



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](#)

공학석사학위논문

항타기 재해 예방을 위한 안전관리 실태 및 개선 방안에 관한 연구



부 경 대 학 교 산 업 대 학 원

안 전 공 학 과

임 춘 홍

공학석사학위논문

항타기 재해 예방을 위한 안전관리 실태 및 개선 방안에 관한 연구

지도교수 : 신 성 우

이 논문을 공학석사 학위논문으로 제출함

2018년 2월 23일

부 경 대 학 교 산 업 대 학 원

안 전 공 학 과

임 춘 홍

임춘홍의 공학석사 학위논문을

인준 함

2018년 2월 23일



주 심 공학박사 이 의 주 (인)

위 원 공학박사 서 용 윤 (인)

위 원 공학박사 신 성 우 (인)

목 차

제 1 장 서론	1
1.1 연구의 배경과 필요성	1
1.2 연구 방법	5
제 2 장 이론적 배경	7
2.1 산업재해의 정의 및 범위	7
2.2 산업재해발생 형태의 정의	7
2.3 산업재해발생의 원인	9
2.4 향타기의 정의 및 특징	9
2.5 향타기의 안전 점검 사항	12
2.6 향타기의 위험원인	16
2.7 선행연구 고찰	20
제 3 장 향타기 재해 발생원인 및 예방	24
3.1 향타기의 재해 사례와 원인	24
3.2 향타기 사고 재발방지 대책	28

제 4 장 항타기 안전 관리 실태 조사 및 분석	30
4.1 조사개요	30
4.2 조사내용	30
4.3 조사내용분석	30
4.4 조사 결과 및 고찰 분석	32
제 5 장 안전관리 개선방안	49
제 6 장 결론	52
참고문헌	54
부록	59

표 목 차

Table 1.1 Domestic Pile Driver registration status	3
Table 2.1 Types and definition of disaster occurrence	8
Table 2.2 Features of the Pile Driver	11
Table 4.1 Pile Driver Operator questionnaire contents	31
Table 4.2 General characteristics of research subjects	32
Table 4.3 Equipment history management	33
Table 4.4 Whether or not a new student education is completed ..	36
Table 4.5 On-site identification assistance with or without new student education	36
Table 4.6 Helps to grasp on-site training of new students according to their careers	37
Table 4.7 Special Safety Education	38
Table 4.8 Special safety education content with or without education ..	39
Table 4.9 Whether or not special education contents are helpful depending on career	40

Table 4.10 Satisfaction of on-site safety education according to career ..	41
Table 4.11 Effective on-site safety education based on career	42
Table 4.12 Satisfaction of on-site safety training time according to career	43
Table 4.13 Appropriate training time according to career	44
Table 4.14 Satisfaction with on-site safety management according to career	45
Table 4.15 Dissatisfaction with on-site safety management by experience	46
Table 4.16 Human factors	47
Table 4.17 Work factor	48
Table 4.18 Mechanical factor	48

그 립 목 차

Fig. 1.1 Death of construction machinery equipment in recent 5 years ..	2
Fig. 1.2 Status of Death by Construction Equipment in Recent 5 Years	3
Fig. 2.1 Pile Driver	10
Fig. 2.2 Structure and name of Pile Driver	10
Fig. 2.3 Items to check during assembly of the Pile Driver	12
Fig. 2.4 Prevention check before operation of the Pile Driver	13
Fig. 2.5 Safe use of wire rope	14
Fig. 2.6 Precautions when using pulleys of the Pile Driver	15
Fig. 2.7 Problems of assembling the reader	16
Fig. 2.8 Problems of wire rope	17
Fig. 2.9 Problems of hammers and winding and preventing devices	18
Fig. 2.10 Problems of Ground Reinforcemen	19
Fig. 3.1 Gyeongbu line evacuation accident of the Pile Driver	24
Fig. 3.2 Cheongnyangni line evacuation accident of the Pile Driver	25

Fig. 3.3 Chuncheon Line evacuation accident of the Pile Driver	26
Fig. 3.4 Cheongna Central Complex evacuation accident of the Pile Driver	27



**A Study on the Driving Pile Machine Actual Condition and
Improvement Plan of Safety Management for the Prevention of
Disaster Prevention**

Chun hong Lim

Department of Safety Engineering, Graduate School of Industry

Pukyong National University

Abstract

A Study on the Driving Pile Machine Actual Condition and Improvement Plan of Safety Management for the Prevention of Disaster Prevention.

Due to the rapid technological growth of the construction industry and the development of many construction methods, work using construction machinery has been rapidly increasing. The increase in the number of jobs using the construction machine causes various effects such as improvement of the productivity, shortening of the construction period, and cost reduction, while

large accidents caused by the construction machine are also increasing proportionally.

First, 50% or more of 'very satisfied' and 'average' of the students who have received education on the basis of whether or not they have completed the training of the new students, and 50% Or more.

Second, it was found that the less career, the more negative the perception of the new career education by the career

Third, more than 70% of the respondents answered 'very agree' and 'yes' with the help of on - site identification according to the presence of special safety education, and more than 50% of them did not.

Fourth, the satisfaction of the field safety education according to the career was mostly satisfied, and the effectiveness of the field safety education according to the career was also considered to be more than usual.

Fifth, the satisfaction of the on - site safety education time was mostly recognized as positive, and most of the education time was considered to be appropriate within 30 minutes.

Sixth, the satisfaction of on - site safety management appeared to be mostly negative, and the contents of dissatisfaction on site safety management were mostly combined with safety facilities.

Finally, the biggest problem with human factors is that "the worker crashes during work due to insufficient driving", the work factor is "safety work procedure not in compliance", the mechanical factor is " High risk factors. In order to solve these problems, workers should be given continuous education to raise awareness of safety.

제1장 서론

1.1 연구의 배경과 필요성

최근 건설업의 빠른 기술성장과 많은 공법들의 발달로 인하여 건설기계를 이용한 작업이 급격히 증가되고 있다. 이러한 건설기계를 이용한 작업의 증가는 생산성의 향상, 공사기간의 단축, 원가의 절감 등의 다양한 효과를 발생시키는 반면 건설기계로 인한 대형 사고들 역시 비례하여 증가하는 추세이다. 이에 따라 건설장비의 선정과 운용, 안전성 확보에 대한 문제는 공사를 진행하는 과정에서 중요한 관리적 요소로 작용하게 되었다.

건설업은 ‘수주’를 바탕으로 하는 산업의 특성으로 인해 많은 업체가 치열하게 경쟁하고, 그 과정에서 여러 단계의 하도급 과정을 거치거나, 기계화, 고층화, 대형화, 블록화 등 원가절감을 위한 다양한 수단이 동원되고 있으며, 근로자들이 3D업종을 기피하는 추세가 강해지고 현장근로자들의 고령화가 빠르게 진행되면서 현장에서 인력대비 기계·장비가 차지하는 비중이 점차 높아지는 것도 이러한 건설업의 특성에서 기인한다[33](안전보건공단, 2016). 이와 같은 건설기계와 장비는 인력과 비교하여 짧은 시간에 인력에 비해 많은 작업량을 소화할 수 있고, 작업능률이 향상되어 건설업 내에서 가장 중요하게 생각되는 공사기간의 단축을 시키는데 가장 큰 역할을 하고 있다. 보통 1인력을 0.14마력으로 전환되는데, 이를 대입하여 수치적으로 환산하면 건설현장에서 흔히 사용하고 있는 150마력의 굴삭기의 경우 1,071명의 인력이 업무를 수행하는 것과 같은 효과를 나타내는 것과 같다. 이러한 효율성의 문제로 인하여 점차 현장에서는 건설기계와 장비들이 늘어나고, 이에 따라 사고도 늘어나고 있다. 2010~2014년 건설기계와 장비에서 기인한 재해의 사망한 근로자는 총 456명에 이르고, 해를 거듭할수록

사망자의 수와 전체 건설업에서 일어나는 사고율을 차지하는 비율도 같이 증가하고 있다. Fig. 1.1을 보면 2010년과 2011년에 전체 건설업의 사망자 수와 대비하여 건설기계와 장비의 사고 사망자 비율은 17%였고, 2012년은 18%, 2013년은 19%, 2014년에는 24%까지 상승하였다. 전체 건설업 사고 사망자는 조금씩 줄어드는 반면에 건설기계와 장비로 인한 사망자 수는 반대로 증가하고 있으며 비율역시 급격하게 증가하는 것이다. Fig. 1.2를 보면 구체적인 사망사고를 일으킨 장비별로 구분할 수 있는데, 굴삭기가 89명(19.5%), 트럭 64명(14%), 이동식크레인 64명(14%), 고소작업대(차) 64명(14%), 지게차 21명(4.6%)로 집계 되었으며, 전체 454명의 사망자 가운데 이들 상위 5개의 장비들이 무려 302명(66.1%)를 차지하고 있다.



Fig. 1.1 Death of construction machinery equipment in recent 5 years(2010~2014) [33]



Fig. 1.2 Status of Death by Construction Equipment in Recent 5 Years(2010~2014) [33]

오늘날 경제 개발과 산업발전에 힘입어 다양한 신축 건물과 공장건설 등으로 건설 장비 중 지반을 다지는 일을 하는 향타기의 사용빈도가 증가하고 있다. 향타기의 경우 전국에 등록된 장비의 대수는 Table 1.1과 같고, 파일의 대형화와 개선에 따라 장비의 규모역시 대형화되고 있다.

Table 1.1 Domestic Pile Driver registration status(17.06.30 기준)[40]

area	Seoul	Busan	Dae-gu	Incheon	Gwangju	Daejeon	Gyeonggi	Gangwon	Chungcheong	Jeolla	Kyungsang	Jeju	Ulsan	Sum
Count	426	82	51	119	28	29	18	0	59	20	42	6	28	908

항타기는 “차량계 건설기계”에 해당되며 동력원을 사용하여 특정되지 아니한 장소로 스스로 이동할 수 있는 건설기계로서, 도저형 건설기계, 모터 그레이더, 이동식 크레인 형 굴착기계, 덤프 트럭, 펌프카와 같은 유사 구조 또는 기능을 갖는 건설기계로서 건설작업에 사용되는 것을 말한다 [34](안전보건공단, 2015). 그리고 작동 형태가 이동식 크레인과 유사하기 때문에 재해의 형태도 비슷한 양상을 보인다. 또, 대부분의 재해는 근로자와 운전자의 안전수칙의 미준수가 주원인 이지만, 최근 장비 자체의 결함을 점검하지 않아 발생하는 재해발생의 비율 역시 높아지고 있다. 이것은 장비 사용 전에 장비에 대한 결함 여부를 파악하고, 작업에 대하여 사전에 안전성 검토를 충실히 이행하지 않아 발생하는 결과라 볼 수 있다. 그러기 위해서는 작업조건(작업장소의 지형 및 지반상태 등)을 철저히 조사·검토하고, 작업에 적합한 장비를 선정, 운행 경로확인, 작업방법 등 사전 작업 계획을 수립하고, 작업 책임자 및 운전자에게 작업에 대한 모든 정보를 주지시킴으로써 사전 위험을 예방 및 예지할 수 있도록 하여야 하며, 건설기계에 의한 재해는 전도, 협착, 낙하·비래, 추락, 감전, 전도 등 전반적으로 발생되고, 재해강도가 매우 크며, 발생에 따른 인적·물적 손실이 큰 것이 특징이다[34](안전보건공단, 2015). 주로 발생하는 장소는 아파트 공사현장, 지하철, 교량, 고속도로, 공장건축물 등에서 재해가 빈번히 일어나는 실정이다. 건설기계의 사용으로 건설공사의 발전과 공사기간은 단축되고 있으나, 건설기계의 이용으로 인한 건설현장의 종사근로자 감소와 근로자 노령화에 따른 건설기계 운행의 위험도 인식과 지식 부족 등의 문제점을 발생하고 있다. 건설기계는 공사시작부터 완료되는 시점까지 공사의 전 과정에서 사용되기 때문에 중요성을 인식하고 철저한 공사계획과 안전점검을 통하여 사고를 줄일 수 있는 방안을 모색하는 것이 바람직하다.

건설 사업에서 건설기계의 안전성에 대한 연구다음과 같다. Aviad(2007)는 건설기계의 사고사례의 분석을 통하여 위험요소를 확인하고 장비사용시 안정성의 확보가 무엇보다 중요하다는 이야기를 하였으며, Bedian(2002)또한 건설기계의 전복, 전도 사고의 원인을 알아보고 그에 대한 대책 방안에 대한 연구를 수행하는 등 국외에서도 이미 건설기계에 대한 안전성과 관련된 연구가 진행되고 있다. 이에 이동식 크레인과 사고 양상이 비슷한 항타기의 사고의 발생 내용을 분석하고 사고를 예방하기 위해 정확한 안전장비 점검과 운영방법을 목적으로 하는 연구를 실시하여 근로자들이 항타기 산업재해로부터 보호받고 재해로 인한 건설현장의 손실을 최소화 할 수 있는 방안을 제시하고자한다.

