

# 학교시설의 효율적 유지관리(3): 건물구조의 안전성

## School Facilities Management(3): Structural Integrity

김진일\*    민창기\*\*    서치호\*\*\*    임흥철\*\*\*\*  
 Kim, Jin-Il    Min, Chang-Kee    Suh, Chee-Ho    Rhim, Hong-Chul

### 1. 서론

서울특별시 교육청은 관할 학교시설의 효율적 유지관리를 위해, 학교시설물 내구성 파악을 위한 판단지침을 필요로 하고 있다. 이러한 판단지침은 구조물의 정밀안전진단을 포함한 보수비 배정 및 보수 우선순위 결정에 이용될 수 있다. 본 연구는 서울특별시 교육청이 관할 학교 시설물의 내구성을 검토하는데 필요한 판단지침을 제시하고 유지관리 및 보수에 필요한 방법을 제시하는데 그 목적을 두고 있다.

연구내용에 있어서는 우선 서울특별시 교육청에서 실시, 보유하고 있는 학교건물에 대한 정밀안전진단 자료를 활용하여 교육청 관할 146개 학교 225개 건물을 분석하였다. 이 표본자료는 진단에서 나타난 하자의 종류와 조사대상 건물의 건축연도, 그리고 필요한 보수 보강 방법별로 분류되었다. 분석결과에 따라 학교건물의 건축연도에 따라 나타날 수 있는 하자의 유형과 빈도를 찾아내었고, 건물유지관리 차원에서 필요한 건물 검사 방법을 제시하였다.

연구결과는 학교시설물의 상태파악과 안전진단 필요여부를 결정짓는 기준을 제시함으로써 효율적인 유지관리를 가능토록 하는 토대를 마련했다.

### 2. 연구내용

서울특별시 교육청 관할 학교시설물 중 146개교 225개 건물에 대한 정밀구조안전진단 자료를 이용하여 다음과 같은 분석을 하였다.

1) 조사대상건물을 건축연도에 따라 10년 단위로 1960년대, 1970년대, 1980년대, 1990년대에 지어진 건물로 구분하였다. (표 1, 2, 3, 4 참조)

2) 정밀안전진단 결과에서 보고된 하자현상을 내력 부족, 균열, 처짐 등 하자종류별로 나누어 그 빈도를 파악하였다. (표 1 참조)

3) 일반적으로 1개 건물 진단시 2개 이상의 하자가 발생할 수 있다. 예를 들어 표 1에서 1960년대에 건축된 건물에서 나타난 하자현상 발생 총 횟수는 119회로, 이는 58회의 안전진단에서 나타난 결과이다. 따라서 표 2는 1개 건물을 진단했을 때 특정한 하자현상을 발견할 수 있는 확률을 퍼센트로 나타낸 값이다.

4) 표본조사에 사용된 정밀진단보고서에 의하면, 발견된 하자현상에 따라 이에 적합한 보수·보강방법을 제시하고 있다. 표 3은 특정하자현상에 대해서 제시된 1개 이상의 보수·보강방법을 보여주고 있다.

5) 정밀안전진단 보고서에서는 표 3에서 제시된 보수·보강에 대한 조치가 이루어진 후 필요한, 조사대상건물에 대한 향후 조치를 제시하고 있다. 표 4는 특정하자현상 발견시 필요한 향후조치를 보여주고 있다. 같은 하자현상에 대해 진단보고서에 따라 각기 다른 조치를 제시했을 경우 이를 빈도순으로 나타내었다.

\*정회원, 명예회장, 한양대학교 명예교수, 공학박사  
 \*\*정회원, 평택대학교 지역개발학과 교수, 공학박사  
 \*\*\*정회원, 건국대학교 건축공학과 교수, 공학박사  
 \*\*\*\*정회원, 연세대학교 건축공학과 교수, 공학박사

