

## 선박 수리작업장의 표준공정 및 환경 분석에 관한 연구

### A Study on Standard Process and Environmental Analysis in Ship Repair Workshop

전창수<sup>1\*</sup>

Chang-Su Jeon<sup>1\*</sup>

#### 〈Abstract〉

It is expected that the global market for vessel repair and remodeling will grow up to the scale of about 25 billion dollars by 2023. Korea's shipbuilding industry is leading the world with its international competitiveness in design and production technology. The actual status of vessel repair industry, however, is poor as there are only two or three companies for vessel repair that can deal with large vessels in the area of Gyeongnam. The reason is that civil complaints are filed severely about environmental problems and environment-related regulations are so strict that it is fairly hard to get governmental approval for the operation of a vessel repair workplace. Domestic vessel repair companies mainly target small- and medium-sized vessels. There are only few workplaces that can carry out regular examination or repair work on large vessels such as LNG vessels, and due to the high price of vessel repair, most of the domestic repair work on large vessels including LNG vessels tends to be snatched by markets in Southeast Asia or China. Despite the tremendous domestic demand of Korea that has established the world's first shipbuilding industry and world's sixth biggest harbor infrastructure, its vessel repair industry can be said to be in very poor condition. In order to vitalize vessel repair industry, this study is aimed to analyze the environmental influence of vessel repair workplaces in Gyeongnam where vessel repair companies are concentrated and suggest standard processes by analyzing vessel repair processes precisely.

*Keywords : Environmental Analysis, Fugitive Dust, Painting, Ship Repair, Standard Process*

---

<sup>1\*</sup> 주저자, 한국생산기술연구원 선임연구원  
E-mail: jcs1972@kitech.re.kr

<sup>1\*</sup> Main Author, Energy Plant Group, Offshore Plant Resources R&D Center, Korea Institute of Industrial Technology, Senior Researcher, Ph.D.

## 1. 서론

선박의 정기검사나 선박의 고장 및 파손에 대응하기 위한 수리 작업과 국제해사기구(IMO), 선급협회(IACS), 국가별 항만 규정, 선주 요구사항 등에 부합되도록 선박을 개조하는 것으로 분류할 수 있다. 선박 수리 및 개조 작업장에서는 선박 수리 부위와 검사 항목이 다양하므로 기관, 항해, 하역, 전자 장비 진단, 분해, 세척, 수리, 재조립과 같은 공정을 수행하게 된다[1-3]. 이러한 선박 수리 작업에서 발생하는 다양한 환경적인 오염물질은 대기나 해양수질을 오염시키는 주범이 된다.

글로벌 선박 수리 및 개조 시장은 2023년까지 약 250억불 규모로 성장할 것으로 전망되고 있으나 국내는 경남지역을 중심으로 대형 선박을 수리할 수 있는 선박 수리 작업장이 2~3개 업체뿐이다. 이러한 이유는 환경적인 문제로 민원이 심하며, 관련된 환경 규정이 엄격하여 선박 수리 작업장 운영에 대한 정부 승인을 받기가 매우 어렵기 때문이다. 국내의 선박 수리업체들은 주로 중소선박을 대상으로 하고 있으며 기술적 환경적으로 매우 열악한 상황이라고 볼 수 있다. 대형 선박의 정기검사나 수리가 가능한 작업장이 소수이기 때문에 국내 LNG선을 포함한 대형 선박 수리 물량

의 대부분을 동남아 지역이나 중국 시장에 빼앗기고 있는 현실이다. 한국은 세계 1위 신조선업과 세계 6위의 항만 인프라를 구축하고 있지만, 대형 선박 수리 산업은 매우 열악한 상황이라고 볼 수 있다[4-8]. 본 연구에서는 경남 일대의 선박 수리 작업장의 환경 영향 분석과 선박 수리 산업의 활성화를 위한 선박 수리 표준공정을 정립하여 제시하고자 한다.

## 2. 선박 수리 및 개조사업의 개요

### 2.1 선박 수리 및 개조의 종류

선박에 대한 수리 및 개조는 중간 및 정기검사에 대한 대응, 비상 상황으로 선박이 파손되었을 때 원상복구를 위해서 진행되거나 선박의 가치 제고를 위해서 수행, 국제해사기구(IMO) 및 선급협회(IACS)의 규정에 맞게 하려고 진행된다. Table 1은 선박 수리 및 개조의 종류를 나타낸 것으로 국제 규정에 따른 검수 수리, 해난 공사 및 일반 수리, 항만국 통제 검사 대응 수리, 선주의 필요 요구에 의한 선박개조로 구분할 수 있다.

