

## 수중세척 전후 속도 성능 고찰

조원호\*, 방영배†\*

현대중공업(주) 조선사업부 구조설계부\*

### The Study of Speed Performance as Implement of Underwater Cleaning

Won-Ho Cho and Young-Bae Bang<sup>†\*</sup>

Samsung Heavy Industries General Design\*

#### Abstract

The fouling around the surface of hull and propeller caused by marine organism and sea water occur in the vessel which is taken up mooring in a quay for a quite long time. Moreover, those are able to give rise to the loss of speed performance.

The purpose of underwater cleaning is to improve the performance of vessel and customer satisfaction through management for fouling condition of propeller and hull. Therefore, systematic approach in connection with underwater cleaning is required so as to obtain the stable speed performance.

As a result, we evaluate the effect of propeller polishing to speed performance from the case of 115K COT and 4,250 TEU Container Ship. In addition, we issue the importance of underwater cleaning through comparison of speed results depending on conditions of hull surface painted by silicon.

#### 1. 서론

안벽에 장기적으로 계류되는 선박은 해양 생물 및 해수에 의해 선체 외판 및 Propeller의 표면에 오염이 발생하고 이는 속도 성능의 저하를 초래할 수 있다.

본 논문에서는 115KCOT, 4,250 TEU Container 선 사례를 통하여 Propeller Polishing이 속도

성능에 미치는 영향과 실리콘 도료 적용 선박의 Hull surface 상태에 따른 속도 성능 비교, 분석을 통해 수중세척의 중요성을 재고하고자 한다.

#### 2. 본론

##### 2.1 수중 세척 개요

##### 1. 수중 세척의 목적

수중세척의 목적은 Propeller 및 선체의 오염

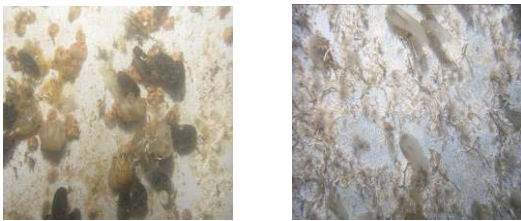
†교신저자: yb.bang@samsung.com 055-630-3292

도의 체계적인 관리를 통하여 인도 선박에 대한 성능을 향상시켜 고객의 만족도를 높이고자 하는데 있으며 안정적 속도 성능 확보를 위해서는 수중세척을 통한 Propeller 및 Hull fouling 의 체계적인 관리가 필요하다.

하기 Table 은 당사에서 관리하고 있는 수중 부착 생물을 외관의 형상에 따라 분류한 것이다.

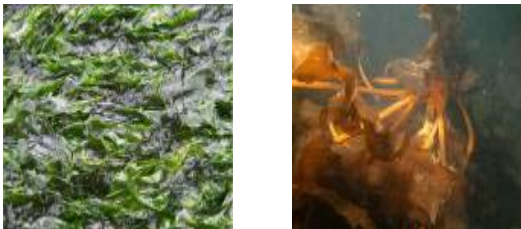
**Table 1** 외관의 형상에 따라 분류한 수중 부착 생물

분류	외관의 형상	부착물
1	핵을 가진 고착 생물	Barnacle, Worm tube, shell
2	흐름에 따라 이동하는 생물	Algae
3	슬라임 상으로 부착하는 생물	Bacteria, Diatoms



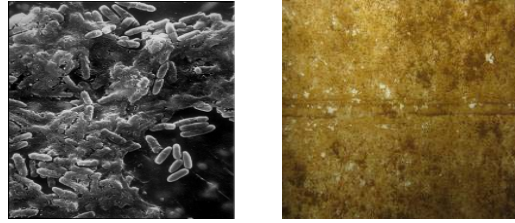
Barnacles Worm tube

**Fig. 1** 핵을 가진 고착 생물

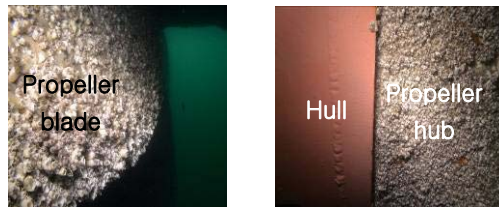


Green Algae (녹조류) Brown Algae (갈조류)

