

## 제11회 일본건설로봇심포지엄 참관기



권순욱, 성균관대학교 건축공학과 교수

## 1. 건설자동화의 배경 및 필요성

최근 들어서 건설 자재값의 폭등과 경기 불안으로 인한 투자환경이 어려워 짐에 따라서 국내건설산업은 많은 어려움을 겪고 있다. 다른 한편으로는 기술의 발전과 생활수준 및 의식수준의 향상으로 인해서 빌딩 및 시설물이 점차 첨단화, 복합화, 및 고급화 되어가는 추세이며 이에 따라서 국내외 적으로 건설산업 관련 회사들의 기술력 향상이 중요한 이슈가 되고 있다. 해외 건설 시장에 진출에 있어서도 기술력 향상에 의한 공사비 절감 및 생산성 향상에 기여할 수 있는 시공계획 및 공법 선정을 통하여 고효율에 의한 고부가가치 창출만이 국제 경쟁에서 살아 남을 수 있는 길이 될 것으로 본다. 내부적으로는 20대와 같은 젊은 기능인력 부족이 건설현장의 큰 문제로 자리잡고 있으며 2015년 이후의 경제 활동 인구가 40대 중반으로 예측 되고 있는 바와 같이 숙련공 부족 현상이 심각해 짐에 따라 기능인력 수급의 불균형이 더욱 심화될 것으로 보인다.

이러한 숙련공 부족 현상 및 고령화 문제로 인한 노무 생산성 저하 및 품질의 균일성과 안전성 확보의 어려움, 임금상승 및 자재비 상승으로 인한 채산성 문제, 및 시공 기술 경쟁력의 약화는 국내 건설산업이 해결해야 할 필수적인 당면과제이며, 건설현장의 지능화 및 자동화는 그러한 당면과제의 해결을 위한 필수적이며 최선의 기술적 해결 방법이라고 생각한다. 최근 급속도로 발전하고 있는 정보통신 기술, GPS 및 레이저를 활용한 측량 기술, 센서 및 장비원격조정기술, 인터넷 및 유비쿼터스 센

서네트워크와 같은 무선 정보통신기술, 3D/4D/5D/6D CAD와 데이터베이스를 활용한 다양한 그래픽 시뮬레이션, 디지털 이미지 프로세싱을 활용한 이미지 모델링 테크닉 등은 건설생산기술의 혁신적 변화를 가져올 건설현장의 지능화와 자동화를 가능케 하는 원천 기술이다. 국내의 정보화 및 자동화 기술개발 수준과 그 발전 속도를 고려해 볼 때 추후 미국, 일본 등 선진외국에 비해 보다 진보되고도 경제성 확보가 가능한 자동화 기술의 구현이 가능할 것으로 기대된다. 아울러 건설현장의 지능화 기술과 자동화 기술개발을 통해 국내 건설산업에 있어 새로운 시장개발 및 창출 또한 가능할 것으로 사료된다.

## 2. 일본건설산업의 건설자동화에 대한 소고

일본의 건설산업은 80년대 중반부터 90년대 후반까지 화려한 전성기를 보내게 되었다. 그러한 전성기에 일본 건설회사들은 막대한 수익을 창출하였으며 그러한 수익금을 활용하여 해외 자산 매입등을 통한 투자와 건설기술 혁신을 위한 기술개발 R&D에 많은 자금을 투입하게 되었다. R&D에 대한 투자 중에서도 70년대부터 이미 시작한 제조업에서의 산업 자동화에 대한 연구에 영향을 받아서 건설자동화에 대한 연구에 대해서 많은 투자와 노력을 기울이게 되었다. 그 이유 중의 하나는 80년대 초부터 일본의 건설산업계에서는 더 이상 직접 도입할 수 있는 선진기술이 없다고 판단하고 새로운 기술개발을 위해 연구단체부터 시작해서 해외에 수출할 수 있는 선

