

주요업종별, 기계·기구별 안전관리 방안 연구

- 기계기구제조업 및 금속재료품제조업 -

이충렬·김용수*·이현영*

한국산업안전공단 산업안전보건연구원·*서울산업대학교 안전공학과

1. 연구배경 및 목적

산업재해통계에 의하면 위험기계로 인한 재해자수는 최근 5년간 계속적인 증가 추세로 나타나고 있으며, 1999년부터 2003년까지 통계 결과 위험기계로 인한 재해 비율은 전체재해에 26.3%로 높은 비율을 차지하고 있다

1997년 규제 완화 이전에는 유해위험방지계획서의 제출심사제도 시행으로 위험기계·기구에 대한 최소한에 안전관리가 이루어졌으나, 현재는 업종별 위험작업 및 위험기계·기구에 대한 심의제도가 없는 관계로 위험요인 분석을 할 수 없어 이에 대한 대책이 이루어지지 않아 사고 예방활동이 시급한 실정이다.

또한 위험기계·기구를 사용함에 있어, 사업주, 근로자, 판매자, 설치자 등이 위험성을 최소화하여야 하는 데 국내의 경우 안전수칙 등을 교육하는 안전교육마저 축소되고 있어 그 심각성은 매우 높다.

따라서, 이러한 문제점으로 인한 위험성이 높아짐으로 공학적 안전이 반영된 종합적인 안전관리 방안이 필요하다고 사료되어 본 연구에서는 첫째 위험유해기계기구를 제작하는 생산회사, 둘째 위험기계를 사용 하는 산업체의 근로자, 사업주, 셋째 위험기계를 관리하는 안전관리자에 대한 문제점 분석 및 개선 방안을 제시하여 재해감소에 기여 하고자 한다.

2. 연구범위*

<표 1>과 같이 본 연구에서는 제조업 중 사망 및 부상재해가 많이 발생되고 도수율 및 천인율이 높은 “기계기구제조업” 및 “금속재료품제조업”의 2개 업종을 재해통계자료에 따라 선정하였고, 작업 및 기계·기구에 필요한 공학적 안전대책을 수립하고, 안전수칙 등 안전관리 방안의 연구에 필요한 위험요인 분석 및 실태조사를 실시하였다.

제조업의 경우 주로 사용하는 기계기구는 크레인 및 호이스트, 프레스, 컨베이어로서 모두 위험순위 10위권 안으로 조사되었다. 또한, 강도율은 각각 크레인 및 호이스트가 383, 프레스 139.1, 컨베이어가 221로 나타났다.

재해건수로는 기계기구제조업, 금속재료품제조업에서 뿐만 아니라 제조업에서 주로 사용하고 있는 기계기구를 크레인이 6606건, 프레스 9736건, 컨베이어 2923건이 상위권으로 나타났다.

본 연구는 크레인 및 호이스트, 프레스 및 절단기, 절곡기, 컨베이어를 기계기구제조업과 금속재료업에서 주로 사용하는 기계·기구들이므로 이에 따른 안전관리의 문제점을 찾아 대책을 제시하고자 한다.

<표 1> 최근 3년간 제조업 재해율

구 분		금속재료품제조업 및 금속제품제조업 또는 금속가공업	화학제품제조업	기계·기구제조업	선박건조 및 수리업	금속재료품제조업	
2001년*	총근로손실일수	3,468,772	1,794,410	2,324,010	982,727	807,159	
	사망자수	91	65	63	41	31	
	재해율	도수율	11.93	4.9	7.09	6.43	9.08
		강도율	7.06	2.9	3.31	4.06	5.73
		천인율	28.63	14.42	17.94	17.15	23.01
2002년	총근로손실일수	3,310,226	1,812,308	2,316,150	1,162,260	815,901	
	사망자수	80	71	61	42	40	
	재해율	도수율	12.41	4.46	6.59	7.21	8.64
		강도율	7.04	2.77	3.28	4.77	5.9
		천인율	30.92	11.21	16.4	20.09	21.61
2003년	총근로손실일수	3,723,428	1,890,488	2,501,192	1,406,368	787,514	
	사망자수	100	64	82	47	33	
	재해율	도수율	13.29	5.22	7.63	8.07	9.16
		강도율	8.02	3.01	3.68	5.56	5.93
		천인율	33.27	13.1	19.04	22.95	23.38
총계	총근로손실일수	10,502,435	5,497,206	7,141,352	3,551,355	2,410,574	
	사망자수	271	200	206	130	104	
	재해율	도수율	37.638	14.567	21.309	21.708	26.876
		강도율	22.161	8.811	10.302	13.681	17.383
		천인율	90.330	34.961	51.141	52.099	64.503

