

일반제재업의 작업장소별 위험성 평가

이 홍 석* · 신 운 철*

*한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원

A study on the risk assessment of the workplaces in the General Sawmill Industry

Hongsuk, Rhee* · Woonchul, Shin*

*Department of Safety Research, Occupational Safety and Health Research Institute, KOSHA

Abstract

Sawmilling industry remained a high risk with the average 4.73% of industrial accidents in 2010-2012 that was eight times that of general manufacturing. Sawmilling industry had 200 industrial accidents victim in average. Manufacturing process in sawmill industry contained dangerous machinery such as conveyors, roller, saw (band saw, circular saw) etc. It may be effective to figure out the type of industrial accidents occurred in the past and extend risk assessment which can predict hazard such as near miss when implementing exposure or potential dangers in sawmill industry.

This study conducted research on the actual condition on the place of industrial accident occurrence, detailed work and contact object when injured, and injured part targeting 643 businesses which had industrial accidents in 2010-2012.

As the results, RPN of general sawmill industry was the highest 'ganglip saw' with 36,157. RPN of the following order were 'moving truck' with 25,454, 'special machining operations' with 22,283. Also, probability of general sawmill industry was a lots within 1 year, while risk appeared a lots within 5 years. So, risk assessment shall be needed to emphasis on accident prevention of sawmill industry. And additional work will be needed on the risk assessment in hazard prevention work of supervisors.

Key words: sawmill industry, risk assessment, RPN, ganglip saw, supervisors

1. 서론

2008년에서 2012년까지 최근 5년간[1]의 일반제재 사업장에서 발생한 재해율은 평균 4.99%로 매년 200명 이상의 재해자가 발생되고 있다. 2012년에는 207명의 재해자가 발생하였고, 재해율은 4.44%이었다. 이는 2012년도 전체 산업현장에서 발생한 재해율 0.59%의 약 7배에 달하는 수치이다.

국내 일반제재 산업의 높은 재해율은 50인 이상 사

업장이 3개소 정도로 영세하고(2012년), 제재산업의 높은 위험성, 제재산업 근로자의 고령화 등 여러 요인에서 기인될 수 있다.

2012년에 국내 일반제재업의 사업장 분포는 5인 미만의 사업장이 55.4%를 차지하고, 5인 이상 15인 미만인 35.4%(264개소)를 차지한다. 이는 일반제재업이 타 산업과 비교해서 소규모 사업장과 소규모 사업장에서 일하는 근로자수가 많은 것을 나타내고 있다.

†Corresponding Author : Woonchul Shin, E-mail : s88119@kosha.or.kr

Dept. of Occupational Safety Research, Occupational Safety and Health Research Institute, 400, Jongga-ro Jung-gu, Ulsan, 44429, Republic of Korea

Received August 18, 2015; Revision Received December 06, 2015; Accepted December 08, 2015.

이와 같이 제재업에서 산업재해가 빈번하게 발생하고 있음에도 불구하고 타 업종에 비하여 체계적인 안전 관리나 안전에 대한 투자가 현실적으로 어려움이 따른다.

재해예방을 위하여 2013년부터 실시하게 되는 위험성 평가 제도는 사업주의 관심과 현장 근로자들의 참여가 무엇보다도 중요하다. 위험성 평가의 목적이 사업장 자율안전보건관리 시스템 구축의 시작 단계이기 때문이다.

위험성 평가 모델의 사례로 “업종별 위험성 평가 모델 일반제재업[2]”, “위험성 평가 일반 제재 제조업 사례[3]” 등이 제시되고 있지만 이것은 방향만 제시 되었을 뿐 구체성이 미흡하다.

오스트리아 퀸즈랜드의 「Sawmilling Industry Health and Safety Guide 2011[4]」은 소규모 혹은 중간 규모의 사업주나 관계자를 위해 제공되는 자료로 유해물질과 위험에 관한 정보, 유해물질을 취급하는 것에 대한 통제 선택, 위험을 관리하기 위한 정보, 표준물질들에 대한 목록 등을 나타내고 있으나 선언적 의미로 쓰여져서 실용에는 한계가 있다.

