

## 건설사업정보(건설CALS)시스템의 첨단 IT 활용사례

김병곤, 김태학(한국건설기술연구원), 허신(한양대학교)

### I. 서론

최근 전통산업기술과 정보통신기술이 서로 융합되어 새로운 부가가치와 시장을 창출하려는 융·복합 연구가 활발히 진행 중에 있으며, 세계 최고 수준의 국내 무선 및 모바일 기술을 적용한 다양한 산업계의 적용 사례 및 관련 기술 활성화로 인하여 건설산업에 첨단 IT의 적용이 확대되고 있다.

또한, 국토해양부(구 건설교통부)와 산하기관에서 운영 중인 건설사업정보(건설CALS)시스템에 유비쿼터스, 모바일 기술 등 첨단 IT 응용 기술을 적용하여 첨단 건설정보시스템으로 업그레이드를 요청하는 사용자 요구사항이 증대되고 있다. 기존 건설현장자료 사용자 수기입력(종이, 키보드 입력방식)의 문제점인 자료입력 지연, 부정확, 부재 등의 문제를 해결하기 위하여, 최근 활성화 되고 있는 기술인 유비쿼터스 및 센서 기술을 활용한 자동 입력방안에 대한 적용 필요성이 대두되고 있다.

본 고는 건설CALS시스템의 기능 고도화/첨단화를 위해 최근 요구 사항이 증대되고 있는 유비쿼터스, 모바일 기술 등 첨단 IT를 건설

CALS시스템에 적용한 건설분야의 적용사례에 대해 살펴보고자 한다.

본 고의 구성은 제 II절에서 건설CALS시스템 현황 및 국내 건설분야의 유비쿼터스 적용사례와 분석결과에 대해 알아보고, 제 III절에서 첨단기술을 활용하여 건설CALS시스템 시범적용사례에 대해서, 그리고 마지막으로 제 IV절에서 향후 건설분야의 첨단기술 활용방향에 대해 살펴본다.

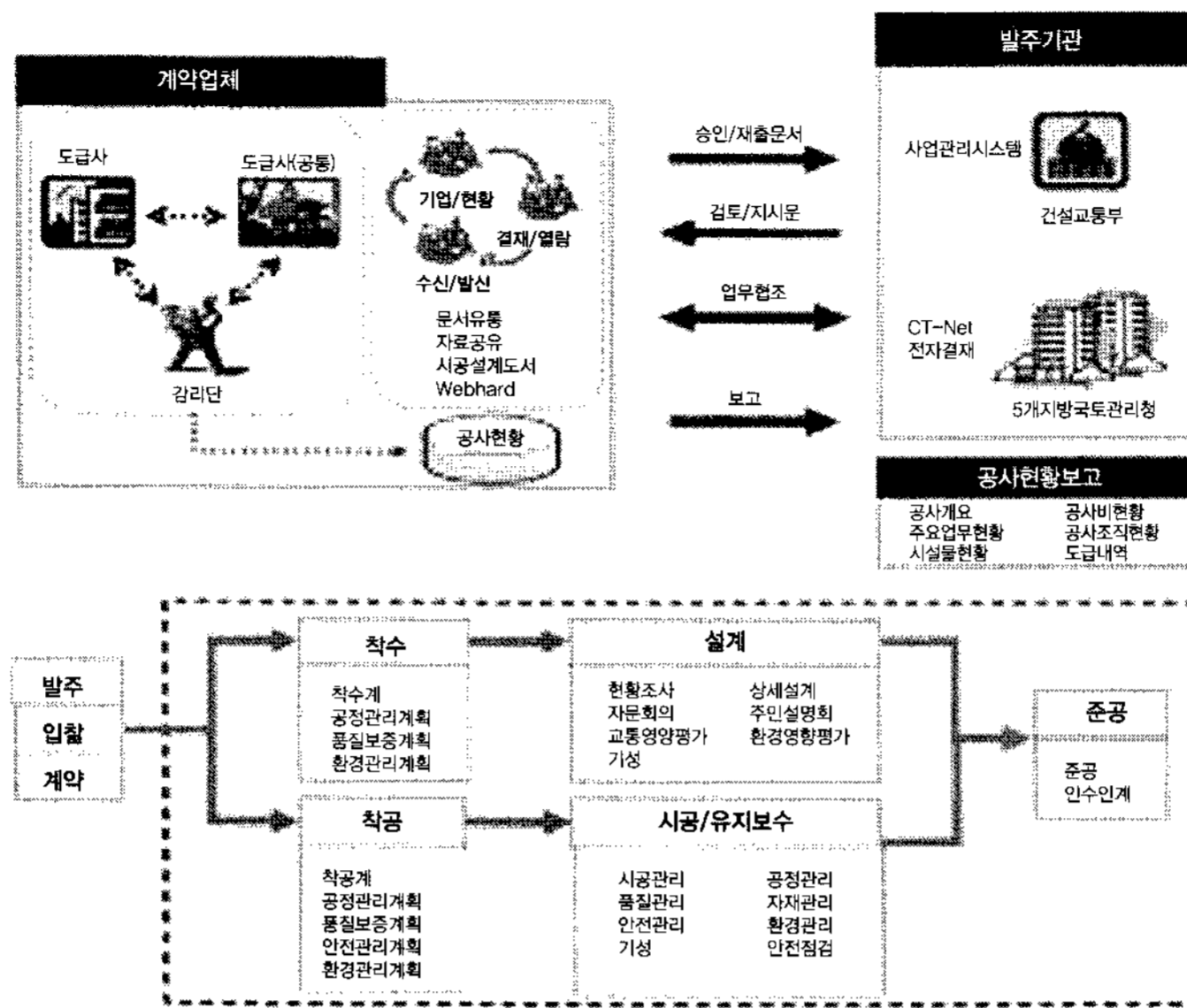
### II. 건설CALS시스템 현황 및 적용사례 분석

본 절에서는 건설CALS시스템에 대한 개요와 유비쿼터스와 모바일 기술 적용대상인 건설사업관리시스템 및 건설인허가시스템에 대한 운영현황과 더불어, 국내 건설 분야의 유비쿼터스 적용사례와 분석결과에 대해 살펴보기로 한다.

#### 1. 건설CALS시스템

건설CALS(Continuous Acquisition & Life-





〈그림 2〉 건설사업관리시스템(건설사) 개념도

하고, 인허가기관의 접수, 보완, 허가 등의 업무처리를 지원하는 정보시스템이다.

