

# 타워크레인 텔레스코핑 작업의 안전리스크 대응방안 연구

## A Study on the Safety Risk of Telescoping Work of Tower Cranes

이 동 훈\*      최 재 휘\*\*      김 선 국\*\*\*

Lee, Dong-Hoon      Choi, Jae-Hwi      Kim, Sun-Kuk

### Abstract

As recent construction projects are bigger and higher, the importance of lifting is increasing. In construction sites tower cranes are an essential lifting equipment covering were than 50% of all construction activities. But due to neglect of safety supervision, tower crane-related accidents are frequently taking place. Since most of construction activities is done in heights, the accidents are more likely to be catastrophic. According to an analysis of the causes of tower crane-related accidents, 49% of all accidents claimed for certain periods(1999~2003) occurred in the process of telescoping work. Therefore, this research is conducted with the object of analyzing telescoping work of tower cranes and presenting solutions against safety risk. It is expected that the results of this study can be used as useful basic data or material when preparing for effective safety management for tower cranes.

키 워 드 : 타워크레인, 텔레스코핑 작업, 안전리스크  
Keywords : Tower Crane, Telescoping Work, Safety Risk

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

최근에 건설 프로젝트가 대형화, 고층화됨에 따라 자재양 중의 중요성이 점차 커지고 있다. 자재양중에 있어서 큰 역할을 수행하는 타워크레인은 건설 현장에서 전체 공정의 50% 정도를 차지할 정도로 필수적인 양중장비이다(국동훈, 2007).

그러나 소홀한 안전관리로 인하여 매년 타워크레인 관련 재해는 꾸준히 발생되고 있으며 고소에서 이루어지는 작업의 특성상 사고발생시 중대재해로 이어질 가능성이 크다.

1999년에서 2003년까지 산업안전보건공단에 접수된 타워크레인 관련 재해를 조사하고 분석한 결과 설치작업 중 상승 단계에 해당하는 텔레스코핑 작업이 타워크레인에 의해 발생된 전체 재해인원의 49%를 차지했다. 이는 텔레스코핑 작업이 타워크레인 안전관리에 있어서 중요한 요소라는 것이다.

따라서 본 연구는 타워크레인의 텔레스코핑 작업을 분석하고 안전리스크를 파악하여 대응방안을 제시하는 것을 목적으로 하며 이는 향후 타워크레인의 안전관리에 있어서 기초적인

자료가 될 것으로 파악된다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구의 결론을 도출하기 위해 연구의 범위를 다음과 같이 한정한다.

첫째, 1999년부터 2003년까지 산업안전보건공단에 접수된 타워크레인 관련 재해사례를 분석한 결과를 이용한다.

둘째, 타워크레인은 구조에 의하여 크레인을 분류하였을 때 지브크레인 중 T형 크레인과 리핑형 크레인에 한정한다.

연구방법으로는 먼저 타워크레인 관련 용어와 재해현황, 연구동향을 알아보고 텔레스코핑 작업의 중요성을 인식한다. 이후 텔레스코핑 작업과 관련된 재해사례를 중점적으로 분석하고 안전리스크의 대응방안을 제시한다.

## 2. 예비적 고찰

### 2.1 타워크레인의 정의 및 주요부 명칭

산업안전기준에 관한 규칙(제100조 2항 1호, 2006.12.30 개정판)을 보면 크레인이라 함은 동력을 사용하여 중량을 매달아 상하 및 좌우(수평 또는 선회를 말한다)로 운반하는 것을 목적으로 하는 기계 또는 기계장치를 말한다.

크레인은 구조, 달기기구, 운동형태, 구동방식, 선회능력, 설

\* 경희대학교 건축공학과 석사과정, 일반회원 donghoon@khu.ac.kr

\*\* 경희대학교 건축공학과 석사과정, 일반회원 chjheda@naver.com

\*\*\* 경희대학교 건축공학과 교수, 종신회원 kimskuk@khu.ac.kr

치방식 등에 따라 분류한다. 구조에 따른 분류방식을 따르면 천장크레인, 지브크레인(타워크레인), 갠트리 크레인 등이 있다. 타워크레인은 지브크레인 중 T형과 러핑형 크레인이다.

다음 <표1>은 구조에 따른 크레인의 종류 및 정의이다(김홍현, 2007).

