

설계 생산성 향상을 위한 혼-타입 타 설계 프로그램 개발

이왕수[†]*, 유용완*, 최광석*, 박노준*

㈜한진중공업 *

Development of Horn-Type Rudder Design Program to Increase Design-Productivity

Wang Soo Lee[†]*, Young Wan Yu*, Kwang Seok Choi* and No Jun Park*

Hanjin Heavy Industries & Construction co., LTD.*

Abstract

It is well known that a rudder is influential devices to help ship maintain its stable performances, such as a course-keeping and maneuverability. In the procedures of a commercial ship design, proper rudder dimensions (area and shape) ensuring better ship maneuverability have been settled in an initial concept design stage performed by a preceding department, without little structural considerations. It is true that there are time discrepancy between an initial design and a structural analysis stage. Therefore structural analysis results would sometimes cause a rudder to modify its dimensions. Most of these cases, however, ship design and performance tests had been finished. In this matter, only limited modifications of rudder could be carried out. Besides, these could also cause bad effects on productivity. Finally, it is necessary to develop a new program considering co-relationship between an initial rudder design and a following work, a structural strength analysis, in order to enhance productivity and minimize a rate of redesign procedures.

※Keywords: Rudder(타), Rudder pintle(타 축), Rudder horn (타 지지대), Productivity(생산성)

1. 서론

Rudder 는 선박의 직진 및 선회성능을 유지하는 중요 선미재로서 최근 선박의 대형화 및 고속화로

인하여 size 및 강도 문제가 중요 검토 대상으로 부각되고 있다. 더욱이 원자재가 급상승으로 인한 원가 절감의 문제와 연계되어 러더 형상 최적화가 설계자에게는 반드시 해결해야 하는 과제로 대두되고 있는 실정이다.

그러나 타 설계는 선형 설계 단계에서부터 초기

[†]교신저자: wslee@hanjinsc.com, 017-406-8819



Fig. 1 Rudder Cavitation 모형시험 및 침식사례

설계가 이루어지며 이때는 주로 조종 성능의 확보, Rule 요구 면적 만족, 프로펠러 유지 보수를 위한 Removal 가능성, Rudder Torque 저감을 위한 Balance ratio, Fig. 1 과 같은 Rudder Cavitation 을 피하기 위한 Rudder Horn 위치 등 구조적 검토는 보다는 유체역학적 성능이 주된 설계 목표이다. 최근의 연구 경향 역시 타-캐비테이션에 대한 규명과 계산이 주요 관심사로, 김건도(2006)는 대형 컨테이너 선박에 발생하는 타의 캐비테이션을 수치적으로 계산하고 모형시험을 통하여 검증하였으며, 백부근(2008)는 프로펠러 및 선미 반류의 영향을 받는 혼-타의 간극 유동 가시화를 연구한 논문을 발표하였다. 반면 초기 러더 형상 결정 단계에서의 구조적 검토는 실적 자료에만 의존하고 있는 실정이다. 이렇게 선행부서에서 Rudder Profile 이 결정되면 후행 부서에서 상세도면 작업이 수행되며 이를 통해 Rule 강도 만족 및 부재 size 결정, 원가 절감 가능성의 상세 구조적 검토가 수행된다. 그러나 선/후행 부서의 설계 시점 차이가 구조적 문제 발생으로 인한 개정 요청 시점은 이미 선행이 확정된 시점으로 Rudder Profile 수정에 상당한 제약이 발생한다.

따라서 본 연구에서는 초기 러더 형상 설계에서부터 후행 부서의 업무와의 연관성을 고려하여 불필요한 재설계 가능성을 최소화하고 후행 부서의 검토 기간을 단축 시키기 위한 정보를 제공하며, 원가 절감 차원에서 무게 감소 가능성을 검토할 수 있는 프로그램의 개발을 수행하였다.

