

굴삭기 안전사고 저감방안 연구

The Study on Measures for Reducing Safety Accidents of Excavator

서종민* 김선국**

Seo, Jong-Min Kim, Sun-Kuk

Abstract

Safety accident resulting from construction projects getting larger and complex day by day has occurred more often than ever. Particularly, the accident caused by construction equipment, among others, has been on the rise. To prevent such accidents, it's necessary to come up with the measures for reducing the accident. In this study, the cause of safety accidents was analyzed, reviewing the cases of safety accident maintained by Korea Occupational Safety & Health Agency, and the measures for reducing the accident was suggested with computerized safety checklist. The scope of study was limited to excavator, and the result is summarized as below.

- 1) Investigation was conducted to identify the cases of accident by excavator with the primary causes.
- 2) Reduction measures were suggested by category of cause of excavator-caused accident.
- 3) Checklist to prevent the safety accident, which was based on primary causes, was suggested.
- 4) The measures to stir up safety consciousness and monitor the safety were suggested, making use of computerized system.

This study is expected to lay the foundation for further study in future as well as make a great commitment to reducing the safety accident.

키워드: 재해원인, 굴삭기, 중대재해사례, 안전사고

Keywords: Cause of Disaster, Excavator, Cases of Severe Disaster, Safety Accident

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 건설업의 대형화, 복잡화됨에 따라 공사는 점차적으로 기계화 시공을 통한 건설기술의 향상을 도모하려한다. 공기단축, 공사비 절감, 노동력 절감 등의 효과를 이루기 위하여 많은 수의 건설기계와 장비를 사용한다. 건설기계화에 따른 많은 이익을 이루는 반면, 근로자의 위험노출은 점차 심해지고 있으며 사고사례 또한 많아지고 있다. 한국산업안전공단에 보고된 산업별 산업재해 발생현황¹⁾을 보면 건설업 사망자수는 609명으로 전 산업의 24.4%를 차지하고 있으며 전년대비 약 23.0%가 증가하였다.

기인물²⁾에 의한 사망자 수를 보면 건설업은 470명으로 전

체 산업의 41.1%를 차지했다. 또한 건설 중기계를 포함한 설비·기계에 의한 사망자수는 78명으로 건설업 사망자수의 16.6%로 많은 비율을 차지했다. 건설 중기계 중에서 재해발생 사례가 많은 굴삭기와 크레인, 지게차를 2004년부터 2006년까지 조사해 본 결과 굴삭기 34건, 크레인 33건, 지게차 4건으로 굴삭기의 재해사례가 가장 많았다. 이와 같이 해마다 증가하는 굴삭기의 사고를 저감시키기 위해서는 굴삭기에 관한 사고 발생 원인을 알아보고 그에 따른 저감방안을 강구할 필요성이 있다. 기존 연구를 살펴보면 강창희(2006)는 건설 중기계의 안전관리 실태를 조사하였고 김동춘(2001)은 건설공사 재해정보 분석을 통한 분류체계 장안을 연구하였다. 그러나 굴삭기 관련 사고원인을 조사하고 그에 따른 저감방안을 분석한 연구는 미흡한 실정이었다.

본 연구의 목적은 굴삭기 안전사고의 저감방안에 관한 연구이다. 이 연구결과는 차후 연구의 기초를 정립하고, 안전사고를 줄이는 기대효과를 가질 것이다.

* 일반회원, 경희대학교 건축공학과 석사과정(주저자)
(jeongji301@dreamwiz.com)

** 종신회원, 경희대학교 건축공학과 교수, 공학박사(교신저자)
(kimskuk@khu.ac.kr)

※ 본 연구는 경희대학교 대학원의 2007학년도 2차 우수연구논문 장학금으로 지원받아 연구되었음.

1) 2005년도 산업별 산업재해 발생현황, 한국산업안전공단(2006)

2) 기인물(가해물)정의: 기인물이란 직접적으로 재해를 유발하거나 영향을 끼친 에너지원(운동, 위치, 열, 전기 등)을 지닌 기계·

장치, 구조물, 물체·물질, 사람 또는 환경 등을 말한다.(한국산업안전공단 (2006). "KOSHA CODE G-8. 산업재해 기록·분류에 관한 지침." pp.28)

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 한국산업안전공단에 게시된 건설업재해사례에서 굴삭기와 관련된 재해 94건의 중대재해사례(1993년~2007년)를 대상으로 하였다. 재해현황조사는 근로복지공단의 산재 유족급여지급이 결정된 사망자수와 지방노동관서에 산업재해 조사표가 제출된 사망자수를 기준으로 분석한 것이기 때문에 모든 안전사고를 다루고 있지 않는다는 것을 미리 언급한다.

연구방법으로는 기존문헌과 한국산업안전공단의 중대재해사례(94건)를 기반으로 조사하였다. 또한 안전점검표는 S건설과 D건설의 데이터와 현장기술자의 자문을 통하여 작성하였다. 연구절차는 다음 그림 1과 같이 예비적 고찰, 재해사례 분석, 재해원인 분석을 통하여 사고원인을 알아본다. 사고원인에 따른 굴삭기 사용 전·후의 안전점검표를 만들어 안전사고를 저감시키는 방안을 제시하였다.

