

노후 학교시설의 개축 및 리모델링 타당성 판별 방법에 대한 기초연구 -인천광역시 S 고등학교 사례를 중심으로-

A Basic Study on the Determination Method of Reconstruction and Remodeling of Deteriorated School Facilities - Focusing on the Case of S High School in Incheon Metropolitan City -

맹준호*
Meang, Joon-Ho

김성중**
Kim, Sung-Joong

송병준***
Song, Byung-Joon

김재영****
Kim, Jae-Young

Abstract

This study aims to prepare an objective project basis by reviewing the feasibility of reconstructing and remodeling Greensmart Future School project for S High School's main building, which was built more than 40 years ago, in Incheon Metropolitan City, and to apply and review an effective methodology for determining renovation and remodeling.

To this end, the feasibility of reconstruction and remodeling was evaluated in the long term by synthesizing the results of quantitative evaluation through economic review and qualitative evaluation through educational functional review.

As a result of the study, it was found that the reconstruction plan was advantageous throughout all alternatives in terms of economic costs, and the field survey indicated limitations in spatial functions to support students' various educational activities and applying new directions, especially the 2022 revised curriculum and high school credit system.

키워드 : 노후 학교, 개축, 리모델링, LCC

Keywords : Deteriorated, Reconstruction, Remodeling, Life Cycle Cost

I. 서론

I-1. 연구의 필요성 및 목적

40년 이상 경과한 노후 학교시설은 구조적 안전성 문제와 기존 방식의 효율성에 초점을 맞춘 학교공간 설계로 미래 교육방향을 고려한 다양한 교수학습방법의 적용에 한계가 발생하고, 사회적으로 건축물 성능의 요구사항(친환경, 에너지 절감, 무장애 건축 등)이

* (사)한국교육녹색환경연구원, 이사장, 공학박사, 건축사

** (사)한국교육녹색환경연구원, 부원장, 공학박사

*** (사)한국교육녹색환경연구원, 본부장, 공학박사

**** (사)한국교육녹색환경연구원, 팀장, 건축학박사

※ 이 논문은 2022년도 인천광역시교육청에서 발주한 신명여자고등학교 외 1교 개축타당성 경제성 분석 용역의 결과 중 일부를 재구성하였음

높아지고 있으나 기존방식의 교육환경개선으로는 물리적인 한계가 있다.

이와 같은 문제점으로 '21년부터 '25년까지 5년간 40년 이상 노후학교 건물을 미래형 학교로 바꾸는 그린스마트미래학교 사업이 추진되고 있으며, 건물의 물리적, 기능적 노후화에 대한 검토와 함께 생애주기비용(LCC)을 고려한 경제성 평가를 통해 노후건축물에 대한 개축 및 리모델링 여부에 대한 합리적 판단을 통해 그린스마트 미래학교 사업 추진 대상교에 대한 보다 객관적 사업 근거를 마련하여 사업 추진 적정예산 수립 및 사업추진 방향의 기초자료를 확보하는데 목적이 있다.

I-2. 연구의 방법

노후 학교시설의 개축 및 리모델링 타당성 방법 적용을 위한 연구의 범위는 인천광역시 남동구에 위치한 'S'고등학교이며, 40년 이상 경과한 본관동(연면적 6,346㎡)을 대상으로 한다.

연구의 방법은 교육기능적 검토, 구조적 안정성 검토의 정성적 평가와 경제성 검토의 정량적 평가로 구분되며, 이는 개축 및 리모델링의 판별에서 경제적 측면의 정량적 평가가 절대적인 판단기준이 될 수 없기 때문에 학교현황 분석과 스페이스프로그램 과부족 검토를 통한 교육기능적(또는 건축계획적) 검토와 같은 정성적 측면의 평가를 통해 이를 종합하여 해당 학교의 개축과 리모델링을 판별하고자 한다.

여기서, 경제성 검토를 위한 유지관리비 비율은 8개교의 65년간 유지관리비 비율에 대한 평균값을 기준으로 설정하였으며, 할인율 산출에 따른 대안별(2~4%) 연간발생비용을 산출하여 개축과 리모델링 중 비용적으로 유리하다고 판단되는 결과를 도출하였다.

단계별 세부내용은 (Figure 1)과 같다.

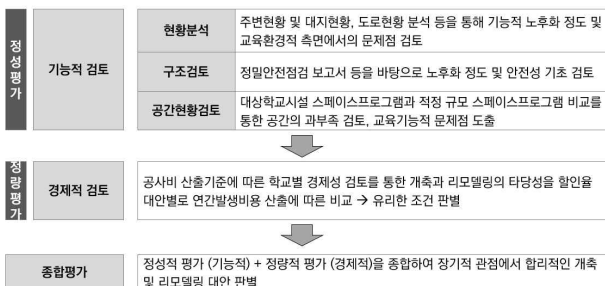


Figure 1. Research process

I-3. 선행연구 분석

학교시설의 개축 및 리모델링 판별을 위한 연구방법론 설정을 위해 선행연구를 분석하였다.

정현재, 오인환(2002)의 초등학교 리모델링을 위한 실별 면적구성에 관한 연구에서는 대상학교시설과 신설학교의 실별 면적 비교를 통해 면적구성비와 학생당 면적, 학급당 면적을 비교하여 부족한 면적에 확보를 위한 리모델링과 개축을 위한 기준을 제시하였다.

