

# 조선업 사업장의 안전관리 시스템 구축에 관한 연구

최정우 · 유진환\* · 김현준\* · 서재민\* · 김성빈\*\* · 윤기봉†  
 중앙대학교 기계공학부 · \*(주)세이프티아 · \*\*노동부 산업안전국  
 (2008. 4. 7. 접수 / 2008. 11. 21. 채택)

## A Study on Safety Management System for Shipbuilding Industry

Jeong Woo Choi · Jin Hwan Yoo\* · Hyun Joon Kim\*  
 Jae Min Seo\* · Seong Bin Kim\*\* · Kee Bong Yoon†  
 Department of Mechanical Engineering, ChungAng University  
 \*Safetia Co.,Ltd  
 \*\*Department of Industrial Safety, Ministry of Labor  
 (Received April 7, 2008 / Accepted November 21, 2008)

**Abstract :** A large number of accidents have been occurred in the domestic shipbuilding industry. Its number of accidents is approximately twice than that of manufacturing industry and three times larger than that of whole industry in general. There are several reasons that make it hard to control the accidents. First, it is because the shipbuilding industry is composed of many subcontractors who may need improvement in safety education and safety management. Second, the shipyard environments are exposed to lots of hazards such as high elevation works, isolated workspaces, heavyweight and huge structures/components. Last, the shipbuilding industry has grown too rapidly in a short period. For that reason, the safety management standards and safety consciousness could not catch up the speed of its development. In this study, it is suggested to use a more efficient and easier way to conduct safety management using a web-based safety management system for the shipbuilding industry. This system is composed of four main parts, which is available for self-auditing with legal support. Those are checklists based safety and health evaluation, safety inspection, user shared accident database and user shared bulletin board. It is expected that this system can help us to reduce risks in the shipbuilding industry considerably.

**Key Words :** shipbuilding, safety, safety management, risk, risk management, auditing, checklist, potential hazard, accident

### 1. 서론

1960년대 이후 우리나라는 경제 및 산업구조를 근대화시키기 위한 정부의 경공업, 중화학공업 육성정책에 힘입어 지속적인 경제발전을 이루었다. 특히, 중화학공업과 더불어 선박 건조 및 수리업의 획기적인 발전이 우리나라가 신흥공업국 성장하는데 중추적인 역할을 해왔다. 하지만 선박 건조 및 수리업의 급속한 생산물량 증가로 인해서 근로자들은 여러 가지 위험요소에 노출되었으며, 중대 산업 사고가 지속적으로 발생하고 있다.

조선업 재해율은 제조업 평균 재해율에 비해 상당히 높은 수준을 보이며 Fig. 1에서 확인할 수 있

다. 조선업이 일반제조업 보다 높은 산재율을 보이는 근본적인 원인은 수주량 증가에 따른 작업강도 증가 및 열악한 작업환경과 산업구조에 기인하고 있다. 특히, 수주량 증가는 재해율의 증가와 밀접한 관계를 가지고 있는 것을 Fig. 2에서 확인할 수 있다.

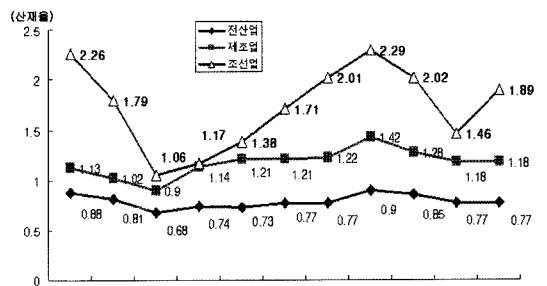


Fig. 1. Industrial accident rate in Korea<sup>1)</sup>

† To whom correspondence should be addressed.  
 kbyoon@cau.ac.kr

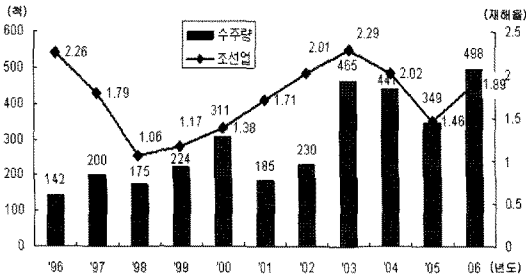


Fig. 2. Increase of accident rate in shipbuilding industry according to the amount of orders received<sup>2)</sup>.

