

# 이동식 크레인의 발전 전망

## Development prospect of A Traveling Crane

이홍석 · 조민기 · 차영택 · 신대영 · 최성준 · 김진호

H. S. Lee, M. G. Jo, Y. T. Cha, D. Y. Shin, S. J. Choi, and J. H. Kim

### 1. 서 론

크레인은 약 기원전 550년경에 만들어진 것으로 추정된다. 무서운 짐을 기계적인 이점을 이용하여 수직 또는 수평으로 움직이게 하는 것으로 현재 크레인은 생활환경부터 건설, 산업현장 등 많은 부분에 크게 이용되고 있다.

이러한 크레인은 현재 독일, 일본, 미국 등의 선진국에서 크레인 생산을 주도적으로 하고 있으며, 최근 중국의 제조 기업에서도 유럽의 건설기계 업체들의 기술제휴 및 기업 합병을 통해 상당한 기술력을 가지고 제품 개발 및 상용화에 박차를 가하고 있다. 또한 건설공사 시공업체에서도 자가 수요를 만족시키기 위하여 크레인 개발을 진행하고 있으며, 향후 5년 이내에는 세계 건설기계 산업 발전 방향인 친환경, 지능형, 고성능화의 방향으로 개발이 성숙화에 이를 것으로 전망된다.

그러나, 국내의 경우 세계시장의 35%만 차지하고 있는 지게차(20%)와 굴삭기(15%)에만 95% 이상 편중되어 있어 세계 시장의 18%로 높은 수요를 차지하고 있는 크레인에 대한 기술 개발이 필요한 상황이다.[1] 60톤급 유압식 트럭 크레인의 경우 국내에서 생산을 하고 있지만, 그 수출량은 미미한 상황이며, 100톤 이상 대형 크레인의 경우에는 전량 수입에 의존하고 있다. 중국, 인도, 브라질, 러시아 등의 BRICs의 급격한 경제성장에 따라서 크레인의 수요도 급격히 증가되고 있는 실정으로 향후 그 수요가 가장 높을 것이라고 판단되는 100톤~200톤급의 이동형 크레인 개발에 주력해야 될 필요가 있다.[2]

### 2. 시장동향

크레인은 그림 1에서 볼 수 있듯이 2010년부터 그 수요가 늘고 있는 추세에 있으며, 2010년 대비 2015년에는 319억불로 연평균 8.1%, 2020년까지는 8.7%의 성장으로 426억불의 수요가 예상된다. 신규로 크레인의 수요가 급격히 증가하고 있는 지역은 중국,

인도, 인도네시아, 러시아 등의 BRICs 국가들로서 특히 중국은 수요가 급격하게 증가되고 있는 추세로서 향후 2020년도에는 177억불로 세계 크레인 시장의 약 41.6%를 차지할 정도로 큰 시장이 형성될 것으로 전망된다. 따라서, 그 시장이 유럽 및 미국 중심에서 중국 및 아시아로 시장 이동이 예상되고 있다.

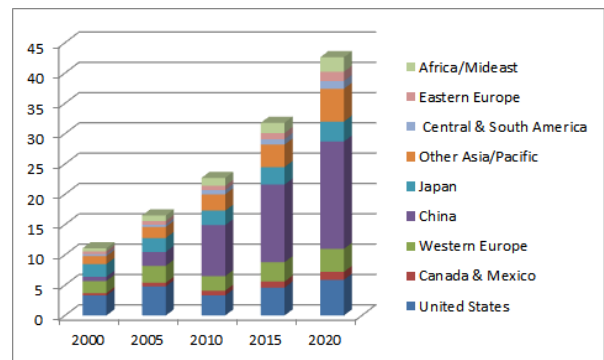


그림 1. 크레인 관련 세계시장 수요 [단위: 십억불]

또한 대형 석유화학 플랜트 건설을 중심으로 중동의 국가에서도 대형 크레인의 수요가 증가하고 있는 상황이며, BRICs 국가들을 중심으로 건설되고 있는 원자력, 화력 발전소들의 영향으로 인하여 세계 크레인의 수요가 증가하고 있으며, 그림 2와 같이 친환경을 추구하는 대형 풍력 발전소 건설의 경우에는 이동이 많은 건설의 특징으로 인하여 전지형 크레인의 수요가 상당히 많아지고 있는 추세이다.



