



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공학석사 학위 논문

선박 거주구에 대한 구조품질 검사원의  
인적 오류 방지를 위한 연구

A Study on preventing human errors of structural quality  
inspector for ship's accommodation

울산대학교 산업대학원

산업경영공학전공

이상학

선박 거주구에 대한 구조품질 검사원의  
인적 오류 방지를 위한 연구

A Study on preventing human errors of structural quality  
inspector for ship's accommodation

지도교수 박 창 권

이 논문을 공학석사 학위논문으로 제출합니다.

2019 년 6 월

울산대학교 산업대학원  
산업경영공학전공  
이 상 학

이상학의 산업경영공학 석사학위 논문을 인준함

심사위원 김재균 (인)

심사위원 정기효 (인)

심사위원 박창권 (인)

울산대학교 산업대학원

2019년 6월

[ 국문요약 ]

# 선박 거주구에 대한 구조품질 검사원의 인적 오류 방지를 위한 연구

울산대학교 산업대학원  
산업경영공학전공  
이 상 학

조선산업은 우리나라의 수출과 고용에서 많은 기여를 하는 중요한 국가의 근간 산업이다. 지난 몇 년간 세계 조선시장 불황 속에서 정부 지원과 저렴한 인건비를 통한 원가 경쟁력을 가진 중국과 같은 국가로부터 많은 위협을 받았으나 높은 기술력을 필요로 하는 선박이나 품질을 우선시하는 선사의 경우는 우리나라 조선소에 지속적으로 발주 해 왔으며 이 부분을 통해 기술력과 품질에서 경쟁력이 있다는 것을 알 수 있다. 따라서 기술개발은 물론 철저한 품질관리시스템의 유지 및 개선이 중요하며 그 중 하나가 품질검사이다.

각 공정 별로 작업이 완료되면 품질검사원에 의해 검사가 이루어 지는데 인적 오류에 의해 결함 검출에 실패하거나 판정을 잘못하는 등 품질에 부정적인 영향을 미칠 확률이 높다. 그러나 설정 된 틀에 맞춰서 작동하는 컴퓨터가 아닌 인간은 보편적인 특성에 의해 발생하는 인적 오류를 모두 제거하거나 예방하는 것은 사실상 불가능하다. 또한 기존의 인적 오류에

대한 연구는 생산 작업자의 행위와 안전에 관한 것들이 대부분이었기 때문에 품질관리를 위해 체계적이고 구체화 된 발생 방지 방안을 마련하는 것이 어려웠다. 따라서 사례 연구를 통해 인적 오류로 인한 품질 문제 발생을 최소화하는 방안을 검토하고 실제 적용하여 지속적인 개선을 하는 것이 필요하다.

본 연구에서는 조선산업에 해당하는 제작품 중 다른 구획에 비해 구조 강도상 중요도의 비중이 낮아 품질관리에 허점이 많이 발생 할 수 있는 선박의 거주구로 선정하고 각종 품질 분야 중 구조품질분야를 선정하여 검사원의 인적 오류 발생 현황을 분석하고 그에 따른 인간공학적이고 방법론적인 발생 방지 방안에 대해 논하고자 한다.

# 목 차

- 국문요약

## 제1장 서론

1-1 연구배경 및 목적 .....	1
1-2 연구범위와 방법 .....	3

## 제2장 선박 거주구의 구조 품질검사와 인적 오류에 관한 고찰

2-1 선박 거주구의 구조 .....	4
2-2 거주구 구조품질검사 .....	6
2-3 인적 오류(Human error) .....	12

## 제3장 선박 거주구에 대한 구조품질검사원의 인적 오류 관리방안

3-1 구조 품질검사원의 인적 오류 분석 .....	15
3-2 구조 품질검사원의 인적 오류 발생 방지 방안 .....	19

## 제4장 결론 .....

25

- 참고문헌 .....
- Abstract .....

26  
27

## [ 그림 목차 ]

[그림 1-1] 품질과 수익성의 관계 .....	2
[그림 2-1] 컨테이너선 전경 .....	5
[그림 2-2] 컨테이너선 거주구 전경 .....	5
[그림 2-3] 선박 거주구 제작 공정 순서도 .....	6
[그림 2-4] 품질검사 순서도 .....	6
[그림 2-5] 국제선급연합회의 부재 정렬 허용 기준 .....	8
[그림 2-6] 용접부 육안 검사 시 국제규격의 시야각 .....	9
[그림 2-7] 용접 변형의 형태 .....	10
[그림 2-8] 국제선급협회의 구조재 및 강판 변형 허용 기준 .....	10
[그림 2-9] 거주구 외벽 편평도 검사 시야 .....	11
[그림 2-10] 시간압박과 정확성 사이의 관계 그래프.....	14
[그림 3-1] 품질결함 종류별 수치 및 비중 그래프 .....	17
[그림 3-2] 품질검사원 인적 오류 분류 .....	18
[그림 3-3] 인적 오류와 품질결함의 상관관계.....	18
[그림 3-4] 제품 품질점검 체크리스트 샘플 .....	20
[그림 3-5] 검사원 점검 체크리스트 샘플 .....	22



## [ 표 목차 ]

[표 2-1] 의식 수준과 주의력에 따른 인간의 신뢰성 ..... 14

[표 3-1] A중공업에서 제작 된 거주구 구조검사의 결함종류별 개수 조사표 ..... 16

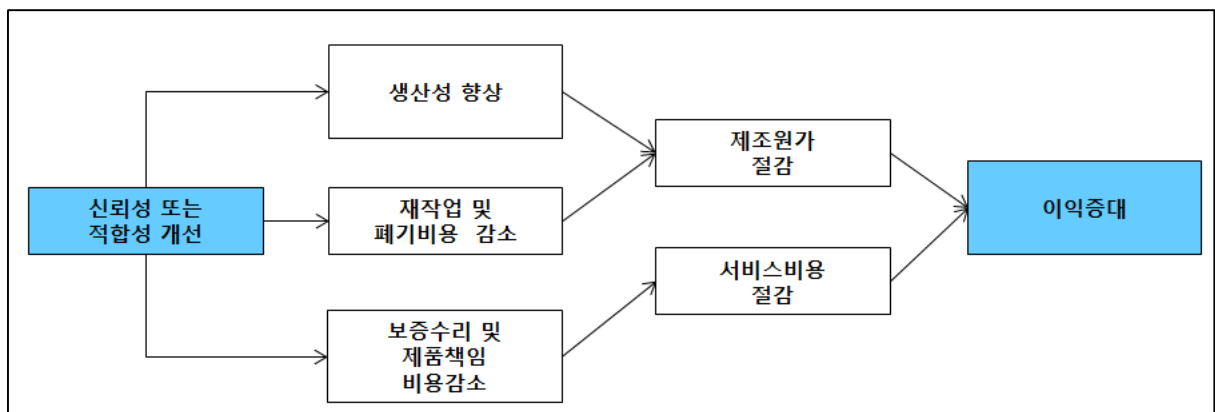
# 제1장 서론

## 1-1 연구배경 및 목적

한국의 조선산업은 2017년 기준 전체 산업 중 국가 수출기여도에서 가장 순위가 높은 반도체산업 다음으로 7.4%의 비중을 차지하는 중요한 국가의 근간산업이다. 경쟁국인 중국은 정부의 자국 조선소 후원과 저렴한 인건비를 통한 원가 경쟁력을 바탕으로 신조 선박 발주를 대량으로 받아 우리나라의 조선산업을 위협해 왔다. 그러나 기술력이나 우수한 품질관리가 필요한 LNG선과 같은 고부가가치 선박이나 규모가 큰 초대형 선박의 경우 우리나라에 발주가 많이 되고 있으며 이 부분에서 국내 조선소가 수주 경쟁력이 있다는 것을 보여준다. 경쟁력 유지를 위해 원천설계능력이나 연구개발과 같은 기술력도 중요하지만 기준 사양에 부합하고 고객이 만족할 수 있는 품질을 위한 지속적인 관리프로세스 또한 중요하다고 할 수 있다. 품질이 좋아지면 고객의 품질에 대한 평판도가 향상되어 더 높은 가격을 받을 수 있을 뿐 아니라 시장점유율이 늘어나 매출이 상승하게 된다. 또한 우수한 품질로 신용을 장기간 쌓으면 브랜드 가치가 높아져 같은 품질의 제품이라도 더 높은 가격을 받을 수 있는 품질의 상승효과를 누릴 수 있으므로 품질관리 활동을 지속적으로 개선 및 유지해 나가야 한다.

