

# 건설 자동화의 동향

이 호 길

생산기술연구원

## 1. 서 언

제조업이 FA(Factory Automation)에 힘입어 생산성이 급격히 향상 되었고, 이 공장 자동화 기술은 생산 정보마저 통합하는 CIM(Computer Integration Manufacturing)의 단계로 접어들고 있다. 이미 선진국에서는 CIM화된 공장이 출현하여 고생산성을 구현하고 있으며, 우리나라에서도 CIM에 대한 연구가 국가 선도 프로젝트로 채택되어, 2000년 초반에는 자체 기술에 의한 CIM이 보급될 전망이다.

또 한편 산업 사회가 고도화되어 감에 따라, 이러한 자동화 기술은 공장의 테두리를 넘어 전 산업 분야에 영향을 미치기 시작하고 있다. 열악한 작업 환경 등, 3D업종이라 불리는 노동 현장은 작업 조건 개선과 생산성 향상이 주요 과제로 인식되어, 자동화 기술의 도입이 절실히 요구되고 있다. 특히 건설 분야는 대표적인 3D업종으로서 건설 자동화가 시급한 실정이다. 이러한 추세에 따라 국내의 건설 업계에서도 건설 자동화 설비 도입이 추진되기 시작하였고, 선진국에서는 건설용 로봇이 시판되기 시작하였다. 국내 건설 시장은 건설 투자액이 1990년만으로도 38조6천억원, 국민총생산에 차지하는 비율은 약20%가 되는 거대 산업임에도 불구하고 노동 집약적 구조를 벗어나지 못하고 있다. 조간만 국내시장 개방을 앞둔 건설 분야가 경쟁력을 위해서는, 자동화 전문가의 관심과 참여가 필요하다. 이러한 취지에서 본 해설에서는 건설 자동화 동향을, 로봇개발과 실용화 현황을 중심으로 고찰하고, 기술적인 문제에 대해서도 간단히 언급하려 한다.

## 2. 건설 작업과 자동화

### 2.1 배경

국내의 건설 작업에 건설 기계가 도입되기 시작한 것은 주로 미국의 군사 원조에 의한 교량, 도로 비행장건설에 불도우저가 그 시발점으로, 건설 장비가 본격적으로 활용되기 시작한 것은 1968년부터 착공된 경부고속도로 건설이라고 할 수 있다. 불도우저, 굴착기, 엑스카베이터 등 5000여대의 장비가 선보였고, 그후 해외 건설시장 진출에 따라 많은 장비가 도입되었으며, 1976년에는 국산 불도우저가 생산되기 시작하였다. 건설시장의 확대와 건설 기술 축적에 따라 건설 기계는 빠른 보급이 이루어져, 1992년에는 18만대에 이르는 수준에 도달하였다. 그러나, 이러한 장비는 건설 생산성 향상에 크게 공헌하였지만, 1980년대부터 대두되기 시작한 인건비 상승, 만성적 노동력 부족 현상에 적절한 타개책을 제시하기에는 역부족이었다. 미국, 일본 등 선진국에서는 기존의 건설 장비에, 자동 제어장치를 부착시킨 반자동 장비 개발이 성과를 보이기 시작하면서부터, 건설의 자동화가 본격적으로 추진되었고, 노동조건 개선에 의한 건설 생산성 향상을 목적으로 건설로봇에 의한 시공 기술이 선보이기 시작하였다. 국내에서는 아직 건설 자동화 기기 개발이 미흡한 단계이지만, 정지 면의 높이를 레이저로 측량, 작업하는 자동불도우저, 콘크리트 분사로봇이 개발되어 있다. 국내에 도입, 활용되고 있는 로봇은 콘크리트 바닥 미장용 로봇정도로서, 국내 작업환경에 맞는 로봇연구개발이 시급한 실정이다. 표1은 일본 로봇 협회에서 조사한 로봇도입이 예측되는 산업 분야를 나타내고 있다. 공장내 생산을 중심으로한 제조업 분야를 제외하고 로봇도입이 기대되는 분야별 기대도를 나타내고 있다. 건설업의

표 1. 과제수에 의한 분야별 로봇 도입 기대도

순위	분야	과제수
1	건축·토목	163
2	의료·복지	74
3	농업·축산업	73
4	서비스업·기타	72
5	수산·해양개발	70
6	소방·방재	62
7	입업	56
8	원자력	47
9	운수·창고	45
10	쓰레기처리·청소	45
11	연구개발	43
12	우주	37
13	전력(송전, 발전)	36
14	교육(학교)	23
15	광업	21
16	통신	21
17	가스	15
18	상수도·하수도	8
19	상업·유통	5
	계	918

(일본의 산업용 로봇 양케이트 조사, 1989)

로봇화가 비제조업 분야의 주도적 역할을 하게 되리라는 것을 이것으로부터 예측할 수 있다.

