

이동식 크레인 사망재해의 인지공학적 대안

강 현 수* · 박 범*

*이주대학교 산업공학과

Alternative Prevention on Human Error of Fatal Injuries by the Mobile Cranes

Hyunsu Kang* · Peom Park*

*Department of Industrial Engineering, Ajou University

Abstract

According to the statistics, occupational fatal injuries by mobile cranes were about 12 per year in whole industrial. Mobile cranes are widely used in various parts of industries to improve the efficiency of the work. However considerable number of fatal injuries happen each year during the operation of the machines. In this study, the current regulations to be adequate in industrial site have to be renew in order to prevent the fatal injuries by mobile cranes.

Fatal injury analyses were conducted with several accident cases by the mobile cranes. For each accident, the causes of the injuries were examined and proper safety measures were proposed. In this study, the mobile crane showed a high fatality rate in industrial accidents and no detailed cause analysis of fatal accidents was conducted in terms of unsafe acts or conditions. This study proposed a revision of the standard guideline as an accident prevention measures through in-depth analysis of fatal accidents.

First, among the mainly five machines caused the accidents, mobile crane was higher for the second showed 0.6% for number of fatalities compared to number of mobil cranes and for the third showed 11% for number of fatalities compared to number of injuries. Second, main cause of cognitive engineering agenda was visibility, responsibility, affordance. As the measures to prevent accidents before starting operation, alternative revision for the fool proof including visibility, responsibility, affordance etc. for the fool proof measures was proposed. Third, alternative revision as cognitive accident prevention for the fail safe measures was proposed.

Key words : mobile crane, human error, visibility, compatibility, fool proof, fail safe.

1. 서론

이동식 크레인은 중량물을 이동하는 경우에 매우 유용한 설비이다. 산업안전보건 기준에 관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다) 제2편 제1장 제9절 제132조(양중기)에서 이동식 크레인은 고정식의 천장크레인

과 달리 “이동이 가능하여 불특정 지역에서도 사용이 가능한 기계”이다. 이런 특성이 있어 이동식 크레인은 사용 영역이 매우 넓으며, 중량물을 양중하는 기능이 있어 양중기의 일종으로 되어 있지만 건설기계로는 분류되지 않는다. 또한, 이동식 크레인은 사용범위가 넓음에 따라 재해가 빈발하게 발생하는 기계이기도 하다.

† Corresponding Author: Peom, Park E-mail : ppark@ajou.ac.kr Dept. of Industrial Engineering, Ajou University, 206, Worldcup-ro Youngtong-gu, Suwoon-city, 443-749, Republic of Korea
Received July 13, 2015; Revision Received December 05, 2015; Accepted December 09, 2015.

2012년 우리나라의 업무상 사고 사망만인율은 0.73으로 OECD 국가 중에서 하위를 나타내고 있어 사망 사고 예방이 매우 필요한 실정이다. 사고는 사람과 기계 사이에서 발생하는 것으로, 이는 사람과 기계간 접점에서의 재해 예방이 필요하다는 것으로 볼 수 있다.

여기서 접점의 핵심은 인간인 근로자이다. 그러므로 재해 예방을 위해서는 접점에서의 인간요소에 대한 인간공학적 대안이 필요하다. 휴먼 에러로 인한 재해예방을 위해 안전보건규칙에서 인간공학적인 요소의 재해예방 내용을 포함시키는 것이 필요하다.

선행연구로 조명우는 “주요 외국의 업종별 사망재해 조사 연구[1]”에서 미국, 독일 등 OECD 회원국들과의 비교 맥락에서 사망재해와 관련하여 재해의 수준, 통계 산출의 개선점 또는 산출체계의 방향 등에 대하여 발표하였다. 이 논문은 통계상의 문제점과 시사점에 대한 연구로서, 실제 재해의 구체적인 분석이나 재해예방의 대안은 연구 대상에서 제외되어, 그 관련 내용은 없었다.