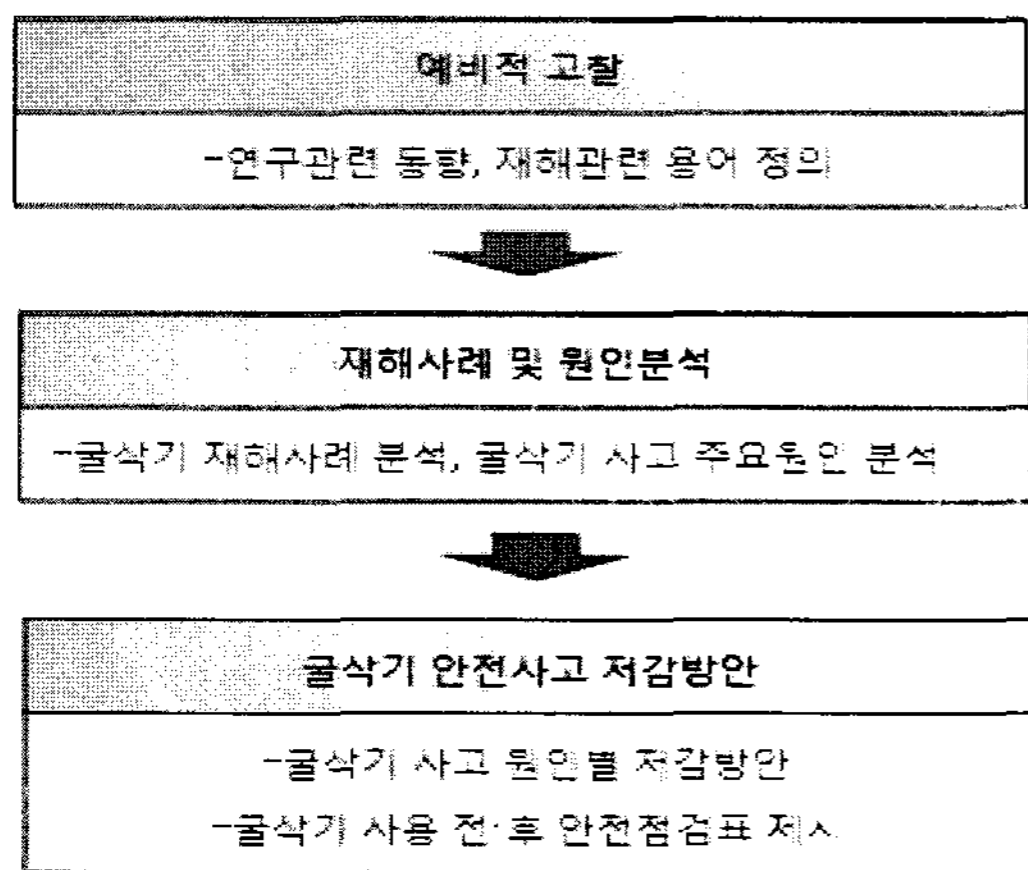


그림 1. 연구 절차

2. 예비적 고찰

2.1 연구관련 동향

건설 중기계에 관한 재해원인 및 예방에 관한 연구는 진행되고 있다. 강창희 외³⁾(2006)는 건설 중기계를 중심으로 안전관리의 실태를 조사하고 개선방안을 제시하고자 하였다. 김홍현 외⁴⁾(2007)는 건설 중기계(크레인)를 중대재해 사례를 통해 유형 및 원인을 분석하였다. 김동춘 외⁵⁾(2001)는 건설공사 재해정보분석을 위한 사고발생 분류체계의 방안을 연구하였다. 양용철 외⁶⁾(2004)는 건설공사 안전관리 체크리스트 개

3) 강창희 외3 (2002). "건설중기계 운영상의 안전관리 실태 및 개선방안."
4) 김홍현 외1 (2007). "크레인 관련 중대재해사례를 통한 재해 유형 및 원인분석."
5) 김동춘 외1 (2001). "건설공사 재해정보분석을 위한 사고발생 분류체계의 방안."

선과 운영방법에 대해 연구하였다. 서종민 외⁷⁾(2007)는 굴삭기 사고원인에 대해 연구하였다. 일반적인 건설 중기계에 관한 연구는 진행되고 있으나 굴삭기에 관한 재해유형 및 세부 원인을 분석하여 그에 따른 저감방안을 분석한 연구는 미흡한 실정이었다.

2.2 굴삭기 및 재해관련용어 정의

연구를 진행함에 있어 굴삭기 및 재해관련에 관한 용어를 정의할 필요가 있다.

2.2.1 굴삭기 정의

건설교통부의 건설기계관리법 시행령에 따르면 굴삭기는 무한궤도 또는 타이어식으로 굴삭장치를 가진 자체중량 1톤 이상의 것으로 정의한다.⁸⁾ 또는 굴삭용 기계(파워셔블, 드래그 라인, 백호, 클림셀)중에서 기계가 서있는 지반보다 낮은 곳의 굴착에 좋은 백호라고도 한다.

2.2.2 중대 재해

"중대재해"라 함은 산업재해 중 사망등 재해의 정도가 심한 것으로서 노동부령이 정하는 재해를 말한다.⁹⁾

- ① 사망자가 1인 이상 발생한 재해
- ② 3월 이상의 요양을 요하는 부상자가 동시에 2인 이상 발생한 재해
- ③ 부상자 또는 직업성 질병자가 동시에 10인 이상 발생한 재해

2.2.3 발생형태

재해의 발생형태¹⁰⁾란 재해 및 질병이 발생된 형태 또는 근로자(사람)에게 상해를 입힌 기인물과 상관된 현상을 말한다. 산업재해 기록·분류에 관한 지침에서의 발생형태 내용 중 굴삭기와 관련된 내용은 다음과 같다.

