

선박 선체에 대한 수리작업 공정분석에 관한 연구

A Study on Repair Process Analysis of Ship Hul Part

전창수*

Chang-Su Jeon*

〈Abstract〉

The global ship repair and modification market is expected to grow up to approximately \$ 30 billion by 2025. Korea's shipbuilding industry is leading the world grounded on its international competitiveness in design and production technology. The reality, however, is that the ship repair and modification industry is centered on Gyeongnam, and there are only two to three ship repair workplaces that can repair large ships. Therefore, domestic ship repair companies target small and medium-sized ships mainly. This is because there are few workplaces equipped with a large dock in which large ships like LNG ships can be inspected regularly or repaired, complaints are severe for environmental problems, and related environmental regulations are so strict that it is very hard to obtain government approval for the extension of ship repair and modification workplaces or the opening of new shipbuilding sites. Besides, on account of the workers' high wages, few experts related, and higher ship repair price compared to that of Southeast Asia, most of the volume of repairing large ships including domestic LNG ships is being lost to Southeast Asian or Chinese markets. In this study, the work process and pre-work preparation process for ship hull (winch, windlass, hatch cover, ramp door, cargo gear, anchor chain) repair were analyzed and presented to foster domestic ship repair experts and revitalize related industries.

Keywords : Ship Repair, Ship modification, Repair Process, Ship Hull, Environmental Regulations

* 주저자, 한국생산기술연구원 선임연구원
E-mail: jcs1972@kitech.re.kr

* Main Author, Energy Plant Group, Offshore Plant Resources R&D Center, Korea Institute of Industrial Technology, Senior Researcher, Ph.D.

1. 서론

국제협약(SOLAS, 해상인명안전협회: IMO)에 따라 선박은 2.5년마다 검사(정기검사 5년, 중간검사 2.5년)를 받아야 하며, 선박이 등록된 국가인 기국(Flag State)의 책임하에 정기검사를 진행하게 되며, 주로 선박의 이동 항로에서 가까이에 있는 선박 수리 조선소에서 선박의 운영 일정에 맞춰 정기적으로 도킹 및 수리작업을 실시한다[1-4].

글로벌 선박 수리 및 개조 시장은 2025년까지 약 300억불 규모로 성장할 것으로 전망된다. 한국의 조선 산업은 설계 및 생산기술력의 국제경쟁력을 바탕으로 세계를 선도하고 있다. 그러나 선박 수리 및 개조 산업은 경남지역을 중심으로 대형 선박을 수리할 수 있는 선박 수리작업장이 2~3개 업체뿐일 정도로 열악한 것이 현실이다. 그래서 국내의 선박 수리 업체들은 주로 중소선박을 대상으로 하고 있다. 이런 이유는 LNG 선박과 같은 대형 선박의 정기검사나 수리가 가능한 대형 도크(dock)를 보유한 작업장이 소수이고, 환경적인 문제로 민원이 심하며, 관련된 환경 규정이 엄격하여 선박 수리 및 개조 작업장 증축이나 신조선소개소에 대한 정부 승인을 받기가 매우 어렵기 때문이다. 또한, 작업자들의 높은 임금과 관련 전문가가 적고, 동남아에 비해 높은 선박 수리 가격 때문에 국내 LNG선을 포함한 대형 선박 수리 물량의 대부분을 동남아 지역이나 중국 시장에 빼앗기고 있다[5-9].

본 연구에서는 국내 선박 수리 전문가 양성 및 관련 산업 활성화를 위해 선박 선체(윈치, 윈들러스, 해치 커버, 램프 도어, 카고 기어, 앵커체인) 수리를 위한 작업 공정 및 사전 작업 준비 과정을 분석하여 제시하였다.

2. 선박 수리 산업의 이해

선박 수리산업은 선박의 개조, 보수, 정비, 정기검사 등을 수행하는 산업으로, 개조공사는 선종의 변경, 선박의 크기를 축소 또는 확대, 화물창 변경 등이 포함되며, 보수 및 정비공사는 정기수리, 장비 점검 및 수리, 장비 교체, 선박의 운항 및 선명의 연장 및 유지를 위한 공사 등을 포함한다. 선박 수리 산업은 서비스업과 제조업으로 분류할 수 있으며, 제조업에는 선박과 어선, 보트 등의 수리에 필요한 각종 선박의 기자재 생산과 관련된 산업이 포함되며, 서비스업에는 수리 조선소의 수리 사업이 포함된다. 선박의 수리산업은 선주사의 공사의뢰 때문에 수리 조선소의 한정된 장소에서 선체, 기관, 전기, 도장 등의 각종 특수 전문 분야의 기술 인력들이 모두 참여하여 공사를 진행시키는 과정이다. 선주사의 선박 수리의 요구는 선박의 연령, 해운시장 현황(해운 운임), 항로상 위치 등에 의해 결정되며, 선령이 오래된 선박, 선박의 운임이 높을수록 수요가 증가한다. 수리 선박은 해운시장이 단기적인 호황일 때 수요가 높게 나타난다. 반면, IMO 환경규제나 해운시장이 불황기일 때는 대부분 선사들은 노후화된 선박을 조기 폐선하거나 선박을 운항하지 않고 계류시켜 선박의 운항비용을 줄이기 위해 노력한다.