조선산업은 대표적인 노동 집약적 산업으로 대부분의 공정이 사람의 직접적인 작업에 의해 이루어진다. 설비의 부족, 장비 오작동 등 여러 요소가 품질에 영향을 미칠 수 있겠으나 사람에 의한 제품하자가 많이 발생 할 수 있다는 것을 유추 가능케 하며 이 원인을 인적 오류(Human Error)라고 볼 수 있다. 선박의 건조과정에서 인적 오류로 인한 품질문제를 발생시킬 수 있는 기술인력은 직접 작업을 하는 취부사, 용접사 등 여러 직종이 있지만 그 중 품질 검사원은 신조 프로젝트의 품질기준과 각종 절차서를 학습하여 생산조직 대상 교육 및 각 공

정별 검사, 품질부적합 관리 등을 담당하는 인력으로 제품에 많은 영향을 주는 중요한 역할을 한다. 작업뿐만 아니라 품질검사원이 행하는 검사행위 또한 사람에 의해 이루어지므로 인적 오류에 의해 결함이 발견되지 않지 않아 좁게는 선주사 감독관 검사 불합격으로 인한 공정 지연과 제작사의 품질 신뢰도를 하락시킬 수 있고 넓게는 제품 인도 후에도 품질 문제가 발생하여 A/S비용이 대량 발생 할 가능성이 있다. 따라서, 품질검사원은 작업 현장에서 철저한 제품 검사 및 적절한 지도를 해야 하는데 기존의 품질관리부서 신입사원대상 교육은 규격(Rule), 시공기준(Standard), 절차서(Procedure) 등 합격범위에 대한 내용이 대부분으로 이루어졌기 때문에 검사를 함에 있어 인간공학적이거나 방법론적으로 접근하여 인적 오류를 방지하기 위한 능력(Skill)을 단 시간 내에 터득하기 어렵다.



[그림 1-1. 품질과 수익성의 관계 (Garvin, 1984)]

게다가, 2014년 이후 지난 몇 년 간 조선시황 불황으로 국내 대형 조선소를 비롯하여 중소형 조선소, 선박기자재 제작사의 임금감소, 폐업 등으로 인하여 많은 근로자들이 타업종 전직 및 개인사업을 위해 퇴직하여 인력이 대폭 축소 된 상황이나 최근 환경규제와 미국의 셰일가스 혁명으로 다시 선박 발주량이 많아지면서 신규 채용을 통해 기술인력 확보가 중요한 일로 대두 되었고 품질 검사원 또한 직무에 대한 지식과 경험이 많은 인력이 부족하여 인적

오류를 방지하기 위한 직무교육이 중요한 시점이 되었다고 볼 수 있다.

그러나 기존의 인적 오류에 대한 연구는 생산 작업자의 행위와 안전에 관한 것들이 대부분이었기 때문에 관리직종 종사자의 행위를 분석해 세부적인 오류 방지책을 세우기에는 아쉬운 면이 있었던 것이 사실이다. 본 연구에서는 선박 품질검사원의 인적 오류(Human error)를 분석하고 이를 최소화 하기 위한 방안을 모색하여 품질검사원 능력 향상 및 품질실패비용 절감을 통해 제작사의 이익을 도모하고 나아가 자국의 조선산업 발전에 이바지 하고자 한다.

## 1-2 연구범위와 연구방법

대형조선소에서 건조하는 선박 종류 중 큰 비중을 차지하는 상선(Commercial ship) 중에서도 액화천연가스 운반선(LNG Carrier), 초대형유조선(Very Large Crude-oil Carrier), 컨테이너선(Container Ship)을 대상으로 한다. 해당 선종 내에서도 선박의 운항, 선원의 거주를 목적으로 하는 구조물인 거주구에 대해서 조선소 및 선박기자재 제작사의 구조 또는 선각QM(Quality Management), QA(Quality Assurance), QC(Quality Control), Line QC로 불리는 사람들인 즉, 구조 품질검사원이 검사행위 중 발생시킬 수 있는 인적 오류를 A중공업의 2013년부터 2019년 1/4분기까지 공사가 완료 된 상선 프로젝트 중 30척의 선박 거주구를 무작위로 선정하여 최종 검사 단계인 선주감독관이 작성 한 검사시트에 언급된 품질 부적합 사항을 결함 종류 별로 목록화 및 수치화하였다. 도출 된 자료를 기존 인적 오류 연구자료와의 연계를 통해 인간공학적이고 방법론적인 오류 발생 방지 할 방안을 마련하여 구조품질 검사원의 직무교육 시 참고 할 자료로써 활용 될 수 있도록 하였다.

## 제2장 선박 거주구 구조 품질검사와 휴먼에러에 관한 고찰

### 2-1 선박 거주구의 구조

선박의 거주구(Accommodation)는 건설업종 주택의 철근 콘크리트 구조가 아닌 강판(Steel plate) 용접 구조이다. 따라서 같은 거주목적을 가지고 있는 제품이지만 구조 제작 공정이 확연히 다르다고 할 수 있다. 거주구는 일반적으로 엔진이 위치한 선박의 뒤쪽인 선미부 상갑판에 위치하고 있으며 선원들이 선박운항 및 생활을 하는 곳으로써 조타실(Wheel house), 하역제어실(Cargo Control Room), 장비실 (Electric equipment room), 배터리실(Battery room), 객실(Unit Cabin), 화장실(Toilet), 주방(Galley), 식당(Mess room), 흡연실(Smoking room), 세탁실(Laundry), 전기공조실(Cable & Duct trunk), 엘리베이터(Elevator trunk), 창고(Locker), 회의실(Meeting room), 수영장(Swimming pool), 휴게실(Lounge), 복도 및 계단통로(Passageway and stairway)등으로 나뉘어져 있다. 각 구역은 선원들의 동선을 고려해 공간을 배치하고 운항 할 항로 및 기후적 특성, 선원들의 취향과 문화 등에 따라 각 층(Deck)별 구획 설정과 의장 사양 등의 설계와 인테리어가 달라지게 된다.

선박 거주구는 선종마다 그 크기와 형태가 다르다. 그림 2-1<sup>[15]</sup>의 컨테이너선은 20피트(Feet) 또는 40피트 크기의 컨테이너를 화물창과 갑판에 선적하여 운송하는 선박으로 화물의 많은 적재를 위해 높이가 높게 건조되며 그림 2-2<sup>[16]</sup>의 거주구 규모는 대략적으로 19,000TEU 컨테이너선 기준 무게 1650ton \* 높이 70m \* 층별 면적 630m<sup>2</sup>의 11층 구조를 가진다. 그에 비해 LNG운반선이나 유조선의 경우는 선체내부의 화물창 내에만 화물을 적재하므로 높이가 낮으며 300,000 DWT VLCC(초대형 유조선) 기준 거주구의 규모는 대략적으로 무게 650ton \* 높이 35m \* 층별면적 650m<sup>2</sup>의 총 7층 구조를 가진다.



[그림 2-1. 컨테이너선 전경]



[그림 2-2. 컨테이너선 거주구 전경]

선박 생산은 작업 형태가 다른 구조, 의장, 도장 이 세가지로 우선 나뉘어지며 작업 장비나 소요되는 재료 그리고 작업자의 기능이 전혀 다르다. 즉 생산 과정에서 발생할 수 있는 기술

적 문제들이 전혀 유사성을 갖지 않는다고 할 수 있다

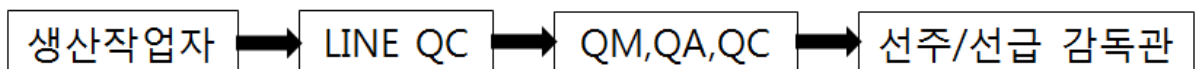
선박 거주구 제작 공정은 일반적으로 그림 2-3과 같은 순서로 진행되며 다른 선체 구획과는 달리 박판(6~8mm 두께)구조와 의장작업도 다른 구획과는 속성이 달라 별도의 생산라인을 이용하여 일체의 모듈(module)로 생산하고 있다. 따라서 우리나라는 90년대 초부터 거주구 모듈만을 전문적으로 생산하는 회사들이 조선소에 공급하고 있다.



[그림 2-3. 선박 거주구 제작 공정 순서도]

## 2-2 거주구 구조 품질검사

선박 제작 시 국제선급연합회(IACS) Rule 기반으로 작성된 조선소의 ITP(Inspection and Test Plan)와 선주사의 특별한 요구에 따라 각 공정 별로 고객사인 선주 감독관, 보증기관인 선급 감독관의 검사대상(공정)이 정해진다. 조선산업은 제작품의 규모가 방대하여 모든 결함을 검출해 내기가 쉽지 않기 때문에 일반적으로 여러 단계의 품질검사를 거치는 관리시스템을 운용한다. 그림 2-4와 같이 작업자가 스스로 작업된 제품에 대해 확인하고 그 후에 작업팀의 품질검사원이 확인하여 생산조직 자체적 필터링(Filtering)을 한다. 그 다음 품질부서 소속의 품질검사원이 검사 후 합격제품은 최종 검사단계인 선주사나 선급(Class)의 감독관 검사를 요청하여 합격되면 하나의 공정이 마무리 된다.