표 1. 하자현상의 발생빈도에 대한 연대별 분석

하자현상		연대		1960년대		1970년대		1980년대		1990년대		합계	
		횟수	%	횟수	%	횟수	%	횟수	%	횟수	%		
콘크리트 강도저하		5	4.2							5	2.3		
내력 부족	기둥	5	4.2	3	8.6	1	1.9			9	4.1		
	슬래브	3	2.5							3	1.4		
	보	8	6.7	3	8.6	1	1.9			12	5.4		
	기타	7	5.9							7	3.2		
철근량 부족				2	5.7	2	3.8			4	1.8		
안전율 미확보		8	6.7	1	2.9	2	3.8			11	5.0		
균열	기둥	5	4.2	1	2.9	2	3.8	2	13.3	10	4.5		
	슬래브	8	6.7	1	2.9	9	17.3	3	20	21	9.5		
	보	8	6.7	1	2.9	8	15.4	3	20	20	9.0		
	옹벽	1	0.8	1	2.9	3	5.8			5	2.3		
	외부조적벽	6	5.0	1	2.9	4	7.7			11	5.0		
	접합부	1	0.8			1	1.9			2	0.9		
	옥외계단	1	0.8	1	2.9				1	6.7	3	1.4	
	절곡부 휨					1	1.9			1	0.5		
기타	4	3.4	4	11.4	4	7.7	2	13.3	14	6.3			
바닥침하		4	3.4	2	5.7	7	13.5	1	6.7	14	6.3		
캐노피 처짐, 균열		5	4.2	1	2.9					6	2.7		
기울기 허용치초과		2	1.7						1	6.7	3	1.4	
증성화		9	7.6	3	8.6					12	5.4		
철근부식		14	11.8	1	2.9				1	6.7	16	7.2	
철근노출		5	4.2	5	14.3					10	4.5		
콘크리트 박리		6	5.0	4	11.4	1	1.9			11	5.0		
이음부위 불량시공		3	2.5			4	7.7	1	6.7	8	3.6		
연결철물의 노후						1	1.9			1	0.5		
옥상누수		1	0.8			1	1.9			2	0.9		
총계		119	100	35	100	52	100	15	100	221	100		

① 자료선정 기준: 건축연도가 여러 연대에 걸쳐있는 경우는 분석대상에서 제외.

보수·보강방법이나 개축에 관한 내용이 없는 것은 분석대상에서 제외.

② 위 표에서 %는, % = 각 현상의 발생횟수/하자현상 발생횟수 총계 × 100의 방법으로 산출한 것이며, 이는 해당 연대에서 각각의 현상이 발생한 비율을 가리킨다.

표 2. 하자현상의 발생확률에 대한 연대별 비교분석

연대		1960년대		1970년대		1980년대		1990년대		합계	
		횟수	%	횟수	%	횟수	%	횟수	%	횟수	%
콘크리트 강도저하		5	8.6							5	4.7
내력 부족	기둥	5	8.6	3	20	1	3.6			9	8.4
	슬래브	3	5.2							3	2.8
	보	8	13.8	3	20	1	3.6			12	11.2
	기타	7	12.1							7	6.5
철근량 부족				2	13.3	2	7.1			4	3.7
안전율 미확보		8	13.8	1	6.7	2	7.1			11	10.3
균열	기둥	5	8.6	1	6.7	2	7.1	2	33.3	10	9.3
	슬래브	8	13.8	1	6.7	9	32.1	3	50	21	19.6
	보	8	13.8	1	6.7	8	28.6	3	50	20	18.7
	옹벽	1	1.7	1	6.7	3	10.7			5	4.7
	외부조적벽	6	10.3	1	6.7	4	14.3			11	10.3
	접합부	1	1.7			1	3.6			2	1.9
	육의계단	1	1.7	1	6.7			1	16.7	3	2.8
	철곡부 휨					1	3.6			1	0.9
기타		4	6.9	4	26.7	4	14.3	2	33.3	14	13.1
바닥침하		4	6.9	2	13.3	7	25	1	16.7	14	13.1
캐노피 처짐, 풀열		8.6	1	6.7				6		5.6	
기울기 허용치초과		2	3.4					1	16.7	3	2.8
중성화		9	15.5	3	20					12	11.2
철근부식		14	24.1	1	6.7			1	16.7	16	15.0
철근노출		5	8.6	5	33.3					10	9.3
콘크리트 박리		6	10.3	4	26.7	1	3.6			11	10.3
이음부위 불량시공		3	5.2			4	14.3	1	16.7	8	7.5
연결철물의 노후						1	3.6			1	0.9
육상누수		1	1.7			1	3.6			2	1.9

위 표는 1개 건물을 진단했을 때 특정한 하자현상을 발견할 수 있는 확률을 퍼센트로 나타낸 값이다.