1.2 연구 방법

항타기는 현장에서의 업무는 다양한 작업 조건과 현장의 환경적인 요인에 따라 작동된다. 따라서 항타기의 현장 내에서 작업을 하기 위한 안정적인 운용을 하기 위해 체계적인 기준 정립이 필요하다. 이에 따라 항타기 사용에 있어 필요한 매뉴얼과 장비 사용자가 쉽게 숙지할 수 있도록 본 내용을 작성한다. 본 연구는 안전보건공단에 게시된 건설기계사고에 대한 재해사례에서 항타기와 연관된 재해사례를 대상으로 하였다. 본 연구에서 목적 달성을 위한 연구에 대한 범위 및 방법은 다음과 같이 나열할 수 있다.

- 1) 연구의 배경과 필요성, 선행연구 고찰을 실시하여 분석한다.
- 2) 산업재해의 개념과 발생 원인에 대해 분석한다.
- 3) 항타기의 정의 및 분류, 안전점검사항, 재해 현황을 분석하고 재해 예방 방법에 대해 제시한다.

- 4) 향타기에 대한 설문을 실시, 분석하여 연구내용을 추출한다.
- 5) 연구 결과를 토대로 하여 향타기 사용의 안정성 확보를 위한 개선방안을 제시한다.



제 2 장 이론적 배경

2.1 산업재해의 정의 및 범위

「산업안전보건법」제2조 제1호에 따르면 산업재해란 근로자가 업무에 관계되는 건설물·설비·원재료·가스·증기·분진 등에 의하거나 작업 또는 그 밖의 업무로 인하여 사망 또는 부상하거나 질병에 걸리는 것을 말하고, 산업재해는 노동재해라고도 하는 산업재해는 사망, 중상해, 경상해, 무상해 사고로 분류하며 중상해는 부상으로 인해 8일 이상의 노동을 상실하는 것을 의미하며 경상해는 부상으로 인해 1~7일의 노동을 상실하는 것을 의미한다[13](국가법령정보센터, 2016). 그리고 무상해 사고에 대해서는 응급처치 이하의 조치가 취해 졌을 경우 작업에 종사하면서 치료 받는 것을 의미한다. 또, 상해는 신체의 정도에 따라 사망, 노동 불능(영구, 일부, 일시, 응급처치)으로 분류되고 있다. 노동 불능(영구)은 신체의 장애 등급이 1~3급에 해당되고 노동기능을 완전히 소실된 부상을 의미하고, 노동 불능(일부)는 신체의 장애 등급이 4~14급에 해당되고 신체의 일부가 완전히 소실되어 노동의 기능이 상실하는 정도이다. 노동 불능(일시)는 부상 후 치료를 통하여 일정기간 후에 노동이 가능한 상해를 의미하고, 응급처치는 자가 치료를 통해 치료가 가능한 상태를 의미한다.

2.2 산업재해발생 형태의 정의

재해의 발생형태란 “재해 및 질병이 발생된 형태 또는 근로자(사람)에게 상해를 입힌 기인물(재해의 원인이 되는 것)과 상관된 현상”이라고 정의한

다. 안전보건공단은 산업 전반에 일어나는 재해의 형태를 추락, 붕괴, 도괴, 낙하, 비래, 충돌, 전도, 감전, 폭발, 화재, 협착, 기타로 구분하고 있는데, 다양한 산업 재해의 종류 중 향타기 사고와 관련한 사고 발생형태는 추락, 낙화, 전도, 충돌, 협착등 5가지이다. 아래 Table 2.1와 같이 분류된 재해의 발생 형태 기준은 작업자가 사망의 상태에 까지 이르게 되는 가장 큰 원인이 무엇인가에 대한 내용이다. 예를 들면 향타기 작업중 연약지반의 영향으로 향타기가 전도되었다고 가정해보면 이경우의 발생한 형태는 도괴에 의한 사고에 해당된다.

Table 2.1 Types and definition of disaster occurrence[34]

Kinds	Definition
fall	Workers fall by high gravity, such as structures, buildings, trees, scaffolds, and saris.
Falling / proportional	If the stationary part is removed by centrifugal force, gravity or inertia force, or the article in the facility is ejected to the worker
Evangelize	Workers roll or fall on slopes, stairs, roads
Shrinkage	If the load, soil, structures, or scaffold fall down entirely or the main part is destroyed
Electric shock	When the body is directly contacted with the junction of the electrical equipment and the live part, current flows into the body and affects muscles, breathing, and ventricles.

2.3 산업재해발생의 원인

산업 현장에서 재해의 원인은 대체로 노동자가 신체 상태의 열악, 과로로 인하여 불완전한 상태로 인하여 발생하거나, 완벽한 노동환경임에도 불구하고 노동자의 부주의로 인하여 발생되기도 한다. 재해발생의 이론을 설명하는데 항상 이야기되는 하인리히(Heinrich)의 안전사고 발생 단계에 의하면 불안정한 노동 환경과 노동자의 개인적 결함에서 나타나는 불완전한 행동 즉, 부주의로 인하여 사고를 일으켜 재해의 발생 원인이 된다고 이야기하였다[11](Heinrich, 1931). 그리고 사고란 불안정한 첫 번째 요인이 발생하면 그 다음 요인들이 연쇄적으로 나타나게 되는 이를 연쇄반응이라고 명명하였다. 같은 내용으로 하나의 산업재해가 발생하기는 이전에 다양한 원인이 존재하고 있으며, 그 원인들이 모여 순차적으로 영향을 주고 한계점에 이르게 되면 재해가 일어나고 인적, 물적 피해를 유발시키는 것을 의미한다. 이와 같은 산업재해를 막기 위해서는 순차적으로 위험요인에 대한 제거가 필요하지만 제거가 어려울 경우 노동자의 불안정한 행동이나 기계적 위험상태를 제거하여 사고 발생을 억제하는 원리이다.

2.4 향타기의 정의 및 특징

향타기는 붐에 파일을 때리는 부속장치를 붙여서 드롭 해머나 디젤해머 등으로 강관파일이나 콘크리트파일 등을 때려 넣는데 사용되는 건설기계를 말하며, 종류로는 에너지 공급방식에 따라 드롭 해머, 증기 또는 압축공기 해머, 디젤 또는 가솔린 해머, 진동 향타기 등으로 분류 된다[35](안전보건공단, 2015). 향발기는 주로 가설용에 사용된 널말뚝, 파일 등을 뽑는데 사용되는 기계를 말하며, 향발기는 향타기의 반대이므로 통상의 향타기에 부

속 장치를 부착하면 항발기로 사용할 수 있다[35](안전보건공단, 2015).

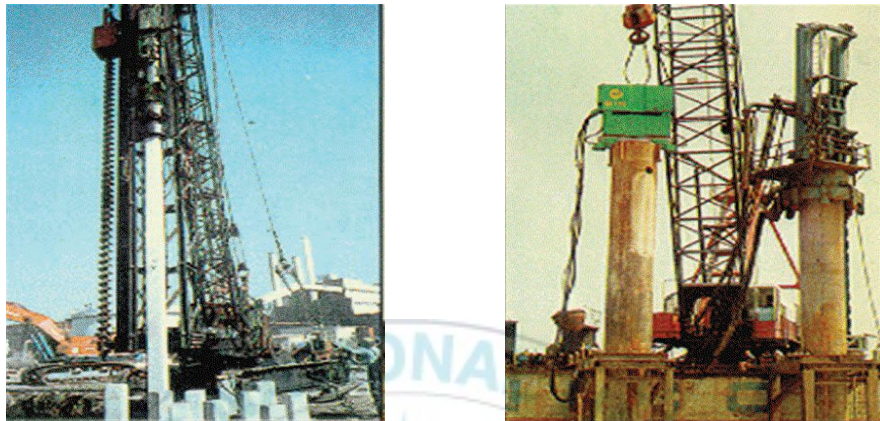


Fig. 2.1 Pile Driver [35]

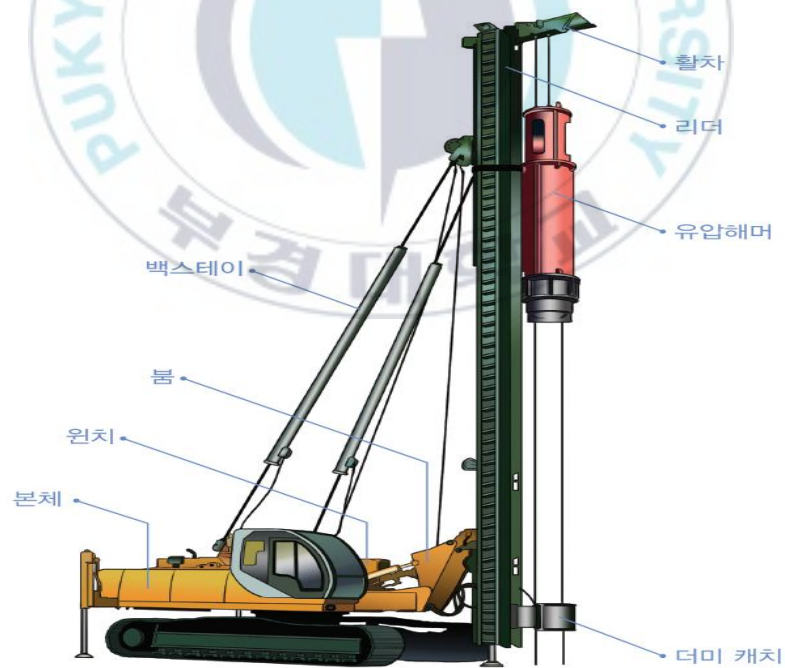


Fig. 2.2 Structure and name of Pile Driver[35]

Table 2.2 Features of the Pile Driver[35]

Kinds	Definition
principle	It is similar to a local earth drill, but with a drill and a hammer, the hole is drilled and the round file is dropped into the hammer and inserted into the ground.
Usage	Installation of earth wall
order	Drill the hole, insert the round steel pipe file, insert the steel rod, H beam, etc., and pour the round steel pipe file after pouring the concrete.
Type of hammer	Diesel hammer, Steam hammer, Drop hammer, Vibro hammer
Weight of RAM	2.5 to 3.5 tons
Etc	Use steel pipe pile, concrete pile, sheet pile

재해측면에서 항타기는 일반적으로 파일 작업, 파일의 대형화라는 특성을 지니고 있기 때문에, 재해의 위험성이 항상 상존한다고 볼 수 있다. 운반물 중량이 무거우므로 신체가 끼이든지, 말뚝의 낙하·비래 시, 와이어로프나 클램프의 절단 시는 대형 재해를 면할 수 없다. 주로 일어나는 위험요인은 전도, 충돌, 추락, 낙하, 협착 등이 있는데 전도와 충돌은 연약지반 작업 중 지반 침하가 일어나거나, 항타기의 장비가 경사지게 설치되어 전도되는 것을 말하고, 추락과 낙하는 권상용 와이어로프의 파단, 하중을 건 상태에서 운전자가 운전위치를 이탈하는 행동으로 인하여 낙하 사고가 빈번하게 일어난다. 이와 같이 작업 전 위험요인 분석을 실시하여 기계장비의 유무를 확인하고 물적 요인들을 고려하여 점검을 실시 한 후 작업을 실시하게 되면 대형사고의 사고율이 대폭 감소할 것으로 생각된다. 우리나라의 공사현장의 특성상 점검 등을 고려하지 않고 공기 단축과 빠른 작업으로 안전은 고려하지 않고 작업을 실시하기 때문에 대형 사고들이 빈번하게 일어나는 것으로 생각된다. 이에 항타기 사용 전 안전 점검사항과 위험원에 대하여 알아보도록 한다.

2.5 항타기의 안전 점검 사항

가. 조립 전 점검

조립 전 점검사항은 다음과 같다. 본체 연결부의 풀림과 손상의 유무, 권상용 와이어로프·드럼 및 도르래의 부착상태의 이상 유무, 권상장치의 브레이크 및 켜기장치 기능의 이상 유무, 권상기의 설치상태의 이상 유무, 고정 상태와 방법의 이상 유무 등 5가지로 조립 전 점검을 실시한다. 그리고 강도의 준수를 위하여 동력을 사용하는 항타기의 본체, 부속장치, 부속품은 상황에 따라 적합한 강도를 가지고, 심한손상과 마모, 변형, 부식이 없는 정상제품을 사용해야 한다.