전 세계 3만 톤급 이상의 대형 수리 조선소는 약 220여 개로 이중 약 50%는 아시아에, 약 20%는 유럽에 소재하고 있다. 중국의 수리 조선소가 경쟁력 있는 이유는 수리조선에 필요한 기자재 공급이 원활하고, 값싼 노동력 공급이 가능하며, 세계 최대의 수리전용 시설(드라이 도크)을 보유하고 있기 때문이다. 특히 자국의 등록 선박 척수가 많은 관계로 늘 충분한 물량을 확보하고 있어 세계 최대의 수리 조선국으로서의 자리를 차지하고 있다.

3. 국내 선박 수리 조선소의 현황

2005년까지 수리조선 사업을 운영하였던 현대미포조선은 한때 세계 최대의 수리 조선소였으나 중국, 싱가포르의 수리 조선소들과의 가격경쟁 심화로 인하여 신조선 사업으로의 전환 후 아직 국내에는 이렇다 할 대형 수리 조선소가 전무한 실정이다. 특히 수리 조선소의 특성상 선박의 수리 기간을 최소화하고 가격 경쟁력인 측면을 고려할 때 드라이 도크를 활용하여 조선소를 운영하여야 채산성과 경쟁력을 확보할 수 있으나 현재 국내의 수리 조선소 중 170m 이상의 선박을 수용할 수 있는 수리 조선소는 플로팅 도크를 활용하기 때문에 입출거시에 많은 시간이 소요되며 운영 면에서도 효율적이지 않아 이를 개선하지 않고는 중국 수리 조선소와의 경쟁에서 불리할 수밖에 없다.

2019년에 전 세계로 확산된 코로나19 사태로 인해 중국 정부의 검역체계 강화 조치 및 수리 조선소의 봉쇄정책에 따라 중국의 수리 조선소에 정기 수리를 예정하였던 선박들 대부분이 수리 조선소 근처의 앞바다에서 장기간 대기 및 체선 되어 일부 선박은 중국 조선소에서 수리 계획을 취소하고 한국의 수리 조선소로 긴급히 변경하여 도크를 문의하고 있으며, 국내 대부분의 수리 조선소는 약 3개월 이후의 수리 물량을 확보하였던 이전과는 달리 약 5개월 이후의 수리 물량까지 이미 확보한 실정이다. 이는 최근 수년 동안 중국은 물가 상승에 따른 조선소 인건비의 가파른 상승과 한국의 수리 조선소가 중국의 수리 조선소와 비교하면 공사 기간이 상대적으로 짧고, 조선소의 작업 품질이 상대적으로 우수하고, 코로나 사태로 인한 불확실한 대기 및 체선관계로 일시적인 현상 인지는 모르지만 많은 외국 선박들이 다시 한국의 수리 조선소를 찾는 현상을 보인다.

한 때, 연간 420여 척의 선박 수리 실적으로

Table 1. Status of domestic ship repair shipyards

조선소명	주요 설비	소재지	연간 수리능력 (최대)
삼강 S&C	F/D: 430m x 70m TLC: 100,000 ton	경남 고성	40~60척
여수 해양(주)	F/D: 230m x 48m (TLC: 30,000 ton) 155m x 25m (TLC: 8,500 ton) 129.4m x 23m (TLC: 6,500 ton) Slip Way: 115m x 20m 121m x 22m	전남 여수	140척 110척 (F/D) 30척(S/W)
한국메이드	F/D: 231.5m x 41.4m TLC: 15,000 ton	전남 목포	35척

최대 황금기를 보였던 현대미포조선의 옛 명성을 한국의 수리 조선소가 다시 찾아 제2의 전성기를 누리기 위해서는 플로팅 도크가 아닌 드라이 도크를 활용한 수리 조선소의 구축과 함께, 특수 개조선 등의 고부가 가치 선박의 수주를 위한 기술과 전문 인력의 확보가 필요하다.

Table 1은 국내 중대형 선박 수리 조선소인 삼강S&C, 여수해양(주), 한국메이드의 주요 설비 현황을 나타낸 것이다. 2023년부터 한국가스공사의 대형 LNG선에 대하여 정기검사와 선박 수리를 국내 조선소에서 수행하고 있으며, 차츰 척수를 늘려갈 전망이다.