표 3. 하자현상의 종류별로 제시된 보수·보강방법 분석

하자현상	보수 보강		1		2		3		4	
	횟수	방법	횟수	방법	횟수	방법	횟수	방법	횟수	방법
콘크리트 강도저하	3	구조체 사용불가	1	조적벽체 부분 보수	1	바닥일부 균열보수				
내력 부족	기둥	2	구조체 사용불가	2	에폭시 보수	1	보강 철골보 설치			
	슬래브	3	마이크로 인젝션 보수	3	에폭시 보수					
	보	5	에폭시 보수	3	철판 보강	2	마이크로 인젝션 보수	1	보강철골보 설치	
	기타	4	구조체 사용불가	1	철판 보강					
철근량 부족	2	철판 보강	1	강관 보강	1	탄소섬유판 보강	1	H형강 보강		
안전율 미확보	5	구조체 사용불가		형강 및 STEEL PLATE 보강	1	어스앵커 공법 보강		바닥 일부 균열 보수	1	
균열	기둥	8	에폭시 보수	1	강관접착 보강	1	탄소섬유판 보강	1	구조체 사용불가	
	슬래브	16	에폭시 보수	5	강관 접착 보강	3	탄소섬유판 보강	2	구조체 사용불가	
	보	19	에폭시 보수	4	탄소섬유판 보강	1	철판 보강	1	구조체 사용불가	
	옹벽	6	에폭시 보수	2	어스앵커로 보강	1	J.S.P공법 보강			
	외부조적벽	7	에폭시 보수	1	구조체 사용불가	1	조적벽 콘크리트식 벽체로 재시공			
	접합부	1	에폭시 보수	1	침투성 경화제 도포					
	옥외계단	2	계단 철거 및 재시공	1	에폭시 보수	1	탄소섬유판 보강	1	무수축 및 중성화 방지 몰탈 보수	
	절곡부 휨	1	에폭시 보수	1	절곡부 기둥설치					
	기타	7	에폭시 보수							
바닥침하	4	기초지반 안정 (지질 보강 및 성토)	1	강관 접착 보강	1	철근콘크리트 기둥 보강	1	거더의 하중 저항성 확보		
캐노피 처짐, 균열	2	캐노피 보강 기둥 설치	2	캐노피 철거						
기울기 허용치초과	2	에폭시 보수	1	J.S.P공법 보강						
중성화	9	에폭시 보수	3	무수축 몰탈 충전						
철근부식	9	에폭시 보수	2	구조체 사용불가	1	탄소섬유판 보강				
철근노출	6	에폭시 보수	1	몰탈 피복 및 도장	1	콘크리트 충전 보수				
콘크리트 박리, 박락	6	에폭시 보수	1	몰탈타감						
이음부위 불량시공	2	에폭시 보수	2	일부 철거후 재시공	1	외벽체 보수				
연결철물의 노후	1	연결철물 보수								
옥상누수	1	옥상 방수								

표 4. 하자현상의 종류별로 제시된 향후 필요조치 분석

관정현황 하자현상		1		2		3		4	
		횟수	방법	횟수	방법	횟수	방법	횟수	방법
콘크리트 강도저하		5	1~2년 이내 개축						
내력 부족	기둥	2	보수 보강후 사용	1	2~5년 이내 개축	1	1년 이내 개축	1	재건축
	슬래브	2	개축 시급	1	개축				
	보	7	보수 보강후 사용	2	개축 시급	1	재건축	1	3~4년 이내 신축
	기타	3	2~3년 이내 개축	2	1년 이내 개축	2	3~5년 이내 개축		
철근량 부족		2	보수 보강후 사용	1	개축				
안전율 미확보		7	1~2년 이내 개축	2	재시공	1	보수 보강후 사용	1	3~5년 이내 개축
균열	기둥	7	보수 보강후 사용	2	신축	1	사용중지 및 철거	1	3년 이내 재건축
	슬래브	9	보수 보강후 사용	2	신축	2	3년 이내 재건축	2	2~5년 이내 개축
	보	13	보수 보강후 사용	2	신축	2	7~9년 후 개축	1	신축
	옹벽	5	보수 보강후 사용	1	재시공				
	외부조적벽	6	보수 보강후 사용	3	3~4년 이내 신축	1	3~4년 이내 개축	1	개축
	접합부	2	보수 보강후 사용	1	개축 시급				
	옥외계단	2	보수 보강후 사용	1	3~4년 이내 개축				
	절곡부 뒹	1	보수 보강후 사용						
	기타	11	보수 보강후 사용	1	3~4년 이내 개축	1	중축	1	2~3년 후 개축
바닥침하		9	보수 보강후 사용	1	확장 재축조	1	개축 시급	1	개축
캐노피 처짐, 균열		1	개축 시급	1	재건축	1	3~4년 이내 신축	1	3~4년 이내 신축
기울기 허용치초과		2	개축 시급	1	보수 보강후 사용				
중성화		4	보수 보강후 사용	3	3년 이내 재건축	3	3~4년 이내 신축	2	3~4년 이내 개축
철근부식		7	보수 보강후 사용	5	2~4년 이내 개축	3	3~4년 이내 신축	2	개축
철근노출		3	보수 보강후 사용	2	3년 이내 재건축	1	재건축	1	7~8년 후 개축
콘크리트 박리, 박락		5	보수 보강후 사용	4	2~4년 이내 개축	2	개축	2	재건축 및 사용중지 및 철거
이음부위 불량시공		3	보수 보강후 사용	1	개축				
연결철물의 노후		1	보수 보강후 사용						
옥상누수		1	7~8년 후 개축						