오병욱, 이재훈(2004)의 초등학교 리모델링을 위한 건축계획적 평가지표의 연구에서는 리모델링 판정을 위한 건축계획적 평가지표의 필요성을 목적으로 기능, 소요공간, 동선, 배치 분야별 평가요소를 평가지표와 함으로써 객관적인 판단근거를 제시하였다.

이택규, 정용수, 이학기(2011)의 교육시설물 개축과 리모델링의 경제성 비교 분석 연구에서는 안전등급별 개축 및 리모델링 공사비를 각각 산정하고 비용·편입 비교분석법(SIR)을 적용하여 내용연수 55년에 따라 개축과 리모델링의 경제성을 분석하였다.

선행연구와 같이 학교시설(또는 교육시설)의 개축 및 리모델링의 타당성을 판별하는 방법은 다양하나, 주로 학교시설의 특수성을 반영하여 교육기능적인 검토와 개축과 리모델링의 경제적 측면에서의 검토방법에 적용되었다. 따라서 본 연구에서는 도면자료와 실제 육안조사를 통한 현장조사와 구조정밀안전점검 보고서 검토, 스페이스프로그램 과부족 검토를 통해 교육기능적 적정성을 정성적 측면에서 파악하고, 경제성 분석을 통한 정량적 평가를 통해 종합적인 측면에서 개축과 리모델링의 타당성을 판별하고자 한다.

II. 교육기능적 적정성 검토

본 장에서는 대상학교의 주변현황, 대지 및 환경현황 분석과 정밀안전점검 검토, 스페이스프로그램 과부족 검토를 통해 대상 건물동의 기능적 문제점을 검토하였다.

II-1. 학교 현황 및 대지분석

S 고등학교의 대지는 인천광역시 남동구에 위치하고 있으며, 보전녹지지역, 제2종일반주거지역, 도시자연공원구역으로 지정되어 있다. 대지 남측으로는 다세대 주거지역이 밀집해 있으며, 북측으로는 만월산, 석촌근린공원 등 녹지가 조성되어 있다. 인근 교육시설로는 반경 500m 내 간석여자중학교, 익산초등학교가 위

치하고 있으며, 반경 1km 내 동암초등학교, 동암중학교, 상인천초등학교, 인제고등학교, 상인천중학교가 위치하고 있다. S 고등학교를 중심으로 주거시설과 교육시설이 밀집하여 있고 학생들이 이용 가능한 문화시설(인천광역시 사회복지회관, 행정복지센터 등)과 녹지공간도 반경 500m 내에 위치하며 교통시설(간석오거리역) 또한 500m 내에 위치하고 있어 대지 주변 환경은 비교적 양호한 것으로 판단된다.

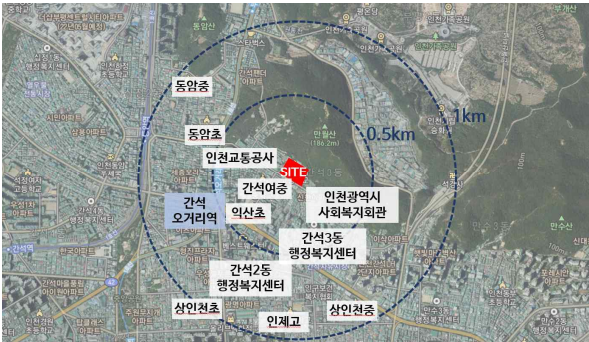


Figure 2. Location map of 'S' high school

1) 대지분석

(1) 대지형태 및 배치현황

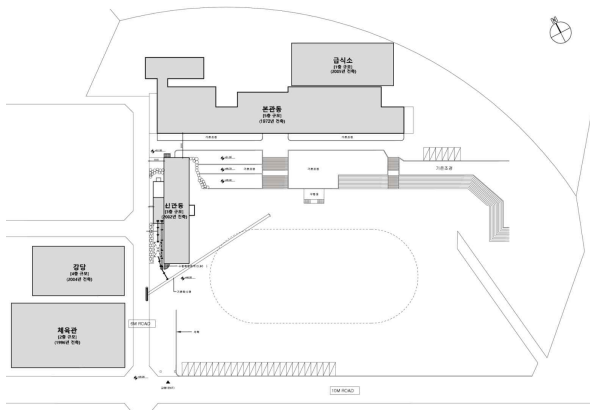


Figure 3. Site plan of 'S' high school

S 고등학교의 대지 형태는 도로라인과 인근 대지경계를 따른 비정형 형태이다. 운동장을 중심으로 대상시설인 본관동은 북측에 남향 위주로 배치하였으며, 신관동은 서측에 배치하였다. 급식소는 본관동 북측에 배치하였으며, 강당과 체육관은 정문 출입로 서측에 배치하였다. 주차공간은 운동장 남측 공간, 강당 북측 공간, 본관동 동측 공간을 활용하고 있다.



Figure 4. Panoramic view

(2) 도로현황 및 접근성

학교는 대지 남측 10m 도로에 면하고 있다. 주출입구는 보행출입구와 차량출입구가 분리되어 있으나 면하고 있는 도로의 보차 구분이 되어있지 않아 통학 시 보행안전성이 우려된다. 또한 주차공간이 운동장 남측 공간, 강당 북측 공간, 본관동 동측 공간에 산재되어 있다. 학교 부지 내에서도 보차 혼용되고 있는 도로가 있어 외부공간 통행시 보행 안전성이 우려된다.