4. 선박 선체 수리작업 공정분석

4.1 선박 선체 수리작업 단계

선박 선체에 대한 수리작업은 일반적으로 Table 2와 같이 10단계로 이루어진다. 먼저 선체의 상태

Table 2. Stages of ship hull repair work

선박 선체 수리작업 단계		
1	상세한 조사/평가	먼저 선체의 현재 상태를 확인하기 위해 상세한 조사를 하고, 부식, 손상, 누설 등을 식별하고 평가하여 수리가 필요한 범위를 결정
2	선체 체계 분석	선체는 다양한 부분과 체계로 구성되어 있습니다. 각 부분의 상태를 파악하고 어느 부분이 수리가 필요한지를 확인하기 위해 체계적으로 분석
3	수리 계획 수립	평가 결과를 기반으로 수리 계획을 수립합니다. 어떤 부분을 어떻게 수리할지를 명확히 계획하고 필요한 자원을 확보
4	자재와 장비 확보	수리에 필요한 자재와 장비를 확보합니다. 이때 고품질의 자재와 적절한 도구, 장비를 선택하여 수리작업의 효율성을 높임
5	안전 절차 준수	안전이 최우선이므로 모든 수리작업은 관련된 안전 절차와 규정을 엄격히 준수
6	수리작업 진행	수리 계획에 따라 작업을 시작합니다. 이 단계에서는 선박 선체의 손상된 부분을 수리하고, 필요한 경우 보강 작업을 진행
7	검사 및 테스트	수리작업이 완료되면 완료된 작업물을 검사하고 테스트합니다. 이는 수리작업의 품질을 확인하고 선박의 안전성을 검증하는 데 중요
8	기록 및 문서화	모든 수리작업은 정확하게 기록되고 문서로 만들어져야 합니다. 이는 향후 유지 보수 및 선박 운영에 필요한 정보를 제공
9	환경 및 규정 준수	수리작업은 환경친화적이며 관련 규정을 준수해야 합니다. 환경에 대한 영향을 최소화하고 법적 문제를 방지하기 위해 규정을 준수
10	최종 검수 및 완료	모든 작업이 완료되면 최종 검수를 수행하여 모든 기준과 규정을 준수하는지 확인

를 확인하고, 수리가 필요한 부분에 대하여 수리 계획을 수립한다. 그리고 수리에 필요한 자재와 장비를 확보하고, 안전 절차를 준수하며 수리작업을 진행한다. 수리가 완료되면 검사를 수행하고, 최종 검수를 완료하게 된다.

4.2 윈치 및 윈들러스 수리작업

선박에서 윈치(Winch)는 밧줄이나 와이어로프의

Table 3. Preparations before winch and windlass repair work

윈치, 윈들러스 수리 작업 전 준비사항	
1	수리할 윈치, 윈들러스의 제작사 도면과 수리작업 내용을 사전에 입수
2	수리할 모터의 제조사 도면과 수리작업 내용을 사전에 입수
3	해당 선급에 검사 신청
4	필요한 자재의 준비
5	윈치, 윈들러스를 분해 정비할 장소를 확보
6	작업 범위는 본선이 조선소 도착 후 공무 감독 및 본선 담당 사관으로부터 직접 확인
7	윈치, 윈들러스의 작동상태를 본선 담당사관/선원과 함께 확인하면서 문제점을 파악
8	▶윈치(Winch) 수리작업 사전 실시 작업 <ul style="list-style-type: none"> • 윈치 구조 파악 • 무어링 로프를 로프 드럼으로부터 완전히 풀어 분리 • 전원 메인 스위치를 차단 또는 하이드로 라인 밸브를 잠근후 "작업중" 팻말을 부착 • 로프 드럼에 균열, 변형(찌그러짐), 마모로 인한 각 구성품의 기계적 헐거움 또는 손상 여부를 육안으로 확인 • 브레이크 림 및 브레이크 라이닝에 기름 등이 오염되었는지 아닌지와 마모상태를 점검 • 캡스턴, 클러치, 밴드 브레이크 콘트롤 레버의 외부를 육안 검사하고 변형 여부를 확인
	▶윈들러스(Windlass) 수리작업 사전 실시 작업 <ul style="list-style-type: none"> • 윈들러스의 구조 파악 • 전원 메인 스위치를 차단 또는 하이드로 라인 밸브를 잠근 후 "작업중" 팻말을 부착 • 앵커체인을 풀어 도크 바닥에 배열 • 체인 스톱퍼, pawl bar, 수동 브레이크를 채워 앵커체인이 움직이지 않도록 확실하게 고정 • 집시 휠에 수리작업이 있으면 앵커체인을 완전히 풀지 말고 10m 정도 남긴 상태에서 체인스톱퍼, pawl bar, 수동 브레이크를 채워 앵커체인을 확실하게 고정 • 호오스 파이프와 체인 로커 사이에 있는 앵커 체인을 크레인으로 들어 집시 휠 바깥쪽으로 제쳐 놓음 • 로프 드럼에 균열, 변형(찌그러짐), 마모로 인한 각 구성품의 기계적 헐거움 또는 손상 여부를 육안으로 확인 • 브레이크 림 및 브레이크 라이닝에 기름 등이 오염되었는지 아닌지와 마모상태를 점검 • 클러치, 밴드 브레이크 콘트롤레버의 외부를 육안 검사하고 변형 여부를 확인
9	

장력을 조정하거나 물체를 들어 올리거나 끌어당기기 위해 사용되고, 윈들러스(Windlass)는 앵커를 들어 올리고 해제하는데 사용되는 장치이다. 윈치 및 윈들러스를 수리하기 전에 사전에 준비해야 할 사항들을 Table 3에 나타내었다. 도면과 수리작업 내용을 사전에 파악하는 것은 매우 중요하다. 작업할 범위 및 문제점은 공무 감독, 본선 담당 사관, 선원들과 함께 파악하여 결정한다. Table 4는 윈치 수리작업 공정을 분석한 것이다. 윈치에서 중요한 수

