

## 국내 건설현장 타워크레인 안전진단 관리시스템 모델에 관한 연구

The study on the safety inspection system model of the  
tower crane a construction site in Korea

윤인수\* 서장훈\*\* 강경식\*\*\* 1)  
Yeon In Soo\* Seo Jang Hoon\*\* Kang Kyeong Sik\*\*\*

### Abstract

The tower cranes are widely used in very useful construction machine the sites of constructing high-structure and have a structural sensitiveness. Therefore, the accidents have often happened due to the deficiency of laborer's understanding and lack of safety of structure. Till now, as we have research and studied above, we can properly protect accidents by construction equipments particularly crane as well as most disasters which occur frequently in construction site. The goal of this study is the safety inspection model of the tower crane a construction site, which preventible the collapse accident of tower crane which is constructed by using the correcting frame. In order to accomplish the goal of this study, the field survey, the reference investigation and the structure analysis were performed for the collapse accident of tower crane using the correcting data. This study will be proposed a build-up solutions about operating and release of safety constructions and researched about software safety estimation. Also, preventing safety problems of Tower Crane Construction site as applying safety estimation program and laws and regulations. As a result, The real time control of tower crane inspection system is implemented by to illustrate the application of the adopted optimal design model.

**Key Words:** Tower Crane, The Safety Inspection Model

\* 윤인수 : 명지대 산업시스템공학부 박사과정

\*\* 서장훈 : 썬더 부설기술연구소 소장

\*\*\* 강경식 : 명지대 산업시스템공학부 교수

# 1. 서 론

## 1.1 연구의 배경과 목적

최근 국내에서는 인구의 도시 집중, 지가의 상승 등으로 아파트 및 상업용 초고층 건축물에 대한 수요급증과 산업플랜트, 교량, 그리고 댐 공사 등의 구조물 역시 대형화 되는 추세에 있다. 국내초고층 건축물의 건설은 주상복합 등의 주거용 건축물을 중심으로 빠른 속도로 증가하고 있다.

이러한 초고층 건축공사에서는 타워크레인(Tower Crane)이 필수적인 기계로써 지상의 기초 부분으로부터 대개 50~100m 정도의 높이에 자립식(self standing) 구조 또는 외부 지지로 설치되고, 권상, 선회 및 횡행 동작을 할 수 있으며, 보통 건설자재 등을 운반하고 있어 작업비중이 대단히 크다. 이러한 작업 환경에서의 타워크레인에 대한 재해는 대부분 대형사고로 이어지고 있다. 우리나라 건설현장에서의 지난 2004년 기준으로 크레인 안전사고 사망자가 74명에 달한 것으로 집계됐다. 이에 대한 안전대책이 시급한 실정이다. 이러한 상황에서도 건설 현장의 고층화와 작업반경의 광역화 등으로 인한 타워 크레인의 효율성은 더욱 더 확대되고 있다. 그리고, 타워크레인의 높은 효율성과 작업 성과에도 불구하고 타워크레인으로 인한 중대재해는 여전히 줄지 않고 있는 실정이며, 오히려 타워크레인 사고의 결과는 중상 또는 사망재해로 연결되어 높은 재해 강도를 나타내고 있다.

현재 크레인 관련 ISO 규격은 70종, KS규격은 크레인 제작과 검사방법 등 안전에 대한 78종의 규격이 제정돼 있다. 특히 국제표준화기구의 크레인 안전기준 강화 움직임에 따라 국제표준이 제정되면 우리나라도 이를 반영하게 돼 타워크레인 등의 국내안전 및 검사기준도 강화될 가능성이 크다.

최근 중국, 인도 등의 건설 및 플랜트산업이 활성화되면서 세계 크레인 시장이 유례 없는 활황을 맞고 있으며, 이에 따라 크레인 안전사고도 급증해 국제표준화기구(ISO)가 크레인 안전규격을 대폭 강화하고 있는 것이 현실이다.

본 연구에서는 타워크레인의 중대 재해 요인과 영향인자를 현장 전문가 집단의 설문 조사를 통하여 재해 발생형태별로 분석 할 것이다. 그리고, 불안정한 상태의 기인물을 평가하는 작업을 설계 단계에서부터 제시하고, 구조적인 안전성을 평가하며, 설치, 운전 및 해체작업 단계에서의 안전성을 평가하는 절차 및 안전진단 모델을 구축하고, 국제 관련 제도와 이들 사고의 예방차원에서 사전 점검 및 검사가 어떻게 이루어지는지를 살펴보고, 그 대안으로 적절한 타워크레인 안전성확보를 위한 관리시스템 모델을 사례로서 제시하고자 한다. 또한, 타워크레인 정보의 공유 및 효율적 관리 필요도 본 연구 목적에 포함된다.