조선업 특성상 선박 제조 공정에 많은 부분을 협력업체 근로자들이 담당한다. 그 동안 협력업체에서 사망재해가 많이 발생하였고, 근로자 교체 빈도 또한 높은 수준에 이르고 있다. 협력업체 근로자의 빈번한 교체는 안전, 보건 교육 실시의 어려움 및 효과 반감 등 사업장 안전보건 수준 향상의 걸림돌이 되어 왔다<sup>3)</sup>. 조선업이 국가 경제에 기여하는 수준을 고려한다면 조선업에서 발생하고 있는 다양한 형태의 산업재해 관련 안전보건 문제에 대해 국가와 기업들이 사회적 책임이 필요한 때이다.

조선업 산재에 관한 안전의식은 대한민국 조선업의 현황이 시작된 1990년대부터 대두되기 시작하였으며<sup>4)</sup>, 최근 실시된 조선업 사업장의 안전보건 활동에 관한 조사에서 사업장의 안전보건 활동 수준의 향상을 위해 현재 노동부에서 시행하고 있는 조선업 안전관리 자율평가 프로그램 등 안전보건 활동의 필요성을 노사 양측 모두 절실히 느끼고 있는 것으로 분석되었다<sup>2)</sup>.

이상과 같은 필요에 의해 본 연구에서는 체계적인 접근법에 의해 기업이 안전보건에 관한 자발적이며, 적극적인 수행을 유도할 수 있도록, 안전보건 관리 업무를 지원할 수 있는 전산 프로그램을 연구·개발하였다.

## 2. 조선업 사업장 잠재위험 분석

### 2.1. 조선업 사업장 중대재해

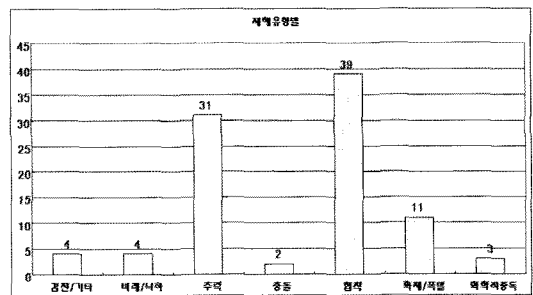
국내 조선업 사업장에서 주로 발생하는 중대재해 및 사업장에 존재하는 잠재위험요소를 파악하기 위해 한국산업안전공단에서 보고한 “조선업 중대 재해 사례집”<sup>5,6)</sup>을 근거로 최근 6년 동안(2001~2006년)의 조선업의 중대사고 특성을 분석하였다. 현재 조선업종에 대한 사고 또는 재해에 대한 기록이 산업규모와 근로자수에 비해 부족하지만, 재해 및 사고와 관련된 공식적 자료로서 가장 신뢰성 높은 자

료는 한국산업안전공단에서 발간한 자료이므로 이를 근거로 조사하였다. 이 자료를 보완하기 위해 부산 및 통영에 위치한 중규모 조선소 2곳에 대한 현장 방문조사를 병행하여 작업장 상황 및 보고되지 않은 잠재위험요소들을 파악하였다.

6년간 94건의 중대재해를 분석한 결과 중조립, 소조립을 포함한 조립 공정 12건과 의장 공정 13건을 주요 위험 공정으로 분류할 수 있으며, 복합사고 및 공정 구분이 모호한 경우가 많아 복합사고가 44건으로 분류되었다.

재해 유형은 Fig. 3과 같이 분석되었으며, 추락 31건 협착 39건 및 화재폭발 11건으로 이들이 전체발생사고의 87%를 차지하고 있는 주요 재해유형으로 파악되었다.

또한, 기인물 및 장비별 사고 등 원인별 사례를 분석한 결과는 Fig. 4와 같으며, 전반적인 조선공정 전 작업에서 사고가 발생한 것으로 분석되었다. 그 중 크레인, 고소작업차 및 곤도라, 블록, 부재 등 고소작업이 높은 잠재위험성을 가지고 있으므로 이의 적절한 방지 대책을 강구하지 못한 결과라 판단된다. 또한 복합사고 및 기타 항목이 높은 사고발생가능성을 내포하고 있는 것으로 분석되었다.



