

2차원 CAD 건설도면과 공간DB 갱신기술을 활용한 시설물 유지관리 방안에 대한 연구

A Study on A Facility Maintenance Management Method Using 2D CAD and Spatial Database Update Techniques

고원근*, 박형근**
Ko, Won-Keun*, Park, Hyung-Keun**

요 약

본 연구는 시설물의 2D 건설도면과 공간 DB 갱신기술을 활용하여 시설물 유지관리의 체계적이고 효율적으로 수행하기 위한 방안 제시를 목적으로 한다. 기존의 유지관리 시스템 운영 및 업무 수행 시에는 시설물 건설도면 정보의 활용이 미비한 실정이다. 또, 시설물 관리주체에서 운영 중인 유지관리 시스템 조사·분석을 통해 시설물 유지·보수에 대한 이력과 유지관리 시 얻어진 시설물 건설도면 정보의 DB 갱신의 관리가 체계적으로 수행되지 않는 문제점과 시설물 내·외부 위치정보의 부재에 대한 유지관리 업무의 효율성 저하 등에 대한 문제점을 도출하였다. 이를 바탕으로 기존의 시설물 2D 건설도면과 공간 DB 갱신 기술을 활용한 유지관리 이력 및 정보의 체계적인 관리와 시설물 위치정보 제공을 통한 효율적인 업무 수행을 위한 방안을 제시한다.

키워드: 시설물 유지관리, 건설도면, 공간 DB, 유지관리 시스템

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

광범위한 지역에 걸쳐 있는 시설물에 대한 안전 및 유지관리에 대한 수요가 증가하고 있다. 또, 시설물의 시간에 따른 노후로 인해 유지관리에 소요되는 비용이 최근 10년간 5배 이상 크게 증가하였고, 향후 시설물에 대한 유지관리 비용의 급격한 상승이 예측된다.¹⁾ 이처럼 많은 시설물과 유지관리 비용의 증가로 시설물 유지관리의 필요성은 증대 되었고, 그에 따른 체계적인 관리를 위한 시스템 구축 및 방안 마련에 대한 필요성이 대두 되고 있는 현실이다.

또, 현행 유지관리 업무의 경우 시설물의 건설도면을 업무에 활용하고는 있지만 유지관리 현장업무 조사 및 검사, 보수·보강 시 참고자료로만 사용되고 있다. 따라서 유지관리를 통한 각 시설물 건설도면의 변경사항이나 얻어진 정보 및 이력관리가 체계적이고 효율적으로 이루어지지 않고

있다.(진귀현 2005) 본 연구는 현재 진행 중인 지능형국토정보기술혁신사업의 일환으로 2D 건설도면과 공간DB 갱신 기술을 활용한 시설물 유지관리의 체계적이고 효율적인 방안을 제시하는 것을 연구 목적으로 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 현행 유지관리 체계를 바탕으로 시설물의 2D 건설도면과 공간DB 갱신기술을 활용한 시설물 유지관리 방안을 제시하는 것을 연구 범위로 한다.

또한, 연구방법은 시설물 유지관리에 대한 현황 조사와 유지관리 관련 연구 동향을 조사, 분석 하였고, 시설물 관리주체의 유지관리 시스템 조사하여 문제점 도출하였다. 이를 통하여 2D 건설도면과 공간 DB 갱신기술을 활용한 유지관리 방안을 제시함으로써 기존 시설물 유지관리의 방법을 개선하고 체계적인 유지관리 업무 수행을 위한 방안을 제시하고자 한다.

2. 시설물 유지관리 현황 및 이론적 고찰

2.1 시설물 유지관리 현황

시설물 유지관리 대상의 증가 추이는 1995년 “시설물의 안전관리에 관한특별법”(이하 “시특법”) 제정 이후 시특법

* 일반회원, 충북대학교 대학원, 석사과정
creziok@chungbuk.ac.kr

** 종신회원, 충북대학교 토목공학과 조교수, 공학박사
parkhk@chungbuk.ac.kr

본 연구는 국토해양부 지능형 국토정보 기술혁신사업단의 연구비 지원에 의한 연구의 일부임 과제번호 : 06 국토정보 B01

1) 국토해양부, “제2차 시설물의 안전 및 유지관리 기본계획”, 2007

에 의한 안전 및 유지관리 대상인 1, 2종 시설물의 대상이 급증하였다. '95년-'00년까지 11.5-18.4%, '01년-'06년까지는 6.2-10.0%로 증가 하였다.(표1 참조)

표 1. 시특법 대상 시설물 현황²⁾

(단위: 개소)

