

PDA를 이용한 무선교량유지관리(MBMS) Application 개발

Application of Personal Digital Assistant (PDA) for Mobile Bridge Management System (MBMS)

이태식¹ · 이동욱² · 이성현³

Lee, Tai Sik · Lee, Dong Wook · Lee, Sung Hyun

Abstract

The accumulated BMS data have made it easy to make reasonable decision-making for bridge maintenance and repair work. In the developing period of BMS, the bridge management was not easy due to the lack of understanding of BMS and low credibility of the data. In recent years, it has been possible to enhance the credibility of the data and to expand the application scopes of BMS with the efforts of Local Road Construction Offices. The reasonable decision making for bridge management can improve the performance of bridges under the practical constraints such as limited budget. It can then result in the reduction of bridge maintenance budget. This study provides the methodology for the application of mobile internet-based KOBMS for bridge management. The data flow for BMS is the most important factor for decision-making on budget allocation, and this study establishes the basic scheme of the data flow for BMS. The implementation of PDA for BMS may suggest a new paradigm of "Mobile" in the field of construction management.

Keywords : Personal Digital Assistant(PDA), Mobile Internet(모바일 인터넷), Mobile Bridge Management System(무선 교량유지관리시스템)

1. 서론

현재의 교량유지관리업무는 BMS에 축적된 데이터의 활용함으로써 교량의 유지보수를 위한 의사결정을 합리적인 방법으로 취할 수 있게 되었다. BMS의 운영초기에는 BMS에 관한 인식부족과 입력 자료의 신뢰성 부족으로 교량유지보수를 위한 교량데이터의 활용이 적었으나 최근에는 지속적인 자료의 갱신과 국토유지건설사무소 실무자들의 개선 노력으로 인하여 신뢰도가 향상되고 BMS의 적용 범위 또한 확대되고 있는 추세이다. 교량유지관리를 위한 원활한 의사결정은 결과적으로 예산범위 내에서 전체교량의 성능을 향상시킬 수 있기 때문에 유지관리예산을 절감하는 효과를 가져 올 수 있다.

본 논문에서 목표로 제시한 Mobile Internet 기반의 BMS는 교량유지관리에 있어 예산을 배분하고 배정된 예산을

집행하는 의사결정과정을 지원하는데 가장 중요한 교량관련 데이터의 흐름을 'Mobile'이라는 새로운 패러다임으로 접근하고자 하였다.

2. 국내 교량의 운영 현황

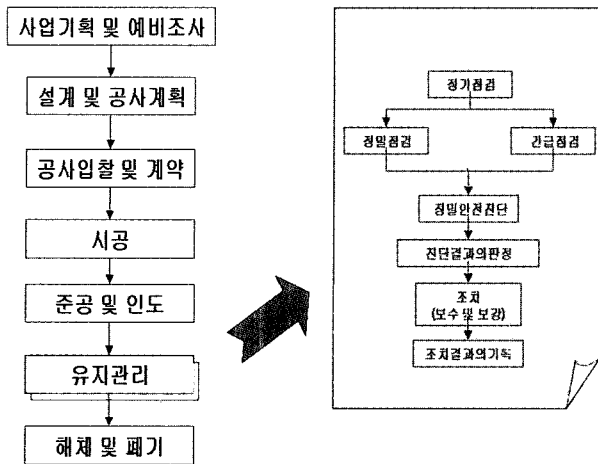
2.1 교량유지관리 범위 및 체계

일반적으로 모든 교량은 그림 1과 같은 Life-Cycle을 갖고 있으며, 이중에 교량의 유지관리 업무는 크게 교량점검 및 진단, 판정, 조치, 기록으로 구분할 수 있다. 유지관리 단계는 설계 시 목표로 한 예정 공용년수까지 교량을 사용할 수 있도록 공용 중 발생한 열화나 손상을 회복시키는 중요한 과정으로서 프로젝트 전체 Life-Cycle에서 그 중요성에 대한 인식이 점차 증가하고 있다.

2.2 교량안전점검의 종류 및 상태 평가 기준

안전점검은 경험과 기술을 갖춘 기술자가 육안 또는 점

1 정회원, 한양대학교 토목환경공학과 교수
2 정회원, 한양대학교 토목환경공학과 BK21건설사업단 공학박사
3 정회원, 미래건설연구소 연구원, 공학석사



출처 : 이철규(2000)

그림 1. 교량의 Life-Cycle

점검구 등에 의하여 검사를 실시함으로써 교량에 내재되어 있는 위험요인을 조사하는 행위로 정의된다. 현재 교량의 점검 과정은 정기점검, 정밀점검 및 긴급점검 등을 통하여 점검된 결과가 구조상, 기능상 문제가 있는 것으로 판단되는 경우에는 다양한 조사와 시험을 통해 교량의 상태를 좀더 세밀히 파악하기 위한 정밀안전진단을 실시하게 된다. 이 정밀안전진단에서는 각종 시험과 구조해석을 통해 교량의 상태를 비교적 정확히 파악하고, 이를 토대로 보수·보강공법을 제안하게 되며 선정된 공법으로 공사계획을 수립하여 보수·보강 공사를 실시하는 것을 주요 골자로 한다.

교량 안전점검 및 진단의 목적은 교량의 현 상태를 조사하여, 상태평가 및 안전성평가의 기본자료를 제공하며, 시설물의 상태와 노후화의 정도에 대한 지속적인 기록의 제공 및 그리고 보수와 성능회복 작업의 우선순위 등을 결정하기 위한 것이다. 즉, 교량의 상태를 조사하여 교량의 안전과 사용수명연장에 필요한 유지관리조치를 취하기 위함이며, 점검을 통하여 사용자의 안전을 확보하고 유지관리계획 수립에 필요한 자료를 얻기 위함이다. 따라서 교량의 관리주체는 소관 시설물에 대한 안전 및 유지관리 계획을 수립하여 체계적이고 일관성 있는 점검 및 진단이 실시 될 수 있도록 하여야 한다.