표 1. 발생형태 분석

발생 형태	내 용
추락	사람이 인력(중력)에 의하여 건축물, 구조물, 가설물, 수목, 사다리 등의 높은 장소에서 떨어지는 것

6) 양용철 외 2 (2004). "건설공사 안전사고 예방을 위한 안전관리 체크리스트 개선과 공정관리와의 연계운영 방법."
7) 서종민 외 3(2007). "중대재해사례를 통한 굴삭기 안전사고 원인분석."
8) 건설교통부, 건설기계관리법 시행령, 별표1 건설기계의 범위(제2조관련), 개정 2000. 6.27 대통령령제16872호
9) 산업안전보건법 제2조 제7호, 2007.7.27 개정
10) 한국산업안전공단 (2006). "KOSHA CODE G-8. 산업재해 기록·분류에 관한 지침." pp.23~25 참고

전도 전복	사람이 거의 평면 또는 경사면, 층계 등에서 구르거나 넘어 짐 또는 미끄러진 경우와 물체가 전도·전복된 경우
충돌 접촉	재해자 자신의 움직임·동작으로 인하여 기인물에 접촉 또는 부딪히거나, 물체가 고정부에서 이탈하지 않은 상태로 움직임(규칙, 불규칙)등에 의하여 접촉·충돌한 경우
낙하 비래	구조물, 기계 등에 고정되어 있던 물체가 중력, 원심력, 관성력 등에 의하여 고정부에서 이탈하거나 또는 설비 등으로부터 물질이 분출되어 사람을 가해하는 경우
협착 감김	두 물체 사이의 움직임에 의하여 일어난 것으로 직선운동하는 물체 사이의 협착, 회전부와 고정체 사이의 끼임, 롤러 등 회전체 사이에 물리거나 또는 회전체·돌기부 등에 감긴 경우
붕괴 도괴	토사, 적재물, 구조물, 건축물, 가설물 등이 전체적으로 허물어져 내리거나 또는 주요 부분이 떨어져 무너지는 경우
전류 접촉	전기설비의 충전부 등에 신체의 일부가 직접 접촉하거나 유도전류의 통전으로 근육의 수축, 호흡곤란, 심실세동 등이 발생한 경우 또는 특고압 등에 접근함에 따라 발생한 심막 접촉, 합선·흔촉 등으로 인하여 발생한 아크에 접촉된 경우

표 3. 굴삭기 사고 주요 원인 추출

번호	원인	사례수	세부내용
1	건설기계 작업반경내에 근로자출입	37	- 후진하는 백호우에 충돌 - 작업하던중 베킷에 작업자 충돌 - 백호우와 건물사이에 협착
2	주용도 이외의 용도로 사용함	23	- H-형강 인양하던중 낙하 - 백호우로 물건운반중 낙하
3	작업시작전 점검불량, 작업방법 불량	22	- 전신주 운반중 와이어로프 절단 - H-Beam 인양작업중 이탈 - 자재하차 작업중 버킷탈락
4	작업계획의 미작성	12	- 부석정리 작업중 사면붕괴 - 법면 선단부가 침하되면서 백호우가 전도
5	작업지휘자 및 유도자 미배치	12	- 후진하던 백호우에 충돌 - 작업도중 백호우에 보통인부 끼임
합계	.	106	.

※ 한국산업안전공단에서 게시된 재해사례는 복합적인 재해가 포함된 것임.

3. 굴삭기 재해사례 및 원인 분석

3.1 굴삭기 재해사례 분석

굴삭기 재해사례 분석은 한국산업안전공단에 게시된 94건의 재해사례를 기반으로 실시하였다. 재해 발생은 재해형태별(추락, 전도·전복, 낙하·비래, 붕괴·도괴, 충돌·접촉, 협착·감김)로 중대재해를 조사하였다.

표 2. 재해발생 형태별 분석(전체 94 건)

구분	재해자수(명)	비율(%)	재해(건)	비율(%)
	사망			
추락	4	4.2	4	4.2
전도, 전복	9	9.5	9	9.6
낙하, 비래	22	23.1	22	23.4
붕괴, 도괴	5	5.2	5	5.3
충돌, 접촉	14	14.7	13	13.8
협착, 감김	39	41.0	39	41.5
기타	2	2.3	2	2.2
합계	95	100.0	94	100

굴삭기의 재해발생 형태별 비율(재해 건)은 표 2와 같이 협착·감김이 41.5%로 가장 많았으며, 다음으로 낙하·비래(23.4%), 충돌·접촉(13.8%)순으로 분석되었다. 재해발생 형태별 재해자 수의 비율 또한 동일한 순으로 분석되었다.

3.2 굴삭기 사고 주요원인

앞에서 언급한 중대재해사례 중 굴삭기 94건의 재해발생 원인을 분석한 결과, 다음과 같은 주요원인을 추출할 수 있었다.

위의 표 3을 보면 굴삭기 사고 주원인으로 건설기계 작업반경 내에 근로자가 출입하여 발생한 건수가 37건 가장 많은 것으로 분석되었다. 작업반경 내에 발생하는 사고는 범의길이 4.3~7.7m를 고려하여 굴삭기 몸체로부터 10m 안에서 대부분 발생하였다.