HSE의 「Health and Safety in sawmilling[5]」는 1997년의 “Health and Safety in sawmilling” 자료를 개정하여 보급한 것으로 일반제재업의 관리자나 감독자를 대상으로 하였다. 이 자료에서는 일반제재업에서 많은 기계와 관련된 사고는 1) 움직이는 톱날과의 접촉, 2) 끼이거나 끌려 들어가거나 이송 또는 전달 기계장치, 3) 제조공정의 제품에 의한 충돌이나 튀어나옴과 관련된 사고라고 서술되어 있으나 위험성 평가의 내용도 미흡했다.

워싱턴주 노동산업국에서 제공하는 「Lumber Handling in Sawmills[6]」는 제재공정에서 근골격계 질환과 관계되는 원인을 파악하려는 공장경영자, 감독자, 그리고 일반제재업에서 위험요인을 파악하려는 근로자를 위해서 만들어 졌다. 이는 위험 요인 파악에 그쳤다.

위험성 평가에서 신뢰성과 안전성을 높이기 위하여 고장모드영향분석(Failure Mode & Effect Analysis : FMEA) [7~8]을 반영한 위험성 평가가 있다. FMEA는 시스템의 설계단계에서 잠재적인 위험요인을 도출하여 그 발생원인과 고장모드가 시스템의 성능에 미치는 영향을 체계적으로 분석하는 기법이다.

Levent Kurt 등[9]은 터키의 유가공제품 생산 공정의 안전성 향상을 위하여 이 기법을 적용하였으며, Kadir Cicek 등[10]은 이 기법을 이용하여 선박의 엔진 크랭크 실에 대한 폭발 위험성에 대한 평가를 실시하였다. 또한, 심규형 등[11]은 사출 성형기와 유사한 타워크레인에 대해 이 기법을 적용하였지만 일반제재업에서는 고장모드를 활용한 기법을 적용할 필요가 없어 이 논문에서는 FMEA 기법을 적용하지 않았다.

일반제재 사업장에서 위험성 평가를 실시할 때 과거

의 재해발생 유형을 파악하고 아차사고(near miss) 등의 잠재 위험으로 위험성 평가를 확장해 나가는 것이 효율적으로 안전관리에 도움이 될 것이다. 따라서, 이 연구는 일반제재업 사업장에서 발생된 재해를 근간으로 하는 작업장소별로 위험성을 평가하여 위험 우선순위를 정하므로 재해예방을 위한 위험성 평가의 자료를 제공함으로써 사업주나 안전 관리자가 효율적으로 안전관리를 수행할 수 있도록 제시하였다.

또한, 작업 장소별 재해발생빈도를 표시하는 안전지도를 제시하여 사업주, 안전 관리자 및 근로자가 재해가 다발하는 위험을 인식하여 안전의식을 높이고자 하였다.

2. 연구방법

일반제재업과 관련된 2010년부터 2012년[1]까지의 발생한 재해 643건을 대상으로 위험성 평가를 실시하였다.

위험성 평가 절차는 산업안전보건법 제5조 및 제27조[12]에 따라 수행하였다.

고용노동부의 위험성 평가 고시에서 가능성은 현황 분석[1] 자료의 사고빈도를 나타내고 중대성은 근로복지공단 근로손실일수를 활용하였다.

일반제재업에서의 주요 작업장소별로는 공통적으로 사용되는 갱텡소, 이동대차, 특수가공, 원목 절단 등으로 크게 구분하였다. 세분류로는 각 작업장소별로 재해 분석에 따라 실제 이루어지는 작업으로 구분하였다.

작업장에 사고 가능성을 표시하여 쉽게 사고 현황을 볼 수 있도록 하기위한 안전지도는 일반제재업에서 작업장 전체를 대상으로 작업장소별로 작성하였다.

근로손실일의 구분은 전 기간에 걸친 내용을 쉽게 파악하도록 근로손실일이 7일 이하, 8일 이상 1달, 1달 초과 1년, 1년 초과 5년과 5년 초과, 사망자로 구분하여 나타내었다.