**Fig. 2** 흐름에 따라 이동하는 생물



Bacteria 진한 슬라임  
**Fig. 3** 슬라임 상으로 부착하는 생물



**Fig. 4** Propeller 에 부착된 수중 생물

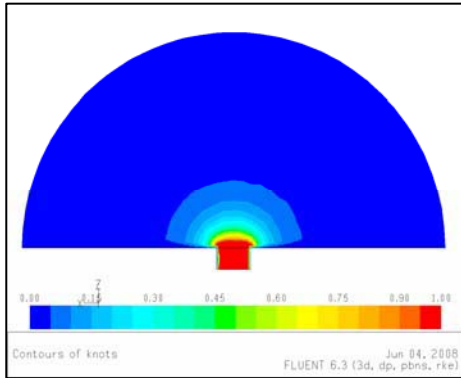
2. 수중세척 시의 안전 관리

수중작업자에게 영향을 미치는 장치로는 Propeller, Rudder, S.W Cooling pump, Ballast pump, Bow thruster, ICCP 등이 있다 수중 작업자에게 영향을 미치는 이런 장치들은 작업자의 안전을 위하여 이 장치들의 작동을 완전히 중단시켜야 한다.

특히 부주의에 의해 작동이 가능한 S/Gear, Thruster, ICCP 등은 오작동 방지 시스템을 고려하여야 한다.

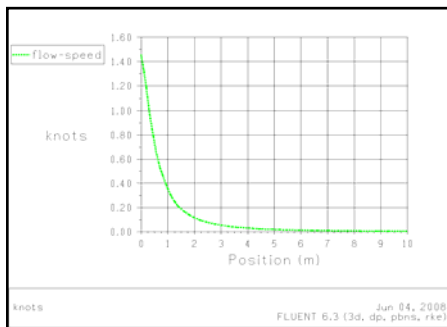
가장 많은 논란이 있는 Pump 사용의 안전성 평가를 위해 Sea chest 근처의 유속을 266K LNGC 에 대해서 CFD 한 결과, Sea chest 입구에서는 1.6 knots 지만 입구에서 1m 이상의 거리일 경우 0.4 knots 이하로 유속이 떨어짐을 알 수 있다 (Fig. 5, 6 참조)

이는 잠수 업체에서 작업기준으로 설정한 작업자의 최대 수영 속도가 2 knots 임을 고려할 때 수중 작업이 가능한 유속이라 사료되나 Sea chest 가 막히는 등의 불의의 경우를 배제할 수 없으므로 수중작업 시 각종 Pump 류의 작동은 중지하도록 하는 것이 바람직하다



**Fig. 5** Sea chest 근처 유속 CFD 결과  
266K LNGC 기준

- 총 Pump 용량 : 5,920 m<sup>3</sup>/h
- S/C opening 면적 : 2.02 m<sup>2</sup>
- S/C 입구에서의 유속 : 1.6 knots



**Fig. 6** Sea chest 근처 이격 거리에 따른 유속 (CFD 결과, 266K LNGC 기준)

**2.2 Propeller polishing 이 속도 성능에 미치는 영향**

1. 115K COT

1) 개요

최근 당사 115K COT 에 대해 Propeller polishing 전후 속도 영향 분석을 위해 마지막 호선에 대해 Propeller polishing 을 수행하지 않은 상태에서 속도 시운전 수행함

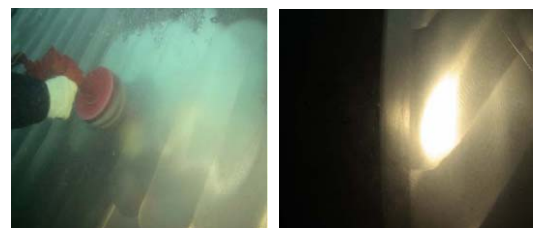
속력 시운전 결과는 Table 2 와 같음

**Table 2** Propeller polishing 실시한 호선과 하지 않은 호선의 속도 편차 (115K COT)

호선	Propeller polishing 수행 여부	속력 편차 (knots) (시운전 결과 - 계약 속력)
1 호선	O	+0.10
2 호선	O	+0.10
3 호선	O	+0.05
4 호선	O	+0.12
5 호선	X	-0.10

