 떨어져서 하중이 가해진다고 가정하였고, Tug Push접촉부가 종늑골 1 개에만 가해진다고 가정하여 종늑골의 Carling 효과를 검토하였다.

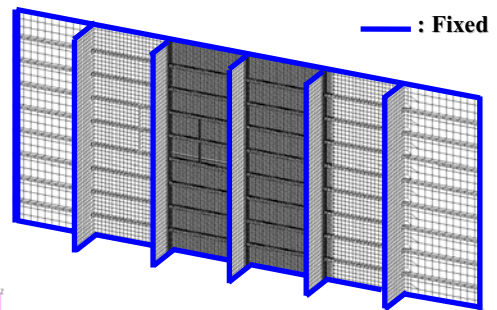


Fig. 12 Boundary condition

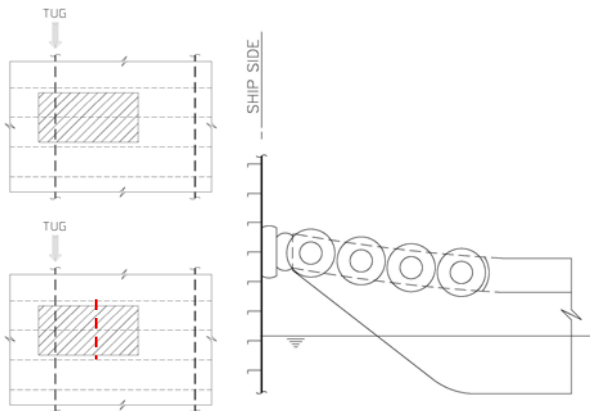


Fig. 10 Tug push loads for longitudinals

FE analysis를 통하여 종늑골의 Carling효과를 검토하였으며, 종늑골의 Bending Stress를 비교하기 위해 선형탄성해석을 수행하였다.

FE analysis 모델은 판의 경우와 동일한 모델을 사용하였으며 하중과 구속조건은 Fig. 11,12 와 같이 모델링 하였다.

Carling 유무에 따른 종늑골의 Bending Stress를 Fig. 13 과 Fig.14 에 각각 나타내었다. Carling이 없을 경우의 최대 Bending Stress는 222 MPa로 나타났고 Carling이 있는 경우는 176 MPa의 값을 나타내었다. 종늑골과 Carling과의 Coupling 효과로 약 20%의 Bending Stress 감소효과를 보이고 있음을 확인하였다.

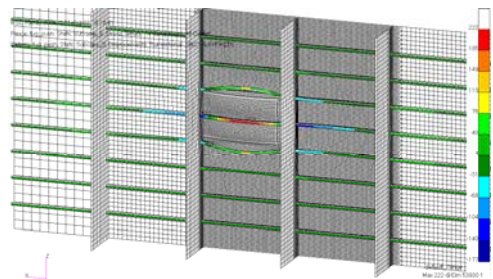


Fig. 13 Bending Stress and deformation of side longitudinals without carlings

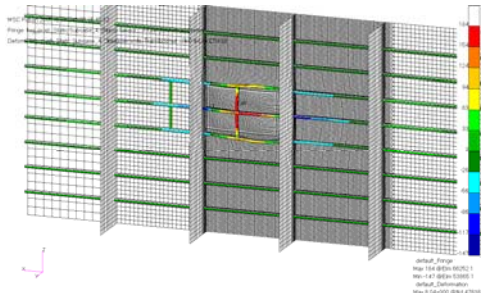


Fig. 14 Bending Stress and deformation of side longitudinals with carlings

종늑골의 크기나 종늑골의 간격에 따라 종늑골에 미치는 Carling의 효과는 달라질 수 있다. 여러 경우에 대한 Carling효과를 평가하기 위하여 FE analysis를 하기에는 많이 시간이 소요되므로 Fig. 15 이나 Fig. 16 과 같이 Nauticus 3-D Beam 프로그램을 이용하여 모델링한 단순 Beam 모델의 해석결과를 비교하여 Parametric Study 가 가능 여부를 분석해 보았다.