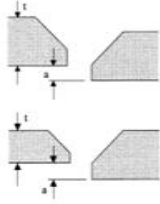
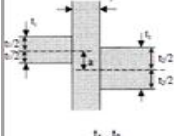
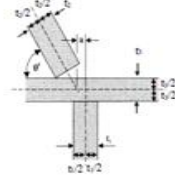
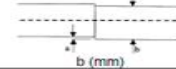
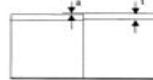
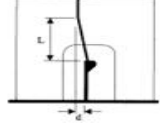
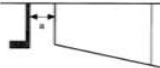



[그림 2-4. 품질검사 순서도]

구조 품질검사원은 제작 과정 중(In-Process)에도 현장 품질검사 및 지도를 하지만, 일반적으로 그림 2-3의 공정 순서도 중에 대조립 및 탑재 공정단계에서 작업완료 된 상태에서의 검사를 주로 수행한다. 검사업무를 올바르게 수행하기 위해 구조 품질검사원들은 기본적으로 시력, 체력과 같은 신체적 조건과 용접 및 검사용어, 설계도면과 공사 시방, 시험방법, 용접기법, 검사기록 작성 및 관리를 할 수 있는 기술적 지식, 전문가로서의 자세와 정직성 등 윤리적 자질을 갖추어야 한다. 그리고 대부분의 선박발주처가 외국 선사이므로 영어의사소통능력을 기본적으로 갖추어야 한다.

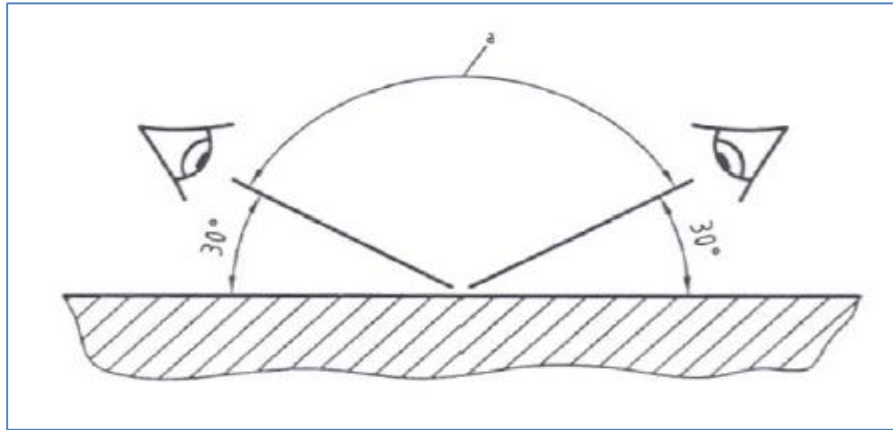
거주구 품질검사 시 전체적인 외관을 형성하는 강판과 강판에 용접되는 각종 부재(T-bar, Angle 등)들이 설계도면과 동일한 자재가 사용 되었는지, 설치 위치가 맞는지, 변형이나 정렬(Alignment)등이 기준에 벗어나지 않는지 아래 그림 2-4의 허용 기준과 비교하여 검사를 하여야 하고 같은 종류 또는 다른 종류의 금속재료에 열과 압력을 가하여 고체 사이에 직접 결합이 되도록 하는 용접부 외관에 결함이 없는지 검사를 하여야 한다. 용접검사는 용접 전, 중, 후의 각 시점 별로 하여야 하는데 각기 다른 주안점이 있고, 용접결함을 사전에 차단하거나 불완전한 형상을 수정하게 하기 위함이다. 용접 전에는 용접 접합 부재의 정렬 상태나 개선행상, 접합부의 청결상태, 용접결합과 강판 수축, 용접 후 급냉으로 인한 균열 발생이나 각종 용접결함을 예방하고 변형을 최소화 하기 위한 예열 실시 여부 등을 확인해야 한다. 용접 중에는 작업하고 있는 용접사의 자격이나 용접금속 및 부재 열영향부(Heat Affected Zone)의 기계적 성질을 확보하기 위한 다층 용접부의 용접 층간 온도 확인, 용접 층간 슬래그 제거 등을 확인하며 용접 후에는 외관결함이나 용접크기와 길이 확인 등이 있다.



Detail	Standard	Limit	Remarks
Alignment of butt welds 		$a \leq 0.15t$ strength member $a \leq 0.2t$ other but maximum 4.0 mm	t is the lesser plate thickness
Alignment of fillet welds 		Strength member and higher stress member: $a \leq t_1/3$ Other: $a \leq t_1/2$	Alternatively, heel line can be used to check the alignment. Where $t_2$ is less than $t_1$ , then $t_2$ should be substituted for $t_1$ in the standard.
Alignment of fillet welds 		Strength member and higher stress member: $a \leq t_1/3$ Other: $a \leq t_1/2$	Alternatively, heel line can be used to check the alignment. Where $t_2$ is less than $t_1$ , then $t_2$ should be substituted for $t_1$ in the standard.
Alignment of flange of T-longitudinal 		Strength member $a \leq 0.04b$ (mm)	a = 8.0 mm
Alignment of height of T-bar, L-angle bar or bulb 		Strength member $a \leq 0.15t$ Other $a \leq 0.20t$	a = 3.0 mm
Alignment of panel stiffener 		$d \leq L/50$	
Gap between bracket/intercostal and stiffener 		$a \leq 2.0$ mm	a = 3.0 mm
Alignment of lap welds 		$a \leq 2.0$ mm	a = 3.0 mm

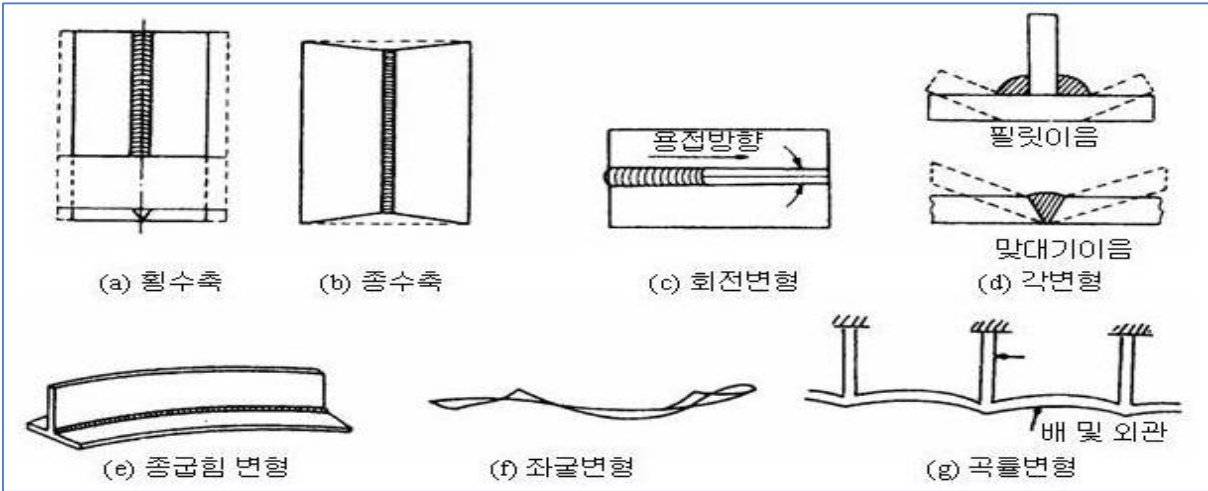
[그림 2-5. 국제선급연합회의 부재 정렬 허용 기준]

국제기준(ISO 17637. Non-destructive testing of welds : visual testing of fusion-welded joints)에 따르면 적절한 용접검사를 위해서는 그림 2-6과 같이 검사원의 눈이 용접부와 600mm내에서 30°보다 작지 않도록 시야각을 조정하고 최소 350Lux의 조도를 확보해야 하며 500Lux의 밝기를 권장한다고 기술되어 있다. 또한 검사장소가 조립단계 시에 공장 내부이거나 탑재 단계 시에 어두운 공간이 존재하는데 제품이나 현장 여건 상 모든 공간의 밝기를 조건에 맞추기가 어려우므로 검사원은 신체 중 눈의 암순응에 대해 이해하고 있어야 한다. 암순응은 밝은 곳에서 어두운 곳으로 갔을 때 사람이 눈이 적응하는 것을 뜻하는데 대략 30~40분정도가 소요된다고 한다. 검사장소가 어두울 경우 LED 손전등과 같은 랜턴(Lantern)을 사용하지만 제품 특성상 전체를 비출 수 없기 때문에 물체를 정확히 볼 수 없는 착시현상 등으로 부적합 사항의 확인이 제대로 되지 않는 경우가 발생하지 않도록 주의하여야 한다.