Table. 1. Types of ship repair and renovation

구분	주요 내용
국제 규정에 따른 검사 수리	<ul style="list-style-type: none"> <li>안전 확보를 목적으로 IMO규정과 국내 선박안전법에 따라 의무화된 5년에 2회 검사를 위해 정기적으로 보수 및 정비 수행</li> <li>- 연차검사(매년), 중간검사(2.5년 주기), 정기검사(5년 주기)</li> </ul>
해난 공사 및 일반 수리	<ul style="list-style-type: none"> <li>태풍, 해일 등 재해로 인한 수리, 충돌 및 화재로 인한 수리, 소소한 수리 및 외부 도색, 바닥 청소 등</li> </ul>
항만국 통제검사 대응 수리	<ul style="list-style-type: none"> <li>Port State Control에서 자국항만 입항 선박을 대상으로 국제안전기준 적합여부를 점검하여 출항정지, 접안 거부 등 조치시 대응 수리</li> <li>- 검사 지적사항은 모박지에서 수리/시정 사항 보완 후 검사 및 출항 허가</li> </ul>
선주의 필요에 의한 개조	<ul style="list-style-type: none"> <li>선박의 길이 연장 및 축소와 같은 개조공사</li> <li>이중연료장치, 스크러버, 선박 평형수처리시스템(BWMS) 설치등 부분 개조공사</li> </ul>

## 2.2 선박 수리의 특성

선박 수리 사업은 선박 건조사업과 다양한 차이점이 있다. 선박 건조는 선수금 환급보증을 반드시 발급받아야 하지만, 선박 수리는 필요 없다. 또한, Dock 회전을 측면에서 신조는 1척 또는 2척만을 동시에 건조할 수 있지만, 수리는 대형·중형·소형 동시에 입거 수리가 가능하여 회전율이 높고 매출 증대가 가능한 장점이 있다. Table 2는 선박 수리의 특성을 분석한 것이다.

Table 2. Characteristics of ship repair

항목	선박 수리 특성
선수금 환급 보증	- 선수금 환급보증 불필요
자재비	- 수리비 매출의 15%이내
선박 발주	- 운항 선박은 5년에 2번 중간검사와 정기검사를 위해 도킹하여 수리/검사 - 선주의 필요에 따라 선박개조
Dock 회전율	- Dry Dock 내 대형, 중형, 소형선 동시 입거 수리 가능 - 회전율 매출증대 가능
영업 이윤	- 매출 대비 15%~25%
고용 인원	- 기술집약적 및 노동집약적 산업으로 대량의 고용 창출 효과
시설	- 소형장비, 긴 안벽, 높은 Dock 회전률
영업	- 항구, 항로 위주의 선주 대상
기술	- 현장 위주 공정관리기술이 핵심

## 3. 선박 수리 작업장의 규정 및 환경 분석

### 3.1 선박 수리 관련 국내외 법규 분석

실내 도장이 불가능한 거대한 대형 선박 구조물의 야외도장 시 선박 구조물에 대해 방지시설을 설치할 수 없다면, 대기환경보전법시행규칙 별표16의

제9호에 의하여 비산먼지발생을 억제하기 위한 시설 설치기준에 적합하도록 시설을 설치·운영 및 필요한 조치를 하여야 한다. 대기환경보전법 비산배출저감을 위한 시설관리 기준에는 조선소 도장공장에서 VOC 배출량을 낮추라는 관련 규정이 있다.

선박 도장시설에 대한 친환경 도료 사용 규정이 대기환경보전법에 2020년 4월 신설되었다. 관리대상물질 농도의 합이 5 wt % 미만인 도료를 사용하여 선박 도장을 하면 방지 시설 설치 대신 5 wt % 미만 도료 사용률을 적용하도록 하고 있다. 또한, 조선소에서는 기존 용제형 도료 사용시 오염 방지 시설을 설치하거나, 대기오염 염려가 없는 친환경 도료를 사용해야 한다고 명시되어 있다.

사업자는 그 사업 활동으로부터 발생하는 환경오염 및 환경 훼손을 스스로 방지하기 위하여 필요한 조치를 하며 국가 또는 지자체의 환경보존정책에 참여하고 협력해야 한다고 환경정책기본법 제5조에 규정되어 있다. 또한, 동법 7조에는 자기의 행위 또는 사업 활동으로 환경 오염 또는 환경 훼손의 원인을 발생시키는 자는 오염 훼손을 방지하고, 훼손된 환경을 회복 및 복원할 책임을 지며, 피해를 구제하기 위한 비용을 부담하는 것을 원칙으로 한다고 적시되어 있다.