리작업 부품은 무어링 로프, 로프 드럼, 브레이크 밴드 및 브레이크 라이닝, 캡스틴,, 클러치, 밴드 브레이크 콘트롤 레버등이다. 부품의 상태를 검토하고, 공무 감독과 선급 확인 후에 교환이나 수리방법을 협의하고 진행한다. Table 5는 윈들러스에 대한 수리작업 공정을 분석하여 나타난 것이다. 윈들러스에서 중요한 수리작업 부품은 체인스토퍼, 집시 휠, 브레이크 밴드, 브레이크 라이닝, 메인 샤프트, 집시 휠 샤프트 등이고, 부품의 상태를 검토하고, 윈치와 동일하게 공무 감독과 선급 확인 후에 교환이나 수리방법을 협의하고 수리를 진행한다.

Table 4. Winch repair work process analysis

윈치(Winch) 수리작업 공정분석	
1	무어링 로프의 마모상태를 공무 감독, 선급과 확인 후 교환 여부를 결정 (잔여 강도 75~78% 시 무어링 로프의 끝과 끝을 서로 교환, 잔여 강도 45~57% 시 무어링 로프를 새것으로 교환)
2	로프드럼의 손상 확인 시 화기 작업으로 곡직 혹은 부분 신환
3	로프 드럼의 구동부, 메인 샤프트의 마모로 인하여 기계적 헐거움, 작동이 불량할 때는 드럼과 메인 샤프트를 분해 후 샤프트, 베어링 상태를 확인 후 샷에서 샤프트 육성가공 혹은 베어링을 교환
4	브레이크 밴드 및 브레이크 라이닝에 기름등에 오염되었을 때는 브레이크 밴드는 세척하고 브레이크 라이닝은 새것으로 교환
5	캡스틴, 클러치, 밴드 브레이크 콘트롤 레버가 변형되었을 경우 수리방법을 공무 감독과 협의 후 작업을 진행
6	기어 박스 케이싱을 분해하고 각 기어의 손상 혹은 마모상태를 확인하고, 마모가 심하거나, 변형이 발생한 경우에는 가공(외주) 후 교환
7	핸드 브레이크 림, 기어 박스를 제 자리에 위치
8	드럼 샤프트, 메인 샤프트를 원래 자리에 끼워 넣음
9	핸드 브레이크 림, 기어 박스, 드럼 샤프트, 메인 샤프트를 조립
10	기어 박스내 기어들이 원활하게 작동하는지 확인 후 그리스를 주입
11	기어 박스 케이싱을 조립 및 가스켓 교환
12	브레이크 밴드 및 브레이크 라이닝을 조립
13	캡스틴, 클러치, 밴드 브레이크 콘트롤 레버를 조립
14	무어링 로프를 로프 드럼 끝단 부와 결합 후 윈치를 작동하면서 로프를 드럼에 감음

Table 5. Windlass repair work process analysis

윈들러스(Windlass) 수리작업 공정분석	
1	체인 스토퍼, pawl bar를 육안 검사하여 변형되었거나 사용상 문제가 없는지 확인
2	집시 휠 안쪽에 마모가 심한 경우 샷에서 용접 육성 후 그라인딩 작업
3	브레이크 밴드 및 브레이크 라이닝에 기름등에 오염되었을 경우 브레이크 밴드는 세척, 브레이크 라이닝은 새것으로 교환
4	메인 샤프트, 집시 휠 샤프트의 마모로 인하여 기계적 헐거움, 작동이 불량할 때는 메인 샤프트와 집시 휠 샤프트를 분해 후 샤프트, 베어링 상태를 확인 후 샷에서 샤프트 육성가공 혹은 베어링을 교환
5	클러치, 밴드 브레이크 콘트롤 레버가 변형되었을 경우 수리방법을 공무 감독과 협의 후 작업을 진행
6	기어 박스 케이싱을 분해하고 각 기어의 손상 혹은 마모상태를 확인하고, 마모가 심하거나, 변형이 발생한 경우에는 가공(외주) 후 교환
7	핸드 브레이크 림, 기어 박스, 집시 휠을 제 자리에 위치시킴
8	드럼 샤프트, 메인 샤프트를 원래 자리에 끼워 넣음
9	핸드 브레이크 림, 기어 박스, 집시 휠, 드럼 샤프트, 메인 샤프트를 조립
10	기어 박스내 기어들이 원활하게 작동하는지 확인 후 그리스를 주입
11	기어 박스 케이싱을 조립하고 가스켓 교환
12	브레이크 밴드 및 브레이크 라이닝을 조립
13	클러치, 밴드 브레이크 콘트롤 레버를 조립
14	체인 스토퍼, pawl bar를 조립