구분	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06
합계	3,026	3,521	3,890	4,341	4,802	5,268	6,148	6,665	6,989	7,729	8,163	8,585
도로	2,192	2,510	2,762	3,139	3,509	3,869	4,582	4,986	5,255	5,906	6,291	6,632
철도	647	803	899	956	1,030	1,133	1,286	1,393	1,445	1,525	1,567	1,613
항만	139	158	178	194	208	210	220	226	229	238	244	247
댐	48	50	51	52	55	56	60	60	60	60	61	93

또, 시설물 유지관리 계약실적은 '99년 이후 2005년까지 년 평균으로 계약건수는 31.9%, 계약금액은 25.7%의 높은 성장률을 보이며, 2001년 이후 시설물 유지관리 관련 계약 실적은 10% 내외의 꾸준한 증가를 기록해 2005년 들어 계약건수는 30,060건이며 계약금액은 1조 1,882억 원을 기록하였다. 즉 시설물의 수가 매년 10% 이상 증가 하였고, 이에 따른 유지관리 비용의 증가는 최근 10년간 5배 이상 증가하였음을 알 수 있다.

표 2 시설물 유지관리 계약실적 변화추이³⁾

(단위: 건, 백만원)

구분	1999년	2000년	2001년	2002년	2003년	2004년	2005년	연평균 증가율
건수	5,696	13,877	20,806	22,260	24,897	25,535	30,060	31.9%
증감 율		143.6%	49.9%	7.0%	11.8%	2.6%	17.7%	
금액	377,519	774,074	1,013,506	1,134,412	1,268,104	1,329,885	1,488,203	25.7%
증감 율		105.0%	30.9%	11.9%	11.8%	4.9%	11.9%	

표 1 및 표 2에서 보여주듯이 시설물 안전 및 유지관리 수요를 전망한 결과, 2010년 중후반까지는 안전 및 유지관리 시장이 현재의 증가율로 유지되다가 2020년 이후부터 증가세가 확대될 것으로 예측되나 2050년 이후부터는 증가세가 둔화될 것으로 전망되어 진다. 또한, 1970년대 중후반부터 도로, 교량, 댐 등의 시설물이 집중적으로 건설되었기 때문에 20년 이상 된 노후 시설물을 비롯해 유지관리 대상이 되는 시설물이 점점 증가 할 것이며, 향후 2011년까지 국토균형개발 등에 의한 시설물의 증가추세에 따라 2050년까지는 시설물에 대한 안전 및 유지관리 수요가 급증 할 것이다.

이처럼 급격한 유지관리 수요 및 비용의 증가가 예상 되지만, 체계적인 유지관리 방법 및 업무 시스템 구축이 미비한 실정이며, 기존 시설물의 시공도면 및 건설도면을 활용한 유지관리의 이력관리 및 공간 DB 갱신을 이용한 시설

물 부재의 보수·보강 위치정보 제공으로 좀 더 효율화된 유지관리 체계 수립이 필요하다.

2.2 유지관리 관련 기술에 관한 고찰

최근 시설물 유지관리 연구에 대한 동향은 기존의 유선 방식의 시설물 모니터링 기술을 선진화하여 유비쿼터스 환경에 적합한 요소기술 개발과 실시간 무선통신 및 센서의 양방향 통신이 가능한 시스템을 구축하여 시설물의 유지관리에 활용하고, GIS, LBS 기술 등을 접목하여 시설물내의 센서 및 데이터 분석, 상태관리 및 시설물 관리 등이 가능한 웹 기반 시설물 모니터링 시스템을 구축하는 것에 대한 연구가 활발히 진행 중 이다.(우제윤 2006)

2.2.1 무선통신 및 센서 시스템

시설물 유지관리를 위한 구조물 모니터링 시스템 구축에 있어서 계측 시스템 구성을 무선으로 대체하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. Williams(1998)⁴⁾는 자가 충전이 가능한 무선센서 장치를 개발하였고, Lemke(2000)⁵⁾는 무선 통신을 이용하여 웹서버에 저장된 현장 데이터 획득을 위한 원격 진동 감지 시스템 연구 수행을 하였으며, 이를 바탕으로 사회간접자본 시설물에 유지관리 및 모니터링에 적용하기 위한 센서 개발에 많은 연구가 수행되었다. 하지만, 유연한 시설물의 물리적인 특성을 나타내는 데이터가 충분한 민감도(Sensitivity)를 제공하지 못하고, 근거리무선통신 기술의 발전 및 양방향 통신을 통한 시설물 제어 성능이 부족하며 유비쿼터스 시설물 유지관리 및 모니터링 기술 적용에 한계가 있다.(허광희 2005)