Propeller polishing 미 실시 호선(5 호선)의 안벽 계류 기간은 48 일 이였음

Propeller 상태는 Fig.7 Propeller polishing 전/후의 사진 참조



Before

After



**Fig. 7** Propeller polishing 전/후의 사진

2) 시사점

해당 선박의 속도 시운전 결과 속력 기준으로 0.2 knots, 마력 기준으로 약 600 BHP 의 차이를 나타냄 (Fig.8 참조)

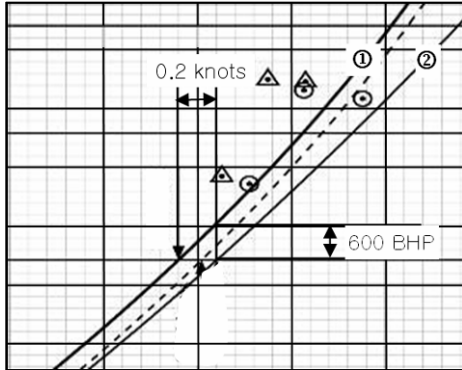


Fig. 8 Propeller polishing 실시 호선과 미 실시 호선의 Speed-Power curve

- ① : Propeller polishing 미 실시 호선의 Speed-Power curve
- ② : Propeller polishing 실시 호선의 Speed-Power curve

2. 4,250 TEU Container 선

1) 개요

당사 4,250 TEU Container 선의 경우, Propeller cleaning 을 실시한 2006 년 이전 호선과 Propeller polishing 을 실시한 2006 년 이후 호선의 시운전 결과를 비교함으로써 Propeller polishing 이 속도성능에 미치는 영향을 고찰함

Propeller polishing 전후 호선의 속도 편차 및 표준편차는 Table3 과 같음

Table 3 Propeller polishing 전후 호선의 속도 편차 및 표준편차 (4,250 TEU Container 선)

	속도 편차 (평균 속도 - 계약 속도) (knots)	표준편차 (knots)
Cleaning 실시 호선	0.00	0.15
Polishing 실시 호선	0.03	0.06

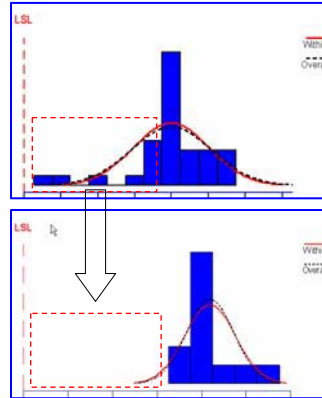


Fig. 9 Process capability analysis for speed of 4,250 TEU container vessels

2) 시사점

동일 선형에 대해 Propeller polishing 실시한 호선의 속도 평균, 편차 모두 상향, 안정된 양상을 보임  
(Polishing 실시 이후 표준편차는 Polishing 실시 전에 비해 절반 이하로 개선됨)

2.3 실리콘 도료 적용 호선의 수중세척이 속도 성능에 미치는 영향

1) 개요

Design draft 하부 Silicon 도장 적용 선박의 시리즈 호선 중 Hull fouling 이 심한 선박 (2 호선)과 정상인 선박 (3 호선) 의 Gas trial 중 계측한 Speed 결과 분석을 통하여 Hull fouling 이 속도성능에 미치는 영향을 고찰함

Gas trial 전에 실시한 시운전에는 두 호선 모두 Hull cleaning 을 실시하여 동일한 속도성능과 RPM Margin 을 얻었던 호선임

※ Silicon coating 의 특징

- International Paint 사에 의해 개발 (제품명 intersleek, 무독성)
- 해양 생물의 부착이 용이함  
특히 계류 중에는 해양 생물이 급속도로 부착