폐기물관리법에 따르면 선박 수리 및 해체 과정에서 발생하는 오염물질을 폐기물처리업자도 처리할 수 있도록 규정하고 있다.

유럽 해양환경법 및 유럽공동체의 수질에 관한 지침을 살펴보면 허가받지 않은 폐기물의 방기, 덤핑 및 통제되지 않은 처리는 금지되며 폐기물의 배출 허용 여부는 회원국의 자유재량에 따른다고 명시되어 있다[2-4].

### 3.2 선박수리 작업장의 환경영향평가 개요

선박 수리 작업장의 야드, Dock, 선대등의 작

업 수행 특성으로 환경 오염 물질의 방지 기술이 용이하지 않으며, 법규 위반 및 오염물질 유출로 민원의 소지가 많이 발생하고 있는 것이 현실이다. 주요 환경 오염 물질은 미세 페인트와 중금속, 섯가루, 악취, VOC, 분진 등이라고 할 수 있다.

환경 영향 조사지점은 선박 수리 조선소들이 밀집해 있는 경남 J 일반산업단지를 중심으로 선박 수리 작업에 있어서 환경 영향을 받을 것으로

예상하는 지점을 선정하였으며, 대기질 4개소, 해양수질 6개소, 소음·진동 5개소를 선정하여 조사 및 분석을 하였다. 환경 영향 조사 기간에 대기질은 3일간 연속으로 측정을 하였으며, 소음·진동의 경우 “소음·진동공정시험기준”에 따라 소음은 2시간 간격으로 주간 4회, 야간 2회, 진동은 주간 2회, 야간 1회 조사를 하였다. Table 3은 환경분석조사의 위치를 나타낸 것이다.

Table 3. Location of environmental impact investigation

구분	조사지점	조사지점 위치
대기질	A-1	
	A-2	
	A-3	
	A-4	
해양수질	SW-1	
	SW-2	
	SW-3	
	SW-4	
	SW-5	
	SW-6	
소음진동	NV-1	
	NV-2	
	NV-3	
	NV-4	
	NV-5	

### 3.3 선박 수리 작업장의 환경영향평가 결과

#### 3.3.1 대기질 조사결과

대기질 조사결과, PM-10 24.5~28.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , NO<sub>2</sub> 0.001~0.007ppm, SO<sub>2</sub> 0.003ppm, CO 0.30~0.40ppm, O<sub>3</sub> 0.022~0.027ppm, Pb 불검출~0.001 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 벤젠 불검출로 나타나 모든 지점에서 대기 환경기준을 만족하는 것으로 조사되었다. Table 4는 선박 수리 작업장의 대기질 조사결과를 나타낸 것이다.

#### 3.3.2 해양수질 조사결과

선박 수리작업장의 해양환경 조사결과, 표층과 저층 모든 지점에서 해양 환경기준을 만족하는 것으로 조사되었다. Table 5는 선박 수리작업장의 해양수질 조사결과를 나타낸 것이다.

Table 4. Air quality investigation results

구분		A-1	A-2	A-3	A-4	환경기준
PM-10	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	28.8	24.5	25.2	26.7	100 이하
NO <sub>2</sub>	(ppm)	0.001	0.002	0.003	0.007	0.06 이하
SO <sub>2</sub>	(ppm)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.05 이하
CO	(ppm)	0.30	0.30	0.40	0.40	9 이하
O <sub>3</sub>	(ppm)	0.022	0.026	0.024	0.027	0.06 이하
Pb	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0.001	불검출	불검출	0.000	0.5 이하
벤젠	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	불검출	불검출	불검출	불검출	5 이하