Fig. 15 의 Carling이 없는 경우의 비교결과 단순 Beam모델을 이용한 경우와 FE analysis를 이용한 경우의 종늑골의 Bending Stress가 각각 219 MPa 과 222 MPa로 유사한 값을 나타내었으며 Fig. 16 과 같이 Carling이 있는 경우에도 종늑골의 Bending Stress가 각각 175 MPa과 176 MPa로 유사한 결과를 나타내었다. 따라서, 여러 경우의 모델을 FE analysis를 이용하지 않고 단순 Beam 해석을 통한 Parametric Study의 가능성을 확인 하였다.

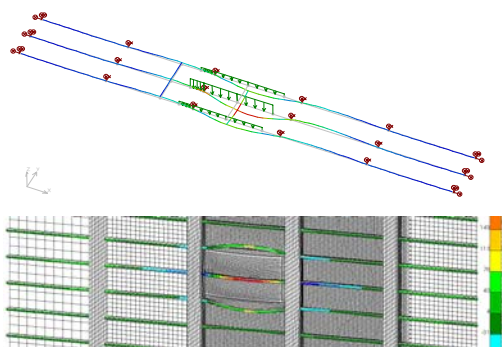


Fig. 15 Comparison of bending stress between FE analysis and beam analysis (without carlings)

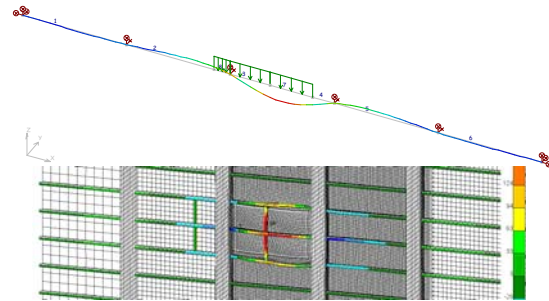


Fig. 16 Comparison of bending stress between FE analysis and beam analysis (with carlings)

Nauticus 3-D Beam 프로그램을 사용하여 Table 2 와 같이 4 개의 경우에 대하여 Carling 효과를 계산하였다. 종늑골 간격을 750mm에서 900mm 까지 변화 시키면서 비교해본 결과, Carling이 종늑골의 Bending Stress를 20%이상 감소시키는 역할을 하고 있음을 확인하였다.

Table 2 The result of parametric study

	s [mm]	l [mm]	W/O Carl. [N/mm ²]	W/ Carl. [N/mm ²]	Bending Stress 감소 효과
Case 1	750	3150	190	154	23% 감소
Case 2	800	3150	203	162	23% 감소
Case 3	864	3150	219	175	25% 감소
Case 4	900	3150	228	190	20% 감소

3. 결론

Tug Push 하중을 받는 본선의 선측 구조에 대해 전통적인 보강법인 Carling의 효과에 대해서 검토 하였다. 선측 외판의 경우, 보강재로 사용되는 Carling이 최대변형량 및 영구변형량에 효과적으로 기여를 하고 있음을 확인하였다.

선측 종늑골의 경우도 Carling이 종늑골의 Bending Stress를 20% 이상 감소시키는 효과가 있음을 확인하였다.

또한, 선측 종늑골의 Tug Push 강도 검토를 위해 Nauticus 3-D Beam 프로그램을 이용한 단순화된 계산법의 유용성을 검증하였다.

참 고 문 헌

- 소하영, 최영달, 임효관, 2006, “ ICE CLASS DNV IA 적용선박 TUG-PUSHING AREA 의 구조 보강에 관한 고찰,” 선박설계연구 발표회, pp. 15-1~15-6.
- Germanischer Lloyd, 2008, “ Rule for Classification and Construction. I Ship Technology, Part 1 Seagoing Ships, Chapter 1 Hull Structures”
- DNV, 2008, Rules for Classification of Ships.



< 권 오 석 >



< 김 도 현 >



< 류 홍 렬 >