그림 2. 대형 풍력 시스템 건설 현장

### 3. 기술동향

#### 3.1 크레인의 종류

건설기계용 크레인은 크게 ‘고정식 크레인’과 ‘이동식 크레인’으로 분류 할 수 있다. ‘타워 크레인’ 및 ‘하비 크레인’, ‘골리앗 크레인’, ‘천장형 크레인’ 등 한곳에 고정이 되어 하물을 이동하는 역할을 수행하는 것들을 ‘고정식 크레인’이라 하고, 휠이나 무한궤도 등을 이용하여 이동이 가능한 형태의 크레인을 ‘이동식 크레인’이라고 부르고 있다.

특히 ‘이동식 크레인’에는 다양한 목적과 하물의 중량에 따라 크게 4가지로 구분이 되고 있다. ‘크롤러 크레인’의 경우에는 큰 중량(~4,000톤)의 하물 이송에 적합한 타입으로 낮은 주행속도로 인하여 장기적인 토목공사 및 대규모 공사장에서 주로 사용이 된다. 이와 다르게 ‘험지형’, ‘유압식 트럭 크레인’의 경우에는 휠 타입으로 주행속도가 빨라 기동성이 우수하고 험지에서의 인양 능력이 뛰어나다는 것을 장점을 가지고 있다.[2]

‘전지형 크레인’의 경우에는 ‘험지형’, ‘크롤러’, ‘유압식 트럭 크레인’의 단점을 보완한 형태로서 좁은 장소에서 고중량의 하물의 이송이 가능하고 주행 속도 또한 빨라 기동성이 우수하다. 다축(4~9축) 각 바퀴의 회전을 통하여 험지에서의 활용성도 우수하며 ‘크롤러 크레인’이 주도하고 있는 대형 하물의 이송에 대해서도, 1,200톤급의 ‘전지형 크레인’의 개발로 인하여 이동식 크레인의 전 영역의 부분을 ‘전지형 크레인’ 하나로 사용할 수 있는 장점으로 인하여 최근 많은 발전을 하고 있는 크레인이다.

#### 3.2 초대형 크레인의 필요성 및 개발 현황

대형 풍력 발전 시스템 및 석유화학산업설의 대형화, 원자력 발전소 및 화력 발전소의 대형화에 따라 이를 설치하기 위한 크레인도 대형화 되고 있다. 특히 중동지역 및 중국, 인도, 브라질, 러시아 등의 대형 플랜트 공사에 따른 1,000톤 ~4,000톤급의 크레인의 수요가 크게 증가함에 따라 표 2에 나타난 것과 같이 각국의 이동식 크레인 전문 업체에서는 초대형

표 1. 이동식 크레인의 종류와 특징[3]

구분	규격	특징
전지형 크레인 (All Terrain Crane) 	· 인양능력 : 50~1,200톤 · 주행속도 : 85km 이내	· 기동성 우수, 험지 및 대용량 인양작업 · 주력시장 : 유럽세계시장 약 76% 점유
험지형 크레인 (Rough Terrain Crane) 	· 인양능력 : 5~135톤 · 주행속도 : 31~55km	· 도심 협소지, 험지 인양 작업 우수 · 주력시장 : 일본 세계시장 약 50% 점유
크롤러 크레인 (Lattice Boom Crawler Crane) 	· 인양능력 : 25~4,000톤 · 주행속도 : 5km 이내	· 장기, 대규모 공시장, 토목공사, 부정지, 연약지 작업용이 · 다양한 Option 장착 (크랩셀, 드래그 라인) · 주력시장 : 아시아 및 개발 도상국
유압식 트럭 크레인 (Hyd. Truck Crane) 	· 인양능력 : 20~100톤 · 주행속도 : 65~80km	· 기동성 우수, 단기 공시장 인양작업 · 주력시장: 아시아, 러시아 등 개발도상국, 중국 수요 세계시장 88% 이상 점유

크레인의 개발 및 판매가 활발히 추진되고 있다. 또한 공사시공업체에서도 자가 수요를 만족하기 위한 개발도 ‘ALE’, ‘Mammoet’, ‘Sarens’를 중심으로 초대형 크레인의 개발이 이루어지고 있는 실정이다.