Check drums and pulleys

Check winker function



Check the installation status of the traction machine



How to support and check the fixed status

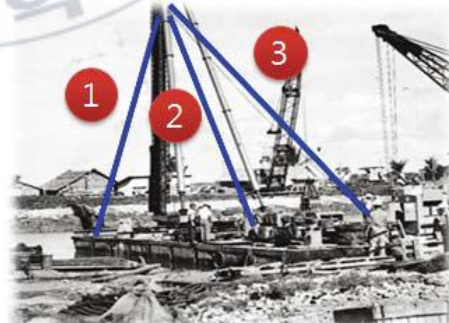
Fig. 2.3 Items to check during assembly of the Pile Driver[36]

나. 도괴의 방지를 위한 점검

항타기 운행 시 가장 많이 발생하는 도괴 사고를 예방하기 위하여 운행 전 도괴방지를 위한 점검 사항은 다음과 같다. 연약한 지반에 설치하는 경우 깔판과 목재 등을 사용하고, 시설 또는 가설물 등에 설치하는 경우 그 내력을 확인하고 필요시 보강하여 도괴를 방지한다. 그리고 각부나 가대가 미끄러질 우려가 있는 경우 말뚝 또는 켄치 등을 사용하여 각부나 가대를 고정하거나 궤도 또는 차로 이동하는 항타기 또는 항발기에 대해서는 불시에 이동하는 것을 방지하기 위하여 레일 클램프(rail clamp) 및 켄치 등으로 고정하고, 버팀대만으로 상단부분을 안정시키는 경우 버팀대는 Fig. 2.2와 같이 3개 이상으로 하고 그 하단 부분은 견고한 버팀·말뚝 또는 철골 등으로 고정한다. 또, 버팀줄만으로 상단 부분을 안정시키는 경우 버팀줄을 3개 이상으로 하고 같은 간격으로 배치하는 것과 평형추를 사용하여 안정시키는 경우 평형추의 이동을 방지하기 위하여 가대에 견고하게 부착하여 도괴를 방지할 수 있다.



Pallet, wood use



Using Supported Lines

Fig. 2.4 Prevention check before operation of the Pile Driver[36]

다. 권상용 와이어로프의 점검

권상용 와이어로프의 안전한 사용을 위한 주의사항은 다음과 같다. 권상용 와이어로프의 안전계수가 5 이상인 것을 사용하고, 안전계수를 초과하지 못하는 것은 사용하지 않는다. 추, 해머가 최저의 위치에 있을 때와 널말뚝을 빼내기 시작할 때를 기준으로 권상장치의 드럼에 적어도 2회 정도를 감길 수 있도록 여유 있게 와이어로프길이를 남겨야 한다. 그리고 권상장치의 드럼에 클램프와 클립을 사용하고 고정 시 풀리지 않도록 견고하게 고정시킨다. 마지막으로 추와 해머가 지상으로 낙하하지 않도록 클램프와 클립을 사용하여 고정시켜 낙하 사고를 예방해야 한다.

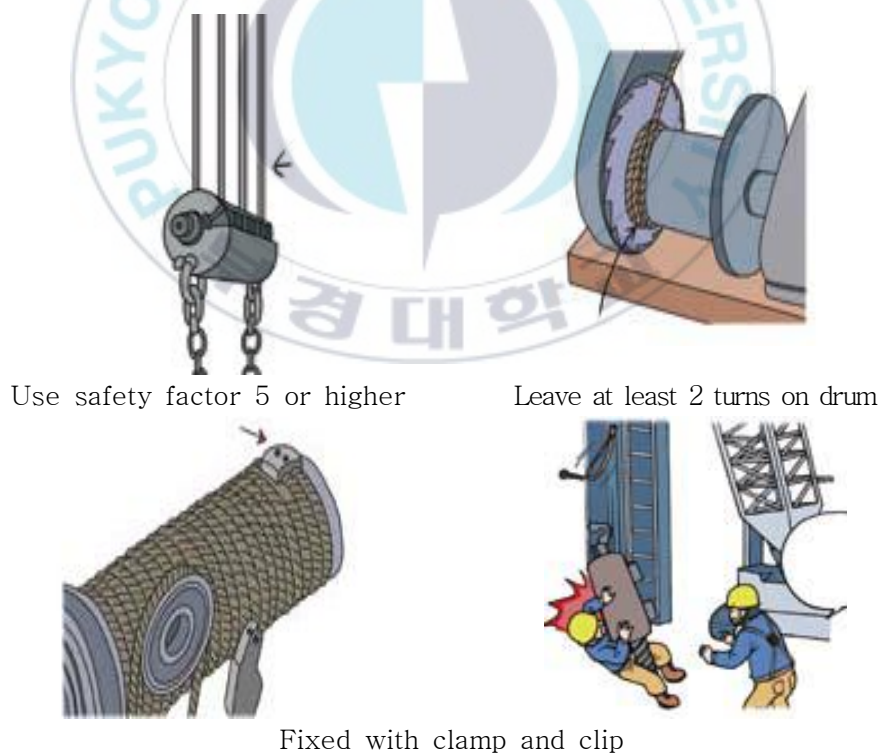


Fig. 2.5 Safe use of wire rope[36]

라. 항타기 도르래의 부착 및 사용 시 점검

항타기가 위치해 있는 지상에서 추와 햄머를 상하로 움직이기 위한 도르래의 부착 및 사용 시 점검사항은 다음과 같다. 도르래나 도르래 뭉치를 부착하는 경우는 부착부가 받는 하중에 의하여 파괴될 우려가 없는 브라켓, 샤클, 와이어로프를 이용하여 부착한다. 그리고 드럼 축과 권상장치로부터 첫 번째 도르래의 축 간의 거리를 권상장치 드럼 폭의 15배 이상이 되도록 조치하고, 권상장치의 드럼 중심을 지나야 하기 때문에 축과 수직면 상에 위치하여 운행해야 한다. 만약 드럼에 권상용 와이어로프가 꼬인 경우 와이어로프에 무리하게 하중을 가해서는 안 되며, 권상장치에 하중을 건 상태로 정지할 경우에는 빼기장치, 역회전방지용 브레이크를 사용하여 제동하여 확실한 정지 상태를 유지할 수 있도록 한다.

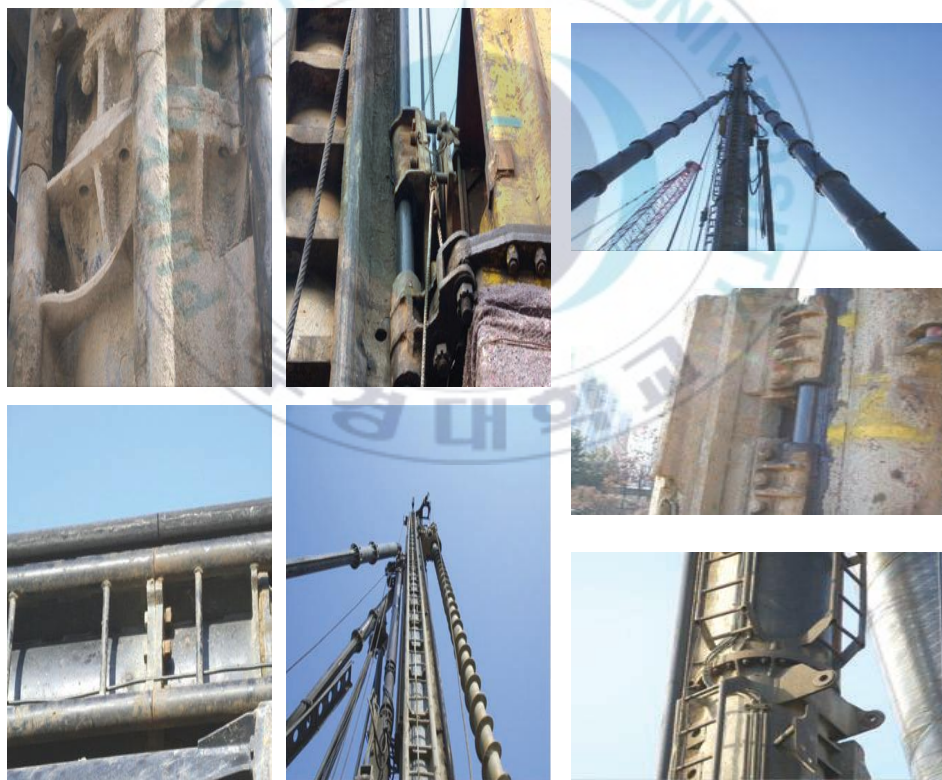


Fig. 2.6 Precautions when using pulleys of the Pile Driver[36]

2.6 항타기의 위험요인

가. 리더의 조립

Fig. 2.7을 보면 리더 조립의 부적합과 정상 상태에 대해 나타내었다. 부적합사항의 경우 항타기 리더 조립 상태의 부적합 예로 리더와 가이드 볼트의 망실, 볼트나사산 부족, 수직도 불량 등 대표적인 4가지의 부적합 상태이다. 리더 조립 시 이와 같은 부적합 상태가 발생하면 리더 조립시 볼트 일부 미설치와 망실로 리더부분이 파단 되고, 리더 상부부분이 지면으로 추락하게 되어 사고를 발생할 수 있다.



Nonconformity

Steady state

Fig. 2.7 Problems of assembling the reader[36]

나. 도르래 와이어로프

Fig. 2.8을 보면 도르래 와이어로프의 부적합과 정상 상태에 대해 나타내었다. 부적합사항의 경우 보조 도르래 와이어로프가 드럼에 감겨있는 횟수가 부족하고, 와이어로프가 손상되었다. 와이어로프에 이러한 문제점을 발생하게 되면 도르래로프 감김 부족으로 와이어 이탈로 파일이 낙하하는 사고가 발생할 수 있으며, 작업 중 와이어로프의 절단으로 중심을 잃고 전도 사고가 발생할 수 있는 위험이 있다. 이를 예방하기 위하여 드럼에 와이어로프가 충분히 감길 수 있도록 하고 사용 전 교체와 점검을 철저히 하여 사고를 예방해야 한다.



Nonconformity

Steady state

Fig. 2.8 Problems of wire rope[36]

다. 해머와 권과 방지장치

Fig. 2.9을 보면 해머와 권과 방지장치의 부적합과 정상 상태에 대해 나타내었다. 부적합사항의 경우 해머는 드롭해머 고정 홀의 과다 마모 및 변형으로 임시 고정 상태에서 사용되고 있다는 점과 항타기 상부에 권과 방지장치를 설치하지 않고 작업을 진행하는 것이다. 이는 해머의 경우 파단으로 재해의 위험이 있고, 권과 방지장치 미설치로 파일 상승 시 낙하사고의 위험이 내재 되어 있다. 이를 예방하기 위해서는 드롭해머 홀의 보강 및 사용 전 샤클 풀림장치를 점검하고, 권과 방지장치의 임의해체와 정상적인 작동이 가능한지에 대한 점검이 필요하다.



Fig. 2.9 Problems of hammers and winding and preventing devices[36]

마. 지반보강

Fig. 2.10을 보면 항타기 지반보강의 부적합과 정상 상태에 대해 나타내었다. 부적합사항의 경우 항타기 운행 시 지반보강용 철판을 사용하지 않거나, 사용하더라도 정확한 필요개수를 무시하고 임의의 개수만 설치하여 작업을 진행하는 것으로 연약지반이나, 비와 눈으로 인한 지반 침하가 일어나면 항타기는 전도할 수 밖에 없는 문제점을 가지고 있다. 이에 작업계획 수립 시 지반 안전성을 검토 및 지반 침하 등 전도방지를 위한 조치가 철저하게 이루어 져야 하고, 산업안전보건기준에 관한 규칙 제 209조(도괴의 방지)를 준수하여 공사를 진행해야 전도 확률이 낮아질 수 있다.



Nonconformity

Steady state

Fig. 2.10 Problems of Ground Reinforcemen[36]

바. 항타기 제도의 문제점

국내에서 안전인증 제도는 2009년 1월에 시행되었으나, 항타기의 경우는 2009년 10월 이후 제조, 출고 된 제품부터 안전인증 제도로 편입되었으며, 최초 출고할 때와 수입 시 받는 초기인증이 안전에 대한 유일한 제도라고 할 수 있다. 차량의 구조상 사용 중 피로에 누적으로 인한 구조적 문제, 안

전장치의 노령화로 인한 고장 문제 등 많은 문제가 발생 할 수 있으나, 공사 투입 중에 안전검사의 제도가 존재하지 않는 것이 국내의 현실이다. 그리고 안전인증 제도 내의 제품심사 항목에는 형식별, 개별 제품심사 항목이 있지만, 국내에서 제조되는 많은 수의 향타기의 경우 형식별 제품심사를 거쳐 출고가 되기 때문에 최초 검사를 마친 제작분이 외 제품에 대하여 제작기준의 준수여부를 확인할 수 있는 방법이 없기 때문에 문제가 되는 것이다.

2.7 선행연구 고찰

선행연구의 고찰은 향타기와 관련된 전문적인 논문이 부족하여 구조적으로 유사하고 작동원리, 방식, 재해의 사례가 비슷한 이동식 크레인에 대한 선행연구로 대체하여 고찰을 실시하였다. 이에 본 연구와 관련된 기존의 연구동향을 연구논문과 연구보고서로 살펴보면 다음과 같다.