표 1. 크레인 종류 및 정의

종류	정의
천장크레인	주행레일 위에 설치된 새들에 직접적으로 지지되는 거더가 있는 크레인
타워크레인	수직타워의 상부에 위치한 지브를 선회시키는 크레인, T형 크레인인 러핑(또는 L형)크레인이 이에 해당한다.
갠트리 크레인	다리 모양의 크레인인 천장크레인과 비슷한 거더 양쪽에 교각을 세우고 지상에 설치된 레일을 따라 이동한다. 거더, 트롤리(좌우)와 호이스트(상하)로 이루어져 있는 크레인

다음 <그림1>은 타워크레인의 주종을 이루는 형식으로 가장 많이 사용되는 T형 타워크레인의 구조와 주요부 명칭을 도시한 것이다.

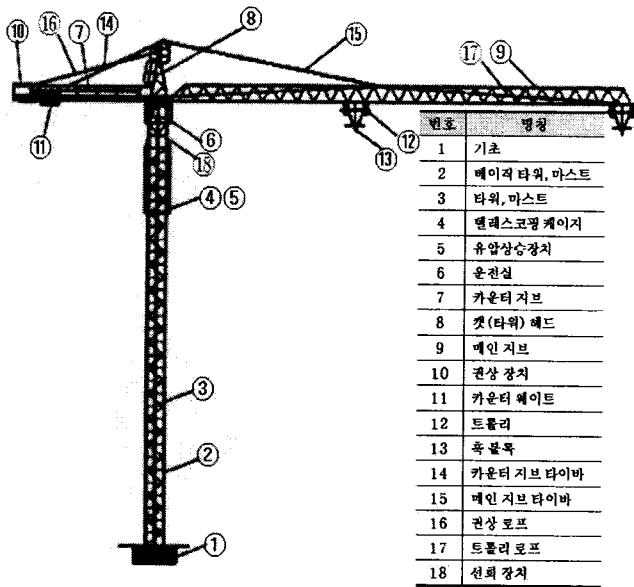


그림 1. T형 타워크레인 주요부 명칭

## 2.2 타워크레인 관련 재해현황

1999년부터 2003년까지 산업안전보건공단에 접수된 타워크레인 관련 재해사례를 분석한 결과 발생시기별로 보았을 때 전체 16건 중 설치·해체작업이 9건으로 56%를 차지하였다. 재해 유형별로는 추락, 낙하·비래, 붕괴·도괴, 전도 순으로 총 45명의 인원이 피해를 입었는데 그 중 22명인 49%가 마스트 상승단계에서 재해를 입었다. 설치작업 중 마스트 상승단계인 텔레스코핑 작업의 안전리스크가 가장 큰 것으로 조사된다.

다음 <그림2>는 타워크레인 재해발생 현황을 도식화한 것이다.

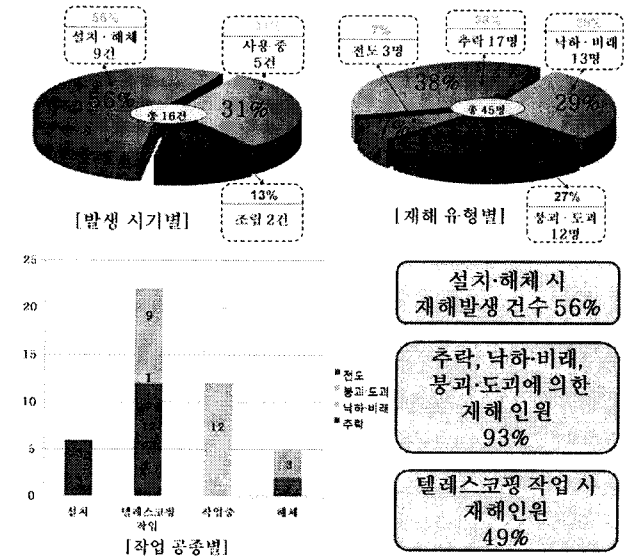


그림 2. 타워크레인 재해발생 현황(1999년~2003년)

## 2.3 관련 연구 동향

현재까지 타워크레인의 안전과 관련된 많은 연구들은 재해 사례를 분석하여 사고원인을 제시하거나 지지부와 고정부의 안전을 보장하는 방법을 제안하는 것으로 진행되어 왔다.

다음 <표2>는 타워크레인 안전 관련 국내문헌의 내용을 정리한 것이다.

