技術報告

신흥 중학교 구조안전진단 연구 요약

Feasibility Study For the Stability of Shinhung Middle School Building

유 완* 홍 갑 표** 민 창 기***
Yu, Wann Hong, Kap-Pyo Min, Chang-Ki

1. 서 론

연구대상 건물인 신흥중학교관은 사용후 22년이 경과한 건물로서 시설적인 측면에서 낙후성이 현저하고 건물 곳곳에 균열이 진행되고 있는 상황이다.

본 조사는 진단건물에 발생한 균열현황 및 구조체의 안전성 검토 등을 수행하는 전반적 구조진단과 시설측면에서 요구되는 적정 시설규모의 추산 및 재건축의 타당성을 검진하는 건축계획적인 분석이 병행 진행되어 종합적인 결론을 내리는데 그 진단 목적을 두었다.

2. 학교 현황

2.1. 시설현황

신흥중학교는 현재 연면적 6,000m²에 운동장 000m²의 규모를 갖추고 있다. 하지만 이 면적은 고등학교까지 종합한 면적으로서 평면도에 나타

표 1. 시설현황

구 분	교 지	운동장	건 물	부속건물
(m²)	6,000	9,000	2동	2동

표 2. 중학교관 시설현황

구분	교실	교원실	교장실	과학실	자료실	창고	숙직실	화장실
수량	14	1	1	1	1	2	1	2

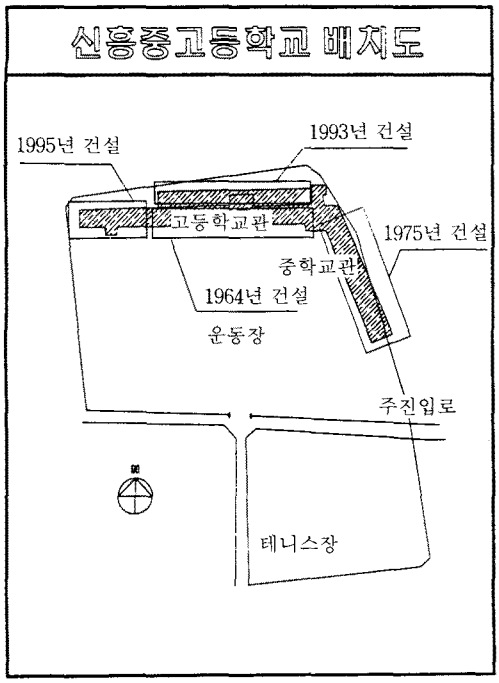

그림 1. 신흥중 · 고등학교 배치도

* 연세대학교 도시공학과 교수, 도시계획학박사
** 연세대학교 건축공학과 교수, 공학박사
*** 평택대학교 지역사회개발학과 교수, 공학박사

난 것과 같이 고등학교와 연결되어 특별교실군의 경우 중 · 고등학교가 같이 이용하고 있다.

2.2 재학생 현황

현재 신흥중학교 총학생수는 703명으로 1학년 5학급, 2학년 4학급, 3학년 5학급으로 구성되어 있으며 학급당 평균 50명 가량의 학생이 배당되어 있다.

매년 학급수는 상위 교육기관에서 동두천시 전체학교에 주기적으로 배분하여 1학급정도의 증감이 격년재로 실시되고 있다.

표 3. 신흥중학교 재학생 현황

학년 / 구분	1학년	2학년	3학년	총 계
편성학급(실)	5	4	5	14
총학생수(인)	250	205	234	702

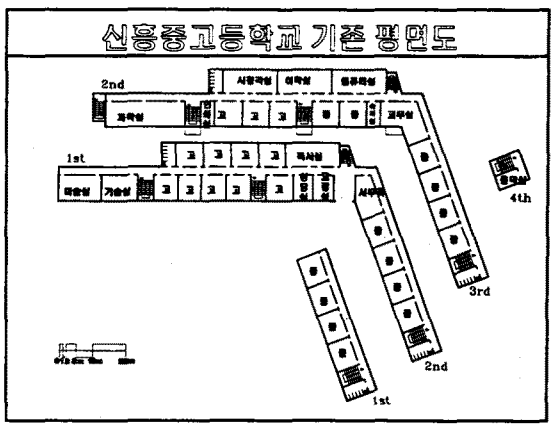

그림 2. 신흥중 · 고등학교 평면도

2.3 학교시설의 문제점

(1) 도로계획선의 관통

신흥중 · 고등학교의 중학교관은 1975년 건설되었으며 이 건물은 도면에 나타나 있는 것처럼 강화천에 인접하여 위치하고 있다. 그런데 해당건물의 측면으로 도시계획도로(보조간선도로)가 소요초등학교 방면으로 계획되어 있어 추후 도로건설시 많은 문제점을 갖는 지역이다. 만약 도시계획도로선을 변경하게 되더라도 해당건물이 강화천과 근접하여 있기에 장래 도로와 해당건물이 바로 인접하게 되어 소음문제 등 많은 문제를 야기할 것이다.