Reason[2]은 인간에게서 주의력이나 기억력에 문제가 되면 인적오류에 의하여 의도치 않게 불안전 행동이 유발되어 사고를 발생시키는 원인이 된다고 주장되어 왔다. 박재희 등은 “인간 기계 시스템 모델에 의한 크레인 사망재해 분석[3]”에서 크레인의 설계, 제작, 설치, 운전의 생애 주기에 따른 정보처리과정이나 행동요인 및 법규와의 재해분석을 이용하여 인간공학적 요소의 원인을 찾고자 하였다. 이 논문에서는 인간의 감지, 기억, 판단, 행동의 관점에서 천장 크레인에 의한 사망 재해를 다루었다. 기도형 등은 “크레인 사망재해 실태와 안전대책[4]” 연구에서 이동식 크레인은 8,400대로 크레인 전체의 약 18%를 점유하고, 사망재해를 유발하는 기인물 중에서 크레인이 높은 점유율을 보이는 것으로 나타났으며, 설비 자체보다는 인적 요인이 더 큰 사고 유발 요인인 것으로 분석하였으나 구체적인 인적요인에 대한 언급은 없었다. 한편, 이동하[5] 등은 중대재해 조사 항목에서 인지공학적 분석으로 제일 먼저 수행하여야 할 내용으로 사고 유발자가 조사 항목에 필요하다고 주장하였으며, 사고 유발자에 대한 현황을 논문에 포함하였다. 고중현[6] 등은 인적오류 유형에서 철도 사고와 관련하여 오류 모드 별로 작업 오류와 확인 오류를 분석해 내었다. 사고분석에서 사고가 발생되기까지의 시간적 의미로 볼 때에 이 방법의 분석은 재해예방의 문제점을 찾는 데 유용한 방법으로 될 수 있다. 그러나 고중현은 분석의 결과만 제시하였을 뿐 그에 대한 대안을 제시하지 않아 아쉬움이 남는다. 따라서 작업 중과 확인사항에 관련된 재해예방 대책의 요소 분석이 필요한 것이라고 사료되어 이 논문에서는 이에 대하여 다루고자 한다. 반면에 이승원[7]

등은 철도관련 사고 예방 대책에서 근로자간의 소통문제에 대해 인지 확인 단계와 판단 동작 단계에서 과오가 많았음을 밝혔다. 이에 대한 예방대책으로는 지식교육과 기능 교육이 필요함을 역설하였다. 하지만, 이러한 오류에 대한 기술적 조치보다 교육이 쉬운 대책이라고 보기는 쉽지 않다. 이는 문제 분석에 대한 좀더 근원적 조치가 필요한 것으로 판단된다. 배성규[8] 등은 산업 재해 평가 모델 연구에서 안전행동과 핵심 인적 요인을 도출해 내었다. 이는 안전 효율감에 영향을 주는 인적 요인으로 스트레스, 교육 시스템, 경력 등의 요인이 파악되었으나 재해예방의 대안 제시에는 요인 항목으로의 한계가 있었다. Sen[9] 등은 천장크레인과 관련하여 운전조작방법이나 형태 등이 기계별로 다르면 운전자의 실수에 의해 사고 유발이 있음을 지적하였고 실수 방지를 위한 양립성을 주장하였으며, 인간공학적 문제 중에서 양립성에 대한 내용만 언급하였으며, 타 요인은 다루지 않았다. 박재희[10]도 천장크레인에 대하여 펜던트에서의 양립성에 대한 논고가 있었으나 일부분만 거론되었다.