3. 연구결과 및 고찰

3.1 위험성(Risk) 평가

근로손실일수를 이용한 위험성 평가에서는 사고빈도의 가능성과 사고영향에 관련된 근로손실일수를 중대성으로 놓으면 (1)식과 같이 위험성이 계산된다. 그 결과를 Table 1에 나타내었다.

위험성(Risk)

$$= \text{가능성(Probability)} \times \text{중대성(Severity)} \cdots (1)$$

위험성의 수용(acceptability)여부는 경영자의 주관적 판단에 의해서 이루어지는 경우가 많지만, 대부분의 경우 전문가의 경험과 경제적 측면을 고려하여 해당 리스크를 수용할 것인지를 결정하게 된다. 한정된 시간과 경제적 여건을 고려한다면 가능성이 낮고, 중대성이 낮은 사건에 대해서는 크게 고려 되지 않는다. 반면 가능성은 낮지만 그에 따라 초래되는 피해의 크기가 심각한 경우, 또는 가능성이 높고 피해의 규모도 큰 경우는 이를 예방하기 위해 많은 관심을 기울여야 할 것이다.

일반 제재업의 안전성은 이러한 유형의 재해를 예방하기 위해 최대한 노력함으로써 안전을 확보할 수 있다[13].

위험성의 크기 순서에 따라 위험우선순위(RPN: Risk Priority Number)의 값을 <Table 1-1>과 <Table 1-2>에 나누어 나타내었다. <Table 1-1>과 <Table 1-2>는 작업 장소별로 세부 작업을 내포하고 있으며, 한 장소에서의 세부 작업별의 합이 작업장소별 위험성 평가가 되는 것이다. <Table 1-1>에서 갱립소의 장소에서는 하위 작업이 갱립소 작업 등 총 11가지의 작업이 있다. 이와 같이 작업장소별로 하위 작업이 있음을 나타내고, <Table 1-2>는 <Table 1-1>과 같이 연속하여 작업 장소별의 내용을 모두 나타내고 있다.

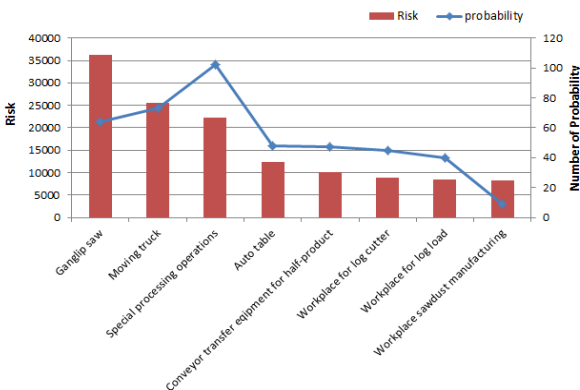
<Table 1-1> Results of risk assessment of the workplaces (continued)

Workplace	Work type	Probability (No.)	Severity	Risk	RPN
Ganglip saw		64	565	36157	1
	Ganglip saw operation	29	763	22141	1-1
	Contained wood	21	593	12446	1-2
	Semi-product transporting operation	1	107	107	92
	Moving truck operation	1	249	249	67
	Maintenance operation	1	15	15	125
	Product transporting operation	2	154	307	60
	Product loading operation	2	75	150	85
	Clear-up	3	84	253	65
	Fuel wood operation	2	72	143	87
	Rest	1	130	130	88
	Etc.	1	216	216	72
Moving truck		73	349	25454	2
	Contained wood	10	395	3946	11
	Moving truck operation	36	265	9541	2-4
	Maintenance operation	6	1476	8855	2-5

<Table 1-2> Results of risk assessment of the workplaces

Work place	Working	Proba- -bility (No.)	Severi-ty	Risk	RPN
Special machining operations		102	218	22283	3
	Contained wood	13	309	4022	10
	Product cutting operation	33	336	11098	3-3
Auto table		48	260	12463	4
Semi-product transporting conveyor		47	216	10157	5
Workplace for log cutting		45	196	8822	6
Workplace for log loading		40	209	8355	7
Workplace for sawdust manufacturing		9	909	8180	8
Log insert conveyor		24	335	8041	9
Workplace for product packing		41	165	6759	10
Workplace for wood loading		21	153	3210	11
Workplace of fuel wood		21	122	2565	12
Workplace for drying products		8	261	2084	13
Fuel wood transporting belt conveyor		9	149	1343	14
Precipitator		8	84	669	15
Etc.(in the workplace)		57	308	17545	
Etc.(outside the workplace)		20	1231	24617	

