

# 콘크리트 펌프 트럭의 시장 및 지능형 제어기술 동향

## Trend of Market and Intelligent Control Technology for Concrete Pump Truck

차영택 · 김정구 · 윤주섭 · 최성준 · 황운규

Y. T. Cha, J. G. Kim, J. S. Yun, S. J. Choi and U. K. Hwang

### 1. 서 론

콘크리트 펌프 트럭(Concrete pump truck)은 콘크리트 믹서 트럭 같은 장비로부터 콘크리트를 수급 받아 이를 원하는 위치에 원하는 양만큼의 콘크리트를 이송해 주는 장비이다. 콘크리트 펌프는 주로 토목현장에서 트레일러 펌프와 이송타워를 이용하여 콘크리트를 운반하던 재래식 방식이 주로 사용 되었으며, 1970년대 이후에 차량 탑재식 콘크리트 펌프 트럭이 개발되었고, 아파트나 고층건물 등 건설 산업의 급속한 발전과 맞물려 건설용으로 다양하게 보급되었다.



그림 1.1 콘크리트 펌프 트럭

세계적으로 콘크리트 펌프 트럭의 기술은 중국(Sany, Zoomlion사)의 건설기계 생산업체가 주요 업체인 독일(Putzmeister, Schwing사) 및 이태리(Cifa, Sermac사)의 콘크리트 펌프 트럭 생산 업체를 인수 함으로서 세계 기술력이 중국을 중심으로 확대되고 있다. 국내 업체들은 2000년 이후 기술력 및 생산능력의 비약적인 발전을 통해 유럽 업체들과의 경쟁력을 키워가며 중동의 오일머니 마켓과 BRICs(신흥경제국가)로 주도되는 이머징마켓에서 점진적으로 영향력을 키워 나가고 있다.

국내 일부 중견 업체에서도 콘크리트 펌프 트럭이 생산/판매되고 있으나, 콘크리트 펌프 트럭의 특성상 불규칙한 지형에 노출된 상황에서 복합제어(자세 인식 및 제어, 붐 위치 제어, 간편한 작업지시 제어 등)

및 펌핑력 제어 등의 지능 제어형 시스템 기술의 접목이 요구되고 있는 상황이다. 특히 중국의 Sany사는 PLC 컨트롤러를 사용한 지능형 제어 기술들을 최근 제품들에 적극 도입하여 시장 점유율을 늘려가고 있으며, 이러한 중국의 시장 성장에 대응하기 위해 국내사에도 지능형 제어 기술을 적극 개발 및 적용해야 하는 상황이다. 그러한 측면에서 본 논문에서는 콘크리트 펌프 트럭의 국·내외 시장동향 및 구조에 대해 간략히 알아보고, 지능형 제어 기술들 중 최근 건설기계 시장에 대두되고 있는 안전성과 편의성, 효율성과 관련된 기술들에 대해 소개하고자 한다.

### 2. 시장동향

세계적으로 콘크리트 펌프는 중국을 제외하면 2008까지 매년 성장률이 5% 정도로써 성장기에 이르렀으나 금융위기 이후 침체기에 있었다. 이후, 중동 및 BRICs(신흥경제국가) 등에 의해 주도되는 이머징 마켓을 중심으로 다시 성장기에 접어들고 있으며, 특히, 중국은 매년 성장률 20% 정도로 급성장을 하고 있다<sup>1)</sup>.

중국을 포함한 세계 시장에서 콘크리트 펌프의 생산 대수는 2005년에 13,700대, 2009년에 17,760대 정도이며, 향후 2015년에는 39,000대 정도로 예상하고 있다. 2005년부터 2009년 전까지 전 세계 콘크리트 펌프 장비의 시장 증가율은 6.7%이지만, 2009년 이후에는 중국의 수요량 증가로 인하여 약 15% 정도로 증가하였다. 세계 시장의 점유율을 보면 중국을 포함한 아시아-태평양 지역은 2015년에는 65%에 이를 것으로 전망하고 있다<sup>1)</sup>.