[그림 2-6. 용접부 육안 검사 시 국제규격의 시야각]

구조재가 용접 완료되면 강판에 용접 시 수반되는 열이 고온으로부터 냉각되면서 응력으로 구조물 내부에 잔류하거나 굴절 또는 뒤틀어지는 변형의 형태로 나타나는데 이를 교정작업한 것을 검사하는 것이 강판 편평도(Flatness) 검사이며 일반적으로 곡직검사라고 부른다. 특히 거주구는 두께가 얇은 박판이 주로 사용되는데 특성 상 후판에 비해 열영향부가 넓고 판의 강성이 상대적으로 낮아서 그림 2-7과 같이 변형이 빈번히 발생하여 구조 강도 저하와 외관상의 불량을 가져오므로 상당히 주의를 요하는 검사이며, 검사원은 변형 상태가 그림 2-8과 같이 프로젝트에 적용되는 규격에 부합하는지 확인을 하여야 한다. 규격에는 기준과 허용한계가 명기되어 있는데, 구역별로 기준이 다르므로 지속적인 학습과 확인과정을 통해 기억을 할 수 있도록 하여야 한다. 변형량이 기준 내라면 문제가 없으나 그 범위를 벗어나 추가 작업이 요구되는 경우 강판의 기계적 성질을 확보하기 위해 교정 작업 횟수가 얼마나 적용되었는지 확인 할 필요가 있다. 반복적이거나 위치가 잘못된 교정작업은 과도한 입열로 인해 강판의 기계적 성질을 변환시키거나 표면이 주름진 것과 같은 외관문제를 일으킬 수 있기 때문이다. 더군다나 속도나 연료비 효율 등을 위해 선박 설계 단계 시 무게를 줄이고자 변형방지 기능을 할 수 있는 부재를 설계단계에서 최대한 줄이는 경향이 있기 때문에 주의해야 한다.



[그림 2-7. 용접 변형의 형태]

Detail	Standard	Limit	Remarks
Frames and longitudinal 	$\pm 1.5 \text{ mm}$	$\pm 3 \text{ mm}$	per 100 mm of a
Distortion of face plate 	$d \leq 3 + a/100 \text{ mm}$	$d \leq 5 + a/100 \text{ mm}$	
Distortion in plane of web and flange of built up longitudinal frame, transverse frame, girder and transverse web. 	$\pm 10 \text{ mm}$	$\pm 25 \text{ mm}$	per 10 m in length

Item	Standard	Limit	Remarks
Shell plate	Parallel part (side & bottom shell)	4 mm	8 mm
	Fore and aft part	5 mm	
Tank top plate	4 mm	8 mm	
Bulkhead	Longl. Bulkhead Trans. Bulkhead Swash Bulkhead		
Strength deck	Parallel part	4 mm	8 mm
	Fore and aft part	6 mm	
	Covered part	7 mm	
Second deck	Bare part	6 mm	8 mm
	Covered part	7 mm	
Forecastle deck poop deck	Bare part	4 mm	8 mm
	Covered part	6 mm	
Super structure deck	Bare part	4 mm	6 mm
	Covered part	7 mm	
House wall	Outside wall	4 mm	6 mm
	Inside wall	6 mm	
	Covered part	7 mm	
Interior member (web of girder, etc)	5 mm	7 mm	
Floor and girder in double bottom	5 mm	8 mm	

[그림 2-8. 국제선급협회의 구조재 및 강판 변형 허용 기준]

편평도 검사 시 주로 육안을 이용하며 강관의 변형 교정상태가 미흡하다고 의심 될 경우 철제 막대기 또는 실을 사용하여 합격/불합격 판정을 하게 되는데, 육안 검사기술(Skill)이 부족하여 일일이 검사도구를 사용하게 되면 시간이 과다하게 소요됨으로 실질적인 업무상 불가능하며 공정진행에 좋지 않은 영향을 미치게 된다. 따라서 유의해야 할 요소로 검사원의 시야각을 말 할 수 있는데, ‘주시 물체와의 시야각에 따른 입체시력 변화’를 측정한 연구(2016)에 따르면, 시야각이 증가 할수록 실제로 동적 입체시력이 감소하는 결과를 도출하였고 Rawlings(1969) 등은 시야각의 편위가 4~6° 증가 할 때까지는 입체시가 같은 비율로 감소하다가 6° 이상부터 급격히 감소한다고 하였다. 따라서 검사원은 거주구의 벽(Wall) 강관 편평도 검사 시 몸의 측면을 벽에 붙여 시야각을 최대한 좁게 만들고 시야각의 편위가 많이 벗어나지 않도록 검사를 진행해야 결함검출을 정확하고 빠르게 할 수 있다.



[그림 2-9. 거주구 외벽 편평도 검사 시야]

## 2-3 인적 오류에 관한 고찰

### 2-3-1 인적 오류의 정의 및 분류

일반적으로 인적 오류라 함은 인간이 원하는 행동을 정확히 하지 못하는 것을 말한다. 마이스터(Meister, 1971)는 인적 오류를 “시스템의 안전, 성능, 효율을 저하시키거나 감소시킬 수 있는 잠재력을 갖고 있는 부적절하거나 원치 않는 인간의 결정 또는 행동으로 어떤 허용 범위를 벗어난 일련의 동작이다.”라고 하였다.

하인리히(Heinrich, 1959)는 인적 오류를 “알고 있지만 어쩔 수 없이 발생” 하는 것으로 보고 지식의 부족과 기능의 미흡, 그리고 태도의 불량은 관리적 요인에 의한 것으로써 직접적인 휴먼에러라고는 볼 수 없다고 주장하였지만 최근에 와서는 지식의 부족이나 기능의 미흡도 관리 활동의 부적절에 기인하는 것이므로 휴먼에러의 범주에 포함시켜야 한다는 학자도 있다. 윌리스(Willis, 1962)의 보고서에 의하면 미사일 검사에서 인적 오류에 의한 고장은 40%이며 선박충돌, 범람 그리고 좌초의 63.5%는 인적 오류에 기인한 것이라고 하였다. 또한 항공기 사고의 70%는 인적 오류에서 집중적으로 발생하였다.

여러 학자들은 인적 오류를 분류하기도 하였는데, 리즌(Reason, 1990)은 인간의 인지과정에 따라 인적 오류를 분류하여 착오(Mistake), 실수(Slip), 건망증(Lapse), 위반(Violation)으로 나누었다. 착오(Mistake)는 정보가 불완전하거나 오해하여 잘 못 이해하고 있는 것이고, 실수(Slip)은 주의가 산만하거나 잘못된 설계로 인해 의도와는 다른 행동을 하는 것으로 보는 것이다. 건망증(Lapse)는 기억의 실패로 인하여 잊어버리고 행하여야 하는 행동을 하지 못하는 것이고, 위반(Violation)은 조직 분위기나 부적당한 절차, 내적 이유로 알고 있음에도 고의로 무시하는 것이다.

스웨인(Swain), 거트만(Guttman, 1983)은 인간의 행동 결과 측면에서 분류하여 잊어 버리거나 태만하여 행하지 않는 생략(Omission)오류, 행하였으나 잘못 수행한 실행

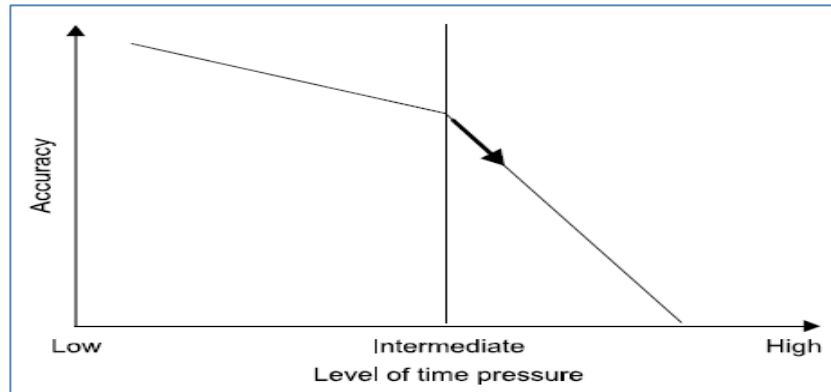
(Commission)오류, 순서를 잘 못 수행한 순서(Sequence)오류, 정해진 시간 안에 수행하지 못하고 너무 빠르거나 너무 느리게 수행 한 시간(Timing) 오류, 해서는 안되거나 불필요한 행동을 한 과잉 행동(Extraneous act)오류로 분류 하였다.

행위 중 인간에게는 다양한 정보가 주어지며 작업자는 그에 상응하는 대응을 하여야 하는데 인간은 그 행동의 난이도에 따라 스스로 각성 수준을 조절해가며 대응 하는 것을 의식수준의 전환이라고 한다. 그 대표적인 예로 라스무센(Rasmussen, 1987)은 인간의 의식수준에 따라 무의식적인 행동관계나 저장된 행동양상에 의해 오류가 발생하는 기술기반오류(Skill-based Error), 친숙한 상황에서 특정한 것을 인식하려 할 때 올바른 규칙기억과 적용이 실패하는 규칙기반오류(Rule-based Error), 비친숙하거나 특수한 상황에서 부적절한 분석이나 의사결정을 하는 지식기반오류(Knowledge-based Error)로 분류 하였다.