조선업에서의 재해유형  
Fig. 3. The type of accidents in shipbuilding industry.

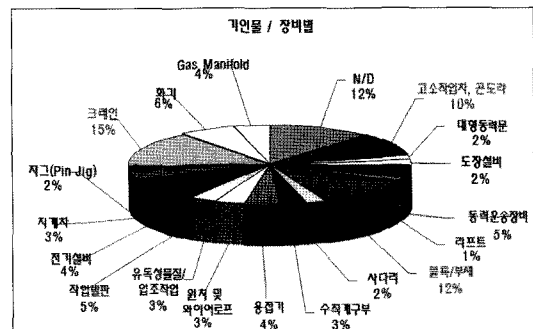


Fig. 4. Causes of accidents in shipbuilding industry.

이는 조선업 사업장의 사고 발생 원인이 공정에 따라 분류할 수 있다고 하기 보다는 각각의 해당 작업이 내포하는 잠재위험에 의해 결정되고 있음을 보이는 것이다.

**2.2. 조선업 선박건조 공정 재해유형 및 위험요인**  
조선업 선박건조 공정의 잠재위험 분석을 위해

KOSHA CODE B-3-2001 조선업 안전기술지침<sup>7)</sup> 및 대한조선학회의 선박건조공학의 공정 분류기준<sup>8)</sup>을 근거로 작업공정을 강재하역 등 11개로 분류하였다. 분류된 11개 공정은 작업 연관성이 적은 시운전을 제외한 10공정으로 구분하였다. 본 연구에서는 조선업 선박건조의 위험성 확인을 위해 분류된 선박건조 공정에서의 작업 장비 및 설비별 발생 사고의 재

Table 1. Types of accidents and potential hazards in various shipbuilding processes

공정	기인물(장비 또는 설비)	주요 재해유형	잠재 위험요소
강재하역	크레인 지게차 트레일러 트럭 바지선	협착, 충돌, 전도	· 아적장 임의 출입시 충돌, 협착 위험 · 트레일러, 지게차 운행시 충돌 위험 · 크레인 정비 작업시 협착, 충돌 위험 · 강제 하역 시 전도, 붕괴위험 · 기타 작업 시 충돌, 낙하/비래, 붕괴, 소음 및 무리한 동작
전처리	도장설비 컨베이어설비 클리닝 설비	협착, 충돌, 전도, 폭발	· 컨베이어 이송물 협착 위험 · 이송 중 근로자 출입시 협착, 전도 위험 · 예열기 화재/폭발 위험 · 도장부스 및 미싱룸, 부스감시장 오염에 의한 안구 피로 · 건조로 인한 화재위험
절단가공	컨베이어설비 가스절단기	협착, 충돌, 전도, 무리한 동작	· 작업 중 철관 이송 시 전도, 협착위험 · 절단기 주행모터와 레일사이 협착위험 · 공동 작업 시 신호 불일치로 인한 협착위험 · 철관 운반 중 충돌위험 · 수작업 마킹 파우더 접촉시 피부질환 · 작업통로 미 확보 시 충돌위험 · 유해광선, 흡(fume), 소음노출 · 근골격계 질환위험 등
성형가공	프레스 가열토치 질곡기	화재폭발, 화상, 무리한 동작	· 프레스, 벤딩기 협착위험 · 마그네트 철관 운반 시 낙하위험 · 클램프 이탈시 철관 낙하위험 · 체인블록 후크 이탈위험 · 근골격계 질환 위험
소/중조립	크레인 용접기 체인블록 그라인더 자동용접기 트레일러 레바풀러	협착, 충돌, 감전, 전도, 화재/폭발, 산소결핍, 무리한 동작	· 적재 또는 파트 운반 시 낙하위험 · 턴오버 작업 시 부재 낙하, 전도위험 · 부재 샤를 등 재결합 해체 시 추락위험 · 샤를 클램프 크레인 등 탈기구 불량시 낙하 위험 · 용접 피드, 소부재, 라인허팅기 운반시 요동 위험 · 용접봉 접촉에 의한 감전위험 용접흡 유해 광선 및 소음 노출
대조립	크레인 CO2용접기 자동용접기 트레일러 콘도라 리프트 이동식 사다리 체인블록 레바풀러 유압잭 그라인더	협착, 충돌, 전도, 감전, 화재폭발, 가스질식	· 비계설치 및 해체작업 시 추락위험 · 사다리 사용 중 추락위험 · 사다리 이동 중 추락, 전도위험 · 용접흡 및 소음에 노출위험 · 컨트롤러 크레인과 벽면 협착위험 · 마그네트 크레인 사용 시 낙하위험 · 블록 충돌 및 전도위험 · 부재 낙하위험 · 부적절한 핀지그 사용 시 전도위험 · 이동 중 전도위험 · 외관상부 등 고소 작업 시 추락위험 · 가스누출에 의한 화재/폭발위험 · 용접기 등 전기설비 사용 시 감전위험 · 수직부재 취부 시 전도위험 · 턴오버 작업 시 낙하, 충돌위험
도장	도장설비 그라인더 콤프레셔 비방폭형 전기 설비	유기용제 중독, 추락, 소음, 화재, 폭발, 가스질식, 협착, 무리한 동작	· 도장 공장 및 미싱룸 내 화재/폭발위험 · 동력문 개폐 시 협착위험 · 고소작업 시 추락위험 · 비방폭형 전기설비 사용 시 화재/폭발위험 · 블록 스프레이 및 붓도장 작업 시 화재위험 · 도장공장내 사상 작업 시 화재위험 · 페인트 과대보관 사용으로 유기용제 노출 및 화재/폭발 위험