Table 5. Ocean water quality investigation results

구 분	SW-1		SW-2		SW-3		SW-4		SW-5		SW-6		환경기준	
	표층	저층	표층	저층	표층	저층	표층	저층	표층	저층	표층	저층		
pH	(-)	8.05	8.06	8.13	8.04	8.11	8.05	8.13	8.08	8.13	8.14	8.13	8.10	6.5~8.5
염분	(psu)	31.3	31.4	31.3	31.7	31.2	31.7	31.2	31.6	31.2	31.3	31.1	31.8	-
수온	(°C)	21.28	21.23	21.35	21.42	21.50	21.37	20.97	21.01	21.37	21.30	22.04	21.57	-
COD	(mg/L)	1.6	1.6	1.8	1.0	1.6	1.4	1.6	1.8	1.2	1.6	1.8	1.4	-
DO	(mg/L)	5.17	5.34	5.82	4.61	5.59	4.65	5.87	5.40	5.88	5.99	5.70	5.32	-
SPM	(mg/L)	0.2	72	0.2	63	0.2	63	0.6	73	0.2	81	0.2	73	-
총대장균군	(균수/100ml)	350	0.4	20	0.2	80	0.4	불검출	0.2	불검출	1.0	80	0.4	1.00
T-N	(mg/L)	0.297	240	0.193	40	0.220	100	0.204	70	0.192	20	0.212	30	-
T-P	(mg/L)	0.048	0.271	0.039	0.394	0.041	0.373	0.035	0.287	0.035	0.212	0.037	0.322	-
NH <sup>4+</sup> -N	(mg/L)	0.116	0.048	0.053	0.073	0.050	0.072	0.031	0.054	0.044	0.040	0.057	0.053	-
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N	(mg/L)	0.006	0.088	0.002	0.237	0.004	0.247	0.001	0.130	0.002	0.044	0.002	0.147	-
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	(mg/L)	0.063	0.006	0.031	0.011	0.031	0.011	0.006	0.007	0.024	0.002	0.028	0.008	-
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P	(mg/L)	0.030	0.027	0.015	0.032	0.021	0.050	0.011	0.038	0.014	0.025	0.016	0.030	-
SiO <sub>2</sub> -Si	(mg/L)	0.429	0.027	0.138	0.051	0.206	0.052	0.099	0.032	0.084	0.019	0.139	0.032	-
Cr <sup>6+</sup>	(µg/L)	0.079	0.606	0.253	0.174	0.132	0.172	0.183	0.118	0.103	0.615	0.182	0.105	200
Cd	(µg/L)	0.022	0.012	0.019	0.026	0.020	0.026	0.028	0.023	0.024	0.023	0.024	0.023	19
As	(µg/L)	1.090	1.156	1.068	1.065	1.130	1.101	1.000	1.000	1.011	1.032	1.008	1.085	9.4
Pb	(µg/L)	0.144	0.051	0.068	0.053	0.050	0.042	0.070	0.077	0.057	0.114	0.051	0.057	7.6
Zn	(µg/L)	7.800	7.900	5.574	7.492	5.779	8.137	7.327	9.900	6.403	7.466	6.143	7.069	34
Cu	(µg/L)	1.353	0.747	0.947	0.635	0.935	0.731	0.963	1.269	0.627	1.280	0.708	0.940	3.0
Hg	(µg/L)	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	1.8
CN	(mg/L)	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.01
TOC	(mg/L)	1.760	1.510	1.710	1.620	1.700	1.450	1.550	1.560	1.470	1.480	1.570	1.630	-

Table 6. Noise and vibration investigation results

구 분		NV-1	NV-2	NV-3	NV-4	NV-5	
소음 (dB(A))	주간	1회	42.9	44.1	49.9	53.4	39.5
		2회	45.2	44.0	53.5	54.8	45.1
		3회	47.5	38.6	52.2	54.2	38.7
		4회	43.9	44.1	48.0	54.6	40.2
		평 균	44.8	42.7	50.9	54.2	40.8
	환경기준	65	65	70	70	65	
	야간	1회	41.4	39.8	46.3	45.5	31.6
		2회	41.0	37.4	46.5	43.1	30.6
		평 균	41.2	38.6	46.4	44.3	31.1
		환경기준	55	55	60	65	55
규제기준		70	70	70	70	70	
진동 (dB(V))	주간	1회	13.9	11.8	12.2	36.4	15.4
		2회	23.1	10.2	12.1	32.8	10.2
		평 균	18.5	11.0	12.1	34.6	12.8
	야간	규제기준	70	70	70	70	70
		1회	11.4	11.6	11.0	16.7	9.4
		평 균	11.4	11.6	11.0	16.7	9.4
규제기준	65	65	65	65	65		

### 3.3.3 소음 및 진동 조사결과

선박 수리작업장의 소음 및 진동 조사결과, 주간 소음 40.8~54.2dB(A), 야간소음 31.1~46.4dB(A), 주간 진동 11.0~34.6dB(V), 야간진동 9.4~16.7dB(V)로 나타나 모든 지점에서 소음 환경기준 및 생활진동 규제기준을 만족하는 것으로 조사되었다. Table 6은 선박 수리작업장의 해양수질 조사결과를 나타낸 것이다.