### 2-3-2 인적 오류의 원인

인적 오류의 원인은 여러 가지가 있으나 크게 개인적 측면과 교육 및 훈련상 측면, 직장 성격의 문제 측면, 작업 특성 측면의 네 가지로 나누면 아래와 같은 원인이 도출 된다.

개인적 측면에서는 불충분한 능력과 경험, 신체조건, 성격, 습관과 더불어 목적을 달성하기 위한 동기 부족이나 낮은 사기를 들 수 있고 교육 훈련 문제 측면에서는 직장의 교육 부족, 잘못된 지도, 지침서나 체크리스트의 부족과 정보, 의견 교환의 부족을 들 수 있다. 그리고 무리하거나 부자연스러운 업무 배분, 오류에 무관심한 분위기나 관리체계, 낮은 연대의식이 직장 성격의 문제 측면으로 볼 수 있으며 실제 시간 압박과 업무 수행의 정확성에 관한 연구에 따르면 복잡한 업무 일수록 시간적 압박이 조금만 가해져도 곧바로 수행의 정확성이 떨어지기 시작하여 중간 정도의 시간적 압박이 가해 질 때는 정확성이 급격하게 감소한다고 하였다.



[그림 2-10. 시간압박과 정확성 사이의 관계 그래프]

작업 특성 측면으로 긴장과 주의력의 지속을 요구하는 직무의 경우 인적 오류가 발생 할 소지가 많다. 주의(Attention)라는 것은 어떤 일이나 사물에 관심의 방향이 물리는 것을 의미하며 그렇지 못한 경우에는 인식의 수준이 낮아지거나 기억하지 못하는 경우가 많다. 의식 수준과 주의력을 단계로 분류하면 표2-1과 같이 인간의 신뢰성을 나타낼 수 있다.

[표 2-1. 의식 수준과 주의력에 따른 인간의 신뢰성]

의식 수준	의식 모드	주의의 작용	행동 수준	신뢰성
0	무의식, 실신	0	수면	0
1	의식 몽롱	불활발	과로, 졸음	낮다
2	정상(느긋한)	수동적	안정, 휴식	다소 높다
3	정상(분명한)	적극적	적극 활동	매우 높다
4	과긴장, 흥분	주의의 치우침	당황	낮다

해리스(HARRIS, 1969)는 제품을 검사하는 직무의 경우 평균적으로 20~80%의 효율을 발생 시키는 것으로 보았고, 검사원이 순간에 50~60%이상 부적합을 발견하는 것은 매우 드문 일이라고 하였다. 따라서 의식 수준과 주의력에 따라 검사원의 신뢰성 차이는 매우 크게 차이가 날 수 있다.

## 제3장 선박 거주구의 구조 품질검사원 인적 오류 관리 방안

### 3-1 거주구 구조 품질검사원의 인적 오류 분석

앞장에서 선박 거주구의 구조형태와 제작 과정의 서술을 통해 거주구의 개념과 구조 품질 검사원의 검사행위에 필요한 지식 일부와 검사방법을 알아보았고 기존 인적 오류의 정의와 분류 연구자료를 통해 본 논문의 연구 대상인 거주구 구조 품질검사원의 인적 오류 방지 방안 연구를 위한 토대를 마련하였다.

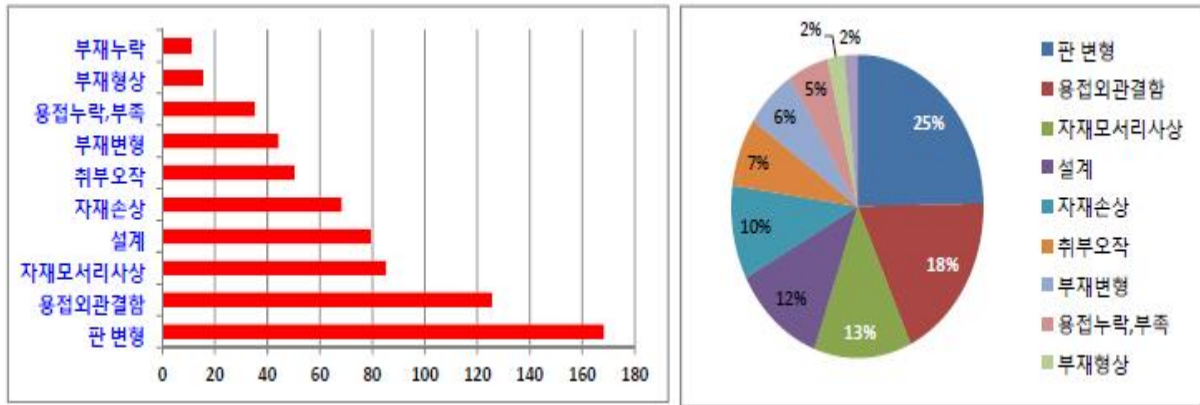
우선 구조 품질검사원의 검사단계에서 인적 오류로 인해 발견되지 못했던 품질부적합사항을 실제로 파악하기 위해 표 3-1과 같이 A중공업의 2013년부터 2019년 1/4분기까지 약 6년의 기간 동안 공사가 완료 된 129척 중 30척의 선박 거주구를 무작위로 선정하여 선주감독관이 작성 한 검사시트에 언급된 조립 및 탑재검사 시 발견 된 품질 부적합 사항을 결함종류별로 표 3-1과 같이 목록화 및 수치화하였다. 본 연구를 위해 결함종류는 강판 모서리 손상(외부노출구역 도장보호용 강판 사상, 절단 끝단 불량), 취부오작(정렬상태 불량, 설치위치 불량), 부재형상(도면과 상이한 상태), 용접결함(Undercut, Overlap, Underfill, porosity 등 외관결함), 용접누락&부족(각장부족, 일면 연속/단속 용접시공기준 미준수, 부재 접합누락), 자재손상(강판 및 골재 부재의 Scratch, Notch, Clamp damage 등), 부재누락(도면 대비 미설치), 부재변형(강판 변형이 아닌 골재 부재의 변형), 판변형(골재와 골재 사이 강판 곡률 및 좌굴 변형), 설계(부재 추가 요구, 기준과 상이한 설계)로 거주구 구조 검사 시에 자주 언급되는 지적을 공정 및 작업특성 별 총 10가지로 분류하였다. 이 결함들은 제작사의 구조품질검사원 검사 시 발견되지 않았거나 판정이 잘못되어 최종검사자인 선주사 감독관 검사 시에 지적된 것들로 인적 오류 요소에 의해 발생 하였을 가능성이 높다고 할 수 있다.



[표 3-1. A중공업에서 제작된 거주구 구조검사의 결함종류별 개수 조사표]

			코멘트 종류별 개수										
선사명	선종	공사연도	모서리 사상	부재 형상	취부오작	용접결함	용접누락,부족	자재손상	부재누락	부재변형	판변형	설계	척수
Ch****	LNGC	2016	2		1	7	1	8		2	6	1	1
M****	LNGC	2016	10		3	17	2	6		2	8	3	1
C****	LNGC	2013	3		3	10	4	1		6	13	10	4
T****	LNGC	2017	4	1	9	10	2	3		9	21	3	3
MA***	LNGC	2018	5			2		1			3		1
B***	LNGC	2017	3	2	1	2	4	1		1	10	3	1
E****	LNGC	2017	7	3	3	7			3		17	10	1
D*****	LNGC	2017				17		1		1	3		1
Ch****	COT	2014				10					5	2	1
H****	COT	2019	6	1	2	1	6	2		9	13	3	3
S*****	COT	2016	4		2	6	5	4	4	1	16	6	2
M*****	COT	2018	5			4	1	4			4	1	1
HM***	COT	2018			8	1		2		3	11	8	2
SF**	CONT	2014	25		12	12	3	19	4	5	14	10	4
M*****	CONT	2016	5	5	3	16	5	4		2	13	3	2
M****	CONT	2018	6	3	3	3	2	12		3	11	16	2
합계			85	15	50	125	35	68	11	44	168	79	30

