

ICT 융합 지자체 교량 유지관리 시스템개발

Development of Information & Communications Technologies Merged Municipal Government Bridge Maintenance System

Youngman Yun^{a,*}

^a Department of Civil Engineering, Suwon Science College, 288 Sejaro, Jungnam-myeon, Hwaseong 18516, Republic of Korea

ABSTRACT

For the bridges managed by the municipalities, there is a need for a maintenance management system for the municipal governments for the scientific and systematic maintenance standard and the scientificization of the budget acquisition and execution through the quantified data base. The purpose of this study is to develop a system for efficient management of small bridgies maintained by the municipality and use ICT convergence technology such as BIM / GIS technology. The details of the system development include the development of the small bridgies maintenance program for mobile devices, the development of the small bridgies maintenance database, the development of the small bridgies integration maintenance management, and the reliability of the program system developed by checking the construction and operation contents of the small bridgies test-bed. The developed program system is linked to the development of smart name plate and reader module of non - power system.

KEYWORDS

Bridge maintenance
Maintenance standard
Building Information Modeling/Geographic Information System
Information
Communication
Technologies
budget
System development
Test-bed
Non-power system
Smart Nameplate

지자체에서 관리하는 교량에 대해서 과학적이고 체계적인 유지관리 표준안과 정량화된 데이터기반을 통한 예산확보 및 집행의 과학화를 위해 지자체관리용 교량 유지관리시스템이 필요한 실정이다. 본 연구는 지자체에서 유지관리하고 있는 소규모 교량의 효율적인 관리를 위한 시스템 개발을 목표로 하며 BIM/GIS기술 등의 ICT융합 기술을 사용하였다. 시스템개발의 세부내용으로는 모바일 기기용 소규모 교량 유지관리 프로그램 개발, 소규모 교량 유지관리 데이터베이스 개발, 소규모 교량 통합유지관리 개발이며 지자체에서 관리하는 소규모 교량의 테스트베드 구축 및 운영내용을 확인하여 개발한 프로그램 시스템의 신뢰성을 얻었다. 개발된 프로그램 시스템을 무전원방식의 교량 스마트 명판제작 및 Reader모듈 개발로 연계하였다.

교량 유지관리
유지관리표준안
BIM/GIS
ICT
예산
시스템 개발
테스트베드
무전원방식
스마트 명판

© 2017 Society of Disaster Information All rights reserved

* Corresponding author. Tel. 82-31-350-2315. Fax. 82-31-350-2084
Email. gmy1025@ssc.ac.kr

ARTICLE HISTORY

Recieved Sep. 9, 2017
Revised Sep. 11, 2017
Accepted Dec. 11, 2017

1. 서론

국내 전체 도로 연장 105,673km 중에서 지방자치단체(이하'지자체')가 관리하고 있는 도로는 87,584km로 전체도로의 82.8%, 교통사고 82%, 혼잡비용의 80%를 차지하고 교량 현황 또한 이와 유사할 것으로 예상되지만 지자체에서 관리하는 교량의 경우는 유지관리 수행하는 관리기술이 부족하며 노후화된 교량이 많아 안전사각지대에 놓여 있는 것으로 판단되어 본 연구를 수행하여 지자체 교량 유지관리에서 요구되는 맞춤형 소규모 교량 유지관리 시스템을 구축하여 지자체에 교량 유지관리기술을 정량화, 과학화시켜 현 시점에서 도출되는 문제점을 해결할 필요가 있다.

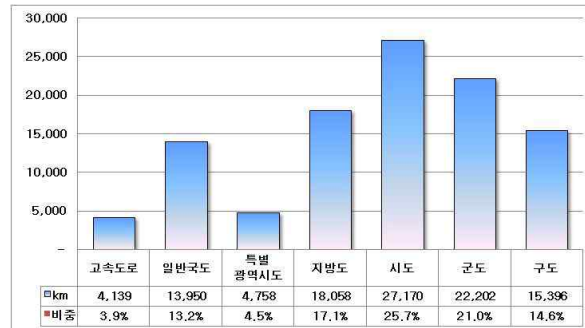


Fig. 1. Road Status (Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2015)