2.3 점검의 종류

본 절에서는 무선교량유지관리시스템의 적용 분야(범위)를 고찰하기 위하여 현행 제도에서의 교량의 점검 및 손상평가의 기준을 살펴보고, 점검 및 평가 단계의 특징을 고찰하고자 한다.

기존 「시설물의 안전관리에 관한 특별법」에서는 점검의 종류를 일상점검, 정기점검, 긴급점검, 정밀안전진단으로

분류하여 각각의 점검주기, 점검내용, 점검자의 자격, 대상교량 등을 규정하고 있었으나 1999년 동법의 개정으로 인하여 점검의 종류와 주기가 다소 변경되었다. 개정된 법에서는 점검의 종류를 정기점검, 정밀점검, 긴급점검, 정밀안전진단으로 분류하고 있다. 또한, 동법 제13조 및 동법 시행령 제13조에서는 안전점검 및 정밀안전진단지침을 작성토록하여 안전점검 및 정밀안전진단의 실시방법, 절차 및 실시에 필요한 사항 등에 대하여 자세히 규정하고 있다. 개정된 법령을 토대로 교량에 일상적으로 수행되고 있는 안전점검 및 진단의 내용을 살펴보면 다음과 같다.

(1) 정기점검

정기점검은 경험과 기술을 갖춘 자에 의해 실시하며 손상의 조기 발견을 위한 세심한 육안검사 수준의 점검으로서 시설물의 기능적 상태를 판단하고, 시설물이 현재의 사용요건을 계속 만족시키고 있는지 확인하기 위한 관찰로 이루어진다. 점검주기는 연 2회 이상이며, 일상적 휴대장비 및 간단한 접근장비로 이루어진다.

(2) 정밀점검

정밀점검은 교량의 안정성을 확보하기 위해 정기적으로 실시하는 정밀 육안점검 및 장비를 이용한 점검으로서, 시설물의 현 상태를 정확히 판단하고, 최초 또는 이전에 기록된 상태로부터의 변화를 확인하며, 구조물이 현재의 사용요건을 계속 만족시키고 있는지 확인하기 위하여 매 2년마다 1회 이상 실시하도록 되어 있고 일상적인 휴대장비, 간단한 접근장비 및 간단한 비파괴 점검장비를 통하여 이루어지고 있다.

(3) 긴급점검

긴급점검은 태풍, 집중호우, 폭설 등의 재해가 발생한 경우, 긴급한 손상이 발견된 때 또는 관리주체가 필요하다고 판단하는 경우에 실시하는 정밀점검 수준의 비주기적인 점검이다. 이러한 점검은 긴급한 사용제한이나 사용금지의 필요성이 있는지의 판단과 보수를 수행하는 데 있어 필요한 작업량의 정도를 결정할 수 있는 정도로 시행하며 신속하게 하중제한 등 사용제한 여부를 결정할 수 있도록 현장에서의 계산능력이 필요하다.

(4) 정밀안전진단

정밀안전진단은 정밀점검 수준의 점검에서는 쉽게 발견하지 못하는 결함부위를 파악하고, 교량의 안전성 및 내하성을 파악하기 위해 실시하는 정밀육안점검, 장비점검 및 재하시험 등을 포함하는 근접점검이다. 정밀안전진단 시 필

요한 경우 교통통제를 실시하여야 하며 시설물 하부점검용 접근장비, 비계, 작업선과 같은 특수장비 및 잠수부와 같은 특수기술자가 필요하다. 또한 이 진단에서는 노후화 또는 손상정도에 따라 구조물의 성능이나 잔존수명을 평가하기 위한 안전성평가가 포함되어야 하며, 이를 위해 시설물의 안전과 내하력, 내진성 등을 결정하는데 필요한 조사나 시험을 실시할 수 있다. 정밀안전진단 결과 보수·보강이 필요한 경우에는 보수·보강방법을 제시하여야 한다. 정밀안전진단은 매 5년 마다 1회 이상 또는 관리주체가 필요하다고 판단하는 경우, 준공 후 10년이 경과된 교량의 첫 번째 정밀안전진단은 공용년수가 15년이 되기 이전에 1회 실시하도록 되어 있다.

3. 국내의 교량유지관리시스템(KOBMS)

3.1 KOBMS의 운영현황

현재 교량에 관한 유지관리시스템(BMS)은 각 관리주체별로 다수의 교량을 관리하고 있는 특성 때문에 전산 관리 시스템으로 운영되고 있으며 건설교통부, 도로공사, 서울특별시 등 몇몇 기관에서 자체적으로 전산 시스템을 구축하여 운영하고 있으나 교량관리 자료의 DB화 부재, 시스템 운영 미숙 등으로 많은 어려움을 겪고 있다. 또한, 교량의 점검을 직접 담당하고 있는 일선 실무자들이 직접 교량의 상태를 판단하고 보수·보강 공사의 계획을 입안하는데 이와 같은 원인뿐만 아니라 각종 판단기준의 미흡과 보수·보강공사에

대한 각종 체계 구축이 미흡하여 어려움을 겪고 있다(그림 2). 외국에서 운영 중에 있는 BMS를 살펴보면 미국에서는 'PONTIS'(Thomson, 1993; FHA, 1993)가 1991년에 개발되어 운영 중에 있으며, 오스트리아의 'BRIDGES'(Staninger, 1993), 폴란드의 'SGM'(Wysokowski, 1993), 덴마크의 'Danbro'(OECD, 1992), 일본 한신 고속도로공단에서도 자체적인 BMS의 Prototype을 개발하여 연구를 진행 중에 있다(건설교통부, 1995).