Table 1. Types of accidents and potential hazards in various shipbuilding processes (continues)

공정	기인물(장비 또는 설비)	주요 재해유형	잠재 위험요소
PE의장	크레인 트랜스포터 고소차 자동용접기	추락, 전도, 붕괴, 낙하비계, 무리한 동작	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 정리정돈 및 통로 미확보 시 협착, 충돌, 전도위험</li> <li>· 파이프 지지대 불량 시 불록 전도위험</li> <li>· 불록상부 고소작업 시 추락위험</li> <li>· 레바블고, 체인블록 사용 시 비래, 전도위험</li> <li>· 에어드릴 사용 시 말뚝, 비래위험</li> <li>· 사다리 전도, 추락위험</li> <li>· 용접기 전기설비에 의한 감전위험</li> <li>· 선반 작업 시 비래위험</li> <li>· 사상작업 시 연삭칩 미산 및 수치절상위험</li> <li>· 용접 및 사상작업 시 용접 흠 및 분진, 미산</li> <li>· 불록 전도위험</li> <li>· 크레인 운반시 샤클, 러그불량에 의한 낙하위험</li> <li>· 샤클 체결, 해체 시 추락위험</li> <li>· 고소차 사용 시 충돌, 추락, 협착위험</li> </ul>
탑재	크레인 콘도라 리프트 CO2용접기	협착, 충돌, 낙하, 비래, 분진, 추락, 질식, 화재/폭발, 무리한 동작 등	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 러그, 와이어, 크레인 용량부족 등 불량시 불록 낙하위험</li> <li>· 불록, 샤클 등 체결, 해체작업 시 추락위험</li> <li>· 콘도라, 시저리프트, 고소작업차 사용시 전도, 추락 및 낙하위험</li> <li>· 맨홀 등 개구부 추락위험</li> <li>· 밀폐 공간 내 용접, 도장작업 시 질식 및 화재/폭발 위험</li> <li>· 승강사다리 불량시 추락 및 전도위험</li> <li>· 비계설치, 해체작업 중 추락</li> <li>· 용접기 등 전기설비 사용 시 감전위험</li> </ul>
진수의장	크레인 도장설비 CO2용접기 통신설비	추락, 화재/폭발, 감전, 전도, 무리한 동작	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 크레인 안전수칙 미 준수로 인한 추락, 낙하 위험</li> <li>· 개구부 방치로 인한 추락 위험</li> <li>· 인화성 물질취급 부주의로 인한 화재 위험</li> </ul>

해유형 및 잠재 위험요소 구분 등 다각적인 분석을 실시하여 Table 1과 같은 결과를 얻었다. Table 1의 분석결과는 조선업 안전관리 시스템의 위험성 평가를 위한 기본 자료로서 활용할 수 있을 생각된다.

