

임대형 민자사업(BTL) 발주 시설물의 합리적 유지관리시스템 모듈 설계에 관한 연구 -교육시설물을 중심으로-

A Study on the Maintenance System Module Design for the BTL Project Facilities : Focused on Educational Facilities

김 상 석* · 손 재 호** · 이 승 현*** · 김 재 온****
Kim Sang-Seok · Son Jae-Ho · Lee Seung-Hyun · Kim, Jae-on

요 약

교육시설물 BTL 사업은 2005년 긴급하고 시급한 공공시설물을 앞당겨 공급하겠다는 취지에 의해 시작되었으며, 2007년 3월 준공이 완료되어 운영단계로 접어들면서 유지관리 업무에 대한 관심이 증대되고 있다. 그러나 BTL 사업 시행 초기이고 처음 운영단계에 접어들면서 운영 및 유지관리 업무에 실적 Data가 전무한 실정이다.

이에 본 연구는 교육시설물 BTL 사업의 효율적인 유지관리 업무 수행을 위해 업무 프로세스 도출 및 유지보수 Item을 규명하였다. 이를 통해 유지보수 업무 수행 시 발생하는 정보를 DB화하여 효율성을 극대화 할 수 있는 교육시설물 유지관리시스템 모듈 설계를 목적으로 한다.

키워드: 교육시설물, BTL, 유지관리 업무 프로세스, 유지관리 Item, 유지관리시스템

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 정부에 의해 추진되고 있는 임대형 민자사업(Build-Transfer-Lease : BTL)은 긴급하고 시급한 공공시설물을 앞당겨 공급함으로써 국민들이 시설편익을 조기에 향유토록 한다는 취지에 의해 2005년부터 실시 중이다.

그 중에서도 2006년 사업비 기준 교육시설물 사업은 33% 가량을 차지하고 있어 그 중요도가 크다고 할 수 있다.¹⁾ 또한, BTL 사업은 민간이 재원을 마련하여 건물을 시공한 후 20~30년간의 운영비용 불변가 추정이라는 측면에서 볼 때 운영의 Risk가 상대적으로 높다고 할 수 있으며, 성과요구수준서에 따른 운영비용 Penalty Risk와 운영비가 건축물 생애주기비용(Life Cycle Cost : LCC)의 80% 이상을 차지한다는 기

존 연구²⁾에 비추어 볼 때 준공 이후의 운영 및 유지관리 업무가 매우 중요하다는 것을 알 수 있다.

2005년에 실시된 BTL 사업이 처음 2007년 3월에 준공이 완료되어 운영 업무가 실시되고 있으나, 현재 BTL 사업의 운영 및 유지관리 업무에 대한 실적 자료 및 누적된 Data가 전무한 상태이다.

이에 본 연구는 BTL 사업에서 중요한 위치를 차지하고 있는 운영단계의 효율적인 유지관리 업무 수행을 위해 BTL 사업 발주 교육시설물 유지관리 업무 프로세스를 규명하여, 유지관리 업무 수행 시 발생하는 정보를 Database화하여 업무의 효율성을 극대화 할 수 있는 교육시설물 유지관리시스템 모듈 설계를 목적으로 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 합리적인 BTL사업 발주 교육시설물의 유지관리를 위한 교육시설물 유지관리시스템 모듈 설계를 목적으로 하며, 세부 내용은 다음과 같다.

첫째, BTL 사업의 정의 및 개요를 조사 하고, 교육시설물의 BTL 사업 운영단계 유지관리 업무 체계 및 각 사업주체별 요구사항을 파악하여 BTL 사업 교육시설물 유지관

* 일반회원, 홍익대 대학원 석사과정, hcem79@hanmail.net
** 일반회원, 홍익대 건축공학부 부교수, jiwoodad@yahoo.co.kr(교신처자)
*** 일반회원, 홍익대 건축공학부 조교수, slee413@hongik.ac.kr
**** 일반회원, 한밭대학교 건축공학과 겸임교수, 공학박사, kjo986@hanmail.net
본 논문은 2007년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2007-331-D00532)

1) 기획예산처, 더 나은 미래를 위한 21세기 프로젝트 임대형 민자사업, 2007.3

2) 일본 건설성, 건축물 생애주기비용(LCC)에 관한 연구

리 업무 Process를 도출 한다.