국내에서 콘크리트 펌프는 에버다임, 전진중공업, KCP, 동양기전 등의 중견업체를 중심으로 설계/생산되고 있으며, 중동 및 아시아, 러시아 등에서 시장을 확대하여 지속적으로 생산량을 확대하고 있다. 2012년 건설기계의 수출 현황이 부진한 가운데 콘크리트 펌프는 호조를 보이고 있으며, 생산량은 950대로 시장 점유율은 4.5%를 유지하고 있다. 그중에서도 콘크

표 2.1 세계 콘크리트 펌프 생산 규모  
(단위 : 대, %)

구분	2005	2009	2015	연평균 성장률	
				'05~'09	'09~'15
콘크리트 펌프 트럭	24,800	31,520	68,000	6.7%	19.2%
트레일러 펌프	7,500	9,880	22,000	7.9%	20.4%
합계	32,300	41,400	90,000	7.4%	20.0%

리트 펌프 트럭은 국내 콘크리트 펌프 시장의 95%(2012년)로써 중요한 비중을 차지하고 있다<sup>1)</sup>.

표 2.2 국내 콘크리트 펌프 생산 규모  
(단위 : 대, %)

구분	2005	2008	2010	2012	2015
콘크리트 펌프 트럭	1,000	1,200	700	900	1,200
트레일러 펌프	30	40	50	50	100
합계	1,030	1,240	750	950	1,300
수출비율	83%	80%	73%	68%	65%
중국 시장을 제외한 점유율	9.4%	11.8%	9.4%	10.6%	10.0%
세계 시장 점유율	7.5%	6.5%	3.6%	4.5%	3.3%

세계 시장 점유율을 보았을 때, 중국 이외의 시장에서는 10.6%(2012년)를 차지하고 있지만, 가장 큰

수요시장인 중국을 포함하면 4.5%로써 미비한 실정이다. 이러한 시장의 양상은 Sany, Zoomlion, XCMG와 같은 중국사가 Putzmeister 및 Schwing, CIFA사와 같은 유럽회사를 인수함으로써, 기술력을 확보함과 동시에 유럽사의 판매망을 활용하여 시장 점유율을 높여간 것으로 판단된다.

### 3. 지능형 제어기술 동향

#### 3-1. 콘크리트 펌프 트럭의 구조 및 기능

콘크리트 펌프 트럭의 구조는 그림 3.1과 같이 구성되어 있으며, 크게 드라이브 유닛, 유압시스템, 코어펌프 시스템, 붐, 아웃트리거, 전기 컨트롤 시스템으로 나뉘며, 각 각의 역할은 다음과 같다<sup>1)</sup>. 드라이브 유닛은 엔진으로부터 전달받은 동력으로 유압시스템을 구동 시키며, 유압시스템은 콘크리트의 펌핑 및 붐, 아웃트리거 등의 작동에 필요한 작동유를 공급하는 역할을 한다. 코어펌프 시스템은 콘크리트 실린더, 드라이브 실린더, 호퍼로 구성되어 호퍼에 공급된 콘크리트를 붐의 이송관으로 토출시키는 역할을 한다. 이때, 호퍼는 외부로부터 공급된 콘크리트를 콘크리트 실린더가 콘크리트를 흡입할 수 있도록 콘크리트를 담아두는 역할을 하며, 드라이브 실린더는 유압으로 콘크리트를 흡입 및 토출할 있도록 콘크리트 실린더와 연결되어 콘크리트 실린더를 구동한다. 콘크리트 실린더는 호퍼로부터 콘크리트를 흡입하여, 붐의 이송관으로 콘크리트를 밀어낸다. 붐은 여러 개의 관