또한 친환경 문제로 인하여 대형 풍력발전에 대한 관심이 높아지면서, 이동이 잦고 건설 시공이 많은 공사 특징상 장기적인 건설 현장 외에는 사용하기가 불편한 ‘크롤러 크레인’을 대체하여 그림 3과 같은 비교적 기동력이 우수하고 신속한 설치가 가능한 ‘초대형 전지형 크레인’으로 대체되고 있다.



그림 3. Liebherr사의 1,200톤급 전지형 크레인

표 2. 세계 초대형 크레인 개발 현황 [3-5]

Maker	Model	용량 (톤)	비고
Ale	SK190	4,300	Double joined boom
Liebherr	LR 13000	3,000	Wheeled & Crawler Type
	LTM 11200-9.1	1,200	AT Crane
	LR11200	1,200	Crawler Mounted Crane
	LR11350	1,350	Wind Farm용 Crawler
Terex	CC8800-1 x 2	3,200	Twin Crawler Crane
	CC 9800	2,000	Crawler Crane
	AC 1000	1,000	AT Crane
Sany	SCC 86000TM	3,600	Twin Crawler Crane
	SCC 16000	1,600	Crawler Crane
	SAC 12000	1,200	AT Crane
XCMG	QAY 1200	1,200	AT Crane
	XGC 28000	2,000	Crawler Crane
	XGC 88000	3,600	Crawler Crane
Zoomlion	ZCC 3200NP	3,200	Sany와 공동개발
	QUY 1000	1,000	Crawler Crane
Mammoet	PT 120DS	2,000	Radius 44m
	PT 160DS	3,200	
Lamson	LTL 300	2,730	Transi-Lift
	LTL 12000	1,400	
Manitowoc	31000	2,300	Lattice Boom Crawler Crane
	21000	907	
Kobelco		1,000	개발 중
Sarens	SGC 120	3,200	Ring Type Crane

이러한 ‘초대형 전지형 크레인’을 개발하기 위한 가장 큰 기술로는 그림 4에서 나타난 것과 같이 Telescopic형의 다단 붐의 경량화 및 강성설계가 강하게 요구된다. 이러한 다단 붐은 보통 1개의 Cylinder를 이용하여 인출 및 위치 제어를 실시하게 되는데 이 기술의 경우 대부분 유럽의 기업에서 특허로 지정을 해놓은 상황이며 중국의 기업들도 각종 특허를 제시하고 있는 실정이다.

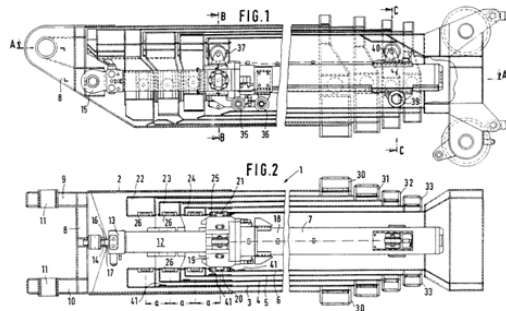


그림 4. Cylinder를 이용한 5단 원형 붐 특허[6]

다단 붐의 강성설계를 위하여 가장 크게 변화한 부분은 그림 5와 같이 사각 붐 형태에서 원형 붐의 형태로 변화한 것이다. 이 원형 붐의 각단은 보통 10m~15m정도로 상당한 길이를 가지고 있으므로 제작 과정에서 상당한 밴딩, 용접 기술을 요구하게 된다.[7,8]