<Table 1-1>과 <Table 1-2>에서 나타난 작업장소별 Risk값과 가능성에 대해 크기순으로 주요한 현황을 <Fig. 1>에 나타내었다. <Fig. 1>에서 보면 갱립소 장소의 Risk가 36,157로 가장 많았고, 다음은 이동대차로 25,454를 나타냈으며, 그 다음은 특수가공작업장이 22,283의 순으로 나타났다.



[Figure 1] Major risk and probability of the workplaces

갱립소 장소는 원목을 절단하는 장소로 절단 과정 중에 띠톱의 파손이나 띠톱이 끼이는 경우 등에서 주로 사고가 발생된다. 띠톱의 과대 장력으로 사용 시에는 띠톱이 파손되는 원인이 된다. 또는 원목 이송 또는 절단속도가 과도하여도 띠톱이 파손되는 원인이 되기도 한다. 띠톱의 파손 시에 띠톱의 파편이 튀는 경우 또는 절단 목제품의 부품이 튀어서 다치게 되는 사례가 있다. 띠톱 주위에는 덮개를 설치하여야 하나 일부 덮개를 설치하지 않는 곳에서 사고가 발생되었다. 갱립소 장소의 띠톱에는 항상 덮개가 설치되도록 하여야 한다. 아울러 운전 매뉴얼에 원목 상태에 맞는 띠톱의 장력이나 절단속도를 맞게 운전되도록 하여야 한다.

갱립소 장소의 띠톱이 원목의 절단 작업 중에 끼여서 멈추어 서는 경우가 있다. 제재업에서 가장 위험하고 많은 사고가 이곳에서 발생된다. 이 경우에는 운전을 즉시 멈추고 원목의 후진을 하여 띠톱이 자유로운 상태가 되어야 한다. 끼인 상태에서 절단되는 소재를 제거 시에는 띠톱이 장력을 받은 상태가 될 수 있어 띠톱의 파손시의 위험이 있기 때문이다. 다음으로 절단

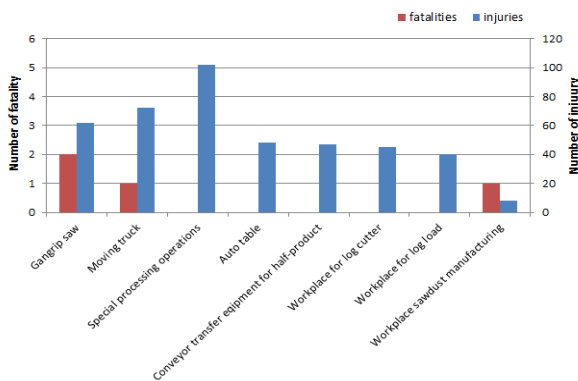
중인 원목과 끼인 목재를 빼어내고 초기 상태로 만든 후에 다시 절단 작업이 이루어져야 한다. 특히 끼는 경우에는 원목이 젖어 있거나 무른 소재인 경우 또는 원목 이송 속도를 높여서는 아니 된다.

이동대차 장소에서는 이동 대차로 원목의 적재, 하역 작업이나 이동대차의 수리 중에 주로 사고가 발생된다. 원목의 적재, 하역 작업 시에 쌓아 놓은 원목이 구르지 않도록 하여야 하고 이동대차로 원목 적재, 하역 시에는 무게 중심을 잘 잡아서 작업을 실시하여야 한다. 이동대차에서 운전자가 이탈 시에는 운전을 정지하고 고임목 등을 설치하여 이동대차가 움직이지 않도록 하여야 한다.

이동대차의 수리 시에는 이동대차의 움직임과 상승된 지게발 등의 낙하 등에 의한 사고가 발생된 바, 이동대차의 움직임을 방지하도록 고임목을 사용하고 안전 받침대를 사용하여야 한다.