4.3 해치 커버 수리작업

선박용 해치커버(Hatch cover)는 선박 화물창의 상갑판이나 중갑판에 만들어진 화물창을 폐쇄하는 덮개로 화물창 내외 해수나 우수들의 유입을 차단하거나, 화물창 내의 화물이 밖으로 유출되는 것을 막는 역할을 한다. 해치 커버 수리작업 전 준비사항으로는 해치 커버의 도면과 수리작업을 파악하고, 수리에 필요한 자재를 준비하고, 작업 범위를 결정하거나 해치 커버의 개방 또는 하선이 필요한 경우 공무 감독이나 본선 담당 사관과 협의하여 진행한다. Table 6은 해치 커버를 하선하여 작업하는 경우에 대한 수리작업 공정을 분석한 것이고, Table

Table 6. Hatch cover repair work process analysis(1)

해치 커버(Hatch cover) 수리 공정분석 (해치 커버를 하선하여 작업하는 경우)	
1	해치 커버 하선 전에 해치 커버와 연결된 하이드로 시스템, 구동장치를 분리 (하이드로 시스템 라인으로부터 하이드로 오일이 누출되지 않도록 주의하여 분리)
2	해치 커버를 육상의 해치 커버 작업장으로 운반하여 받침대로 받침
3	강재 공사 부위가 고무 패킹이 설치된 부위와 겹쳐질 때는 우선 고무 패킹을 패킹 채널로부터 벗겨둠(해치 커버의 강재 공사를 위해 절단할 부위로부터 200mm 정도 더 벗겨둠.)
4	수리작업 사양서 혹은 본선 사관이 수리작업을 요청하는 범위에 마킹
5	표시된 부위를 가스절단기로 절단
6	절단된 부위와 동일한 크기, 동일한 재질, 동일한 두께의 철판을 가공하여 취부 및 용접을 시행. (용접시 해치 커버에 변형이 생기지 않도록 주의)
7	용접된 부위에 도장 작업 실시
8	공무 감독 및 본선 사관 입회검사 후 고무 패킹을 원래대로 복구함.(고무패킹 복구시 제작사에서 공급한 접착제를 사용)
9	해치커버를 덮고 클리트를 잠금
10	누수 여부를 확인하기 위하여 선주 혹은 본선 사관 입회하에 1차 초크테스트, 2차 호스 테스트를 시행

7은 해치 커버를 하선하지 않고 작업하는 경우에 대한 수리작업 공정을 분석하여 나타낸 것이다.

4.4 램프도어 수리작업

선박용 램프도어를 수리하기 전에 준비해야 할 사항은 작업내용 파악을 위해 수리할 램프도어의 도면과 수리작업 내용을 사전에 입수하고, 작업할 램프도어의 위치를 고려하여 본선의 도크 배치 (stbd., port, 선수, 선미)를 미리 결정하고 도크에 수리 선박을 배치한다. 램프를 펼쳤을 때 야드의 적재물과 간섭이 없도록 주변을 정리하는 것도 중요하다. 작업할 부위를 도면에 표시하여 족장이 필요한 부위에 설치를 신청한다. 램프 하부인 경우 작업

Table 7. Hatch cover repair work process analysis(2)

해치 커버(Hatch cover) 수리 공정분석 (해치 커버를 하선하지 않고 작업하는 경우)	
1	해치 커버 작업 부위를 작업하기 편리한 상태로 개방(해치 커버 개방 후에는 해치 커버 휠에 스톱퍼를 임시 설치하여 안전사고 주의)
2	해치 커버 작업 부위에 족장을 설치함. (족장 설치 시에는 작업자가 카고홀드로 추락하지 않도록 핸드레일과 안전망을 설치)
3	강재 공사 부위가 고무 패킹이 설치된 부위와 겹쳐질 때는 우선 고무 패킹을 패킹 채널로부터 벗겨 둠(해치 커버의 강재 공사를 위해 절단할 부위로부터 200mm 정도 더 벗겨둠)
4	수리작업 사양서 혹은 본선 사관이 수리작업을 요청하는 범위에 마킹
5	마킹된 부위를 가스절단기로 절단
6	절단된 부위와 동일한 크기, 동일한 재질, 동일한 두께의 철판을 가공하여 취부 및 용접을 시행. (용접 시 해치 커버에 변형이 생기지 않도록 주의)
7	용접된 부위에 도장 작업 실시
8	공무 감독 및 본선 사관 입회검사 후 고무 패킹을 원래대로 복구함.(고무 패킹 복구 시 제작사에서 공급한 접착제를 사용)
9	해치 커버를 덮고 클리트를 잠금
10	누수 여부를 확인하기 위하여 선주 혹은 본선 사관 입회하에 1차 초크테스트, 2차 호스 테스트를 시행

용 조명을 사전에 신청한다. 정기검사 수리 시에는 사전에 각종 검사를 위한 선급검사 신청을 하고, 램프도어의 수밀 테스트 방법에 따른 테스트 장비를 준비한다. 램프도어 수리작업 전 점검 사항으로는 램프도어의 유압계통 및 작동상태 확인이 필요하다.