2.2.2 유비쿼터스 컴퓨팅 유지관리 시스템

다양한 종류의 컴퓨터가 사람, 환경, 사물 속에서 이들이 네트워크로 연결되어 인간의 삶을 도와주는 신 개념의 컴퓨팅 환경을 유비쿼터스 컴퓨팅(UbC)라고 한다. 최근 시설물의 유지관리 및 안전관리가 필요한 시설물에 적용하기 위하여 Kurata(2003)⁶⁾ 등은 무선센서 네트워크를 이용한 유비쿼터스 유지관리 및 모니터링 개념을 제안하였으며, 시설물의 유지관리 및 거동을 제외한 물리적 특성을 모니터링하는 분야의 연구가 부족하며, 근거리무선시스템과 유비쿼터스 컴퓨팅 환경이 복합된 유지관리시스템은 관리자와 시설물, 시설물과 시설물간의 양방향 통신이 가능한 센서를 소유해야 한다. 또한, 각 모듈들이 모듈별로 성능이 업그레이드 될 수 있는 가능성을 갖는 시스템이 필요하며, 시설물

4) Williams, C. B., "Feasibility study of vibration-electric generator for bridge vibration sensors", Proceedings of the 16th International Modal Analysis Conference IMAC, 1998, 1111-1117

5) Lemke, J., "A remote vibration monitoring system using wireless internet data transfer", Proc. SPIE Vol. 3995, 2000, pp. 436-445

6) Kurata, N., "A Study on Building Risk Monitoring Using Wireless Sensor Network MICA-Mote", Proceedings of First International Conference on Structural Health Monitoring and Intelligent Infrastructure, 2003

2) 한국시설안전공단, "시설물 통계연보", 2007

3) 대한전문건설협회, "2006년도 통계연보", 2006

유지관리 관리자의 시설물 제어를 위한 정보 제공을 위한 통신 기술 및 시스템 구축이 필요하다.

3. 현행 유지관리 시스템 문제점

시설물 유지관리 업무 수행 시 얻어지는 보수·보강 자료나 기타 이력들을 관리하는 것이 현재 운영 중인 유지관리 시스템의 주이다.(주기범 2005) 또한, 기존의 유지관리 시스템은 단순히 정보 보관 이상의 의미를 갖지는 않고 있으며, 유지관리 수행 시 얻어지는 정보 및 이력을 체계적으로 관리 하고 있지 못한 것이 현실이다. 물론 가장 큰 문제는 시설물의 수의 증가와 그에 관련된 정보의 양이 증가하고, 수집된 정보가 체계적으로 관리되지 않은 것이 가장 큰 문제점이라 할 수 있다.

또한 기존 시스템에서는 2D 건설도면을 기반으로 DB가 제공되지만, 현장조사 시 참고자료로 활용되는 도면의 수가 많고 시설물과 일일이 대조하며 점검해야 하기 때문에 업무의 효율성이 떨어지는 문제점을 안고 있다. 그리고 시스템 상의 제약으로 인해 2D 건설도면을 그대로 적용하지 못하며 시설물 건설도면의 외곽선만 추출하는 제작업 과정을 여러 번 거쳐야 한다. 또 이 도면은 시설물의 외관 형태와 크기만을 표현해 준다. 시설물 부재 또는 그에 대한 위치정보를 정확히 알 수 없기 때문에 현장 점검 시 정밀성을 요하기 힘들며, 시설물의 내·외부 위치정보의 부재로 인해 보수·보강이 필요한 위치를 도면상에 정확히 표시하기 힘들며 이 작업 또한 대략적인 모양과 형태만을 수기로 입력하게 되므로 높은 정확성을 기대하기 힘들다.

그리고 현장 유지관리 조사 시, DB에 저장된 시설물의 도면은 일정한 축척(Scale)을 가지고 있지 않기 때문에, 조사 수행 전에 시설물에 대한 형태나 크기, 특지에 따라 도면의 축척의 조정이 필요하므로 작업의 효율성이 저하되는 문제점을 안고 있다.

이처럼 유지관리 시 이용되는 시스템의 가장 큰 문제점은 시설물의 2D 건설도면 및 이력 및 정보의 갱신이 원활하지 않기 때문에 유지관리 정보의 관리가 제대로 이루어지지 힘들고, 도면과 실제 시설물과의 위치정보의 매칭이 이루어 지지 않기 때문에 유지관리 업무의 정확성 및 정밀도, 그리고 업무의 효율성이 저하되는 문제를 안고 있다.