특수가공작업장은 일반적 목재 형태의 직선이 아닌 곡선형이나 특수 모형으로 작업이 매우 힘들게 실시되는 것으로, 직선에서 곡선의 복합적인 절단 작업 시에 사고가 발생된다. 이 작업은 사전에 최종 작업까지 주의력을 기울여서 천천히 작업하는 것이 필요하다.

[Fig. 2]은 작업장소별로 사망자와 부상자의 주요한 현황을 나타내었다.



[Figure 2] Major fatalities and injuries in the workplaces

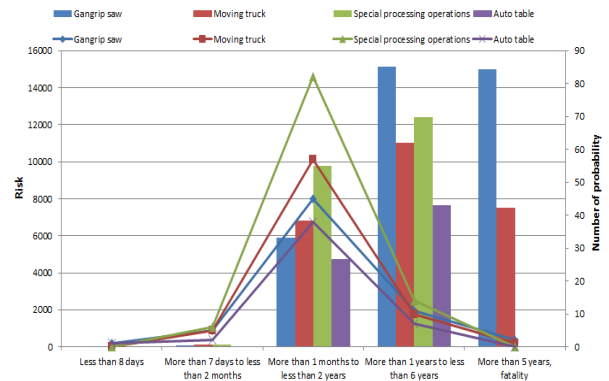
[Fig. 2]에서 보면 갱립소 작업장에서는 사망자가 2명, 이동대차에서 1명, 톱밥제조작업장에서 1명이 발생되었고 나머지는 기타 작업장에서 불특정하게 나타났다.

부상자는 특수가공작업장에서 가장 많았고, 다음은 이동대차였으며, 그 다음 갱립소 작업장의 순으로 많은 부상자가 발생되었다.

[Fig. 1]과 비교하여 [Fig. 2]를 보면 작업 장소별로 상위 순에서 사망자 대비 Risk는 대략 비례하였으나

부상자 대비 Risk는 상위 순위 바뀌었다. 이와 같이 일반 제재업에서는 위험성 평가와 관련하여 위험의 순위가 바뀌므로 재해예방의 주안점을 찾기위해 위험성과 관련된규정의 개정이 필요하다.

작업장소별 근로손실에 따른 위험성과 가능성은 [Fig. 3]과 같이 나타났다.



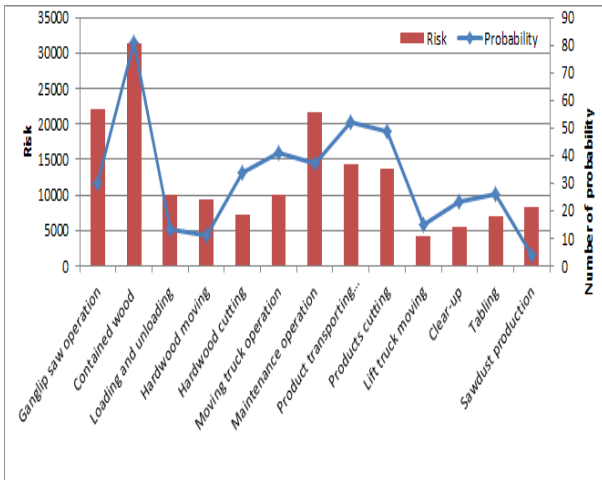
[Figure 3] The status of risk and probability for days lost by workplaces

[Fig. 3]에서 보면 근로손실일이 1달 초과 1년 사이에 가능성이 가장 많이 분포되어 있는 반면 위험성은 1년 초과 5년 사이에 가장 높은 것으로 나타났다. 이것은 위험성 감소를 목표로 한다면 1년 초과 5년 사이의 제재업에서의 사고에 대한 대책이 우선 필요함을 나타내고 있다.

근로손실일이 1년 초과 5년 사이의 주요 위험 장소를 보면 갱립소, 이동대차, 특수가공작업, 오토테이블인 것으로 나타났다. 이 현황은 그림2와 같은 유형으로 나타났다.

다음으로 위험성이 큰 근로손실일로는 1달 초과 1년 이하 인 것으로 나타나 대체로 일반 목재업에서는 1달 초과 1년의 근로손실일을 갖는 중대한 사고가 발생하는 것으로 나타났다. 이는 일반 제재업에 가장 중점을 두고 재해예방이 필요함을 잘 나타내주는 것이다.