## 2.1 연도별 특징

정밀안전진단보고서에 의한 148개교 학교건물에 대한 분석결과 얻어진 하자현상에 대한 연도별 특징은 다음과 같다.

1) 건축연도별 하자현상을 발생빈도가 10%가 넘는 주요현상별로 표현하면 아래와 같다.

1960년대 : 균열(28.4%) > 내력부족(19.3%) > 철근부식(11.8%)

1970년대 : 균열(28.8%) > 내력부족(17.2%) > 철근노출(14.3%) > 콘크리트 박리(11.4%)

1980년대 : 균열(61.5%) > 바닥침하(13.5%)

1990년대 : 균열(73.3%)

2) 1960~1990년대를 종합 분석했을 때 주된 하자현상은 균열(39.4%)이었고, 그 외 현상으로는 내력부족(14.1%), 철근부식(7.2%), 바닥침하(6.3%), 중성화(5.4%), 안전율미확보(5.0%), 콘크리트 박리(5.0%) 등이 나타났다.

3) 주된 하자현상인 균열의 위치별 하자현상 발생빈도를 보면 슬래브(9.5%) > 보(9.0%) > 외부조적벽(5.0%) > 기둥(4.5%)의 순서이다.

4) 콘크리트 강도저하나 내력부족 등의 현상은 주로 건물의 노화에 의한 것이므로 1960년대와 1970년대에서 주로 나타났고, 그 이후에는 급격히 줄어들었다.

5) 내구성에 영향을 미치는 요인, 즉 중성화, 철근부식, 철근노출, 콘크리트 박리 등도 1960, 1970년대에서 주로 볼 수 있고 1980, 1990년대에서는 거의 발견되지 않으므로 오래된 건물일수록 개축이나 재건축을 해야 하는 가능성이 크다고 할 수 있다.

6) 분석결과 건축연대에 따라 주된 하자현상의 종류나 빈도가 크게 다르지는 않았고, 다만 하자현상의 진행정도에 영향을 미친다고 판단된다.

## 2.2 보수·보강별 특징

하자현상의 종류에 따라 제시된 보수·보강방법에 대한 분석은 아래와 같다. (표 3 참조)

1) 보수·보강법을 횡수에 따라 정리하면 아래와 같다.  
예폭시 보수(112회) > 구조체 사용불가(21회) > 철판 보강(15회) > 탄소섬유판 보강(11회)

2) 보수·보강방법 중에는 예폭시 보수가 가장 많이

사용되고, 구조체의 기능이 사용불가 판정의 경우도 많았다.

3) 많은 경우에 예폭시 수지를 단독이 아닌 보수·보강방법과 겸해서 사용하고 있다.

4) 콘크리트 강도저하, 안전율 미확보와 같은 특수한 상황에서는 구조체로서의 기능을 못한다는 판정이 대부분이었다. 이는 구조적 하자에 대해서는 「안전/불안전(진단 요)」 여부 판정 외의 점수환산이 불가능하다는 사실을 뒷받침 해준다.

## 2.3 판정현황별 특징

발견된 하자현상에 따른 보수·보강조치가 취해진 후, 예측된 추후조치에 대한 분석은 아래와 같다. (표 4 참조)

1) 균열의 경우 주로 보수·보강 후 사용하고, 특별히 심하거나 구조적으로 중요한 곳일 때에는 개축을 하는 것으로 나타났다.