(2) 누수현상

중학교관 단면도에 나타난 것처럼 해당 건물은 운동장에 비해 지대가 낮게 건축되어 있으며 운동장의 경우 우천시 배수가 원활히 이루어지고 있지 않다. 이러한 상황 속에서 건물의 시설 낙후로 인하여 6, 7월 우기시에 1층의 경우 침수 현상이 자주 일어나고 있는 형편이며 항시적으로 실내가 습한 조건 속에서 수업이 진행되어 상당히 열악한 교육환경을 낳고 있다.

(3) 건물외벽의 낙후

85년에 중학교관 외벽공사가 실시되었는데 기존 건물과 정착이 적절히 이뤄지지 않았으며 시설낙후로 인하여 낙석의 위험이 현저하여 현재 건물 주변으로 통행을 제어해야 할 형편이다. 이러한 조건 속에서 외벽의 철거는 필연적으로 요구된다.

(4) 시설규모의 부족 및 노후화

현재 신흥중학교는 고등학교와 시설을 공유하고 있는데 전체시설규모에 있어 시설부족 현상이 역역한 실정이다. 일반 학급수의 경우 고등학교가 12개 학급, 중학교가 14학급으로 편성되어 있는데 특별교실의 경우에는 중 · 고등학교를 통틀어 과학실 1실, 미술실 1실, 기술실 1실, 음악실 1실, 컴퓨터실 1실 등으로 매우 부족한 형편이다. 이러한 규모에서 요구되어지는 특별교실의 규모는 현재의 2배~2.5배로 시설규모 확충이 시급한 실정이다. 또한, 건축 설비 차원에서 해당 시설(중학교관)은 낙후 정도가 심하다. 또한 건축계획이 불합리하게 이루워진 관계로 어두운 실내공간, 건물내장의 문제점 등이 열악한 교육환경을 낳고 있다.

3. 건물의 구조안전도 조사 및 검토

3.1 외관조사

본 진단 대상 건물인 신흥중 · 고등학교 중학교동 건물의 구조형식은 철근콘크리트 보 슬래브와 블럭조적벽 구조이다. 외관 조사에서 발견된 하자사항은 외벽에 덧붙여 시공한 적벽돌의 균열 및

탈락, 내부 블록조적벽의 균열, 슬래브에서의 철근노출, 설비의 노출 및 노후화 등이 나타났다.

본 진단대상 건물은 최초 건축 당시 블록조적의 외벽에 모르타르 회반죽 마감으로 시공되었으나 마감재의 박리 및 탈락이 반복되어 이를 보완할 목적으로 외부에 적벽돌을 덧붙여 시공하였다 그러나 적벽돌의 부착시공상태가 불량하여 현재는 균열이 여러 부분에서 진행되고 있으며, 탈락된 부분도 다수 발견되었다. 학교측에서는 균열이 심하거나 탈락된 부분에 대하여 앵글로 일부 보강하여 사용하고 있으나 근본적인 보수대책은 되지 못하고 있다. 외벽과 적벽돌의 부착상태를 조사한 결과 일부 벽체에서는 적벽돌이 외벽과 어느정도 부착상태를 유지하고 있으나 대부분의 벽체에서는 외벽과 적벽돌 사이에 3cm 정도의 공간이 있는 상태로서 부착이 극히 불량하여 적벽돌 외벽의 부분적인 탈락뿐만 아니라 그대로 방치할 경우 전면적인 도괴까지도 우려되는 상태이다.

진단대상건물은 내벽 및 외벽이 모두 블록조적벽인 것으로 조사되었다. 조적벽의 두께는 3층의 경우 16cm 였으며 1층과 2층은 30cm인 것으로 조사되었다. 균열은 각 층에서 모두 발견되었으며 1층의 균열상태가 가장 심한 것으로 나타났다. 균열발생부위는 보하부, 문이나 창과 같은 개구부의 모서리가 많았다.

3층 천장 슬래브의 경우 3학년 1반 교실에서 하단철근의 피복두께 미확보로 인하여 철근이 노출되어 부식된 부분이 발견되었다.

전기배선은 대부분 외부로 노출되고 노후된 상태였으며 화장실의 타일이 노후되어 탈락되거나 깨진 부분이 발견되었다.