한편, 국내 교량유지관리시스템(KOBMS)은 한국건설기술연구원을 주축으로 건설교통부와 산하기관(5개의 지방국도관리청, 제주개발, 19개의 국도유지건설사무소)을 연결하여 교량의 효율적인 관리를 위한 기능 수행과 정보 및 자료의 공유 수단으로 활용되고 있다. 교량 관리자에게는 관리 목적에 필요한 모든 정보를 통합적으로 저장, 처리 제공해주게 되며 교량의 제원 및 이력, 유지보수기록, Rating, 개축 및 보수 우선순위 산정 등과 관련된 모든 교량정보를 체계적으로 관리하고 있다. 또한 누적된 데이터베이스를 활용하여 유지관리 예산의 효율적인 집행에 필요한 정보를 신속하게 제공하고, 교량 손상의 진행과정을 사전에 예측할 수 있는 교량관리체계를 구축하도록 하고 있다(변근주 외, 1999).

KOBMS는 교량과 관련된 자료를 수록하고 있는 데이터베이스, 터널 데이터베이스, 교량현황조사 출력 프로그램, 의사결정시스템, 계산내하력 산정프로그램, 사진조회 프로그램으로 구성되어 있으며, 그림 3과 같은 입력, 분석 및 해석, 출력과정을 가진다.

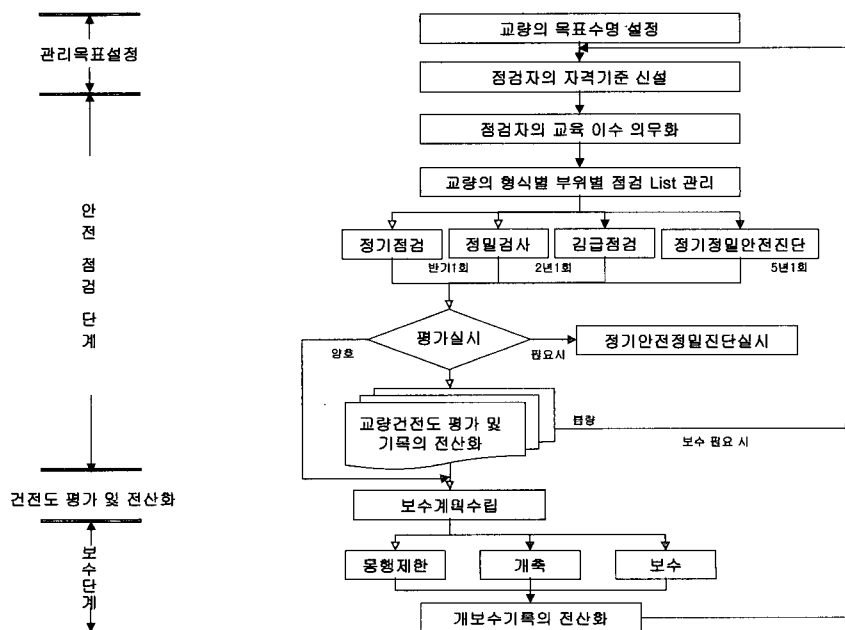


그림 2. 국내 교량의 유지관리 시스템

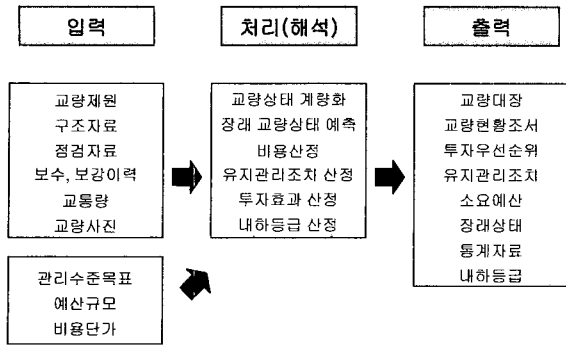


그림 3. KOBMS의 정보처리과정

3.2 기존 교량유지관리시스템(BMS)의 문제점

교량유지관리를 위한 BMS의 활용의 목적은 제한된 또는 제한되지 않은 인적, 물적 자원을 활용하여 전체 교량군에 최대의 이익을 주는 개별 교량의 성능향상 조치를 선정하는 것을 의미한다. 그러나 현재 운용중인 건설교통부의 KOBMS에서 산정되는 투자우선순위만으로는 이러한 기능을 수행할 수 없다. 이러한 기능을 KOBMS에 추가하기 위해서는 교량 관리주체의 의사결정과정을 지원할 수 있는 객관적 자료의 확보와 현장과 의사결정 주체와의 이원화된 공간상의 문제를 해소할 수 있는 지원도구의 개발이 필요하다. 현재 운용중인 KOBMS의 투자우선순위는 교량의 현재 상태 즉, 교량의 결함정도에만 의존하기 때문에 관리자로 하여금 교량의 현재 상태에 대한 상대적 비교자료만을 제공한다. 또한 투자우선순위가 개축과 보수보강에 대하여 별도로 산정

되기 때문에 가능한 조치에 대한 투자효과의 비교를 할 수 없다. 이러한 현실은 현장에서 이루어진 대상 교량의 자료가 의사결정과정에 있어 제한적으로 쓰일 수밖에 없고 의사결정과정에서 조치된 내용 또한 향후에 교량의 운용상에 또 다른 문제점을 남길 여지가 있다.