※ 2001년도에는 “비금속광물제품 및 금속제품제조업”과 “금속가공업”이 분리되어 통계되었으나, 2002년부터 두개가 통합되어 통계되고 있음. 본 통계의 2001년도 재해율은 두 업종을 합한 것임.

3. 업종별, 기계기구별 안전관리 설문 및 실태조사

현 제조업 사업장에서 사용하고 있는 위험기계·기구의 안전관리 실태와 문제점을 알아보기 위하여 설문조사를 실시하였으며, 안전관리 발전 방안을 수립하기 위하여 대 중소기업의 안전관리자를 대상으로 설문조사와 면담을 실시하여 설문의 전문성을 높였다.

3.1 설문분석 결과 및 고찰

위험기계기구 중 안전장치 개선이 필요하다고 생각되는 기계기구류는 ‘크레인 및 호이스트’가 가장 높게 나타났으며, 세부 내용으로는 혹 해지장치의 개선과 비상정지장치의 개선을 필요로 하였다. 이 것은 혹 해지장치의 복귀스프링의 잦은 고장으로 즉시 보수되지 않으면 인양 wire rope가 벗겨져 중량물 낙하로 인한 재해발생의 위험성이 있다. 혹 해지장치의 복귀 스프링의 강도 및 재질의 개선이 필요하며, 규격화해야 될 것으로 사료된다.

안전장치 설치자금은 ‘자체자금에 의한 설치’가 92.8%로 대부분을 차지하여 정부지원 제도가 현 사업장에서는 적용하기 어렵다는 것을 보여주고 있다. 정부지원제도가 실제

사업장에 적용되기 위해서는 좀 더 효율적인 개선 방안이 필요함을 알 수 있다. '재해에 가장 크게 영향을 미치는 원인'을 조사해본 결과 '작업 방법 불량'이 34%이며, 안전장치 미비, 보호구 미착용 등이 그 뒤를 이었다. 이것은 아직도 안전장치가 작업에 방해가 된다고 생각하는 근로자가 있다는 것으로 판단되어 편안하게 사용할 수 있는 안전장치로 개선하는 것이 시급함을 알 수 있다. 또한 '보호구가 위험도 감소에 미치는 영향'을 조사한 결과 '크게 영향을 주었다'가 47%로 보호구 착용이 재해율을 줄이는 데 많이 기여한다고 볼 수 있다.

기계기구를 협소한 장소 또는 안전을 고려하지 않고 설치하는 관계로 작업 방법 불량이 많이 발생함으로, 안전관리자가 작업라인의 설계 시부터 설치 공사 및 완성 검사까지 참여하여 안전거리 확보, 안전통로 확보 및 적절한 안전장치 설치를 검사하여야 한다. 하지만, 위험기계기구 설치시 안전관리자의 역할을 조사해본 결과 '사용상에만 관여한다'가 45%로 가장 높게 응답하였다. 위험기계기구는 설치시부터 전문 안전 지식이 있는 안전관리자가 반드시 참여하여 작업 불량으로 생기는 재해율을 감소시켜야 될 것으로 판단된다.