건설인허가시스템은 업무의 특성과 지원영역에 따라 민원인이 인허가 안내정보를 제공

받고 인허가 신청서류를 작성·접수하여 그 처리현황을 실시간으로 조회하는 민원인시스템과 민원인이 신청한 인허가를 인허가기관에서 접수, 업무처리, 협의, 종결, 허가대장관



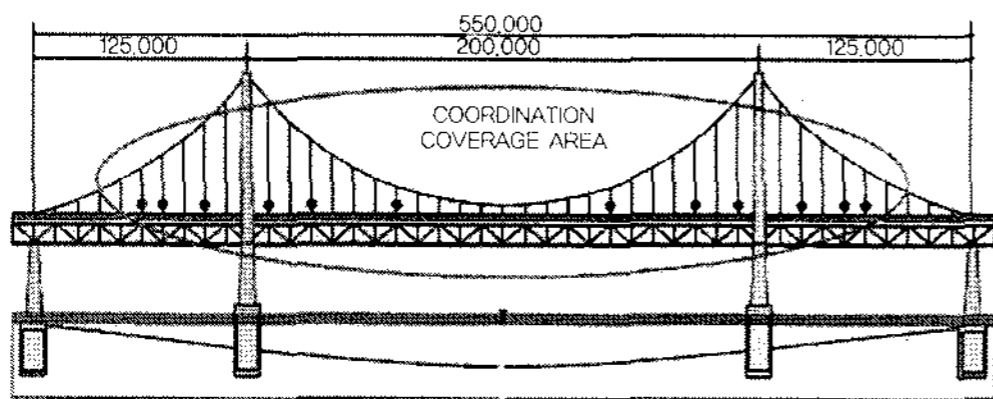
〈그림 3〉 건설인허가시스템 개념도

리에 이르기까지 업무처리 전 단계의 전자처리를 지원하는 인허가기관시스템, 그리고 민원인과 인허가기관과의 전자문서 송수신을 담당하는 자료중계시스템으로 구성되어있다.

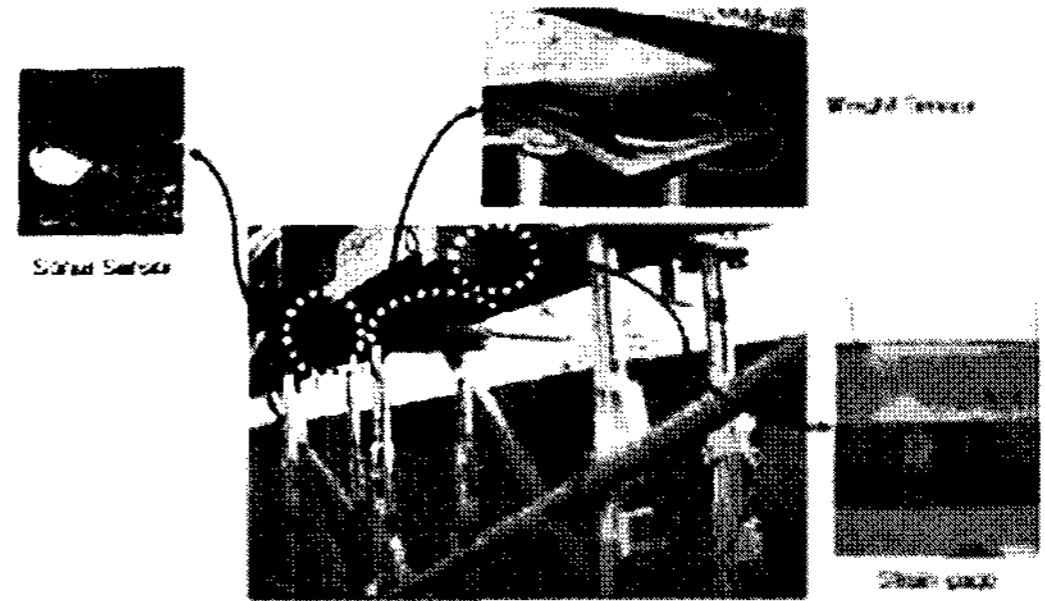
다. 건설분야의 유비쿼터스 기술 적용사례

(1) 무선 네트워크를 이용한 실시간 교량 상태 예측

교량의 고성능화, 고효율화 및 센서기술의 발전에 따라서 최근의 장대교량의 경우 교량에 각종 센서를 부착하여 상태를 실시간으로 교량의 상태를 계측하는데 이를 유비쿼터스 센서네트워크(USN)을 이용하여 계측한 연구 사례이다. 기존의 센서와 데이터 로거를 이용한 계측시스템은 높은 설치비가 요구되며 센서 설치비의 50%이상이 통신케이블에 관련된 비용이다. 이를 해결하기 위하여 설치비용 절감과 저렴한 유지관리비용 및 센서의 추가 및 교체가 손쉬운 무선기반의 계측시스템 개발에 관한 연구가 수행되었다. 교량의 부재에 부착되어있는 센서들 사이 근거리 무선통신 ZigBee를 이용한 무선통신네트워크를 구성하였으며, 교량과 교량관리소 사이의 장거리 통신에는 국내 휴대전화에 사용되고 있는 CDMA 통신망을 이용하여 데이터를 전송하는 방식을 취하고 있다.