3.2 콘크리트 강도 조사

슈미트 햄머에 의한 반발경도 측정대상 부위는, 마감재인 회반죽 모르타르가 박리되어 콘크리트가 부분적으로 노출된 지점으로 3층에서 슬라브 및 보의 각 2개소, 2층에서 슬라브 1개소를 선정하고 연마석으로 평활하게 한 후에 각각 수직, 수평 타격하여 측정하였다.

사용 기기에 대한 보정은 측정 전·후 테스트 엔빌에 의해 측정된 반발경도값이 78이었으므로 보정하지 않았다. 슬래브 지점의 측정에 대해서는 타격 방향이 수직이므로 타격 각도에 따른 보정을 하였다. 보정된 반발경도를 일본 재료 학회의 식 (1)과 동경도 재료 실험소의 식 (2)를 이용하여 압축 강도로 환산하였다. 또한 진단 건축물의 재령이 9년 이상이므로 재령 증가에 따른 콘크리트 재령 계수 α=0.63을 환산된 압축 강도에 적용하여 추정 설계 압축 강도를 산출하였다.

일본 재료학회의 식 : $F=13R_0-184[kg/cm^2]$ 식 (1)

동경도 재료 실험소의 식 : $F=10R_0-110[kg/cm^2]$ 식 (2)

여기서, R_0 : 위치별 반발 경도

표 4. 반발 경도법 시험 결과

바닥층	위치	반발 경도 평균	추정 압축 강도(kg/cm²) 방법-1	추정 압축 강도(kg/cm²) 방법-2	평균 압축 강도(kg/cm²)	층별압축강도 (kg/cm²)
2	1	37.81	193.71	168.87	168.87	168.87
3	1	42.18	229.49	196.40	212.95	177.90
	2	32.16	147.47	133.31	140.39	
	3	45.82	259.35	219.37	239.36	
	4	38.83	127.34	110.47	118.90	

3.3 철근탐사 시험을 통한 배근상태 조사

본 조사에서는 전자유도법을 이용한 철근탐사기를 사용하여 보의 배근상태를 조사하였다.

진단대상 건물인 신흥중고등학교의 중학교동은 철근콘크리트 보, 슬래브와 블럭조적벽으로 이루어진 구조이다. 철근탐사는 보의 배근상태를 조사하고 구조해석에 대한 기초 자료로 사용하기 위하여 실시하였다. 측정대상 부재는 각 층에서 보 2개를 임의로 선정하여 철근의 갯수, 직경, 배근간격, 피복두께 등을 조사하였다. 각 보에서 중앙부와 단부를 측정하였고 측정지점별로 측면과 하부를 scannig하였다. 보 하부에 대한 scannig 결과 인장철근이 2개씩 묶음철근으로 6개의 철근이 배근되어 있는 것으로 확인되었고 측면을 scannig한 결과 인장철근이 2단으로 배근되어 있는 것으로 나타났다. 2단배근된 철근 중 상부에 배근된 철근

의 개수는 정확히 알 수 없으나 이상의 조사를 통해 주근은 최소한 8개의 D16 철근이 배근되어 있는 것으로 추정된다.

전단보강근의 배근간격은 지붕층 바닥보에서 단부와 중앙부의 배근간격이 각각 250mm과 350mm 정도로 배근된 것으로 확인되었다. 그러나 2층과 3층 바닥보에서 늑근의 배근간격은 중앙과 단부 모두 400mm 정도인 것으로 나타났다. 전단보강근의 직경은 조사결과 D10인 것으로 나타났다.

피복두께는 전반적으로 4cm이상으로서 규준(강도설계법 규준B2-8)을 만족시키고 있으며 일부에서는 8cm가 넘게 시공된 곳이 있어서 이 부분에서 구조내력이 저하될 수 있을 것으로 추정된다.

표 5. 보 단면 치수 및 피복두께조사 결과표

위치	부재세부위치	늑근의 피복두께(mm)	늑근의 지름/간격	주근의 피복두께(mm)
3-3	보 중앙 하면	24	Φ10/@350	52
	보 중앙 측면	28	Φ10/@350	29
	보 단부 하면	43	Φ10/@230	52
	보 단부 측면	47	Φ10/@230	79
3-2	보 중앙 하면	15	Φ10/@300	30
	보 중앙 측면	23	Φ10/@300	29
	보 단부 하면	27	Φ10/@224	48
	보 단부 측면	20	Φ10/@224	30
2-1	보 중앙 하면	10	Φ10/@210	30
	보 단부 하면	30	Φ10/@200	30
	보 단부 측면	21	Φ10/@200	25
2-4	보 중앙 하면	74	Φ10/@400	56
	보 중앙 측면	65	Φ10/@410	55
	보 단부 하면	56	Φ10/@350	70
	보 단부 측면	20	Φ10/@350	22
1-2	보 중앙 하면	80	Φ10/@400	80
	보 단부 하면	60	Φ10/@430	60
	보 단부 측면	25	Φ10/@430	30
1-1	보 중앙 하면	44	Φ10/@400	54
	보 단부 하면	25	Φ10/@400	30
	보 단부 측면	40	Φ10/@400	50