### 2.2 선진국 현황

건설 로봇개발 연구는 건설업의 인력난이 심각한 일본이 가장 활발하다. 첨단 기술잠재력과 건설업체의 자본력을 바탕으로, 건설업체가 중심이 된 건설 자동화가 급속히 실현되고 있다. 1988년에는 제5회 건설용로봇 국제심포지움에서, 일본의 건설용로봇 연구성과가 발표되어 세계의 이목이 집중되었다. 이후 1991년에는 국제 건설용로봇 학회가 설립되어 건설로봇연구개발의 중심적 역할을 하고 있다. 표 2는 일본에서 개발한 건설 작업 로봇이며, 이 가운데 상당수가 실용화 단계에 와 있다. 표 3~7은 선진 각국의 건설 관련 로봇 연구현황이며, 이외에도 핀란드 등 EU국가, 대만 싱가포르 NICS국가에서도 소규모이지만, 연구 개발이 착수되고 있다.

### 2.3 건설로봇에 대한 국내 여건

대형 건설업체는 로봇의 유효성을 이미 감지하고 일부 업체에서는 일본제 바닥면 미장로봇 등을 도입, 성능 시험과 아울러 로봇을 활용한 시공법 연구에 착수하는 등 건설 자동화에 적극성을 보이고 있다. 그러나 대부분의 중소 건설 업체는 건설로봇은 물론, 자동화에 관한 정보조

표 2. 건설관련기업에 의한 개발된 건설작업로봇

구분	적용분야	명칭	개발자	
건설 관련 기업	조성공사	• 돌쌓기로봇	東急건설	
		• 철근 배근 무기 장치	大林組	
	골	• " "	清水건설	
		• 철근 배근 로봇	"	
		• " "	竹中工務店	
		• 철근 용접 로봇	富田공업	
		• " "	川田공업	
		• 철판내화 피복로봇	清水건설	
		• Stud Bolt 용접로봇	鹿島건설	
		조	• 중량철근용 배근 로봇	"
			• 철판 조립 로봇	大成건설
		공	• Pressing로봇	戸田건설
	• Pressing Crane		大林組	
	사	• Concrete 수평 Distributor	竹中工務店	
		• 콘크리트 바닥 치기 로봇	"	
	계	마	• 콘크리트 바닥 미장 로봇	清水건설
			• " "	富田공업
		감	• 콘크리트 바닥 미장 로봇	鹿島건설
			• " "	竹中工務店
		공	• 자주식 다기능 로봇 (개렌작업, 청소작업)	清水건설
• Floor Brushing Machine			"	
사		• 외벽 판넬 조립 로봇	鹿島건설	
		• 벽면 거칠게 하는 로봇	清水건설	
사		마	• 천장 마감 작업 로봇	東急건설
			• " "	清水건설
	감	• " "	大成건설	
		• 사이로 from system	清水건설	
	공	• 사이로 내장 분무 도장 로봇	富田공업	
		• 자주식난간벽외면 뽀도장 로봇	清水건설	
	사	• 초고층외벽 도장 로봇	大成건설	
		• 고효율 도장 System	Sugu Tech	
	계	• 보오드 붙임 Manipulator	大成건설	
		• 외벽 도장 로봇	清水건설	
사	검	• " "	竹中工務店	
		• " "	能谷組	
	사	• 타일 박리 검사 로봇	鹿島건설	
		• 외벽 자동 검사기	竹中工務店	
	계	• Clean Room 검사 로봇	大成건설	
		• " "	戸田건설	
	사	• " "	大林組	
		• " "	能谷組	
	사	• " "	小松제작소	
		• " "	戸田건설	
사	• " "	間組		
	• " "	飛島건설		
사	• Tube내 수평 주형 장치	日揮		
	• Tube내 수직 주형 장치	"		
사	• 가스관내 자동검사 로봇	東系가스		
	• 벽면 검사 로봇	大林組		

표 3 미국에서의 건설용 Robot개발

연구기관	연구내용
Stanford	CIFE Project : CAD Simulation, (기업사 34사 참여) 로봇 기술 연구
MIT	ICAM, ICADM: 미군 지원, 연구저조로 종류
Carnegie-Melon대	지능이동로봇: 건설용 Manipulator, Navigation, Sensing
Texas 대	CII : Remote Control Arm(건설자재운반, Bechtel사 공동연구)
Purdue대	자동주행, 청소·도장 로봇