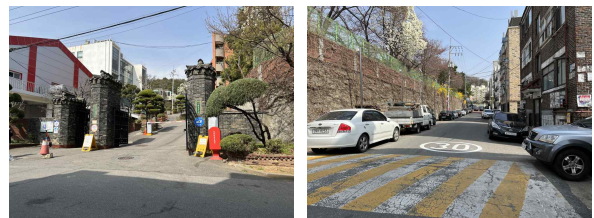


Figure 5. Road status

(3) 경사도, 향 및 조망

대지 주변 경사도를 보면 남측에서 북측 방향으로 갈수록 높아지는 지형으로 출입구부터 본관동까지 높이 차이가 13m로 비교적 경사도가 가파른 편이다. 또한 남측 30m 대로에서부터 학교 진입로까지의 높이 차이가 약 15m로 큰길에서 학교까지 진입하는데 어려움이 있을 것으로 보인다.

교사동의 향은 전체적으로 정남향 위주로 배치되어 있다. 향후, 개축 본관동 배치 시 교사동의 향, 채광 및 통풍을 고려하여 양호한 학습 환경이 조성될 수 있도록 계획해야 할 것으로 판단된다.



Figure 6. Road status

(4) 보유시설

전체 보유시설은 본관동, 신관동, 급식소, 체육관, 강당으로 5개 동이다. 일반교실은 본관동과 신관동에 분산배치되어 있으며, 급식소는 본관동 2층에서 연결계단으로 연결되어 있다. 개축 계획 시, 필요 시설 선정에 현재 사용되는 시설을 고려하여 타당성 검토가 이루어져야 할 것이다.



Figure 7. Status of facilities

S 고등학교의 보유시설 현황은 아래와 같으며, 검토 대상건물은 본관동이다.

(단위 : m²)

Table 1. Status of S high school facilities

건물명	건축 연도	구조	연면적	층수	안전 등급
본관동	1972	RC조	6,346.00	지하1층, 지상 5층	B
신관동	2002	RC조	2,046.50	지상 5층	-
급식소	2005	RSP조	589.00	지상 1층	-
체육관	1996	RC조	1,230.00	지하 1층, 지상 2층	B
강당	2004	RC조 및 철골조	2,395.52	지하 1층, 지하 4층	-

본관동은 1972년에 건축된 연면적 6,346.00m²의 철근콘크리트조 5층 규모 건물로 안전등급은 B등급이다. 본관동 1층에는 교무실, 교장실, 행정실 등의 관리 행정시설이 주로 배치되어 있으며, 무용실, 국어교과 교실이 추가적으로 배치되어 있다. 2층에는 2학년 교실과 수학교과교실, 과학실 등이 배치되어 있으며, 3층에는 1,2학년 교실과 국어사회교과교실, 도서관 및 컴

퓨터실이 배치되어 있다. 4층에는 1학년 교실이 주로 배치되어 있으며, 영어실, 음악실 등이 추가적으로 배치되어 있고 5층에는 미술실이 배치되어 있다.

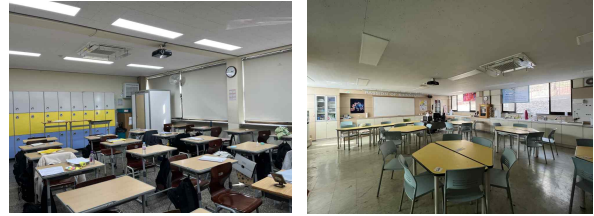


Figure 8. Current state of major classrooms

II-2. 정밀안전점검 검토

본관동 외관 조사결과 옥상부 우레탄 방수의 박리 및 파손 현상이 다수 조사되었다. 이는 우수의 정체와 침투로 발생된 손상으로 아래층에서 이로 인한 누수흔적이 발견되었다. 구조적인 영향을 미칠만한 손상은 아니지만 조사 된 결함 부위에 대해서 단계적인 보수계획을 통한 적절한 보수를 시행함으로써 사용성 및 내구성이 향상될 것으로 판단된다.

외부에서 조사된 철근노출 및 균열은 단계적인 보수계획을 통한 적절한 보수가 진행되어야 할 것으로 판단된다. 내부에서 조사된 조적부 균열은 구조적인 영향을 미칠만한 손상이 아니므로 지속적인 관찰이 필요한 것으로 판단된다. 구조재의 내구성 조사(콘크리트 압축강도 조사, 탄산화 깊이조사)와 변위조사(부재치수 조사, 수평변위(기울기) 조사, 바닥 침하 높이 조사) 결과 탄산화 깊이 등["B등급“(탄산화에 의한 부식 가능성 있음 상태))의 모든 조사결과 허용기준치 이내의 상태로 건축물의 상태평가 등급은 "B 등급"으로 평가되었다.