3.2 제조업체 면담 결과

D 제강과 I 제강 업체는 냉연강판, 레일 및 스테인레스 등의 철강, 금속 및 비금속 제품을 생산하는 업체로 근로자수가 각각 1,300명 및 1,550명의 대기업이다. 금속재료품 제조업은 대기업이 많았으며, 자동화 시스템의 도입으로 근로자가 외부 환경에 노출되지 않고 원격 모니터링으로 작업함으로써 재해로부터 위해를 받지 않고 있었다. 또한, 대기업은 50세 이상인 고령 근로자 문제가 제기 되고 있는데, 고령자의 경우 전도원인의 대부분은 부딪힘에 의한 비틀거림과 미끄러짐에 의한 것이고, 그 경우 몸의 중심이 전후 또는 좌우로 이동시 자세의 균형을 잡지 못해 발생하게 되는 것이다. 각 사업장은 이에 따른 안전관리 방안이 마련되어야 한다.

영세업체는 인력 채용시 안전교육을 제조업인 경우 1시간 이상을 받게 되는데 경력자가 채용될 경우 신규 채용자와 같은 내용의 교육을 받게 되어 비효율적인 교육이 실시되고 경력자가 채용될 경우 중복되는 교육으로 형식적인 교육으로 변질될 가능성이 있다.

또한, 영세사업장에 사용되고 있는 크레인의 혹 해지장치인 경우 복귀스프링의 재질 및 제조 문제와 아울러 근로자의 미숙으로 잦은 교체가 이루어지는 까닭에 재정상 어려움이 있으며, 이는 자체검사 및 정기 검사에서도 지적사항이 되기도 하여 이에 대한 공학적인 대책 방안이 필요하였다.

국내에서 사용하고 있는 프레스 방호장치인 광전자식의 반사식 방호장치는 반사판 부근에 광선이 확산되기 쉽기 때문에 유효작동거리가 짧아 사각지대가 생기기 쉽다. 또한, 진동에 약한 단점을 가지고 있으나, 가격이 저렴하고 설치가 간단하다는 이유로 국내에서는 사용되고 있다. 하지만, 일본 등 선진국에서는 투수광식 방호장치를 설치하므로 재해율을 줄이는 것에 노력을 하고 있다. 따라서 정부는 반사식 방호장치를 지원해주는 방식에서 투수광식 방호장치를 지원함으로써 재해예방을 해야 될 것이다.

4. 업종별, 기계·기구별 공학적 안전대책 제시

제조업 중 강도율, 사망자수 등이 높게 평가되는 기계기구제조업, 금속재료품제조업에 사용되고 있는 기계기구의 공학적 안전관리를 방안을 제시하고 그에 따른 관계 법규 및 기준 등의 개선 방안을 마련하고자 한다.

4.1 기술적 방안

4.1.1 크레인 및 호이스트 개선방안

(1) 혹 해지장치

크레인의 경우 설문지와 실태조사에서 혹 해지장치의 개선을 요구하는 것으로 조사되었다. 혹 해지장치의 복귀스프링의 경우 재료 선택 및 규격이 정해지지 않아 제조업체는 가격이 저렴한 재질로 제작하게 되어 수명이 짧아 교체 기간이 짧게 된다. 이는 제조업체 현장에서 크레인 및 호이스트를 통해 화물을 운반할 시 낙하 등의 원인이 되고 있다. 복귀 스프링의 소재나 강도가 특정한 규정이 없이 만들고 있으므로 이 것을 KS규격에 포함시켜 규격화시켜야 할 것이다.

(2) 원격 조정 크레인 설치

천장 크레인인 경우 수리시 또는 점검시 필요한 점검통로가 없는 사업체가 많으므로 자체점검은 하기 어려운 실정이다. 따라서 크레인을 원격조정할 수 있도록 정부에서는 clean 3D사업 지원 등에서 이러한 시설을 할 수 있도록 지원하여야 할 것이다.