### 3. 조선업 안전관리 프로그램

본 연구에서 수행된 조선업 사업장 내의 공정 분류와 이에 따른 선박건조공정의 잠재위험 분석 결과를 활용하고 또한, 현재 조선업 사업장의 안전보건활동의 수준을 측정하기 위한 목적으로 노동부에서 시행하는 ‘조선업 자율안전 보건평가’ 제도를 참

고하여 조선업 사업장에 적합한 위험성평가 프로그램의 필수항목을 Fig. 5에 보였고 이를 조선업 안전관리 프로그램의 로직(logic) 절차로서 제안하였다.

연구된 안전관리 프로그램에는 자율안전 수준을 평가하는 “자율안전보건” 메뉴와 정밀안전진단평가 기능을 포함하는 “안전점검” 메뉴를 구성하였으며 이외에 “사고자료” 및 “자료실” 메뉴가 구성되어 있다. 이들의 기능은 다음과 같다.

#### 3.1. 자율안전보건평가

자율안전보건평가 모듈은 사전재해예방 활동을 강화하기 위한 목적으로 만들었으며, ‘조선업 자율안전보건 수준평가 기준서’를 기반으로 일반관리현황, 자율안전보건관리활동, 현장위험성 3가지 분야로 나누어 사업장 위험 및 관리 수준을 평가할 수 있도록 Fig. 6과 같이 구성 하였다.

조선업 사업장의 전반적인 안전관리 활동의 수준 및 상황을 파악하기 위한 점검도구로서 현재 각 사업장에서 노동부 및 한국산업안전공단에 제출하고 있는 “조선업 자율안전관리 자율평가 프로그램”을 기본으로 한다. 향후 “조선업 자율안전관리 자율평가 프로그램” 개정 시 이를 즉시 반영할 수 있도록 개방형 구조로 시스템을 구축하였다. 법적 필수 제출 보고서(자율안전보건평가 보고서)를 시스템을 통해 손쉽게 작성, 보고, 관리할 수 있도록 개발하였다.

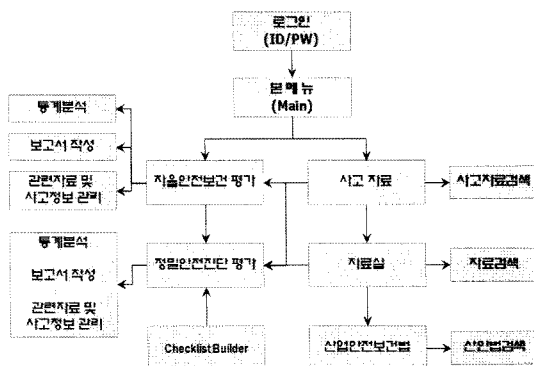


Fig. 5. Logic flow of safety management program for shipbuilding industry.

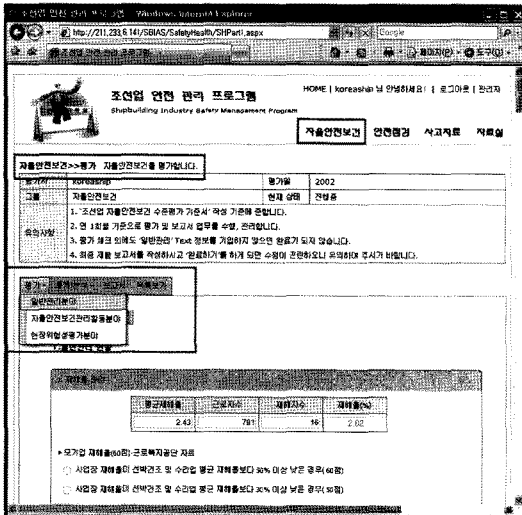


Fig. 6. Screen structure for safety and health evaluation module.

### 3.2. 안전점검

안전점검 모듈은 작업그룹별 잠재 위험 요인을 도출하고, 이를 평가하여 관리할 수 있는 기능을 갖추고 있으며, 실제 사업장의 작업 혹은 공정 형태에 따른 위험 요소를 효과적으로 관리할 수 있도록 구성하였다. 현재 선박건조 공정의 잠재위험을 도출하기 위해 많은 조선업 사업장에서 M-HAZOP 및 작업위험 평가 등을 실시하고 있으나, 본 연구에서 현장 조사 연구를 수행한 결과 위의 방법들은 소수의 대규모 사업장을 제외하고는 사업장 안전성 향상을 위한 효과적인 방법이 되지 못하고 있는 경향이 있는 것으로 판단되었다.