〈그림 4〉 교량 외부 통신 가능 거리



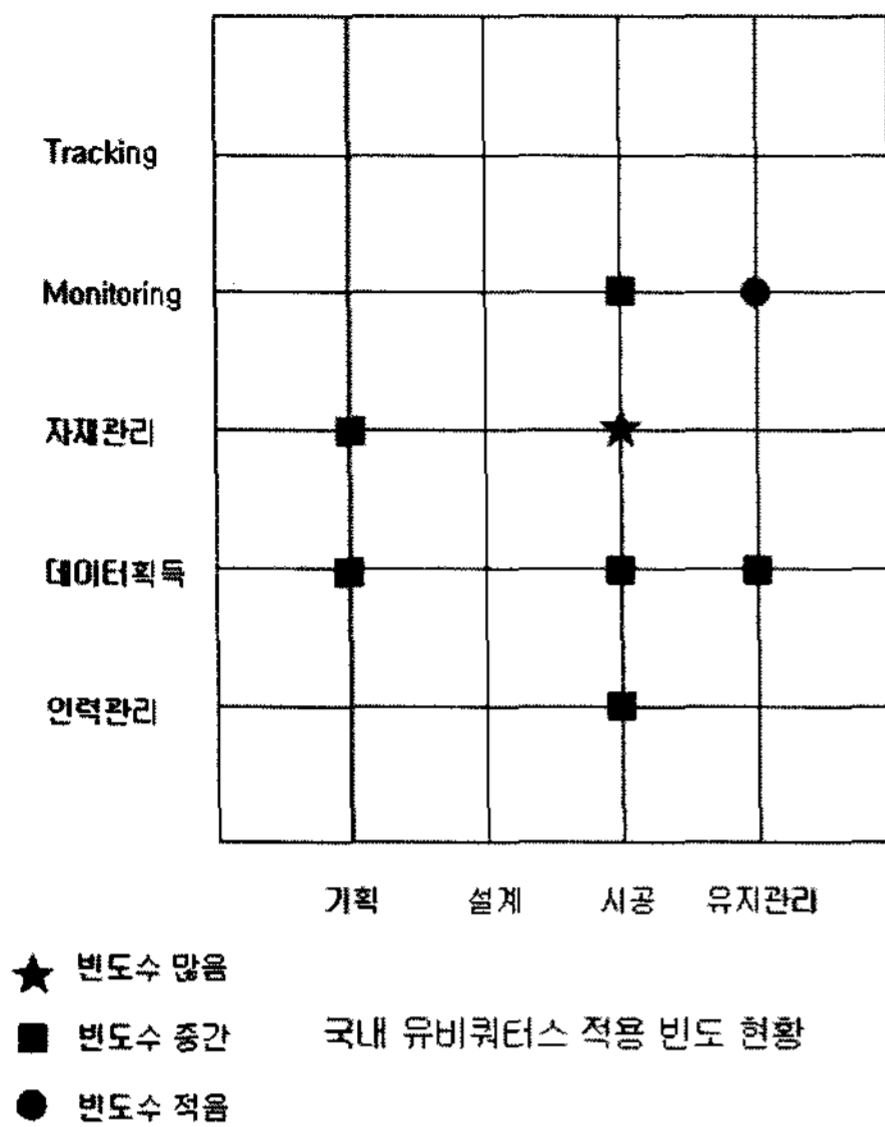
〈그림 5〉 센서 부착 사진

(2) 건설 시공현장에서의 USN 활용

콘크리트 타설은 거푸집, 동바리 등 가설 시설물의 구조 하에서 진행된다. 작업 중 복잡한 동선이나 타설 충격, 지반 침하 등으로 인해 하중집중이 발생할 수 있고, 이러한 하중의 집중으로 인한 가설구조의 불안정은 시공 중 붕괴 사고의 원인이 된다. 따라서 콘크리트 타설 및 양생과정에서 거푸집의 안전성을 높이기 위해서는 콘크리트 타설 프로세스를 지속적으로 모니터링 해야 한다. 이 연구사례에서는 수행하는 시공 안정성 향상을 위하여 건설 시공 현장에서 USN을 활용한 시공 모니터링 체계를 제시했다. 무선으로 콘크리트 타설시 하중의 변화를 실시간으로 측정하는 USN 기반의 모니터링 기술을 개발하여, 콘크리트 타설에 따르는 하중 변화 데이터를 실시간으로 무선 전송한다. 전송된 데이터는 허용응력 및 처짐과 비교 분석하여 하중이 일정한 허용 범위를 초과하거나 거푸집의 이상변형이 발생할 경우 경고 조치를 통해서 작업 중단 조치를 취할 수 있다.

라. 유비쿼터스 적용사례 분석

건설분야에 대한 유비쿼터스 적용사례 분석을 위하여 국내외 건설관련 연구 및 사례 39건

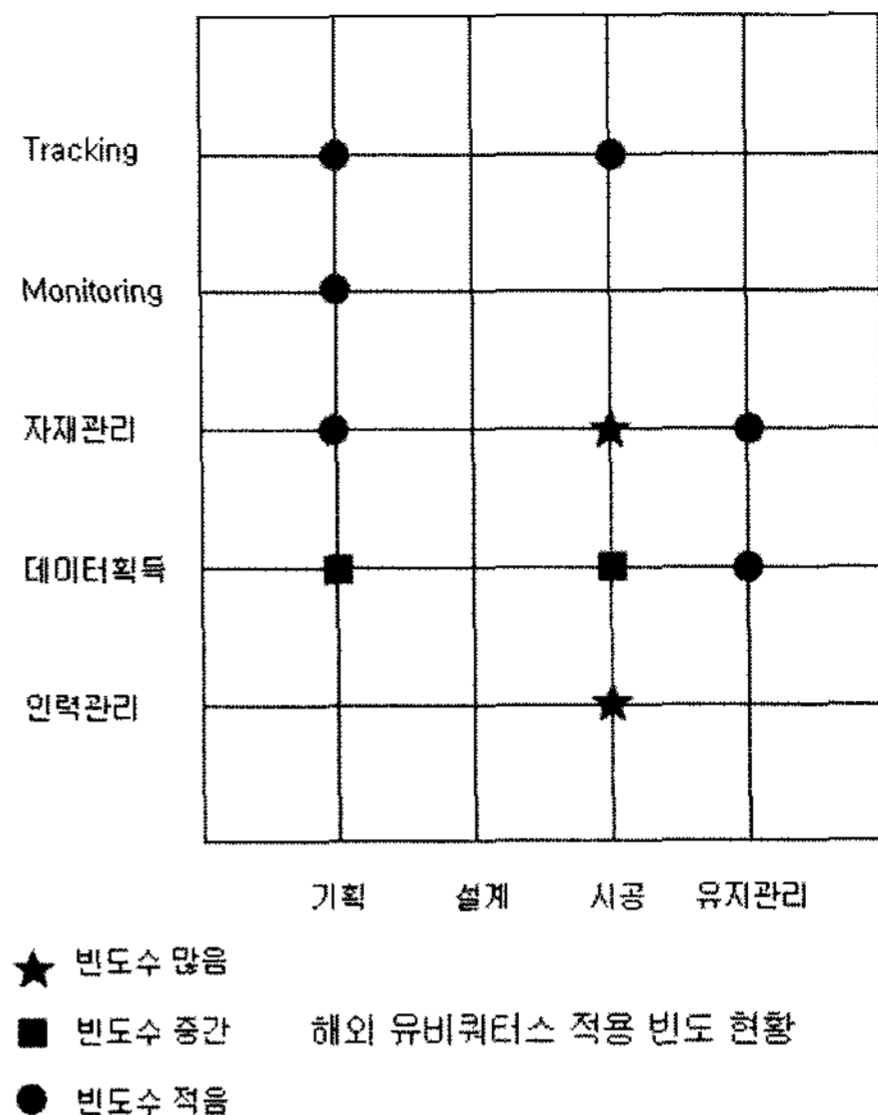


〈표 1〉 국내 유비쿼터스 적용 빈도 현황

을 기획, 설계, 시공, 유지관리 단계별 4가지 구분하고, 또한 Tracking, Monitoring, 자재관리, 데이터획득, 인력관리 적용분야별 5가지 구분으로 나누어 분석하였다.