둘째, 기존의 교육시설물 내역 항목 검토를 통하여 교육시설물의 유지관리 Item을 분류, 유지관리 단계의 유지관리 Item 분류체계를 제시한다.

셋째, 기 수행한 연구를 바탕으로 타 시설물 유지관리 사례조사 및 유지관리시스템에 대한 선행 연구 분석을 통해 적용 가능한 시사점을 발굴, 교육시설물 BTL 사업 유지관리시스템 모듈 제안을 최종 목적으로 한다.

2. 예비적 고찰

2.1 시설물 유지관리

시설물은 준공 후 시간이 경과하면 그 기능이 서서히 저하된다. 시설물을 관리하지 않을 경우 일정기간이 지나면 기능은 급속도로 저하될 것이며, 더 이상 시설물로서 기능을 하지 못하게 되고 철거를 하여야 한다. 따라서 시설물의 유지관리는 준공 후 지속적으로 이루어져야한다. 시설물의 성능은 준공 당시에서 열화(劣化)되다가 보전관리를 통해 일정단계까지 회복을 하게 된다.³⁾

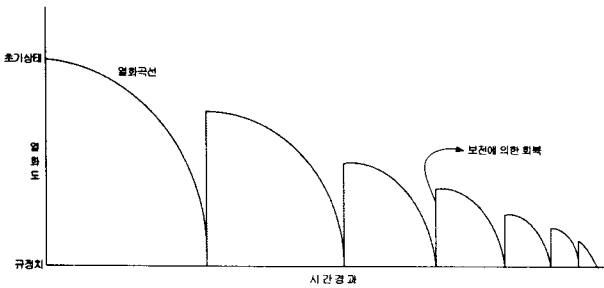


그림 1. 열화(劣化) 진행³⁾

시설물의 유지관리는 시설물의 가치와 효율의 저하를 방지하기 위해 행하는 수선, 손질 등의 관리적 작업을 말하며, 유지관리의 목적은 다음과 같이 정의 할 수 있다.

- ① 기능 측면에서 만족 할 수 있고, 장시간 사용하도록 함.
- ② 환경·위생 측면에서 양호한 상태로 보전하여 거주자의 능률을 높임.
- ③ 항상 손질하여 대수선을 방지하고 비경제적인 비용지출을 방지함.
- ④ 재해를 미연에 방지함.
- ⑤ 재산으로서 가치를 보전함.

유지관리는 행위 시점에 따라 사후보전관리와 예방보전관리로 구분 할 수 있다. 사후보전관리(Break Down Maintenance)는 건물의 성능 및 기능에 손상이 발견되었을 때 수선하는 방식이며, 예방보전관리(Preventive Maintenance)는 손상 및 열화를 방지하기 위해 점검, 보수, 손상 정도를 측정하는 진단 손상 및 열화를 복구하기 위한 예방수선방식이다. 예방차원에서 이루어지는 계획수선은 시설물의 노후화 방지에 중요한 역할

3) 장정희, 공동주택의 효율적인 유지관리 계획체계 수립에 관한 연구, 안동대 석사학위논문, 2005.02

을 한다. 수선이 필요한 부재에 결함이 나타나기 전에 예측하고 적절한 시기에 조치를 취하면 건물의 내용연수에 도달하는 시간을 연장시킬 수 있고 수선에 필요한 건축물의 비용을 최소화 할 수 있기 때문에 경제적인 이점이 있다. 예방보전으로 건축물의 기능저하를 예방할 수 없을 경우에는 사후적인 측면의 유지관리체계를 갖추는 것이 중요하다. 즉, 현상을 조사·분석하고 결함 상태에 대한 평가를 설정하여 각각의 경우에 대응하는 것이다.

2.2 선행 연구 문헌 고찰

(1) 국내 연구 동향

교육시설물 BTL 사업 유지관리와 관련된 국내 연구는 유지관리 실태 조사에 관한 연구, 유지관리 업무 분야, 유지관리 방안, 유지관리시스템에 관한 연구 등으로 정리되며 시설물 유지관리에 대한 연구는 90년대부터 꾸준히 진행되어 왔다. 국내 교육시설물 유지관리 연구는 다음 표2와 같다.