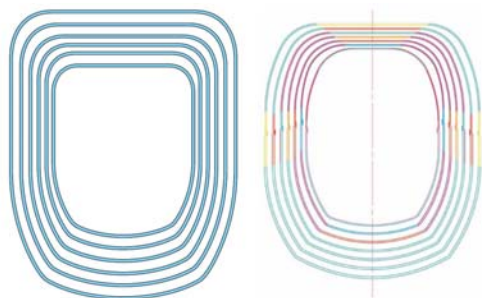


그림 5. 원형 다단 붐의 형태[9]

### 3.3 지능형 크레인

세계 건설기계 산업 발전 전망에 맞추어 친환경 뿐만 아니라 인공지능형 건설기계가 큰 이슈가 되고 있다. 전지형 크레인의 경우에도 배기가스 정화장치를 활용한 친환경 제품들이 생산되고 있으며 각종 과부하방지 기술 및 작업 이력 기억장치를 통한 편리하고 지능적인 크레인으로 진화 중이다. 붐의 길이 및 각도, 선회방향, 아웃트리거의 신장량에 따른 인양능력을 판단하여 그림 6과 같이 작업상황을 표시하면서,

과부하가 걸리게 되면 경고 및 자동 정지로 인한 전복을 미연에 방지하여 주는 기술로 인해 안전한 작업이 가능하고, 고압선 경고, 자동정지, 자가 고장 진단 등의 기능의 추가로 인하여 편리하고 안전한 작업을 수행할 수 있도록 제품이 개발되고 있다.

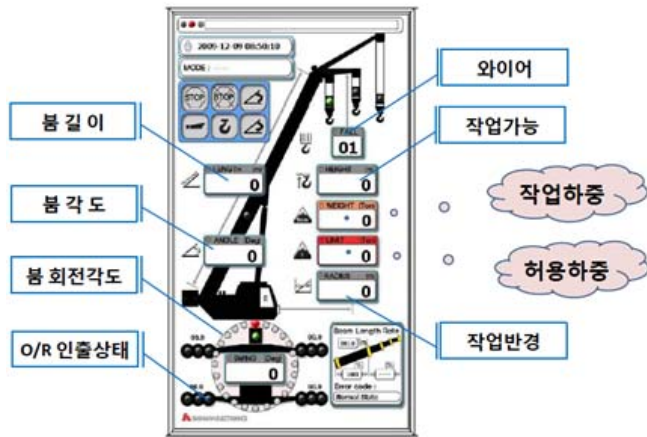


그림 6. 지능형 크레인의 작업 상황 표시

### 3.3.1 자동과부하 방지기술

크레인의 인양능력은 붐의 길이, 지브의 설치여부, 붐의 각도, 선회방향 등에 따라 달라진다. 이 기술은 장비 각 부위의 센서를 통해 장비상태에 따른 인양능력을 판단하고 인양능력의 100%에 도달하면 자동으로 정지시키는 기능으로, 운전자가 무의식중에 행하는 과부하 작업을 원천적으로 방지한다.

### 3.3.2 자기고장 진단기술

작업 전 점검 시, 작업 중 장비에 이상이 있을 시 이상부위, 이상내용 등을 운전자에게 알려주는 기능으로써, 운전자가 무의식중에 고장난 채 작업을 하여도 고장정보를 실시간으로 display에 표시하여 사고를 방지하는 기술이다.

### 3.3.3 작업이력 기억장치

전복사고 등이 발생했을 때, 사고 전 어떠한 상태에서 작업하였는지 기억하여 사고원인을 알 수 있도록 하는 기능이다. 또한 이 기억장치는 동일한 작업을 반복적으로 수행하여야 할 때 작업순서를 기억하여 반복 작업을 간단하게 만들어 준다.

### 3.3.4 작업범위 제한기능

붐 높이, 각도, 반경, 한도 범위 등을 설정해 두면 설정 범위를 초과하지 않도록 자동 제어하는 기능으

로, 이 기능은 고속도로 작업, 전선 아래서 하는 작업 등 한정 공간에서 반복 작업 시 운전자의 편의성을 고려한 기술이다.