램프도어를 플로팅 도크(F/D) 내에서 작업할 경우는 공간의 제약 및 F/D의 전복 위험이 있으므로

로 F/D에서 출거 후 안벽에 접안 후 램프를 완전히 개방한 뒤 작업을 시행하고, 안벽에서 램프를 개방한 경우에는 램프 끝단 부와 육지면이 닿는 부분에 철판을 깔아 램프 끝단 부가 지면에 손상을 주지 않도록 방지해야 한다. 그리고, F/D 내에서 작업할 수밖에 없는 경우에는 램프를 작업이 가능한 만큼만 최소로 개방하고, 킹 포스트와 램프를 확실히 고박(용접 등) 후 작업을 시행한다.

Table 8. Lamp door repair work process analysis

램프도어(Lamp door) 수리 공정분석	
1	1) 강제공사 <ul style="list-style-type: none"> • 관련 도면에 따라 작업을 하고 취부 후 확인하고 용접을 시행 • 용접변형에 주의하여 필히 용접순서를 지키면서 용접 • 화기 작업 시에는 하이드로 시스템 계통에 화기 손상을 입히지 않도록 석면포 등으로 덮어 보호하고 작업 • 화기 작업 시에는 작업현장 가까운 곳에 소화기를 비치하고 화기 감사자를 배치
2	2) 램프의 작동 (하이드로 구동방식) 공사 <ul style="list-style-type: none"> • 하이드로 방식의 원치 또는 전기 구동 원치에 따라 유압 시스템 및 전기 작업을 시행 • 램프를 작동시키는 하이드로 시스템 혹은 전기 시스템의 작업 • 하이드로 오일의 누수 및 압력이 정상인지 확인 후 이상 시 수리 • 알람 시스템 관련 작업은 전장 팀으로 이관
3	3) 고무패킹 교환 작업 <ul style="list-style-type: none"> • 족장 설치 후 수밀구역에 설치되어 있던 노후된 고무 패킹을 제거하고 새것으로 교환하고, 고무 패킹 채널과 고무 패킹이 고착되어 제거가 어려울 때는 화기를 사용하여 제거 • 새것으로 교환 후 수밀 확인을 위해 초크테스트를 실시
4	4) 와이어 로프 교환 작업 <ul style="list-style-type: none"> • 기존에 사용하던 로프의 노후화로 인해 새것으로 교체할 경우, 기존 로프의 끝단 부를 새로운 로프와 연결 후 노후된 와이어 로프를 제거하면서 새로운 로프를 기존의 와이어로프 자리에 놓이도록 작업 • 와이어 로프가 모두 제거된 후, 연결되었던 와이어 로프를 분리하고 새 와이어 로프를 연결 • 동일하게 기존의 로프를 제거하면서 새로운 와이어 로프가 시브의 제자리에 놓일 수 있도록 천천히 당기면서 작업

램프도어를 드라이 도크(D/D) 내에서 작업할 경우는 선미 램프와 사이드 램프중 어느 한 램프의 작업이 있는 경우, 램프의 개방이 편리하도록 선미 방향을 도크 맨 안쪽, 포트쪽이 도크 사이드 쪽이 되도록 본선을 배치하고, 본선이 드라이 도크에 입거 전, 램프를 완전히 펼쳐서 그 램프로 작업 차량의 진·출입이 가능하도록 주위에 있는 물건들을 사전에 모두 정리해야 한다. Table 8은 선박용 램프도어에 대한 수리작업 공정을 분석하여 나타낸 것이다. 램프도어 수리작업은 강제 공사, 램프의 작동 공사, 고무 패킹 교환 작업, 마지막으로 와이어 로프 교환 작업 순으로 진행된다.

4.5 카고기어 수리작업

선박용 카고기어(Cargo gear)는 선박의 화물을 고정하기 위한 장치이다. Table 9는 선박용 카고

Table 9. Preparations before cargo gear repair work

카고기어(Cargo gear) 수리 작업 전 준비사항	
1	카고기어의 제작사 도면과 수리작업 내용을 사전에 입수
2	전기 관련 작업내용(모터 수리 등) 파악을 위해 수리할 카고기어의 제작사 도면과 수리작업 내용을 사전에 입수
3	수리 장비, 부품을 운반하기 위한 지게차, 크레인, 운반용 트럭 등의 수배를 미리 신청
4	작업부위(고소 부위)에 족장 설치를 신청
5	정기검사의 경우 카고기어와 관련한 각종 선급검사를 위해 사전에 선급검사 신청

Table 9. (Continued)

카고기어(Cargo gear) 수리 작업 전 준비사항	
6	필요한 자재를 사전에 준비 (부쉬, 베어링, 시브, 핀, 아이(eye), 그리스 등)
7	카고기어 부품중 분해 정비할 부품(카고블록, 시브, 베어링, 부쉬, 핀, 모터 등)을 작업할 공장의 장소를 확보
8	카고기어를 작동할 선원을 수배 후에 해당 카고기어의 작동상태를 본선 담당 사관과 함께 확인
9	수리해야 할 내용을 면밀하게 검토 후 작업 방식에 대해 사전 검토
10	각종 스위치는 "off" 위치
11	필요한 작업 공구를 준비 (해머, 맥줄, 줄자, 가스절단기, 용접기, 그라인더, 체인블럭, 스페너, 와이어 로프, 유압잭, pp 로프 등)
12	고소 작업이 필요한 경우는 안전 장구를 필히 착용
13	크레인을 크레인 레스트 혹은 데크위에 고임목을 바쳐 단단히 고박(고정)
14	와이어 로프를 풀어 느슨하게 함