표 1 교육시설물 유지관리 연구 동향

구 분	내 용
이상현 (2003)	- 시설물 유지관리 분야에서 공간정보와 속성정보의 통합을 위해 IFC 기반의 DB 모델 제시
김장영 외 (2003)	- 기존 교육시설물의 유지관리 업무를 체계적이고 종합적으로 성능 평가 할 수 있는 방안 제시
전익성 외 (2004)	- 공공시설물 유지관리 체계 현황을 분석, 시스템구축방안 제시
김승직 외 (2006)	- 기존 공립학교 시설물의 유지관리 검토, 기존 유지관리 조직의 효율성 극대화 방안 제시
유영훈 외 (2006)	- 효율적인 교육환경 유지관리방안을 도출을 위해 현재 실시되고 있는 교육시설물 유지관리 방안 조사, 분석.
이춘경 외 (2007)	- 공공시설과 공공교육시설을 대상으로 건축물 유지관리 주체 간 정보교환을 위한 유지관리 이력관리 시스템 모듈 제시
이은동 외 (2007)	- 교육시설물 BTL 사업의 비용 항목 중 운영관리비에 해당하는 위생관리비 산정 방법 제시

(2) 국외 연구 동향

국외 유지관리 관련 연구는 이론적인 연구뿐만 아니라 유지관리 업무를 지원하는 응용시스템 개발까지 연구가 진행되었다. 해외에서도 국내만큼 활발히 유지관리에 관한 연구가 진행되고 있으며, 전반적인 시설물 유지관리 연구는 진행되고 있으나 교육시설물에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 현재 IAI 표준을 기반으로 한 유지관리 모델 연구가 활발히 진행 중이다.

국외 유지관리 관련 연구 동향은 다음 표 3과 같다.

표 2 유지관리 관련 국외 연구 동향

구분	내용
Shengwe I Wanget (2002)	- 웹 기반 빌딩과 시설관리를 원격으로 수행할 수 있는 시스템 개발
Yunsik Songet (2002)	- 건축물 운영관리를 위한 건축물 정보를 활용한 웹기반 시스템 개발
M.A Hassasnain (2001)	- IAI 표준 기반 유지관리 모델을 개발
Jason Underwood (2000)	- 건설통합 환경의 도구를 이용, 유지관리 예측모델 제안
JohnA. Bickley (1996)	- 유지관리 및 보수 전략을 수립하기 위한 다양한 변수 규명

국내·외 연구 문헌 조사 결과, 공동주택 및 공공시설물에 대한 연구가 지속적으로 이루어져 왔으며, 교육시설물 BTL 사업에 대한 이론적인 연구를 지속적으로 수행되고 있으나, 유지관리시스템에 관한 연구는 부족한 것으로 조사되었다. 이에 본 논문에서는 교육시설물 BTL 사업의 유지관리시스템 구축의 기초 자료를 제공하는데 의의가 있다.

3. 교육시설물의 시설운영 및 유지관리 업무

3.1 교육시설물 유지관리 업무

교육시설의 유지관리는 준공된 시설물의 기능을 보전하고 사용자의 편익과 안전을 높이기 위해 시설물을 일반적으로 점검, 정비하고 손상된 부분을 원상 복구하여 경과시간에 따라 요구되는 시설물의 개량·보수·보강에 필요한 활동을 하는 것이며, 쾌적하고 아름다운 학교환경 조성, 지속적인 학교시설의 경제성 추구, 내용연수 보전·연장, 시설물의 노후화 방지, 시설보수 예산 절감, 안전성 확보 등을 이룩할 수 있다.⁴⁾

교육시설물은 일정한 장소에서 지속적으로 교육활동을 지원하는 물적 환경으로 교육에 많은 영향을 미치는 중요한 요소로서 구조물의 수명은 물리적 수명, 기능적 수명, 경제적 수명으로 분류되고 있으며, 그 중에서 특히 구조물의 물리적 수명은 통상적으로 구조물의 설계, 시공, 유지관리를 적절히 수행함으로써 연장이 가능하다.⁵⁾

교육시설물의 유지관리에 사용되는 한정된 예산의 효율적인 사용을 위해서는 시설물의 수명을 최대한 연장하기 위한 노력이 필요하나 현재의 시설물 유지관리 방식을 결합이 발견된 후에 대처하는 사후보전방식으로 조치하고 있어 시설물의 조기 노후화로 인한 내구연한을 단축시킴으로 효율적인 예산 집행이 이루어지지 못하는 실정이다.