소규모의 교량을 가장 많이 보유하고 있는 지방자치단체의 주요기반 시설인 소규모 교량 유지관리에 있어서 현재의 문제점을 해결하고 효과적인 유지관리를 수행하기 위하여 정량화, 정보화를 바탕으로 한 효율적인 소규모 교량 통합유지관리 시스템을 개발할 필요가 있다. Table 1에서는 경기도에 있는 지방자치단체에서 관리하는 교량으로 이중에 시설물 특별관리법에 의해 유지관리 및 정보이력관리를 수행하는 교량은 약 6.6%~16.4%이고 교량의 유지관리에 대한 이력관리를 수행하지 못하는 특정관리 및 일반교량은 약 83.6%~93.4%에 달한다. 유지관리를 못하고 있는 교량 중에 30년 이상된 교량이 6.6%~28.5%로 조사되었다. 본 논문에서는 시설물 특정관리 시설이외의 특정관리 및 일반교량에 대한 효율성 있고 신뢰성 있는 유지관리를 위해 필요한 소규모용 교량 유지관리시스템 개발 및 모바일 기기를 통한 유용성에 대해서 논하고자 한다.

Table 1. Small bridge service life of municipalities in Gyeonggi Province

Service Life		A-Municipality(남양주시)		B-Municipality(화성시)		C-Municipality(수원시)	
		Number	Ratio(%)	Number	Ratio(%)	Number	Ratio(%)
Specific management & general bridge	Under 10 years	37	34.9	87	31.4	91	42.5
	10 to 20 years	34	32.1	47	17.0	49	22.9
	20 to 30 years	21	19.8	36	13.0	18	8.4
	Over 30 years	7	6.6	79	28.5	21	9.8
Facilities Special Management (Class 1,2)		7	6.6	28	10.1	35	16.4
Sum		106	100	277	100	214	100

2. 이론적 배경

2.1 연구개발대상의 국내 현황

지자체에서는 “시설물의 안전관리에 의한 특별법”으로 관리하는 1종, 2종 시설 이외에 특정관리 및 일반교량으로 분류하는 소규모의 교량에 대해서는 유지관리에 대한 이력관리 뿐만 아니라 교량의 기본정보인 교량등급, 준공년도, 구조형식 등의 내용을 보유하지 않은 경우가 다수이다. 1종, 2종 시설로 분류하여 “시설물의 안전관리에 의한 특별법”에 의해 관리되는 교량은 교량 정보시스템인 시설물 유지관리시스템(Facility Management System: FMS), 건설 CALS 시설물 유지관리시스템에 의해서 체계적으로 관리하고 있지만 지자체에서 관리하는 소규모의 교량에 대해서는 교량의 기본정보와 유지관리내용에 대한 이력정보가 부재하여 체계적인 유지관리가 어려운 실정이다.

지자체에서 관리하는 교량에 대해서 설계 및 시공도면의 부재, 정기 및 정밀점검 자료의 체계적이지 못한 관리 및 부재, 보수보강에 대한 내용의 이력관리 부재, 유지관리 예산계획 및 시행내용의 부재 등은 소규모 교량의 유지관리 이력을 통한 모니터링을 불가능하도록 하는 원인이 되었다. 현장조사를 통해 기존 소규모 교량의 관리에 필요한 기본정보를 작성하고 신규로 건설되는 소규모 교량의 설계 자료와 시공내용을 데이터베이스 구축하여 본 논문에서 제시하는 지자체에서 적용 가능한 소규모용 유지관리시스템과 모바일 연동한 서버를 통해 지자체 교량의 체계적인 유지관리를 추구하고자 한다.