우선 표 1의 국내 유비쿼터스 적용 빈도 현황을 보면 시공단계에서 자재관리 분야에 집중된 연구와 적용이 된 것을 알 수 있다. Tracking분야와 설계단계에서 유비쿼터스 기술 적용이 미미한 것으로 조사되었다.<sup>[3-4]</sup>

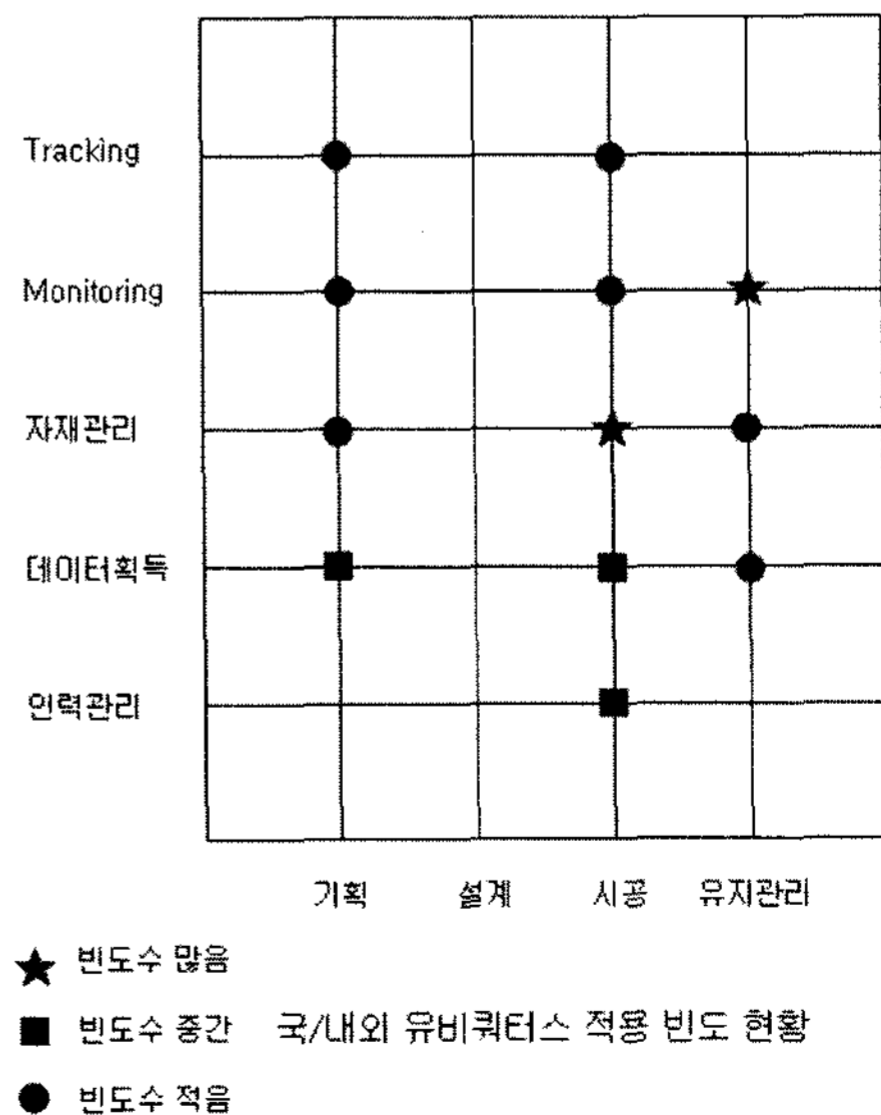
해외 연구사례도 국내의 상황과 유사하여 자재 및 인력관리에 연구가 집중 되어 있었다.<sup>[5-6]</sup> 그러나 국내 현황과 다른 점은 표 2에서 볼 수 있는 바와 같이 Tracking 분야에도 그 수는 적지만 연구가 진행되고 있으며 국내보다는 연구 범위가 다양했다. 이와 같이 국내에서도 해외 현황처럼 연구를 다양하게 할 필요가 있을 것이다. 설계 단계의 유비쿼터스 적용은 해외 현황도 국내와 마찬가지로 거의 찾아볼 수 없었다. 아직 설계단계의 유비쿼터스 적



〈표 2〉 해외 유비쿼터스 적용 빈도 현황

용은 시도되지 않은 것으로 판단된다.

아래 표 3은 조사된 국내외 모든 자료를 통합하여 나타낸 것이다. 표에서 시사하는 바와 같이 현재 시공단계의 자재관리와 유지관리



〈표 3〉 국내외 유비쿼터스 적용 빈도 현황

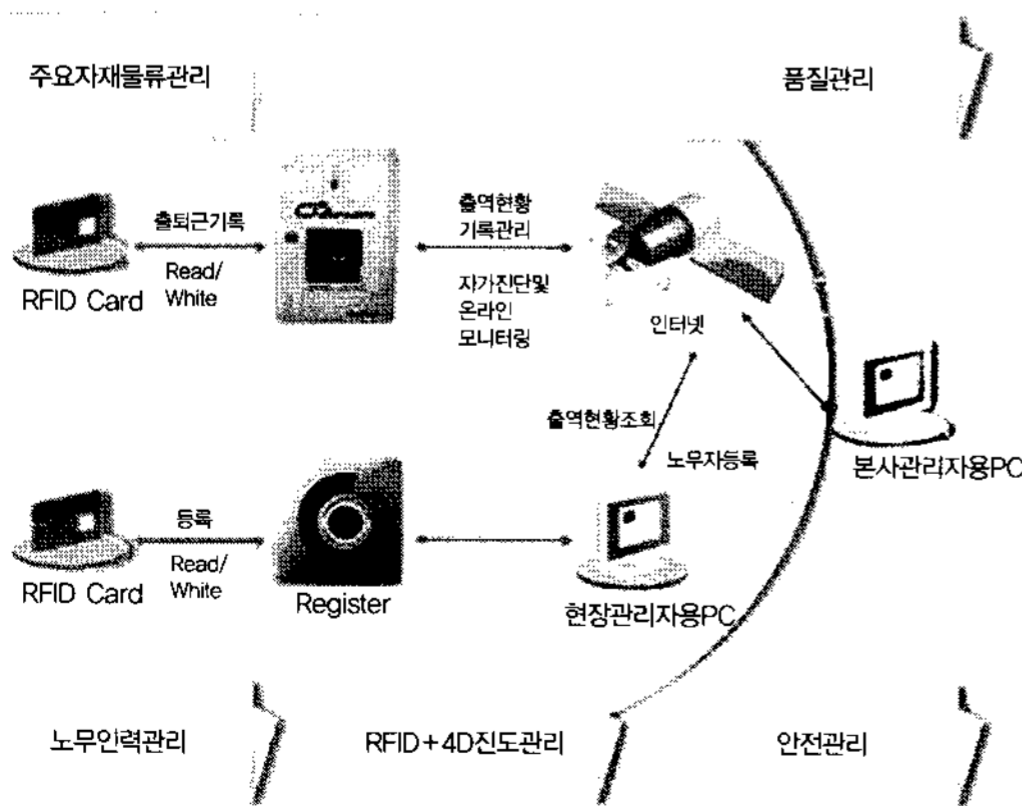
단계의 모니터링분야에서 활발한 연구가 진행되고 있으며, 데이터획득 분야에도 부분적으로 연구가 진행되고 있었다. 반면, 적용이 활발하지 않은 설계 분야의 적용 연구도 활발히 진행된다면 건설분야의 유비쿼터스 활용 확산에 기여할 것으로 판단된다.