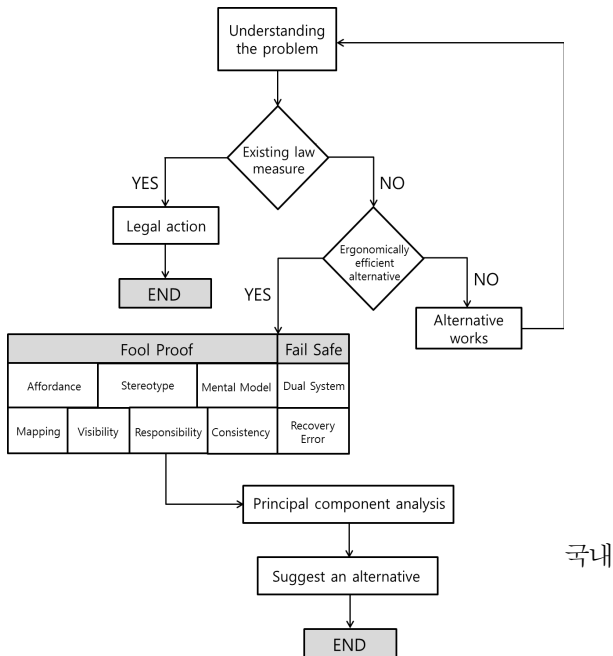
이 연구에서는 사망재해를 인지공학적 관점에서 분석하여 주요 대안이 어떤 것인가를 파악한 후, 효과적인 재해 예방을 위하여 안전보건규칙의 개정안을 제시코자 한다.

2. 연구 방법

국내에서는 안전보건규칙에 산업재해예방을 위한 인간공학적인 구체적인 조문이 명시되지 않은 상황이며, 대부분의 재해가 인간 접점의 가시성과 같은 문제에 의하여 기인되는 바 산업재해예방을 위한 인간공학적 접목이 필요하다. 이러한 문제를 해결하기 위해 Fig. 1과 같은 절차로 방법을 강구하였다.

절차로는 사고와 관련하여 문제점을 파악한 후, 파악된 문제점이 법적조치 대상 유무를 판단하여 법적조치 대상은 법적 대안 조치를 취하고, 법적조치 비대상은 인간공학적 내용으로 분류하여 Fool proof와 Fail safe로 대안을 분석한다. 인간공학적 대안이 없는 경우는 대체 작업방안을 강구하여 문제를 초기화하여 재분석하고, 대안분석은 사고 사례 분석을 통해 사고 별로 주요 특성을 분석한 후, 적정 관리수준으로 조치한다. 문제점 파악을 위한 대상은 이동식 크레인의 사망재해를 분석하기 위하여 2009년에서 2013년까지의 산업재해 현황분석 자료를 활용하였다[11].

또한, 작업 시 발생형태, 가해자 현황, 인지공학적 대안 항목 등의 구체적인 내용을 분석하기 위해 근로복지공단의 산재 요양 신청서의 내용을 참조하여 심층 분석하였다. 인지공학적 재해예방 대안 항목으로는 가시성 등 대표적인 Fool proof 개념의 7개 항목으로 구성하였다.

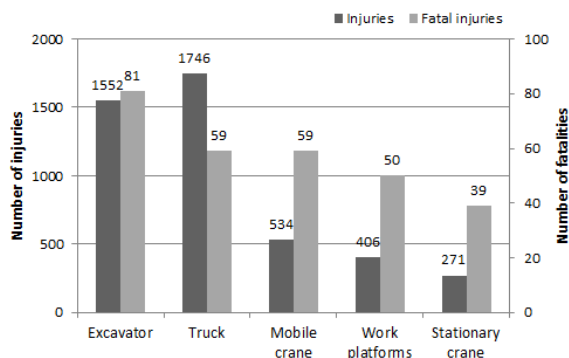


[Figure 1] Procedure of human error analysis

국내의 이동식 크레인과 관련된 건설기계 등록 현황은 건설기계 협회의 자료를 참고하였다[12]. 인지공학적 대안 항목별의 평균과 표준편차는 이동식 크레인의 사망사고와 관련된 해당 항목에 대하여 Likert 7점 척도로 사용하여 해당 여부를 분석하였다.