Table 10. Cargo gear repair work process analysis

카고기어(Cargo gear) 수리 공정분석	
1	1) 카고블록, 시브, 핀, 부쉬, 베어링등 부품 작업 • 족장설치 후 카고블록, 시브, 핀, 부쉬, 베어링을 분해 • 고착으로 인하여 분해가 어려우면 절단기로 열을 가한 뒤 유압잭을 이용하여 분해 • 분해한 각 부품을 샷으로 운반하여 계측 후 마모상태가 양호하면 분해 정비하고, 마모상태가 심하면 선주 감독관 확인 후 부품을 새것으로 교체 • 복구 시 반드시 그리스를 주입
	2) 카고기어 전기모터 수리 • 모터 수리의 경우 본체를 분리하여 샷으로 운반 후 작업내용에 따라 수리
3	3) 와이어 로프 교환 작업 • 기존에 사용하던 로프가 노후화한 경우 혹은 기존 지름보다 10% 이상 적으면 새것으로 교체하여야 하며, 기존 로프의 앤드 부분을 pp로프와 연결 후 노후 와이어 로프를 제거하면서 pp로프를 기존의 와이어 로프 자리에 오도록 작업 • 와이어 로프가 모두 제거된 후, 연결되었던 와이어 로프를 분리하고 새와이어 로프를 연결함 • 같은 방법으로 pp로프를 제거하면서 새 와이어로프가 시브의 원래 자리에 놓일 수 있도록 천천히 당기면서 작업

기어의 수리작업 전에 필요한 준비사항을 나타내었다. Table 10은 선박용 카고기어에 대한 수리작업 공정을 분석하여 나타낸 것이다. 카고기어의 수리는 카고블록, 시브, 핀, 부쉬, 베어링 등 부품 수리작업, 카고기어 전기모터 수리작업, 와이어 로프 교환 작업으로 순서로 진행된다.

4.6 앵커체인 수리작업

선박용 앵커체인(Anchor chain)은 선박을 정박할 때 사용되는 닻과 닻줄을 의미한다. Table 11은 선박용 앵커체인의 수리 작업 전에 필요한 준비사항을 나타낸다. Table 12는 선박용 앵커체인

Table 11. Preparations before anchor chain repair work

앵커체인(Anchor chain) 수리 작업 전 준비사항	
1	수리 작업내용 파악을 위해 수리작업 사양서를 사전에 입수
2	정기검사 시 각종 검사를 위해 사전에 선급검사를 신청
3	필요한 자재를 미리 준비 (스테인레스 밴드, 캔버스, 동선, 페인트(적색, 백색), 붓 등)
4	본선 선원의 도움을 받아 양쪽의 윈들러스가 정상으로 작동하는지 확인
5	기어를 결합하고 윈들러스 브레이크를 풀고 체인 스톱퍼를 개방
6	본선 선원의 작동하에 윈들러스를 이용하여 양쪽의 앵커체인을 모두 도크 바닥으로 내림
7	체인이 다 내려졌는지 확인 후 브레이크를 잠그고 기어를 분리 시킨 뒤 스톱퍼를 체결
8	앵커체인의 굵기에 맞는 실링 와이어 로프를 준비
9	앵커체인을 배열할 장소에 있는 장애물을 사전에 제거 및 정리
10	크레인을 대기 시킴
11	마지막 슛(shot)으로 부터 홀수 또는 짝수 슛 순으로 체인에 슬링 와이어 로프를 한 바퀴 감아 크레인 후에 걸어 약 1 슛 길이 만큼 들어 올림
12	들어 올린 체인을 천천히 내리면서 손으로 배열 (필요 시 지게차 활용)