Figure 9. precision safety inspection review

II-3. 스페이스프로그램 검토

2025년 전면시행 예정인 고교학점제를 고려하여, 적정규모 스페이스프로그램을 작성하고, 이를 기존 학교현황과 비교함으로써 과부족 공간을 검토하였다. 적정규모 스페이스프로그램은 최근 연구가 진행되었던 ‘그린 스마트 미래학교를 위한 기획업무 가이드라인 연구용역’(2021, 한국교육녹색환경연구원)의 미래학교를 위한 시설기준 중 고등학교를 참고하여 작성하였다. <Table 2>

검토결과, S 고등학교는 일반교실이 33개로써 고교학점제에 따른 공간으로 전환시 여유공간이 충분하다고 판단되나, 미래교육을 위한 일반교실 외 공간-스마트 첨단교실, 다목적실, 메이커 스페이스, STEAM실 등 학생들의 자기주도학습이나 창의력 증진 등을 지원하기 위한 공간 마련이 필요하다. 특히, 공용면적이 연면적의 28%로써 홈페이지 등을 구성하는데 면적상 제한이 있는 것으로 판단된다.

Table 2. Review of excess and deficiency

구분	비정규모 S당	실수	합계	면적	비율	비율	
교수학습 공간	일반교실	0	33	67.50	2,227.50	33	
	국어교실	6	1	64.80	64.80	-4	
	사회교실	5	3	135.00	135.00	-2	
	수학교실	6	0	0.00	0.00	-6	
	과학 이론교실	2	0	0.00	0.00	-2	
	과학 실험실습실	1	1	174.60	174.60	1	
		1	1	81.00	81.00	1	
		1	1	64.80	64.80	1	
		1	1	97.20	97.20	1	
		1	1	97.20	97.20	1	
		1	1	97.20	97.20	1	
		1	1	97.20	97.20	1	
		1	1	97.20	97.20	1	
		1	1	97.20	97.20	1	
		1	1	97.20	97.20	1	
	교수학습 공간	기술가정 이론교실	0	0	0.00	0.00	0
		기술가정 실험실습실	2	0	0.00	0.00	-2
		미술실	1	2	87.50	174.60	1
		음악실	2	1	118.58	118.58	-1
		영어교실	6	1	97.20	97.20	-5
화장실(안방/교장)		2	0	0.00	0.00	-2	
공용교실(대)		3	0	0.00	0.00	-3	
공용교실(대)		1	0	0.00	0.00	-1	
스마트 첨단교실		1	0	0.00	0.00	-1	
스마트 메이커 스페이스		4	0	0.00	0.00	-4	
지원공간	STEAM실	1	0	0.00	0.00	-1	
	특수학급	0	1	64.80	64.80	1	
	사무교실	0	2	67.50	135.00	2	
	부유실	0	1	162.00	162.00	1	
	합동티실	0	1	118.58	118.58	1	
	소계				3,843.46	5	
	교사연구실	1	0	0.00	0.00	-1	
	서화실	1	0	0.00	0.00	-1	
	노년실	1	1	97.20	97.20	0	
	체육관(다목적강당)	1	1	922.50	922.50	1	
교직원공제(합의)	2	1	1,796.64	1,796.64	-1		
스마트 홈페이지	1	0	0.00	0.00	-1		
학생자치회실	1	1	64.80	64.80	0		
음악교실	5	0	0.00	0.00	-5		
조리실	1	1	441.75	441.75	0		
교직원숙박	0	1	81.00	81.00	1		
합동관	0	1	110.25	110.25	1		
직용면적실	0	1	135.00	135.00	1		
합동강의실	0	1	135.00	135.00	1		
합동실	0	1	67.50	67.50	1		
소계				3,874.48	-4		
관리행정 공간	교장실	1	1	67.50	67.50	0	
	행정실	1	1	67.50	67.50	0	
	교무실	1.5	1	135.00	135.00	-0.5	
	명동실	1	1	56.25	56.25	0	
	보통실	1	1	67.50	67.50	0	
	전담실(의무실)	1	1	53.75	53.75	0	
	의무실	1	1	40.50	40.50	0	
	안내(보관)실	0.5	1	32.40	32.40	0.5	
	WWW(운영실(상담실))	1	1	72.34	72.34	0	
	1학년 상담실	0	1	32.40	32.40	1	
	관리실	1	1	24.00	24.00	0	
	운영위원실	1	1	135.00	135.00	0	
	합동	1.5	1	31.08	31.08	-0.5	
	학생실	0	2	67.50	135.00	2	
	3학년실	0	1	101.25	101.25	1	
	학년합의실	0	2	32.40	64.80	2	
	서버실	0	1	13.50	13.50	1	
	교육 IT 공존실	0	1	32.40	32.40	1	
	창의력교육부	0	1	33.75	33.75	1	
	교육과정부	0	1	33.75	33.75	1	
인적사항부	0	1	40.50	40.50	1		
직업상담실	0	1	33.75	33.75	1		
담배실	0	2	12.00	24.00	2		
소계				1,307.92	13.5		
순면적 소계				9,025.86	-		
공용면적		연면적의	28%	3,555.79	-		
면적비				1,2581.65	-		

II. 경제적 타당성 검토

II-1. LCC 분석 개요

1) LCC의 정의 및 목적

LCC는 Life Cycle Cost 또는 Life Cycle Costing의 약칭이다. 생애주기비용 또는 수명주기비용으로 번역된다. 이것은 기획·설계비·건설비·운용유지비·수선교체비·폐기처리비에 이르는 건축물의 생애 또는 수명이 다할 동안에 필요한 모든 비용을 말한다. 건설 프로젝트의 여러 가지 투자 대안 중 최적안을 선택하는데 고려하여야 할 모든 중요한 요소들에 대하여 주어진 기간 동안의 금전적 가치의 비교를 통하여 경제적 평가를 수행하는 것을 말한다. 소유와 연관된 모든 비용요소들을 동등한 금액의 견지에서 표현한 시설물 또는 시설물의 구성요소에 대한 경제적 평가를 의미한다. 종합적으로 LCC 분석기법은 각 대안의 경제성을 서로비교 가능한 값으로 환산, 각 대안에 대하여 경제적 측면에서의 평가를 포함하여 기능·미관 등 질적 요소로 대안을 평가·선정의 의사결정을 지원하는 기법이다.