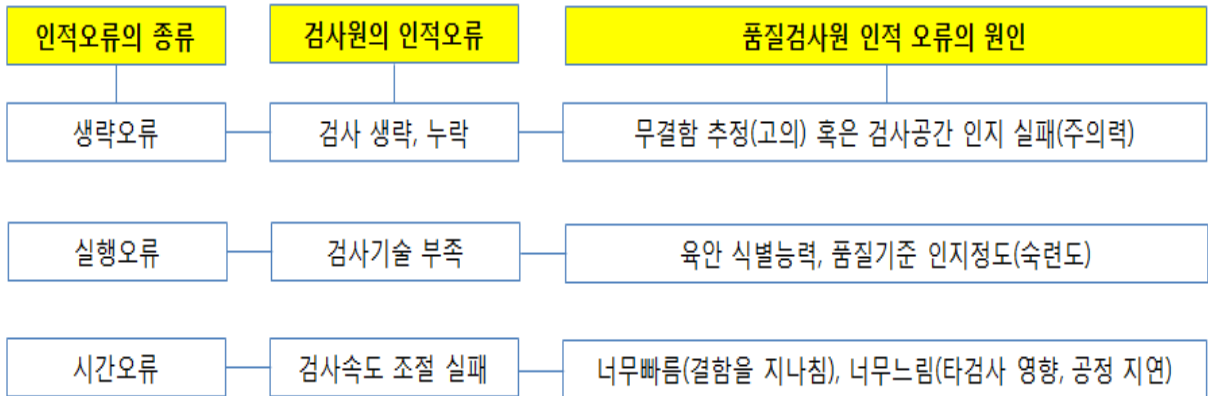
조사결과 총 680개의 품질검사원이 발견하지 못한 품질결함을 확인할 수 있었으며 그림 3-1과 같이 판변형(25%), 용접결함(18%), 모서리 사상(13%), 설계(12%) 순으로 비중이 높았고 나머지는 10%이하의 비율을 보였다. 이 통계자료를 통해 두께가 얇은 박판이 사용되어 판변형이 빈번히 발생하는 거주구의 특성을 알 수 있었으며, 선박 제작 시 가장 많이 소요되는 용접작업 중 부적합한 작업 조건에 의해 발생하는 용접외관결함과 방대한 규모의 강판 끝단 전체를 일일이 확인하기가 어려워 일부 작업이 누락되거나 사상 작업이 기준에 부합하지 않은 모서리 사상 결함의 비중 합이 전체 중 56%로 반 이상을 차지하였다. 나머지는 설계 관련 지적 12%, 자재 손상 10%, 취부 오작 7%, 부재변형 6%, 용접 누락 혹은 각목부족 5%, 부재 설치누락 2% 순이었다.



[그림 3-1. 품질결함 종류별 수치 및 비중 그래프]

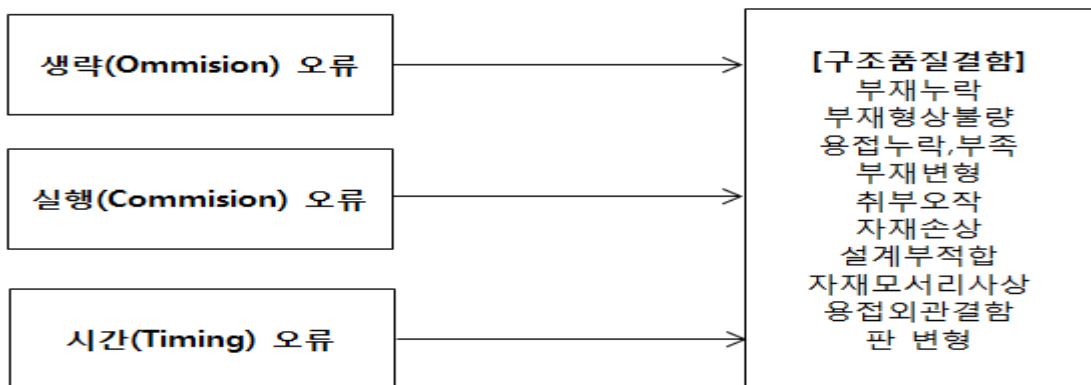
오류 분석을 위해 기존의 인적 오류 연구 자료를 이용해 선박 거주구의 구조 품질검사원이 발생 할 수 있는 인적 오류를 인간의 행동결과 측면에서 생략, 실행, 시간오류 총 세가지로 분류 하였고 각각 검사 생략 또는 누락, 검사기술 부족, 검사 속도조절 실패를 원인이 오류 발생 원인으로 보았다.

각 결함들의 인적 오류적인 요소를 분석하면 그림 3-2와 같이 협소구역과 같은 접근이 힘든 구역에 결함이 없을 것이라고 추정하여 검사를 하지 않거나 공간의 존재를 인지하지 못하고 지나쳐 버려 검사를 누락하는 생략오류, 검사기술이 부족하여 육안으로 잘 확인하지 못하거나 품질기준을 착각하여 합격여부 판정을 잘못하는 실행오류, 너무 빨리 움직여서 결함검출에 실패하거나 너무 느리게 움직여서 과도한 시간 소요에 따른 원활하지 못한 공정진행과 타 제품 검사 시간에 영향을 주는 시간오류를 인적 오류로 볼 수 있다. 이 오류들은 문제점을 각각 발생시키기도 하지만 연계되어 발생시킨다는 것을 발견하였다. 예를 들면, 너무 빠르게 검사를 수행하는 시간오류는 결함을 발견하지 못하고 지나치게 되어 육안 결함확인을 실패하게 되는 검사기술 부족으로부터 발생되는 실행오류와 연관된다는 것이다.



[그림 3-2. 품질검사원 인적 오류 분류]

그리고 그림 3-1의 품질결함들과 그림 3-2의 품질검사원 인적 오류 분류 사이 상관관계를 분석하여 그림 3-3과 같이 10가지의 품질결함 모두가 생략, 실행, 시간오류와 관련이 있다는 것을 발견하였다. 생략오류가 발생하면 검사가 모든 구역에서 행해지지 않게 되는 것이기 때문에 품질결함들이 발견 되지 않을 수 있고 시간 오류는 검사 속도가 너무 빨라 결함을 지나치게 되는 것이므로 품질결함들이 발견되지 않을 수 있다는 것이다. 실행오류 또한 품질 검사원의 검사기술 부족으로 발생하는 것이므로 결함들이 발견되지 않거나 불합격이 합격으로 판정 되어 수정작업이 이루어 지지 않을 수 있다.



[그림 3-3. 인적 오류와 품질결함의 상관관계]

인적 오류 발생으로 인해 결함 별로 초래되는 품질문제는 동일한 부분이 많은데 판 변형의 경우 구조강도 저하와 외관불량, 강판의 기계적 성질 변화 초래, 강재의 과다 수축 등의 품질 문제를 발생 시킬 수 있고 용접결함은 강판이나 구조강재 이음부에 균열을 일으켜 파단 되거나, 과다한 변형 등을 발생 시킬 수 있다. 자재 모서리 사상누락은 도료를 시공하는 도장작업의 불완전을 초래하여 해당 부분에 차후 녹이 발생 될 수 있다. 설계결함은 생산조립도 혹은 공작도라 불리는 작업도면 작성 시 전체적인 개념을 잡아놓은 상세설계도의 항목을 누락 시키거나 상세설계단계에서 필요한 항목을 반영하지 못한 경우 구조강도를 만족하지 못하거나 하중과 과다한 응력이동으로 인해 용접부 피로(Fatigue)파괴 혹은 구조재의 변형을 초래 할 수 있다. 취부 오작은 거주구 전체 구조강도상 문제 또는 기계장비류 하부의 지지를 제대로 하지 못하여 구조물의 변형을 발생 시킬 수 있다. 이 외 용접각목부족, 용접누락, 자재손상, 부재변형의 경우에도 결과는 비슷하다.

이러한 검사원의 인적 오류로 인해 제품이 품질문제를 보유한 채로 고객에게 인도 되는 것이 가장 큰 문제이나, 단기적으로는 전주감독관의 최종 검사 단계에서 불합격되어 후속공정이 지연됨에 따라 대기인원발생(인건비 상승), 생산계획 변경으로 인한 물류이동 및 장비 사용문제와 수정작업 시점과 장소, 타 공정 간섭 등에 의해 더 많은 비용과 시간이 소요되어 비용이 증가하게 되고 고객에게 품질신뢰도를 하락시켜 결국 제작사에 유, 무형적 손해를 발생 시키게 되므로 적극적인 관리가 필요하다.

### 3-2 구조 품질검사원의 인적 오류 발생 방지 방안

구조 품질검사원으로부터 발생하는 인적 오류를 방지하기 위해서 기존에는 시공 기준이나 품질기준 등 제품 위주의 직무교육을 실시하여 왔으나 검사행위에 대한 인간공학적인 면에서 부족하여 인적 오류 발생을 방지하기에는 매우 어려웠던 것이 사실이다. 따라서 앞서 분석한 품질검사원의 생략, 실행, 시간 인적 오류를 방지하기 위해 인간공학적인 면을 고려한

체크리스트 사용, 방법론적인 접근, 조직 심리화적인 접근, 직무교육방법 대해 접근하여 인적 오류 관리가 가능하도록 총 4가지의 발생 방지 방안을 마련하였다.

첫째, 제품에 대한 품질체크 리스트(Check List)와 검사원에 대한 체크리스트를 활용한다. 실제 해양플랜트 프로젝트나 상선 선체(Hull) 블록의 경우 작업 완료 시 제품에 대한 품질 체크리스트는 활용하지만 상선 거주구의 경우 상대적으로 구조강도상 중요도가 낮아 부가적인 업무를 최소화하기 위해 활용하지 않는 것이 일반적이다. 또한, 활용을 하더라도 그림 3-4와 같이 기존의 체크리스트는 제품 관점의 내용만 들어가 있고 품질검사원에 대한 내용이나 검사장소의 환경 면에 대한 체크리스트는 없었다. 따라서 제품에 대한 체크리스트와 검사원에 대한 체크리스트를 함께 활용하도록 한다.