2.2 연구개발의 목표 및 내용

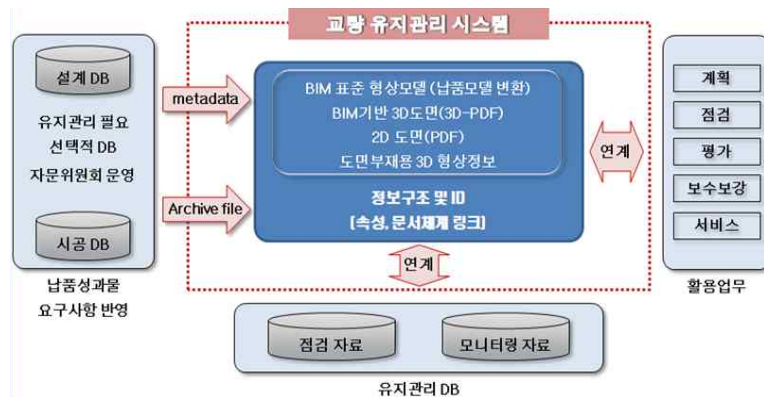


Fig. 2. Small bridge maintenance system S/W block diagram

2.3 연구개발의 추진전략 및 방법

다수의 소규모 교량들을 통합으로 유지관리하기 위한 시스템을 개발하여 지자체에서 시행하는 유지관리 데이터베이스와 연동하며 모바일 기기(스마트패드)와 통신하고 클라우드 형태로도 유지관리 데이터를 수정할 수 있도록 하고자 한다. 또한 BIM 데이터와 유지관리 데이터를 산업용 기초등급(Industry Foundation Classes : IFC)을 통해 맵핑(Mapping)시키고 이를 서버에서도 접근 가능한 시스템으로 개발하고자 한다.

3. ICT 융합 지자체 교량 유지관리 시스템 개발

3.1 시스템 개발 환경

1995년도의 법 제정에 따라 교량의 관리주체에게 안전 및 유지관리 계획을 수립하고 정기·정밀점검과 정밀안전진단의 수행 내용을 제출하는 등 다양한 의무가 부여되었으나 정보 관리기술의 부족으로 인해 관리주체가 수행한 결과도서를 서류로 제출받

아 관리주체의 법령 이행여부만을 확인하였다. 이러한 유지관리 결과도서를 교량의 안전 확보와 국가 안전정책 자료로 활용하기 위해 정보시스템을 구축한 것이 시설물정보종합시스템(FMS)이다.

시설물정보시스템에서 관리하는 교량은 지자체에서 보유하고 있는 교량의 1종, 2종으로 국한하여 Table 1에서 제시한 내용과 같이 특정관리 및 일반교량의 보유수가 많음에도 불구하고 정보시스템으로 별도 관리하지 못하는 시설물에 대한 체계적인 관리를 위해 시스템개발이 절실한 실정이다.

3.2 서버 시스템 기능

개발한 지자체 교량 유지관리 시스템의 주요기능은 Table 2와 같이 교량의 위치를 포함한 기본정보와 제원, 관리주체정보, 유지관리를 위해 수행한 점검내용의 이력 확보, 보수·보강의 계획을 포함한 공간내용의 이력을 확인할 수 있고 향후 지자체에서 교량의 유지관리를 위해 필요한 예산의 체계적인 수립이 가능할 수 있도록 하였다.

Table 2. Functions of Municipal Bridge Maintenance System

Function	Contents of Municipal Bridge Maintenance System
Server Connection(Log on)	- Connect to DB(Data Base) server and FTP(File Transfer Protocol) server
Bridge Search	- Search for bridge location & information - View area map and show bridge location - Map view(GIS), bridge search by road(Includes bridge-grade fault alarm)
Bridge General Status	- List of all registered bridges and information - New Registration and Modification of Bridges
Registration of Bridge History	- History information of bridges - FTP server folder for uploading and downloading
Facility Management Register	- Basic information of bridges managed by municipalities - Image information using drone shooting - BIM data of bridges
Bridge Budget Planning	- Remodeling cost for repair & reinforcement of bridge - Bridge budget information - Prioritize maintenance

지자체 교량 유지관리 시스템의 로그인을 위해서는 Fig. 3의 화면에서 DB서버와 FTP에 접속하기 위한 주소, 사용자, 암호를 입력한다. 시스템에 등록된 교량위치를 지도상에 표시하고 간단한 정보를 확인하기 위한 Fig. 4와 같이 GIS기반으로 입력된 교량의 업데이트 순서정리, 가나다 순서정렬 등의 검색을 다양화하고 지자체에서 관리하는 도로 리스트를 통해 해당도로에 속한 교량검색과 교량등급이 해당도로에 속해있는 기타교량보다 만족하지 못할 경우에는 경고를 확인할 수 있다.