건축물의 설계단계에서 초기투자비를 위주로 설계하던 것에서 벗어나 에너지 비용과 인건비 상승으로 운용유지비가 차지하는 비중이 커져 초기투자비는 물론 운용유지비를 고려하여 설계해야 전체 비용을 절감할 수 있다.

LCC는 분석을 통하여 다른 의사결정 요소들과 함께 프로젝트 대안선정의 의사결정에 활용할 수 있는 비용 정보를 제공해 주며, 결과적으로 생애비용이 가장 적은 대안을 제시할 수 있기 때문에 대안결정에 활용될 수 있다. 그러나, LCC 기법 그 자체는 단지 경제적인 요소에 근거하기 때문에 최종 의사결정에는 비경제적인 요소에 대해서도 고려할 필요가 있다.



Figure 10. LCC Analysis procedure

1) 류정우 (2010). LCC분석을 통한 군시설의 옥상방수 공법 선정에 관한 연구. 목원대학교 일반대학원 석사학위논문, 5.

2) 분석개요

(1) 분석 목적 및 범위

S 고등학교 본관동의 생애주기비용(Life Cycle Cost, 이하 LCC)기반 분석을 통해 개축 및 리모델링의 적정성을 판단함으로써 합리적인 대안을 제시하고자 하며, 경제성 검토를 위한 분석 범위는 다음과 같다.

Table 3. Analysis scope

구분	구조	안전 등급	건축 년도	연면적 (㎡)	층수
본관동	철근 콘크리트	B	1972	6,346	5

① 대안의 범위

경제성 검토를 위해 대안의 범위를 다음과 같이 A: 전면 개축과 B: 전면 리모델링 후 개축으로 설정하였으며, 각각 인천광역시교육청 그린스마트 미래학교 사업의 개축 및 리모델링 기준단가를 적용하였다. 개축의 경우 기준단가에 철거비를 고려하고, 리모델링의 경우 기준단가에 철거비(개축단가의 70%)와 내진보강 공사비를 고려하여 산출하였다.

A안: 전면 개축

※ 인천광역시교육청 그린스마트 미래학교 사업 기준단가, 개축단가 2,950천원/㎡ 적용(교육부 제시단가 2,700천원 + 친환경 사업비 250천원)

B안: 전면 리모델링 후 개축

※ 인천광역시교육청 그린스마트 미래학교 사업 기준단가, 리모델링단가 1,500천원/㎡ 적용

② 분석기간

A안: 2023년 개축 후 사용하는 기간 55년 (~2078년)

B안: 2023년 리모델링 후 학교시설 환경개선사업 수선주기에 따라 20년 동안 사용 후 개축하여 사용하는 기간 총 55년 (~2079년)

설정된 내용연수 55년은 유형고정자산 내용연수표에 따른 학교시설 내용연수 55년(50~60년 평균값)을 적용하였으며²⁾, S고등학교의 경우 경과년수가 약 50년으로써 리모델링 검토시 학교시설 환경개선사업 수선주기에 따라 리모델링 후 20년³⁾ 동안 사용 후 개축

2) 조주현 외 4명(2013), 유형고정자산 내용연수표, 한국감정원 부동산연구원.

하는 것으로 가정하였음

(2) 분석 방법

① 대안별 LCC 산정 후 비교

- 총액(total cost): 불변금액을 기준으로 각 안을 비교(필요시 할인율⁴⁾ (discount rate)을 적용한 현재가치금액 비교)

- 연간등가⁵⁾환산금액(equivalent annual cost): 각 대안별 연간등가환산비용을 비교(필요시)

② 방법의 선정

본 연구는 위에 나열한 방법론 중,

- 초기공사비 추정 방법으로는 주요 공사물량 추정을 통한 개략 견적 방법
- 생애주기 비용 추정 방법으로는 추정개략공사비 기반의 부위별 LCC산정 방법
- 경제적 타당성 분석 방법으로는 대안별 LCC산정 후 비교하는 방법으로 진행하였다.

③ 할인율 산출

경제성 분석에서는 화폐의 시간적 가치 환산을 위해서는 물가상승률을 고려한 할인율을 적용해야 한다. 물가상승률과 시장 금리는 평균치를 사용하는 방법과 최근의 자료를 활용하여 향후 변화를 예측하는 방법이 있다.