거주구 점검 CHECK SHEET (Ship Accomodation-Product)		호선No.			
		Block NO.			
		작업팀			
점검항목		점검결과	문제점		
		검사원			
취부	취부상태				
용접	용접상태				
	용접구간(연속/단속)				
부재	부재확인(재질,두께 등)				
	부재정위치				
	부재단차(Mis-Alignment)				
	부재변형				
	부재손상				
	고박부재 정위치 여부				
사상	모서리 사상 등				
곡직	바닥, 벽(OUTSIDE)				
	바닥, 벽(INSIDE)				
개정작업여부					
MARK 확인(Owner CI, IMO NO, ETC)					
Vertical Ladder	정위치 여부				
	용접상태				
	간섭여부				
발판피스	정위치 여부				
	용접상태				
	간섭여부				
기타 선각화 의장품	정위치 여부				
	용접상태				
	간섭여부				
NOTE		점검자	성명	서명	점검일자
		LINE QC			
		QM			

[그림 3-4. 제품 품질점검 체크리스트 샘플]

앞서 A중공업의 품질검사 중 발견된 품질 결함 중 인적 오류를 발생시킬 수 있는 요소를 그림 3-5와 같이 체크리스트에 대분류로 경험(경력)여부, 당일의 신체적/정신적 상태, 검사 일정, 검사 대상의 작업 및 정리정돈 상태 항목을 넣었다. 그 다음 대분류의 각 항목별로 검사원의 신뢰도에 영향을 미칠 수 있는 사항들을 세부적으로 검토하여 선정하였고 경험여부에 거주구 구조검사 경력, 동일 선종의 경험여부, 검사대상의 특이사항 사전 확인여부, 대상 신조 프로젝트의 품질교육 이수여부에 대해 점검결과와 부연설명을 작성토록 하여 해당 검사를 수행하기에 기본적으로 적합 한 지 파악할 수 있게 하였다. 그리고 신체적 상태에는 검사행위 시 육안 확인에 필요한 시력과 검사대상 전체에 접근하기 위해 필요한 근골격계, 높은 곳으로 움직이거나 협소하거나 밀폐구역 출입 시 필요한 호흡계의 이상여부를 확인 할 수 있도록 하였고 더불어 검사원의 의식 수준과 주의력에 영향을 줄 수 있는 피로도에 대해 기입하도록 하여 작업의 업무시간을 기입을 통해 수치적인 자료를 근거로 차후에 통계분석이 될 수 있도록 하였다. 당일의 검사 일정 전체를 나열하여 이동시간 및 검사의 예상 소요시간 산정을 통해 무리한 검사 일정이 있는 것은 아닌지 확인하고 검사 장소에 장비 또는 자재가 적치되어 있거나 우천, 작업용수, 습기로 인한 녹이 발생하여 검사가 불가능한 상태인지 청소 및 정리정돈 상태를 체크하고, 타 공정 작업이 병행되어 용접, 절단 등의 화기작업 불꽃이나 사상작업의 쇠조각이 튀어 검사가 가능한지 확인 및 기록을 할 수 있도록 하였다. 그러나 조선업의 공정 특성 상 상기의 검사 진행에 부적합 사항이 있더라도 모든 것을 통제하기가 쉽지 않으므로 차후 문제발생 시 참고로 활용하기 위함 이다. 마지막으로 제품의 품질 검사 결과를 도출하는 것과 같이 앞서 확인 항목 내용을 토대로 검사원의 검사행위를 수행가능(Accept), 수행가능하나 주의 요함(Caution with Acceptable), 수행불가(Not Acceptable)로 점검결과를 나누어 평가하여 문제가 있는 항목이 눈에 띄도록 한다. 이 점검 체크리스트를 통해 본인이나 동료 또는 조직의 관리자가 검사상에 문제 여부를 확인 할 수 있는 관리시스템을 만들어 검사원의 인적 오류 발생을 차단하고 차후 품질문제 발생 시 추적 관리를 용

이하에 하여 문제의 원인분석, 해결방안 마련의 품질관리 시스템적인 면과 검사원 교육, 배치 등의 인적자원관리 면에서 유용하게 이용 될 수 있을 것으로 사료 된다. 또한 이 자료들이 장기간 쌓이게 되면 빅데이터(Big data)가 되어 어떤 요소가 인적 오류를 발생 시킬 확률이 높은지, 어느 정도의 기준이 품질검사를 정상적으로 진행 하게 할 수 있는지 등의 통계적 확인과 그에 따른 관리를 할 수 있게 되어 품질관리시스템 개선에 도움이 될 수 있을 것이다.

거주구 점검 CHECK SHEET (Ship Accomodation-Inspector)		호선No.	5455		
		Block NO.	90A		
		작업팀	SJ기업		
점검항목		점검결과	비고		
경험여부	거주구 구조검사 경력	A	5년		
	동일 선종 경험 여부	CA	없음		
	검사대상 특이사항 확인여부	A	완료		
	프로젝트 품질교육 이수여부	A	완료		
신체적 상태	시력	A	교정시력 1.2		
	근골격계	A	없음		
	호흡계	A	없음		
	피로 및 기타 이상여부	CA	전일 야근(22시)		
정신적 상태	개인적 스트레스 정도	A	사적인 사건 등		
	업무 스트레스 정도	CA	검사시간, 검사환경 등 서술		
검사 스케줄	이동거리 및 소요시간	A	사무실-> 6공장(15분) 6공장 -> 2공장(20분) 2공장 -> 4공장 (15분)		
	검사량 및 소요시간	NA	1) 선주/급 검사 Block 4EA, P.E 3DK(2시간) 2) QM검사 Block 3EA, P.E 4DK(3시간)		
검사 구역 정돈 상태	타공정 간섭	NA	도장 전처리 중		
	청소 및 정리정돈	CA	의장 자재 적치		
	접근불가, 협소구역 유무	A			
검사 대상 작업 상태	작업 완료 여부	NA	미완료		
	비상 공정 여부	CA	과다 지연		
	검사도구 준비상태	A	완료		
NOTE		점검자	성명	서명	점검일자
점검결과 : A(Accept), CA(Caution with Acceptable), NA(Not Acceptable)		LINE QC	홍길동	홍	2019.03.02
		QM			

[그림 3-5. 검사원 점검 체크리스트 샘플]

둘째는 방법론적인 접근방법으로, 품질검사원의 품질부적합 사항 표기법의 인지와 헛수고가 많은 검사의 축소가 이루어져야 한다. 제품 검사 시 검사원은 부적합 사항을 마카펜

(Marker pan)이나 분필 등의 필기도구로 현물에 기입 할 때 정확하고 효과적으로 해야 한다. 이 행위는 품질검사원이나 생산팀 작업자, 생산팀 관리자가 서로 부적합 사항에 대해 공유하고 차후 수정작업이 완료 된 후에도 재확인 검사나 추적관리를 용이하게 하는 것이 주목적이다. 먼저 정확도를 위해 오해를 부르는 표기는 하지 말아야 한다. 현장 작업자가 완전하게 이해 할 수 없는 기호 또는 영문표기 사용을 최대한 자제해야 하며, 임의로 제품 부분의 명칭을 명명하지 않고 정확한 의미전달 언어습관을 길러야 하는데 때로는 현장 사용 언어를 사용하여 읽을 사람의 의견을 반영하는 것이 좋다. 그리고 효과성을 높이기 위해 현물 기입 행위 시 누구나 쉽고 빠르게 확인 할 수 있도록 조치를 하여야 한다. 생산조직의 경우 공정진행 위주로 업무 진행이 많고 작업의 편이성에 중점을 두는 경우가 생겨 자칫 품질을 준수하지 못하는 경우가 생길 수 있다. 이동 통로의 입구나 자주 보게 되는 장소, 장소의 밝기에 따른 필기도구 선택 및 형광색의 결합 스티커 활용이 효과적 일 것이다. 또한 헛수고가 많은 검사를 축소시켜야 하는데 이 방안은 제작사의 정상적인 품질관리 시스템 운영부분만이 아니라 작업팀, 공정 유관부서와 더불어 CEO 및 상위관리자의 관심과 품질에 대한 인식의 개선이 더 중요하다고 할 수 있다. 조선업은 선주문 후생산 방식이기 때문에 정해진 계획일에 제품완성이 안되면 배상금(Back charge)을 지급해야 하므로 수검 조직은 작업이 미완료인 제품의 검사를 과도하게 진행 시키는 경우가 많다. 제조업의 공정 또한 중요하지만 품질검사 측면에서 보면 완성된 작업을 검사하는 단계에서 작업 중이거나 미완료 상태에서 검사진행 시 주목적인 고객의 검사 전 최종확인을 할 수 없게 되어 검사원의 신체적, 정신적 피로를 유발하고 재확인과정이 누락되어 인적 오류 발생 가능성이 높아 질 수 있다.