Fig. 3. Server connection(Log on)

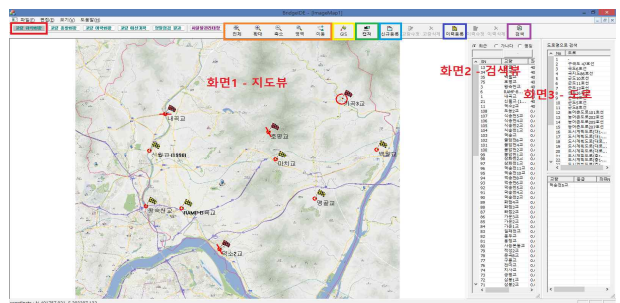


Fig. 4. Bridge search

교량의 총괄현황을 확인할 수 있는 Fig. 5에서는 GIS정보와 교량의 구조적 내용을 확인할 수 있고 교량의 신규 등록과 수정에 대한 정보를 제공한다. Fig. 5에서 제공하는 이력등록검색을 이용하면 Fig. 6과 같은 교량의 이력정보를 확인할 수 있다. 이력정보에서는 FTP서버 탐색기를 이용하여 FTP 서버의 폴더와 File 목록을 확인할 수 있다. 또한, 로컬탐색기에서 선택한 파일을 현재 FTP 서버폴더에 올릴 수 있고 FTP서버 탐색기에서 선택한 파일을 현재 로컬폴더로 저장할 수 있다.

시설물 유지관리 대장을 나타낸 Fig. 7에서는 지자체에서 유지 관리하는 소규모 교량의 기본제원을 확인할 수 있고 유지관리시에 수행한 BIM 모델과 드론 촬영에 대한 결과물을 등록할 수 있다. Fig. 8은 연구를 위해 테스트베드(Test-Bed) 수행한 남양주시에 위치한 마치교의 BIM 모델을 나타내고 있고 시설물 유지관리대장과 연계하여 저장할 수 있다.