3.4 구조해석

(1) 일반사항

본 건물의 콘크리트 압축강도 조사와 철근배근 조사등의 실측조사를 근거로한 구조해석을 실시하여 구조안전도를 검토하였다. 진단건물은 지상 3층의 중학교 건물로서 각 부재별 구조는 다음과 같다.

① 보 : 철근콘크리트

② 바닥 : 철근콘크리트 평 슬래브

③ 벽체 : 블럭조적조

콘크리트의 강도는 콘크리트 강도시험 결과 $Fc=168kg/cm^2$을 기준으로 하고, 철근의 항복강도는 시공당시 일반적으로 사용되었던 $Fy=2,400kg/cm^2$으로 가정하였다. 블록벽과 보는 접합부가 접촉면의 균열상태로 추정하여 볼 때 접합부의 정착 및 보강이 거의 없는 상태로서 해석에서는 보의 지지조건을 단순지지로 가정하였다.

(2) 설계하중

설계하중은 건축물의 구조기준 등에 관한 규칙(1992. 6. 1 건설부령) 및 ACI 318-83을 기준으로 하였다. 설계하중은 고정하중과 적재하중만을 고려하였다. 규준에 따른 고정하중 및 적재하중은 다음과 같다.

① 적재하중

교실 및 복도 − $250kg/cm^2$

단위 길이당 적재 하중

$-0.25\times3=0.75t/m$

② 고정하중

슬래브

$3\times0.15\times2.4=1.08t/m$

여기서, 슬래브두께 : 0.15m

하중분담폭 : 3m

콘크리트의 단위하중 : $2.4t/m^3$

보

$(0.75-0.15)\times0.3\times2.4=0.43t/m$

단위길이당 고정하중 :

$1.08+0.43=1.51t/m$

(3) 최대 휨 모멘트

모든 보를 단순보로 가정했을 때 중앙부의 최대 휨모멘트는

$$M_{max}=\frac{wL^2}{8}$$

여기서, w : 단위 길이당 하중

L : 보의 길이

① 적재 하중에 의한 최대 휨 모멘트

$$M_{LL} = \frac{wL^2}{8} = \frac{0.75\times7.2^2}{8} = 4.86tm$$

② 고정 하중에 의한 최대 휨 모멘트

$$M_{DL} = \frac{wL^2}{8} = \frac{1.57\times7.2^2}{8} = 9.78tm$$

③ 적재 하중과 고정하중의 조합에 의한 최대 휨 모멘트

$$M = 1.7M_{LL}+1.4M_{DL}$$
$$= 1.7\times4.86+1.4\times9.78$$
$$= 21.95tm$$

3.5 구조안전성 검토

대상 보에 대해 현장 조사를 통해 측정된 보의 크기(30×70cm)와 철근(8-D16), 재료의 강도 ($fc'=168kg/cm^2$, $fy=2,400kg/cm^2$)를 가지고 설계강도를 구하여 값을 비교 검토하였다.

(1) 휨에 대한 강도 검토

철근비

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = \frac{15.88}{30\times70} = 0.00756$$

$$\rho_{max} = 0.0257$$

$$\rho_{min} = 0.0047$$

등가 응력 블록 길이

$$a = \frac{A_s f_y}{0.085\, f_c' b} = \frac{15.88\times2400}{0.085\times168\times30} = 8.90cm$$

공칭 모멘트

$$M_n = A_s f_y(d-\frac{a}{2})$$
$$= 15.88\times2400(70-\frac{8.90}{2}) = 24.98tm$$

설계강도

$$\Phi M_n = 0.9\times24.98$$
$$= 22.48tm > M_{max}=21.95tm$$

(2) 전단에 대한 강도 검토

계수하중

계수전단력

$$V_u = 3.39\times7.2/2-3.39\times x$$
$$= 12.20-3.39x$$

지지점에서 d만큼 떨어진 거리에서의 전단력

$$V_{u,d} = 12.20-3.390\times0.7 = 9.83t$$

전단강도

$$\phi V_c = \phi(0.53\sqrt{f_c})b_w d$$
$$= 0.85\times0.53\times\sqrt{168}\times30\times70\times10^{-3}$$
$$= 12.26t > V_{u,d} = 9.83t$$