### III. 건설CALS시스템 시범적용사례

#### 가. USN을 활용한 도로건설현장데이터 처리

##### (1) 적용업무 및 기능 도출

첨단 IT 활용은 자동화를 통한 업무효율성 향상 등의 직접적인 효과 이외에 사용자 만족도를 높이는 간접적인 효과도 크다고 할 수 있다. 따라서 건설 현장의 다양한 관리 업무 중 첨단 IT이 효과적으로 적용되어 효율적으로 수행될 수 있는 적용 업무의 도출을 통해 현장 실무자 업무 수행에 최대 효과가 도출될 수 있도록 하는 것이 중요하다. 건설CALS(건설사업관리시스템, 건설인허가시스템)에서도



〈그림 6〉 건축분야 건설현장 RFID 기술 활용 업무 예시

USN 기술 중 RFID 기술을 활용하여 현장 업무에 적용할 수 있는 관리업무를 설문 및 사용자 인터뷰 등을 통하여 도출하였다.

다음은 건축분야 건설현장에서 사용되고 있는 RFID 기반의 업무 활용의 예시이다.

현재 건축분야 건설현장에서도 RFID 기술을 활용하여 인력출역관리와 철골, 커튼월 등과 같은 주요 자재 물류관리 이외에도 품질관리, 진도관리, 안전관리 등의 업무적용을 위한 연구가 진행되고 있다.

토목분야 적용에 대한 조사분석 작업을 위하여 건설CALS시스템에 RFID 기술을 적용할 수 있는 주요 관리업무의 예시 및 현장 실무자 수요조사를 수행하였다. 그 결과 RFID를 적용하여 효과적으로 관리될 수 있는 업무로 건설사업관리시스템의 인력/안전, 레미콘/아스콘, 토사, 폐기물 관리 및 건설인허가시스템의 도로점용물 관리 등이 도출되었다.

건설현장 업무에 적용 시 필요한 RFID 기술의 특성으로는 비접촉식, 대용량 메모리, 이동

〈표 4〉 관리업무별 구현된 시범 기능

관리업무	기능
인력/안전관리	• 출력인원집계, 안전교육현황관리, 근로자 이력관리
레미콘/아스콘관리	• 주문관리, 반입현황, 타설현황관리
토사반출관리	• 트럭별 RFID관리, 일일 토사 반출량 자동 집계
폐기물관리	• 트럭별 RFID관리, 폐기 반출량 자동 집계
도로점용물관리	• 적부여부관리, 점용물 정보조회

중 인식가능, 다중인식, 데이터 처리의 높은 신뢰성 등이 건설CALS시스템 적용을 위하여 요구되고 있다.

현재 RFID 기술은 저주파, 고주파, 초고주파, 마이크로파로 구분되어 각각의 방식에 따라 다양한 분야에 적용되고 있다. 건설CALS 시스템 시범기능에서는 UHF대역(900MHz)의 RFID 기술을 활용하였다. 900MHz RFID 기술은 현재 국제 표준으로 자리 잡고 있으며, 다중태그 인식과 인식거리의 성능이 가장 우수하고, 또한 인식속도가 빠르기 때문에 토목현장의 특성(Open Space)상 가장 적절하다고 할 수 있다. 900MHz RFID 기술이 건설CALS시스템에 적용되어 효과적인 관리업무가 이루어질 수 있도록 구현된 시범 기능은 표 4와 같다.

표 4의 관리업무는 실시간 정보관리 및 데이터 정확성이 필요한 업무로서, RFID 기술을 활용하여 업무특성을 따른 건설사업관리 기능 향상을 기대할 수 있을 것이다.

## (2) 개발 현황 및 적용사례

### ① 인력/안전관리

도로건설공사 등 토목현장에서의 인력 출역 관리는 오전에 지정된 장소로 인력이 모여 출역확인 작업 후 작업 장소로 이동한다. 현장 인력관리 실무자는 인력의 출역현황과 안전교육 실시여부 조사 및 노무자 이력관리를 위한 일일업무보고 작업에 대부분의 시간을 소요하고 있다. RFID 기술을 활용한 인력/안전 관리는 현장인력의 입/출입관리 및 안전교육 유무 확인 자동으로 집계하여 공사 인력정보의 체계적인 관리 및 현장 실적정보의 실시간 취합을 할 수 있다. 아래와 같은 인력/안전관



〈그림 7〉 인력관리 적용현장 사진

리 기능 시범적용을 통해 출역인원집계 및 안전교육현황관리, 노무자 이력관리 실시간 처리가 가능함을 확인하였다.

현장 실험에서는 실제 노무자 투입시간에 맞추어 노무자에게 한장씩의 RFID 카드를 나누어 주고, 인력관리의 절차에 맞추어 적용하였다. 인력이 오전에 모이는 지정된 장소에 RFID 리더를 설치하고 각 인력 별로 RFID 카드를 지급하여 휴대하게 한 후 매일 출퇴근 시 카드를 RFID 리더에 스캔하도록 하여 자동으로 출역관리 및 근로자 이력관리가 될 수 있도록 하였다. 토목 현장의 특성 상 인력이 모이는 지정된 장소가 변경이 될 수 있는 만큼 RFID 리더는 이동을 고려해야 하며, 식별이 잘 될 수 있도록 제작되어야 한다. RFID 카드는 노무자들이 소지하기 쉽도록 휴대성이 우수하고 쉽게 파손되지 않도록 내구성을 고려할 필요성이 제기되었다.

### ② 레미콘/아스콘관리

레미콘/아스콘관리는 익일에 작업량 파악

후 공사 당일에 주문량이 현장에 들어와 차량의 입출차관리 및 타설량에 대한 현황관리가 이루어지고 작업 종료 후 당일 작업량에 대한 업무보고 작업에 의해 시간이 소요되고 있다. 이러한 작업에 RFID 기술 적용을 통해 주문관리, 반입/타설현황 관리 및 송장 관리가 실시간 처리가 가능할 것이다.

레미콘관리는 레미콘 자재가 레미콘 공장에서 생산되어 공장을 출차에서 현장 타설후, 현장 출차까지의 프로세스를 가지고 있다. 공장 과 현장 입/출입구에 설치된 RFID 리더를 통해 레미콘 자재량과 레미콘 자재의 품질확보를 위한 운송시간을 자동으로 집계하도록 하여, 건설사업관리시스템에서 생산성 분석이 가능하다. 본 현장 실험은 레미콘 관리 프로세스에 맞추어, 레미콘 차량의 운전자에게 RFID 카드를 나누어 주고, 레미콘 공장 및 현장 입/출입구에 설치된 RFID 리더에 RFID카드 스캔을 통해 레미콘 관리 실험을 실시하였다. 적용 결과 RFID 기술을 레미콘/아스콘 관리에 효과적으로 적용하기 위하여, 레미콘 차량 및 아스콘 덤프트럭 차량이 다니는 세류장 등 중요 입출구에 RFID 리더를 식별이 쉽도록 설치해야 하며, 인력관리와 마찬가지로 토목현장의 특성 상 입출구가 변경될 수 있는 만큼 이동성을 고려해야 하며, 차량운전기사가 RFID 카드를 RFID 리더에 쉽게 태그할 수 있도록 높이 및 크기의 규격을 고려하여 설치해야 한다. 또한 차량 운전기사가 차량에서 RFID 카드를 RFID 리더에 스캔해야 하기 때문에 인식거리가 1m 이상 요구되며 일정수준 이상의 데이터 확보를 위한 신뢰도가 검증되어야 할 것이다.