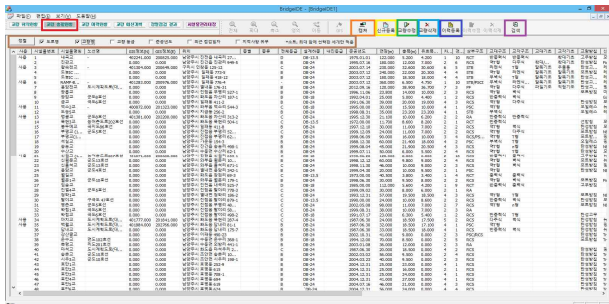


Fig. 5. Bridge General Status

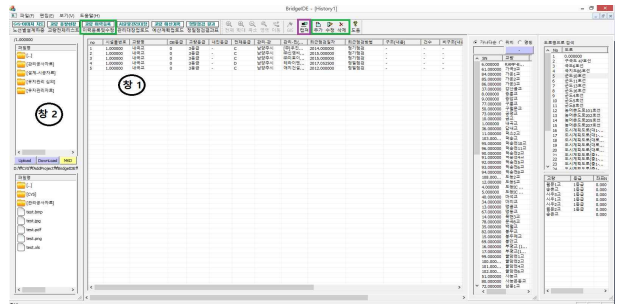


Fig. 6. Registration of Bridge History



Fig. 7. Facility Management Register

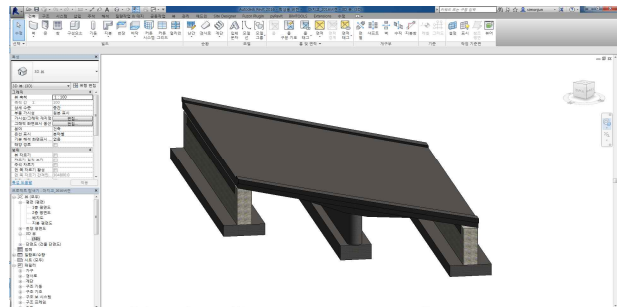


Fig. 8. BIM Bridge Installed in Facility Management Register

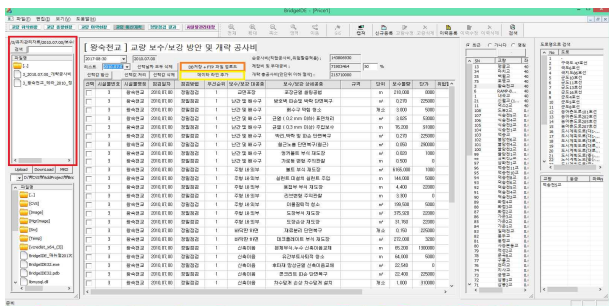


Fig. 9. Bridge Budget Planning

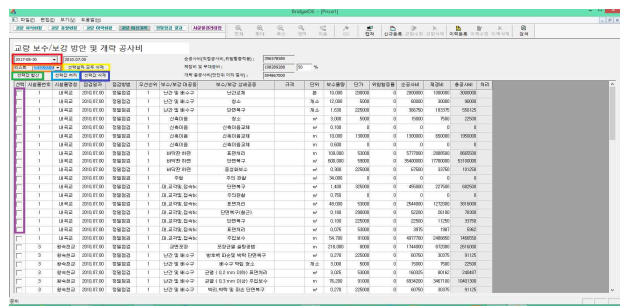


Fig. 10. Maintenance and Repair Cost of bridge

Fig. 9의 교량 예산계획에서는 교량 보수보강을 위한 예산 계획, 예산안의 삭제 및 합계, 보수보강계획에 대한 공사여부를 결정할 수 있고 FTP 서버 탐색기를 이용하여 선택된 교량에 해당하는 예산파일 리스트를 확인할 수 있다. Fig 10과 같이 계획된 예산을 수정하고 삭제할 경우 데이터베이스를 변경하고 변경된 새로운 예산파일을 통합프로그램 시스템에 등록할 수 있도록 하였다.

3.3 시스템과 모바일과의 연계기능

통신서비스가 불가능한 지역의 교량 현장에서도 교량 유지관리 데이터의 리딩(Reading)을 유지관리 데이터 확보가 가능하고, 새롭게 유지관리 이력 데이터들을 라이팅(writing)을 통한 수정이 가능하며 통신 가능지역으로 이동시에 자동으로 원격지의 통합 유지관리 시스템의 접속을 통한 데이터베이스 수정이 가능하도록 무전원 방식의 스마트 명판을 각각의 교량에 설치하고 모바일 기기와 연계하도록 한다.

무전원 방식의 스마트 명판은 내부적으로 Fig.11과 같은 IT 기술을 적용한 전자명판으로 전원을 갖고 있지 않으며 스마트 명판을 인식하여 해당하는 교량 유지관리 데이터들과 연동시키기 위한 무선기술을 내장하였다. 내장된 무선 기술 중에서 사계절 실외 환경이라는 악조건 속에서도 견딜 수 있는 기술을 선정할 필요가 있다. 전자명판에는 내부메모리를 통해 교량의 유지관리 관련 데이터를 내장하고 있으며 스마트 패드와 같은 모바일 기기로부터 전원을 인가하여 내부 데이터를 모바일 기기에 전송하고 모바일기에서 교량 데이터의 수정 및 저장을 수행할 수 있도록 개발하였다. 교량이 산악지역과 같이 통신 불능 지역 안에 존재할 것을 대비하여 독립형 교량 명판은 스마트 명판과 모바일 기기만으로도 독립적인 교량 유지관리를 수행할 수 있도록 하고 이때 사용하는 Reader 모듈은 모바일기기에 연결하여 스마트 명판을 인식할 수 있도록 수행하기 위한 시스템 모듈이다.

Fig.12는 교량에 설치한 스마트 명판을 이용하여 지자체에서 관리하는 교량의 유지관리시에 현장에서 기존 점검한 데이터 베이스 조회 및 신규 조사된 점검 자료를 스마트 명판에 등록하는 과정에 대한 내용이며, 통신가능 지역에서는 현장에서 점검한 조사 및 보수보강 이력내용을 서버접속을 통하여 자동으로 데이터베이스를 등록하는 순서이다.