## 4. 선박 수리작업장의 공정분석

### 4.1 국내 선박 외판 수리작업 분석

국내 선박 수리작업장의 주요 공정들은 대부분을 수작업에 의존하고 있다. 최근에는 선박 수리를 위한 친환경적인 자동화 기계들이 개발되고 있지만, 구매 및 임대 비용이 고가이고, 선박 수리 물량 자체가 연속적이지 못하기 때문에 선박 수리 업체들은 정부나 지자체의 지원을 요청하고 있는 실증이다.

국내 선박 수리는 크게 플로팅 도크(Floating dock) 타입과 선대(Slipway) 타입으로 나눌 수 있다. 플로팅 도크의 방식은 플로팅 도크를 바다에 먼저 띄우고서 그 상태에서 탑재 및 모든 작업이 완료될 시 수리가 필요한 배가 들어와 수심 8m까지 가라앉은 후 배가 플로팅 도크 위치에 자리를 잡으면 다시 떠올라 배를 수면 위로 올리는 방식이다. 쉽게 말해, 물을 넣고 뺄 필요 없이 플로팅 도크만 가라앉히면 되는 방식이기 때문에 기존 육상도크의 방식보다 작업시간이 월등하게 줄어든다. 반면에 선대 타입은 수중에서 육상으로 경사진 레일을 부설하고, 레일 위의 대차에 수리선박을 올려놓고 윈치를 사용하여 육상으로 끌어올리

는 방식이다. 선대 방식이 플로팅 도크 방식보다는 작업시간이 많이 소모되는 단점이 있다[8].

Table 7은 플로팅 도크 타입의 선박 외판 수리 공정 순서와 각 공정의 세부작업을 설명한 것이다. Table 8은 선대 타입의 선박 외판 수리 공정 순서와 각 공정의 세부작업을 설명한 것이다. 선박 외판 세척에는 Jet-Washing과 같은 고압으로 물을 분사하여 세척하는 장비를 주로 사용한다.

Table 7. Repair process of floating dock type

공정 순서		공정 설명
1	반목작업	• 플로팅도크의 바닥면에 반목을 지게차를 이용하여 반목 도면에 따라 배열
2	플로팅도크 침하 및 수리 선박 입거	• 도크 벨리스트 탱크에 해수를 주입시켜 도크를 일정한 깊이까지 침하시키고 예인선으로 수리 선박과 도크가 일직선이 되도록 유도하여 입거
3	플로팅도크 부상 및 선박 적치	• 수리 선박을 정해진 위치에 로프로 고정하고 도크 벨리스트 탱크의 해수를 배출시켜 도크를 부상시키면서 반목위에 수리 선박을 적치
4	고압세척	• 선박의 외판에 붙어있는 이물질을 고압의 물을 분사하여 제거
5	유틸리티 및 시설물 설치	• 서비스타워, 비계, 가스 호스, 분전함, 전기배선 등 수리 작업에 필요한 시설물을 설치
6	절단	• 가스절단기로 선체 외판의 교체 부위를 절단
7	취부·용접	• 선체 외판을 CO2 및 아크 용접기로 용접
8	사상	• 용접 비드면을 매끄럽게 가공
9	쇼트 블라스팅	• 선박 외판에 연마제를 분사하여 녹 등 이물질을 제거
10	외판 도장	• 스프레이 펌프로 도료에 압력을 가해 아주 작은 노즐로 미립화하여 외판 면에 도포
11	유틸리티 및 시설물 철거	• 도크 벨리스트 탱크에 해수를 주입시켜 도크를 일정한 깊이까지 침하하고 고정로프를 푼 후 예인선으로 수리 선박을 출거