### 3.3.5 수직, 수평 이동 기능(H, V기능)

붐의 끝이 수평선을 따라 움직이도록(H기능), 또는 수직선을 따라 움직이도록(V기능) 하는 기능으로써, 붐이 벽면을 따라서 작업해야 할 때나, 천정을 따라서 움직여야 할 때 유용하게 사용되는 기능이다.[2]

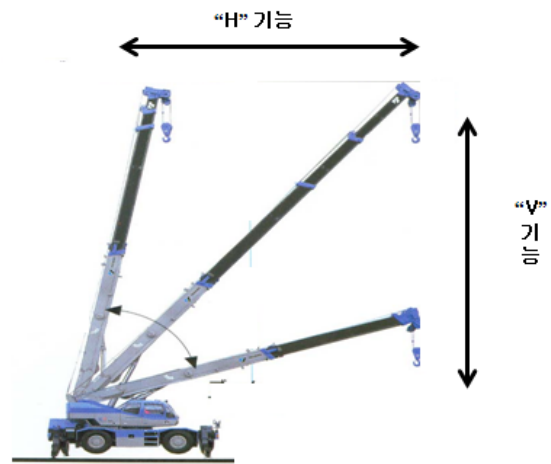


그림 7. 이동형 크레인의 수평, 수직 이동기능

### 3.4 친환경 크레인

환경에 대한 관심이 높아지면서 미국의 Tier 규제, 유럽의 EURO 및 일본의 도쿄의정서 등 각국의 수출입시 환경규제를 받고 있다. 이 규제에 만족하지 못할 경우 수입금지 및 벌금부과의 방법이 적용되고 있어, 이를 해결하기 위해 세계 각국에서는 친환경 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 결론적으로는 전기 시스템을 이용하여 배기가스를 전혀 배출하지 않는 단계를 지향하고 있지만 기술력 및 장비의 구입금액의 증가로 인하여 단계적으로 강화하고 있다.[10] 이러한 환경규제들은 배기가스의 입자상 물질(Particulate Matter)과 이산화탄소 배출량에 대한 규제를 진행함으로써 각국에서는 배기가스 후 처리장치(Diesel Particulate Filter) 및 이산화탄소 촉매 장치를 개발하고 있다. 이 중 배기가스 후처리 장치는 입자상 물질을 복잡한 구조물에 물리적으로 포집하여 배기가스 열 및 가열 장치를 이용하여 이를 연소시켜 제거하는 장치로서 비교적 고 RPM을 사용하는 자동차의 경우 배기가스 열을 이용한 자가 발화 방식과 전기히터 방식을 통합한 하이브리드형의 배기가스 후

처리 장치를 이용하고 있다. 그리고, 현재 EURO 6단계의 입자상 물질 제거 기술을 개발 완료한 상태이다. 하지만 건설기계의 경우 자동차의 RPM보다 현저히 낮은 영역에서 운행이 되기 때문에 배기가스의 온도가 입자상 물질을 연소시킬 때까지의 온도를 보장하지 못한다. 따라서 건설기계 및 저 RPM으로 구동하는 장치의 경우 전기히터 방식 및 플라즈마 방식으로 강압적으로 발화시키는 방식을 이용하여 연구 개발이 진행되고 있다. [11]



그림 8. 건설기계용 배기가스 후처리장치(DFP)

#### 4. 결 론

이동형 크레인 중에 전지형 크레인은 선박 시장의 LNG선과 비슷하게 크레인 시장에서 고부가 가치 품목이라고 할 수 있다. 왜냐하면, 높은 수요를 차지하고 있는 점도 있지만, 기존 이동형 크레인의 단점들을 보완하여, 좁은 영역에서도 고하중 작업이 가능하고, 하물을 들어놓은 상태에서도 신속한 이동이 가능하다는 장점으로 인해 향후 산업 현장에서 가장 많이 사용되는 크레인으로 예상되기 때문이다. 특히 대형 풍력 발전 시스템과 위성발사 및 방위산업 등의 이동이 많은 건설현장에서 요구되는 모든 조건을 가지고 있으며, 1,000톤 이상의 대형화 개발로 인하여 중대형급 크롤러 크레인의 역할까지 수용하게 됨으로서 앞으로 그 수요는 더욱 더 커질 것으로 예상된다. 다만, 아직 국내 기술로는 세계 수요가 가장 많을 것으로 예상하고 있는 100톤~200톤급의 전지형 크레인 생산이 전무하기 때문에, 세계기술 트렌드에 맞는 빠른 기술 개발이 요구되는 상황이다.