셋째는 조직심리학적 접근방법으로, 팀 내 동료 간 서로 염려하여 협력하는 분위기를 만들어야 한다. 검사량이 한 사람에게 과다하게 몰리거나 적을 경우 업무 분배와 지식, 정보 공유 용이화 시키는 등 의사소통과 조정을 용이하게 만들어 인적 오류가 발생 할 수 있는 환경을 차단할 수 있다. 실제 A중공업의 조선소 사외협력사 평가 결과를 보면 서로 다른 검사 조



직을 비교해 보았을 때, 협력하는 분위기의 조직은 대외적으로 품질 문제 발생 건수와 관리 평가 면에서 확실히 좋은 평가를 받고 있었다. 그러므로 조직의 관리자는 업무에 안이하거나 협조적이지 않은 조직원이 있다면 집단의 기강이 해이해 질 수 있으므로 업무 시 협조적인 분위기를 유도하거나 필요하다면 업무 재배치를 하는 것이 바람직하다. 또한 품질검사원이 공정설계나 작업 과정에 관련해 의견을 말 할 수 있는 분위기가 조성되어야 하는데 일반적으로 이미 확정된 일정에 맞추어 공정을 진행시키므로 일정 문제 발생 시 수검조직은 무리하게 검사를 밀어 붙이는 경향이 있다. 이러한 환경에서 품질검사원이 검사를 수행 함에 있어 영향을 받지 않을 수가 없는데 품질검사 측면에서 공정 진행방법에 의견을 내어 반영이 될 수 있다면 의견을 낸 본인이 더욱 의욕적으로 일에 임하여 공정병목 현상이나 선제적 품질문제 예방 등으로 개선을 이룰 수 있을 것이다.

넷째로 품질검사원의 직무교육 시 신입검사원과 숙련검사원의 구분이 이루어져야 한다. 신입검사원과 숙련검사원은 서로 이상 감지 능력과 사고방식이 다르다. 신입 검사원들은 새로운 환경의 업무에 익숙하지 않기 때문에 정보를 입수하여 취사선택하고 단기 기억한 것을 계획대로 이행하지 못하는 경향이 높으며, 습관이 형성되어 있지 않아 어떻게 처리해야 할지 망설이게 된다. 따라서 확인하는 시간이 늦어져 정해진 시간에 업무가 완료되지 않아 서둘러 판단하므로 생산에 혼란이 생기고, 불필요한 긴장을 하게 되며 정신적 피로가 높게 되어 실수를 쉽게 범하게 된다. 따라서 여러 선종의 프로젝트를 담당하게 하거나 품질관리구역 변경과 다양하고 커다란 품질 문제 이슈 경험이 필요하다. 반면 숙련 검사원들은 많은 경험이나 습관에 젖어 자신감이 과잉 된 상태가 되거나 요령에 익숙해져서 오류를 범 할 수 있다. 익숙한 검사를 하게 될 때에는 기억의 조합이나 대응 행동을 깊게 생각할 필요가 없어 기억이 생략되거나 중단되는 경우도 있으며, 오류를 범할 위험성도 생기게 된다. 따라서 사고방식에 문제점은 없는지 정기적으로 스스로를 진단하는 행동이 필요하다. 따라서 경력연수에 따라 검사원의 숙련 단계를 구분하여 그룹을 정해 알맞은 교육을 정기적으로 실시해야 한다.

## 제4장 결론

조선업종 품질검사원의 인적 오류를 줄이기 위해서 지금까지는 제품에 대한 지식 위주로 교육을 실시하거나 검사원 개인에게 책임을 지워 스스로 해결하도록 하여 인간공학적이거나 방법론적으로 대책을 강구하는 노력은 부족했던 것이 사실이다. 조선산업은 타 산업에 비해 노동력이 많은 비중을 차지하는데 제품을 제작하는 작업과 마찬가지로 제품검사 또한 사람에 의해 이루어지므로 인적 오류가 발생할 요소가 많음을 알 수 있으며 따라서 그에 적합한 방지 방안을 마련하는 것이 필요하다. 상선 거주구 제작사의 경우 완성 선박을 건조하는 조선소에 비해 품질검사원에 대한 관리나 직무 교육적인 부분에서 다소 부족 할 수 있다.

본론에서 A중공업의 관련 사례를 활용해 상선 거주구 제작 시 구조품질결함에 대해 분석하고 구조품질검사원의 인적 오류를 줄이기 위한 관리 시스템적인 면과 세부적인 지침을 통한 방법론적인 면, 조직심리학 요소를 고려한 인간공학적인 면의 인적 오류 발생 방지 방안을 마련하였다. 방지 방안들은 제작사가 관리 상 제대로 이루어지지 않는 부분을 상기시켜 줄 수는 있으나 근무환경이나 경영방침, 기타 제약요건에 의해 적용이 어려울 수 있으므로 실정에 맞는 개선이 필요할 것으로 사료되고 실제 효과가 얼마나 있는지는 추후에 조사가 필요하다.

본 논문은 품질검사원 신입사원들의 빠른 실무적응과 경력사원에게 그 동안 자세히 들여다 보지 않았던 인적 오류 부분에서 업무 시 도움이 될 수 있을 것이고 제작사의 품질관리시스템과 품질 부서 운영을 조금 더 수월하게 도와 줄 것으로 사료된다. 더 나아가 제작사의 이익을 도모하여 국내 조선 산업의 발전에 이바지 하고 타 제조업종의 기업들에게도 관리방식의 새로운 영감을 줄 수 있을 것이라고 생각한다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김대식, “최신산업인간공학”, 형설출판사, 2015.
- [2] 김유창\*정현욱\*배창호, “조선업종에서의 휴먼에러 예방”, 대한인간공학회지, Vol.30, No.1, pp127~135, 2011.
- [3] 김학성\*이주성\*이광석, “박판 평블록 필렛 단속 용접의 변형 특성”, 한국해양과학기술협의회 공동 학술대회, pp1191~1195, 2011.
- [4] 노민기, “휴먼 에러의 원인과 예방대책”, 한국산업안전보건공단, 2011.
- [5] 대한조선학회, “선박해양공학개론”, GS인터비전, 2012.
- [6] 박영택, “품질경영론”, 한국표준협회미디어, 2014.
- [7] 박철진, “선박품질 관련 휴먼에러 방지를 위한 결함정보 관리 방안”, 울산대학교 자동차선박기술 대학원, 석사학위논문, 2015.
- [8] 이관석 외, “휴먼에러의 예방과 관리”, 한솔아카데미, 2011.
- [9] 이원관, “체크리스트와 절차관련 휴먼에러 연구”, 항공우주의학회지, Vol.20(3), pp63~68, 2011.
- [10] 정기효\*이만자 역, “안전한국 4 휴먼에러를 줄이는 지혜”, 한언, 2015.
- [11] 한경도\*이민재\*김상엽\*문병연\*유동식\*조현국, “세막대 검사에서 막대 간 거리와 막대두께 차이에 의한 동적 입체시력의 변화”, 한국안광학회지, Vol.21(3), pp.253-257, 2016.
- [12] International Association of Classification Societies(IACS), “REC47. Shipbuilding and Repair Quality Standard”, REV.8, 2017.
- [13] “SHIPBUILDING YEARBOOK”, 한국조선해양플랜트협회, 2018.
- [14] The Welding Institute(TWI) in UK, “CSWIP 3.1 – Welding Inspector – Level 2”, REV.2, 2013.
- [15] 컨테이너선 전경 [www.dsme.co.kr](http://www.dsme.co.kr).
- [16] 컨테이너선의 거주구 전경 [www.shinhanheavy.co.kr](http://www.shinhanheavy.co.kr).

## [Abstract]

### A Study on preventing human errors of structural quality inspector for ship' s accommodation

Sang-Hak, LEE

Institute of Industrial Management Engineering,  
University of Ulsan  
Ulsan, Republic of Korea

The shipbuilding industry is an important for republic of Korea contributing in terms of the nation' s exports and employment. But it has been under lots of threats from other countries like china which has competitive cost through own government support and cheap labor costs in the past year' s a global shipbuilding market slump. But, in case of ships that require high technique and quality, Korea' s shipbuilder has been placing orders continuously. Therefore, it is important to maintain and improve the quality control system as well as develop the technology, and one of them is the quality inspection.

When the work is completed for each process, the inspection is performed by quality inspector who has a negative impact on the quality such as failure to detect defects or incorrect judgment due to human error.

In this study, I will select one of the shipbuilding which is accommodation, and

structural quality field. And i intend to analyze the status of human error of the quality inspector and discuss the ergonomic and methodological prevention method accordingly.