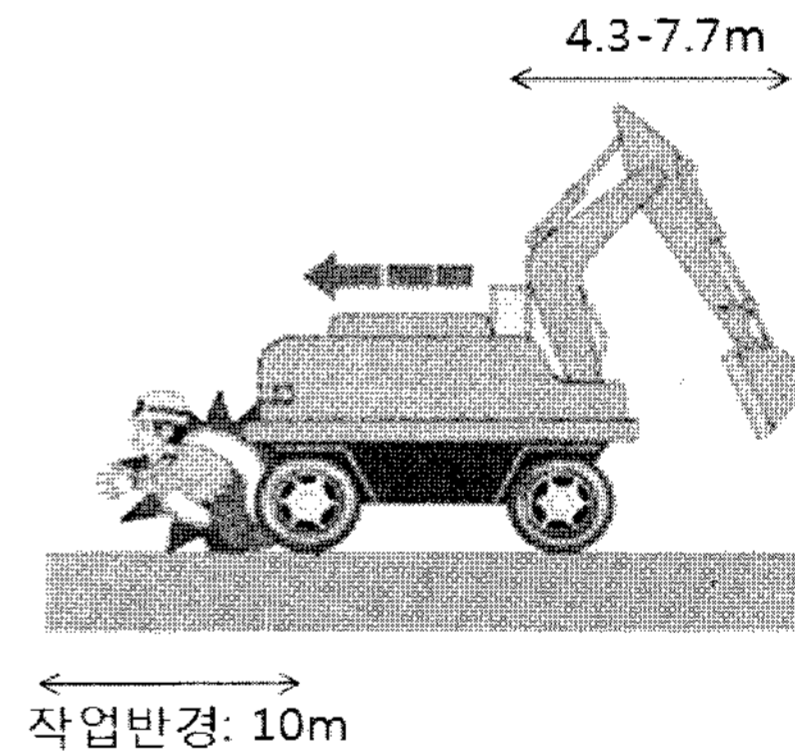


그림 2 후진하는 백호우에 충돌

세부내용으로는 그림2와 같이 후진하는 백호우와 충돌, 작업하던 중 베킷에 작업자 충돌, 백호우와 건물사이에 협착 등으로 분석되었다. 다음으로 주용도 이외의 용도로 사용하여 발생한 사고가 23건으로 많았다. 세부내용으로는 H-형강을 인양하던 중 낙하, 백호우로 물건운반 중 낙하가 있었다. 작업시작 전 점검불량, 작업방법 불량으로 인한 사고 22건, 작업계획의 미작성으로 인한 사고가 12건, 작업지휘자 및 유도자 미배치로 인한 사고가 12건으로 분석되었다.

3.3 굴삭기 작업별 사고 발생원인

굴삭기 작업 형태에 따른 사고 발생원인을 분석해 보면 다

음과 같다.