2. Rudder Profile 설계

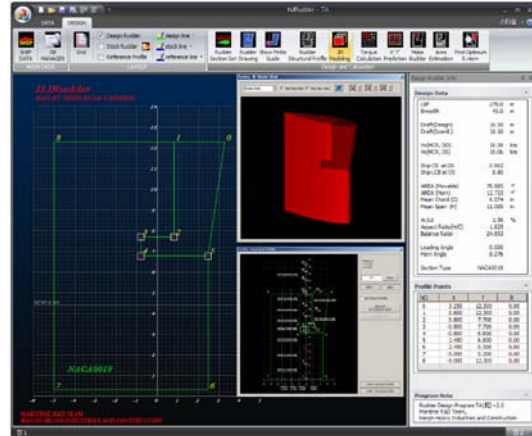


Fig. 2 Rudder Design Program TA(舵)

본 연구개발에서 개발한 프로그램인 TA(舵)는 Fig. 2 와 같이 GUI(Graphic User Interface)로 구성되어 키보드와 마우스를 이용한 간단한 조작으로 Profile 의 수정이 가능하도록 하였다. 또한 설계중인 러더의 면적비 및 Balance ratio 등 주요 설계 변수들을 바로 확인할 수 있도록 하였으며, Rudder Torque 의 계산, 유사 러더와의 형상 비교, 최적 Horn 검토 등 추가적 기능들을 유기적으로 구성하여 설계 효율성을 높이도록 하였다.

3. 구조 검토를 위한 3D MODELING

Rudder 의 구조적 검토를 위해서 당사에서는 Rule 수식에 의한 검토는 물론 선급에서 제공하는 구조해석 프로그램을 이용하여 해석을 수행하고 있다. 이는 구조 3D Modeling 을 이용하여 직접 구조 해석을 수행할 경우 Rudder Scantling 관점에서 보다 유리하기 때문이다. 그러나 구조적 검토 시점은 Rudder 형상 설계 완료 후에 착수되므로 설계 시점도 늦은데다 구조 해석 프로그램을 사용하기 위한 구조 모델링 작업을 위해서는 Fig. 3 과 같은 도면 작업이 선행되어야 하므로 많은 시수 투입이 요구되는 문제가 있다.

따라서 후행 부서에서 빠르게 구조 검토를 수행할 수 있도록 선행부서에서 타 초기 설계 시 구조

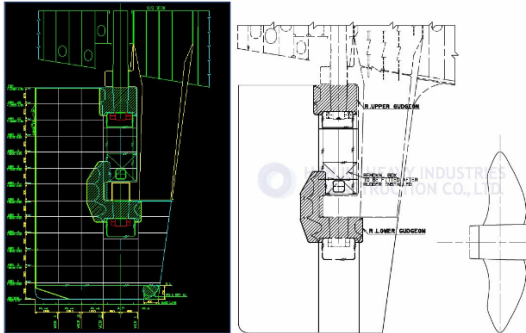


Fig. 3 Rudder 구조 모델링을 위한 도면작업

적 3D 모델링을 지원하여 선급의 구조 해석 프로그램의 입력 데이터를 자동으로 생성하는 프로그램이 필요로 되었다. 이를 위해서 GL(Germanischer Lloyd)의 구조 해석 프로그램 POSEIDON 을 대상으로 하여 입력 파일을 자동 생성하는 모듈을 개발, 이를 러더 설계 프로그램인 TA(舵)에 추가하여 설계 생산성을 높였다.