진행 기술로 발전 시키기 위한 목표를 세우고 거기에 따라서 연구결과물 내놓고 현장에 적용하는 단계를 밟아왔다. 이런 연구결과물의 현장 적용을 통하여 일본의 건설 산업은 1990년대 초반 생산성 증가율이 타산업의 증가율 보다 높아 지게 되었다. (그림 1) 일본 건설회사들은 건설자동화를 생산성향상에 대해서 1970년부터 커다란 비전을 가지고 이러한 연구결과물의 덕택으로 마케팅 적인 측면에서 많은 효과를 얻을 수 있게 되었으며 일본 건설 산업을 세계에 알릴 수 있는 기회로 삼게 되었다. 이러한 일본 건설자동화의 시작은 정부의 리드하에 연구펀드 조성은 민간에서 하게 되었으며 주로 건설회사의 기술연구소를 중심으로 많은 연구개발이 이루어졌다. 이러한 연구개발의 결과물들은 구조체공사의 용도로는 철근가공/조립/설치, 철골 세우기, 철골 용접, 콘크리트 타설, 콘크리트 마감 및 먼 처리, 중량의 자재운반 로봇 등과 내·외부 마감공사용도로는 외벽도장, 타일부착, 미장, 경량패널 설치, 천정마감재 설치, 커튼월 설치 로봇 그리고 검사 및 유지보수용도로는 외벽타일검사, 유리 및 바닥청소 로봇 등이 개발 되어 사용되었으며 종합적인 시스템으로써 전자동 고층 건축물 구축 시스템 및 무인토 공자동화 시스템이 개발되어 현장에서 사용되었다. 이러한 결과물들에 대한 경제성 및 생산성 향상에 대한 다소 엇갈리기는 하고 있지만 현재까지도 변형된 형태로 혹은 새로운 방향으로 다양하게 건설 현장을 무인화 하고 첨단화하려는 노력은 계속되고 있다.

### 3. 일본건설로봇심포지엄 개요

이번에 다녀온 행사의 정식 명칭은 “건설로봇심포지엄”이며 11회째를 맞이 하였다. 1986년부터 시작된 행사이며 2년에 한번씩 열리고 있다. 주최측으로는 “건설로봇연구 연락 협의회”를 주축으로 하여 일본토목학회, 일본건축학회, 일본로봇학회, 첨단건설기술센터, 일본건설기계협회, 일본로봇공업회가 참여하고 있다. 후원은 후원 경제산업성, 국토교통성, 건축업협회, 국토기술 연구센터, 제조과학기술센터, 전국건설업협회, 니혼건설업 단체 연합회, 일본건축센터, 일본토목공업협회등에서 하고 있다.

먼저 본 심포지엄의 나온 환영사를 소개하자면 본 심포지엄은 일본내에서의 건설 분야에 있어서의 자동화·로봇화에의 지향을 그 목표로 하며 어려운 사회환경에서도 일본의 건설자동화는 건축물 및 사회기반시설 보수 보강에서 시험적인 도입을 시작한 초기단계로부터 실용화를 목표로 한 발전기를 향해 나아가고 있다고 하였다. 또한 건설로봇에 대한 사회적 요구도 점차 높아지고 있으며 위험 작업의 로봇화등 새로운 분야를 포함해, 그 효율성이 여러 분야에서 나타나고 있다고 설명하고 있었으며 또, 로봇 기술이나 정보통신 기술등의 급속한 발전이 이전에는 안전과 품질확보를 위해서 어려운 공사들에 대한 자동화·로봇화의 실현이 가능하게 되고 있다고 하면서 그 외에 해결해야 하는 문제도 많이 남아 있다고 했다. 그것에 대한 구체적인 해결 방법의 하나로서,