심규형(2011년)은 “타워크레인 재해예방을 위한 위험성 평가에 관한 연구”로 안전중점항목들을 이용한 검사결과를 바탕으로, 타워크레인에 잠재되어 있는 위험성을 검사하고 안전성 여부를 판단한다. 고 위험 군에 해당되는 타워크레인을 안전성을 확보하여 저 위험군의 설비로 바뀔 수 있도록 제시한 연구이다.

김은미(2012년)는 “크레인 재해분석을 통하여 안전의 대책 연구”에서 크레인 재해를 분석하여 원인, 기인물, 가해물, 작업의 형태, 불안정한 상태 및 행동, 유사한 재해발생 유형 등을 분석하여 문제점 파악과 크레인과 관련된 제도적, 기술적 관리와 재해 예방 대책을 제시하였다.

김의수(2013)는 “차량크레인 전도사고의 구조 안전성평가에 관한 법공학적 연구”에서 기계가 수용할 수 없는 적합하지 못한 과한 인양의 하중에

기인하여 크레인 전도 사고가 발생하는 것은 작업자, 안전관리감독자가 작업 환경에 의한 정격하중, 적재물의 무게, 운반위치 선정 등 사전에 비교와 검토를 하지 않고 작업을 진행하였기 때문에 발생한 것으로 나타났고, 재발의 방지를 위하여 작업자, 안전관리 감독자는 크레인의 사고예방을 위하여 교육을 통한 안전의식을 갖추도록 해야 하고, 이에 작업환경과 크레인의 정격하중, 운반물의 무게 등을 작업자, 감독자가 함께 사전에 검토하여 크레인 소화할 수 있는 무게 인양을 통한 충분한 안정성을 확보 후 작업을 수행해야 할 필요가 있다. 라고 이야기하였으며, 크레인 제작업체는 크레인 에 과한 무게가 실릴 경우 경계신호를 안내하여 확인할 수 있는 안전시스템 탑재의 의무화가 필요함을 강조하였다.

정재복(2012)은 “중량물 설치 시 이동식크레인 기중선정에 관한 연구”에서 투입이 가능한 이동식 크레인의 특징과 종류를 분석하고 크레인 선정에 대한 영향 요소를 분석한 후에 이동식 크레인 선정에 대한 방법을 설계안으로 작성하여 검토와 분석을 할 수 있도록 실무적인 방안을 제시하고, 경험적 선정을 통하여 무리한 업체 선정이 아니라 전문가와 전문 설계사가 함께 공사면적과 환경을 분석하여 적합한 크레인 선정을 도울 수 있도록 하여 기존에 확인 없이 반복적인 선정에 대하여 해결할 수 있도록 하였다.

김병석(2012)은 “사례분석을 통한 이동식크레인의 안정성에 관한 연구”에서 관리감독자는 이동이 필요한 중량물 취급 작업계획서를 작성하여 이를 준수하여 작업을 실시하고, 크레인 제조사에서 업체로 제공하는 사용 설명서를 준수하여 크레인 운행이 실시될 수 있도록 하는 내용을 작성하였고, 위험성 평가의 결과는 실제로 이동식 크레인을 사용하는 양중 작업에 적용이 가능할 수 있도록 지속적인 관리와 감독이 요구된다고 하였다.

한철호(2010)는 “한국과 일본의 비교분석을 통한 줄걸이 작업 사망재해 감소방안”에서 우리나라의 크레인 줄걸이 작업 중 사망재해의 빈도는 일본

과 비교하여 4.4배 높으며, 크레인의 사고 빈도 역시 크레인 1만대 당 발생하는 사망재해는 우리나라는 17.6으로 일본과 비교하면 일본의 1975년도 크레인 1만대당 16.3과 비슷한 수준이다. 연구 분석 결과를 바탕으로 하여 줄걸이 작업 중 발생하는 사망재해 감소의 방안은 다음과 같다. 유해, 위험 작업의 취업제한에 있어 줄걸이 작업을 추가시키고, 기능강습과 특별교육, 안전위생교육과정 등을 추가하고 이를 교육할 수 있는 교육제도의 도입과 와이어로프 슬링 제작에 대한 국가기술자격제도의 운영을 실시하여 일정한 자격을 취득자에 한하여 제작할 수 있도록 제한하여 줄걸이 사고에 대한 예방을 하고 사망재해 감소대책을 제시하였다.

서수은(2010)은 “교량공사에서 위험지수를 이용한 재해예방에 관한 연구”에서 교량공사 작업 중 중대 재해의 공중별 발생의 현황을 조사 및 분석하여 교량공사 전문가를 대상으로 하는 설문조사를 통한 유해, 위험 요인 도출과 위험빈도, 위험강도를 기초로 한 정량, 정성적 평가를 종합하여 정량적인 위험지수를 제시하였다. 정성적 평가는 계층분석을 통하여 교량 전문가의 의견을 정량화 평가에 반영하여 위험지수에 대한 산정을 이용하여 교량 건설의 재해예방 대책과 현장에서 활용할 수 있는 정량적 지표를 제시하였다.

백중배(2012)는 “위험성평가(Risk Assessment)제도의 확대실시를 위한 정책개선과제”에서 영국, 독일, 일본, 싱가포르, 한국의 5개국의 위험성 평가와 제도에 대해 비교 하여 특이점을 도출하고, 2013년부터 우리나라에서 시행되고 있는 산업안전보건법에 의한 정책들과 외국의 사례를 비교하여 한국의 실정에 맞는 정책 개선과 과제를 제시하였다.

이와 같이 선행 연구를 확인한 결과, 재해예방을 위한 위험성 평가법의 연구, 기계적 결함 해소를 위한 연구, 기계 작동 전 안전점검에 대한 중요성을 나타낸 논문 등 산업재해예방을 위한 다양한 연구들이 이루어지는 것을 확인하였으나, 본 연구

에서 확인하고자하는 항타기 재해 연구는 부족한 실정이다. 그러므로 본 연구에서 활용하기 위하여 과거 중대재해 사례를 분석하고, 이를 바탕으로 대형 사고를 유발하는 항타기 사고를 예방하기 위하여 설문지를 작성하여 항타기의 사용자를 대상으로 하는 설문조사를 실시하여 실질적인 안전한 작업환경과 개선이 필요한 내용을 분석하여 제시하고자 한다.



제 3 장 항타기 재해 발생원인 및 예방

3.1 항타기의 재해 사례와 원인

가. 경부선 의왕역 항타기 전도사고(2011.06.06.)

2011년 6월 6일에 경부선 군포-의왕역 사이에서 철도횡단지하차도 공사를 위한 항타기가 방향 전환 중에 선로 쪽으로 넘어지면서 경부 본선과 시설물을 손상시켜 열차운행을 지연시킨 사고로 사고의 원인은 항타 작업을 마치고 장비가 방향을 전환하던 중에 전도방지 지지철판 밖으로 바퀴가 빠져 중심을 잃고 전도되었다. 이는 야간에 장비 진행방향 철판의 위치를 정확히 확인하지 않고 장비를 이동하다 발생한 재해 사례로 지지철판의 부정확한 위치 선정 및 장비 운전자의 장비 운전 소홀과 시공사와 책임감리 현장 항타 장비의 작업계획서, 작업 전 장비 검토와 전도방지를 위한 바닥철판 수량 미 준수, 협소한 철판 넓이에 대한 안전성 검토 소홀로 나타난 사건이다. 다행히 인명피해는 없었으나 피해금액은 3억 7천만 원의 복구비용이 발생하였다.



Fig. 3.1 Gyeongbu line evacuation accident of the Pile Driver[42]

나. 청량리역사 향타기 전도사고(2013.08.13.)

2013년 8월 13일에 경원선 청량리역 구내에서 역사 작업중 향타기가 승강장 쪽으로 전도되어 승강장 지붕 파손과 열차를 기다리던 승객 2명이 사망하였다. 전차선 단선 및 신호보안장치의 고장으로 복구하는 동안 열차 운행이 지연되었던 사건이다. 사고의 원인은 향타를 시행할 장소에 전도방지를 위한 자반보강용 복 공판이 설치되어 있었으나, 최근에 내린 비의 영향으로 보이지 않는 물웅덩이가 생성되는 등 지반이 연약하여 전도되었고, 한쪽바퀴가 복 공판에서 이탈된 상태로 넘어진 것으로 보아 향타기가 이동 중 바퀴가 지반 보강용 복 공판을 이탈하면서 연약지반이 장비의 하중을 견디지 못하고 기울어지면서 발생한 것이다. 피해내역은 승객 2명 사망과 약 5,500만원의 피해가 발생하였다.



Fig. 3.2 Cheongnyangni line evacuation accident of the Pile Driver[42]

다. 전라선(춘포~삼례역)선로 향타기 전도사고(2011.05.05.)

2011년 5월 5일에 전라선 삼례역을 출발하여 춘포역으로 운행하던 열차가 향타기가 넘어지는 것을 발견하고 비상제동을 하여 큰 인명사고로 번지지 않는 사건이다. 이 사고는 전라선(춘포~삼례역) 방향의 철로와 새로 만들어진 철로와 결합하는 과정에서 발생한 것으로 향타기 이동시 지반의 부등침하를 방지하기 위한 철판의 끝 부분이 연약지반으로 향타기의 무게를 견디지 못하고 무게중심을 잃으면서 선로쪽으로 전도되었다. 다행히 인명피해는 없었고 약 3,200만원의 피해내역이 발생되었다.



Fig. 3.3 Chuncheon Line evacuation accident of the Pile Driver[42]

라. 청라센트럴 복합단지 조성공사 중 향타기 전도사고(2015.11.19.)

2015년 11월 19일에 청라센트럴 복합단지 조성공사 중 향타기 전도사고가 발생하였다. 단지 외곽 파일 향타 작업 중 향타기가 이동을 위해 뒤쪽 철판을 자체 크레인으로 들어 앞쪽으로 설치하고, 뒤쪽의 다음 철판을 이동하고자 회전하던 중 한쪽 바퀴가 철판 밖으로 빠지면서 전도되었다. 전도된 향타기에서 탈출하던 운전기사가 깔려서 사망하였다. 확인 결과 공사

전날 내린 비의 영향으로 지반이 연약해져 항타기의 자체무게를 지반이 견디지 못한 상태에서 작업을 진행하여 이와 같은 사건이 발생한 것으로 나타났다.



Fig. 3.4 Cheongna Central Complex evacuation accident of the Pile Driver[43]

마. 부전~마산 항타기 해체 작업 중 중간밴드 낙하사고 (2017.02.27.)

2017년 2월 27일에 부전~마산 복선전철 공구 공사현장에서 항타기 해체 작업 중 중간밴드 낙하로 인해 1명이 사망했다. 부전~마산 복선 전철 역사 공사 현장에서 대형 항타기 해체작업을 하던 중 중간밴드를 매달고 있던 체인이 파단되어 중간밴드가 낙하하여 사고가 발생하였다. 확인결과 작업 전 달기 체인점검을 실시되지 않았고 기존에 임시로 고정하여 사용한 것으로 밝혀졌고 이런 상태에서 중간밴드의 무게를 지탱하지 못하고 체인이 파단된 것으로 나타났다.

3.2 항타기 사고 재발방지 대책

위의 항타기의 안전점검과 위험원, 사고사례를 확인한 결과 가~라의 사건은 공사지반이 연약지반으로 인한 항타기 전도사건으로 공사 전 공사담당자가 지반조사를 실시하여 연약지반을 확인하고 대처를 한 후에 작업을 실시하였다면 일어나지 않을 사고들이고, 마와 같은 경우는 중간밴드를 매달고 있는 체인 점검을 하지 못하고 공사를 진행하는 바람에 일어난 사건이다. 가~마 사건 모두 작업 전 기계장비와 물적 점검을 실시하였다면 최대한으로 줄일 수 있었던 사고들이기 때문에 작업 전 점검으로 대형 사고를 줄일 수 있다는 것을 증명하는 것이다. 이와 같은 사건을 방지하기 위하여 공사관계자는 사용하는 항타기의 도괴 및 전도방지를 위하여 산업안전보건기준에 관한 규칙(제12절 건설기계 등)에 의거하여 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.