세부작업별 주요 위험순위와 가능성을 보면 [Fig. 4]와 같이 나타났다.



[Figure 4] The status of major the risk and probability by the work type

[Fig. 4]에서 가장 많은 위험성으로 나타난 작업은 끼임 목재 제거 작업, 갱립소 작업, 유지보수 작업의 순으로 나타났다. 이 작업들은 다른 작업에 비해 발생 가능성은 높게 나타났다.

반면에 가능성이 많은 것에 비해 위험성이 적은 작업으로는 제품운반 작업, 제품절단작업 및 이동대차 작업 이었다. 이들 작업은 반제품을 취급하는 작업으로 제품 공정상 후반기 작업에 속한다. 일반 제재업에서는 작업 공정상 초기 작업 시 위험이 큰 것으로 나타나 초반기 작업에서 위험성 평가에 주안점을 두어야 한다.

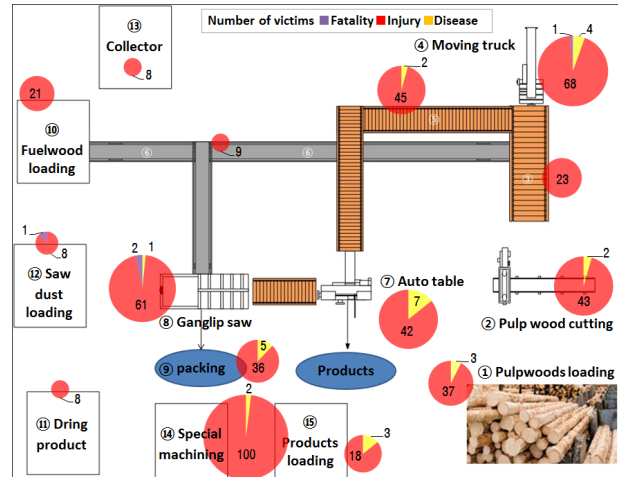
3.2. 작업 장소에 따른 재해발생 안전지도

작업 장소에 따른 재해자 수는 <Fig. 5>와 같이 나타났다.

[Fig. 5]에서 특수가공작업장에서 100명의 부상자가 발생함으로써 가장 높은 비율을 발생하였다. 다음으로 이동대차 68명과 갱립소 61명으로 많은 부상자가 나타났다. 또한 반제품이송컨베이어 45명, 원목절단장소 43명, 그리고 오토테이블 42명으로 역시 사고다발 지역으로 나타났다. 특히 이동대차와 갱립소의 경우 사

망자가 각각 1명, 2명 발생되었다.

[Fig. 5]의 안전지도는 근로자뿐만 아니라 사업주나 안전 관리자가 쉽게 재해 현황을 파악될 수 있어 효과적인 안전관리에 활용 될 수 있도록 작성하였다.



[Figure 5] A safety map of accidents by the workplaces

이와 같은 지도는 <Table 1>에 의한 risk를 나타낼 수도 있고, 발생형태별이나 상해부위별로 다양하게 작성하여 활용할 수도 있다.

3.3 산업 안전보건기준에 관한 규칙 개정(안)

위험성평가는 작업 전에 실시하여 대안을 찾고 조치를 함으로써 작업을 안전하게 하는 것이 주목적이다. 그림3에서 나타났듯이 위험성 평가를 실시함으로써 위험을 미리 파악하고 조치를 하여야 유해 위험을 방지할 수 있다. 3.1에서 나타난 것과 같은 위험성 평가는 관리감독자가 수행할 업무에 속하게 된다. 그러므로 관리 감독자는 작업 전에 유해위험방지 업무를 실시하기 위해 <Table 2>와 같이 산업안전보건 기준에 관한 규칙 제35조 제1항 관련하여 별표를 개정하여야 한다.