(3) 과부하방지 장치

인디케이터 방식을 유선에서 무선으로 함으로서 인력의 낭비를 줄일 수 있고 각 로프에 걸리는 발생하중을 정확하게 측정하여 신속한 작업을 할 수 있어야 한다. Load cell에서부터 indicator까지의 케이블의 연결 방식은 커튼 케이블 형식을 이루며 케이블의 길이는 약 100m 이내로 구성되어 있어서 케이블 설치비가 제품 가격보다 높은 문제점이 있다. 또한, 케이블의 길이에 따라 선로 저항이 발생하여 영점이 변화함으로서 매번 크레인위에 올라가 영점조정을 해야 문제점도 있다.

따라서, 작업하중을 1load에서 4load cell에서 직접 검출하도록 하고 이를 무선통신을 이용하여 인디케이터에 표시제어하도록 해야 할 것이다. 이 같은 방식으로 전환함으로써 케이블 설비자금과 인력낭비도 줄이고 안전성도 확보하여야 한다.

4.1.2. 프레스 및 절곡기, 절단기 방호장치의 개선

국내에서 사용하고 있는 프레스 방호장치는 광전자식의 반사식이 가장 널리 사용되고 있다. 이러한 반사식 방호장치는 비교적 가격대가 저렴하고 설비가 간단하다는 장점은 갖고 있으나 반사판 부근에 광선이 확산되기 쉽기 때문에 유효작동거리가 짧아 사각지대가 생기기 쉬우며, 진동에 약한 단점을 가지고 있다.

반면 투수광식 방호장치는 진동에 강하며, 광축수가 최대 8개 최소 40개까지 광축수를 만들 수 있어서 안전 사각지대가 없어지고 떨림이 없으므로 반사식 방호장치보다 검출능력이 우수하다. 그러나 투수광식 방호장치는 반사식 방호장치에 비해 가격대가 고가여서 국내 사업장에선 대부분 반사식 방호장치를 사용한다. 그러나, 이미 일본등과 같이 외국에서는 투수광식 방호장치를 사용하고 있는 것을 조사되었다. 따라서, 정부는 재정지원시 반사식 방호장치에서 투수광식 방호장치를 지원하여야 된다.

4.1.3 컨베이어 방호장치의 의무화

컨베이어는 화물 등 운반 시 정전 등의 동력차단으로 운반물의 역류(전도), 비상정지시 관성운전 및 구성 기계요소간의 물림점 등에 의한 위험요소가 있으며, 대부분이 협착 재해로 감김, 끼임의 사고가 75%를 차지하고 있다.

컨베이어의 재해사례를 보게 되면 컨베이어가 작동 중에 이물질을 제어하다가 협착,

감김 및 끼임의 사고가 발생하게 된다. 위험부분에 사람이 접촉할 수 없도록 센서를 설치하고 위험이 발생되었을 때 컨베이어가 급정지하도록 해야 한다. 급정지시에는 급격하게 정지되면 컨베이어에 탑재된 운반물체가 쓰러져서 더 큰 위험이 발생할 수 있으므로, 서서히 속도를 줄여 정지하는 급정지 장치를 마련하여야 할 것이다. 또한 감김 끼임 방지를 위하여 방호장치 설치를 의무화하면 재해가 확연히 줄어들 것이다.

4.2 교육적 방안

4.2.1 안전교육의 개선방안

현재 산업안전보건법에 명시된 교육대상과 교육내용을 보게 되면, 신규채용과 경력자 채용을 구분하고 있지 않으므로 경력자가 재취업을 할 경우 신규채용과 같은 내용의 안전교육을 받게 된다. 교육과정에서만 보면 채용시 교육 내용이 6개 항목 중 4개 항목이 근로자 정기안전·보건교육 내용과 겹친다. 이 것은 근로자가 재취업을 할 때 이미 받은 교육 내용을 반복해서 받게 됨으로서 형식적인 안전교육이 된다. 재취업시와 신규채용시를 나누어 교육함으로써 교육효과를 높이고 체계적인 교육이 된다. 선진국과 같이 안전교육 프로그램 개발에 대해 정부가 적극적으로 지원해주는 방안도 필요할 것이다.