3. 이동식 크레인 재해발생의 인지공학 분석

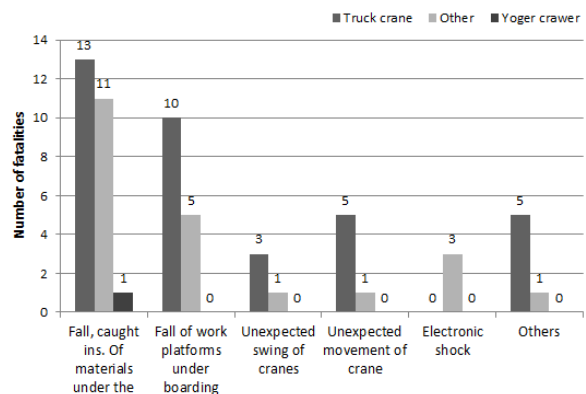
최근의 산업재해 현황분석(2009~2013)에서 보면 Fig.2와 같이 주요 5대 사망재해 발생 기인물로는 굴삭기, 트럭류, 이동식 크레인, 고소작업대, 고정식 크레인인 것으로 나타났다[13].



[Figure 2] Number of injuries in five major machines from 2009 to 2013

국내의 2013년 건설기계 등록현황을 보면 지게차 147,398대(35.6%), 굴삭기 138,498대(31.5%), 덤프트럭 54,436대(13.1%), 기중기 9,049대(2.2%), 타워크레인 3,703대(0.7%)로 나타났다. 기계기구 보유대수별 사망자 비율을 보면 고정식 크레인 1.1%(39/3703), 이동식 크레인 0.6%(59/9,049), 덤프트럭 0.1%(59/54,436), 굴삭기 0.6%(81/138,499)로 나타내어진다. 최근 5개년의 부상재해와 사망재해를 Fig. 2와 같이 기계기구별 현황(2009~2013)에서 보면 부상재해는 트럭류가 제일 많았고, 다음은 굴삭기가 많았다.

기계기구별 부상자 대비 사망자 비율로 굴삭기 5.2%, 트럭류 3.4%, 이동식 크레인 11.0%, 고소작업대 12.3%, 고정식 크레인 14.4%인 것으로 나타났다. 반면에 사망자 수는 굴삭기가 많았으며, 트럭류나 이동식 크레인, 고소작업대 등이 비슷하게 나타났다. 이 현황에서 보면 굴삭기의 재해가 가장 많이 발생된 것으로 나타났으나, 이번 연구에서는 거론치 않았다. 트럭류나 고소작업대 등은 차량계 하역기계로 안전보건규칙에 재해예방과 관련하여 규정되어 있다. 이동식크레인의 재해예방을 위해서는 이동식 크레인과 유사 기능이 있는 차량계 하역운반 기계와 같은 재해 예방관련 규정이 필요함을 단적으로 나타내고 있다. 이동식 크레인 사망 재해의 작업 시 발생 형태별 분석은 Fig. 3과 같이 나타났다.

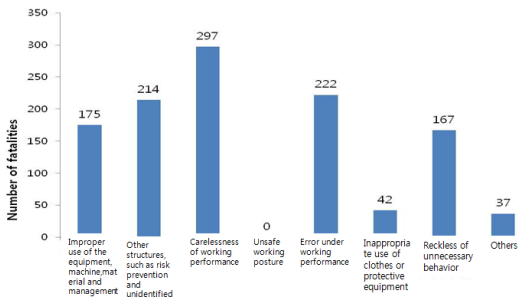


[Figure 3] Number of fatalities of occurrence types by the mobile cranes

Fig. 3에서 보면 가장 많은 것은 “양중 작업 시 자재의 떨어짐이나 끼임”이 전체의 42.3%로 가장 많았으며, 주요 원인은 결속 불량, 줄걸이 파단 및 부딪힘 등에 의한 것으로 분석되었다. 따라서, 결속 불량이나 줄걸이 파단 등에 의해 하물이 떨어져서 발생하는 재해를 예방하기 위하여는 작업 반경내에의 근로자 접근을 방지하는 방안이 필요하다. 다음으로는, “작업대

탑승 작업 중 작업대에서 떨어짐” 재해로 23.7%를 점유하고 있으며, 주 원인은 작업대 마스트나 붐과의 연결부분의 결속 불량에 기인하여 떨어지게 된 것으로, 재해예방을 위하여 설계 단계부터의 안전설계가 이루어져야 할 것이다.