최소 전단 보강근의 배근간격

$$s = \frac{A_v f_y}{3.5b_w}$$
$$= \frac{1.426\times2400}{3.5\times30}$$
$$= 32.6cm$$

4. 시설규모 산정

4.1 학생수 추정

동두천시 기본계획에 따르면 동두천시의 인구가 80년대 이후 연평균 2.0%의 지속적인 증가를 나타내고 있으며 이러한 추세가 지속된다면 2011년의 인구는 138,000명이 될 것으로 예상하고 있다. 신흥중학교의 재학생수는 지역의 인구와 밀접한 관련을 맺고 있으므로 동두천시의 중학교 재학생수는 이러한 맥락과 병립한다면 지속적인 증가추세를 보일 것으로 예상할 수 있다. 물론 동두천시 전체 학교에 대한 학생수의 정기적인 증감 배당이라는 상위 기구의 계획적 차원의 분배 양상에 의해 개개의 학교가 단일한 증감패턴을 갖지않고 다소의 파동을 갖으며 증가 감소의 반복적인 양태를 나타내고 있으나 장기적인 차원에서는 동두천시 전체 중학교 학생수가 1996년 6.2%에서 2011년 6.5%로 증가를 나타낼 것으로 예상된다.

이러한 자료들을 바탕으로 신흥중학교 재학생

수는 지속적인 증가가 예상되며 이러한 맥락에서 신흥중학교의 재학생수 예측은 다양한 방법을 검토한 결과 최소자승법에 의한 예측치가 가장 근접한 추정치로 판단된다. 최소자승법에의한 학생수 추정 결과는 표 6과 같다.

표 6. 신흥중학교 학생수 예측

연 도	재학생수	연 도	재학생수
2000년	756인	2010년	804인
2001년	761인	2011년	809인
2002년	765인	2012년	814인
2003년	770인	2013년	818인
2004년	775인	2014년	823인
2005년	780인	2015년	828인
2006년	785인	2016년	833인
2007년	789인	2017년	838인
2008년	794인	2018년	843인
2009년	799인	2019년	848인

4.2 중학교관 시설규모 산정

(1) 교과목 단위 배정에 의한 추정

교과목당 수업시간에 의한 특별교실 및 각 교과의 교실의 필요수는 다음의 식에 의거 추정되었다.

$$n = \frac{\sum_{학년} A \times B \times C}{D \times E}$$

여기서, n : 어느 교과의 특별교실 및 교과실의 필요수

A : 해당교과의 학년별주당평균 수업시간수

B : 학년별 클라스수

C : 충족률 = A에서의 특별교실로 사용하는 수업시간수 / A

D : 주당수업시간수

E : 교실의 이용률의 상한 = 어느 교실의 사용가능 수업시간수 / D

표 7. 교과목 시간에 의한 필요실 수 산정

과 목	주당 각실 수업	A	B	C	D	E	필요실수
과 학	51시간	3시간	6, 6, 5	1	3	0.8	2
기 술	34시간	2시간	6, 6, 5	1	2	0.8	1
미 술	34시간	2시간	6, 6, 5	1	2	0.8	1
음 악	34시간	2시간	6, 6, 5	1	2	0.8	1
컴퓨터	17시간	1시간	6, 6, 5	1	1	0.8	1

위식에 근거한 교실수 추정결과 일반교실은 1학급당 배당한다고 가정(2000년 기준 : 1학급당 45명)하고 특별교실에 대하여 교과목당 필요실 수를 산출하면 표 7과 같다.

(2) 교육시설 설비기준령에 의한 추정

교육법전에 근거한 학교시설규모는 표 8과 같다.

표 8. 학생수 변화에 의한 연차별 학교 시설규모

년도	학생수 (인)	교지 면적 (㎡)	체육장 (㎡)	보통 교실 (실)	특별교실(실)					관리용 각실 (실)
					과학실	음악실	미술실	기술실	컴퓨터실	
45명기준										
2000	756	6,624	4,312	17	2	1	1	1	1	2
2001	761	6,644	4,322	17	2	1	1	1	1	2
2002	765	6,660	4330	17	2	1	1	1	1	2
2003	770	6,680	4340	17	2	1	1	1	1	2
2004	775	6,700	4350	17	2	1	1	1	1	2
40명기준										
2005	780	6,720	4360	20	2	1	1	1	1	2
2006	785	6,740	4370	20	2	1	1	1	1	2
2007	789	6,756	4378	20	2	1	1	1	1	2
2008	794	6,776	4388	20	2	1	1	1	1	2
2009	799	6,796	4398	20	2	1	1	1	1	2
35명기준										
2010	804	6,816	4408	23	2	1	1	2	1	2
2011	809	6,836	4418	23	2	1	1	2	1	2
2012	814	6,856	4428	23	2	1	1	2	1	2
2013	818	6,872	4436	23	2	1	1	2	1	2
2014	823	6,892	4446	24	2	1	1	2	1	2
30명기준										
2015	828	6,912	4456	28	3	1	1	2	1	2
2016	833	6,932	4466	28	3	1	1	2	1	2
2017	838	6,952	4476	28	3	1	1	2	1	2
2018	843	6,972	4486	28	3	1	1	2	1	2
2019	848	6,992	4496	28	3	1	1	2	1	2