특히, 어떤 교량에 얼마를 투자해야 하는가를 단순히 현재의 상태만으로 평가하는 것은 불합리할 수 있다. 따라서 합리적인 의사결정을 도출하기 위해서는 의사결정권자와 교량 관리 주체 그리고 현장에 파견된 검측 인력과의 유기적 커뮤니케이션이 보장되어야 하며, 의사결정에 있어 보다 객관적이고 신뢰성 있는 자료의 공유가 종합적으로 고려할 수 있어야 한다. 또한 현재 선정된 유지관리조치는 교량의 장래 상태에 절대적으로 영향을 미치게 되므로 합리적 의사결정은 장래의 교량상태와 소요비용에 대해서도 고려할 수 있어야 한다. 특히 기존의 BMS 운영상에서 점검방식은 건설교통부에서 고시한 '교량점검지침서'에 의하고 있으며, 이러한 작업은 현장에 파견된 검침자에 의하여 종이문서로서 점검 기록되어 BMS에 재입력되는 과정을 거치고 있다. 그림 4에서 보는 바와 같이 종이문서로 이루어진 교량점검양식을 통한 BMS의 업무운영은 매우 복잡하게 이루어지고 있음을 확인할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 이러한 문제점을 줄여 나갈 수 있는 대안으로서 Mobile Internet이라는 새로운 기술을 기존의 BMS에 접목하고자 한다.

4. PDA를 이용한 무선 교량유지관리의 구축

4.1 기존의 교량유지관리 업무 절차 분석 개요

교량유지관리 업무 절차에 관한 사항은 건설교통부에서 발행된 '교량유지관리업무절차서'를 중심으로 실제 A시에

표 1. 현재 운용중인 BMS의 문제점

내 용	
제한된 의사결정	교량의 결함정도에만 의존하기 때문에 관리자로 하여금 교량의 현재 상태에 대한 상대적 비교자료만을 제공하므로 제한된 의사결정이 이루어지기 쉽다.
점검정보의 입력	교량점검기입양식은 교량에 관한 다양한 정보들을 기입해야 하므로 이러한 정보들을 점검과정에 동반하여 작업해야 하는 업무상의 부담이 있다.
공간상의 이원화	의사결정자와 자료제공자간의 공간상의 상이함은 유지관리 자료가 갖는 객관성을 저하시킨다. 즉, 의사결정자가 현장 상황에 대한 고려가 미비할 수 있으므로 보다 정확한 의사결정을 위해서는 공간상의 이원화를 줄여야 한다.
입력의 오기 및 누락	검침자는 현장에서 종이문서에 직접 손으로 점검 작업을 수행하기 때문에 검침자의 실수에 의한 검침자료의 오기 및 누락의 과실이 생길 우려가 있다.
이중작업	검침자에 의하여 생성된 문서자료는 데스크탑 PC에서 정보로써 생성되기 위하여 이중작업이 불가피하며 이러한 작업과정 중에서 오기 및 누락의 과실이 발생한 우려가 있다.

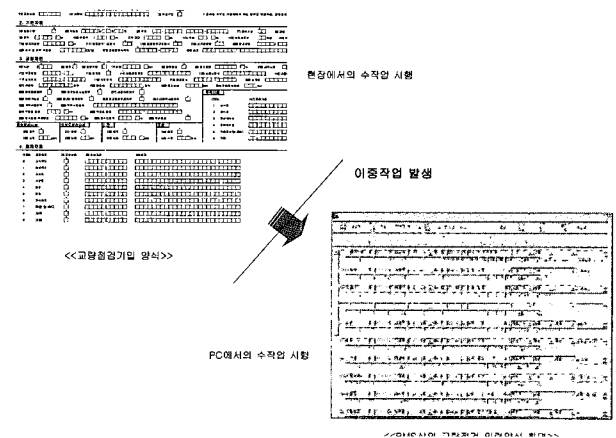


그림 4. 기존 BMS의 교량점검양식 및 데이터 입력 현황

서 운영하고 있는 대상 교량 48개소의 관리업무 A시청 담당자의 협조 하에 분석이 이루어졌다.

국내의 교량 점검 방식은 그림 5에서와 같이 건설교통부 건설과에서 시달된 '시설물 유지관리 지침'에 근거하여 이루어지며 본 기술의 적용은 1단계 정기점검에서부터 시작하여 전 과정에 해당된다. 분석 결과 A시의 교량유지관리 업무는 유지관리 전문건설업체(4개 업체)를 통한 용역 형태로 시행되고 있었으며 상·하반기에 걸친 정기 검사를 통한 결과를 보고서 형태로 제출받고 있었다. 유지관리 전문 업체의 용역 결과를 보고서 형태로 A시(담당 관리관 1명)에 전

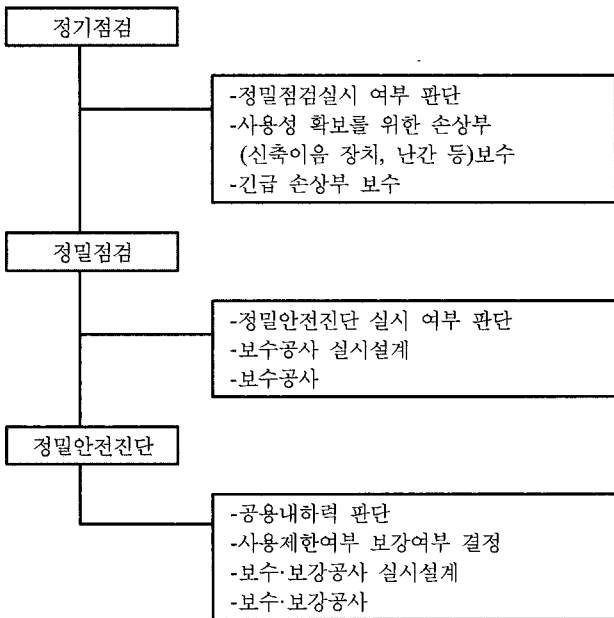


그림 5. 국내의 교량 점검 방식

달되며 보고된 교량의 현황을 토대로 의사결정 과정을 진행하게 된다.

현재 A시의 경우 정기점검을 비롯한 시설물 유지관리의 보고 및 시행 업무의 흐름은 그림 6과 같다.

4.2 MBMS 기술 적용 대상 선정

그림 6에서와 같이 기존의 방식에서 교량의 현 정보를 취득하여 의사결정까지 진행되는 시간은 평균 3개월 이상이 소요되며, 이와 같은 과정을 본 연구에서는 분석 및 개선의 대상으로 선정하였다.