국내에서는 10년 이상의 경제전망을 예측하기 어려우므로 본 연구에서는 한국은행의 과거 10년간의 대출금리와 통계청의 소비자 물가지수를 반영한 물가상승률 평균값을 적용하였다. <Table 4>

물가상승률과 이자율을 활용한 할인율 산출식은 다음과 같다.

$$s) i = \frac{(1+i_n)}{(1+f)} - 1$$

(i = 할인율, i_n = 이자율, f = 물가상승률)

3) 정용식(2015), 건축리모델링 계획과 실무, 기문당, 22. 건축물 등의 기준내용연수 및 내용연수범위표 중 기능적 수명 적용

4) 할인율(Discunt rate) : 미래시점의 일정 금액과 동일한 가치를 갖는 현재시점의 금액(현재가치)을 계산하기 위해 적용하는 비율

5) 연간등가(Equivalent Annual Cost) : 전체 수명동안의 운영비용에 대한 년당 비용

Table 4. General loan rate and inflation rate from 2011 to 2020

구분	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	평균
이자율 (일반대출금리)	5.76%	5.40%	4.64%	4.26%	3.53%	3.37%	3.48%	3.66%	3.45%	2.80%	4.04%
물가상승률	4.00%	2.20%	1.30%	1.30%	0.70%	1.00%	1.90%	1.50%	0.40%	0.50%	1.48%

상기 산출식에 최근 10년간의 이자율과 물가상승률 평균치를 적용하여 산정한 할인율은 약 2.52%로 나타났다. 다만 이는 과거 10년간의 자료를 바탕으로 한 추정치이기 때문에 본 연구에서는 산출된 할인율의 ±1% 범위인 2%, 3%, 4%로 할인율을 각각 적용하여 대안별 LCC 분석을 실시하였다.

II-2. 경제성 검토

경제성 분석 방향은 S 고등학교 본관동의 개축 및 리모델링 개략 공사비를 바탕으로 할인율에 따른 연간발생비용을 산출하여 비교검토를 진행하였다.

1) 초기공사비

본관동의 개축 및 리모델링 초기 공사비는 아래와 같다. 개축 공사비와 리모델링 공사비는 2022년도 인천광역시교육청 그린스마트 미래학교 사업 기준단가를 적용하였으며, 개축은 2,950천원/㎡과 철거비를 고려하여 산출하고, 리모델링 공사비는 1,500천원/㎡과 철거비, 내진보강공사비를 고려하여 산출하였다. 철거비는 2021 교육부 특별교부금 교부운용기준의 <별표 1> 시설비 등 기준단가 및 기준면적 150,000원을 적용하였으며, 리모델링의 경우 70%인 105,000원을 적용하였다.

Table 5. Initial construction costs

구분	개략 총 공사비
A안(개축)	19,673,809,000원
B안(리모델링)	13,486,078,750원

리모델링 공사 산출시 교육부(2021년) 보수 기준단가를 적용하였으며, 해당학교의 최근 유지관리 내역을 확인 후, 옥상방수, 바닥 및 창호교체, 외벽보수, 내부도장, 외부도장, 화장실보수비용과 내진보강공사비를 포함하였다.

2) LCC분석

(1) A안(전면 개축)

본관동의 개략 견적을 통한 개축 공사비는 다음과 같다.

- 연면적 6,346.39㎡ × 2,950,000원/㎡ = 18,721,850,500원
- 철거공사비: 6,346.39㎡ × 150,000원 = 951,958,500원
- 총 개축 공사비: 19,673,809,000원

① 유지보수비

55년간의 연도별 유지관리비 비율을 개축 초기 공사비에 적용하고, 연도별 각 할인율을 고려한 유지보수비의 총합을 산출하였다.

- 본관동의 개축 후 건축물을 55년차(2023년~2078년)까지 사용할 때 소요되는 유지보수 및 교체비
 - a) 할인율 2%일 때: 8,625,935,550원
 - b) 할인율 3%일 때: 6,520,893,376원
 - c) 할인율 4%일 때: 4,999,991,000원

② 총액

학교별 개축공사비와 유지보수 및 교체비를 합한 총액은 다음과 같다. <Table 6>

<Table 6>에 따른 금액을 총 사용 기간인 55년을 기준으로 하여 연등가법으로 계산한 연간발생비용 값은 <Table 7>과 같다.

Table 6. The total amount of reconstruction
(단위 : 원)

구 분	개축공사비	유지보수 및 교체비	총 액
할인율 2%	19,673,809,000	8,625,935,550	28,299,744,550
할인율 3%	19,673,809,000	6,520,893,376	26,194,702,376
할인율 4%	19,673,809,000	4,999,991,000	24,673,800,000

Table 7. Annual cost of reconstruction
(단위 : 원)

비 고	연간 발생비용
할인율 2%	1,288,143,872
할인율 3%	1,192,326,853
할인율 4%	1,123,098,628

(2) B안(리모델링 후 개축)

본관동의 개략 견적을 통한 리모델링 공사비는 다음과 같다.