첫째, 연약한 지반에 설치하는 경우에는 먼저 공사관계자가 지반의 상태를 확인하여 연약정도에 따른 각부나 가대의 침하를 방지하기 위하여 깔판·깔목 등을 사용하고 작업 반경에 맞추어 그 개수를 준비해야 한다. 만약 깔판을 깔아도 공사에 무리가 올 것으로 예상된다면 작업을 중지하고 다른 방법을 모색해야 한다. 둘째, 시설 또는 가설물 등에 설치하는 경우에는 그 내력을 확인하고 내력이 부족하면 그 내력을 보강하고, 각부나 가대가 미끄러질 우려가 있는 경우에는 말뚝 또는 켄기 등을 사용하여 각부나 가대를 고정시켜야 한다. 셋째, 궤도 또는 차로 이동하는 항타기에 대해서는 불시에 이동하는 것을 방지하기 위하여 레일 클램프(rail clamp) 및 켄기 등으로 고정시켜야 하고, 궤도차일 경우 작업 전 항타기 트랙폭을 확장시켜 전도의 위험을 줄여야 한다. 넷째, 항타 작업 시 운반기계 등이 근로자의 작업장소로 후진하여 근로자에게 접근하거나 전락할 우려가 있는 경우에는

신호수를 배치하여 운반기계 등을 유도해야 하며, 향타기 운전자는 신호수의 유도에 따라야 한다. 다섯 번째로 권상기에 하중을 건 상태에서 운전자는 운전위치에서 이탈을 금지하고, 권상시 말뚝이 빠지지 않도록 2줄 걸이나 휘말아 달기를 실시하여 단단하게 고정시켜야한다. 이와 같이 사고재발 방지 대책을 확인하고 공사담당자와 운전자는 작업 전 안전점검에 대하여 소홀히 하지 않고 꼼꼼하게 확인해서 대형 사고가 나지 않게 주의해야 한다.



제 4 장 향타기 안전 관리 실태 조사 및 분석

4.1 조사 개요

국내 대형건설사 현장중심으로 2017년 8월부터 2017년 10월까지 설문조사를 실시하였으며, 2장의 이론적 배경을 근거로 하여 향타기를 직접 운행하는 운전자에게 직접 설문지배포 하였다. 설문응답은 총 156명으로 이 중 불성실한 응답자를 제외한 총 150부를 대상으로 분석하였다.

4.2 조사 내용

본 설문 내용은 2장 이론적 배경을 반영하여 내용을 구성하였다. 크게 일반사항, 장비이력 관리, 안전교육 관련 내용, 위험성 평가로 분류하였다. 향타기와 관련된 내용은 운행자의 업무특성에 맞게 작성하였다.(Table 4.1 참조)

4.3 조사 분석 방법

향타기 운전자에게 수집된 설문자료는 통계적 분석과 데이터 분석에 사용되는 분석프로그램인 SPSS(Statistical Package for the Social Sciences) 21.0(ver.)을 사용하여 분석을 실시하였고, 자세한 적용된 통계방법의 내용은 다음과 같다.

첫째, 변수 및 요인에 대하여 빈도 분석(데이터 값을 손쉽게 확인하기 위하여 실시하는 분석으로 일반적으로 인구통계학적 특성을 확인할 때 사용

됨)을 실시하였다.

둘째, 변수간의 관계를 파악하기 위해 교차분석(두 개의 범주형 변수 사이의 연관성을 파악하는 방법으로 각 변수의 연관성을 확인하기 위하여 실시함)을 실시하였다.

셋째, 각 문항 별 평균의 차이를 알아보기 위해서 평균과 표준편차를 위한 기술통계 실시하였다.

Table 4.1 Pile Driver Operator questionnaire contents

Classification	Contents	Item number	Number of questions
General Information	gender	1	1
	age	2	2
	Driving experience	3	3
Equipment history management	Ownership of equipment	1	4
	Age of equipment	2	5
	Period of construction of equipment	3	6
	Equipment input period	4	7
	State of equipment	5	8
	Presence of maintenance	6	9
	Reason for Maintenance	7	10
	Regular inspection cycle	8	11
	Recent maintenance history	9	12
	Accident history	10	13
Safety education related	Newer education	1	14
	Satisfaction with new education	2	15
	Is safety education available	3	16
	Satisfaction of safety education	4	17
	Safety training on site	5	18
	On-site safety education effectiveness	6	19
	Satisfaction of education time	7	20
	Appropriate training time	8	21
	On-site safety management satisfaction	9	22
	On-site safety management complaint	10	23
Risk assessment	Factors causing equipment disaster	1	24
	Equipment disaster work factor	2	25
	Equipment disaster mechanical factors	3	26
total			26

4.4 조사 결과 및 고찰 분석

가. 인구통계학적 특성

Table 4.2 은 연구 대상의 일반적 특성을 조사한 결과이다. 연구 대상의 일반적 특성을 조사한 결과, 성별은 남자가 150명(100.0), 여자가 0명(0%)로 조사대상의 성별은 모두 남자인 것으로 나타났다. 연령대는 30대 미만 11명(7.3%), 30대 35명(23.3%), 40대 54명(36.0%), 50대 45명(30.0%), 60대 이상 5명(3.3%)으로 40대가 가장 많은 연령대로 나타났다. 장비운전 경력은 6개월 미만 15명(10.0%), 6개월 이상, 2년 미만 36명(24.0%), 2년 이상, 5년 미만 46명(30.7%), 5-10년 33명(22.0%), 10년 이상 20명(13.3%)으로 2년 이상 5년 미만의 장비 운전경력을 갖춘 분들이 많은 것으로 나타났다.

Table 4.2 General characteristics of research subjects

	Contents	N	%
gender	man	150	100.0
	Woman	-	-
age	Less than 30	11	7.3
	30s	35	23.3
	40s	54	36.0
	50s	45	30.0
	More than 60	5	3.3
Driving experience	Less than 6 months	15	10.0
	6 months or more, less than 2 years	36	24.0
	More than 2 years, less than 5 years	46	30.7
	5-10 years	33	22.0
	More than 10 years	20	13.3

나. 장비 이력 관리

Table 4.3 은 장비 이력 관리를 조사한 결과이다. 장비 이력 관리를 조사한 결과, 장비의 소유주 여부는 소유 40명(26.7%), 무소유 110명(73.3)으로 무소유가 높은 것으로 나타났다. 장비의 연령(출고일 기준)은 6개월 미만 11명(7.3%), 6개월 이상, 2년 미만 38명(25.3%), 2년 이상, 5년 미만 58명(38.7%), 5-10년 36명(24.0%), 10년 이상 7명(4.7%)으로 나타났고 2년 이상, 5년 미만의 장비가 높은 것으로 나타났다.

Table 4.3 Equipment history management

Contents		N	%
Ownership of equipment	possession	40	26.7
	No-nonsense	110	73.3
Age of equipment (By date of issue)	Less than 6 months	11	7.3
	more than 6 month, Less than 2 years	38	25.3
	More than 2 years, less than 5 years	58	38.7
	5-10 years	36	24.0
	More than 10 years	7	4.7
	Less than 6 months	16	10.7
Period of construction of equipment	more than 6 month, Less than 1 years	38	25.3
	More than 1 years, less than 3 years	59	39.3
	3-5 years	27	18.0
	More than 5 years	10	6.7
	Less than 1 months	14	9.3
Equipment input period (Current site)	More than 1 month, less than 3 months	32	21.3
	More than 3 months Less than 6 months	35	23.3
	6 months to 1 year	45	30.0
	More than 1 years	24	16.0

장비의 공사투입기간은 6개월 미만 16명(10.7%), 6개월 이상, 1년 미만 38명(25.3%), 1년 이상, 3년 미만 59명(39.3%), 3-5년 27명(18.0%), 5년 이상 10명(6.7%)으로 1년 이상, 3년 미만이 가장 높은 것으로 나타났다. 장비 투입기간(현재 현장)은 1개월 미만 14명(9.3%), 1개월 이상, 3개월 미만 32명(21.3%), 3개월 이상 6개월 미만 35명(23.3%), 6개월-1년 45명(30.0%), 1년 이상 24명(16.0%)으로 6개월-1년이 가장 높은 것으로 나타났다.

Table 4.3 Equipment history management(continue)

	Contents	N	%
State of equipment	Very good	31	20.7
	good	77	51.3
	usually	26	17.3
	Not good	15	10.0
	Not very good	1	.7
Presence of maintenance	have	115	76.7
	none	35	23.3
Reason for Maintenance	Accidental damage	5	3.3
	broken	18	12.0
	Detecting equipment failure	18	12.0
	Daily maintenance	74	49.3
Regular inspection cycle	Less than 6 months	25	16.7
	more than 6 month, Less than 1 years	88	58.7
	More than 1 years, less than 2 years	28	18.7
	2-3 years	6	4.0
	More than 3 years	3	2.0
Recent maintenance history	have	42	28.0
	none	108	72.0
Accident history	have	21	14.0
	none	129	86.0

장비의 상태는 매우 좋음 31명(20.7%), 좋음 77명(51.3%), 보통 26명(17.3%), 좋지 않음 15명(10.0%), 매우 좋지 않음 1명(0.7%)으로 장비의 상태가 좋음이 가장 높은 것으로 나타났다. 정비의 유무는 유 115명(76.7%), 무 35명(23.3%)으로 75%이상이 장비를 정비하는 것으로 나타났다. 정비의 이유는 사고로 인한 파손 5명(3.3%), 고장 18명(12.0%), 장비이상 감지 18명(12.0%), 일상정비 74명(49.3%)으로 일상정비가 가장 높은 것으로 나타났다. 정기점검 주기는 6개월 미만 25명(16.7%), 6개월 이상 1년 미만 88명(58.7%), 1년 이상, 2년 미만 28명(18.7%), 2-3년 6명(4.0%), 3년 이상 3명(2.0%)으로 6개월 이상, 1년 미만이 가장 높은 것으로 나타났다. 최근 정비 이력은 유 42명(28.0%), 무 108명(72%)으로 최근에 70%이상이 정비를 하지 않는 것으로 나타났다. 사고 이력은 유 21명(14.0%), 무 129명(86%)으로 85% 이상이 사고 이력이 없는 것으로 나타났다.

다. 안전 교육 관련

1) 신규자 교육 이수 유무

Table 4.4 은 현장 투입 전 신규자 교육 이수 유무에 대한 결과를 나타낸 것이다. 분석 결과 현장 투입 전 신규자 교육 이수자는 108명(72.0%), 미이수자는 42명(28.0%)으로 나타났다.

Table 4.4 Whether or not a new student education is completed

Contents		N	%
new student education	have	108	72.0
	none	42	28.0
	total	150	100

Table 4.5 On-site identification assistance with or without new student education

	Strongly disagree	Disagree	usually	Agree	Strongly agree	total
Education	7	7	32	25	37	108
	6.5%	6.5%	29.6%	23.1%	34.3%	100.0%
No education	16	22	0	0	4	42
	38.1%	52.4%	0.0%	0.0%	9.5%	100.0%
total	23	29	32	25	41	150
	15.3%	19.3%	21.3%	16.7%	27.3%	100.0%

$\chi^2=81.599$, $df=4$, $p<.01$

Table 4.5 는 신규자 교육 이수 유무에 따른 현장 파악에 도움 유무를 나타낸 것이다. 분석 결과 교육 이수자는 ‘매우 그렇다’ 37(34.3%)으로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 ‘보통’ 32명(29.6%)으로 나타났다. 그리고 ‘그렇다’ 25명(23.1%)으로 나타났으며, ‘전혀 그렇지 않다’와 ‘그렇지 않다’ 각각 7명(6.5%)으로 나타났다.

반면 교육 미이수자는 ‘그렇지 않다’ 22명(52.4%)으로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 ‘전혀 그렇지 않다’ 16명(38.1%)으로 나타났다. 이러한 차이는 통계적으로 유의미한($p<.01$) 차이가 있는 것으로 나타났다.

Table 4.6 Helps to grasp on-site training of new students
according to their careers

	Strongly disagree	Disagree	usually	Agree	Strongly agree	total
Less than 6 months	4 26.7%	2 13.3%	6 40.0%	3 20.0%	0 0.0%	15 100.0%
6 months or more, less than 2 years	3 8.3%	16 44.4%	7 19.4%	6 16.7%	4 11.1%	36 100.0%
More than 2 years, less than 5 years	10 21.7%	6 13.0%	9 19.6%	4 8.7%	17 37.0%	46 100.0%
5-10 years	4 12.1%	0 0.0%	8 24.2%	8 24.2%	13 39.4%	33 100.0%
More than 10 years	2 10.0%	5 25.0%	2 10.0%	4 20.0%	7 35.0%	20 100.0%
total	23 15.3%	29 19.3%	32 21.3%	25 16.7%	41 27.3%	150 100.0%

$\chi^2=42.252$, $df=16$, $p<.01$

Table 4.6 는 경력에 따른 신규자 교육의 현장 파악에 도움 유무를 나타낸 것이다. 분석 결과 6개월 미만은 ‘보통’ 6명(40.0%)으로 가장 높게 나타났다. 6개월-2년 미만은 ‘그렇지 않다’ 16명(44.4%)으로 부정적으로 인식하고 있는 것으로 나타났다. 그리고 2년 이상-5년 미만은 “매우 그렇다” 17명(37.0%)으로 가장 높게 나타났으며, 긍정적으로 인식하는 것으로 나타났다. 5년-10년 역시 “매우 그렇다” 13명(39.4%)으로 긍정적인 인식으로 나타났지만, “전혀 그렇지 않다” 4명(12.1%)으로 나타났다. 10년 이상은 “매우 그렇다” 7명(35.0%)과 “그렇다” 4명(20.0%)으로 나타나 신규자 교육이 현장 파악에 도움이 되는 것으로 인식하고 있었다. 이러한 결과는 경력에 따라 통계적으로 유의미한($p<.01$) 차이가 있는 것으로 해석된다.