표 8은 학생수 추산의 결과를 장래 학급당 학생수 비율을 줄여나간다는 정책적 방향에 입각하여 산정된 것이다. 2000년 기준(학급당 45명)으로 할 때 보통교실은 17개실, 과학실 2개실, 음악실, 미술실, 기술실, 컴퓨터실이 각각 1개실씩 필요하다. 이러한 수치를 바탕으로 볼때 현재는 고등학교와 시설을 공유하는 형편이기 때문에 시설의 절대 규모에 있어서도 부족한 실정이다.

5. 경제적 타당성 분석

(1) 목적

학교시설에 대한 투자는 커다란 의미에서 인적자원에 대한 사회적 투자라할 수 있으며 그러한 맥락에서 사회적인 비용과 편익에 의한 경제적 타당성을 검증함은 본 중학교관 재건축 타당성 검토에 충분한 근거가될 수 있다. 경제적 타당성 분석의 주요 내용은 두가지 부분으로 분류된다. 첫째는 기존의 중학교관의 비용-편익 분기점에 대한 고찰이며 두 번째는 새로이 신축되는 중학교관의 경제적 타당성의 분석이다. 이와 같은 분석을 토대로 기존 중학교관이 비용-편익 분기점을 넘어섰는가 그리고 신축될 중학교관 건설의 타당성은 경제적 의미를 갖는가에 대한 고찰을 본 분석은 목적으로 하고 있다.

(2) 분석 항목의 설정

① 기대편익

정량적인 분석을 위하여 대리변수로서 유사교육기관의 시장구조내에서의 임대가격을 지출 되어야 할 보상변수로 파악하여 편익을 산출한다. 분석에 있어 적용되어지는 이자율은 교육재정에 대해 통상적 적용되어지고 있는 공공부문 지출 이자율인 9%를 기준으로 하였다. 분석기간은 20년(1998년~2017년)으로 하며 매년 편익이 5% 증가하는 것으로 가정한다. 1997년 3월 현재가격을 사업의 비용 및 편익을 산정하는 기준가격으로한다.

② 기대비용

비용항목으로는 신축건물에 대한 건설공사비, 기존건물에 대한 철거비용, 그리고 편익산출에 준하여 의사-토지비용(pseudo-land cost)을 선정 하였다. 또한 총비용의 3%를 시설유지비로 설정하고 매년 5%가 증가하는 것으로 가정한다. 토지비용은 대상지역의 공시지가를 적용하였다. 분석에 있어서는 1차적으로 기존 건물(현 중학교관)이 비용-편익 분기점을 넘어섰는가에 대한 분석을 하며 다음으로 신축건물 건축의 타당성을 분석한다. 분석에 있어 현실적 요소의 변동에 따른 분석의 불안정성을 보완하기 위하여 이자율 변화시(8%, 10%)의 경제성과 비용, 편익 변화시(±5%)의 민감도를 분석 하였다.

(3) 분석결과

① 현 중학교관의 수익분기점 검토

기존건물에 대한 경제성분석은 해당시설과 유사한 용도로 이용되는 건물에 대한 비용과 편익을 1997년 현재가에 할인율 9%를 적용 1975년 기준가를 역추산하여 산정 하였다. 이러한 산정방법에 입각하여 건물 건축년도인 1975년에 해당 건물 신축시 적용된 지가는-1975년 기준가로- 24.9(만원/평), 건축비는 563(만원/실), 편익은 0.29(만원/평)이 각각 산정 되었으며 토지매입비용은 건폐율 50%를 적용 하였을때-1975년 기준가로-약 7,800만원(1975년 기준가), 건축공사비는 8,450만원(1975년 기준가)으로 총비용은 약 16,250만원으로 나타났다. 또한 편익은 연간 약 1,970만원으로 계산 되었다.

비용-편익을 적용하였을때 내부수익율은 11%로 나타났으며 비용과 편익의 분기점(pay back period)은 공사 착수후 16년(1990년)으로 산정되어져 해당시설은 경제적인 의미에서 소요비용에 대한 충분한 수익을 거둔 것으로 나타났다.