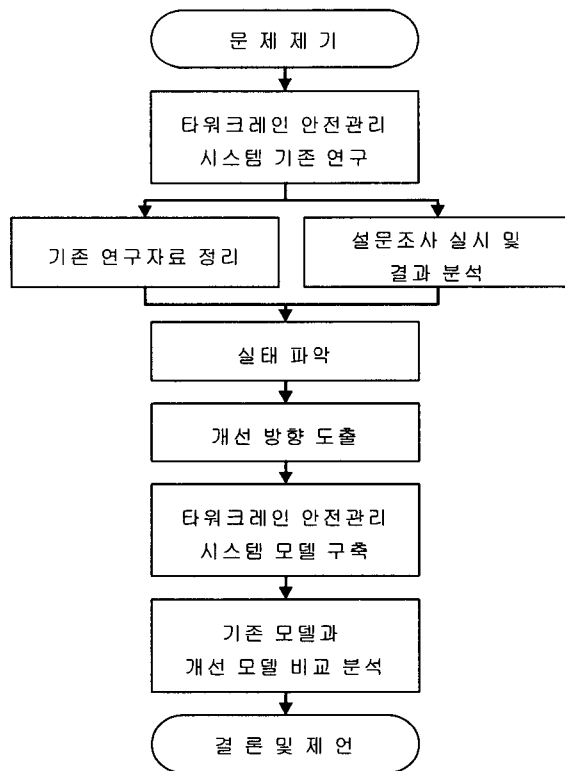
## 1.2 연구 범위와 방법

### 1.2.1 연구 범위

본 연구는 현재 건설현장에서 건설자재 등 중량물을 용이하게 운반하기위해 많이 사용되고 있는 타워크레인을 대상으로 현장 조사 및 문헌을 통하여 결과를 정리 하였으며, 국제 관련 제도와 산업안전보건법 제34조, 36조 등에 의한 검사제도의 운영에 대한 타워크레인 관리시스템을 연구하였다.

### 1.2.2 연구 방법

본 연구는 아래 [그림 1-1]에서와 같이, 우리나라의 건설현장에서 사용되고 있는 타워크레인의 현황과 특성, 관련법령의 고찰, 외국의 검사시스템 등을 파악하고, 이를 토대로 하여 설문지의 항목을 선정 후 각계에 현실을 정확히 파악하여 우리나라의 새로운 타워크레인관리시스템을 제시하고자 한다.