2) 특별안전 교육

Table 4.7 은 특별안전 교육에 대한 결과를 나타낸 것이다. 분석 결과 특별안전교육 이수자는 103명(68.7%), 미 이수자는 47명(31.3%)으로 나타났다.

Table 4.7 Special Safety Education

Contents		N	%
Special Safety Education	have	103	68.7
	none	47	31.3
	total	150	100

Table 4.8 는 특별안전교육 이수 유무에 따른 현장 파악에 도움 유무를 나타낸 것이다. 분석 결과 교육 이수자는 ‘매우 그렇다’ 38(36.9%)으로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 ‘그렇다’ 36명(35.0%)으로 나타났다. 그리고 ‘보통’ 21명(20.4%)으로 나타났으며, ‘그렇지 않다’ 5명(4.9%)와 ‘전혀 그렇지 않다’ 3명(2.9%)으로 나타났다.

반면 교육 미 이수자는 ‘그렇지 않다’ 25명(53.2%)으로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 ‘보통’ 9명(19.1%)으로 나타났다. 이러한 차이는 통계적으로 유의미한($p<.01$) 차이가 있는 것으로 나타났다.

Table 4.8 Special safety education content with or without education

	Strongly disagree	Disagree	usually	Agree	Strongly agree	total
Education	3 2.9%	5 4.9%	21 20.4%	36 35.0%	38 36.9%	103 100.0%
No education	7 14.9%	25 53.2%	9 19.1%	2 4.3%	4 8.5%	47 100.0%
total	10 6.7%	30 20.0%	30 20.0%	38 25.3%	42 28.0%	150 100.0%

$\chi^2=65.966$, $df=4$, $p<.01$

Table 4.9 Whether or not special education contents are helpful
depending on career

	Strongly disagree	Disagree	usually	Agree	Strongly agree	total
Less than 6 months	4 26.7%	2 13.3%	4 26.7%	5 33.3%	0 0.0%	15 100.0%
6 months or more, less than 2 years	2 5.6%	12 33.3%	7 19.4%	10 27.8%	5 13.9%	36 100.0%
More than 2 years, less than 5 years	2 4.3%	8 17.4%	9 19.6%	7 15.2%	20 43.5%	46 100.0%
5-10 years	1 3.0%	1 3.0%	8 24.2%	12 36.4%	11 33.3%	33 100.0%
More than 10 years	1 5.0%	7 35.0%	2 10.0%	4 20.0%	6 30.0%	20 100.0%
total	10 6.7%	30 20.0%	30 20.0%	38 25.3%	42 28.0%	150 100.0%

$\chi^2=37.698$, $df=16$, $p<.01$

Table 4.9 는 경력에 따른 특별교육의 현장 파악에 도움 유무를 나타낸 것이다. 분석 결과 6개월 미만은 ‘그렇다’ 5명(33.3%)으로 가장 높게 나타났다으며, 6개월-2년 미만은 ‘그렇지 않다’ 12명(33.3%)으로 부정적으로 인식하고 있는 것으로 나타났다. 그리고 2년 이상-5년 미만은 “매우 그렇다” 20명(43.5%)으로 가장 높게 나타났으며, 긍정적으로 인식하는 것으로 나타났다. 5년-10년 역시 “그렇다” 12명(36.4%)으로 긍정적인 인식으로 나타났다. 10년 이상은 “매우 그렇다” 42명(28.0%)과 “그렇다” 38명(25.3%)으로 나타나 특별교육이 현장 파악에 도움이 되는 것으로 인식하고 있었다. 이러한 결과는 경력에 따라 통계적으로 유의미한($p<.01$) 차이가 있는 것으로 해석된다.

3) 현장 안전교육 만족도

Table 4.10 는 경력에 따른 현장안전교육의 만족도를 나타낸 것이다. 분석 결과 6개월 미만은 ‘보통’ 7명(46.7%)으로 가장 높게 나타났으며, 6개월-2년 미만은 ‘보통’ 15명(41.7%)으로 나타났다. 그리고 2년 이상-5년 미만은 “매우 그렇다” 17명(37.0%)으로 가장 높게 나타났으며, 긍정적으로 인식하는 것으로 나타났다. 5년-10년은 “보통” 16명(48.5%)으로 나타났다. 10년 이상은 “보통”과 “그렇다” 각각 6명(30.0%)으로 나타나 현장안전교육의 만족도는 대부분 만족하는 것으로 인식하고 있었다. 이러한 결과는 경력에 따라 통계적으로 유의미한($p<.01$) 차이가 있는 것으로 해석된다.

Table 4.10 Satisfaction of on-site safety education according to career

	Strongly disagree	Disagree	usually	Agree	Strongly agree	total
Less than 6 months	0 0.0%	4 26.7%	7 46.7%	4 26.7%	0 0.0%	15 100.0%
6 months or more, less than 2 years	0 0.0%	8 22.2%	15 41.7%	8 22.2%	5 13.9%	36 100.0%
More than 2 years, less than 5 years	4 8.7%	5 10.9%	8 17.4%	12 26.1%	17 37.0%	46 100.0%
5-10 years	0 0.0%	1 3.0%	16 48.5%	4 12.1%	12 36.4%	33 100.0%
More than 10 years	0 0.0%	3 15.0%	6 30.0%	6 30.0%	5 25.0%	20 100.0%
total	4 2.7%	21 14.0%	52 34.7%	34 22.7%	39 26.0%	150 100.0%

$\chi^2=34.575$, $df=16$, $p<.01$

4) 현장 안전교육 실효성

Table 4.11 는 경력에 따른 현장안전교육의 실효성을 나타낸 것이다. 분석 결과 6개월 미만은 ‘보통’ 7명(46.7%)으로 가장 높게 나타났으며, 6개월-2년 미만은 ‘보통’ 16명(44.4%)으로 나타났다. 그리고 2년 이상-5년 미만은 “보통” 17명(37.0%)으로 가장 높게 나타났다. 5년-10년 역시 “보통” 13명(39.4%)으로 나타났다. 10년 이상은 “그렇다” 7명(35.0%)으로 나타나 현장안전교육의 실효성은 대부분 보통으로 생각하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 경력에 따라 통계적으로 유의미한($p<.01$) 차이가 있는 것으로 해석된다.

Table 4.11 Effective on-site safety education based on career

	Strongly disagree	Disagree	usually	Agree	Strongly agree	total
Less than 6 months	0 0.0%	4 26.7%	7 46.7%	4 26.7%	0 0.0%	15 100.0%
6 months or more, less than 2 years	0 0.0%	7 19.4%	16 44.4%	10 27.8%	3 8.3%	36 100.0%
More than 2 years, less than 5 years	2 4.3%	4 8.7%	17 37.0%	8 17.4%	15 32.6%	46 100.0%
5-10 years	0 0.0%	0 0.0%	13 39.4%	8 24.2%	12 36.4%	33 100.0%
More than 10 years	0 0.0%	2 10.0%	5 25.0%	7 35.0%	6 30.0%	20 100.0%
total	2 1.3%	17 11.3%	58 38.7%	37 24.7%	36 24.0%	150 100.0%

$\chi^2=28.466$, $df=16$, $p<.01$

5) 현장 안전교육 시간 만족도

Table 4.12 는 경력에 따른 현장안전교육 시간의 만족도를 나타낸 것이다. 분석 결과 6개월 미만은 ‘보통’ 8명(53.3%)으로 가장 높게 나타났으며, 6개월-2년 미만은 ‘보통’ 20명(55.6%)으로 나타났다. 그리고 2년 이상-5년 미만은 “매우 그렇다” 37명(37.0%)으로 가장 높게 나타났으며, 긍정적으로 인식하는 것으로 나타났다. 5년-10년은 “그렇다” 11명(33.0%)으로 나타났다. 10년 이상은 “그렇다” 10명(50.0%)으로 나타나 현장안전교육 시간의 만족도는 대부분 만족하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 경력에 따라 통계적으로 유의미한($p < .01$) 차이가 있는 것으로 해석된다.

Table 4.12 Satisfaction of on-site safety training time according to career

	Strongly disagree	Disagree	usually	Agree	Strongly agree	total
Less than 6 months	0 0.0%	3 20.0%	8 53.3%	4 26.7%	0 0.0%	15 100.0%
6 months or more, less than 2 years	2 5.6%	7 19.4%	20 55.6%	6 16.7%	1 2.8%	36 100.0%
More than 2 years, less than 5 years	2 4.3%	8 17.4%	14 30.4%	5 10.9%	17 37.0%	46 100.0%
5-10 years	0 0.0%	3 9.1%	9 27.3%	11 33.3%	10 30.3%	33 100.0%
More than 10 years	0 0.0%	3 15.0%	7 35.0%	10 50.0%	0 0.0%	20 100.0%
total	4 2.7%	24 16.0%	58 38.7%	36 24.0%	28 18.7%	150 100.0%

$\chi^2=43.397$, $df=16$, $p<.01$

6) 교육시간의 적정 시간

Table 4.13 는 경력에 따른 교육시간의 적정성을 나타낸 것이다. 분석 결과 6개월 미만은 ‘30분 이내’ 8명(53.3%)으로 가장 높게 나타났으며, 6개월-2년 미만은 ‘1시간’ 15명(41.7%)으로 나타났다. 그리고 2년 이상-5년 미만은 “30분” 20명(43.5%)으로 가장 높게 것으로 나타났다. 5년-10년은 “30분 이내” 15명(45.5%)으로 나타났다. 10년 이상은 “30분 이내” 61명(40.7%)으로 나타나 교육시간의 적정성은 대부분 30분 이내로 교육을 하는 것이 적정하다고 생각하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 경력에 따라 통계적으로 유의미한($p<.01$) 차이가 있는 것으로 해석된다.

Table 4.13 Appropriate training time according to career

	In 10 minutes	Within 30 minutes	1 hours	2 hours	More than 3 hours	total
Less than 6 months	5 33.3%	8 53.3%	2 13.3%	0 0.0%	0 0.0%	15 100.0%
6 months or more, less than 2 years	3 8.3%	8 22.2%	15 41.7%	7 19.4%	3 8.3%	36 100.0%
More than 2 years, less than 5 years	7 15.2%	20 43.5%	19 41.3%	0 0.0%	0 0.0%	46 100.0%
5-10 years	7 21.2%	15 45.5%	11 33.3%	0 0.0%	0 0.0%	33 100.0%
More than 10 years	2 10.0%	10 50.0%	2 10.0%	6 30.0%	0 0.0%	20 100.0%
total	24 16.0%	61 40.7%	49 32.7%	13 8.7%	3 2.0%	150 100.0%

$\chi^2=49.258$, $df=16$, $p<.01$

7) 현장 안전관리 만족도

Table 4.14 는 경력에 따른 현장안전관리의 만족도를 나타낸 것이다. 분석 결과 6개월 미만은 ‘보통’ 9명(60.0%)으로 가장 높게 나타났으며, 6개월-2년 미만은 ‘그렇지 않다’ 15명(41.7%)으로 부정적으로 나타났다. 그리고 2년 이상-5년 미만은 “그렇지 않다”와 “보통”이 각각 14명(30.4%)으로 가장 높게 나타났으며, 부정적으로 인식하는 것으로 나타났다. 5년-10년은 “그렇다” 14명(42.4%)으로 나타났다. 10년 이상은 “그렇지 않다”와 “보통”, “그렇다”가 각각 6명(30.0%)으로 나타나 현장 안전관리의 만족도는 대부분 부정적으로 생각하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 경력에 따라 통계적으로 유의미한($p<.01$) 차이가 있는 것으로 해석된다.