표 2. T/C의 안전 관련 연구동향

연구자	내용
호종관 외 2인 (2008)	T/C 장비의 적절한 선정과 지지부재 및 고정부의 설계검토가 가능한 모델을 제시
호종관 외 2인 (2007)	T/C 기초의 안정성을 쉽고 빠르게 분석할 수 있는 모델로 타워크레인 안정성 시뮬레이션 프로그램을 제안
국동훈 외 3인 (2007)	크레인 관련 재해사례를 다각적으로 분석하고 사고원인을 파악
김홍현, 이강 (2007)	FMEA 기법을 활용하여 크레인의 설치 및 해체 시 재해사례의 빈번도, 심각도 등을 연구
김홍현, 이강 (2007)	크레인의 종류별·재해발생형태별로 중대재해사례를 분석하여 사고원인을 제시
이병구, 설종협 (2002)	T/C의 자립식형태와 중간 지지식 형태에 대한 구조보강 방법을 소개
이명구, 노민래 (2001)	건설현장에서 T/C 붕괴사고의 원인을 구조적으로 분석하고 대안을 제시

이와 같이 지금까지의 연구에서는 크레인의 전반적인 안전 사고를 다루거나 타워크레인의 구조적인 검토모델을 제시한다. 또한 이명구(2001)는 T/C의 붕괴사고에 초점을 둔다. 따라서 타워크레인 재해인원의 49%를 차지하는 텔레스코핑 작업에 중점을 둔 본 연구는 실제현장에서 활용도가 높을 것으

로 예상된다.

### 3. 타워크레인의 텔레스코핑 작업 분석

#### 3.1 타워크레인 공정에서 텔레스코핑 작업의 위치

타워크레인 공정은 크게 설치 전 단계, 설치단계, 사용단계, 해체단계인 4단계로 나눌 수 있다. 텔레스코핑 작업은 설치단계에서 텔레스코핑 케이지를 말아 올려 생긴 빈 공간에 새로운 마스트를 끼워 넣어 요구높이까지 상승시키는 것을 말한다.

다음 <그림3>은 타워크레인 공정에서 텔레스코핑 작업의 위치를 도시한 것이다.

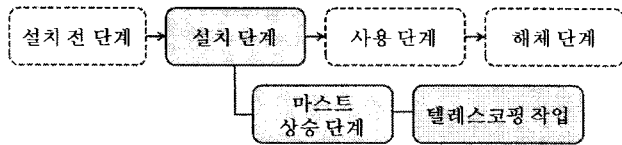


그림 3. 타워크레인 공정에서 텔레스코핑 작업의 위치

#### 3.2 텔레스코핑 작업순서

텔레스코핑 작업은 신호작업자, 줄걸이 작업자, 타워크레인 운전자, 핀·볼트 체결자, 부재 조립 및 맞춤 작업자의 상호 연관적인 관계로 이루어지며 순서는 다음과 같다.

- ① 타워크레인 유압장치와 카운터 지브가 동일한 방향에 놓이도록 하고 유압장치의 상태를 점검한다.

- ② 새로운 마스트를 메인지브 방향으로 운반하고 롤러를 끼운 후 권상, 선회장치를 이용하여 지상으로부터 들어 올려 타워크레인에 설치된 이동레일에 올려놓는다.
- ③ 추가할 마스트를 상승하며 타워크레인 상부의 무게 균형을 유지하고 텔레스코핑 케이지를 상승시킨다.
- ④ 이동레일 위의 마스트를 마련된 공간 안으로 밀어 넣는다.
- ⑤ 롤러 홀더를 제거하고 기존의 마스트와 핀 또는 볼트로 체결한다.
- ⑥ 요구높이에 이르기까지 반복 작업을 하고 최종높이에 이르렀을 때 슬루잉 유닛과 최상부 마스트를 볼트로 체결 고정한다.

다음 <그림4>는 텔레스코핑 작업의 순서를 간략하게 도식화한 것이다.