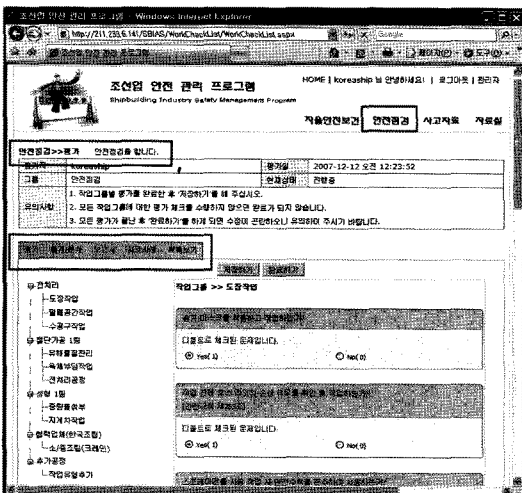


Fig. 7. Screen structure for safety audit module.

따라서 본 연구에서는 비교적 현장 적용이 쉬운 정성적 위험성 평가 방법인 체크리스트(Checklist)<sup>9,10</sup> 형태의 잠재위험 평가 모듈을 도입하여 조선업종 잠재위험 평가 방법으로 선정하였다. 또한 앞에서 분석된 선박건조 11개 공정의 특징, 재해유형 및 잠재위험요소를 반영하여 체크리스트 평가 항목을 구성하였다. 효율적 잠재위험 확인을 위해 사용자 편의성을 고려하여 사용자 및 관리자에 의한 체크리스트 평가 항목의 가감이 가능하도록 하였고, 평가 결과의 자동통계 계산 및 보고서 생성이 가능하도록 프로그램을 구성 하였다.

### 3.3. 사고 데이터베이스

조선업에서 발생한 각종 사고 정보를 공유하기 위해 사고정보 DB 시스템을 구축할 수 있도록 기능을 구현하였으며, 기본적인 초기정보로서 2001~2005년 간의 94건의 조선업 중대재해 사례 및 2006년 한국산업안전공단 부산지역본부에서 발행한 “조선업 주요 공정별 재해현황 및 유해·위험요인 분석”<sup>11</sup>에서 제시된 주요 위험요인 및 예방대책을 탑재하였다.

사고 데이터베이스 시스템은 사고정보를 누적하여 동일유형의 사고를 예방하기 위한 도구로 웹 기반 프로그램의 특성을 반영해 다른 사업장에서도 사고 정보를 검색할 수 있도록 구성하였다. 따라서, 각 사업장에서 발생한 사고를 업로드 하게 되면 다른 사업장에서도 손쉽게 정보를 공유할 수 있어 사고정보를 효과적으로 활용할 수 있는 장점을 가지고 있다.

이를 통해 사고에 대한 구체적인 정보와 안전 관리에 대한 중요성을 근로자뿐만 아니라 경영자에



Fig. 8. Screen structure for accident database construction.



Fig. 9. Screen structure for resource containing center.

게 용이하게 전달할 수 있으며, 작업장에서의 안전관리 문제점이 사고로 이어질 수 있는 다양한 실제 사례를 효과적으로 획득하여 파악할 수 있다. 또한 사고에 대한 교육훈련을 위한 매우 효율적인 도구로써 조선업 사업장의 안전성 향상에 기여할 수 있을 것이다.

### 3.4. 자료실

조선업 사업장 안전 관리와 관련한 각종 정보를 공유할 수 있는 공간으로 각 사업장에서 발생하는 다양한 안전 관리 활동에 관련된 자료를 축적하여, 다른 사업장에서도 손쉽게 정보에 접근하여 정보교류 및 활용이 가능하도록 구축하였다. 안전교육자료 및 안전성 향상을 위한 개선 활동에 관한 자료 등 조선업 안전성 향상을 위한 모든 정보를 공유함으로써 지식정보관리를 위한 기반 조성 및 국내 조선업 사업장의 안전 의식을 고취시키고, 사고예방의 기틀을 마련하는데 기여할 것으로 기대된다.