3.2 교육시설 BTL 유지관리기간 업무 프로세스

본 절에서 규명한 유지관리 업무 프로세스는 교육시설물 유지관리 업무 시 시설물의 수선/교체업무 상황 발생 시의 업무를 나타내고 있다. 이는 교육시설물 유지관리 업무 수행 시 성과요구수준서에 명시하고 있는 유지관리 업무를 중심으로 타 시설물 유지관리 프로세스를 바탕으로 도출하였으며, C교육청 산하 해당 실무자들을 대상으로 검증을 통하여 도출하였다.

(1) 수선, 교체 업무 프로세스

교육시설물 BTL 사업은 사업자가 건물을 완공한 후 일정기간의 유지관리 기간을 가지게 되며, 사업주체간의 의사소통 및 결정에 대한 Risk가 상대적으로 높다. 유지관리 업무 프로세스는 사용자, 사업시행자(SPC), 해당 교육청 및 개별학교의 해당 업무 종사자 간의 원활한 의사소통을 위해 규명되어야 하며, 유지관리 기간의 업무 중 수선/교체에 대한 업무 프로세스는 다음 그림 2와 같다.

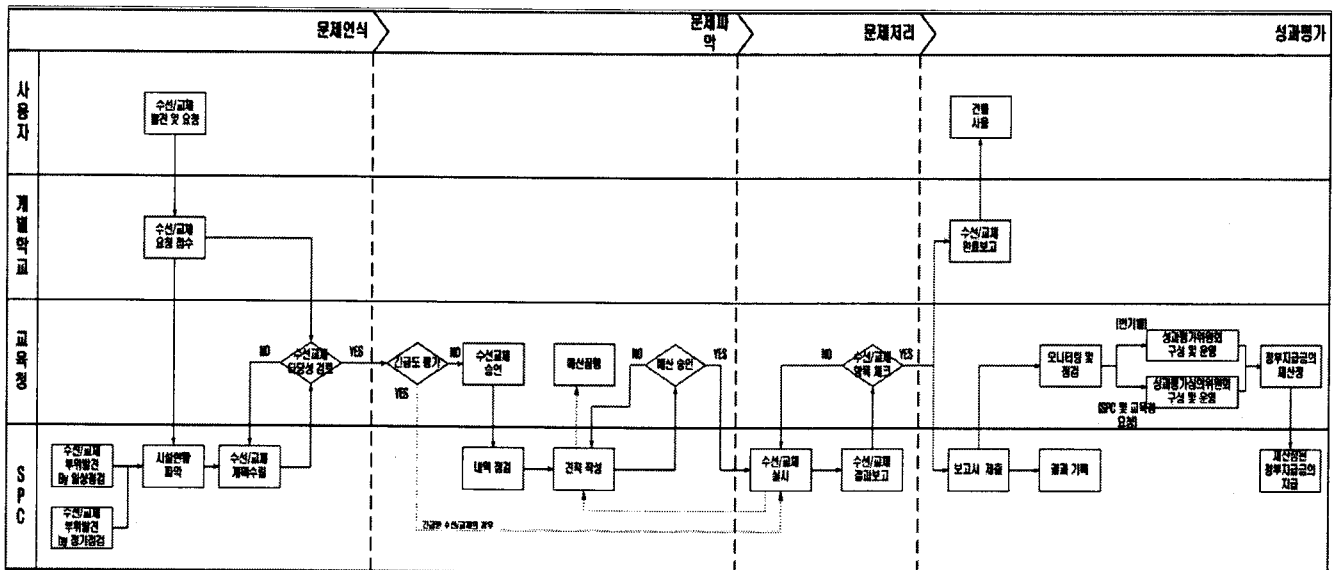


그림 2 교육시설물 BTL 수선/교체 업무 프로세스

4) 교육인적자원부, 교육시설 BTL 운영관리 표준 매뉴얼, 2007.1

5) 충남교육청, 학교시설 유지관리비용·교육환경개선사업 투자실적 분석 및 개선방안에 관한 연구보고서, 2006.2

교육시설물 BTL 유지관리 업무는 시설물의 하자 발생 시 다음의 절차를 거치게 된다.