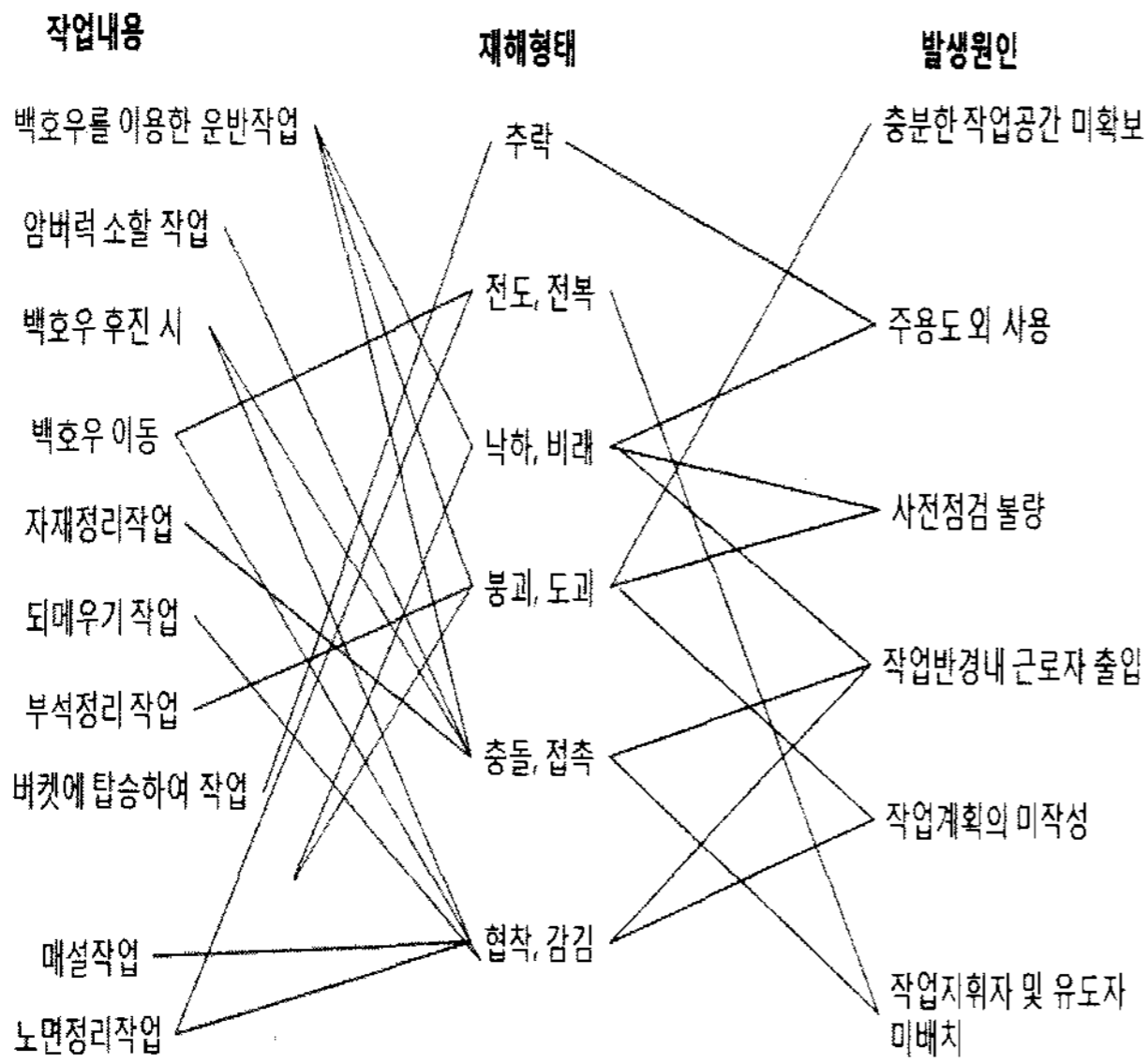


그림 3. 굴삭기 작업별 사고 발생원인

그림 3과 같이 백호우를 이용한 운반작업에서는 낙하· 비래, 붕괴·도괴, 충돌·접촉과 같은 재해가 많이 발생하였으며 발생 원인은 주용도 외 사용, 사전점검 불량, 작업 반경내 근로자 출입이 사고 원인으로 분석되었다. 백호우 후진 시에는 충돌·접촉, 협착·감김의 재해가 발생하였으며 사고 원인으로서는 작업 반경내 근로자 출입, 작업계획의 미작성, 작업지휘자 및 유도자 미배치가 주요 원인으로 분석되었다. 백호우 이동 시에는 전도·전복, 협착·감김의 재해가 발생하였으며 사고원인으로는 작업지휘자 및 유도자 미배치가 주요 원인으로 분석되었다. 자재정리 작업에서는 충돌·접촉의 재해가 발생하였으며 발생원 인으로는 작업반경내 근로자 출입, 작업지휘자 및 유도자 미배 치가 주요 원인으로 분석되었다. 되메우기 작업에서는 협착·감 김의 재해가 발생하였으며 발생원인으로는 작업반경내 근로자 출입, 작업지휘자 및 유도자 미배치가 주요원인으로 분석되었다.

4. 굴삭기 안전사고 저감방안

4.1 굴삭기 사고 원인별 저감방안

굴삭기 사고는 작업반경내에 근로자 출입, 주용도 이외의 용 도로 사용, 점검 및 작업방법 불량, 작업계획 미작성, 지휘자 및 유도자 미배치로 인해 사고의 97%가 발생했다. 이러한 사 고에 대한 저감방안으로는 표 4와 같이 건설기계 관리법을 벗 어난 불법 구조 변경 금지, 자재운반은 크레인 등 인양장비로 운반, 와이어로프 사용 시 체결방법, 체결상태, 작업여건 등의

적합여부 점검, 작업 시 작업전 안전한 작업절차 및 방법을 작 성하고 근로자에게 주지시키는 것 등의 대응방안이 필요하다. 본 대응방안은 한국산업안전공단에 게시된 건설업재해의 예방 대책과 D건설과 S건설의 현장기술자의 자문을 통하여 작성하 였다.

표 4. 굴삭기사고 주요 원인에 따른 저감방안

번호	원인	비율 (%)	저감방안
1	건설기계 작업반경 내에 근로자출입	34	- 건설기계와의 접촉예방을 위해 신호수외의 근로자 출입 및 접근 금지
2	주용도 이외의 용 도로 사용함	21	- 건설기계 관리법을 벗어난 불법 구조 변경 금지 - 자재운반은 크레인 등 인양장비 로 운반 - 사람 탑승 및 와이어매쉬 결속 작업 절대 금지
3	작업시작전 점검불 량, 작업방법 불량	20	- H-형강 등 중량물 인양작업 시 정격하중 이상의 양중기 사용 - 와이어로프 사용 시 체결방법, 체결상태, 작업여건 등의 적합 여부 점검 - 버킷 장착시 킥커플러의 물림상 태, 운전석의 킥 커플러 조작스 위치 및 유압장치 등의 점검 - 근로자 안전대 착용
4	작업계획의 미작성	11	- 작업 시 작업전 안전한 작업절 차 및 방법 작성하고 근로자에 게 주지 - 소할작업 시 충분한 작업공간 계획 수립 - 중량물 취급 시 중량물 종류 및 형상, 취급방법 및 순서, 작업장 소 넓이 및 지형 파악 - 전도방지 조치 실시
5	작업지휘자 및 유도자 미배치	11	- 유도자 작업장소 이석시 장비 이동 금지 - 유도자의 신호시에는 작업장 내 상황을 정확히 파악할 수 있는 위치에서 운전원이 볼수 있도록 신호실시 - 건설기계 운전 시 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있는 장소 에 유도자 배치함 - 운전자는 유도자의 신호에 따라 야 함
6	기타	3	

4.2 안전점검을 통한 사고 저감방안

굴삭기의 사고를 저감시키기 위한 방안 중 안전점검을 통한 방안을 분석하였다. 그림 4의 분석내용은 D건설과 S건설의 데 이터와 현장기술자의 자문을 통하여 작성하였다. 저감방안 내 용은 현장에서 굴삭기로 인한 사고들 중 점검항목으로 지정하 여 방지시킬 수 있는 사항들이다.