본 연구에서는 3개월 이상 소요되는 정기점검에서 보수보강 및 정밀점검의 의사결정 수립 시까지의 교량정보의 유통 과정을 MBMS를 사용함으로써 줄이고자 하였다. 분석 결과 교량의 점검에서 소요되는 시간 중 대부분은 정기점검 결과의 분석에 드는 시간보다 정기점검의 보고서를 작성하여 용역 업체 내부에서의 검토 및 소관 담당부서에 인계되는 시간이 주였으며, 이에 투자되는 시간을 줄여 시설물 유지관리에 보다 신속성을 높이하고자 하였다.

4.3 MBMS 기술을 통하여 개선된 교량유지관리 업무 절차

그림 7에서 볼 수 있듯이 본 연구에서의 주요 목적은 교량 시설물의 점검에 있어 점검결과와 업무 절차에 드는 비용과 시간을 줄여 교량의 정보의 유통 체계를 보다 신속하고 세밀하게 관찰함으로써 타당한 정보에 의한 의사결정을 지원하기 위함임으로 이 목적에 맞도록 기존의 업무 절차를 간소화하였다.

기존의 업무절차에 있어 교량의 점검 및 필요한 의사결정에 의한 조치결과를 통보 받는 시간은 3개월 이상 소요되는

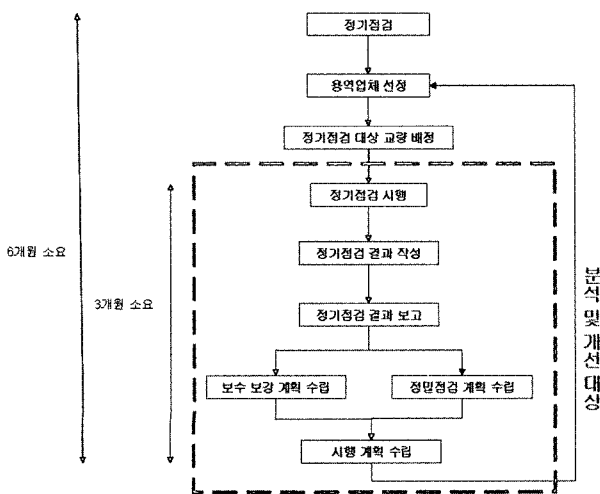


그림 6. 시설물 유지관리 업무 흐름(A시)

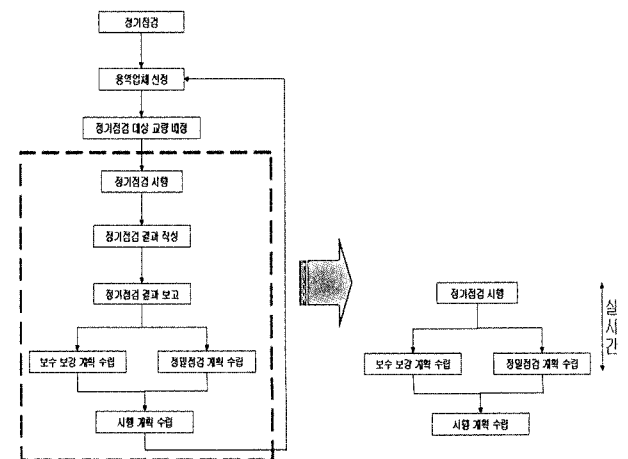


그림 7. MBMS 기술을 통한 업무개선

것으로 분석 되었으며, 이를 MBMS를 사용하여 실시간인 보고 체계와 이에 타당한 결과를 통보 받는 것으로서 업무 절차의 개선을 꾀하고자 하였다.

4.4 시스템 구축 방법 및 내용

4.4.1 업무절차 분석

기존의 업무절차는 설계내용에서 설명한 바와 같으며 사용되는 문서와 이를 MBMS 형식으로 변환하는 과정을 중심으로 본 연구를 수행하였다. 기존의 점검 절차에 있어 교량의 점검에는 대상 교량의 이력과 각종 자료들을 수반해야 하는 번거로움과 더불어 점검 양식 또한 매우 복잡한 형태를 띠고 있어 업무를 수행하기 위해서는 매우 번거로운 작업 절차를 거쳐야 했다.

따라서 이러한 번거로운 작업 절차를 개선하는 과정을 다음과 같은 과정을 통하여 개선하였다.

4.4.2 사용 양식 분석

건설교통부에서 시행하고 있는 교량 점검지침서에 의하며 그림 4의 문서양식으로 교량을 점검하며 그 결과를 기입하고 있다. 그러나 이와 같은 양식을 통하여 교량을 점검하기 위해서는 매우 복잡한 교량의 이력과 정보들을 미리 숙지해야 하며, 이를 바탕으로 교량의 점검 결과들을 기록하여야 하여야 한다.

따라서 이러한 정보들을 본 연구에서는 디지털 문서로 변환하여 MBMS 상에서 기록할 수 있도록 개발하였다. BMS 운용상의 문제점들을 개선하기 위한 방법을 취하기에 앞서 교량조사기입지침서에 명시된 교량점검양식에 대한 점검목록을 살펴볼 필요가 있으며, 여기에서 교량점검양식의 점검 목록의 분석은 Mobile Internet과 BMS를 연계하기 위하여 사용되는 Mobile기기의 입력메뉴를 구성하는데 필요하며, 이를 통하여 생성된 입력메뉴와 입력데이터값들은 기존의 BMS 프로그램과 연동하게 된다.

‘교량조사기입지침서’에서는 교량점검을 다섯장의 점검양식에 기입하도록 하고 있으며, 이를 분류하면 표 2와 같은 아홉 가지의 메뉴로 구분할 수 있다. 이러한 기입방법은 앞서 서술한 바와 같이 점검 대상 교량에 관한 다양한 정보들을 요구하고 있으며 점검자들은 교량조사기입지침서와 교량에 관한 각종 정보자료들을 점검 시에 동반해야 하는 수가 따른다.