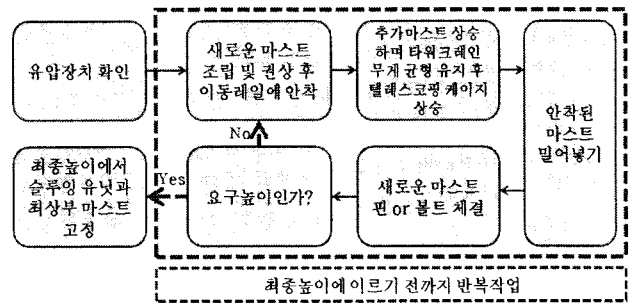


그림 4. 텔레스코핑 작업의 순서도

표 3. 타워크레인 작업순서에 따른 안전리스크 대응방안

작업순서	Risk 요인 및 결과	대응방안
① 유압장치 확인	텔레스코핑 슈가 브레이싱에 불완전하게 장착-상승시 타워 상단부 붕괴·도괴	작업 전 유압장치 이상유무 확인 실린더 작동 전 지브 균형 상태 확인 텔레스코핑 슈가 완전하게 장착되었는지 확인 제작사 작업 절차서 대로 장착
② 새로운 마스트를 조립 및 권상 후 모노레일에 안착	권상용 와이어로프 절단-마스트 낙하비레	와이어로프 상태 확인
	권상용 와이어로프 체결부분 빠짐 -마스트 낙하비레	줄걸이 상태 확인
	대차레일 변형으로 불완전하게 상차 -마스트 레일 이탈	사전에 대차레일의 변형·기능이상 유무 확인
③ 추가마스트 상승하며 타워크레인 무게 균형 유지 후 텔레스코핑 케이지 상승	부득이한 외력 -마스트 레일 이탈	현장의 풍속을 수시로 파악하여 작업 진행여부 결정 대차레일 공간에 고정봉 또는 작업용 발판을 설치하여 모노레일의 균형유지 및 작업자 추락방지
	턴테이블 하부와 텔레스코핑 케이지 상부핀 미체결-마스트 권상·이동시키던 중 타워 상단부 도괴	핀 or 볼트 체결상태 재확인(작업 절차서의 체결 토크 준수, 분할핀 체결 등) 상부 안전 핀이 정상 핀으로 교체되기 전에는 권상작업 금지

작업순서	Risk 요인 및 결과	대응방안
④ 안착된 마스트 밀어 넣기	마스트가 들어갈 수 있는 충분한 공간 미확보-무리한 힘이 가해져 마스트 이탈	마스트를 밀어 넣을 수 있는 충분한 공간 확보(마스트 길이+50mm 정도) 확인
⑤ 새로운 마스트와 기존 마스트를 핀 or 볼트로 체결	불일치된 핀구멍을 맞추고자 크레인 작동 -균형상실로 타워 상단부 도괴	텔레스코핑 케이지 안내롤러의 간격(5mm 정도)이 모두 일정하게 될 때까지 지브각도를 조정해 균형상태 유지 마스트 추가 후 핀 or 볼트가 완전히 체결될 때까지 운전 금지
	연결볼트 미체결-마스트 붕괴	다음 작업이 이루어지기 전에 연결볼트 체결상태 확인
⑥ 최종높이에서 슬루잉 유닛과 최상부 마스트 고정	슬루잉 유닛 볼트 미체결-타워 상단부 붕괴·도괴	주요구조부 볼트 체결 상태 및 기계작동 등 이상유무 점검 최초 볼트 조임 후 3주후 재조임 실시
	케이지 상부부분에서 방호장치 마설치로 볼트체결 중 추락	케이지 상부부분 작업발판 및 안전대 부착설비 설치

#### 4. 텔레스코핑 작업의 안전리스크 대응방안

##### 4.1 텔레스코핑 작업순서에 따른 안전리스크 대응방안

텔레스코핑 작업순서에 따라 주요 재해사례의 안전리스크 요인과 결과를 알아보고 대응방안을 도출한다.

안전리스크 대응방안을 통해 텔레스코핑 작업에서 간과하기 쉬운 안전관리 사항이 무엇인지 알 수 있으며 향후에 더욱 효과적인 타워크레인 안전관리를 위한 기초자료가 될 수 있을 것으로 예상된다.

위의 <표 3>은 안전리스크에 따른 대응방안을 제시하고 있다.

텔레스코핑 작업의 안전리스크 요인 및 결과를 보면 사전에 충분한 안전관리로 예방할 수 있는 것들이다. 재해를 최소화하기 위해서는 사전교육을 통해 작업에 참여하는 모든 인원들이 안전리스크에 대한 대응방안을 확실하게 숙지하는 것이 필요하다.

##### 4.2 안전리스크와 대응방안의 분석

텔레스코핑 작업의 재해사례를 통해 주요 안전리스크의 원인과 각각의 대응방안에 가장 밀접한 관련을 가지고 있는 작업자를 알아보았다.

참고로 대부분의 재해사례는 한 가지 원인에 의한 것이 아니라 여러 가지 복합적인 원인에 의해 발생하지만 그중에서도 가장 영향을 미칠 것이라고 판단되는 원인을 선택하고, 대응방안의 주요관련자도 그 작업에 가장 밀접한 관련을 가진 사람으로 한정한다.