Table 4.14 Satisfaction with on-site safety management according to career

	Strongly disagree	Disagree	usually	Agree	Strongly agree	total
Less than 6 months	0 0.0%	0 0.0%	6 40.0%	9 60.0%	0 0.0%	15 100.0%
6 months or more, less than 2 years	0 0.0%	8 22.2%	15 41.7%	9 25.0%	4 11.1%	36 100.0%
More than 2 years, less than 5 years	0 0.0%	7 15.2%	14 30.4%	14 30.4%	11 23.9%	46 100.0%
5-10 years	0 0.0%	0 0.0%	13 39.4%	6 18.2%	14 42.4%	33 100.0%
More than 10 years	0 0.0%	2 10.0%	6 30.0%	6 30.0%	6 30.0%	20 100.0%
total	0 0.0%	17 11.3%	54 36.0%	44 29.3%	35 23.3%	150 100.0%

$\chi^2=28.7477$, $df=12$, $p<.01$

8) 현장 안전관리 불만족 내용

Table 4.15 는 경력에 따른 현장안전관리의 불만족에 대한 내용을 나타낸 것이다. 분석 결과 6개월 미만은 ‘안전 시설물’ 6명(40.0%)으로 가장 높게 나타났으며, 6개월-2년 미만 역시 ‘안전 시설물’ 17명(47.2%)으로 나타났다. 그리고 2년 이상-5년 미만은 “안전 시설물” 13명(28.3%)으로 가장 높게 나타났다. 5년-10년은 “개인 보호구”와 “복합적 요인”이 각각 12명(36.4%)으로 나타났다. 10년 이상은 “복합적 요인” 14명(70.0%)으로 나타나 현장 안전관리 불만족의 내용은 대부분 안전시설물과 복합적 요인으로 나타났다. 이러한 결과는 경력에 따라 통계적으로 유의미한($p<.01$) 차이가 있는 것으로 해석된다.

Table 4.15 Dissatisfaction with on-site safety management by experience

	safety educati on	Safety facilities	Personal protective equipment	A dedicated manager	Multiple factors	total
Less than 6 months	2 13.3%	6 40.0%	2 13.3%	1 6.7%	4 26.7%	15 100.0%
6 months or more, less than 2 years	2 5.6%	17 47.2%	5 13.9%	4 11.1%	8 22.2%	36 100.0%
More than 2 years, less than 5 years	6 13.0%	13 28.3%	9 19.6%	6 13.0%	12 26.1%	46 100.0%
5-10 years	2 6.1%	6 18.2%	12 36.4%	1 3.0%	12 36.4%	33 100.0%
More than 10 years	0 0.0%	1 5.0%	4 20.0%	1 5.0%	14 70.0%	20 100.0%
total	12 8.0%	43 28.7%	32 21.3%	13 8.7%	50 33.3%	150 100.0%

$\chi^2=32.425$, $df=16$, $p<.01$

라. 위험성 평가

1) 인적요인

Table 4.16 은 위험성 평가에 대한 인적요인의 결과를 나타낸 것이다. 분석 위험성 평가에 대한 인적요인은 운전미숙으로 인한 작업 중 근로자 충돌 61명(40.7%), 개인보호구 미착용상태에서 장비에 신체부위 접촉이나 충돌 38명(25.3%), 장비의 이동 경로 미 지정 및 유도원 미 배치로 인한 근로자 충돌 41명(27.3%), 전도방지 철판 미설치 10명(6.7%)로 나타났다.

Table 4.16 Human factors

	Contents	N	%
Human factors	Worker conflict during work due to insufficient driving	61	40.7
	If the equipment is not in a Body contact or collision	38	25.3
	Unknown route and source of equipment	41	27.3
	Worker conflict due to unplaced placement		
	Non-conductive steel plate	10	6.7
	total	150	100

2) 작업 요인

Table 4.17 은 위험성 평가에 대한 작업요인의 결과를 나타낸 것이다. 분석 위험성 평가에 대한 작업요인은 안전 작업절차 미 준수 54명(36.0%), 장비 작업반경내 근로자 출입으로 인한 충돌, 협착 39명(26.0%), 향타 작업 좌대의 지반안정성 미검토로 인한 전도 46명(30.7%), 향타 중 진동에 의한 인근 장업장의 도괴 11명(7.3%)로 나타났다.

Table 4.17 Work factor

	Contents	N	%
Work factor	Non-compliance with safety work	54	36.0
	Collision and stenosis due to workers entering the worksite	39	26.0
	Conduction due to unstable ground stability of the landing work	46	30.7
	Neighboring workplace plagiarism due to the impact vibration	11	7.3
	total	150	100

3) 기계적 요인

Table 4.18 은 위험성 평가에 대한 기계적 요인의 결과를 나타낸 것이다. 분석 위험성 평가에 대한 기계적 요인은 작업 전 기계장치 미 점검으로 인한 전도 85명(56.7%), 제동장치 또는 안전장치 고장으로 인한 전도 48명(32.0%), 강풍 등 갑작스런 기후변화로 인한 전도 17명(11.3%)로 나타났다.

Table 4.18 Mechanical factor

	Contents	N	%
Mechanical factor	Conduction due to unchecked machinery before operation	85	56.7
	Conduction due to failure of braking or safety device	48	32.0
	Conduction due to sudden climate change, such as strong winds	17	11.3
	total	150	100

제 5 장 안전 관리 개선 방안

항타기 재해 예방을 위한 안전관리 개선 방안을 인적 요인, 작업 요인, 기계적 요인, 안전교육 여부로 나누어 제시하고자 한다.

첫째, 인적 요인의 가장 큰 문제점으로 인식하고 있는 것은 “운전미숙으로 인한 작업 중 근로자 충돌”로 나타났다. 이러한 문제점을 개선하기 위하여 운전조작과 관련한 교육을 실시해야 할 것이며, 작업 중 주위 근로자의 유무를 확인하는 등 주위를 살펴야 할 것이다. 그리고 “장비의 이동 경로 미지정 및 유도원 미배치로 인한 근로자 충돌”로 나타났다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 항타기 작업과 관련하여 이동 경로를 지정하고 유도원을 배치함으로써 사고를 예방할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 유도자 배치 및 장비별 특성에 따른 일정한 표준방법을 정하여 신호체계를 마련해야 할 것이다. 더불어 “개인보호구 미착용상태에서 장비에 신체부위 접촉이나 충돌”로 인한 위험성이 존재한 것으로 나타났다. 근로자들은 안전보호구 착용을 통하여 신체를 보호해야 할 것이며, 안전관리자는 항타기 운전과 관련된 필요 보호구를 충분히 지급하고, 근로자들이 안전보호구 착용 필요성에 대한 인식을 높이기 위한 지속적인 교육을 실시해야 할 것으로 판단된다.

둘째, 작업 요인은 “안전 작업절차 미 준수”가 가장 높은 위험 요인으로 나타났다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 안전관리자는 안전 작업절차를 계획하고 근로자들에게 안전관리의 중요성을 인식시켜야 할 것이다. 더불어 작업시작 전 안전관리자로 하여금 사전 작업준비를 하도록 안전 작업

절차 체크리스트를 배포하여 작성하도록 하여 관리감독자는 이를 확인 후 안전 작업이 이루어 질 수 있도록 해야 할 것이다. 그리고 “항타 작업 좌대의 지반안정성 미 검토로 인한 전도”가 나타났다. 지반 보강용 지대의 미사용은 장비 이동 및 작업시 전도사고의 위험을 내재하고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 작업계획 수립시 안전성 검토 및 지반 침하 등 전도 방지 조치를 철저히 수립해야 할 것이며, 산업안전보건기준에 관한 규칙 제209조(도괴의 방지)를 준수해야 할 것이다. 더불어 항타기 사용의 안전성 확보를 위한 지반 평탄 작업 및 침하 방지조치를 사전에 수립해야 할 것이다. 마지막으로 “장비 작업반경내 근로자 출입으로 인한 충돌, 협착”의 위험성이 제시되었다. 이러한 문제점을 개선하기 위하여 항타기 작업범위 내에 작업관계자 외 출입을 금지 시키고 근로자는 작업범위 안에 위험 요소 유무를 수시로 확인하여 안전사고를 예방해야 할 것이다.

셋째, 기계적 요인은 “작업 전 기계장치 미 점검으로 인한 전도”로 것으로 나타났다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 항타기 사용 시 당해 작업조건에 맞는 기계 및 부속시설의 배치, 작업순서와 방법 등의 작업계획을 수립하고 기계의 주기적 점검 및 마모/파손된 부품을 즉시 수리하거나 교환을 해야 할 것이다. 그리고 “제동장치 또는 안전장치 고장으로 인한 전도”가 위험 요인으로 나타났다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 작업전 제동장치 및 안전장치에 대한 점검 및 재해위험성을 사전에 제거하여 전도재해를 예방하여야 할 것이다.

넷째, 안전교육 여부는 신규자는 현장 파악에 도움을 주기 위하여 신규교육을 필히 실시하여 현장을 빨리 파악하여 안전사항을 지킬 수 있도록 해야 하고, 경력이 있더라도 안전교육을 주기적으로 실시하여 지속적으로

사고가 발생하지 않도록 유지해야한다. 경력이 더해질수록 안전교육에 대한 만족도는 증가하지만 실효성은 떨어진다고 생각하는 작업자가 많기 때문에 현장의 상황에 맞는 안전교육을 편성하여 작업자들에게 제공하면 교육효과가 높을 것으로 생각된다. 이에 안전교육을 절차상 시행하는 교육이 아닌 현장에 맞게 작업자 자신들이 자신을 지킬 수 있는 방법을 제시하여 교육한다면 안전 미 준수로 일어나는 사고들에 대해 예방이 가능할 것으로 생각한다.



제 6 장 결 론

최근 건설업의 빠른 기술성장과 많은 공법들의 발달로 인하여 건설기계를 이용한 작업이 급격히 증가되고 있다. 이러한 건설기계를 이용한 작업의 증가는 생산성의 향상, 공사기간의 단축, 원가의 절감 등의 다양한 효과를 발생시키는 반면 건설기계로 인한 대형 사고들 역시 비례하여 증가하는 추세이다. 이에 따라 건설장비의 선정과 운용, 안전성 확보에 대한 문제는 공사를 진행하는 과정에서 중요한 관리적 요소로 작용하게 되었다.

본 연구는 이동식 크레인과 사고 양상이 비슷한 항타기의 사고의 발생 내용을 분석하고 사고를 예방하기 위해 정확한 안전장비 점검과 운영방법을 목적으로 하는 연구를 실시하여 근로자들이 산업재해로부터 보호받고 재해로 인한 건설현장의 손실을 최소화 할 수 있는 방안을 제시하고자하였다. 연구 결과 다음과 같은 결론을 도출하였다.

첫째, 신규자 교육 이수 유무에 따른 현장 파악 도움 유무는 교육 이수자는 ‘매우 그렇다’와 “보통”이 50% 이상으로 나타났으며, 교육 미이수자는 ‘그렇지 않다’와 ‘전혀 그렇지 않다’가 50%이상 나타났다. 이러한 차이는 통계적으로 유의미한($p<.01$) 차이가 있는 것으로 나타났다.

둘째, 경력에 따른 신규자 교육의 현장 파악에 도움 유무는 경력이 낮을수록 부정적으로 인식하는 것으로 나타났으며, 신규자 교육이 현장 파악에 도움이 되는 것으로 인식하고 있었다. 이러한 결과는 경력에 따라 통계적으로 유의미한($p<.01$) 차이가 있는 것으로 해석된다.

셋째, 특별안전교육 이수 유무에 따른 현장 파악 도움은 교육 이수자는 ‘매우 그렇다’와 ‘그렇다’가 70%이상 나타났으며, 교육 미 이수자는 ‘그렇지

않다'가 50% 이상 나타났다. 이러한 차이는 통계적으로 유의미한($p<.01$) 차이가 있는 것으로 나타났다.

넷째, 경력에 따른 현장안전교육의 만족도는 대부분 만족하는 것으로 인식하고 있었으며, 경력에 따른 현장안전교육의 실효성 역시 대부분 보통 이상인 것으로 생각하는 것으로 분석 되었다. 이러한 결과는 경력에 따라 통계적으로 유의미한($p<.01$) 차이가 있는 것으로 나타났다.

다섯째, 현장 안전교육 시간 만족도는 대부분 긍정적으로 인식하고 있는 것으로 나타났으며, 교육시간의 적정성은 대부분 30분 이내로 교육을 하는 것이 적정하다고 생각하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 경력에 따라 통계적으로 유의미한($p<.01$) 차이가 있는 것으로 해석된다.

여섯째, 현장 안전관리 만족도는 대부분 부정적으로 생각하는 것으로 나타났으며, 현장 안전관리 불만족의 내용은 대부분 안전시설물과 복합적 요인으로 나타났다. 이러한 결과는 경력에 따라 통계적으로 유의미한($p<.01$) 차이가 있는 것으로 해석된다.