따라서 이러한 수고를 덜기 위한 방법으로서 Mobile기기 내에 새로운 점검양식을 탑재하기 위해서는 새로운 화면을 구성해야 한다.

표 2. 교량조사기입지침서의 교량점검 메뉴

교량 조사 기입 지침 메뉴	1. 공통사항	교량번호, 교량명, 확장구분
	2. 기본자료	공용구분, 작성일, 위치, 관리기관, 교장, 종폭, 유효폭, 교고, 수심, 상행 및 하행 차로수, 경간수, 최대지간장, 대표상부구조형식, 대표하부구조형식, 설계활하중, 준공년월, 평균 일 교통량, 평균 일 트럭 교통량, 교통조사위치, 비고
	3. 교량제원	노선, 교량용도, 횡단유형, 이정, 평면형상, 최소반경, 사각지점 및 종점, 착공년월, 설계법, 시속관할기관, 사용시방서, 내진설계적용여부, 설계회사, 시공회사, 감리회사, 설계비, 시공비, 감리비, 통과높이, 허용통행하중, 통행제한여부, 열해가능성, 방(차)음벽유무, 붕괴유발부재 유무, 내하력시험 유무, 내하력시험 유무, 개축사업분류, 개축사업상세, 우회로 연장, 우회로 경로, 접속도로 곡선반경, 접속도로폭, 교량 및 접속도로 주변환경, 중앙분리시설 종류, 중앙분리시설 높이, 차보도 분리 시설 종류, 차보도분리시설 높이, 난간종류, 난간 높이, 조명 종류, 조명 수량, 부착시설 관리기관, 부착 시설 종량, 부착시설 비고
	4. 교차자료	교차 종류 및 상태, 협의기관, 비고
	5. 구조자료	바닥판 두께, 바닥판 강도, 바닥판 주철근직경, 바닥판 주철근간격, 교면 포장유형, 교면 포장두께, 바닥판 방수공종류, 바닥판 중공관직경, 바닥판 중공간격, 주형 구조형식, 경간 지지형식, 주형 강도, 주형 수량, 주형 간격, 주형 단면제원, 주형 주철근량/긴장재량, 주형 주철근 강도, 주형 주철근 긴장재의 도심, 주형 긴장공법 및 설계긴장력, 가로보 수량, 가로보 간격, 강상차 리브제원
	6. 구조자료 (지점별 하부구조 자료)	지점번호, 지지형식, 교대 구체형식, 교대 기초형식, 교대 옹벽형식, 교대 구체높이, 교대 구체강도, 교각 구체형식, 교각 기초형식, 교각 구체높이, 교각 구체강도, 신축이음 종류, 유간, 받침종류, 받침 용도 용량, 수량, 스토퍼유무
	7. 점검자료	조사일자, 조사자, 조사횟수, 조사종류, 조사방법, 조사기관, 특수장비, 조사의견, 경간번호, 교면포장, 배수시설, 난간, 연석, 바닥판 균열, 탈락, 바닥판 누수, 백태, 콘크리트부형 중앙부, 콘크리트주형 지점부, 콘크리트 가로보, 강재주형 균열, 파손, 강재주형 연결부, 강재주형 표면, 장재가로보, 지점번호, 신축이음 본체, 신축이음 후타재, 받침, 교대 및 교각 구체, 교대 및 교각 기초, 공용성 및 기능성-교통 안전도, 공용성 및 기능성-수직진축한계, 공용성 및 기능성-보수성평가, 공용성 및 기능성-교통량중요도 공용성 및 기능성-점검성 및 선형, 공용성 및 기능성-특수조건, 보수필요도 기입방법 및 유의 사항 보수필요도-작업위치, 보수필요도-보수물량, 단위, 보수필요도-긴급도, 보수필요도 의견
	8. 내하력 평가	평가일자, 내하력평가기관, 내하력평가방법, 내하력평가사유, 대상경간, 대상경간 상부구조형식, 대상경간 지간장, 평가부재, 내하력산정구분, 내하력평가결과, 내하력산정방법, 평가결과요약
	9. 보수기록	작성일, 작업위치, 착공일자, 준공일자, 보수사유, 보수공법, 보수물량 및 단위

4.4.3 전자문서로의 변경 Format 확정

Mobile기기 내에 새롭게 구축되어야 하는 교량조사기입양식을 구성하기 위한 이전 단계로서 기존 문서들에서 제시한 자료를 바탕으로 Mobile 기기의 특성과 기입양식을 고려

한 점검업무별 분류가 필요하다. 이는 Mobile기기 내에 탑재된 새로운 교량조사기입양식의 구성을 취하여 위헤서이며, 본 과정에서 분류된 Type의 분류 결과로서 최적의 화면을 구성하기 위함이다. 또한 Mobile기기의 입력 방식이 LCD TFT방식을 채택하고 있기 때문에 입력에 의한 불편함을 최소화 위한 과정이다.

4.4.4 Mobile PDA 설계

사용 프로그램 및 소프트웨어로는 ASP, MS-SQL, IIS 5.0, Windows 2000 Server가 사용되었다.

설계 방법을 살펴보면, ASP와 MS-SQL 과의 연동으로 현장에서 입력하는 값들을 각각의 해당하는 페이지로 받아 오며, 기존 정보를 입력하는 텍스트창과 드롭다운으로 입력하는 창을 나눠 입력을 쉽게 하였다. 또한 무선의 특성상 속도가 느리므로 처리되는 과정에서의 부하를 줄여 속도를 증가시키고자 하였다.