## 4. 결론

본 연구를 통해 제안된 조선업 사업장 안전 관리 프로그램은 산업현장의 위험요소를 효과적으로 관리할 수 있도록 지원하고, 궁극적으로는 사고 예방에 기여할 수 있을 것이다. 또한 안전 교육과 안전보건 문화에 대한 작업자 및 경영자의 관심을 높여 안전 의식을 고취시키는데 기여할 것이다. 이와 더불어 안전보건 관련 모든 주요 업무를 시스템을 통해 체계적으로 지원함으로써 업무 효율성을 극대화 시켜 적은 인력으로 조선업사업장의 안전성 향

상을 도모할 수 있을 것으로 기대한다.

더불어 본 연구의 Case Model로 활용한 통영 지역의 중규모 조선소의 안전관리담당자 및 조선사업장의 안전관리감독 주관업무를 수행하는 한국산업안전공단 전문가의 의견을 토대로 한 본 연구 성과물의 긍정적 효과 및 향후 국내 중소규모 조선소의 안전관리 시스템으로 확장 적용시 기대효과는 아래와 같다.

#### • 위험요소 관리 효율 증대

- 체계적으로 재해를 조사, 분석할 수 있는 기반 마련
- 재해 다발 공정을 중심으로 개선 대책 제안, 위험요인을 원천적으로 제거
- 공정별로 위험요인을 세분화하여 관리

#### • 안전관리 업무효율 향상

- 위험성 평가, 분석 업무의 편의성 증대
- 재해 발생시 사고조사, 예방활동을 통해 동종 재해를 예방할 수 있는 기틀 마련
- 위험성 평가 결과의 실효성 극대화

#### • 근로자 안전의식 고취

- 자사 및 협력업체 대상의 근로자 교육을 통해 안전의식 함양
- 자발적이고 체계적인 안전/보건 관리 문화 형성
- 안전보건정보 교류를 활성화
- 사고 피해 및 관리 비용 절감
  - 재해율과 사망만인율이 모두 낮아짐에 따라 전체적인 사고처리 비용 절감
  - 관리효율이 증가함에 따라 안전점검을 위해 투입되는 인력과 시간 감소

이와 같이 조선업 사업장에서의 위험요소관리, 안전의식고취, 업무효율향상으로 인해 사고 위험을 낮출 수 있다면 전체적인 사고비용을 절감할 수 있을 것이다. 뿐만 아니라, 사고 발생으로 인해 나타날 수 있는 생산손실, 작업의욕상실 등 여러 형태의 간접적 손실 절감 효과까지 고려한다면, 본 연구를 통해 개발된 프로그램은 경제적으로도 매우 높은 가치를 가질 수 있을 것이다.

**감사의 글 :** 본 연구는 한국산업안전공단 산업안전보건연구원의 연구비로 수행되었으며, 연구비 지원에 감사드립니다. 또한 이 논문의 일부는 2008년도 중앙대학교 우수연구자 연구비 지원에 의한 것입니다.

## 참고문헌

- 1) 산업재해분석, 노동부, 2006.
- 2) 조선업 위험성 평가 프로그램 개발, 한국산업안전공단 산업안전보건연구원, 연구보고서, 2007.
- 3) 목연수, 이동훈, 장성록, 고성석, 조선업 협력업체의 안전관리 모델에 관한 연구, 산업안전학회지, 제14권, 제1호, pp. 158~166, 1999.
- 4) 이윤혁, 이상도, “조선업 산재예방을 위한 안전의식 실태조사”, 산업안전학회지, 제13권, 제1호, pp. 119~130, 1998.
- 5) 조선업 재해 사례집[2001-2002], 한국산업안전공단 부산지역본부, 2002.
- 6) 조선업 중대재해 사례집[2003-2005], 한국산업안전공단 부산지역본부, 2006.
- 7) KOSHA CODE B-3-2001, 조선업 안전점검 기술지침, 2001.
- 8) 선박건조공학, 대한조선학회, 동명사, 1998.
- 9) 공정플랜트의 위험성 및 신뢰성 관리, 윤기봉, 고재욱, 김인원, 대가, 2007.
- 10) Less F. P., “Loss Prevention in the Process industries”, Butterworth, 2001.
- 11) 조선업 주요 공정별 재해현황 및 유해·위험요인 분석, 한국산업안전공단 부산지역본부, 2006.