사고사망자의 불안정한 행동측면에서의 발생원인을 파악하기 위하여 2011년 사고 발생 재해를 대상으로 분석한 결과 Fig. 4와 같이 나타났다.



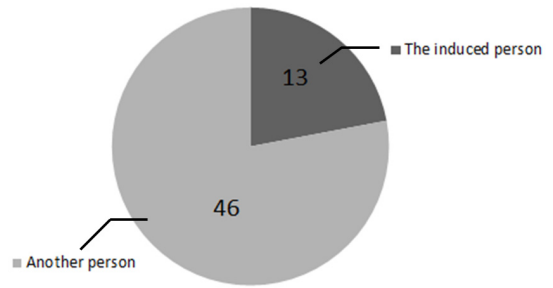
[Figure 4] Number of fatalities of unsafe behavior in 2011

Fig. 4에서 가장 많이 나타난 것은 “작업수행소홀 및 절차 미 준수” 이었으며, 두 번째가 “작업 수행 중 과실” 으로서 작업 절차상의 문제로 인하여 야기된 재해가 전체의 44.9%를 차지하고 있다.

인간공학적 측면에서 이러한 불안정한 행동에 의한 재해를 예방하기 위한 근원적 대안으로는 “혼동성, 유도성, 일관성, 선명성, 가시성, 제약성, 양립성, 응답성” 등으로 구분될 수 있다. 여기서 “혼동성, 유도성, 일관성” 은 방향과 관련하여 방향성에 대한 인지오류로 구분될 수 있다.

또한, “선명성, 가시성” 은 인간의 감각에 의존되는 감각성의 내용으로 구분되어 진다. 아울러 “제약성, 양립성, 응답성” 은 인간 행동에 따른 것으로 행동성으로 구분될 수 있다. 현행 안전보건규칙에서는 재해예방을 위하여 “방향성, 감각성, 행동성” 측면에서 볼때, 이러한 불안정 행동에 의한 분석에서 나타난 작업절차에 대한 사항이 충분하게 포함되어 있지 않다. 불안정 행동에 의한 분석에서 가장 많이 나타난 절차에 대한 문제를 인지공학적 관점의 대안으로 하기 위해서는 작업 순서에 따른 절차가 준수되도록 절차성의 개념이 포함되는 것이 바람직하다.

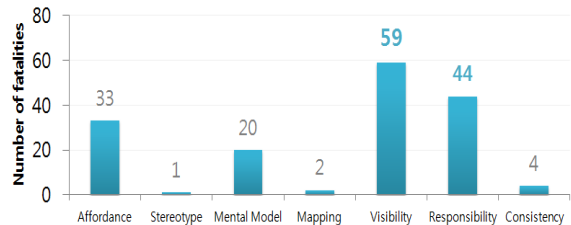
Fig. 5는 이동하[5]가 제시하는 사망사고와 관련하여 재해를 일으킨 유발자의 현황이다.



[Figure 5] Number of fatalities by the inducer

Fig. 5에서 보면 사고발생을 일으킨 유발자가 피재자 자신인 경우는 22%(13건)였으며, 타인이 사고를 발생시키어 재해자 본인이 사고가 난 경우는 78%(46건)로 대부분의 사고가 타인에 의해 발생된 것으로 분석되었다. 이는 재해자 자신보다도 타인에 의해 더 많은 사고가 발생된다는 것으로, 여기서 가장 큰 문제점은 가해자는 사고가 발생할 소지의 상태를 모른다는 것이다. 따라서 재해예방의 첫 걸음은 유발자가 사고를 예측할 수 있도록, 사고 예방의 인지적 대안의 조치가 필요한 것이다.