DB 구성의 경우 항목마다 DB값을 가지는 경우 수십개의 DB값을 가지게 되어 처리과정에서의 부하를 유발시키기 때문에 일련의 항목(예:교면포장1~10)은 하나의 DB값 안에 쉼표(,)로 구분되어 구성하였다(예: a,a,c,c,c,b,b,c,a * DB 개수를 줄여 부하를 줄임).

ASP 구성의 경우 많은 입력항목을 작은 창에 여러 페이지로 쪼개서 받으므로 고효율의 구성이 필요하다.

LIST.ASP → UPDATE.ASP 또는 DELETE.ASP 로 분기
 한개의 ID 값으로 입력 페이지를 나누어 입력
 UPDATE.ASP → UPDATE_OK.ASP
 UPDATE1.ASP → UPDATE_OK.ASP
 UPDATE2.ASP → UPDATE_OK.ASP
 항목 추가 시 UPDATE 파일을 추가하여 구성

SP(Stored Procedure) 사용의 경우 내장 프로시저는 복잡한 SQL문을 단순화 시켜주고, 보안적인 문제도 해결해 주는 역할을 하며, 매우 빠른 성능을 자랑한다. 이는 복잡한 쿼리들을 모아서 하나의 프로시저로 처리할 수 있으며, 그에 따른 처리결과를 돌려주는 형식을 취한다(표 3). 일반 SQL 구문의 경우는 실행할 때마다 언제나 파싱작업, 개체·보안확인 작업, 컴파일 작업을 반복하게 된다. 하지만, 스토어드 프로시저는 처음에만 단 한번 그 작업을 수행하고, 그에 대한 모든 사항을 캐쉬에 올려놓게 된다. 따라서 이후 실행시에는 파싱작업, 개체, 보안확인 작업, 컴파일 작업은 필요하지 않은 것이다.

MBMS를 활용하게 되면 교량별 리스트를 쉽게 불러들여

표 3. 저장 프로시저의 장점

	일반 SQL 구문	저장 프로시저
만들 때	1. 키워드 분리 및 문법검사(파싱작업) 2. 각 개체의 이름을 확인 3. 권한 및 보안의 점검 4. 옵티마이징(최적화시킨다) 5. 컴파일의 실행	1. 키워드 분리 및 문법 검사(파싱작업) 2. 각 개체의 이름을 확인 3. 권한 및 보안의 점검 4. 옵티마이징(최적화시킨다) 5. 결과를 서버에 저장
처음 실행 시	컴파일된 것을 실행한다.	컴파일하고, 이를 어떻게 실행할 것인지에 대한 실행계획을 만들어 캐쉬에 저장하고 난 뒤 실행한다.
이후 실행 시	위의 두 과정을 다시 또 수행	캐쉬를 확인해서 이미 실행계획이 있다면 그를 사용하며, 캐쉬에 실행계획이 없다면 위의 과정을 수행한다.

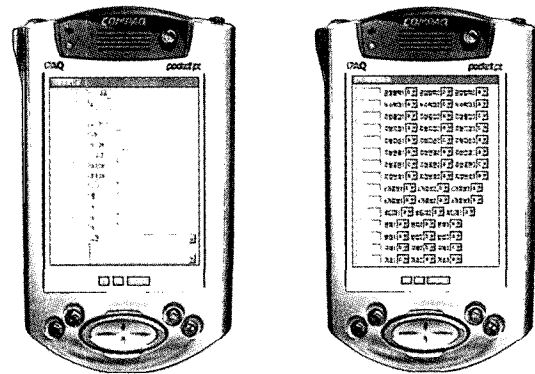


그림 8. PDA를 활용한 MBMS

관리할 수 있으며 값이 정해진 항목들은 DropDown 항목으로 구성되어 선택만 하면 DB에 값이 저장되어 입력시의 불편함을 덜 수 있다. 기본적인 정보는 데스크탑 컴퓨터로부터 입력되어 현장에 나가서 추가항목만 기입하도록 구성되어 관리의 편의성이 있다.

그림 8은 MBMS를 실행하여 PDA상에 나타나는 화면을 보여주고 있다.

4.4.5 유사제품과의 성능비교

기존의 유사시스템과의 성능 비교에 있어 MBMS는 데이터교류방식이 양방향이라는 점에서 큰 장점을 가지고 있다. 또한 데이터의 전송도 실시간으로 이루어지는 장점을 가지고 있다. Mobile PDA를 하드웨어로 사용하기 때문에 시설물의 상태 정보를 실시간으로 업로드 할 수 있을 뿐만 아니라 기존의 시설물 정보와의 비교가 가능하다는 장점을 가지고 있다.

표 4. 유사제품과의 성능 비교

	데이터 교류 방식	활용범위	활용 정보	사용 하드웨어	전송 시간
MBMS	양방향	시설물 상태 검측	시설물의 현재 상태 정보	Mobile PDA	실시간
한국시설 안전기술 공단	단방향	시설물 상태 검측	시설물의 현재 상태 정보	디지털 카메라, 노트북	업무 종료 후 보고
(주) 데이터 PCS	단방향	시설물 상태 검측	계측 정보	PCS 핸드폰 단말기	실시간

5. 결론 및 기대효과

5.1 결론

현재의 교량유지관리업무는 BMS에 축적된 데이터의 활용함으로써 교량의 유지보수를 위한 의사결정을 합리적인 방법으로 취할 수 있게 되었다. BMS의 운영초기에는 BMS에 관한 인식부족과 입력 자료의 신뢰성 부족으로 교량유지보수를 위한 교량데이터의 활용이 적었으나 최근에는 지속적인 자료의 갱신과 관련 유지건설사무소 실무자들의 개선 노력으로 인하여 신뢰도가 향상되고 BMS의 적용 범위 또한 확대되고 있는 추세이다. 교량유지관리를 위한 원활한 의사결정은 결과적으로 예산범위 내에서 전체교량의 성능을 향상시킬 수 있기 때문에 유지관리예산을 절감하는 효과를 가져 올 수 있다. 본 논문에서 목표로 제시한 Mobile Internet 기반의 BMS는 교량유지관리에 있어 예산을 배분하고 배정된 예산을 집행하는 의사결정과정을 지원하는데 가장 중요한 교량관련 데이터의 흐름을 'Mobile'이라는 새로운 패러다임으로 접근함으로써 무선교량유지관리시스템 어플리케이션을 개발하였다. 이러한 접근방식은 실제 교량유지보수관리 업무에 도입되었을 시 다음과 같은 기대효과를 예측할 수 있다.