4. 시설물 유지관리 방안

4.1 건설도면을 이용한 공간 DB 갱신 기술

CAD 건설도면을 이용하여 구조물의 위치정보와 속성정보를 포함하는 공간 DB를 구축하는 기술을 개발함으로써 신속하고 체계적인 범국가적 공간 DB 구축체계를 정립하고 나아가 방대한 공간 DB를 웹서비스를 통해 효과적으로 제공하기 위한 기술개발이 목적이다.⁷⁾

7) 국토해양부 지능형국토정보기술혁신사업단 u-GIS 건설정보화 연구 과제 중 서울대학교, (주)시터스에서 연구·개발 중임 내용임

건설도면 활용을 위한 UFID(Unique Feature Identifier) 활용 연구를 통해 기존의 2차원 CAD 건설도면을 실세계 위치 기반의 GIS로 변환하기 위해 2차원 CAD 정보의 요소 식별자를 부여하고 이를 국토공간정보관리시스템의 UFID와의 연계기술의 개발과 체계적인 공간 DB 관리를 위해 시스템 DB의 갱신과 이력관리 기술을 개발하고 건설도면의 자동적인 공간 DB 갱신을 위한 시스템 개발을 위한 연구가 진행 중이다.

4.2 2D 건설도면의 공간 DB 갱신기술을 이용한 유지관리 방안

현재 시설물에 대한 유지관리는 사후유지관리를 위한 체계를 중심으로 이루어지고 있지만 설계, 시공, 사후유지관리 등 사전의 예방적 유지관리를 위한 체계를 수립하기 위해서는 각 시설물에 건설도면을 이용한 유지관리 방법이 필요하다.(김준범 2006) 또한 현 유지관리 체계와 같이 시설물 건설도면을 보수·보강 점검 시 참고자료로만 활용되는 안 될 것이다. 건설도면은 시설물에 대한 다양한 정보 및 DB를 담고 있으며 이를 유지관리 수행 시 적극 활용하고 업무 수행 시 얻어지는 시설물에 대한 새로운 정보 및 보수·보강 이력을 계속적으로 갱신 할 수 있는 방법이 적용되어야 할 것이다.(이는 지능형국토정보기술혁신 사업 중 CAD 건설도면을 이용한 공간 DB 갱신 기술을 활용) 그림. 1은 시설물 유지관리 현황 및 시스템 조사를 통해 문제점을 도출하고 이를 바탕으로 건설도면과 공간 DB 갱신 기술을 활용한 유지관리 방안 제시에 대한 전체적인 흐름을 도식화 한 것이다.

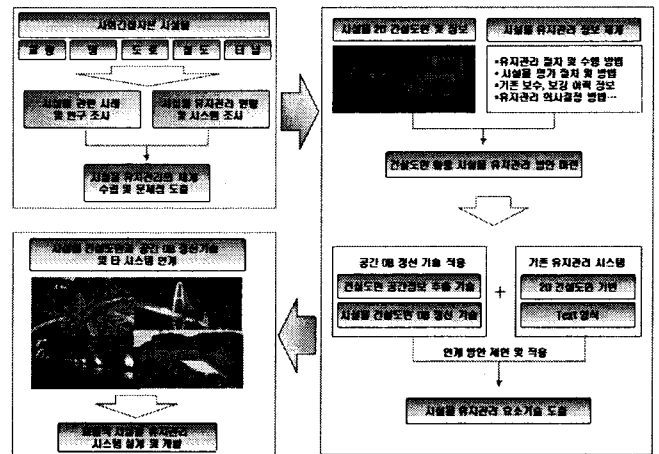


그림. 1 시설물 유지관리 방안에 관한 흐름도

또 시설물의 정보 및 이력이 담긴 CAD 건설도면을 갱신할 경우 시설물의 외형 및 정보를 수치지형도 및 GIS 공간 DB 갱신이 가능하기 때문에 시설물에 대한 위치정보를 부여 할 수 있고, GIS DB와의 연계 및 변환이 가능하며 시설물 유지관리 시스템과 GIS와의 융합을 통한 통합적인 시설물 관리 시스템 및 DB 구축이 가능할 것이다.(김해명 2005) 그리고 건설도면의 공간 DB 갱신과 위치참조 모델

의 적용으로 시설물의 정확한 위치 및 좌표를 도면상에 나타낼 수 있다. 시설물의 위치정보를 더 정밀하게 제공하기 위해서는 위치정보가 부여된 건설도면에 GPS 또는 USN(Ubiquitous Sensor Network) 기술을 연계 할 경우 업무 수행자가 시설물 유지·보수 점검 시 시설물 내·외부 부재의 위치를 더 정확하게 찾을 수 있고, 도면상에 보수·보강 위치를 정 정밀히 나타낼 수 있다. 이처럼 유지관리 업무 수행 중 발생한 정확한 이력 및 정보의 지속적인 갱신으로 차후 유지관리 업무 수행에 많은 이점을 제공할 수 있다.