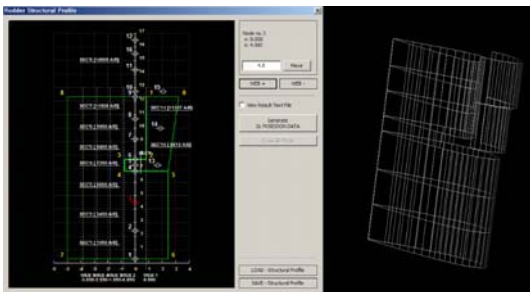


Fig. 4 Rudder 구조 3D Modeling

Item	Type	Dimension	Thick. (mm)	n	% (mm)	Z (mm)	Typ.	Mass (kg)
SPHLL1	Plate	300x300.0	-17.00	1	170.0	2143.0	1	1.0000
SPHLL2	Plate	300x300.0	-58.00	1	170.0	2084.0	2	1.0000
SPHLL3	Plate	300x300.0	-68.00	1	200.0	1980.0	2	1.0000
SPHLL4	Plate	300x300.0	-102.00	1	310.0	1107.0	2	1.0000
SPHLL5	Plate	300x300.0	-117.00	1	501.0	1200.0	2	1.0000
SPHLL6	Plate	300x300.0	-61.00	1	500.0	1800.0	2	1.0000
SPHLL7	Plate	300x300.0	-64.00	1	500.0	1800.0	2	1.0000
SPHLL8	Plate	300x300.0	-47.00	1	465.0	1100.0	2	1.0000
SPHLL9	Plate	300x300.0	-51.00	1	114.0	-1403.0	2	1.0000
SPHLL10	Plate	300x300.0	-58.00	1	100.0	-1403.0	2	1.0000
SPHLL11	Plate	300x300.0	-68.00	1	810.0	-1800.0	2	1.0000
SPHLL12	Plate	300x300.0	-100.00	1	500.0	-1544.0	2	1.0000
SPHLL13	Plate	300x300.0	-101.00	1	485.0	-1100.0	2	1.0000

Fig. 5 자동 입력 파일을 이용한 GL POSEIDON

실제로 구조 해석용 모델링 데이터를 자동 생성하여 제공함으로써 기존 구조 해석용 자료 준비에 최소 2 일 이상 걸리던 작업이 10 분여의 시간으로 감소하여 설계 생산성을 극대화하는 효과를 얻을 수 있었다. Figure 4 는 구조 모델링을 위하여 Vertical Web, Horizontal Arm 의 위치를 설정하는 모습이며, Fig. 5 는 앞에서 자동 생성된 입력 파일을 이용하여 구동된 구조 해석 프로그램 POSEIDON 의 화면을 보여주고 있다.

4. PINTLE REMOVAL GUIDE

Rudder Horn 은 선박의 직진, 선회 시에 타 축과 베어링을 통하여 전달되는 Rudder Force, Bending Moment 등을 지지하는 역할을 하는 선미부의 돌출 구조물로서, 고가의 Casting 으로 제작되어 미소 면적의 변화에도 원가에 큰 영향을 가져온다. 박성근(2006)은 Casting 은 부분적으로 적용하고 그 외 부분은 Steel Fabricated 구조로 설계하여 원가를 절감 하는 방안에 대하여 제시하였으나 설계 시수 증가 및 선별에 따른 적용 제한 등의 문제가 있다. 따라서 본 연구에서는 Pintle 부의 최적 설계를 통한 Horn Casting 및 Gudgeon Weight 을 감소 방안을 고찰하고 이를 프로그램에 적용하였다.

Rudder Pintle 의 Removal 은 Rudder 의 Maintenance 를 위해서 반드시 요구되는 사항으로 타 축의 길이 및 직경 등은 Rudder 및 Rudder Horn 의 형상과 직접 관련이 있다. 따라서, 통상 타 축의 크기에 따라 Pintle 부 Bearing 및 Horn 의 크기가 커지게 되고, Fig. 6 에서 보는 바와 같이 Pintle Lift 를 위한 Rudder 의 Lower Pintle 상부 공간의 확보가 필요하게 된다. 이 Lower Pintle 상부 공간을 확보하기 위해서는 Rudder Height 를 증가시키거나 Lower Pintle 부를 하향시켜 Horn 의 Height 를 증가시키는 방법이 있다. 전자의 방법은 Stern Height 으로 인한 Rudder Height 의 제

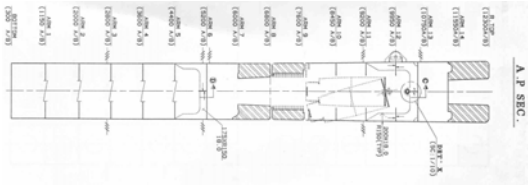


Fig. 6 상세도면 작업을 통한 타 축 제거 검토

한과 Rudder 면적을 무한정 증가시킬 수 없다는 문제가 있으며, 후자의 방법은 Horn 면적 증가에 따른 원가 상승은 물론 Lower Pintle 부 높이가 Shaft Center Line 과 가까워지므로 Propeller Hub Vortex 에 인하여 Pintle 부에 발생하는 국부 캐비테이션 문제가 있어 상호 절충이 필요하다.