5.2 기대효과

5.2.1 교량자료 데이터베이스 입력의 효율화

본 연구에서 제시하고 있는 개념의 도입은 교량유지관리를 위한 의사결정과정에 가장 중요한 현장 데이터의 공급업무를 효율화함으로써 데이터의 신뢰성을 높일 수 있으며 데이터 마이닝(Mining)과정에 있어서도 점검자의 편의를 도모함으로써 업무 수행 상 발생할 수 있는 과실의 여지를 줄임과 동시에 보다 효과적인 점검업무 수행을 기대할 수 있게 되었다.

5.2.2 의사결정과정 지원의 체계화

현장과 의사결정권자간의 공간적으로 이원화된 환경은 보다 신뢰도 높은 의사결정에 한계가 내포하고 있다. 또한 의사결정권자는 제한된 교량점검결과를 통하여 예산을 배분하고 집행하는데 보다 많은 자료들을 요구하여 보다 효과적인 현장의 정보를 제공할 수 있는 방법이 강구되어야 했다. 본 논문에서 제시하고 있는 현장과 의사결정권자간의 다양한 커뮤니케이션 방법과 현장에서의 사진 및 동영상과 같은 가시적 자료의 공급은 이러한 문제점을 해소하는데 기여했다고 할 수 있다.

5.2.3 교량점검의 업무방식개선 및 업무지원 기능 확대

교량유지관리를 위한 점검자는 복잡한 교량조사기입지침서에 의한 점검사항의 기입에 많은 애로가 있어 왔다. 특히, 점검결과는 전산화처리를 위하여 재입력 과정을 거치게 되므로 교량조사기입지침서에 명시된 규정에 의하여 점검결과를 기입해야 함은 물론 점검대상교량에 대한 다양한 제원 및 정보들을 교량점검현장에서 처리할 수 없어 일원화 된 점검결과의 도출이 어려웠다. Mobile Internet 기반의 BMS의 활용은 Mobile 기기가 웹문서를 검색하게 할 수 있음은 물론 의사결정권자들이 요구하는 교량에 관한 유지보수 관련 정보를 실시간으로 전송 및 수신할 수 있어 기존의 교량유지보수를 위한 점검업무의 방식을 개선할 수 있게 되었다.

5.2.4 건설산업 내 유사 업무에 응용

본 연구는 BMS를 소재로 하여 'Mobile'이라는 개념을 통한 새로운 건설정보관리의 방법을 제시하고자 하였다. BMS에서 행하고 있는 점검과 검측과 같은 업무 형태는 건설산업 내에서 다양한 공종에 존재하고 있다. 이러한 업무들은 점검결과를 통해 다른 건설업무와의 연관성을 취하고 있으며 그 결과의 높은 신뢰성은 다른 업무에 파급효과를 끼치게 되어 결과적으로는 우수한 사업성과를 낳는 계기로 발전할 수 있다. 특히, BMS에서의 유지보수를 위한 점검업무는 감리의 검측업무 또는 측량의 계측업무 등과 유사성이 있어 타 공종에 적용할 시 또 다른 기대효과를 낳을 수 있을 것으로 판단된다.

5.2.5 개선사항

현재 개발된 본 연구결과를 실현화하고 확장시키기 위해서는 각 지방자치단체 소유의 교량 단위를 중심으로 사용자 주체의 노력이 필수적이다. 본 연구를 수행하며 연구된 해외 사례의 경우 현재까지 Mobile Internet을 활용한 유지관리 사례는 찾아보기 힘들며 이는 국내만이 가지고 있는 강

력한 IT Infra의 혜택이기도 하다.

따라서, 이와 같은 기술의 활용은 결국 지자체 단위의 예산 절감을 가져오며 이를 확대 시행할 시에 건설교통부에 배정되는 유지보수 관리 예산을 절감하여 결국은 경쟁력 있는 행정으로까지 파급될 수 있을 것이라고 예상된다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부의 국가지정연구실(NRL) 지원사업과 안산시 중소기업기술개발 지원사업으로 이루어진 것으로 본 연구를 가능케한 해당 기관에 감사드립니다.

참고 문헌

1. 건설교통부(1995), 외국의 유지관리시스템에 관한 사례 연구
2. 건설교통부(1998), 건설공사 생산성 향상을 위한 21세기형 표준화 및 정보화 기술개발
3. 대림산업(1995), 건설종합정보관리 발전계획
4. 백준홍(1996), 국내 건설 프로젝트 정보관리 시스템의 개발 현황 및 방향분석에 관한 연구
5. 변근주, 김문겸(1999), 우리나라 교량의 유지관리현황, 대한토목학회 학술발표회 논문집
6. 삼성물산(2000), 인터넷을 이용한 현장 자원 및 정보관리 기술
7. 이철규(2000), 퍼지 및 유전 알고리즘에 의한 교량 시설물의 적정 유지관리 방법, 중앙대학교 박사학위논문
8. 한국건설기술연구원(1994), 건설공사자료 전산화 방안 연구
9. 한국건설기술연구원(1994), 건설정보 종합관리 시스템 요약 보고서
10. KAIST 신기술창업지원단(2001), 개인 휴대정보 단말기 기술동향 및 전망
11. STEPI(1997), 건설 프로젝트 관리 기술 개발(통합정보 시스템 응용연구)