[그림 1-1] 연구 방법

## 2. Tower Crane의 정의 및 유형

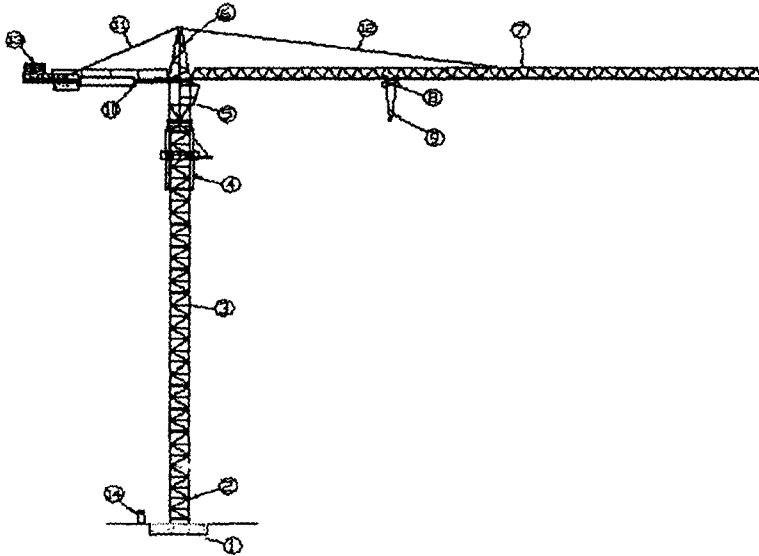
### 2.1 Tower Crane의 정의

타워크레인은 산업안전보건법 제34조에서 크레인의 근원적인 안전성을 확보하기 위하여 “크레인의 제작기준·안전기준 및 검사기준”마련하였고 제3조 용어의 정의에서 “타워크레인(TOWER CRANE)”이라 함은 수직타워의 상부에 위치한 지브를 선회시키는 크레인을 말한다.”고 언급하고 있다. 특히, 타워크레인은 “건설장비 중 하나로 전기를 사용하여 모터로 움직이는 건설기계로 인력으로 운반할 수 없는 대형 건축 자재들을 동력을 사용하여 들어 올리거나 이것을 수평으로 운반하는 것을 목적으로 하는 설비”라고 할 수 있다. 간단히 정의하자면 건설장비의 하나로 수직 타워 상부에 지브(Jib)가 설치된 Top Slewing Jib Crane를 뜻한다. 크레인은 다음과 같이 3개 동작으로 구분할 수 있다. 인양물을 들어올리거나 내리는 권상·권하 동작, 지브를 따라 트롤리의 이동으로 Hook에 매달린 하중을 전·후로 움직이는 횡행동작, 그리고 크레인 상부 전체를 회전시켜 인양물을 목적한 위치까지 이동시키는 선회동작이다. 즉 이와 같은 3차원 운동의 작업 특성을 가진 크레인이 타워 크레인이다. 타워크레인은 건축물 또는 구조물 주위의 고소에 설치되는 권상·선회 및 횡행동작을 할 수 있는 건설기계로서 일반적으로 높이 들어 올리는 것이 가능하고, 작업 범위가 넓은 뿐만 아니라 건축물에 근접한 작업이 가능하므로 특히, 대도시의 밀집 고층 건축 공사에 많이 사용되어 지고 있다. 최근에는 플랜트 건설, 철탑 건설 또는 항만 하역용의 타워크레인이 다양하게 제작, 운영되고 있다.

### 2.2 Tower Crane의 유형

#### 2.2.1 Tower Crane의 기본구조

Tower Crane은 크게 14가지 장치로 구성되어 있다. 각 부분이 모두 하나의 연결고리로서 작동을 하고 이러한 움직임이 모두 정상으로 작동될 때 타워크레인 전체의 안전성을 보장받을 수 있다. 이에 대한 예는 아래 [그림 2-1]과 같다.



[그림 2-1] 타워크레인의 기본 구조

① 기초 (Basic Anchor), ② 기초마스트(Basic Mast), ③ 마스트(Mast), ④ 텔레스코핑 케이지(Telescoping Cage), ⑤운전실, ⑥캣 헤드(Cat Head), ⑦메인 지브(Main Jib), ⑧ 트롤리, ⑨ 훅(Hook), ⑩ 카운터 지브(Counter Jib), ⑪ 카운터지브 연결바(Tie Bar), ⑫ 메인지브 연결바(Tie Bar), ⑬ 권상장치(Hoist Unit), ⑭변압기

### 2.2.2 Tower Crane의 유형

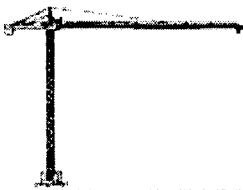

타워크레인의 종류를 크게 나누자면 2종류로 나뉘어지게 된다. 먼저 우리나라에 가장 많이 있는 'T자형 타워크레인'이 있다. 그리고 2번째는 'Luffing Jib 형 타워크레인'인데 차이점은 아래 [표 2-1]과 같다. 먼저 기본 구조 형태가 다르다는 것을 알 수 있다. 이 두종류의 차이점을 보면, 일단 메인지브(Main JIB)에 있다. 현장 작업환경의 따라서 보통 이 두 종류의 타워크레인을 운용하게 된다. 보통 T자형 타워크레인 같은 경우는 고공방해가 없는 현장에 설치를 하게 되지만 현장 주변에 높은 건물들이 있을 때에는 메인지브가 다른 건물에 접촉이 되기 때문에 운용이 쉽지가 않다. 따라서, 이런 현장 여건에 맞추어진 타워크레인이 러핑형 타워크레인이다. 일반적으로 Luffing형은 T형보다 수요가 적기 때문에 보통 T자형이 국내에서는 주종을 이루고 있는 현실이며, T형보다 장비의 가격이 높다.

이 밖에도, 설치 유형별로 타워크레인을 고정형, 센트럴 발라스트형, 상승형, 주행형으로 나눌 수 있다. 이에 대한 특징은 아래와 같다.