표 3 수선/교체 업무 수행 절차

구분	사용자	개별학교	교육청	SPC
문제 인식	하자 발생 발견, 요청	요청 접수	타당성 검토	업무 수행 현황 파악 계획 수립
문제 파악	-	-	긴급도 평가 예산 승인, 집행	내역점검 견적 작성
문제 처리	-	-	항목 체크	실시 결과 보고
성과 평가	시설물 사용	완료 보고	모니터링 및 점검	보고서 제출 결과 기록

시설물의 하자 발생 시 사용자 및 개별학교 담당자에게 신고가 접수되면, 개별 학교는 SPC 및 교육청에 수선/교체 업무를 요청, SPC는 접수된 시설물의 현황 파악 후 수선/교체 계획을 수립하여 교육청에 수선/교체 실시 여부를 보고 하게 된다. 교육청은 접수된 수선/교체 신고 내용을 토대로 타당성 검토를 실시, 긴급도 평가 후 수선/교체 작업을 승인한다.

SPC는 수선/교체 업무가 교육청의 승인 후 해당 하자 부위 내역을 검토, 내역을 작성하게 되며, 예산 집행 승인을 교육청에 요청하게 된다. (시설물의 하자가 정도가 긴급한 경우, SPC는 우선적으로 수선/교체 업무를 실시하도록 한다.)

교육청의 승인 완료 후 SPC는 수선/교체 업무를 실시하며, 수선/교체 완료 후 SPC는 결과보고를 실시하며, 교육청은 수선/교체 항목에 대한 점검을 실시하게 된다.

SPC는 수선/교체에 대한 보고서를 작성, 제출하여야 하며, 교육청은 작성된 보고서를 토대로 성과평가위원회 평가의 근거자료로 활용, 정부지급금을 재 산정한다.

3.3 교육시설 BTL 유지관리 Item 분류 체계

교육시설물 BTL 유지관리 업무 기간 중 발생하는 시설물의 수선 교체 업무 시 발생하는 정보들을 수집하기 위해 유지보수 Item을 분류하였다. 분류한 유지보수 Item을 기반으로 시설물 유지보수 시 발생하는 정보를 수집함으로써, 유지보수 Item 기반의 실적자료 제공 및 객관적인 수선율/수선주기를 도출하기 위한 기초자료 제공을 목적으로 한다. 분류내용은 다음 표 4와 같다.

표 4 교육시설물 유지관리 Item 분류

구분	LEV1	LEV2	LEV3	LEV4
교육 시설물 유지관리	유지보수	건축, 토목 공사 등 7개 항목	LEV2에 상응하는 45개 항목	LEV3에 상응하는 207개 항목
	운영관리	운영관리 구성 5개 항목	LEV2에 상응하는 9개 항목	LEV3에 상응하는 48개 항목
Code	알파벳 2자리	알파벳 2자리	숫자 3자리	숫자 3자리

기 분류한 유지보수 Item 분류체계를 기반으로 2005~06년 교육시설물 공사 내역서 및 C 교육청 산하 2개 지역을 대상으로 설문 분석한 내용을 기본으로 도출된 유지보수 Item들을 유지관리 비용 구성항목에 접목하여 정립하였으며 분류 내용은 다음 표5와 같다.

표 5 교육시설물 유지관리 Item (예시)