표 4 프랑스에서의 건설용 Robot개발

연구기관	연구내용
CSTB (건축과학기술센터)	도장용 로봇
영불합작 민간기업	청소·도장·Sand Blast용 대형 로봇

표 5 영국에서의 건설용 Robot개발

연구기관	연구내용
Bristol 공대	로봇 도입 가능성 연구, 로봇 시공에 적합한 건축물 설계법
Notingham대	건설공사 계획법
Wales대	이동로봇 Navigation, 철골 Stud볼트 용접 로봇
Lancaster대	배수로 굴착 시스템
Taylor Woodrow사	건물 골조 보수용 로봇

표 6 독일에서의 건설용 Robot개발

연구기관	연구내용
Stuttgart대학	생산자동화 연구소, 초대형 Manipulator
Thomson사	Long Reach-Large Manipulator(소련 체르노빌 원자력발전소 복구용으로 수출)
O. Coppel사	컴퓨터 자원 Loading시스템 완비 굴착기

표 7 이스라엘에서의 건설용 Robot개발

연구기관	연구내용
이스라엘공대	Building Research Station : 로봇하에 적합한 골조 공업 개발

표 8 건설 자동화의 우선순위 설문결과

우선 순위	작업공종	합계
1	콘크리트공사(철근가공)	7.3
2	미장공사(면고르기)	7.2
3	도장공사(내화뿔칠)	7.1
4	철골공사(철골구조세우기)	7.1
5	터널공사(터널굴착)	7.0
6	터널수작업	6.9
7	벽돌 및 블록공사(벽돌쌓기)	6.9
8	콘크리트공사(철근배근)	6.8
9	콘크리트공사(콘크리트타설)	6.8
10	콘크리트공사(거푸집)	6.8
11	타일공사(타일붙이기)	6.7
12	도장공사(도장작업)	6.7
13	석공사(도드락다듬)	6.6
14	마감공사(건식벽체작업)	6.6
15	가설공사(비계 및 등바리)	6.6
16	콘크리트공사(샌드블랙스팅)	6.5
17	기초공사(말뚝박기 및 두부정리)	6.5
18	석공사(틀붙임)	6.4
19	콘크리트공사(프리캐스트구조)	6.3
20	마감공사	6.3
21	콘크리트공사(프리캐스트 클래딩)	6.3
22	방수, 방습, 단열공사(단열공사)	6.3
23	기초공사(슬러리월)	6.3
24	토공사(굴착)	6.2
25	기계배관공사(도관작업)	6.2
26	터널공사(터널 프리캐스트)	6.2
27	기계배관(지중배관)	6.2
28	마감공사(내벽칸막이 stud작업)	6.2
29	콘크리트공사(포스트텐션작업)	6.1
30	토공사(면고르기)	6.1
31	터널공사(벽체 마무리)	6.1
32	터널공사(터널트석처리)	6.1
33	포장공사(포장작업)	6.1
34	기계배관공사(스프링클러파이핑)	6.1
35	기계배관공사(위생배관)	6.0
36	측량(탐사)	6.0
37	기초공사(다짐 및 뒷채움)	5.9
38	자재운반(크레인)	5.9
39	측량(측량배지계획)	5.6
40	자재운반(지게차)	5.5
41	자재운반(덤프)	5.2

(건설기술연구소 '93년 보고서)

차 어둡고, 건설 자동화 전담 부서조차 없는 형편이다. 대체적으로 국내의 건설 업체는 건설 장비의 사용자 입장이고,

자체 시공 방법에 맞는 상비를 개발하고자 하는 노력이 결여되어 있다. 일본의 건설 자동화는 건설 장비 업체보다, 건설 업체가 주도적인 것과 비교하면 큰 차이가 있다. 건설현장, 시공방법에 맞는 로봇연구는 장비 제작업체와 건설회사와의 긴밀한 협조가 필수적이다.

표 8은 1991년 한국 건설 기술 연구원에서 국내 건설 관련 업계를 중심으로한 설문조사 결과이다. 경제성, 필요성, 기술적 타당성을 가장치로 하여 얻어진 결과로서, 작업별 로봇화의 시급도를 알 수 있다.