〈그림 8〉 토사반출관리 적용현장 사진

### ③ 토사반출관리

토사관리는 익일에 작업량 파악 후 공사 당일 덤프트럭이 현장에 들어와 차량의 입출차관리 및 작업량에 대한 현황관리가 이루어지고 작업 종료 후 당일 작업량에 대한 업무보고 작업 등에 의해 시간이 소요되고 있다. 이러한 작업에 RFID 기술 적용을 통해 주문관리, 작업량 관리 및 송장 관리가 실시간으로 가능할 것이다.

토사반출관리는 토사 반출시 차량 단위로 RFID 카드를 지급해 반출 확인과 반출 토사량을 자동으로 집계하도록 하면 건설사업관리시스템에서 생산성 분석이 가능하다. 레미콘/아스콘관리와 같이 세류장 등 토사트럭 차량의 중요 입출구에 RFID 리더를 식별이 쉽도록 설치해야 하며 다른 요구사항은 레미콘/아스콘관리의 경우와 동일하다.

### ④ 폐기물관리

폐기물관리는 일정수준의 작업량 발생 후 폐기물 업체의 차량이 현장에 들어와 차량의



● 폐기물 반출 내역

다 (폐기물 반출내역) 폐기물 반출내역

No.	운송업체	차량번호	RFID Tag	반출일	출발시간	도착시간	폐기물종류	반출량
1	도농폐기물	충북2104	123456789123456789000004		13:55			24
2	아주폐기물	경기2104	123456789123456789000004		13:05			24
3	현대폐기물	서울1104	123456789123456789000004		13:55			999
4	아주폐기물	경기2104	123456789123456789000004		13:55			24
5	삼성폐기물	부산1104	123456789123456789000004		13:55			24
6	삼성폐기물	서울1104	123456789123456789000004		13:55			24
7	삼성폐기물	서울1104	123456789123456789000004		13:55			24
8	아주폐기물	경기2104	123456789123456789000004		13:55			24
9	아주폐기물	경기2104	123456789123456789000004		13:55			24

기본정보 차량관리

운송업체명	차량번호	반출일	출발시간	도착시간	폐기물종류	반출량	비고
아주폐기물	경기2104		13:05			24	
현대폐기물	서울1104		13:55			999	
아주폐기물	경기2104		13:55			24	
아주폐기물	경기2104		13:55			24	
도농폐기물	충북2104		13:55			24	

〈그림 9〉 폐기물 반출내역, 기본정보 화면

입출차관리 및 폐기물량에 대한 현황관리가 이루어지고 작업 종료 후 작업량에 대한 업무 보고 작업 등에 의해 시간이 소요되고 있다. 이러한 작업도 RFID 기술 적용을 통해 폐기물처리 현황관리, 작업량 관리 및 송장 관리가 실시간으로 가능할 것이다.

RFID 리더기 위치 등 다른 요구사항은 레미콘/아스콘관리의 경우와 동일하며, 폐기물 관리 업무관련 기능으로 개발된 화면은 그림 9와 같다.

⑤ 도로점용물관리

도로점용물 관리는 도로점용 허가신청에 관한 현장조사를 통해 적부여부 판단이 이루어지고, 현장 점용허가 체크리스트 작성 등에 시



〈그림 10〉 RFID 리더(900MHz)-핸드헬드 리더(左)과 UMPC Plug-In(900Mhz)-USB 리더(右)

간이 소요되고 있다. 이러한 작업중 점용물의 허가 적부 여부관리에 RFID 기술의 적용을 통해 현장조사 및 업무보고의 효율적 관리가 가능할 것이다.

따라서 RFID 기술을 도로점용물 관리에 효과적으로 적용하기 위하여, RFID 태그가 분실되거나 훼손되지 않도록 내구성을 고려해야 하고, 분실 방지를 위한 특수적인 형태의 하우징 방법이 필요하다. 또한 현장 실무자가 도로에 매설하는 RFID(이하 매설태그)나 부착하는 메탈태그에 대해 업무를 쉽게 수행할 수 있도록 RFID의 인식거리가 긴 것이 필요하며 일정수준 이상의 데이터 확보를 위한 신뢰도가 검증되어야 할 것이다.

인력/안전관리, 레미콘/아스콘관리, 토사관리, 폐기물관리, 도로점용물관리의 시범기능 개발과 현장실험을 통하여 RFID 기술적용이 인원집계, 타설/반출량 집계 등 핵심정보의 실시간 획득과 정확성 향상에 필수적 요소임을 알 수 있으며, 근로자 인력관리, 안전교육현황관리, 주문관리, 적부여부관리, 정보조회 등 획득된 정보의 실시간 조회 기능을 제공하여 건설사업생산성 향상에 크게 기여할 수 있을 것으로 나타났다.

또한 RFID 등 USN 기술을 건설업무에 효과적으로 적용하기 위하여 현장업무 특성을 검토하여 적용해야 할 것이다.

나. 모바일을 활용한 도로건설현장데이터 처리

(1) 적용업무 및 기능 도출

최근 건설 현장에서도 PDA 등 모바일 장비를 활용한 안전관리, 품질 관리 등의 현장 입력과 토공사 등의 현장조사 장비 적용이 시작되고 있다.

건설공사는 공사가 수행되는 건설현장에서 대부분의 데이터가 생성되는 현장산업의 특징을 가지고 있다. 따라서 다양한 업무의 현장자료를 발생 시점에 종이에 기록하는 대신 모바일 장비를 활용한 현장입력이 요구되고 있다.