인지공학적 근원적 사고예방의 대안측면으로 분석하여 보면 Fig. 6과 같이 나타났다. 빈도가 가장 많은 대안의 항목으로는 가시성인 것으로 나타났고, 다음으로 응답성, 유도성의 순서로 나타났다.

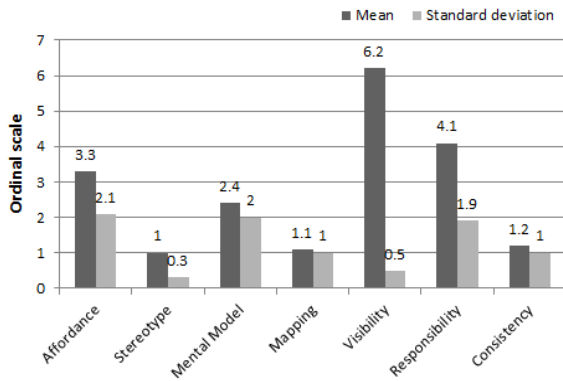


[Figure 6] Number of fatalities to alternative measures of human error

Fig. 6에서 가장 빈도가 많이 나타났던 가시성에 따른 재해를 예방하기 위해서는 작업에 대한 모든 상황을 가시화할 수 있도록 하여 긴급한 상황에 따른 대처를 가능하게 하는 것이다.

사고예방 관점에서 보면 근로자가 작업을 하는 매 순간 순간의 동작 결과가 근로자에게 나타나야 다음 작업 절차에서 올바른 행위를 할 수 있을 것이다. 연속되는 작업에서 근로자가 한 행동의 결과를 모른 채 다음의 단위 작업이 진행된다면 사고로 이어질 수 있기 때문에, 사고예방의 대안으로 응답성이 또한 중요한 요인이 되는 것이다.

아울러 이동식 크레인의 재해예방을 위해서는 인지공학적 차원에서의 설비에 대한 안전이 확보되어야 한다. 설비 안전으로는 설비의 고장이나 결함에 따른 안전성을 확보하기 위해 중복설계, 고장 복구 등이 필요하다. 인지공학적 대안별 사고와 연관성에 대한 분석으로, 분석 결과 평균과 표준편차는 Fig. 7과 같이 나타났다.



[Figure 7] Average and standard deviation to alternative measures of human error

Fig. 7에서 가장 높은 평균값을 갖는 것은 가시성으로, 7점 척도에서 평균값 6.2를 나타내었다. 다음으로 응답성이 평균 4.1, 유도성이 평균 3.3을 나타내어 주요 대안으로 분석되었다. 이는 이동식 크레인에 있어서 재해예방을 위한 인지공학적 대안으로 “가시성, 응답성, 유도성”의 3가지가 주요한 요인인 것을 입증하는 결과인 것이다.

Fig. 7에서 표준편차의 값이 작은 순서로는 가시성, 응답성, 유도성인 것으로 나타났다. 편차가 적을수록 평균값의 신뢰성을 줄 수 있으므로 주요 세 가지 요인이 필수 대안인 것으로 나타났다.

4. 산업 안전보건기준에 관한 규칙 개정(안)

Fig. 3에서 살펴본 바와 같이 이동식 크레인 작업 중에 양중 되는 자재의 떨어짐에 대한 재해가 전체 재해의 42.3%를 점유하는바, 작업 반경 내에 출입이 문제가 되므로 이동식 크레인 사용 중 작업구역 내에 근로자의 출입의 금지를 하기 위해 Table 1와 같이 이동식 크레인을 “작업 반경 내 작업자 출입금지” 조문에 추가하는 개정안을 제시하였다.