### 3. 건설용 로봇 기술

#### 3.1 건설용 로봇의 특성

산업용로봇이 환경이 정비된 공장내에서 비교적 정밀한 작업을 반복함에 비하여, 건설용로봇은 작업 여건이 열악한 옥외 환경 속에서 다기능성을 갖고 작업할 수 있어야 한다. 특히 작업공간, 건설 현장이 넓으므로 이동 기술이 필수적이다. 현재, 공장이나 자동 창고 속을 주행하는 무인주행차(AGV)가 있지만 그 기능 그대로를 건설 현장에 적용하는데에는 문제가 있다. 건설 현장의 작업 공간은 공사가 진행됨에 따라 변화하게 되고, 이동 경로도 항상 바뀌게 된다. 따라서, 임의로 경로 변경이 손쉬운 방식이 요구된다. 또한 작업공간내에는 이동 장애물이 빈번히 발생하므로, 고도의 장애물 인식, 회피 기능이 요구된다. 또한 비, 바람, 소음, 분진, 충격 등 가혹한 환경 속에서 작업해야 함으로 내환경성, 또 인간 작업자와의 공존에 대한 안전성이 중요한 기술 항목이다. 특히, 건설 작업은 공장내 작업과 달리 mm오더의 정밀한 반복성이 필요하지 않는 대신에, 수cm 오더의 일회성 작업이 많다. 따라서 정밀도는 낮더라도 real time으로 항상 이동 위치를 측정하면서 위치, 자세를 제어함이 필요하다.

#### 3.2 주행, 이동기술

옥내용 이동로봇은 그 대부분이 차륜식, 고정경로식임에 비해, 건설용은 건설 현장에 적합한 다양한 이동 장치와 이동 제어 방식이 요구된다. 이동 장치로는 차륜식, 크롤러식, 다리식, 다리와 크롤러를 혼합한 방식, 흡착식, 부상식 등이 연구되고 있으나, 현재 실용화되어 있는 것은 차륜식, 크롤러방식이고, 벽체이동에는 흡착식이 실용 단계에 있다. 건설 작업은 그 작업환경이 효율, 생산성을 크게 좌우하므로, 조건에 맞는 이동 장치 선택이 중요하다. 이동 제어를 위해서는 로봇자신의 현재 위치를 인식하면서 주행하는 자율주행기능이 필요하다. 세부 기술로는 위치 인식 기술, 장애물 회피 기술이 있다. 특히, 건설 현장의 특성상, 작업공간 내의 이동체 자신의 절대 위치, 장애물의 위치를 real time으로 측정해야 되는데, 이에 대한 소형센서개발, 오차

신호 처리, 적응성 연구가 중요 과제이다. 항공기나 선박에 이용되고 있는 유도 제어 기술, 관성항법기술 등이 기본적으로 이용될 수 있으나, 건설 장비용으로는 소형 저가격화가 필연적이다. 현재 개발되어 있는 위치 인식 기술을 센서 중심으로 분류하여 보면 다음과 같다.

#### 가. 내계 센싱방식(internal sensing method)에 의한 위치 인식

이 방식은 로봇에 센서를 내장시켜 이동 거리와 자세를 누적 계산함으로써, 현 위치를 인식하는 방식이다. 엔코더와 자이로, 가속도계, 방위계 등이 이용되며, 항공기의 관성 유도 방식과 방법론에서는 유사하다. 이 방식은 비교적 장치가 간단하므로 가장 많이 채용되고 있으나, 오차가 점차 누적되므로, 일정 거리, 혹은 일정 주기로 로봇의 위치와 방향을 보정해 줄 필요가 있다. 절대 위치 보정횟수를 줄이기 위한 연구가 센서의 정밀화, 오차 보상을 위한 신호 처리를 중심으로 진행되고 있다.

#### 나. 외계 센싱방식(external sensing method)에 의한 위치 인식

로봇의 외부에 설치한 마크 또는 표식의 절대 위치를 미리 입력시켜 놓고, 로봇에서 이 마크를 관측하여, 자신의 절대위치, 방향을 인식하는 방법이다. 기본적인 원리는 3각측량법, 또는 단순기억 매핑방식이며, 마크, 표식으로는 레이저등대, 예상경로요처에 마커를 부착하는 방식 등이 있다. 이 방식은 오차가 누적되지 않는다는 장점이 있으나, 마커설치등 환경 설정이 번거롭고, 장애물에 대한 주의 역시 필요하다. 벽면검사로봇, 미장로봇 등에 응용된 사례가 있다.