현재 Lower Pintle 부의 위치와 높이는 Propeller Hub Vortex 의 영향을 피하는 정도에서 실적 자료를 검토하여 정하고 있다. 그러나 실적 자료가 전무 혹은 부족한 타를 설계 시엔 타 축 제거를 위한 공간이 부족하거나 과대 추정되어 재설계가 필요한 경우가 종종 발생하고 있다. 따라서 최적의 Rudder Horn 형상을 검토하고 설계 변경을 최소화 하기 위하여 초기 설계 시에 각 부재들의 크기를 미리 예상하고 타 축 제거 지시 선을 제시하도록 하였다. 그 내용을 요약하면 다음과 같다.

- 설계중인 Rudder Profile 에 대하여 Ahead Condition 에서의 Rudder Force 를 추정한다.
- Total Rudder Torque 를 추정한다
- 추정된 Rudder Force 와 Torque 를 이용하여 Rudder Stock Diameter 를 추정한다.
- Rudder Pintle Diameter 를 추정한다.
- Pintle Bearing Height 를 추정한다.
- Nut Size 를 실적 경향으로부터 추정한다.
- 실적 경향 및 설계 여유를 고려한 Pintle Height 를 추정한다.

Figure 7 은 설계중인 러더를 대상으로 추정된 Pintle Removal Guideline 과 각 부재들의 크기가 표시된 프로그램 화면이다.

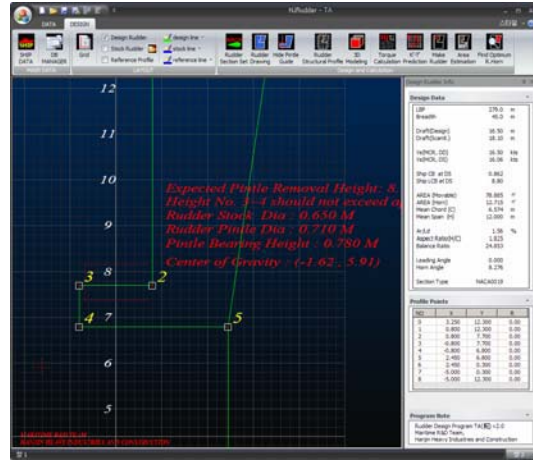


Fig. 7 Pintle Removal Guideline

5. 결론 및 향후 계획

최근의 원자재가 상승으로 인하여 원가를 절감하고 최적의 러더 형상을 찾으려는 노력이 끊임없이 이루어지고 있는 실정이다. 당사에서도 현재 발생되고 있는 생산성 저하 원인들을 제거하고 구조 안전성 검토 기간을 줄여 러더 설계의 생산성을 향상 시킬 수 있는 방안에 대한 연구를 수행하였으며, 이를 적용한 프로그램을 개발하였다. 본 프로그램을 설계에 적용함으로써 최적화된 형상 설계 및 재설계에 따른 Feedback 횟수를 줄이는 가시적 효과를 얻을 수 있었다.

추후 각 부재들에 대한 정밀 추정 연구 및 관련 부서간의 지속적 업무 협조를 통하여 Rudder 최적 설계 절차 방안을 확립하고 프로그램의 지속적 업데이트를 통하여 생산성 향상을 극대화 할 예정이다.

참 고 문 헌

- Paik, B.S., Kim, K.Y., Ahn, J.W., Park, S.H., Heo, J.K., Yu, B.S., 2008, " Cavitation

Observation and Visualization of the Gap Flows on a Rudder Influenced by Propeller Slipstream and Hull Wakes,” Journal of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 45, No 3, pp. 238–246.

- Min, K.S. and Chung, K.N., 2000, “ Experimental Study for the Optimum Rudder Design,” Journal of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 37, No 2, pp. 88–99.
- Kim, G.D., Moon, I.S., Kim, K.Y., Van, S.H., Lee, C.S., 2006, “ Numerical Calculation and Validation for Rudder Cavitation of a Large Container Ship,” Journal of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 43, No 5, pp. 568–577.
- Park S.G., 2006, “ Optimizing Design for Rudder Horn,” Special Issue of the Society of Naval Architects of Korea, pp. 77–80.



< 이왕수 >



< 유용완 >



< 최광석 >



< 박노준 >