② 신축건물의 경제적 타당성 검토

토지비용은 건설교통부에서 공시하고 있는 공시지가 자료를 이용하여 신흥중고교 인근의 안흥동 일대 지가를 기준으로 산출하였을때 60만원/㎡으로 나타났다. 신축건물에 대한 건축비용은 교실 1실당 4,480만원, 기존건물에 철거비용은 1실당 300만원이 각각 적용 되어졌다. 시설유지비는 건축공사비의 3%를 적용하였으며 매년 5% 증가를 가정하였다. 편익산정은 교육시설이 갖는 정성적인 편익의 비가시성을 고려하여 유사한 교육시설에 대한 정량적 자료를 이용 산출하였다. 이렇게 산정된 편익은 해당 건물의 임대(Rent)비용으로 대치되어 계산 되었는데 1층의 경우 4.57만원/평, 2층 2.29만원/평, 3층 1.52만원/평, 4층 1.14만원/평으로 각각 나타났다. 이와 같은 기본값을 근거로 계산 되어진 토지비용은 - 건폐율 50% 적용을 전제로 하였을때 - 96,390만원, 건축공사비는 125,440만원, 기존건물의 철거비용은 5,400만원으로 각각 산정되어 총비용은 227,230만원으로 나타

났다.(※ 실제 신축건물에 대한 총 공사비는 건축공사비인 125,440만원임. 토지비용과 기존건물 철거비용은 경제적 타당성 검증을 위해 도입되어진 것임.) 편익은 각 층의 연면적 합산치를 적용하였을때 1년에 27,769만원으로 나타났으며 매년 5% 증가를 가정 산정 하였다.

분석결과에 따르면 내부수익율은 11%로 적정한 수익율을 나타내고 있음을 알 수 있으며 비용-편익비가 1.12, 순현재가치가 비용과 편익의 현재가치를 계산하였을때 35,910만원(1997년 현재가격)으로 각각 산정되어 충분한 경제적 의미의 타당성을 갖는 것으로 나타났다. 이자율 변동시의 민감도 분석 결과 이자율이 10%일 경우에도 경제적 타당성을 갖는 것으로 나타났다.

표 9. 재건축 건물에 대한 민감도 분석

항 목	이자율 8%	이자율 9%	이자율 10%
내부수익율(IRR)	11%	11%	11%
현 재 가 치	₩57,630	₩35,910	₩16,976
편익-비용비(B/C)	1.19	1.12	1.06

6. 결 론

6.1 건축물 구조 안전에 관한 사항

첫째 : 콘크리트 압축강도 추정시험의 결과 콘크리트 평균압축강도는 2층의 경우 168.78kg/cm^2, 3층의 경우 177.90kg/cm^2로 추정되어 건축당시의 일반적인 설계기준강도 180kg/cm2보다 낮은 것으로 나타났다.

둘째 : 보에 대한 철근탐사 시험의 결과 주근은 최소한 8개의 D16 철근이 배근되어 있는 것으로 추정된다. 전단보강근의 간격은 최대전단력을 받는 단부에서 250mm - 400mm 정도로서 편차가 비교적 큰 것으로 나타났다. 전단보강근의 직경은 조사결과 D10으로 나타났다. 피복두께는 전반적으로 4cm이상으로 규준(강도설계법 규준B2-8)을 만족시키고 있으나 8cm가 넘는 곳도 있어서 국부적인 휨내력의 저하가 있을 것으로 사료된다.

셋째 : 구조부재의 형상, 반발경도법에 의해 측정된 콘크리트 압축강도와 철근탐사자료에 기초하여 철근콘크리트 보에 대한 구조계산을 실시한 결과 안전측으로 가정된 하중에 대하여 전반적으로 규준을 만족하고 있으며 전단보강근의 배근간격이 일부 규준값을 초과하는 곳이 있으나 바닥구조의 구조안전성에는 영향이 없을 것으로 추정된다.

넷째 : 구조부재의 형상, 반발경도법에 의해 측정된 콘크리트 압축강도와 철근탐사자료에 기초하여 철근콘크리트 보에 대한 구조계산을 실시한 결과 안전측으로 가정된 하중에 대하여 전반적으로 규준을 만족하고 있으며 전단보강근의 배근간격이 일부 규준값을 초과하는 곳이 있으나 바닥구조의 구조안전성에는 영향이 없을 것으로 추정된다.

다섯째 : 본 진단대상건물에서는 철근콘크리트 기둥 없이 블록조적벽을 내력벽으로 이용하고 있으며 전반적으로 다수의 균열이 발견되고 있다 균열 상태를 고려할 때 벽체의 내력이 전반적으로 부족한 것으로 판단된다. 따라서 벽체균열에 대한 적절한 보수보강을 실시하는 것이 바람직하다고 사료된다.