Table 8. Repair process of slipway type

공정 순서	공정 설명	
1	상가 준비	• 배의 형태에 따라 선대 대차 간격을 조절하고 선대 차 위에 반목을 설치하고 와이어 로프를 주·보조 활차에 걸어 원치에 고정한 후 선대 대차를 바다로 내림
2	상가	• 예인선으로 수리 선박을 선대로 유도하여 선대 대차 반목 위에 수리 선박을 적치한 후 원치로 와이어 로프를 감아 선대 대차에 태운 수리 선박을 끌어 올린 후 스톱퍼로 고정
3	고압세척	• 선박의 외판에 붙어있는 이물질은 고압의 물을 분사하여 제거
4	유틸리티 및 시설물 설치	• 승강용계단, 비계, 가스 호스, 전기배선 등 수리 작업에 필요한 시설물 설치
5	청락	• 선박 외판의 녹이 슨 페인트를 휴대용연삭기로 연마하거나 망치로 두드려 제거
6	절단	• 가스절단기로 선체 외판의 교체 부위를 절단
7	취부·용접	• 선체 외판을 CO2 및 아크용접기로 용접
8	사상	• 용접 비드면을 매끄럽게 가공
9	외판 도장	• 스프레이 펌프로 도료에 압력을 가해 아주 작은 노즐로 미립화하여 외판면에 도포
10	유틸리티 및 시설물 철거	• 승강용계단, 가스 호스, 분전함, 전기배선 등 수리 작업에 사용한 시설물 철거
11	하가	• 원치로 하가용 와이어 로프를 감아 당겨 수리 선박을 태운 선대 대차를 바다로 내리고 출겨된 수리 선박을 예인선으로 유도

### 4.2 선박 수리 작업 표준공정

선박 수리 공정 중에서 축계 수리 작업, 메인 엔진 수리 작업, 선체 Renew 작업, 외판 도장 작업, Water Ballast Tank 도장 작업, 그리고 메인 DK 수리 작업의 공정을 분석하였다. 선박 수리 작업 중에서 가장 빈도수가 높은 작업이며, 전문

선박 수리 작업자들의 자문과 실제 작업을 분석하여 표준공정을 도출하였다.

Table 9는 선박 축계 수리 표준공정이다. 축계 수리 작업 시에는 작업 간에 야드 크레인이 상시 대기 되어야 하고, 대형 선박의 축계를 작업할 때는 Air Chain Block 대신에 대차를 사용한다. 축계 리머의 볼트를 취외한 후에 상태가 불량하면 가공을 진행하고, 상태가 양호하면 세척작업만 수행한다. 축계 수리 작업은 선각이나 도장 작업 등 타 작업에 따라서 공정이 유동적인 변경되기도 한다.

Table 9. Standard process for shaft working

공정명	세부공정	
입항 및 작업 준비	1	스펙 검토 / 장비 및 자재 준비
	2	선주 MEETING
	3	장비와 자재 적입
축계-PROP' 취외 공정	1	LUG 용접(필요시) / 해체
	2	AIR CHAIN BLOCK 설치 / 해체
	3	PROP' CAP 등 ACCY' 분해
	4	PROP' 취외 with HYD' TOOL
	5	선주 선급 입회 및 검사 진행
	6	PROP' 적입 및 FITTING
	7	PROP' NUT 및 CAP 조립
	8	CAP 작업
	9	AIR CHAIN BLOCK 취외 및 정리
축계-SHAFT 취외	1	SHAFT REAMER BOLTS 취외
	2	INTER SHAFT 취외
	3	TAIL SHAFT 취외 및 CLEANING
	4	선주 선급 입회 및 검사 진행
	5	TAIL SHAFT 적입
	6	INTER SHAFT 적입
	7	SHAFT REAMER BOLTS FITTING

Table 10은 선박 메인 엔진 수리 표준공정이다. 메인 엔진의 수리에서 가장 중요한 부분은 실린더와 피스톤의 상태 점검과 세척이다. 메인 엔진의 수리 전에 반드시 냉각수와 엔진 오일을 충분히 Cooling 및 Drain 한 후에 진행하여야 한다.

Table 10. Standard process for ship main engine

공정명	세부공정	
입항 및 작업 준비	1	스펙 검토 / 장비와 자재 준비
	2	선주 MEETING
	3	장비와 자재 적입
M/E CYL' HEAD / PISTON OV'HL	1	TOOL CHECK 및 이동
	2	본선 SPARE CHECK 및 확보
	3	M/E 냉각수 및 OIL DRAIN
	4	CYL' HEAD HYD' 취외
	5	CYL' HEAD HYD' CLEANING
	6	CYL' HEAD HYD' TEST / 검사
	7	CYL' HEAD 정비
	8	PISTON 취외 / 발출
	9	PISTON CLEANING
	10	PISTON CROWN 분해/정비
	11	PISTON CROWN HYD' TEST / 검사
	12	PISTON 계측 / 검사
	13	PISTON RING 신환
	14	PISTON & CYL' HEAD 재조립
15	M/E 냉각수 및 OIL FILLING / RUNNING TEST	
16	작업장 주위 CLEANING / TOOL 하선	

Table 11은 선박 선체 Renew 작업 표준공정이다. 노후 선박의 선체에 발생한 녹이나 마모가 진행된 부분을 수리하는 작업으로 주로 Welding 과 Grinding 작업을 수행한다. 최종적으로 수리가 완료되면 비파괴검사를 진행하여 수리된 부분의 상태를 확인한다.