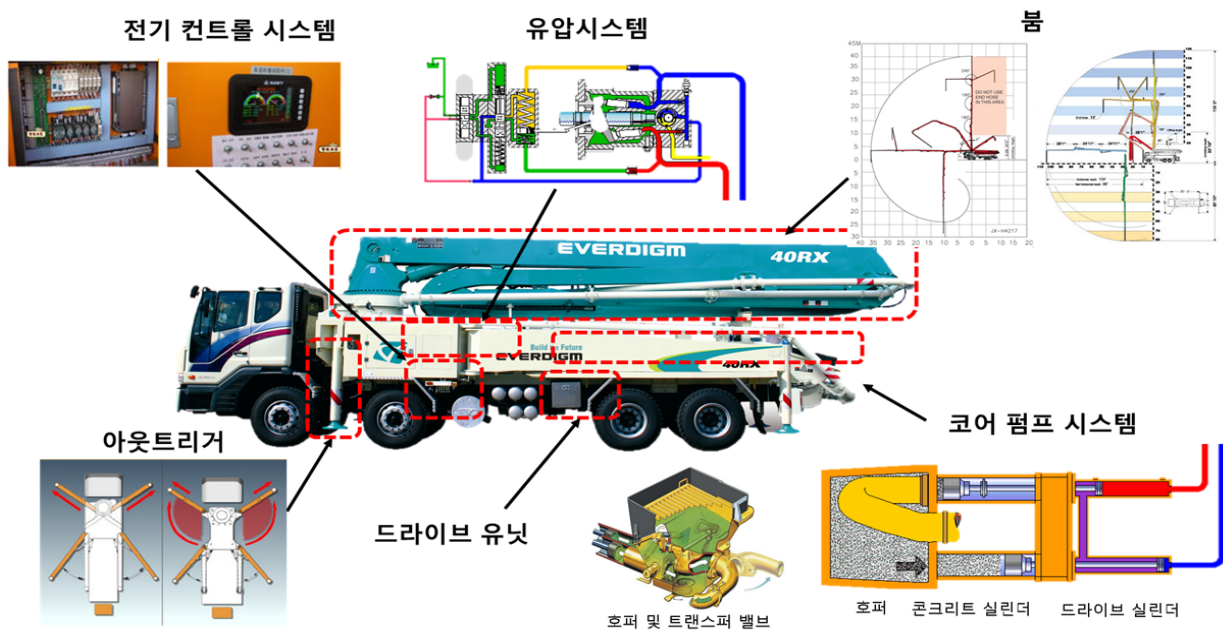


그림 3.1 콘크리트 펌프 트럭의 구조

질 및 이송관으로 구성되며, 붐의 각 관절을 통해 원하는 작업 위치로, 이동하여, 콘크리트를 타설하는 역할을 하며, 아웃트리거는 붐 전개 시 차체를 지지하는 역할을 한다. 전기 컨트롤 시스템은 앞서 기술한 유압시스템, 코어펌프 시스템, 붐, 아웃트리거의 상태 모니터링 및 제어에 사용된다.

3-2. 주요 지능형 제어 기술 소개 및 동향

콘크리트 펌프 트럭의 지능형 제어 기술들은 건설 환경의 안전과 효율 문제가 대두됨에 따라, 붐 전개 또는 이송, 콘크리트 타설 시 작업자의 안전 및 편의성, 작업시의 에너지 저감을 고려한 기술들이 개발 및 적용되고 있으며, 대표적인 기술들은 표 3.1과 같이 정리할 수 있다.

표 3.2 국내·외 적용 지능형 제어 기술<sup>1,2,3,7,8,9)</sup>

● 적용 ○ 개발

분야	세부기술	개발 및 적용 여부	
		국외	국내
안전성	붐 진동 저감	●	○
	전복방지 제어	●	○
	RFID 작업자 모니터링	-	○
	활선구간 접근 감지	-	○
편의성	붐 수평/수직 이동 제어	●	-
	붐 리모트 컨트롤러 조작제어	●	●
효율성	붐 속도 자가 제어	●	○
	콘크리트 펌핑력 제어	●	○

붐과 관련된 지능형 제어 기술로는 그림 3.2와 그림 3.3과 같은 붐 진동 저감 기술과 그림 3.4와 같은 리모트 컨트롤러를 통한 간편한 수직 및 수평 위치 제어 기술이 있다. 이러한 기술들은 붐의 자세를 감지하여, 동작 및 진동을 제어하는 로봇틱스 기술에 기반한다. 붐의 진동 저감 기술은 붐 이송 및 콘크리트를 타설 시 발생하는 붐의 진동으로 인해 붐의 구조물에 가해지는 반복하중과 작업자에게 가해지는 진동을 줄이는데 있다. 이러한 진동의 저감은 그림 3.2와 같이 붐의 각 관절의 자세 및 진동을 실시간 측정하고, 각 관절의 자세와 콘크리트 펌핑력에 대한 붐의 진동모

드를 예측 및 적용함으로써 이루어진다<sup>1,2,4)</sup>. 또한, 붐의 저진동 제어 기술은 콘크리트의 펌핑력 제어와 연동됨으로써 콘크리트 펌핑시 발생하는 연료량과 마모, 소음을 줄이는 역할을 하기도 한다<sup>4,5)</sup>. 붐의 수평 및 수직 이동 기술은 작업자가 리모트 컨트롤러를 통해 지령하는 수평, 및 수직 방향의 위치 값으로부터 각 관절각을 도출하여 제어함으로써, 작업자가 직관적으로 그림 3.4와 같이 붐의 위치를 제어할 수 있도록 도와준다<sup>2,3)</sup>.