#### 다. 혼합센싱방식에 의한 위치 인식

항공기에 탑재되어 있는 관성유도장치는 내계센싱에 해당하는 관성항법장치(INS)와 외계센싱에 해당하는 절대 위치 측정 장치(GPS, 레이더, 혹은 항성관측기등)로 구성되어 있다. 이와같이 내계센싱과 외계센싱을 혼합 사용하는 방식으로, 이것은 장애물에 의한 혼란이 방지되고, 정확도도 유지할 수 있기 때문에 자율 주행의 위치 인식 방식으로서 유망하다.

### 4. 미장로봇의 개발 현황

이 절에서는 미장로봇의 개발 사례를 통하여 건설로봇의 개발 방향과 앞으로 해결해야 할 과제를 소개하도록 한다.

건물 바닥면공사는 콘크리트 타설에서 표면레벨잡기와 고르기, 양생을 거쳐, 반고형화된 바닥 면을 최종적으로 매끈

표 9 미장로봇개발 사례

개발업체 항목	가지마 건설	다케나가 공무점	시미즈 건설	오바야시 조합
개발년도	1983. 3 (2호기)	1986. 12 (2호기)	1987. 3	1987. 10
전체구조 Trowel형태	견인형 3날개×2조	일체형 4날개×2조	일체형 4날개×2조	견인형 4날개×2조
동력	전기	전기	엔진	엔진
운전방식	전자동	전자동	무선원격조정	전자동
치수(mm) 무게	1,200×1,400×670 186kg 로봇본체 105kg Trowel 75kg 범퍼 5kg	2,226×1,256×1,120 185kg	2,300×2,300×810 300kg 본체 120kg Trowel 120kg Guard 17kg	1,560×1,985×1,100 300kg 본체 200kg Trowel 100kg
주행방식 주행제어방식	Roller 프로그램	Crawler 시퀀스	Roller 시퀀스	저압타이어 프로그램
주행속도 시공능력	15m/min 500m <sup>2</sup> /h	12m/min 600m <sup>2</sup> /h	10.2m/min 800m <sup>2</sup> /h	11m/min 500m <sup>2</sup> /h
제작사	가지마제작소	산와기계	니혼공기	미쯔비시중공업

하계 미장 가공하는 트로웰(Trowel)작업으로 끝내게 된다. 종래, 이 미장 작업은 미장 숙련공 중에서도, 바다면 미장만을 전문으로 하는 기능공에 의해 작업되었다. 미장 작업은 콘크리트가 굳기전 단시간 내에 마쳐야 하고, 대부분 심야에 작업자가 계속 허리를 굽히고 작업해야 하는 등 대단히 가혹한 육체적 노동을 요구한다. 또한, 대형 바다면을 미장할 때는 표면의 평활도가 일정치 않다는 점 등, 많은 문제점으로 말미암아 미장 작업의 로봇화 필요성이 일찍부터 대두되어 왔다. 이에 따라, 건설 업체에서는 미장 작업의 로봇화의 요구 조건을 작업환경, 시공 기술로부터 도출하여, 개발에 착수하였다. 아래는 건설 업체가 개발한 로봇의 목적과 요구 조건으로서 업계의 인식이 공통적이다.

가. 로봇화의 목적

- 미장면 평활도의 균질화, 안정화
- 숙련공 부족 대응
- 작업자의 노동조건 개선

나. 로봇화의 요구 조건

- 고형화되지 않은 콘크리트(압축 강도, 0.8-4kgf/cm<sup>2</sup>), 매끄러운 바닥에서 주행 가능할 것
- 무게도 주행일 것
- 주행에 의한 바퀴 궤적을 최소로 하며, 선회에 의한 바닥 패임이 없을 것
- 작업 지령이 간단하여, 비숙련자라도 운전이 가능할 것