Table 12. Anchor chain repair work process analysis

앵커체인(Anchor chain) 수리 공정분석	
1	<p>1) 앵커체인 앤드 분리 작업</p> <ul style="list-style-type: none"> • 앵커체인 앤드 핀(retaining pin)의 위치를 확인하고 점검 • 체인 로커의 맨홀을 개방 • 앤드 부위가 체인 로커 바닥에 부착된 것은 히팅 토치로 가열시켜 체인을 분리 • 앤드 부위가 체인 로커 옆에 부착된 것은 커버를 덮고 햄머로 핀들을 쳐서 앤드를 분리 • 앤드가 분리되면 윈들러스까지 체인을 감아 올린 뒤 스톱퍼를 체결하고 체인을 윈들러스에서 분리 • 멀티 와이어 로프와 체인을 연결 • 크레인을 이용하여 앵커체인을 들어 올림 • 스톱퍼를 개방시킴 • 체인을 도크 바닥까지 내림 • 선급검사(앵커 및 체인 배열검사)
2	<p>2) 앵커체인 세척 및 도장 작업</p> <ul style="list-style-type: none"> • 도크 바닥에 배열된 앵커체인을 고압수로 세척 • 앵커체인에 녹이 심하게 발생하였을 때는 블라스팅 공장으로 이송하여 솔 블라스팅 및 도장 작업을 실시 • 쇼트 마킹 • 건조되면 체인을 180도 회전(뒤집어서)시켜 뒤쪽에도 페인팅 작업
3	<p>3) 앵커체인 스티드 용접 작업</p> <ul style="list-style-type: none"> • 오랜 기간 사용한 앵커체인은 중간 부분의 스티드 용접이 충격 등으로 인하여 용접 부위가 약해져 움직임이 발생할 경우가 있으므로, 이러한 부분은 찾아 용접 작업
4	<p>4) 앵커체인 앤드 연결 작업</p> <ul style="list-style-type: none"> • 멀티 와이어 로프를 벨마우스를 통해 도크 바닥까지 내려 체인과 연결 • 크레인을 이용하여 체인을 들어 올림 • 앵커체인 스톱퍼를 체결한 후 내림 • 크레인을 이용하여 체인을 윈들러스에 감음 • 앵커체인 스톱퍼를 분리 후 윈들러스를 작동시켜 앤드 체결 위치까지 감아올린 후 클러치 핀 또는 새클을 체결하고 안전핀을 채움
5	<p>5) 앵커체인 격납 작업</p> <ul style="list-style-type: none"> • 앵커체인 검사 후 윈들러스를 작동시켜 양쪽 체인을 모두 감아올림 • 앵커체인 스톱퍼를 설치하고 윈들러스의 브레이크를 잠그고 클러치를 분리함

에 대한 수리작업 공정을 분석하여 나타낸 것이다. 앵커체인 수리작업은 앵커체인 앤드 분리 작업, 앵커체인 세척 및 도장 작업, 앵커체인 스티드 용접 작업, 앵커체인 앤드 연결 작업, 앵커체인 격납 작업 순으로 진행된다.

4.7 선체 수리작업 공정분석 결과 및 고찰

선박의 선체 수리작업은 전문기술자가 아니면 수행하기 어려운 작업이다. 선박의 선체는 다양한 장비들로 구성되어 있고, 장비마다 수리방법이 다른 경우가 많고, 수리작업 공정들이 매우 복잡하다. 수리작업을 수행하기 전에 작업시간을 단축하기 위해 수행하는 사전준비 작업도 매우 중요하며, 장비의 구조를 파악하고 해체를 위해 도면 검토가 필요하다. 장비 특성에 맞는 수리 도구도 사전에 준비해야 하며, 수리 범위도 선박 담당자와 함께 결정한다.

수리작업에서 대부분 장비가 해양 수에 노출되어 있어서 녹을 제거하는 공정이 있고, 장비 기능에 따라서 마모가 많은 경우는 교체나 수리(용접 등) 작업을 수행한다. 이런 공정들을 상세화하여 4.1~4.5에 제시하였다.

5. 결론

본 연구에서는 실제 국내 선박 수리 조선소 현장 작업을 분석하여, 선박 선체에 대한 수리작업을 위한 사전 준비작업과 선박 수리 공정을 세부적으로 제시하였다. 수리작업 공정을 분석한 선박 선체는 윈치, 윈들러스, 해치커버, 램프도어, 카고 기어, 앵커체인이다. 선박 선체중에서도 녹이나 마모가 많이 발생하는 장비들로 정기적으로 수리를 반드시 해야 한다.

국내 선박 수리 조선소들은 높은 임금과 전문 기술자 부족으로 최근까지 어려움을 겪었으나, 경쟁국들의 작업자 임금상승과 더불어 선박수리 가격이 상승하면서, 국내에도 대형 선박에 대한 선박 수리 물량이 꾸준히 늘어나는 추세를 보인다. 본 논문에서 제시한 선박 선체에 대한 선박 수리 세부 공정분석을 활용하여 국내 선박 수리 전문기술자를 양성하고, 관련 산업의 육성을 기대한다.

사 사

본 논문은 산업통상자원부 산업기술진흥원 “친환경 선박 수리개조 플랫폼 고도화지원 사업(과제 번호: P0025697)”에 의하여 연구되었습니다.

참고문헌

- [1] C. S. Jeon, “A Study on Standard Process and Environmental Analysis in Ship Repair Workshop,” Korean Society of industry Convergence, vol. 24, no. 6, pp. 899-908 (2021).
- [2] 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).
- [3] 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).
- [4] 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).
- [5] 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).
- [6] 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).
- [7] H. W. Shin, “A Study on the Enhancing International Competitiveness for Ship Mangement Business in Korea,” The Korea Society for Fisheries and Marine Sciences Education, vol. 30 no. 3, pp. 783-795, (2018).
- [8] Arun. Kr. Dev, and Makaraksha Saha, “Ship Repairing Time and Labour” Modeling and Analysis in Ship Repairing on Conference, pp. 1-29, (2017).
- [9] 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).