구분	LEV1	Code	LEV2	Code	LEV3	Code			
유지보수	M A	건축	BW	타일공사	101	바닥타일	001		
				벽타일	102	벽타일	002		
		토목	CW	오배수 공사	203	결레받이	001		
					오,배수관	002	플로어팅	002	
		기계 설비	MW	동력설비	301	오,배수관	001		
					와이어로프	002	오수/우수 맨홀	002	
		전기	EW	전동설비	402	와이어로프	001		
					전등설비	402	제어반	002	
		통신	TW	전화설비	501	전등교체(신설)	001		
					LAN 장비 설치비	501	콘센트 스위치	002	
		소방	FW	소방설비	601	LAN 장비 설치비	001		
					외부조경	701	통신시설 소모품	002	
		조경	LW	외부조경	701	감지기	001		
					급수변	701	급수변	002	
운영관리	O E	인건비	PE	인건비	101	기념식수	001		
					기타	101	기타	002	
		청소 용역비	CS	소모성 자재비	201	경비원 인건비	101	경비원 인건비	001
						미화원 인건비	102	미화원 인건비	002
						세제 및 약품 구입	201	세제 및 약품 구입	001
						소모도구류 구입	202	소모도구류 구입	002
						종량제 봉투	203	종량제 봉투	003
		경비 용역비	DS	무인경비 시스템	301	휴지	204	휴지	004
						기타	205	기타	005
						설치비	301	설치비	001
		안전 진단비	SD	안전진단비	401	운영비	302	운영비	002
						기타	303	기타	003
						가스 정기검사	401	가스 정기검사	001
						소방점검	402	소방점검	002
승강기 안전 검사	403					승강기 안전 검사	003		
전기안전검사	404					전기안전검사	004		
정기점검	405					정기점검	005		
정밀점검	406	정밀점검	006						
보험료	PM	각종보험료	501	기타	407	기타	007		
				가스사고보험료	501	가스사고보험료	001		
				학교안전공제회비	502	학교안전공제회비	002		
						기타	003		

내역서 상의 유지보수 Item의 경우 각 해당 항목에 대해 자재의 치수, 용량, 비용 등 해당 내역 항목에 대해 구체적으로 명시하고 있다. 그러나 시설물 유지관리 업무 수행 중 시설물의 파손이 심하여 긴급히 보수/교체 업무를 행하여야 하는 업무 상황이 발생하였을 때, 능동적인 대처가 어려운 문제점이 있다.

예를 들어 시설물의 긴급한 교체 업무가 발생 하였을 때, 도면정보와 공사내역서 상의 항목을 분석하여 유지보수 업무를 수행함으로써 긴급 정도가 시급할 경우 사용자의 시설물 이용에 불편을 도래하게 된다.

이에 본 질에서 분류한 유지관리 Item 분류체계는 공사, 공종별 대표되는 항목들로 재정리하여 해당 업무 수행 시 업무 간소화 및 시설물 이용에 불편함을 최소화가 가능할 것으로 판단된다.

4. 교육시설물 BTL 유지관리시스템 모듈

4.1 모듈 개요

교육시설물 BTL 사업 성과요구수준서에서는 사업주체간의 원활한 의사소통 및 운영단계의 성과평가를 위한 도구로서 웹기반 통합관리시스템의 구축을 명시하고 있다.

더욱이 2005년부터 실시된 BTL 사업이 2007년 3월 준공이 완료되어 해당 지자체 단위로 처음으로 운영업무가 실시되고 있다. 이에 해당 지자체 별로 유지관리 업무에 대해 자체적인 방안들을 제시하고 있으나 전국적으로 산재해 있는 교육시설물 전반에 걸쳐 공통으로 적용하기에는 어려운 한계가 있다.

이에 본 절에서는 효율적인 유지관리 업무 수행을 위해 상기에서 도출한 요소들을 고려한 유지관리시스템 모듈을 제안하고자 한다. 다음 그림 3은 교육시설물 유지관리시스템 모듈의 개요를 나타내는 것이다.

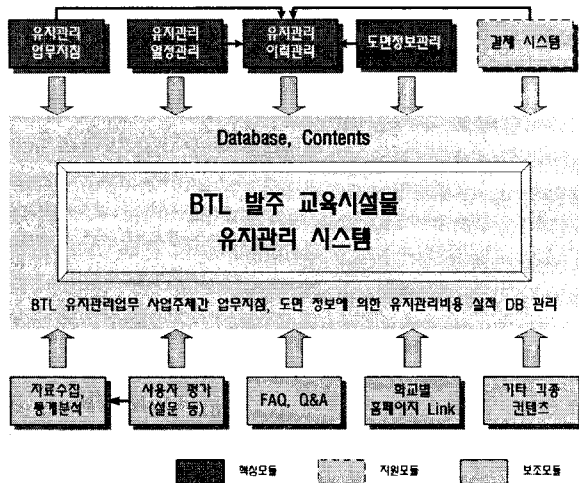


그림 3. 유지관리시스템 개요

교육시설물 BTL 사업 유지관리시스템은 유지관리 업무 수행 시 발생하는 수선/교체 업무 이력정보들을 Database화하여 관리 하는 것을 목적으로 한다.