- 연면적 6,346.39㎡ × 1,500,000원/㎡ = 9,519,585,000원
- 철거공사비: 6,346.39㎡ × 105,000원 = 951,958,500원
- 내진보강공사비: 6,346.39㎡ × 520,000원 = 3,300,122,800원
- 총 리모델링 공사비: 13,486,078,750원

Table 8. The total amount of remodeling

구분	리모델링 공사비	기존건물 유지보수비	개축 초기 공사비	유지보수 및 교체비	총 액
할인율 2%	13,486,078,750	2,589,405,065	12,614,269,811	6,903,375,172	35,593,128,797
할인율 3%	13,486,078,750	2,194,041,228	10,066,224,331	6,060,203,259	31,806,547,569
할인율 4%	13,486,078,750	1,861,094,450	8,014,115,139	5,362,231,709	28,723,520,048

(단위 : 원)

① 유지보수비

리모델링에 따른 기존 건물의 유지보수비는 2043년 까지 20년간의 연도별 유지보수비의 총합으로 산출하고, 개축 후 유지보수비는 개축 공사 후 2045년부터 35년이 경과한 2079년까지의 연도별 유지보수비의 총합을 산출하였다.

본관동 기존건축물 유지보수 및 교체비 : 기존 건축물을 리모델링 후 경과년수 20년이 되는 해인 2043년 까지 사용할 때 소요되는 유지보수비는:

- a) 할인율 2%일 때 2,589,405,065원
- b) 할인율 3%일 때 2,194,041,228원
- c) 할인율 4%일 때 1,861,094,450원

② 개축 초기 공사비

- 산출된 본관동의 (리모델링) 초기공사비= 13,486,078,750원이며, 이 값을 현재 가치로 변환하면

- a) 할인율 2%일 때 12,614,269,811원
- b) 할인율 3%일 때 10,066,224,331원
- c) 할인율 4%일 때 8,014,115,139원

③ 개축 후 유지보수 및 교체비

- 비교 안과 동일 한 조건으로 검토하기 위해 본관동의 2045년~2079년 35년간의 유지보수비를 추정하면

- a) 할인율 2%일 때 6,903,375,172원
- b) 할인율 3%일 때 6,060,203,259원
- c) 할인율 4%일 때 5,362,231,709원

④ 총액

리모델링 공사비 + 기존건축물 유지보수 및 교체비 + 개축 초기 공사비 + 개축 후 유지보수 및 교체비는 <Table 8>과 같다.

위 금액을 총 사용 기간인 55년을 기준으로 하여 연 등가법으로 계산한 연간발생비용 값은 <Table 9>와 같으며, 연간발생비용 산출을 위한 식은 다음과 같다.

$$A_n = (\text{총 공사비} \times F_{pw}) \times F_{cr}$$

여기서, F_{pw} : 현재가계수 = $1 / (1+i)^n$

F_{cr} : 자본회수계수 = $i(1+i)^n / i(1+i)^n - 1$

i : 할인율

n : 1~55

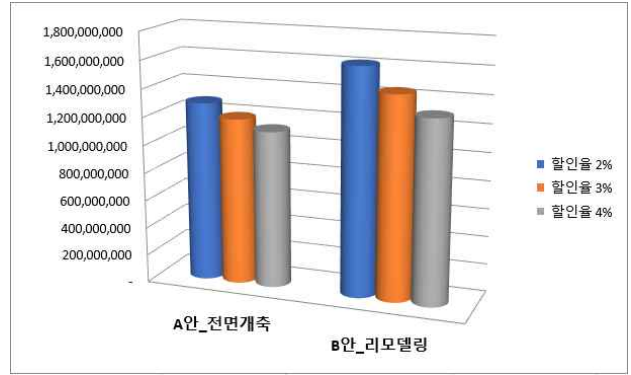


Figure 11. Economic review results

Table 9. Annual cost of remodeling

(단위 : 원)

비 고	연간 발생비용
할인율 2%	1,620,123,131
할인율 3%	1,447,766,049
할인율 4%	1,307,433,227

II-3. 타당성 판별

S 고등학교 본관동에 대한 경제성 분석 방향인 개축(A안)과 리모델링(B안)시 발생할 수 있는 연간발생비용을 검토해본 결과 물가 상승률을 적용한 할인율인 2~4%를 적용하였을 경우 모든 대안에서 전면개축에 따른 비용이 합리적일 것으로 판단된다. <Table 10>

Table 10. Economic review results

(단위 : 원)

비 고	A안(개축) 연간발생비용	B안 (리모델링) 연간발생비용	A-B (차액)	A안 B안 비교
할인율 2%	1,288,143,872	1,620,123,131	- 331,979,259	A안 유리
할인율 3%	1,192,326,853	1,447,766,049	- 255,439,196	A안 유리
할인율 4%	1,123,098,628	1,307,433,227	- 184,334,599	A안 유리

III. 결 론

본 연구는 인천광역시교육청 관내 S 고등학교 에 대한 다각적 검토를 통해 전면 개축과 리모델링의 경제성 비교 분석 및 효율성 등을 검토하여 사업 추진의 방향을 제시하고, 기존 학교 건축물이 교육여건 변화에 능동적으로 대응할 수 있는 공간 구성의 적정성을 판단하는 것을 주요 목적으로 하였다. 주요 내용 및 결과는 다음과 같다.

먼저, 교육 기능적 검토 결과 고등학교는 일반교실이 33개교로써 고교학점제로 전환시 여유공간이 충분하다고 판단되나, 미래교육을 위한 일반교실 외 공간-스마트 첨단교실, 다목적실, 메이커 스페이스, STEAM실 등 학생들의 자기주도학습이나 창의력 증진 등을 지원하기 위한 공간 마련이 필요할 것으로 보인다.

특히, 공용면적이 연면적의 28%로써 홈페이지 등을 구성하는데 면적상 제한이 있는 것으로 판단된다.