2) 사용성에 영향을 미치는 현상의 경우에는 보수·보강 후 사용해도 무방한 것으로 볼 수 있다.

## 3. 학교시설물의 정밀안전진단 여부를 판정하기 위한 기준 제시

### 3.1 개요

구조물, 혹은 구조물의 특정부위에 대한 평가는 건물의 안전성 및 사용자의 안전에 직결됨과 동시에, 구조기술자 혹은 구조안전진단 전문가에 의한 검사와 판정이 요구되는 특수한 검사대상이다. 따라서 비구조 전문가에 의한 판정은 구조상태의 잘못된 판단을 초래할 가능성이 크므로, 비구조전문가는 단지 건물 사용자의 입장에서 문제되는 부분을 발견하고 그 상태를 구조 전문가에 보고, 필요한 경우 정밀안전진단을 실시하도록 하여야 한다.

본 연구에서는 학교시설물의 효율적인 유지 관리를 위해, 1) 학교건물을 1차적으로 그 사용자가 하자 발생 가능 부분에 대해 검사하고, 2) 더 자세한 상태 파악이 필요한 경우 서울특별시 교육청에서 운영하는 기동반이 2차 조사를 한 후, 3) 필요시 구조전문가 혹은 전문 안전진단업체에 정밀구조안전진단을 의뢰할 수 있도록 체계적인 관리시스템을 제시하는데 그 목적이 있다.

여기에서 비구조전문가란 건축 구조물에 대한 전문 지식의 유무에 관계없이, 국가에서 인정한 구조기술사 혹은 전문 안전진단업체 자격증을 갖고 있지 않은 사람을 일컫는다. 즉, 학교 건물의 사용자, 관리자, 서울특별시 교육청 산하 기동반 등 모두가 비구조전문가에 해당한다. 본 연구에서는 이 같은 비구조전문가가 전체적인 건물 유지관리 차원에서 행할 수 있는 검사 방법을 제시하고 검사 결과에 따라 구조전문가의 판정이 필요한 경우를 제시하였다. 그러나, 앞서 서술한 데로, 구조물에 대한 안전 평가는 고도의 숙련을 요하는 복잡한 과정이므로 구조전문가만이 책임있는 판정을 내릴 수 있는 사안이다.

구조물에서 발생할 수 있는 복잡다양한 현상과 그로 인하여 초래될 수 있는 모든 가능한 결과를 단순한 도표를 이용하여 예측하는 것은 불가능하므로, 이 보고서에서 제시한 기준의 사용과 그 결과에 대한 책임은 이를 사용하는 사람에게 있으며, 궁극적인 구조

물에 대한 평가는 국가에서 정한 자격을 갖춘 구조전문가만이 내릴 수 있음을 다시 한번 밝혀둔다.

### 3.2 학교시설물 내구성 조사방법

학교 시설물에 대한 내구성 조사는 다음 3단계로 이루어 질 수 있음을 제시한다.

- 1) 시설물 사용자 혹은 관리자(비구조전문가)에 의한 1차 조사
  - 2) 서울 특별시 교육청 산하 기동반(비구조전문가)에 의한 2차 조사
  - 3) 국가에서 정한 자격을 갖춘 안전진단 전문업체(구조전문가)에 의한 정밀진단
- 위의 3단계 검사방법은 그림 1에 그 과정이 요약되어 있다.

### 3.3 시설물 사용자/관리자에 의한 1차조사

비구조 전문가인 학교 시설물 이용자 혹은 관리자는 앞서 기술한 데로 건물의 내구성에 대해 책임있는 평가나 판단을 내릴 자격을 갖추고 있지는 않으나, 사용 혹은 관리 차원에서 구조물 중 하자가 발생할 가능성이 높은 곳을 정기적으로 검사할 수 있다. 검사 우선순위는 표본조사 분석에서 얻은 결과를 토대로 해당 건물의 건축연도에 따라 구조물의 특정부위를 우선적으로 검사할 필요가 있다. 이러한 검사를 통해 이상이 발견될 경우 시설물 이용자 혹은 관리자는 그 다음 단계로 교육청 산하 기동반에 연락, 2차 조사를 의뢰할 수 있다.