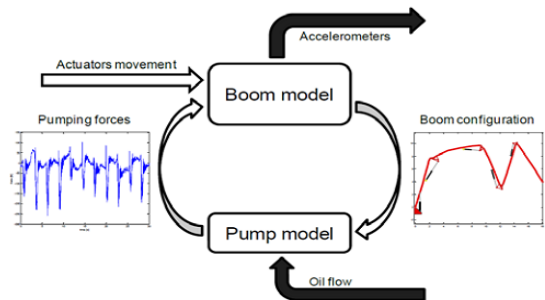
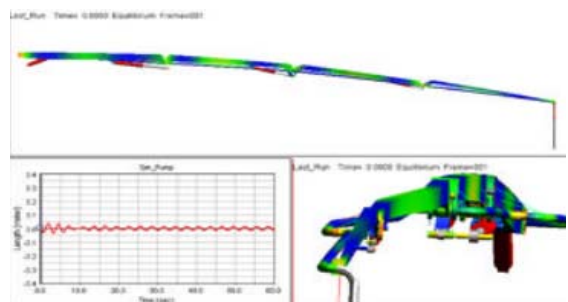
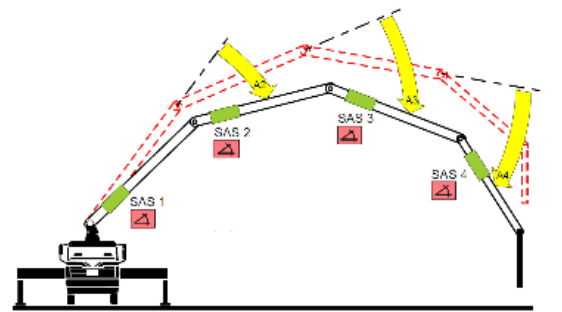


그림 3.2 붐의 자세 측정 및 진동 예측 모델

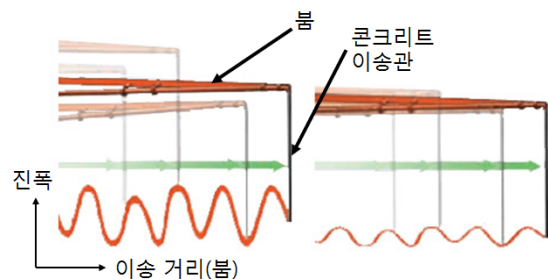


그림 3.3 붐 진동저감 기술

차체 전복방지 제어 기술은 그림 3.5와 같이 콘크리트 펌프 트럭의 작업 시 자세와 붐 전개시 발생하는 무게 중심의 이동으로 인해 발생하는 차량의 전복을 예측하여 미연에 방지하는 기술로써, 차량의 자세 및 붐의 자세를 모니터링 하는 것을 기초로 한다. 차량과 붐의 자세 이외에도 아웃트리거에 작용하는 스트레스를 측정하여, 차량의 전복을 경고함과 동시에 붐의 전개를 정지시킨다. Sany사에서선 전도각을 수직 방향으로는 5°, 수평방향으로는 3°로 설정하여 알람으로 경고를 하고 있다<sup>2)</sup>.