안전점검 사항으로는 작업 반경 내에 근로자 출입으로 인한

사고방지로 작업자 및 차량통제를 확인 작업과 작업시작 전 점검 및 작업방법 미지시로 인한 사고에서 매설된 시설물 위치 파악과 기능상 중요점검사항 확인 작업으로 조사되었다. 또한 주용도 이외의 사용 금지, 작업계획 작성, 작업지휘자 및 유도자 배치로 조사되었다.

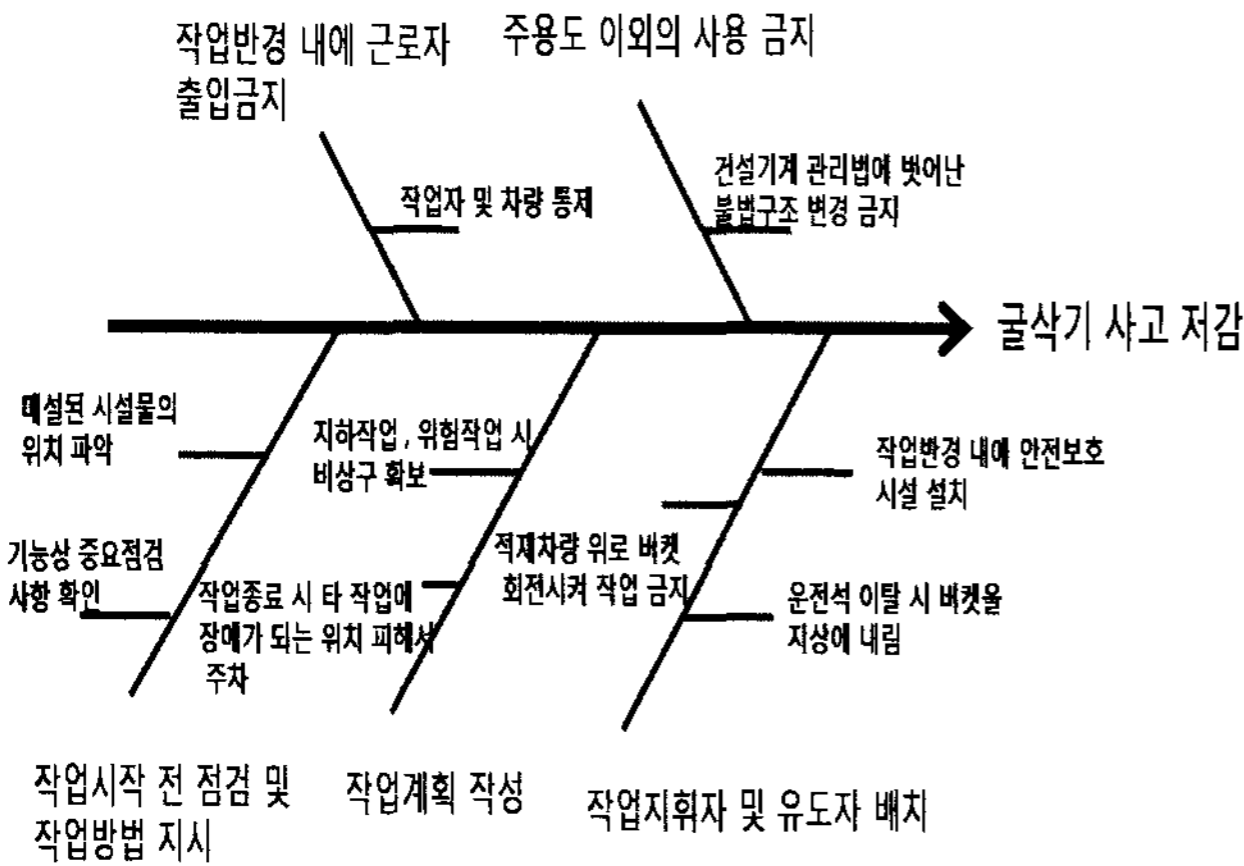


그림 4. 안전점검을 통한 사고 저감방안

4.3 굴삭기 사용 전·후 안전점검표 및 작업계획서

굴삭기 사고의 주요원인은 건설기계 작업반경내에 근로자 출입이 37건으로 가장 많았다. 그 외로 주용도 이외의 용도로 사용함, 작업 시작 전 점검불량과 작업방법 불량, 작업계획의 미작성, 작업지휘자 및 유도자 미배치가 주요원인으로 조사되었다. 사고를 방지하기 위하여 표 5, 6은 굴삭기 주요 사고원인에 대한 대처방안을 체크리스트화하여 점검표를 작성하였다

표 5. 굴삭기 사용 전 안전점검표

현장명	장비명	규격	모델	
범례 양호: V 불량: X 점검: O				
NO	중요점검사항(일반사항)		체크	점검시간
01	매설된 시설물(전선, 전화선, 상하수도관 등)의 위치를 파악해야하며 파악된 시설물의 위치를 표시해 두고 작업을 시행하여야 한다.			
02	지하작업이나 높은 제방을 파내려 갈때는 붕괴나 함몰에 대비하여 즉각 탈출할 수 있는 비상구는 확보 되어야 한다.			
03	적재차량 운전석 위로 BUCKET을 회전시켜 작업하는 일은 없어야 한다.			
04	작업종료 시 천재 지변의 피해나 타장비 작업에 장애가 되는 위치를 피해서 주차해 두어야 한다.			
05	작업 반경 내에는 작업자 및 차량을 통제하여야 한다.			
06	작업중 운전원이 운전석을 이탈시 필히 BUCKET을 지상으로 내려두어야 한다.			
07	건설기계 관리법을 벗어난 불법 구조 변경된			