6.2 건축물의 보수 및 사용상의 문제점에 관한 사항

첫째 : 해당건물은 운동장에 비해 낮게 건축되어 있고 운동장의 배수가 원활히 이루어지지 않는 상황 속에서 건물의 노후화로 6,7월 우기시에는 건물내 1층으로 누수현상이 발생하여 1년에 2주가량은 수업에 상당한 곤란을 겪고 있는 상태로서 전면적인 방수 보수공사가 시급히 요구된다.

둘째 : 추가로 시공된 적벽돌 외벽은 현재 균열이 심하거나 탈락된 부분에 대하여 앵글로 일부 보강하여 사용하고 있으나 근본적인 보수대책은 되지 못하고 있으며 외벽과 적벽돌의 부착상태가 극히 불량하여 적벽돌 외벽의 계속적인 균열진행 및 탈락은 물론 방치할 경우 전면적인 도괴까지도 우려되는 상태로서 현 건물을 계속 사용할 경우에는 우선적으로 적벽돌 외벽의 전면적인 보수가 시급한 것으로 사료된다.

셋째 : 진단대상 건물인 중학교동은 현재 교실

수가 부족하여 증축이나 전면적인 재건축이 검토되고 있다. 현재 진단대상건물의 하자사항은 내력벽으로 사용되고 있는 조적벽체에서 집중적으로 발생되어 있고 보수·보강이 요구되는 상태이다. 따라서 조적벽체는 추가의 수직하중을 부담할 능력이 없으며, 보강하는 것을 고려할 수도 있으나 비용과 구조안전성의 측면을 고려한다면 증축은 고려하지 않는 것이 적절한 것으로 판단된다.

6.3 토지이용 및 시설규모에 관한 사항

첫째 : 해당건물이 위치하고 있는 필지(41-41)는 도로계획선(보조간선도로)이 해당 건물 측면을 통과하여 소요초등학교쪽으로 계획되어 있다. 이러한 요소는 도시계획 도로와의 마찰을 예상케 하며 만약 도로계획선을 변경하게 되더라도 건물 인접부에 강화천이 존재하여 도로와 필연적으로 인접하게 될것이고 이러한 상황은 소음문제 등 교육여건상의 불합리한 상황을 낳게 될 것이다.

둘째 : 현재 신흥중학교는 고등학교와 시설을 공유하고 있는 상황인데 현재 일반학급수가 중학교 14학급, 고등학교 12학급으로 구성되어 있는데 반하여 이에 부속되는 특별교실과 부속시설은 요구되는 시설의 기준치 이하의 규모를 갖고 있다. 이러한 현재의 상황 속에서 시설규모의 확장, 확보는 필연적으로 요구된다. 또한 장래 학생수의 증감이나 학급당 학생수의 변화방향을 고려 할때도 현재의 시설규모는 열악한 교육환경을 더욱 첨예화할 것으로 판단된다.

셋째 : 부족시설규모에 대하여 부속건물을 건설한다 가정할 때 부속건물 건축에 소요되는 비용과 기존 중학교관의 보수비용 등을 평가하면 새로이 중학교관을 재건축하는 것에 비등한 재원이 요구되며 이러한 결과로 가져올 수 있는 편익과 교육환경 개선의 효과는 재건축하는 경우가 훨씬 높을 것으로 예상된다.

6.4 기존 건물과 재건축시의 경제적 타당성에 관한 사항

해당 중학교관을 신축시 건물에 대한 경제성 분석결과 분석기간을 20년으로 하고 이자율을 9%로 산정하여 계산하였을 때 내부수익율이 11%, 편익-비용비가 1.12로 나타나 재건축의 타당성이 충분한 것으로 나타났다. 또한 현재의 중학교관은 경제적 타당성 분석결과 비용-편익분기점(pay-back period)을 충분히 넘어선 것으로 나타나 이미 해당시설의 투자에 대한 충분한 보상기간을 넘어선 것으로 나타났다. 이와 같은 진단 결과를 종합할 때 현시점에서 본 건물의 구조적 안전성은 구조공학적으로 신뢰수준 이하는 아니나 잠재적인 구조적 취약점을 내포하는 것으로 나타나며 전반적으로 보수보강이 요구되는 것으로 판단된다. 하지만 건축계획적인 측면에서의 전반적인 상황은 상당히 열악하여 전면적인 보수보강에 소요되는 비용에 비해 개선될 수 있는 교육환경의 조건은 미약할 것으로 판단되며 경제적인 측면에서 해당 시설을 재건축하는 것이 재원의 경제적 타당성에 근거할 때 합리적인 것으로 진단된다.