그림 3.4 붐의 수평 이동 및 수직 이동 제어 기술

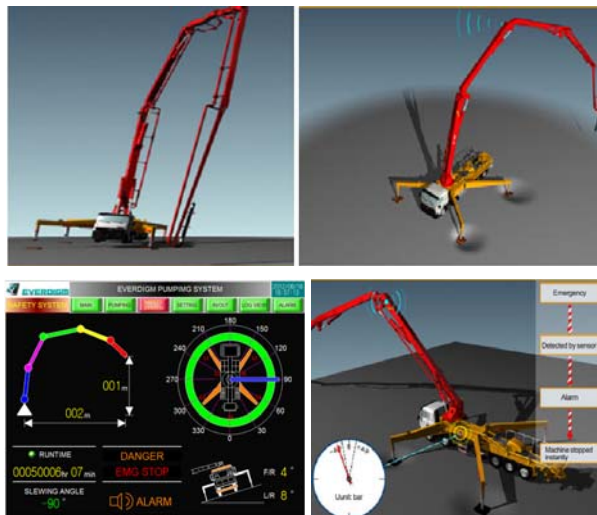


그림 3.5 전복방지 제어 기술

작업자의 작업환경을 감시하고 작업자에게 알리는 지능형 기술로는 그림 3.6과 같이 RFID(Radio Frequency Identification)를 이용하여 작업자의 위치를 감지하는 RFID 안전 모듈기술과 붐의 고압선 근접 시 작업자에게 위험을 알려주는 활선 구간 접근 정보 기술이 있다. RFID 안전 모듈 기술은 레이저, 초음파 센서 등을 이용하여 붐의 작업 영역 여부를 감지함과 동시에 RFID를 이용한 작업자의 위험여부를 감지함으로써, 대상 작업자에게 알려주는 기술이다. 활선구간 접근 감지 기술은 전자기장 감지 센서를 부착한 붐이 고압선에 근접하였을 때, 고압으로

인해 붐에 발생하는 전자기장을 작업자에게 알려줌으로써, 붐과 고압선의 접촉을 회피할 수 있도록 유도하는 기술이다<sup>6)</sup>.

이러한 RFID 안전 모듈 기술과 활선구간 접근 감지 기술은 국내에서 현재 개발 중인 기술들이며<sup>1)</sup>, 국외 경쟁사 제품에서는 아직 적용되고 있지 않다.



그림 3.6 RFID 작업자 모니터링 및 활선구간 접근 감지 기술

지능형 에너지저감 기술로는 붐의 이송 속도에 따라 엔진 스피드를 실시간 조정함으로써 연료를 절감할 수 있는 붐 속도 자가 제어 연료절감 기술과 콘크리트 타설시 콘크리트 실린더와 드라이브 실린더의 실시간 부하를 측정하여 엔진의 스피드와 토크를 조정하여 연료를 절감할 수 있는 기술이 있다. 이러한 기술들은 붐이나 콘크리트 펌프의 작업부하에 맞게 엔진스피드와 유압을 제어하는 것을 기본으로 하며, 그림 3.7과 같은 시스템 구조를 가진다. 그림 3.7에서 보는 것과 같이 각 작업 조건을 작업자가 선택하게 되어 있으며, 선택된 작업 모드에 따라 실시간으로 측정된 엔진속도와 유압정보로 최적의 유압시스템 변수를 계산하여, 유압시스템에 적용하도록 되어 있다.

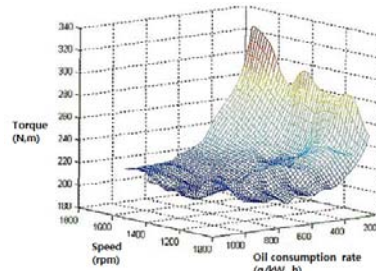
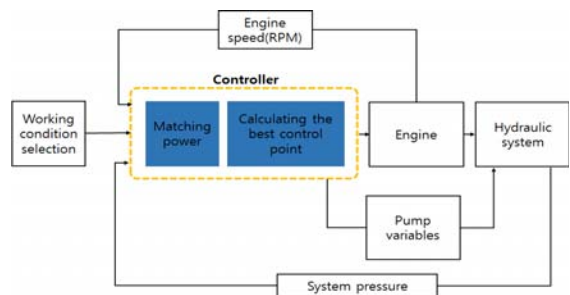


그림 3.7 지능형 에너지 절감 제어 시스템

이러한 방식은 각 제작사마다 조금의 차이는 있지만, Sany, Putzmeister, Schwing, Zoomlion 등의 주요 콘크리트 펌프 트럭 제조사에서 적용하고 있으며, 약 20%의 에너지 절감효과를 가진다고 알려진 바 있다<sup>7,8,9)</sup>.