Table 11. Standard process for hull renew working

공정명	세부공정	
사전 SPEC 검토	1	물량 검토 및 일정 작성
	2	강재 준비 (MILL CER'T 등 준비) 및 필요 장비 파악
본선 SURVEY 및 물량확정	1	선주/선급 SURVEY 후 물량 확정 - 공정 일정 작성 & Repair plan 작성
	2	강재 및 필요 장비 확정. - 강재 절단 작업 및 장비 배차

Table 11. Continue

공정명	세부공정		
	3	안전 관련 조치. - M/H COVER OPEN 및 G/RAIL 설치. - VENTILATION FAN & LIGHTING 설치 - 발판 설치 - HOUSE류 및 매니폴더 전수 검사 실시.	
		1	RENEW부 FITTING 작업 - RENEW부위 MARKING. - RENEW부위 CUTTING 작업 - 절단면 GRINDING 작업. - RENEW PLATE FITTING 작업
			2
3	안전 관련 조치. - 밀폐구역 작업 허가서 및 가스농도 측정 - 화기감시자 및 소화기 배치.		
	WELDING 및 GRINDING 작업	1	WELDING 작업 - W.P.S 준수하여 RENEW부 용접 실시.
2			2. GRINDING 작업 - RENEW 용접부 GRINDING 실시. - HOUSE KEEPING 등 청소 및 정리정돈
		3	3. 안전 관련 조치. - FITTING 작업시와 동일 적용
4			4. 필요 장비 및 주요 치공구 - 고소차 & GOUGING MACHINE
	비파괴검사 및 FINAL검사	1	RENEW 부 비파괴 검사 실시. - U.T & M.T TEST - VACUUM TEST & ANK TEST
2			2. FINAL 검사 - FINAL VISUAL INSPECTION 실시.

Table 12는 선박 외판 도장 작업 표준공정이다. 수리가 필요한 선박의 외판에 도장 작업을 하기 전에 Washing 작업과 따개비와 같은 이물질 제거하기 위한 Scraping 작업을 우선 수행한다.



보통 외판의 도장을 3~6회 반복작업을 수행한다.

**Table 12. Standard process for Ship shell painting working**

공정명	세부 공정	
입항 및 작업 준비	1	스펙 검토 / 장비 및 자재 준비
	2	선주 MEETING
	3	작업방법 협의
WASHING&SCRAPING	1	WASHING
	2	SCRAPING(따개비 등)
BLASTING	1	분진망 설치(환경오염대비)
	2	작업면적 협의
	3	블라스팅 구역 및 작업 기준 협의
	4	표면처리 작업실시 - BLASTING & POWER BRUSH
	5	선주검사
도장 (3회~6회)	1	도장(URATHANE, AF 및 실리콘 도장 포함)
	2	MARKING 작업
F-SURVEY	1	선주 FINAL SURVEY
FD CLEANING	1	FD CLEANING
	2	CLEANING 검사

Ballast water는 말 그대로 배의 평형(무게중심)을 유지하기 위하여 선박 하단의 탱크에 채워 넣는 바닷물을 의미하는 것으로 선박평형수라고 한다. Table 13은 선박평형수 탱크의 도장 작업 표준공정이다. 우선 탱크 내부를 환기하고, 청소 및 Washing 작업을 수행한다. 탱크 표면처리를 위하여 Chipping, Blasting, Cleaning 작업 후에 선주에게 최종 확인을 받고 도장 작업을 2회 반복한다.

Table 14는 선박 메인 데크 도장 작업 표준공정이다. 선박의 상부 구조물(갑판)을 선박 메인 데크라고 한다. 메인 데크의 도장 선행 공정으로 Washing 작업, Chipping과 Blasting 작업을 수행한다. 도장 작업 전에 선주에게 검사를 득한 후에 도장 작업을 2~3회 반복 수행한다.