① 콘크리트 앵커에 고정된 앵커를 직접 조립하는 방식

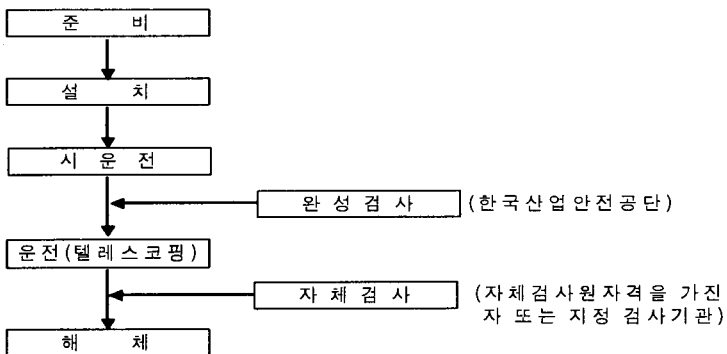
- ② 지면에 독립된 4개의 슬래브를 설치 운영하는 방식
- ③ 1차 고정형 설치 다음으로 Climbing Frame을 이용하여 높이를 올리는 방식
- ④ 대상 건물 주변에 레일을 설치하고, 그 위를 이동하는 방식 등이 있다.

[표 2-1] 타워크레인 기능에 따른 분류

타워크레인 유형	특 징
	(T자형 크레인) 국내 타워크레인의 주종을 이루는 형식이다. 주로 작업반경내에 장애물이 없을 때 사용한다.
	(LuffingJib 형) T 형 타워크레인은 지브가 고정되어 있는데 비하여, LuffingJib 형은 고공권침해 또는 타 건물에 간섭이 있을 경우 선택되는 장비로 Mobile Crane처럼 지브를 상하로 움직여작업물을 인양할 수 있다.

### 2.2.3 Tower Crane의 단계별작업절차

Tower Crane은 작업 현지에서 구조물을 설치·완성하여 사용하고 작업을 완수하고 나면 해체하여 정비 후에 다시 사용하도록 하는 절차를 밟고 있다. 이것을 크게 7단계로 나누어 볼 수 있으며 아래 [그림 2-2]와 같다.



[그림 2-2] Tower Crane의 단계별작업절차

### 2.2.4 국내 Tower Crane의 사고 현황

타워크레인의 사고 분석은 총사고 건수 73건에 대하여 실시하였으며 본 자료는 한국 산업안전공단, 노동부 등의 사고보고 자료를 인용하였다. 기간은 1991년부터 2006년 5

월까지에 해당되는 자료임.

[표 2-2]연도별사고발생현황(1991~2006)

발생연도	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
사고발생 건수	1	1	2	4	5	9	4	5
발생연도	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
사고발생 건수	7	2	4	6	10	4	6	3

연도별 사고발생 현황을 살펴보면 크레인 재해가 가장 많이 발생한 해는 '03년도로서 10건(13.69%), '06년도 9건(12.33%), '99년 7건(9.59%), '05,'02년도 6건(8.22%)의 순으로 발생되었으며 그동안의 총재해 73건중 '02년도에 태풍 루사의 영향으로 2건의 크레인 파손과 '03년도 지브파손 및 타워의 파손 등 총 4건의 사고는 사상자가 발생하지 않았으며, 총 69건의 크레인 사고로 인한 사상자수는 144명으로서 사망 81명(56.25%), 부상 63명(43.75%) 발생으로 타워 크레인 재해 발생시 상당한 재산상의 손실뿐 아니라 그중 재해자 중 약56%가 사망재해로 사고 발생시는 중대한 인명피해를 가져오고 있다.