#### 3.3.1 건축연도에 따른 하자조사 우선순위

구조물 검사에 있어서 해당 구조물의 건축연도에 따라 하자발생 가능성이 높은 곳은 아래 자료에 의해 우선적으로 검사할 필요가 있다. 단, 아래의 하자조사 우선순위는 표본조사에 의한 통계치이므로 해당구조물의 특성에 따라 하자발생 위치에 차이가 있을 수 있다.

- 1960년대: 철근부식, 중성화, 균열(보), 균열(슬래브), 균열(외부조적벽), 콘크리트 박리
- 1970년대: 철근노출, 콘크리트 박리, 중성화, 바닥침하
- 1980년대: 균열(슬래브), 균열(보), 바닥침하, 균열(외부조적벽), 균열(옹벽)
- 1990년대: 균열(슬래브), 균열(보), 균열(기둥)

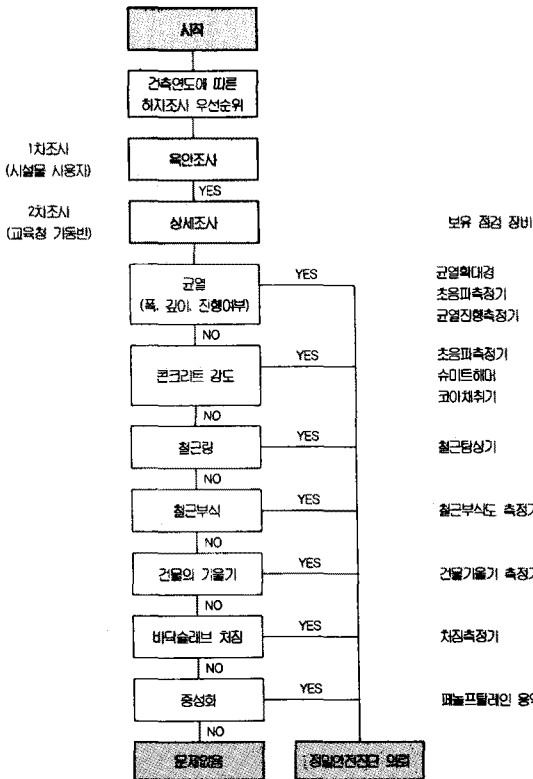


그림 1. 학교시설물 내구성 조사방법 요약표

**3.3.2 비구조전문가의 1차 검사 기준**

비구조전문가에 의한 1차 조사는 특별한 도구없이 육안조사를 기본으로 하고 아래의 경우에 해당될 시에는 교육청의 기동반의 조사를 필요로 한다. 단 아래의 기준 이외에도 위험하다고 판단되거나 판단이 서지 않는 경우 교육청 기동반에게 그 현상을 알린다. 단, 교육청 기동반 역시 비구조 전문가이므로, 위급한 상황이거나 그 같은 의문이 생길 경우 즉시 구조전문가에게 그 사실을 알리고 정밀검사를 의뢰해야 한다.

1) 균열폭

균열폭은 옥외의 경우에는 0.3mm 이상, 옥내의 경우에는 0.4mm 이상, 누수시에는 0.05mm 이상이면 기동반의 상세조사가 필요하다.

2) 콘크리트 박리로 인해 철근이 노출되거나 철근 부식이 발견되면 기동반의 상세조사가 필요하다.

3) 바닥슬래브나 캐노피가 과도하게 처지거나, 구조체의 기울어진 정도가 육안식별이 가능하게 되면 구조적으로 위험하므로 기동반의 상세조사가 필요하다.

**3.4 교육청 기동반에 의한 2차조사**

비구조전문가인 서울특별시 교육청 산하 기동반은 학교시설물 이용자 혹은 관리자로부터 1차 조사이후 2차 조사의 요청이 있을 경우, 보유하고 있는 장비를 활용 보다 자세한 조사를 할 수 있다. 단, 이 경우에도 기동반이 조사대상 건물의 내구성이나 안전성에 대한 평가나 판단을 내릴 자격을 갖추고 있지 못하므로, 관리차원에서의 검사만이 이루어 질 수 있다. 교

육청 기동반 역시 검사대상 건물에서 위급한 상황이나 그와같은 의문이 생길 경우 즉시 구조 전문가에게 그 사실을 알리고 정밀검사를 의뢰해야 한다.

**3.4.1 교육청 기동반 보유장비**

서울특별시 교육청은 1997년 6월 13일 현재 아래 표 5에 기재된 점검장비를 확보하고 있거나 추후 확보예정이다. 검사에 필요한 장비 사용방법은 장비제조업체의 사용 설명에 따르며, 본 연구서에서는 기동반 보유장비를 이용, 검사할 수 있는 내용을 제시한다.