상기에서 도출한 수선/교체 업무 프로세스를 기반으로 하여, 유지보수 Item별 수선/교체 이력정보를 축적함으로써, 향후 지속적인 Data 축적 시 교육시설물 고유의 수선율/수선주기를 도출 할 수 있을 것으로 판단된다.

4.2 주요 모듈

본 연구에서 제안하고자 하는 유지관리시스템은 웹상에서 구현되는 시스템으로 교육시설물 유지관리 업무 수행 시 발생하는 정보들을 효율적으로 수집, 활용하는 것을 목적으로 한다.

BTL 사업의 경우 분기별로 운영비 목적으로 유지관리 비용이 지급되고 있으며, 사업시행자는 그에 따른 사용내역을 유지관리시스템에 기록, 성과평가의 지표로 활용하고 있

다. 유지관리시스템의 경우 각 단위사업별로 사업시행자가 개별적으로 구축하여 활용하고 있다. 그러나 각 사업단위별 사업참여자가 자체 개발, 활용하고 있는 방식 보다는 주무관청 및 정부 관련기관에서 구축 보급하다는 것이 타당하다는 선행연구 결과⁶⁾에서 보는바와 같이, 산재해 있는 교육시설물에 공통으로 적용 가능한 유지관리시스템의 구축이 필요한 실정이다.

다음 그림 4는 본 연구에서 제안하고자 하는 유지관리시스템의 개념을 나타낸 것이다.

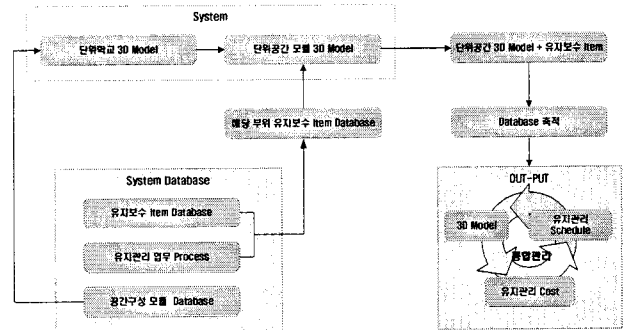


그림 4. 유지관리시스템 개념도

본 절에서 제안하는 유지관리시스템은 시설물을 구성하는 공간 모듈 정보를 활용하여 해당부위의 유지보수 Item과 연계, 유지보수 업무 수행 시 발생하는 정보들을 효율적으로 수집 관리 하는 것을 목적으로 한다.

다음 그림 5는 본 절에서 제안하는 시설물 공간 정보와 유지관리 Item을 연계한 유지관리시스템 프로세스를 나타낸 것이다.

본 절에서 제안하는 유지관리시스템 프로세스는 교육시설물 BTL 사업의 운영기간 업무 중 시설물 유지보수 업무에 대한 이력정보 수집을 목적으로 하며, 업무 수행 시 발생하는 정보들을 유지보수 Item 단위로 수집·관리함으로써 해당 정보들을 효율적으로 관리가 가능할 것으로 판단된다.

5. 결론

본 연구는 교육시설물 BTL 사업의 운영업무 중 유지보수 업무 수행 시 발생하는 정보들을 효율적으로 관리하기 위한 방안으로 유지관리시스템 모듈을 제공하는 것을 목적으로 한다.

도출한 유지보수 업무 프로세스 및 유지보수 Item은 실무자를 대상으로 실시한 설문조사 및 실무자 검증을 통한 결과를 정리한 것으로 교육시설물 BTL 사업 유지보수 업무수행 시 사업주체간 원활한 의사소통 도구로 활용도가 높을 것으로 판단된다. 상기에서 제안한 유지관리시스템 중 수선/교체 업무 모듈은 향후 시스템 개발 시 기초자료로 활용도가 높을 것으로 기대된다.

6) 천형수, 사례분석을 통한 임대형 학교시설 민자사업의 사업관리 부문 개선방향 도출에 관한 연구, 서울산업대학교 석사 학위논문, 2008