### 3. Tower Crane의 관리시스템 모델 구축

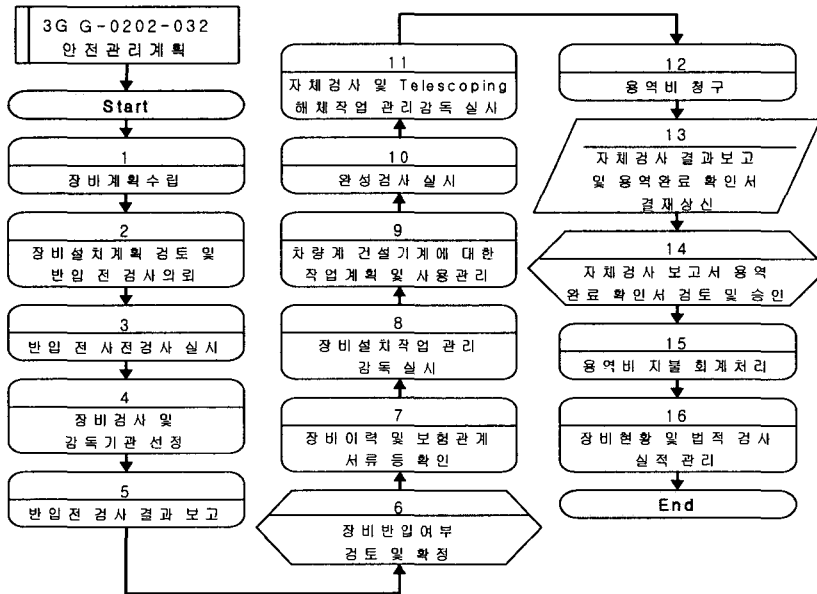
#### 3.1 관리시스템의 개요

##### 3.1.1 Tower Crane 관리시스템 개발의 필요성 .

Tower Crane은 그 사용 범위가 날로 확대되어가고 있다. 건설업의 대규모 프로젝트에 타워크레인이 도입되면서 효율성은 여실히 입증되었다. 일례로는 경부고속철도에 교량 가설 구간 및 고층건물의 건설현장의 각 공정에 필요한 가설부재 및 공사용 자재들을 신속하고 정확하게 이송시키는 데 사용되고 있다. 현장에서는 타워크레인이 쉴 틈 없이 운행되고 있으며 때에 따라 신속한 작업을 위해 무리하게 운행하여 안전사고로 이어지는 경우가 있다.

이와 더불어 타워크레인의 지속적인 안전운행을 위해서는 형식적인 검사를 탈피하여 장비 반입 전부터 해체시까지 해당 관계자들이 모두 참여하여 확인하는 정확한 관리시스템이 운영이 되어야 할 것이다.

### 3.1.2 현행 Tower Crane 관리시스템



[그림3-1] Tower Crane 관리시스템

본 연구의 목적은 Tower Crane 관리시스템 모델개선과 프로세스의 효율적 관리와 사고 및 재해를 최소로 할 수 있는 방안을 개선 모델에 적용하는 것이다. 이를 위해서 위 그림에서 제시하고 있는 Tower Crane 관리시스템에 대한 이해와 문제점을 제시하고, 이에 대한 개선방법을 구체화 시킨 연구 모형을 제시하게 될 것이다.

## 4. 결론 및 제언

타워크레인 역시 이제는 글로벌 경쟁 환경의 경쟁도구로 등장함에 따라 한국 표준 규격(KS)을 국제규격에 맞게 제정하고 있다. 과거 외국의 여러 타워크레인을 사용한 우리는 규격 제정에 둔감했지만 지금 현재는 우리나라 자체 타워크레인의 보급률이 날로 높아지고 있어 이러한 변화는 당연한 것이라 볼 수 있다. 현재 건설현장에서 건축물의 대형화와 고층화로 인하여 Tower Crane의 중요성은 매우 크게 되었다. 아울러 사용빈도가 높아짐에 따라 사용상의 부주의 등의 문제로 인하여 중대사고와 재해가 빈번히 발생되고 있다. Tower Crane의 안전성 확보를 위하여 건설사별로 다양하게 특성을 살린 관리시스템의 도입하여 안전을 도모하고 있으나, 일부 현장에서는 공사기간이 짧다는 빌미로 자체검사를 미 실시하고 있는 실정이다.



이러한 문제점들을 개선하기 위해서, 본 연구에 의한 Tower Crane의 관리시스템 도입 시에 나타나는 효율성과 효과를 사례를 통하여 제시하게 될 것이다. 그리고, 사업장에서 사용하는 타워크레인으로 인하여 발생된 안전사고로 인하여 유발되는 손실비용 감소와 공사기간 단축 등 생산성증대 효과를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

### 참 고 문 헌

- [1] 안병수, “건설안전 기동 점검의 효율적 장안에 관한 연구”, 명지대학교 대학원 박사 학위 논문, 2001.
- [2] 이원근, “타워크레인 안전성제고 방안 연구-웹기반 실시간 모니터링 시스템 개발을 통하여”, 2002
- [3] 건설사망재해시리즈 11, 타워크레인 사용작업편, 한국산업안전공단, 1996
- [4] 김덕윤 편, 실용 크레인 편람, 대광서림, 1998