	곳은 없어야 한다.		
08	작업 반경내 안전 보호 시설이 설치 및 유도자가 배치되어 있어야 한다.		
NO	중요점검사항(기능상 점검)	체크	점검시간
01	ENGINE OIL 및 냉각수 누유부가 없어야 한다.		
02	STEERING SYSTEM은 정상 작동되며 오일 누유부가 없어야 한다.		
03	BRAKE 및 PACKING BRAKE는 파손·이완·마모 누유없이 정상작동 되어야 한다.		
04	BOOM 및 STIC 균열, PIN 균열, 파손·이탈이 없어야 한다.		
05	BUCKET PIN CYLINDER는 균열·파손·이완·누유부가 없어야 한다.		
06	유압식 버킷 연결 커플러의 안전장치는 사용 하여야 한다.		
07	SWING TURNTABLE 균열·손상·파손·이완은 없어야 한다.		
08	HYD SYSTEM, MOTOR, CONNECTION의 파손·이완 누유가 없어야 한다.		
09	HYD CYLINDER 균열·파손·손상, OIL 누유가 없어야 한다.		
10	TRANS MISSION 및 JOINT BOLT는 이완 균열부가 없어야 한다.		
11	BLADE 및 FRAME는 균열· 파손·이완 없이 견고하여야 한다.		
12	TRACK LINK 및 PIN은 균열·파손·마모·이탈이 없어야 한다.		
13	ROLLER는 과다·마모·균열 및 BOLT 이완이 없어야 한다.		
14	TIRE는 정상이며, WHEEL BOLT는 이완·파손된 것이 없어야 한다.		
15	COUNTER WEIGH 취부는 이완없이 고정되어 있어야 한다.		
16	BLACK HORN이 정상 작동되어야 한다.		
17	전일 작업자의 의견을 반영하여 검사하여야 한다.		

장비 불량 상태 보고

점검자 (작업자)		현장안전 책임자	
-----------	--	----------	--

표 5의 안전점검표를 보면 “작업반경 내에는 작업자 및 차량을 통제하여야 한다.”라는 5번의 항목으로 점검하여 작업반경 내의 사고를 방지할 수 있다. 7번 항목의 “건설기계 관리법을 벗어난 불법 구조 변경된 곳은 없어야 한다.”로 주용도 이외의 용도로 사용하여 사고가 발생하는 것을 방지할 수 있다. 1~4번, 6번 항목과 기능상 점검으로 작업 시작 전 점검불량과 작업방법 불량에 따른 사고를 방지할 수 있다. 8번의 항목은 작업지휘자 및 유도자 미배치로 인한 사고를 방지할 수 있다. 표 6은 굴삭기 작업 후 안전점검을 통하여 다음에 연계되는 작업의 안전을 확인할 수 있다. 작업 후 안전점검은 기능상의 점검을 통하여 장비의 이상 유무를 체크할 수 있다.

표 6. 굴삭기 사용 후 안전점검표

현장명	장비명	규격	모델
범례 양호: V 불량: X 점검: O			
NO	중요점검사항	체크	점검시간
01	ENGINE OIL 및 냉각수 누유부가 없어야 한다.		
02	STEERING SYSTEM은 정상 작동되며 오일 누유부가 없어야 한다.		
03	BRAKE 및 PACKING BRAKE는 파손·이완·마모 누유없이 정상작동 되어야 한다.		
04	BOOM 및 STIC 균열, PIN 균열, 파손·이탈이 없어야 한다.		
05	BUCKET PIN CYLINDER는 균열·파손·이완·누유부가 없어야 한다.		
06	유압식 버킷 연결 커플러의 안전장치는 사용 하여야 한다.		
07	SWING TURNTABLE 균열·손상·파손·이완은 없어야 한다.		
08	HYD SYSTEM, MOTOR, CONNECTION의 파손·이완 누유가 없어야 한다.		
09	HYD CYLINDER 균열·파손·손상, OIL 누유가 없어야 한다.		
10	TRANS MISSION 및 JOINT BOLT는 이완 균열부가 없어야 한다.		
11	BLADE 및 FRAME는 균열· 파손·이완 없이 견고하여야 한다.		
12	TRACK LINK 및 PIN은 균열·파손·마모·이탈이 없어야 한다.		
13	ROLLER는 파다·마모·균열 및 BOLT 이완이 없어야 한다.		
14	TIRE는 정상이며, WHEEL BOLT는 이완·파손된 것이 없어야 한다.		
15	COUNTER WEIGH 취부는 이완없이 고정되어 있어야 한다.		
16	BLACK HORN이 정상 작동되어야 한다.		
장비 불량 상태 보고			
점검자 (작업자)		현장안전 책임자	

표 7. 굴삭기 작업 계획서

건설기계명	사용장소	운전 원	성명
등록 번호	사용기간	원	자격
모델	최대(들어올림) 능력	작업 지휘자	
규격	주 작업 용도	신호수 (유도자)	
차량계 건설기계의 운행경로			
제한속도	작업장소의 지형 및 지반의 상태		
그림첨부			
※ 작업시 안전대책			
※ 작업방법			
※ 기타사항			

굴삭기 사고원인 중 12건을 차지한 작업계획의 미작성에 대한 사고 방지로 표 7의 굴삭기 작업계획서를 작성하여 작업을 실시하도록 한다. 작업계획서는 건설기계에 대한 일반적 사항을 기입하고 작업장소의 지형 및 지반의 상태를 조사하여 기

입한다. 그리고 작업현장에서 작업하는 내용을 그림으로 도식화하여 표시하고 위험요소를 파악한다. 또한 작업 시 안전대책과 그에 따른 작업방법을 파악하여 기입한다.