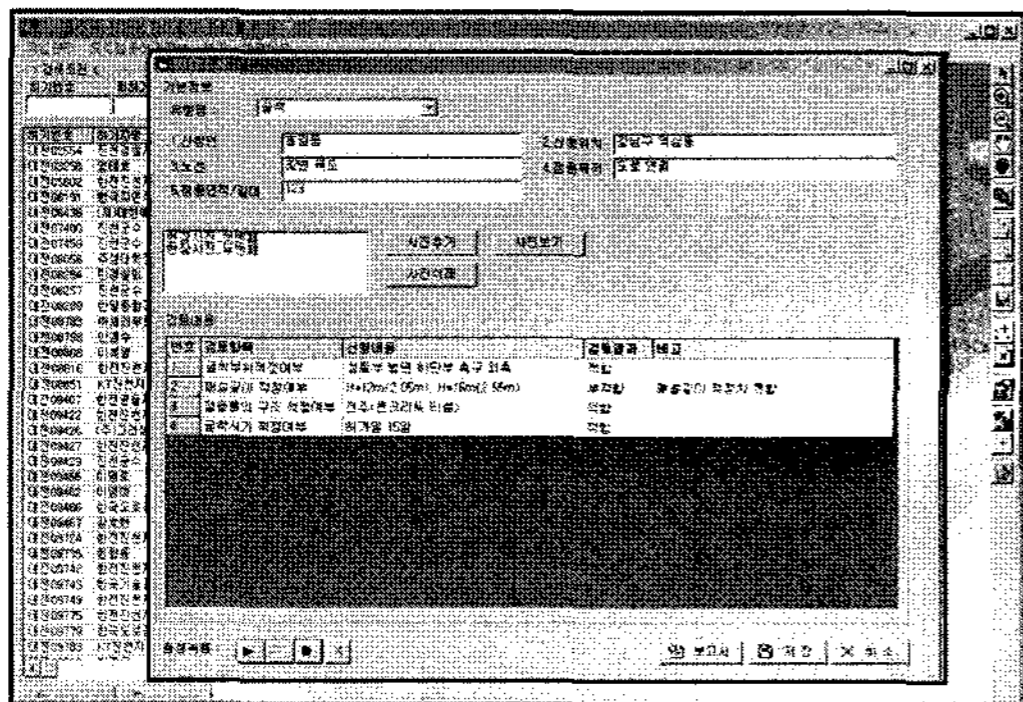
건설CALS시스템에서는 건설인허가시스템 도로점용관리업무 중 현장조사기술검토에 모바일 장비를 적용한 시범기능을 구현하였다.

건설현장업무에 적용할 모바일 장비 선정을 위하여 휴대폰, PDA, Tablet PC, UMPC(Ultra Mobile PC) 등 각각의 장비별 장단점을 분석하였고, 업무특성을 반영하여 UMPC를 선택하였다. 도면조회에 필요한 화면크기와 일정 수준의 PC성능 등의 요구사항과 기술발전 방향 등을 고려하여 다양한 기능으로 발전가능한 UMPC를 모바일장비를 선정하였다.

(2) 개발현황 및 적용사례

① 도로점용현장조사/기술검토기능

도로점용관리업무 처리 시 점용현장의 조사와 기술검토가 수반되어야 하며, 주로 체크리스트를 종이에 작성하고 사무실 복귀 후 현장 보고서를 작성하고 PC에 입력하는 현행 프로



<그림 11> 도로점용 현장조사 입력화면

세스를 가지고 있다.

이에따른 이중작업을 개선하기 위해 UMPC를 활용하여 점용현장에서 점용신청사항과 도면 등을 검토한 후 체크리스트를 입력하여 관련 보고서를 작성 할 수 있는 기능을 개발하였다. 이러한 현장입력 기능 개발을 통해 현장업무 시간 단축과 실시간 정보조회가 가능함을 확인하였다.

또한, UMPC에 설치된 GPS를 이용하여 현장 위치파악과 지리정보 획득이 상시가능하며, 업무인수인계 등의 업무지원 기능 강화가 기대되고 있다.

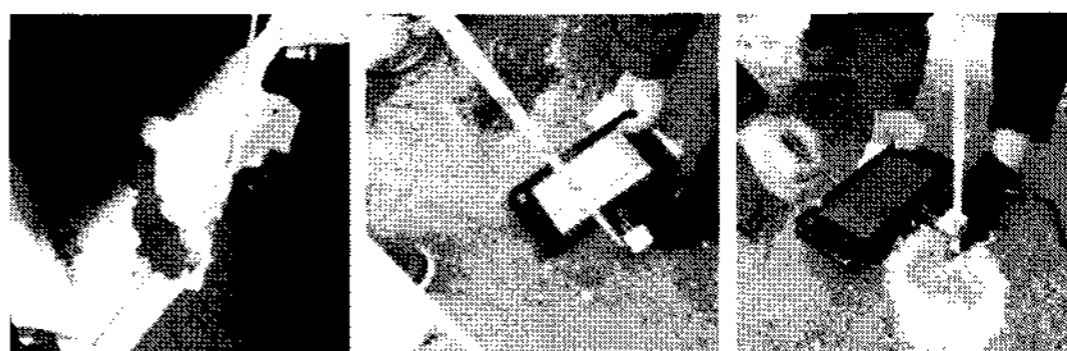
다음 그림 11은 체크리스트 입력기능으로 개발된 화면이다.

현재 판매되고 있는 UMPC는 건설현장의 햇빛 반사에 매우 취약한 특성을 보이고 있어 본격적인 적용/보급을 위해 이 문제점 해결이 시급한 것으로 파악되었다. 또한 현장 작업자의 상황에 따른 내구성, 이동성, 휴대성 확보를 위한 맞춤형 장비 제작이 요구된다. 특히 휴대를 위한 작업자의 장비고정 장치의 개발은 필수적이다.

다. 건설현장 적용을 고려한 장비 인식률 테스트

(1) 성능인식 테스트

본 실험은 매설태그의 현장 적용성을 고려하여 국도에 흙, 눈, 물 등이 덮여 있는 특수한



<그림 12> 얼음, 흙, 눈이 덮인 상황에서의 인식거리 테스트

〈표 5〉 인식성능의 결과

구 분	900Mhz 핸드헬드 리더 (현장인식거리평균:116.3)				900Mhz USB 리더 (현장인식거리평균:7.3)			
	물	흙	눈	얼음	물	흙	눈	얼음
1차	40	97	97	120	2	4	3	10
2차	43	94	96	128	3	6	6	10
3차	42	103	99	110	3	7	7	13
4차	39	95	103	143	2	7	4	11
5차	41	103	98	126	4	5	5	12
6차	38	94	102	120	2	3	3	12
7차	43	106	97	132	3	5	4	15
8차	46	108	100	124	2	4	5	9
9차	45	103	97	120	1	4	7	10
10차	46	98	96	132	2	6	6	15

상황을 가정하여 인식성능을 테스트하였다. 테스트는 900Mhz 매설태그를 대상으로 900Mhz 핸드헬드 리더기와 USB 리더기를 활용하여 인식 성능을 측정하였다(그림 12).