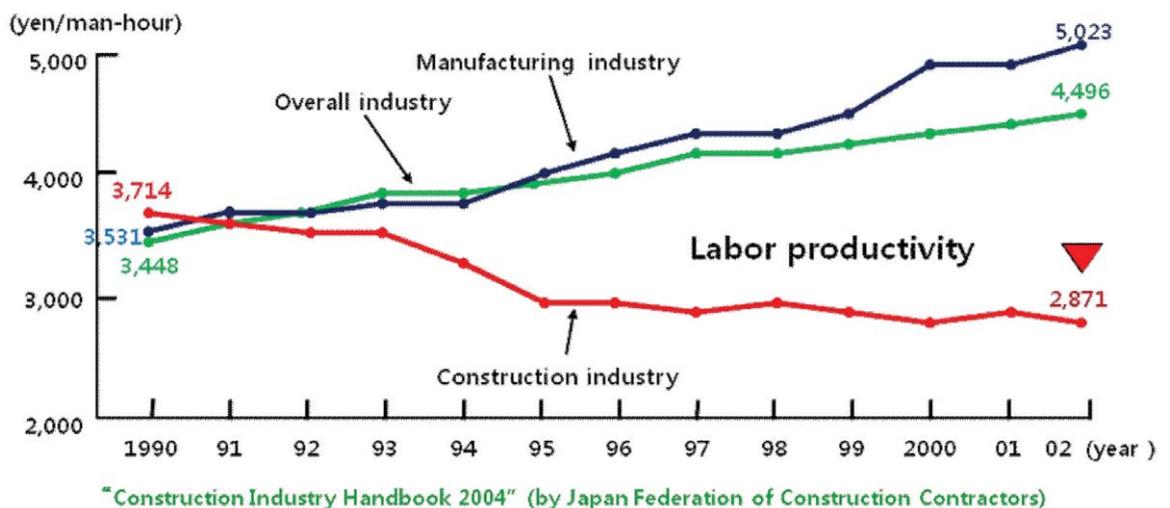


그림1. 일본산업의 생산성 변화 (일본건설협회)

CALS/EC등과 같은 국가적인 측면에서의 건설산업 정보화라고 하고 있으며 이러한 환경속에서 이번 심포지엄의 주제를 건설 로봇 분야의 기술 혁신과 건설 생산 시스템의 첨단화를 촉진하기 위하여, 「건설 산업을 선도하는 로봇기술(RT : Robot Technology)과 정보통신기술(ICT:Information and Communication Technology)」를 주제로서 내걸고 있었다.

발표 시간에는 토목·건축을 둘러싼 시공 분야에서의 로봇기술(RT)과 정보통신기술(CT)과의 현재와 미래를 전망함과 함께, 건설 생산의 장래 전망, 계획·관리 기술, 요소 기술, 적용 사례등의 발표가 있었다. 각 세션의 분야는 다음과 같다.

- 1) Sensor network
- 2) Power assistance
- 3) Monitoring
- 4) 3D data application
- 5) Tele operation
- 6) Information technology
- 7) Automation
- 8) Robot technology
- 9) Data acquisition
- 10) R&D in Korea (Invitation Session)

이렇게 10개의 세션으로 구분이 되어 있었으며 가 세션별로 5-6편의 논문이 발표 되었다. 대체로논문은 다양한 분야에 대해서 발표가 되었다는 느낌을 받았으며 산업체 즉 건설사, 첨단 정보통신 회사, 타분야 기술을 활용한 건설산업에의 기술적용 방안에 대한 많은 발표들이 있었다. 특히 중거리 근거리용 센서네트워크기술을 활용한 유지관리 모니터링, 시공중 모니터링 부분에 대한 많은 연구결과들이 발표 되었으며 Power Assistance라는 세션이 있어서 힘이 나약하거나 혹은 한사람의 힘으로 여러명이 할 수 있는 할 수 있는 지원 시스템에 대한 연구개발 결과가 많이 발표 되었다. 이것을 통하여 향후 고령화 사회를 대비하여 노년층의 기능인력 들을 건설현장 및 산업에서 활용하고자 하는 많은 노력들이 이루어지고 있음을 알 수 있었으며 현재 우리나라에서 연구되고 있는 결과물과 비교했을 때 저전력이

면서 부피와 무게가 상대적으로 작은 것이 결과물로 나오고 있었다. 또한 3D CAD를 활용하여 각종 센싱 장비들과 융복합된 모니터링 및 시뮬레이션 결과들을 만들어 내고 있었다. Tele Operation 관련해서는 다양한 장비의 원격조정 방식에 대한 발표가 있었으며 정보화 관련해서는 여러가지 Man-Machine Interface 관련 연구결과가 발표되었다. 장비자동화와 관련해서는 굴삭기에 대한 연구발표가 많이 발표되었다. 80년대부터 일본에서 굴삭기 관련 연구를 계속해서 해오고 있으며 미래의 지능형 장비중의 하나로 굴삭기를 선정하고 다양한 기관에서 많은 연구개발을 하고 있었다. 그 밖에 분야로는 브레이커의 암석 파쇄에 대한 분석, 해체장비개발에 관한 것들이 있었으며 특히 우주개발에 관한 여러가지 연구결과물을 발표하는 것을 보고 미래 우주개발에 대한 일본의 미국에 대한 추격의지를 느낄 수 있었다. 마지막으로 Korea 세션에서는 “로보틱 크레인 연구단”, “지능형 굴삭기 연구단” 등의 연구결과 발표가 있었다.