5. 결 론

본 연구는 굴삭기 안전사고의 저감방안에 관한 연구를 실시하였다. 연구는 한국산업안전공단에 게시된 건설업재해사례에서 굴삭기와 관련된 재해 94건의 중대재해사례(1993년~2007년)를 대상으로 하였다. 94건의 재해사례를 통하여 굴삭기 사고 주요원인을 분석하였다. 사고원인에 따른 대처방안을 안전점검표로 체크리스트 화하여 제시하였다. 또한 작성된 체크리스트를 전산화를 통한 안전점검을 실시하게 하였다.

굴삭기 재해사례분석에서 재해 발생은 재해형태별(추락, 전도·전복, 낙하·비래, 붕괴·도괴, 충돌·접촉, 협착·감김)로 중대 재해를 조사하였다. 굴삭기의 재해발생 형태별 비율(재해 건)은 표 2와 같이 협착·감김이 41.5%로 가장 많았으며, 다음으로 낙하·비래(23.4%), 충돌·접촉(13.8%)순으로 분석되었다. 재해발생 형태별 재해자 수의 비율 또한 동일한 순으로 분석되었다. 굴삭기 사고 주원인으로는 건설기계 작업반경 내에 근로자가 출입하여 발생한 건수가 37건 가장 많은 것으로 분석되었다. 세부내용으로는 후진하는 백호우와 충돌, 작업하던 중 버킷에 작업자 충돌, 백호우와 건물사이에 협착 등으로 분석되었다. 다음으로 주용도 이외의 용도로 사용하여 발생한 사고가 23건으로 많았다. 세부내용으로는 H-형강 을 인양하던 중 낙하, 백호우로 물건운반 중 낙하가 있었다. 작업시작 전 점검불량, 작업방법 불량으로 인한 사고 22건, 작업계획의 미작성으로 인한 사고가 12건, 작업지휘자 및 유도자 미배치로 인한 사고가 12건으로 분석되었다.

사고원인 분석을 바탕으로 원인별 저감방안을 제시하였다. 또한 굴삭기 사고 주요원인을 바탕으로 저감방안을 체크리스트 화 하였다. 체크리스트는 S기업과 D기업의 데이터와 기술자의 자문을 바탕으로 굴삭기 사용 전·후 안전점검표 및 작업계획서를 만들어 제시하였다.

본 연구는 굴삭기의 사고원인을 조사하여 그에 따른 대처방안을 체크리스트 화하여 저감방안을 제시하였다.

그러나 작성된 체크리스트를 전산화하여 운영될 필요가 있다.굴삭기 안전점검표와 작업계획서를 기반으로 전산화하여 운영할 수 있다. 국내 각 기업들은 PMIS¹¹⁾와 같은 전산화 시

11) PMIS(Project Management Information System):건설 프로젝트의 설계, 구매, 공정, 공사비, 시공, 품질, 안전환경, 자료관리 등 기능적으로 분류하고 WBS 기준으로 상호연계 시킨 효율적인 정보시스템.

시스템을 활용하여 공사의 여러요소를 통제하고 관리하기 쉽게 한다. 그러나 안전관리 분야의 전산화 시스템은 아직 활성화되어 있지 못하다. 특히, 건설장비에 관한 안전을 통제하고 관리하는 시스템은 활성화되어 있지 못하다. 이에 대한 향후 연구가 진행되어야 한다. 이 연구결과는 차후 연구의 기초를 정립하고, 안전사고를 줄이는 기대효과를 가질 것이다.

참 고 문 헌

1. 강창희, 신갑철, 김상태, 김용수 (2002). 건설 중기계 운영상의 안전관리 실태 및 개선방안. 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집, 제3회, 한국건설관리학회, pp.397~400.
2. 김동춘, 김화중 (2001). 건설공사 재해정보분석을 위한 사고 발생 분류체계의 방안, 대한건축학회 논문집 제17권 제12호, pp.139~145.
3. 김홍현, 이강 (2007). 크레인 관련 중대재해사례를 통한 재해 유형 및 원인 분석. 한국건축시공학회 학술.기술논문발표회 논문집, 제7권 제1호, 한국건축시공학회, pp.109~112.
4. 서종민, 한갑규, 임지영, 김선국 (2007). 중대재해사례를 통한 굴삭기 안전사고 원인분석, 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집, 한국건설관리학회, pp.450~454.
5. 양용철, 최훈, 김재준 (2004). 건설공사 안전사고 예방을 위한 안전관리 체크리스트 개선과 공정관리와의 연계운영 방법. 한국건설관리학회 논문집, 제5권 제2호, 한국건설관리학회, pp.123~131.
6. 한국산업안전공단 (2007). KOSHA CODE G-8. 산업재해 기록.분류에 관한 지침. <<http://www.kosha.or.kr>>

(접수 2008. 4. 23, 심사 2008. 6. 3, 게재확정 2008. 6. 16)