또한, 중국 및 러시아 등의 주요 수요국의 인근에 위치하고 있는 우리나라의 입장에서 전지형 크레인의 기술 개발은 향후 건설기계산업의 국가경쟁력 제고를 위해서도 굉장히 중요한 사안이라 할 수 있다. 전지

형 크레인에 대한 기술 개발이 완료된다면 국산화로 인한 수입대체 효과 및 수출증대 효과가 있으며 연관 산업의 집적화를 통한 건설기계산업의 활성화가 기대된다.

#### 참 고 문 헌

- 1) Freedonia Group Report, "World Construction Machinery (Industry Study #2776, 2011)
- 2) 한국산업기술관리평가원 기획보고서, "AT Crane 기획보고서", 2013 .7
- 3) Liebherr, "Mobile crane catalogue"
- 4) TEREX, "All Terrain Crane catalogue"
- 5) KOBELCO, "All Terrain Crane catalogue"
- 6) Liebherr-Werk Ehingen GmbH 특허자료 "텔레스코픽 붐과 모바일 크레인"
- 7) TEREX, 특허자료 "원형 붐 형상에 다른 특허"
- 8) 한국산업기술평가관리원, "특허기술동향조사 보고서", 2013 .2
- 9) Manitowoc, "Grove All-Terrain Crane catalogue"
- 10) 캘리포니아 차량규제 "Title 13. California Code of Regulations"
- 11) "배기 흡입형 매연저감장치에 관한 실험적 연구", 한국마린엔지니어링학회지, pp.833~839, 2010. 9

#### [저자 소개]

이흥석

E-mail : leehs@kitech.re.kr  
Tel : 054-607-1129

2011년 창원대학교 기계공학전공 학사, 2013년 동대학원 석사과정 졸업. 2013년 ~한국생산기술연구원 건설기계부품연구그룹 연구원 대한기계학회, 정밀공학회



등의 회원, 공학석사

조민기

E-mail : aisrl@kitech.re.kr  
Tel : 054-607-1126

2009년 한국산업기술대학교 기계설계공학과 학사, 2011년 동대학원 기계시스템 설계 석사 과정 졸업. 2013~현재 한국생산기술연구원 건설기계부품연구그룹



연구원, 유공압건설기계학회, 대한기계학회, 정밀공학회 등 회원



차영택

E-mail : chayt3@kitech.re.kr  
Tel : 053-607-1121  
2010년 경북대학교 기계공학과 석사.  
2010년~현재 한국생산기술연구원  
건설기계부품연구그룹 연구원



신대영

E-mail : dyshin@kitech.re.kr  
Tel : 054-607-1100  
2000년 한양대학교 정밀기계공학과 박사.  
1991년 한국생산기술연구원 입사,  
2013~현재 한국생산기술연구원 대경권  
지역본부 연구 부분장, 건설기계부품연  
구그룹 센터장, 유공압건설기계학회 등의 회원, 공학박사



최성준

E-mail : sjchoi@kitech.re.kr  
Tel : 054-607-1101  
2010년 POSTECH 기계공학과 박사 과  
정 졸업, 2010년~현재 한국생산기술연  
구원 선임연구원. 유공압건설기계학회,  
정밀공학회, 음향학회, 소음진공공학회

등 회원, 공학박사



김진호

E-mail : kimjh0054@junjincsm.com  
Tel : 041-539-0370  
1981년 부산대학교 기계설계학과 학사,  
1981~1998년 삼성중공업(주) 연구소 연구  
원, 2008년~현재 전진CSM(주) 기술연구  
소 소장, 기술표준원 크레인(ISO/TC96)

분야 전문위원, 한국 크레인 안전협회 기술위원