<Table 1> Proposed revision of standard on article 20.

In force	Proposed revision
<p>Article 20 (restriction on entrance, etc)</p> <p>An employer shall prohibit strangers, not workers from entering by installing stockade at each work or workplace: Provided that it shall be otherwise in cases where safety support or safety block should</p> <p>be used to bear the load from arm, etc movement for repair or checkup at a place under subparagraphs 2 and 7.</p> <p>1. ~ 6. (omission)</p> <p>7. A place on bottom of fork · bucket · arm or their supporting cargo of unloading and transporting machinery of vehicle type and aerial work platform of fork lift · platform truck · cargo truck, etc(Hereinafter "Unloading and transporting of machinery of vehicle type, etc): Provided that it shall be otherwise in case of the ones having a device to prevent unexpected fall.</p> <p>8. ~ 17. (omission)</p>	<p>Article 20 (restriction on entrance, etc)</p> <p>An employer shall prohibit strangers, not workers from entering by installing stockade at each work or workplace: Provided that it shall be otherwise in cases where safety support or safety block should</p> <p>be used to bear the load from arm, etc movement for repair or checkup at a place under subparagraphs 2 and 7.</p> <p>1. ~ 6. (omission)</p> <p>7. A place on bottom of fork · bucket · arm or their supporting cargo of unloading and transporting machinery of vehicle type and aerial work platform of fork lift · platform truck · cargo truck, etc(Hereinafter "Unloading and transporting of mobile crane machinery of vehicle type, etc) and mobile crane : Provided that it shall be otherwise in case of the ones having a device to prevent unexpected fall.</p> <p>8. ~ 17. (omission)</p>

Table 2는 Fig. 4에서 보여주듯이 이동식 크레인의 작업 시 하물이 상승 중의 작업물 등에서 떨어져서 발생하는 재해를 예방하기 위해 하물 묶음 작업에 대한 조문 신설안을 제시하였다.

<Table 2> Proposed revision of standard on article 149-2.

In force	Proposed revision
Article 149-2 (omission) (new establishment)	Article 149-2 (omission) (Prevention from Falling of Work platform) An employer shall take necessary measures falling under any of the following subparagraphs to prevent a work platform from falling down or tripping out of a mobile crane carrier. 1. Work platform load shall keep balance. 2. If it is deemed to cause a work platform on board, an employer shall take measures to prevent a work platform from falling using a rope.

<Table 3> Proposed revision of standard on article 89.

In force	Proposed revision
Article 89 (measures before starting operation) ①~②(omission) (new establishment)	Article 89 (measures before starting operation) ①~②(omission) Article 89-2 (prevention measures) ① The employer shall ensure visibility as a sign for the visualization of ergonomic risk with respect to the risk of the work before starting the machine operation, and responsibility after operating machines for the safety in accordance with the concept of fool proof measures. ② Employers should make measures of dual system, error recovery, etc. by the machinery for the safety in accordance with the concept of fail safe measures.

Table 3은 이동식 크레인의 작업 시작 전 인간공학적 측면 재해예방 대책으로 휴면에러를 방지하기 위한 신설안을 제시하였다. 이는 Fig. 6과 같이 이동식 크레인의 운전에서 재해내용을 분석하여 본 결과, 인간공학적 휴면에러의 재해를 예방하기 위해 인간공학의 핵심 요소인 가시성, 응답성 등을 확보함으로써 재해를 예방코자 함이며, 휴면에러에 대한 근본적인 공학대책의 조치차원에서 Fool proof와 Fail safe 대책의 조치를 하도록 명문화하기 위함이다.

5. 결론

이동식 크레인은 사망사고율이 높은 기계이나, 안전보건규칙에 인간공학 측면에서 구체적인 재해예방 대책이 없었기에 이 연구에서 검토하였다. 이 연구는 사망재해에 대한 심층 분석을 통하여 재해예방 방안으로 실용적인 예방대책과 기준의 개정안 등을 제시하였다.