4.2.2 외국인 근로자 안전교육

제조업 사업장의 현장 실태 조사에서 영세업체는 많은 외국인 근로자가 있으나, 현장에 외국어로 된 안전·보건표지가 부착되어 있지 않았다. 이 것은 외국인 근로자들이 유해위험에 노출되어 있다는 것으로 제도적인 개선 방안이 필요함을 알 수 있다. 미국의 경우 안전보건교육훈련 프로그램에 보조금 지원제도로 외국인 근로자와 위험도가 높은 직종에 종사하는 근로자에게 수준 높은 교육훈련을 제공한다. 현재 제조업에서는 3D직종에 근무는 국내 근로자들이 외국인 근로자들로 빠르게 대체되고 있어서 이에 따른 외국인 근로자의 재해율도 높아지고 있다. 위험기계기구를 외국인이 사용할 때 그에 따른 주의 사항 및 작업안전수칙에 대한 교육이 이루어져야 한다.

4.3 관리적 방안

실태조사 결과 영세사업장은 인력난을 호소하였지만 대기업인 경우 고령노동자의 문제가 있었다. 3D 업종으로 청·장년층의 취업기피로 인하여 고령자가 많으며, 장기 근속자가 많은 상황이다. 사고의 위험노출에 민감하게 대처 할 수 있는 능력이 부족한 노령 근로자이므로 이에 대한 대책이 필요하다. 설비진단 및 유지관리시 통로, 계단 등은 고령자에 적합한 규격에 맞게 설치가 이루어 져야 한다.

5. 결 론

기계기구제조업, 금속재료품제조업에서 뿐만 아니라 크레인 및 호이스트, 프레스 및 절단기·절곡기, 컨베이어는 제조업에서 가장 많이 사용하고 있는 기계기구이다. 이런 기계·기구 는 다음과 같은 안전을 확보함으로써 재해율을 줄여야 할 것이다.

첫째, 기계·기구 안전장치를 KS규격화시켜 제작해야 한다.

둘째, 방호장치 제조업체에 지원제도를 마련함으로써 우수한 방호장치를 개발하도록 해야 한다.

셋째, 공간협소로 인한 방호장치의 미부착을 무선 방식 및 자동화 방식으로 활성화시켜 작업 능률도 높이고, 근로자 안전도 확보하여야 한다.

넷째, 컨베이어를 위험기계·기구로 선정함으로서 방호장치를 의무화해야 한다.
다섯째, 위험기계·기구를 사용하는 외국인 근로자에 대한 안전교육을 의무화 시켜야 한다.

참고문헌

1. 위험기계·기구 재분류 및 그에 따른 안전성확보 방안연구, 한국산업안전공단, 2004.
2. 위험기계·기구 방호장치 성능검정 현황, 한국산업안전공단, 2001.
3. 윤상용, 국내 위험기계의 위험성평가 및 제조물 책임대책 연구, 한국산업안전공단, 안전보건연구원, 안전공학연구실, 2001.
4. 김용수, 국내 위험기계류 안전장치의 수명예측을 위한 내환경적 영향 평가, 서울산업대 안전과학연구소, 2000.
5. 이종오, 위험기반검사 및 검사차등제 도입방안, 한국기계연구원, 2002.
6. 백종배, 검사·검정·인증제도 개선방안에 관한 연구, 한국산업안전공단, 2002.
7. 김용수, ST산업 증장기 육성 발전 계획에 관한 연구, 한국안전전문기관협의회, 2003.
8. Muraki, K., Asada, Y., "Continuum Plasticity Approach for Multiply Distributed Flaws", Proceedings of SMiRT 11, Vol. 2, 1992.
9. N. E. Dowing, "Geometry Effects and the J-Integral Approach to Elastic-Plastic Fatigue Crack Growth", Crack and Fracture, ASTM STP601, 1976.