**3.4.2 비구조전문가의 2차 조사 기준**

기동반은 그림 1에 표기된 점검사항을 검사, 검사값이 기준에서 허용되는 범위를 넘을 경우 정밀 안전진단을 진단전문업체에 의뢰해야 한다. 이 보고서에서 제시된 기준 역시 구조물에서 복합적으로 발생할 수 있는 모든 가능한 상황을 정량화 할 수 없으므로, 정밀 안전진단 의뢰여부는 건물 사용자 혹은 관리자(교육청)의 판단과 책임아래 결정되어야 한다.

정밀안전진단은 그림 1에 표기된 검사 사항 중 1개만 기준을 초과하여도 의뢰가 요청된다.

**3.4.3 균열조사**

1) 균열확대경에 의해 측정된 균열폭이 옥외의 경우에는 0.3mm 이상, 옥내의 경우에는 0.4mm 이상, 누수시에는 0.05mm 이상이면 정밀안전진단이 필요하다.

2) 균열깊이가 부재를 관통했을 경우에는 정밀안전진단이 필요하다.

3) 균열 진행 측정기에 의해 균열의 진행여부가 확인되면 내력부족 등의 여러요인에 의한 것이므로 반드시 정밀안전진단이 필요하다.

표 5. 기동반의 점검장비 확보현황 (1997. 6. 13 기준)

장비명	용도	비고
콘크리트 테스트 해머	콘크리트 강도측정	
콘크리트 초음파 측정기	콘크리트 균열 깊이 측정	
철근탐상기	철근의 위치나 피복두께 측정	
철근부식도 측정기	철근 부식도 측정	
콘크리트 균열 확대경	균열폭 측정	
코야 채취기	콘크리트 및 벽체두께, 재질 측정	추후 확보 예정
처짐 측정기	바닥면 수평측정	"
균열 진행 측정기	균열의 진행상태 측정	"
건물 기울기 측정기	건물의 기울기 측정	"



균열진행이 확인되지 않았을 경우에도 구조물의 환경조건으로 내구성이 손상된다고 판단될 경우에는 정밀안전진단이 필요하다.

#### 3.4.4 콘크리트 강도 조사

코아채취법, 반발경도법, 초음파속도법의 압축강도의 평균 조합치가 설계기준강도(시공일지, 구조계산서에 기재)보다 작을 경우에는 정밀안전진단이 필요하다.

#### 3.4.5 철근량 조사

측정치가 구조계산서(구조도면)와 일치하지 않으면 정밀안전진단이 필요하게 된다.

#### 3.4.6 철근 부식도 조사

철근 부식도 측정기에 의해 측정된 전위차가  $-200\text{mV}$  이하일 경우에는 정밀안전진단이 필요하다.

#### 3.4.7 구조물의 기울기

측정기울기가 1/500 이상일 경우에는 정밀안전진단이 필요하게 된다.

#### 3.4.8 바닥 슬래브 처짐

구조에 큰 영향을 미치는 위험한 경우도 있을 수 있으므로 옥상슬래브인 경우에 처짐제한 1/480, 일반슬래브인 경우에 처짐제한 1/360을 넘을 경우에는 정밀안전진단을 필요로 한다.

#### 3.4.9 중성화

중성화가 철근위치까지 진행되었으면 정밀안전진단이 필요하다.

### 4. 결 론

1) 학교시설의 '효율적인 유지관리를 위한 내구성(구조) 평가 방안제시'를 위해, 교육청 관할 146개교 225개 건물에 대한 기존의 정밀안전진단 보고서를 분석, 하자종류와 빈도수를 건축연도별로 파악하였다.

2) 분석결과, 건축연도에 따라 하자 발생빈도가 높은 하자의 종류를 파악, 향후 학교시설물 검사에 활용될 수 있는 자료를 구성하였다.

3) 학교시설물에서 발생할 수 있는 하자의 종류와 원인, 그리고 조사방법을 자료화 했다.

4) 학교시설물의 유지관리 차원에서 시설물 이용자 혹은 관리자가 점검시 필요한 검사방법과 기준을 제시하였다.

5) 끝으로 구조 전문가에 의한 정밀안전구조진단이 필요한 기준을 제시하였다.