<Table 2> Supervisor's harm · hazard prevention (Article 35 (1))

In force		Proposed revision	
[Table 2]		[Table 2]	
Work type	Duties and responsibilities	Work type	Duties and responsibilities
1. (omission)		1. (omission)	A. ~ D. (omission)
2. Work handling machine for wood processing (Section 4, Chapter 1, Part 2)	A. ~ D. (omission) A. ~ D. (omission) <u>(new establishment)</u> (omission)	2. Work handling machine for wood processing (Section 4, Chapter 1, Part 2)	A. ~ D. (omission) E. Conduct risk assessment and take the necessary measures work
3. ~ 14. (omission)		3. ~ 14. (omission)	(omission)

4. 결론

이 연구는 일반제재업의 재해를 예방하기 위하여 근로손실일수를 활용한 작업장소별 위험성평가를 실시하였으며 Risk를 도출한 결과는 다음과 같다.

첫째, 일반제재업의 위험우선순위는 갱립소 장소의 Risk 값이 36157로 가장 크게 나타났으며, 다음은 이동대차 장소로 25454이었고, 그 다음은 특수가공작업장으로 22283의 순으로 나타났다.

둘째, 부상재해가 가장 많았던 장소로는 특수가공 작업장이었고, 다음은 이동대차 장소로 나타났다. 근로손실일수가 가장 많았던 장소는 톱밥 제조 작업장이었고 다음은 갱립소 작업장으로 나타나 부상자와 사망자가 작업장소별로 다르게 나타났다.

셋째, 일반제재업의 사고 가능성은 1월에서 12월사이가 많은 반면 중대성은 1년에서 5년 사이가 많은 것으로 나타났으므로 제재업의 재해예방으로는 중대성에 주안점을 두는 것이 더 필요하다.

넷째, 일반제재업의 작업장소별 안전지도의 제시로 사업주나 안전 관리자가 쉽게 알 수 있어 효과적인 안전관리가 이루어 질 수 있다.

다섯째, 관리 감독자의 유해위험방지 업무에서 위험성 평가에 관한 업무의 추가가 필요하다.

5. References

- [1] Occupational safety and Health Research Institute (2008~2012), "Analysis of statistics of occupational accidents in 2008~2010", .40-128
- [2] A model of the risk assessment by the business type in the General Sawmill Industry[20301], Report of Korea Occupational Safety and Health Agency, 2007
- [3] A case of risk assessment of general sawmill industry, Report of Korea Occupational Safety and Health Agency, 2012
- [4] Department of Justice and Attorney General(2011), Sawmilling Industry Health and Safety Guide 2011, Queensland Government
- [5] HSE(2012), Health and safety in sawmilling, HSE books
- [6] Lumber Handling in Sawmills, Department of Labor and Industries in Washington state, USA, 2002
- [7] Geon Ho Kim et al.(2007), "The method of risk assessment by AMEA", Journal of the Korean Safety Management Science,

- 9(2):97-111
- [8] Doo-hyun Kim, Jong-ho Lee(2004), "Qualitative assessment for hazard on the electric power Installations of a construction field using FMEA", Journal of the KOSOS, 9(4):37-41
- [9] Levent Kurt et al.(2013), "Failure mode and effect analysis for dairy product manufacturing: Practical safety improvement action plan with cases from Turkey, Safety Science 55, 195-205
- [10] Kadir Cicek et al.(2013), "Application of failure modes and effects analysis to main engine crankcase explosion failure on-board ship", Safety Science 51, 6-10
- [11] Kyu-hyung Shim, Dong-ho Rie(2010), "A quantitative risk analysis of related to tower crane using the fmea", Journal of the Korean Society of Safety, 25(6):34-39
- [12] "Occupational safety and Health act article 5 and 27", Ministry of Employment and Labor. 2015
- [13] Woonchul Shin(2013), "Risk Priority Number of chemical facilities by the risk assessment of injury analysis in the chemical plant" Journal of the Korean Institute of Gas, 17(4):39-44

저 자 소 개

이 홍 석



안전보건공단 산업안전보건연구원 안전연구실 연구원(공학석사)으로 재직 중이고, 관심분야는 재해발생 메커니즘 규명과 산업심리학 및 행동기반안전 등 이다.

신 운 철



현재 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 안전연구실에서 실장으로 근무. 공단 근무 경력 28년.

단국대학교 대학원 기계공학과 박사(열유체전공)

관심분야 : 열유체 전공 분야 및 산업안전 재해예방 연구 등.