첫째, 이동식 크레인은 업무상 사고기인물로 보았을 때 기계기구별 주요 5대 기인물 중 보유대수 대비 사망자수는 0.6%로 두 번째로 높게 나타났고, 기인물에서 부상자 대비 사망자 비율은 11%로 세 번째로 높게 나타났다. 둘째, 사고원인 분류에서 불안전 행동에 대하여 분석한 결과 작업수행소홀 및 절차 미준수가 가장 많은 것으로 나타났고, 이는 절차성에 대한 내용으로 인지공학의 안전대책의 절차성이 포함되는 것이 바람직하다.

셋째, 인지공학적 대안의 주요 요인으로는 가시성, 응답성, 유도성인 것으로 나타났으며, 운전 시작 전 조치 내용으로 최소 가시성, 응답성, 유도성을 포함하는 구체적 근원적 조치 내용에 대한 개정안을 제시하였다. 넷째, 인지공학적 재해예방조치의 일환으로 설비 안전(fail safe) 조치에 대한 대안의 개정안을 제시하였다.

6. References

[1] Myoung-Woo Jeo, Wang-Bae Kim, Yong-Kap Lee(2013), "Industry fatalities research of major foreign", Report of Occupational Safety and Health Research Institute, pp11-203
 [2] Reason, J(1990), Human Error, Cambridge University Press, pp61-96
 [3] Jae-Hee Park, Tae-Joo Park, Hyeon-Kyo Im, Eun-Hong Seo(2007), "Analysis of Crane Accidents by Using a Man-machine

- system model", Journal of the KOSOS, 22(2):59-66
- [4] Dong-Hyung Ki, Woon-Ki Kim(2005), "Crane fatalities Condition and safety measures", Journal of the KOSOS, 20(1):137-142
- [5] Dhong-Ha Lee, Yoon-Kyoon Na(1998), "Improvement of Investigation Items of Fatal Industrial", Journal of the KIIS, 13(4):279-285
- [6] Jonghyun Ko, Wondea Jung, Jaewhan Kim(2007), "An Analysis of Human Error Mode and Type in the Railway Accidents and Incidents", Journal of KOSOS, 22(4):66-71
- [7] Seung-Won Lee, Hyeon-Kyo Lim(2005), "Cognitive Analysis on Accident-related Human Factors during Shunting Movements", Journal of the KOSOS, 22(4):114-121
- [8] Sung-Kyu Bae, Donghyun Park(2003), "An Evaluation Model for Human Attributes of Industrial Accidents", Journal of KIIS, 18(4):155-163
- [9] Sen, R.N. and Das, S(2000), "An ergonomics study on compatibility of controls of overhead cranes in a heavy engineering factory in West Bengal", Applied Ergonomics, 31:179-184
- [10] Jae-Hee Park(2015), "Compatibility of the Direction Sign on the Pendant Switch of Overhead Cranes", Journal of the Ergonomics Society of Korea, 34(1):75-83
- [11] Department of Employment and Labor(2003~2013), "Site Analysis of Industrial accidents"
- [12] Association for construction machines, list of construction machines, Report of Association for construction machines, 2013
- [13] Jae-Hee Park(2014), "Research about Prevention of Overhead crane jamming incidents", Report of Occupational Safety and Health Research Institute, pp9-13

저 자 소 개

강 현 수



서울과학기술대학교 전기공학과 석사 취득 후, 현재 아주대학교 산업공학과 박사과정 중.
관심분야 : Ergonomics, HCI, 미끄럼재해예방 기법 개발, 전기 안전 등

박 범



Iowa State Univ 박사, 현재 아주대학교 산업공학과 교수
관심분야 : Ergonomics, HCI/uX, System Informatics, 산업안전 보건시스템 등