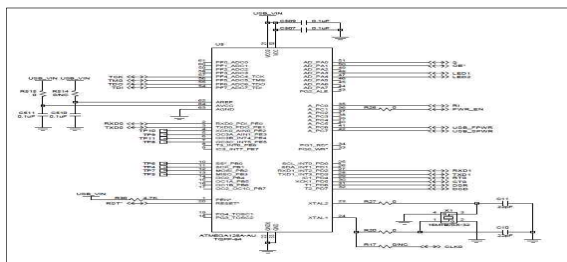


Fig. 11. Developing of electronic circuit

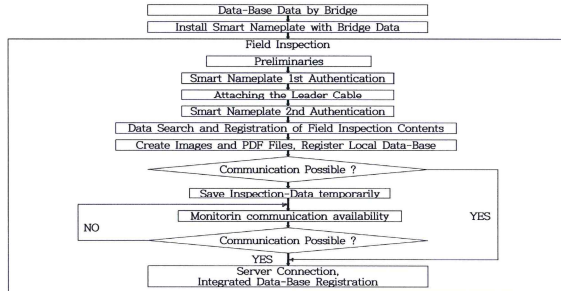


Fig. 12. Data-Base Registration Using Smart Nameplate



Fig. 13. Integration Test of Smart Nameplate through Bridge Maintenance Mobile Program and Reader

Fig. 13과 같이 모바일 기기용 교량 유지관리 프로그램은 모바일 기기에서 원격지의 교량 통합유지관리 시스템과의 실시간 통신을 통한 해당 교량의 유지관리 데이터 수신과 변경·전송기능을 클라우드 형태로 수행하며, 스마트 명판을 읽기 위한 리더(Reader) 모듈을 연결하여 해당 교량의 스마트 명판이 내장하고 있는 유지관리 데이터를 수신과 변경·전송 기능을 독립형태로 수행한다. 그리고 위치 데이터를 기반으로 한 교량정보를 GIS 연동하여 보여준다.

4. 결론

본 논문에서는 지자체에서 관리하는 소규모 교량의 통합유지관리를 위한 시스템을 개발하고 모바일 스마트 기기를 통해 통신 서비스가 불가능한 지역에서도 교량에 설치한 스마트 명판을 통해 교량 유지관리 데이터 수정이 가능하고 통신 가능지역에서는 원격지의 통합유지관리 시스템으로의 접속을 통한 수정이 가능하도록 개발하였다.

(1) 교량에 설치한 스마트 명판에는 변화가 심한 외기 환경에서도 견딜 수 있는 무전원 방식의 무선 센싱기술(QR Code)을 내장시키고 교량 유지관리 데이터를 In/Out 기능이 가능한 리더 모듈을 개발하였다.

(2) 독립형 및 클라우드형 교량 유지관리 모바일 프로그램을 포함하고 GIS와 연동한 통합유지관리 시스템을 개발하여 지자체에서 관리하는 다수의 소규모 교량에 적용하여 향후 계획적인 유지관리가 가능하도록 하였다.

(3) 클라우드 방식의 원격지 모바일 기기에서 접근이 가능하도록 지자체에서 관리하는 다수의 소규모 교량 통합유지관리 시스템을 개발하고 데이터베이스 구축을 포함한 현장적용 시험을 통해 신뢰성을 확보하였다.

감사의 글

본 논문은 2016년 11월부터 중소기업청에서 시행한 창업성장기술개발사업 '창업과제(2차) - ICT 융합지자체 교량 유지관리 시스템 개발'의 연구비지원을 받아 수행된 연구결과(특허출원 10-2017-0075925)이며, 이에 감사드립니다.

References

- Ministry of Land, Infrastructure and Transport. (2012). "Detailed Guidance for Safety Inspection and Precision Safety Diagnosis (Bridge)."
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport. (2011). "Assessing and Improving for Seismic Performance of existing Facilities (Bridges)."
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport. (2016). "Special Legislation on Safety management of Facilities."
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport. (2015). "Operation Regulation of Facilities Information Management Comprehensive System and Facility Disaster Management System."
- Kyung-Hoon Park., Jong-Wan Sun. (2016). "Development of Road Bridge Information Management System based on Internet." Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol 17, No.11, pp716-723
- Hong Tae Park. (2016). "A Study on A Computerized Input Data Model Building for Wide Project Management." Journal of The Korea Society of Disaster Information, Vol 12, No.1, pp19-31