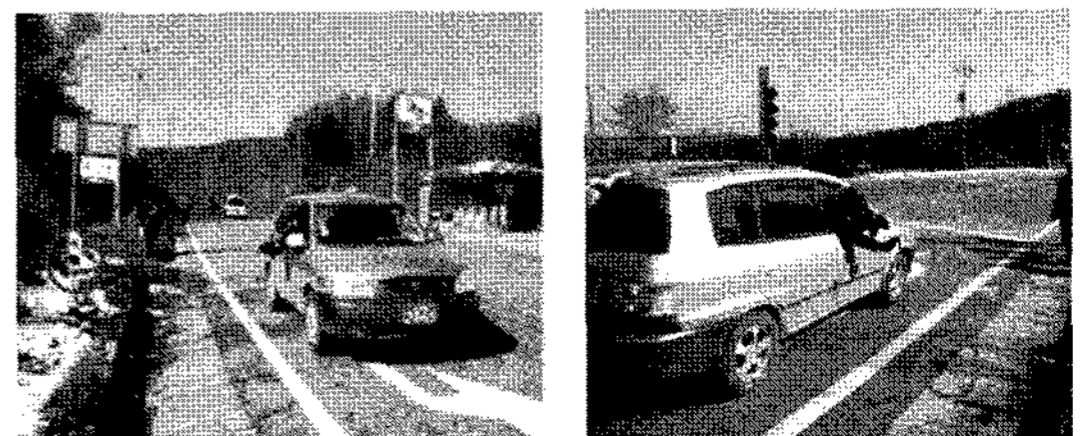
인식 성능은 태그와 리더의 수직 인식거리를 측정하였으며, 테스트는 각각의 환경을 대상으로 10회씩 실시되었다. 실험 결과는 다음 표 5와 같다.

위의 테스트의 기준 값은 1, 2차 현장 테스트를 통해 일반적인 상황에서 측정된 인식 결과의 평균값이며, 이는 특수한 상황에서 측정된 인식거리와 인식 성능 비교를 위한 지표로 사용하였다. 위의 테스트 결과는 매설태그가 물에 침수된 상황을 제외하고 눈, 흙, 얼음으로 덮여있는 상황에서 인식거리는 일반적인 상황에서 인식거리와 거의 동일함을 보여 준다. 그러나 물에 침수된 상황을 가정한 실험에서는 핸드헬드 리더과 USB 리더 모두 인식거리가 1/3 수준으로 감소하였다. 이는 900Mhz

태그의 전파 특성으로 인한 감소(물로 인한 전파 간섭 및 굴절현상)가 주원인으로 900Mhz 매설태그 활용시 물에 침수가 되지 않는 위치에 태그를 설치하는 세부지침이 필요함을 확인할 수 있었다.

(2) 움직이는 차량에서의 인식 성능 테스트

본 실험은 차량을 이용하여 이동중인 상황에서의 인식 성능을 테스트하였다. 테스트는 900Mhz 매설태그, 매탈태그를 대상으로 및 900Mhz 핸드헬드 리더기를 활용하여 인식



〈그림 13〉 움직이는 차량에서의 인식 성능 테스트

성능 유무와 인식 거리를 측정하였다. 인식 유무 테스트는 이동중인 차량의 속도를 약 10km/h, 20km/h, 30km/h로 변화해 가며 실시하였으며, 인식 거리 테스트는 20km/h로 이동시 약 1m 내에서 인식이 되는지를 3차례에 걸쳐 실시하였으며, 테스트는 다음 그림과 같이 실시하였다.

차량 이동 속도에 따른 인식 유무 테스트 결과 차량이 약 20km/h 이내에서는 안정적으로 태그를 인식하였으며, 약 30km/h 초과시 거리와 상관없이 인식이 되지 않았다. 또한 20km/h로 차량이 이동시 3차례 테스트 모두 1m 내에서 안정적으로 태그가 인식되었다. 이와 같은 결과를 토대로 관리자가 도로점용물을 관리 할 경우, 매설태그 50cm내에서 서행할 경우 차량에서 내리지 않고 RFID태그 인식을 통한 점용물 관리가 가능함은 확인하였다.

#### IV. 결론

범국가적인 u-Korea 구축을 위한 IT839 정책 추진으로 유비쿼터스 및 모바일 기술이 차세대 기술혁신과 산업발전을 위한 새로운 패러다임으로 부각되고 있다. 국가 기반사업인 건설부문에서도 첨단IT 응용기술의 융복합을 통한건설정보화의 업그레이드가 요구되고 있으며, 건축현장에서는 다양한 활용이 시도되고 있다. 본 고에서는 건축현장과는 달리 첨단 IT 활용초기 단계인 도로건설공사 등의 토목현장에서 활용하고 있는 중 건설사업정보(건설CALS)시스템의 적용사례를 소개하였다.

건설공사는 현장중심의 산업속성으로 인하여 현장자료 실시간 수집, 관리가 정보관리의

중요한 요소이다. 이에 따라 향후 첨단IT 활용의 주요방향은 건설사업정보시스템의 현장지원 기능을 강화에 중점을 두어야 할 것이다.

반면, 현재 활발하게 적용되고 있는 일반적인 유비쿼터스와 모바일 기술은 건설현장의 상황에 적합하지 않은 경우가 많다. 특히 도로 건설공사와 같은 토목현장은 현지 환경이 열악하여 전원, 통신 등의 기본적인 작업환경이 구성되지 않은 경우도 있으므로 현장 특성에 맞는 장비의 커스터마이징 등 적용방안 연구가 활발하게 진행되어야 할 것이다.

#### 참고문헌

- [1] 채명진, 유현석, 김정렬, 박재우, 조문영, “무선 네트워크를 이용한 실시간 교량 상태 예측”, 한국건설관리학회 정기학술발표대회 논문집, 194쪽, 2006년
- [2] 문성우, 최병영, 지연은, 서기정, “건설 시공현장에서의 USN 활용”, 한국건설관리학회 정기학술발표대회 논문집, 905쪽, 2007년
- [3] 이상우, 송종걸, 남왕현, 김학수, “RFID 무선태그 네트워크 환경의 WEB 기반 통합유지관리계측 시스템 개발에 관한 연구”, 대한토목학회 정기학술대회발표 논문집, 2257쪽, 2005년
- [4] 이상학, “센서네트워크를 이용한 유비쿼터스 시설물 관리기법”, 전자부품연구원, 2004년
- [5] “Hitachi Develops RFID-based Nuclear Power Plant Construction Technologies”, National agency for enterprise and construction, Tekes Formas, DTI, pp. 100, 2006.
- [6] Sivaram Cheekiralla, “Poster Abstract : Wireless Sensor Network Based Tunnel Monitoring”, Massachusetts Institute of Technology, pp. 2, July 2003

저자소개



김 병 곤

1991년 한양대학교 컴퓨터공학과 학사  
 1993년 한양대학교 컴퓨터공학과 석사  
 2000년~현재 한양대학교 컴퓨터공학과 박사과정  
 1993년~현재 한국건설기술연구원 선임연구원  
 주관심 분야 : 운영체제, 유비쿼터스컴퓨팅, 센서네트워크

저자소개

김 태 학

1998년 경희대학교 건축공학과 학사  
 2000년 경희대학교 건축공학과 석사  
 2001년~현재 한국건설기술연구원 연구원  
 주관심 분야 : 건설관리, 유비쿼터스응용



허 신

1973년 2월 서울대학교 전기공학 학사 졸업.  
 1986년 5월 미국 University of South Florida  
 전산학 박사 졸업.  
 1988년~현재 한양대학교 컴퓨터 공학과 교수.  
 주관심 분야 : 분산 컴퓨팅, 결합 허용 시스템, 실시간 운영체제