사진1. Korea Session 발표자들(한재우연구원(KICT), 김균태박사(KICT), 본인, 조훈희교수(고려대), 박귀태교수(고려대), 강경인교수(고려대)와 가지마 건설 채성호박사)

#### 4. 결론

본 심포지엄은 건축·토목·기계·전기·전자·IT·로봇분야의 전문가 들이 모여서 건설산업의 첨단화에 대해서 논의 하는 첨단건설기술과 관련된 융·복합된 연구개발결과를 서로 공유하는 심포지엄이었다. 여러분야의 전문가들이 이 협의회와 심포지엄을 이끌어 오면서 상당히 깊은 유대관계가 쌓여와 있음을 느낄 수 있었으며 그



사진2. 논문상 수상자들

것이 일본 건설자동화의 기반이 되어오고 있는 것이 아닐까 하는 생각이 들었다.

특히 22년 동안 일본국내업체 및 연구기관으로만 진행하여 오던 심포지엄을 올해부터는 특별히 우리나라 건설자동화에 대한 결과물을 발표할 수 있는 세션을 만들도록 배려해 주었다. 한·일 건설자동화 교류의 장이 처음으로 열렸던 것인데 이 교류는 2008년 ISARC (International Symposium of Automation and Robotics in Construction)에서 오사카 대학의 Arai 교수와 가지마 건설의 채성호 박사 그리고 한국건설기술연구원의 조문영 실장과 본인이 주선을 했었는데 잘 성사가 되어 향후에도 연속적으로 이러한 교류 심포지엄을 가질 수 있게 되었다. 한편 저녁 만찬 시간에는 건설자동화의 시조라고 할 수 있는 와세다대학의 하세가와 교수의 축사가 있었는데 거기에서도 우리나라 건설자동화관련 연구의 가능성과 결과에 대한 많은 기대와 놀라움의 표현이 있었다. 마지막으로 논문상 수상에는 한국건설기술연구원의 김균태 박사와 한재구 연구원의 논문인 “Development and Implementation of a Slope Monitoring System Using USN Technology and TRS Sensors”가 우리나라 논문에서 논문상 수상자로 선정되는 영광을 누리게 되었다.

마지막으로 일본건설자동화를 그동안 벤치마킹하고 분석하면서 한동안 진전되지 못하고 있는 여러 연구결과에 대해서 안타까운 마음이 들곤 했었는데 이번 심포지엄을 참석해서 느낀 것은 다양한 분야의 곳곳에서 현장

사진3. 건설자동화 분야의 세계적 권위자  
와세다대학 유시오 하세가와 교수

의 첨단화 및 장비 자동화에 대한 연구가 아직도 많이 진행되어 오고 있음을 알 수 있었고 그 뿌리가 점점 더 깊어져 감을 알 수 있었다. 마지막으로 불과 5년 전까지만 해도 우리의 연구결과물과 연구개발 환경에 대해 그다지 믿음을 갖지 않고 저평가 했던 일본 건설산업계에서 우리나라의 첨단 건설기술 관련 연구결과들과 우리의 동향을 주시하면서 동반자로 같이 갈 것을 최근 들어서 국내 여러 연구자들이 제안 받고 있다. 이러한 현상들은 모두 그 동안 한국 건설자동화를 위해 연구개발에 매진한 선배 연구자들의 고생과 땀에 의해서 생긴 결실이 아닐까 생각한다.

## 참고문헌

1. 이준복, 김영석(2003), “건설자동화 기술적 로드맵 작성을 위한 연구,” 대한건축학회 논문집 제19권, 5호, pp.95-104.
2. 김영석(2002). “건설자동화 기술 개발의 현재와 미래,” 한국 콘크리트 학회지, 제14권 5호. pp.104-110
3. Japan Federation of Construction Contractors, “Construction Industry Handbook 2004”
4. 권순욱, 김영석, 이준복 (2005), “첨단융합건설연구단-건설로봇분야기획보고서”, 한국건설교통기술평가원(연세대학교)