- 작업 패턴 지령에 의한 자동 운전이 가능할 것
- 작업 능률이 높을 것

이와 같은 요건에 대한 상세 사양 설계는 표 9에 보인바와 같이 제 각각 특색이 있다. 우선 구동원이 전동식, 엔진식으로 크게 다르며, 그 무게도 전동식은 180kg, 엔진식은 300kg 정도가 된다. 전동식은 전원 케이블의 수납 처리가 필요하며, 케이블 끌림이 없도록 하거나, 미장완료면에 케이블이 닿지 않도록 작업 계획을 할 필요가 있다. 전동식은 이러한 제약이 없는 반면, 중량이 크고, 소음 문제가 있으므로 불리하다. 또 구동 방식은 로울러, 크롤러, 저압타이어 등 다양한 방식이 채용되고 있는데, 굳지 않은 콘크리트에, 주행 궤적 손상을 남기지 않도록 배려되어 있다. 제어 방식은 일반 산업용로봇과 마찬가지로 시퀀스제어, 프로그램 방식이 채용되고 있다. 단, 자율 주행을 위한 위치 측정 장치, 주행알고리즘이 탑재되어 있다는 점이 크게 다르다. 시퀀스 제어형은 접지압제어가 가능한데, 트롤러부와 주행체의 높이가 조정으로 자중 배분을 바꾸도록 하고 있다. 장애물 회피는 아주 초보적인 방식이 채용되고 있는데, 범퍼에 접촉을 감지하거나 초음파센서로 장애물을 감지하여 정지하는 수준이다. 이 로봇은 대형 바다 면을 갖는 공장, 창고, 고층 빌딩, 비행기 격납고 등으로, 장애물이 적고 반복하여 미장 작업을 해야 하는 공간 미장 작업에 유리하다.

시공 능력은 주로 로봇의 주행속도, 선회 동작에 힘수, 트로웰의 작업 폭에 의해 결정되나, 작업 여건에 따라 큰 차

이가 난다. 주행속도 12m/min, 램프폭 50cm인 경우, 시공 면적이 450m<sup>2</sup>/hr 정도로 숙련공의 평균 작업 속도, 120m<sup>2</sup>/hr에 비하면 4배이상의 생산성을 갖고 있다. 미장 평활도를 보면, 숙련 미장공 동정도 이상으로, 매우 만족할 만하다. 이러한 미장로봇은 그 실효성이 이미 검증되어 시공 중에 있다. 일본에서는 연간 수십 여대가 판매되고 있으며, 건설 현장에 투입되어 작업 중에 있다. 국내에서도 모건설 업체가 도입하여 시험 중에 있다.

현재 개발되어 시공 중인 로봇은 아직도 개선되어야 할 여지가 많다. 다음은 국내 여건을 고려할 때 연구되거나 개선되어야 할 점이다.

- 가. 소규모 작업 공간에서 작업 가능한 소형, 저 가격 미장로봇의 개발
- 나. 벽면, 기둥 근방 30~50cm정도, 또 사각 지점에는 인력 작업을 병행하고 있는데, 이러한 작업 불능 공간을 최소화할 것.
- 다. 인간 작업자에 대한 안전을 보장할 것
- 라. 젖은 콘크리트 등 열악한 작업 조건에 대한 내구성을 최대한 보장할 것
- 마. 조작성 간편하도록 하여, 미숙련자라도 손쉽게 운전할 수 있도록 할 것

## 5. 결 언

건설 자동화 비제조업의 자동화 중에서 가장 전망이 밝은 분야로 지목되고 있는 가운데, 많은 로봇이 출현하기 시작하고 있다. 본 해설에서는 로봇개발 현황을 중심으로 이러한 건설 자동화의 동향을 살펴보았다. 건설 분야의 자동화는 공장 자동화 기술의 단순한 확대 응용만이 아니라, 건설 시공 기술과 연계, 연구되어야만 그 효과가 극대화 될 수 있다는 점을 지적하고자 하며, 국내에서도 활발한 연구 개발이 이루어져, 조간만 개방될 건설 시장의 국내 점유율을 유지함과 아울러 국제 무대에서도 선진 기술 보유국으로서 인정받을 수 있기를 기대한다.

### 참 고 문 헌

- [1] 건설용로봇, 일본 로봇학회지 8권2호 1990년
- [2] 벽면로봇의 개발, 일본 로봇학회지 10권5호, 1992년
- [3] 건설 공사 자동화 연구 방안(보고서), 건설기술연구원 1992년
- [4] 고기능 콘크리트 바닥 미장용 로봇개발(사업신청서), 생산기술연구원, 1995년
- [5] Proceedings of the 9'th international Symposium on Automation and Robotics in construction, 1992
- [6] 첨단 생산 시스템 보고서, 생산기술연구원 1994

## 저 자 소 개



### 이 호 길

1953년 1월 5일생

1980년 2월 한양대 공대 기계공학과 졸업

1989년 3월 오사카대 대학원 졸업(공학박사)

1989년 4월~1991년 7월 일본 교토

고도기술연구소(ASTEM) 주임연구원

1991년 7월~현재 생산기술연구원 로봇·센서 연구팀

수석연구원/팀장

(153-020) 서울시 금천구 가산동 371-36

TEL/8509-240 FAX/8509-244