정밀점검 결과 누수로 인한 손상, 철근노출 등과 같은 일부 결함들은 건축물의 안전성에 영향을 미칠만한 결함은 아닌 것으로 판단되나 건축물의 사용성 및 미관성에 영향을 주므로 장기적인 계획에 따라 보수하는 것이 바람직하다.

마지막으로 경제성 검토 결과 본관동에 대한 경제성 분석 방향인 개축(A안)과 리모델링(B안)시 발생할 수 있는 연간발생비용을 검토해본 결과 물가 상승률을 적용한 할인율인 2~4%를 적용하였을 경우 모든 대안에서 전면개축에 따른 비용이 합리적일 것으로 판단된다.

위의 검토사항을 종합적으로 평가한 결과, 연간발생비용에 따른 경제적 측면에서는 모든 대안에서 개축안이 유리한 것으로 나타났으며, 현장조사의 결과에 따라 학생들의 다양한 교육 활동의 지원과 교육과정, 특

히 곧 시행 예정인 2022 개정교육과정과 고교학점제 등 새로운 교육방향을 적용하는데 공간 기능적 측면에서의 한계점이 있는 것으로 판단된다.

또한, 본 연구는 교육 기능성 측면과 구조적 안전성 판단을 정성적 평가로 진행하였으나, 향후 연구에서는 본 연구자료를 바탕으로 델파이 조사를 통해 평가요소를 도출하고, AHP분석을 통해 평가지표화함으로써 개축 및 리모델링의 판단 근거를 모두 정량화하여 보다 객관적인 결과를 도출하고자 한다.

본 연구의 제한사항은 다음과 같다.

(1) 초기공사비 추정 : 실적공사비 추정방식은 공사비 영향요인을 다양하게 검토하여 추정하여야 정확도를 향상시킬 수 있으나, 본 용역에서는 실적자료의 단위면적당 공사비를 추정하는 방식을 사용하였음

(2) 개축공사비와 리모델링 공사비는 인천광역시교육청 그린스마트 미래학교 사업 기준단가를 적용하였음 (개축단가= 2,950천원/㎡, 리모델링 단가= 1,500천원/㎡)

(3) LCC 추정 : 현재 LCC 실적자료가 부족한 상태로 민간투자사업 초기 단계에 제시된 LCC산정 사례를 기반으로 추정하는 것이 일반적임

(4) 본 용역의 경제성 검토는 각 대안별 정해진 기간 동안 투입되는 비용만을 검토한 것으로, 각 대안별 55년(개축 후 55년, 리모델링 후 20년 +개축 후 35년) 사용하는 LCC를 산정하여 비교함

(5) 교육기능적 검토에서는 평가지표 등을 활용한 정량적 검토가 아니므로, 객관화된 평가보다는 경제성 분석 결과를 뒷받침하기 위한 참고자료로만 활용되었음

연구결과, 연간발생비용에 따른 경제적 측면에서는 모든 대안에서 개축안이 유리한 것으로 나타났으며, 현장조사의 결과에 따라 학생들의 다양한 교육 활동의 지원과 교육과정, 특히 곧 시행 예정인 2022 개정교육과정과 고교학점제 등 새로운 교육방향을 적용하는데 공간 기능적 측면에서의 한계점이 있는 것으로 검토되었으므로, 장기적인 측면에서는 리모델링 보다는 개축이 유리할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 김승제(2005), 노후화 학교시설의 개축성능 평가에 관한 연구. 한국교육시설학회지, 12(6).
2. 류정우 (2010). LCC분석을 통한 군시설의 옥상방수 공법 선정에 관한 연구. 목원대학교 일반대학원 석사학위논문
3. 오병욱, 이재훈(2004). 초등학교 리모델링을 위한 건축계획적 평가지표의 연구. 교육시설, 11(4).
4. 이택규, 정용수, 이학기(2011). 교육시설물 개축과 리모델링의 경제성 비교 분석 연구. 한국건설관리학회 학술발표대회논문집.
5. 정현재, 오인환(2002). 초등학교 리모델링을 위한 실별 면적구성에 관한 연구. 대한건축학회 추계학술발표대회 논문집, 22(2).
6. 조주현 외 4명(2013). 유형고정자산 내용연수표. 한국감정원 부동산연구원.
7. 이상민 외 10명(2017). 노후학교 시설개선 기준 연구. 한국교육개발원.
8. 박성철, 오병욱(2009). 노후학교시설 개축 판별모델 개발. 한국교육개발원.

국문초록

본 연구는 인천광역시에 위치한 S 고등학교의 40년 이상 경과된 본관동의 그린스마트 미래학교 사업 추진을 위한 개축과 리모델링의 타당성을 검토하여 객관적 사업 근거를 마련하고, 사업 추진 적정예산 수립 및 사업추진 방향의 기초자료를 확보하기 위한 목적과, 개축과 리모델링의 판별을 위한 효과적인 방법론을 적용 및 검토하는데 목적이 있다.

이를 위해 경제성 검토를 통한 정량적 평가 결과와 교육기능적 검토를 통한 정성적 평가를 종합하여 장기적인 측면에서 개축과 리모델링의 타당성을 평가하였다.

논문투고일 2022.05.27, 심사완료일 2022.06.20, 게재확정일 2022.06.21.