마지막으로 인적 요인의 가장 큰 문제점으로 인식하고 있는 것은 “운전 미숙으로 인한 작업 중 근로자 충돌”, 작업요인은 “안전 작업절차 미 준수” 기계적 요인은 “작업 전 기계장치 미 점검으로 인한 전도”가 가장 높은 위험 요인으로 나타났다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 근로자들에게 안전에 대한 인식을 높이기 위한 지속적인 교육을 실시해야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Aviad Shapira and Jay D. Glascock, "Culture of Using Mobile Cranes for Building Construction." Journal of Construction Engineering and Management, V.122, No.4, ASCE, p.p. 298-307, 1996.
2. Aviad Shapira, Gunnar Lucko and Clifford "Journal Schexnayder Cranes for Building Construction Project", Journal of Construction Engineering and Management, Vol.131, No.6, ASCE, p.p. 690-700, 2007.
3. Leonard E. Bernold, Steven J. Lorenc and Erik Luces, "Intelligent Technology for Truck Crane Accident Prevention", Journal of Construction Engineering and Management, Vol.123, No.3, ASCE, p.p. 278-284, 1997.
4. Mohamed AL-Hussein, Sabah Alkass and Osama Moselhi, "Optimization Algorithm for Selection and Site Location of Mobile Cranes", Journal of Construction Engineering and Management, Vol.131, No.5, ASCE, p.p. 579-590, 2005.
5. Satoshi Tamate, Naoaki Suemasa and Toshiyuki Katada, "Analyses of Instability in Mobile Cranes due to Ground Penetration by Outriggers", Journal of Construction Engineering and Management, Vol.131, No.6, ASCE, p.p. 689-704, 2005.
6. Akintola Omigbodun, "Value Engineering Optimal Building Projects", Journal Of Architectural Engineering, Vol.7, No.2, ASCE, p.p. 1076-1175, 2001.

7. Angela Palmer, John Kelly, and Steven Male, "Holistic Appraisal of Value Engineering in Construction in United States", Journal Constr. Engrg. and Mgmt. Vol.122, No.4, ASCE, p.p. 324-328, 1996.
8. James J. O'Brien. Value Analysis in Design Consturction, 1996.
9. Maral Papazian Bedian, "Value Engineering and its Rewards", Leadership and Management in Engineering, Eng Vol. 2, No. 2, p.p. 36-37, 2002.
10. Matthew J. Liberatore, Bruce Pollack-Johnson, and Colleen A. Smith, "Project Management in Construction: Software Use and Research Directions", Journal Constr. Engrg. and Mgmt. Vol.127, No.2, ASCE, p.p. 101-107, 2001.
11. Herbert William Heinrich, "Industrial accident prevention, Management and Controlling Employee Performance"(1931).
12. K. Y. KOOK, C. O. KIM, "Safety engineering in the age of smartphone", hyeongseol Publishing, p.p. 255-283, 2011.
13. National Law Information Center, "Industrial Safety and Health Act", 2016.
14. W. K. KIM, "Status of Fatal Crane Accidents and Their Safety Measures", Department of Industrial and Systems Engineering, Keimyung University, 2003.
15. H. KIM, "A Study on the Decision Model of Lift Selection for High-rise Building Construction", Hanyang University Master's thesis, 2000.
16. H. H. KIM and K. LEE, "An Analysis of the Accident Types and

- Causes of Construction Cranes.” KIC Academic and technical paper presentation symposium, Vol 7, No 1, KIC, p.p. 109-112, 2007.
17. E. M. KIM, “Study on safety measures through crane disaster analysis”, Master Thesis, Seoul National University of Science and Technology, 2012.
 18. E. S. KIM, “Forensic Engineering Study on the Evaluation of the Structural Stability of the Mobile Crane Accident”, Korean Society of Safet, pp. 11-16, 2013.
 19. A. Y. KIM, “A Study on Mobile Crane Interactive Selection and Stability Evaluation”, Master Thesis, Kyunghee University, pp. 42-44, 2008.
 20. B. D. KIM, “A Study on the Stability of Mobile Crane through Case Analysis”, Korean Society of Safety Management Fall Conference, pp. 28-29, 2012.
 21. S. K. KIM. “A Risk Assessment Method for the Small and Medium Construction Companies”, kicem, pp. 428-433, 2009.
 22. Daesung Construction Co., Ltd, “Instructions for preventing the anti-rotation.”, 2007.
 23. J. B. JUNG, “study on the selection of mobile crane model for heavy equipments installation”, Hanyang University Master’s thesis, pp. 15-19, 2012.
 24. D. S. PARK. “Construction Safety Management”, Gumi Ward, pp. 315-316, 2011.
 25. J. H. PARK, “Analysis of death and injury by human-machine

- system model”, kosos, pp. 63-65, 2007.
26. J. B. BAE. “Policy improvement task for expanding risk assessment system”, Korea Industrial Safety Association, vol.177, pp. 8-10, 2012.
 27. Samsung Construction. “Mobile crane safety training materials”, pp. 3~5. 2012.
 28. Samsung Construction, “OptiCRANE-MC(Mobile Crane Reliability Review Program)User’s Manual”, pp. 12~28. 2012.
 29. JCMA, “Supported soil curing manuals such as mobile crane”, pp. 30~60, 2000.
 30. S. E. SEO, “A Study on Accident Prevention using Risk Index in the Bridge Construction”, Myongji University Doctoral Thesis, pp. 43-69, 2010.
 31. KOSHA. “Risk assessment model by construction type”, No.50(3), 2011.
 32. KOSHA. “Analysis of industrial accidents(2010-2015)”, 2016.
 33. KOSHA. “What are the countermeasures against construction machinery and equipment that do not shrink?”, vol.321(2), 2016.
 34. KOSHA. “Vehicle system construction machine work safety manual”, 2015.
 35. KOSHA. “Pneumatic and anti-erection manual”, 2015.
 36. Samsung Construction, “Anti-aircraft and Pile Driver manual”, 2009.
 37. M. K. LEE, M. R. NO, “Analysis of Causes of Tower Crane Accident due to Bad Anchor Construction”, KIIS Fall Conference

- Journal of the KIIS, p.p.411-416, 2000.
38. C. R. LEE. "Analysis of Major Causes of Disasters by Machinery", KOSHA Occupational Safety and Health Research Institute, pp. 91-92, 2016.
 39. C. H. HAN. "Comparing and analyzing Korea and Japan to find a way to reduce the risk of death and injury", Safety and Health Research Trends, pp. 41~45, 2010.
 40. KOSHA., KOSHA CODE G-8. Guidance on the record and classification of industrial accidents .p.p.23-27, 2007.
 41. KCEA, Construction machinery registration status, KCFA statistics, 2017.
 42. KNROTC, "Accident case of Anti-aircraft", Training materials, 2017.
 43. MOLIT, "Construction safety information system accident case search", 2017.

항타기 재해 예방을 위한 안전관리 실태 및 개선

방안에 관한 연구

안녕하십니까?

본 설문에 앞서 귀하의 무궁한 발전을 기원합니다.

본 설문지는 건설현장의 항타기, 항발기 재해예방을 위한 안전관리 실태 및 개선 방안을 수립하기 위한 연구입니다. 이 연구를 통하여 건설현장의 항타기, 항발기 사고예방에 도움이 될 수 있도록 적극적인 협조를 부탁드립니다.

본 설문지에 대한 답변 내용은 항상 소중히 다루도록 최선을 다하고, 그 결과는 모두 익명으로 처리하며, 연구 목적 이외에는 절대로 사용하지 않겠습니다.

바쁘신 중에도 귀중한 시간을 할애하여 성심껏 답변하여 주신 데 대하여 깊은 감사의 말씀을 드리며, 아울러 귀하의 건강과 행운을 기원합니다.

설문에 대한 응답과정에서 의문사항이 있을 때에는 아래 연락처(이메일)로 연락주시면 성심껏 답변 드리겠습니다. 감사합니다.

2017. 8.

부경대학교 대학원 안전공학과 석사과정

연구자 : 임춘홍

dragon0220@sk.com

지도교수 : 신성우

I. 일반 사항

1. 귀하의 성별은 어떻게 되십니까?

- ① 남자 ② 여자

2. 귀하의 나이는 어떻게 되십니까?

- ① 30대 미만 ② 30대 ③ 40대 ④ 50대 ⑤ 60대 이상

3. 귀하의 장비 운전경력은 얼마나 되십니까?

- ① 6개월 미만 ② 6개월 이상, 2년 미만 ③ 2년 이상, 5년 미만
④ 5 ~ 10년 ⑤ 10년 이상

II. 장비 이력 관리

1. 현재 장비의 소유주 입니까?

- ① 예 ② 아니오

2. 현재 장비의 수령(출고일 기준)은 얼마나 됩니까?

- ① 6개월 미만 ② 6개월 이상, 2년 미만 ③ 2년 이상, 5년 미만
④ 5 ~ 10년 ⑤ 10년 이상

3. 현재 장비의 공사 현장 투입기간은 얼마나 됩니까?

- ① 6개월 미만 ② 6개월 이상, 1년 미만 ③ 1년 이상, 3년 미만
④ 3 ~ 5년 ⑤ 5년 이상

4. 현재 장비의 당 현장 투입기간은 얼마나 됩니까?

- ① 1개월 미만 ② 1개월 이상, 3개월 미만
③ 3개월 이상, 6개월 미만 ④ 6개월 ~ 1년 ⑤ 1년 이상

5. 현재 장비의 상태는 만족하십니까?

- ① 매우 좋다 ② 좋다 ③ 보통
④ 좋지 않다 ⑤ 매우 좋지 않다

6. 정기적인 점검 및 정비를 받으십니까?

- ① 예 ② 아니오

7. 정비를 받으신 이유는 무엇입니까? (6번 답변에 “예”를 선택 하신분만
답변)

- ① 사고로 인한 파손 ② 고장 ③ 장비이상 감지 ④ 일상정비

8. 정기점검이나 정비 주기는 어떻게 됩니까?

- ① 6개월 미만 ② 6개월 이상, 1년 미만 ③ 1년 이상, 2년 미만
④ 2 ~ 3년 ⑤ 3년 이상

9.최근 (1년 이내) 사고, 고장, 이상 등으로 정비를 받으신 적이 있습니까?(정기점검 제외)

- ① 예 ② 아니오

10. 현재의 장비가 작업 중 사고이력이 있습니까?

- ① 예 ② 아니오

Ⅲ. 안전 교육 관련

1. 현장 투입 전 신규자 교육을 받으셨습니까?

- ① 예 ② 아니오

2. 신규자 교육내용이 현장을 파악하는데 도움이 되셨습니까?

- ① 전혀 그렇지 않다 ② 대체로 그렇지 않다 ③ 보통
④ 대체로 그렇다 ⑤ 매우 그렇다

3. 현장에서 특별안전교육을 받으셨습니까?

- ① 예 ② 아니오

4. 특별안전교육 내용이 현장을 파악하는데 도움이 되셨습니까?

- ① 전혀 그렇지 않다 ② 대체로 그렇지 않다 ③ 보통
④ 대체로 그렇다 ⑤ 매우 그렇다

5. 현장에서 이루어지는 안전교육에 만족하십니까?

- ① 전혀 그렇지 않다 ② 대체로 그렇지 않다 ③ 보통
④ 대체로 그렇다 ⑤ 매우 그렇다

6. 현장에서 시행하는 안전교육의 실효성은 도움이 되셨습니까?

- ① 전혀 그렇지 않다 ② 대체로 그렇지 않다 ③ 보통
④ 대체로 그렇다 ⑤ 매우 그렇다

7. 교육시간은 만족하십니까?

- ① 전혀 그렇지 않다 ② 대체로 그렇지 않다 ③ 보통
④ 대체로 그렇다 ⑤ 매우 그렇다

8. 교육시간은 얼마가 적절하다고 생각하십니까?

- ① 10분 이내 ② 30분 이내 ③ 1시간 ④ 2시간 ⑤ 3시간 이

상

9. 현장의 안전관리에 대해 만족하십니까?

- ① 전혀 그렇지 않다 ② 대체로 그렇지 않다 ③ 보통
④ 대체로 그렇다 ⑤ 매우 그렇다

10. 현장 안전관리에 불만이 있다면 어느 부분입니까?

- ① 안전교육 ② 안전시설물 ③ 개인 보호구
- ④ 전담 안전관리자 ⑤ 여러 가지 복합적

IV. 위험성 평가

■ 위험성 평가

1. 장비로 인한 재해가 발생하였다면 인적요인이 무엇이라 생각 하십니까?

- ① 운전미숙으로 인한 작업 중 근로자 충돌
- ② 개인보호구 미착용상태에서 장비에 신체부위 접촉이나 충돌
- ③ 장비의 이동 경로 미지정 및 유도원 미배치로 인한 근로자 충돌
- ④ 전도방지 철판 미설치

2. 장비로 인한 재해가 발생하였다면 작업요인이 무엇이라 생각 하십니까?

- ① 안전 작업절차 미준수
- ② 장비 작업반경내 근로자 출입으로 인한 충돌, 협착
- ③ 향타 작업 좌대의 지반안정성 미검토로 인한 전도
- ④ 향타 중 진동에 의한 인근 작업장의 도괴

3. 장비로 인한 재해가 발생하였다면 기계적 요인이 무엇이라 생각 하십니까?

- ① 작업 전 기계장치 미점검으로 인한 전도
- ② 제동장치 또는 안전장치 고장으로 인한 전도
- ③ 강풍 등 갑작스런 기후변화로 인한 전도

※ 끝까지 설문에 응해 주셔서 진심으로 감사드립니다.