**Table 13. Standard process for ballast water tank painting working**

공정명	세부 공정	
입항 및 작업 준비	1	스펙 검토 / 장비 및 자재 준비
	2	선주 MEETING
	3	작업방법 및 작업구역 협의
TANK내부 MUD 청소 및 WASHING	1	현장확인 및 작업방법 협의
	2	FAN 설치(내부 환기용)
	3	작업등 설치로 작업 시야 확보
	4	MUD 청소
	5	WASHING
	6	배수
CHIPPING, & BLASTING	1	CHIPPING, P/B & B/L 등 작업방법 협의
	2	표면처리 작업실시 - CHIPPING
		- POWER BRUSH 또는 B/L 작업
		- CLEANING
	3	선주검사
도장	1	도장 (2회 실시)
F-SURVEY	2	선주 FINAL SURVEY

**Table 14. Standard process for ship main deck working**

공정명	세부 공정	
입항 및 작업 준비	1	스펙 검토 / 장비 및 자재 준비
	2	선주 MEETING
	3	작업방법 협의
WASHING	1	WASHING
CHIPPING, & BLASTING	1	분진망 설치(해양오염대비)
	2	작업방법 및 작업면적 협의
	3	표면처리 작업실시 - CHIPPING 작업
		- POWER BRUSH 또는 B/L 작업
		- CLEANING
	4	선주검사
도장	1	도장 (2~3회 실시)
	2	MARKING 작업
F-SURVEY	1	선주 FINAL SURVEY

## 5. 결론

본 연구에서는 선박 수리 및 개조의 개요, 특성 및 관련 규정에 대하여 제시하였다. 그리고, 선박 수리 기업들이 밀집된 경남 J 일반산업단지 내의 특정 지역을 지정하여 환경영향평가를 조사하였다. 환경 영향 주요요소는 선박 수리과정에서 발생하는 분진과 폐수가 가장 많은 영향을 미치는 대기질, 해양수질, 소음과 진동으로 선택하였다. 환경영향평가 결과는 대체로 정부 규제기준은 만족하는 것으로 조사되었다. Floating Duck 타입과 선대(Slipway) 타입의 선박수리 공정을 분석하여 제시하였다. 선박 수리 전문 작업자의 자문과 실제 공정분석을 통하여 선박 수리 주요 공정인 축계 작업, 메인 엔진 작업, 선체 Renew 작업, 외관 도장 작업, Ballast Water Tank 도장 작업, 선박 메인 Deck 도장 작업에 대한 표준공정을 제시하였다.

본 논문에서 제시한 선박 수리작업장 환경영향평가 조사결과와 선박 수리 작업 표준공정을 활용하여, 국내 선박수리 관련 기업들이 대형 선박 수리 산업에도 진출하였으면 하는 기대를 한다.

## 감사의 글

본 논문은 산업통상자원부 친환경 선박 수리개조 플랫폼 구축사업(과제번호: P0013888)에 의하여 연구되었습니다.

## 참고문헌

- [1] C. S. Jeon, "A Study on the Decommissioning of Oil and Gas Platform," *Korean Society of Industry Convergence*, vol. 23, no. 6, pp. 1081-1091 (2020).
- [2] G. H. Jang, "A Study on the Implementation of Foreign Ship Repair Duty-Focusing on the United States' Law and Practices" *International Fiscal Association Korea*, pp. 217-248, (2020).
- [3] Y. R. Shin, G. S. Kim, and K. H. Kim, "A Study on Promoting Growth of Ship Repairing Industry in Busan Region," *The Korean Association of Shipping and Logistics*, vol. 29, no. 1., pp. 151-174, (2013).
- [4] Y. S. Im, and K. T. Lee, "Analysis on the Low Growth Factors of Ship Repair Industry in Busan Region through In-depth Interview," *The Korea Society for Fisheries and Marine Sciences Education*, vol. 29, no. 5., pp. 1557-1566, (2017).
- [5] J. P. Lee, and Y. S. Jang, "A Study on the Partnership between Ship Repair Companies and Ship Management Companies," *The Korea Society for Fisheries and Marine Sciences Education*, vol. 25, no. 3, pp. 599-615, (2013).
- [6] H. W. Shin, "A Study on the Enhancing International Competitiveness for Ship Management Business in Korea," *The Korea Society for Fisheries and Marine Sciences Education*, vol. 30 no. 3, pp. 783-795, (2018).
- [7] Arun. Kr. Dev, and Makaraksha Saha, "Ship Repairing Time and Labour" *Modeling and Analysis in Ship Repairing on Conference*, pp. 1-29, (2017).
- [8] D. Pinha, and R. Ahluwailia, "Decision Support System for the Ship Repair Industry," *Proceedings of the 2nd Annual World Conference of the Society for Industrial And Systems Engineering*, pp. 58-63, (2013).