### 3. 결 론

현재 콘크리트 펌프 트럭의 시장은 건설경기 침체에도 불구하고 2015년 19.2%의 세계시장 성장이 예상되어 건설기계 산업 군 중 블루 오션이라고 할 수 있다. 하지만, 세계 건설경기의 침체와 함께 콘크리트 펌프 트럭 시장도 해외 선진사들이 중국사에 인수되어졌고, 이에 따라 중국사의 기술력이 증대되어, 상대적으로 국내사의 기술 및 시장경쟁력이 모호한 위치에 놓여졌다. 이러한 상황을 타개하고 시장경쟁력을 갖추기 위해서는 중국을 비롯한 세계 경쟁사에서 최근 적용하고 있는 붐의 위치 및 진동 제어, 펌핑 제어 시스템 등과 같은 지능형 제어시스템을 도입한 콘크리트 펌프 트럭의 개발이 절실했으며, 실질적으로 지능형 제어 기술을 탑재한 제품들이 시장을 주도하고 있다. 따라서 국내 콘크리트 펌프 트럭의 기술 경쟁력을 확보하기 위해서는 단순히 선진 업체의 기술을 벤치마킹하는 것이 아니라, 차별화 할 수 있는 기술개발이 필요하며, 선진 업체의 본격적인 개발 이전에 산업재산권 획득 및 기술 우위를 선점하는 것이 시급한 실정이다. 국내에서도 이러한 시장 상황 변화에 대응하여 지능형 차량 전복방지 Boom 제어기 개발, 능동형 지능 진동저감 모듈 등과 같은 지능형 제어 기술들을 개발 중에 있으나, 건설 경기의 침체로 인해 기술개발 여건이 쉽지 않다.

따라서 건설시장의 회복에 대비하여, 국내 콘크리트 펌프 트럭 제작업체의 시장 경쟁력을 높이기 위해서는 유관 산업을 육성하기 위한 적극적인 정부의 지원이 중요하며, 국가 차원에서 전략적인 접근이 이루어져야 한다고 판단된다.

### 참 고 문 헌

- 1) 지식경제부 생산시스템 연구기획 보고서, 2012, 전자제어 시스템 및 저진동 붐이 장착된 스마트형 콘크리트 펌프 개발
- 2) Sany worldwide volume 37. Mar 2012.

- 3) Putzmeister, Ergonic Systems catalogue.
- 4) C.Ghielmetti, H.Giberti and F.Resta, July 2009, On the active control of a truck mounted concrete Pump : numerical model and experimental and experimental analysis, Reliability and Failure, 20-24.
- 5) A G. Cazzulani, H. Giberti, F. Resta and F. Ripamonti, 2001, The Truck Mounted Concrete Boom Pump: A Dynamic Numerical Model Dynamic, World Congress on Engineering 2011 Vol III.
- 6) Safe work australia, Working in the vicinity of overhead and underground electric lines, 12-13
- 7) Sany, truck-mount concrete pump catalogue.
- 8) Putzmeister, The Truck Mounted Concrete Boom Pump catalogue.
- 9) ZOOMLION, Truck-mounted concrete pump ZLJ series

### [저자 소개]

차영택



E-mail : chayt3@kitech.re.kr

Tel : 053-607-1121

2010년 경북대학교 기계공학과 석사.

2010년~현재 한국생산기술연구원 건설기계부품연구그룹 연구원

김정구



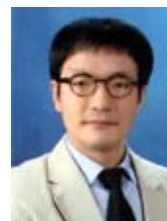
E-mail : apollo1012@kitech.re.kr

Tel : 053-607-1122

2012년 영남대학교 기계공학과 석사 과정 졸업.

2013년 한국생산기술연구원 건설기계부품연구그룹 연구원

윤주섭



E-mail : jsyun@kitech.re.kr

Tel : 053-607-1104

2009년 오사카대학교 전자제어기계공학과 박사과정 졸업.

2012년 한국생산기술연구원 입사. 현재, 한국생산기술연구원 대경권지역본부 건설기계부품연구그룹 선임연구원. 공학박사



최성준

E-mail : sjchoi@kitech.re.kr

Tel : 054-607-1101

2010년 포항공과대학교 기계공학과 박사  
과정 졸업. 2010년~ 한국생산기술연구원  
신임연구원, 유공압건설기계학회, 대한기

계학회, 정밀공학회 회원, 공학박사



황은규

E-mail : ukhwang@everdigm.com

Tel : 043-530-3355

2003년 홍익대학교 기계공학과 박사.

2003년 에버다임 입사, 2013~현재 에버

다임 선행개발팀 부장, 한국 교통대학

항공기계설계학과 겸임교수, 대한기계학회, 유공압건설기계학  
회 등의 회원, 공학박사