다음 <표4>는 재해사례를 통해 알아본 텔레스코핑 작업의 리스크 원인과 대응방안의 주요관련자에 대한 분석결과이다. 텔레스코핑 작업에서 안전리스크의 원인과 대응방안을 분석한 결과 주요 리스크 재해사례 12건 중 9건인 75.0%가 작업방법 불량에 의한 것으로 나타난다. 리스크에 대한 대응방안 21개 중 핀·볼트 체결자(비계공)에 관련된 것이 8개로 38.1%를 차지하고 타워크레인 운전자와 관련된 것이 4개로 19.1%를

차지한다.

표 4. 텔레스코핑 작업의 리스크 원인과 대응방안 분석결과

Risk 원인			대응방안의 주요관련자		
원인	사례 건수	비율( %)	주요관련자	대응방안 수	비율 (%)
작업방법 불량	9	75.0	핀·볼트 체결자 (비계공)	8	38.1
			타워크레인 운전자	4	19.1
자재불량	2	16.7	부재조립자	3	14.3
			신호작업자	2	9.5
관리감독 소홀	1	8.3	줄걸이 작업자	2	9.5
			작업지휘자	2	9.5
합계	12	100	합계	21	100

따라서 작업자의 올바른 방법준수와 타워크레인 상단부에서 작업하는 자들에 대한 충분한 사전교육과 관심이 필요하다.

#### 5. 결 론

본 연구는 한 번 사고 발생 시 중대재해로 이어지는 타워크레인의 안전을 확보하기 위하여 진행되었다. 타워크레인 관련 재해현황을 분석한 결과 텔레스코핑 작업 시에 재해인원이 49%로 가장 많이 발생했다. 텔레스코핑 작업은 타워크레인의 안전사고에 가장 큰 영향을 미치는 중요한 요소임을 알 수 있다.

텔레스코핑 작업의 효과적인 안전관리방안을 제시하기 위하여 텔레스코핑 작업순서에 따라 재해사례의 위험리스크를 파악하고 그에 따른 대응방안을 도출한 결과 작업방법의 불량, 자재불량에 의한 사고가 빈번하고 작업 시 핀·볼트 체결자, 타워크레인 운전자와 관련된 사항이 중요한 것으로 분석된다.

타워크레인 관련 안전사고를 절감하기 위해 철저한 업무책

임 및 관리가 필요하고, 사고유형 사례를 활용하여 예방교육이 필요하다.

아울러 본 연구에서 분석된 내용은 타워크레인의 재해발생을 효과적으로 줄일 수 있고, 향후 건설장비 관련 안전관리의 연구에서 기초자료로 활용될 수 있다.

이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 받아 수행된 연구임. (NO. R11-2008-098-00000-0)

### 참 고 문 헌

1. 국동훈, 김아영, 서종민, 김선국, 재해사례를 통해 알아본 크레인 안전사고 분석, 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집, 한국건설관리학회, pp.436~440. 2007. 11.
2. 김홍현, 이강, 크레인 관련 중대재해사례를 통한 재해 유형 및 원인 분석, 한국건축시공학회 학술·기술논문발표회 논문집, 제7권 제1호, 한국건축시공학회, pp.109~112. 2007. 04.
3. 김홍현, 이강, FMEA 기법을 활용한 크레인 관련 중대 재해의 정량적 분석에 관한 연구, 한국건축시공학회 논문집, 제7권 제3호, 한국건축시공학회, pp.115~122. 2007. 09.
4. 이명구, 노민래, 타워크레인 붕괴사고의 구조적 분석, 한국산업안전학회지, 제16권 제4호, 한국산업안전학회, pp.147~152. 2001.
5. 이병구, 설종협, Tower Crane 설치계획 및 구조보강 방법 소개, 건설기술, 제23권, 쌍용건설 기술연구소, pp.33~37. 2002. 06.
6. 이창수, 김인태, 타워크레인, 골든-벨, 2004.
7. 한국산업안전보건공단, KOSHA CODE M-36-2000, 타워크레인 설치·해체작업에 관한 기술지침, www.kosha.or.kr, 2000. 09.
8. 한국산업안전보건공단, ONE PAGE 기술자료 안전-타워-01~19 자료 발췌, kosha.or.kr, 2006. 12. 26.
9. 호종관, 김아영, 김선국, 상승식 타워크레인 지지구조의 안정성 검토 모델, 한국건설관리학회 논문집, 제9권 제 2호, 한국건설관리학회, pp.190~198. 2008. 04.
10. 호종관, 한갑규, 김선국, 타워크레인 기초설계 및 안정성 검토 모델, 한국생태건축학회 논문집, 제7권 제6호, 한국생태건축학회, pp.99~106. 2007. 12.