그리고 유지관리 업무 수행 시 갱신된 시설물의 CAD 건설도면을 PDA나 UMPC에 저장하여 업무에 활용하여 편의성을 도모 할 수 있다. 또, 언제 어디서나 시설물의 도면 및 정보, 보수·보강 이력 등의 DB를 열람 및 참조가 가능하기 때문에 유지관리 업무의 효율성 또한 증대 시킬 수 있을 것이다.

5. 결론

시설물의 증가에 따른 유지관리의 수요와 비용이 증가함에 따라 체계적인 유지관리 방안 마련의 필요하다. 하지만, 현행 유지관리 시스템 체계에서는 시설물의 이력 및 정보의 저장만을 목적으로 이루어지고 있다. 또한 건설도면을 활용한 보수·보강 이력의 갱신 및 시설물의 정확한 위치정보가 제공되지 않기 때문에 효율적인 유지관리 업무 수행이 이루어지지 않고 시설물 유지관리 정보 및 DB 체계 구축 또한 제대로 수행되지 않는 것이 가장 큰 문제점이다.

따라서 본 연구에서는 2D 건설도면을 활용한 공간 DB 갱신 기술과 위치참조 모델을 적용을 통한 시설물의 위치 정보 제공으로 유지관리 업무 효율성을 높일 수 있고, GPS와 센서 등의 네트워크 기술의 접목으로 위치정보의 정확성 및 정밀성을 구현할 수 있을 것이다. 또한, 갱신된 시설물의 CAD 건설도면의 GIS DB와의 연계를 통하여 통합적

인 시설물 관리의 가능과 업무의 효율성 제고를 위한 UMPC와 PDA의 활용으로 시설물 정보 및 DB를 실시간으로 제공 받을 수 있을 것이다. 이와 같이 효율적인 유지관리 방안의 활용을 위해서는 연계 요소기술의 개발 등의 추가적인 연구를 지속하여야 하겠다.

참고문헌

1. Kurata, N., "A Study on Building Risk Monitoring Using Wireless Sensor Network MICA-Mote", Proceedings of First International Conference on Structural Health Monitoring and Intelligent Infrastructure, 2003
2. Lemke, J., "A remote vibration monitoring system using wireless internet data transfer", Proc. SPIE Vol. 3995, 2000, pp. 436-445
3. Williams, C. B., "Feasibility study of vibration-electric generator for bridge vibration sensors", Proceedings of the 16th International Modal Analysis Conference IMAC, 1998, 1111-1117
4. 김준범, "PMS를 활용한 예방적 유지관리의 적용방안", 한국도로학회지, 한국도로학회, 제8권 제1호, 2006, pp.22-27
5. 김해명, "유비쿼터스 환경에서의 시설물 관리를 위한 전자라이브러리 구축 방안 연구", 대한토목학회 정기학술대회, 대한토목학회, 2005, pp.3619-3622
6. 우제윤, "유비쿼터스 환경의 지능형 시설물모니터링 기술개발", 국토해양부: 한국건설교통기술평가원, 2006
7. 전귀현, "생애주기비용에 기초한 시설물 최적 유지관리 시스템 개발", 한국시설안전공단, 2005
8. 주기범, "시설물 유지관리시스템 구축(III)", 한국건설기술연구원, 2005
9. 허광희, "차세대 건설 구조물의 유지관리시스템을 위한 기대와 전망-차정식 현수교 모델을 중심으로", 구조물진단학회지, 한국구조물진단유지관리학회, 제9권 제3호, 2005, pp.3-11

Abstract

The aim of this study is for performing the efficient and systematic facility maintenance management by using 2D CAD data and the technique of updating spatial DB. The existing system of the facility maintenance management and the performance is not properly made out utilizing the information about the construction drawings. Moreover, the management of the DB renewal, which is about the information of construction drawing, is not carried out properly. Furthermore, this study draw the conclusion on the effectiveness of reducing maintaining active by the lack of the interior and exterior location information. This study suggest the method of the efficient maintenance management of facilities by using the technique of updating spatial DB and the facility location information.

키워드: Facility Maintenance management, Construction Drawing, Spatial DB, Facility Maintenance System
