

# 초등학교의 시설물 관련 안전사고 실태분석 및 실내바닥의 거주안전성에 관한 실험적 연구

## A Study on Accidents Occurred in Primary Schools and on the Experimental Test of the Safety of Building Floors

최수경\*

Choi, Soo-Kyung

박찬주\*\*

Park, Chan-Joo

김수길\*\*\*

Kim, Soo-Gil

### Abstract

The purpose of this study is to examine the improvement of the slipperiness of building floors and to test the safety in accidental collision in the primary schools. To perform this purpose effectively, the actual 20,202 cases of accident on the year 2000-2009 which had been dealt by Seoul School Safety and Insurance Association were analysed in several aspects. And to test the current slipperiness and hardness of building floors, 3 primary schools whose construction year differed were examined. This study found that among the indoor accidents of 2,646 cases on the year 2000-2002, 70.7% accidents of them were caused by slipperiness. It was also found that the building floors of the primary schools could not be safe from the result of examining the slipperiness and hardness of the building floors. As the result of this study, it showed that the desirable efficient criterion of slipperiness would be more than C.S.R 0.4, and that of safety in accidental collision would be less than Gs 100G for the safety of primary school students.

키워드 : 초등학교, 학교안전사고, 실내바닥의 안전성, 미끄러움성, 바닥 경도, 전도충돌시 안전성

Keywords : Primary School, School Accident, Safety of Building Floor, Slipperiness, Hardness, Safety in Accidental Collision

## 1. 서론

학교는 학생들이 많은 시간을 활동하는 공간으로서 크고 작은 사고의 발생 가능성을 항상 내포하고 있다. 특히 초등학생의 경우 사물에 대한 호기심과 활동량이 왕성한 반면에 주의력·판단력이 부족하여 중·고등학생에 비해 상대적으로 사고에 쉽게 노출되어 있다. 실제 학교안전공제회의 통계자료에 따르면 2000년대 이후 학교안전사고 발생건수는 해마다 증가 추세를 나타내고 있으며 2007년도에는 사고건수가 무려 41,114건에 육박하고 있다(그림 1 참조).<sup>1)</sup> 사고발생 장소를 보면 2008년도 서울시 초등학교 안전사고의 경우 전체 사고건수 2,358건 중 실외(운동장)

사고가 965건(40.9%), 실내 사고가 1,087건(46.1%), 기타가 306건(13.0%)으로서 실내에서 발생하는 사고가 절반 가까이 차지하고 있다.\*\*

이처럼 학교에서 발생하는 안전사고가 교육당국은 물론 사회적으로도 큰 문제가 되고 있지만 이에 대한 시설물의 개선은 좀처럼 이루어지지 못하고 있다. 매년 교육관련 예산의 상당부분을 시설물의 개선을 위해 투자하고 있음에도 불구하고 학교안전사고가 줄어들지 않고 있는 원인은 여러 가지를 들 수 있겠지만, 쉽게 사고를 유발하는 시설물 자체의 문제만 해결되어도 사고의 발생원인은 상당부분 해소될 것이다. 그리고 사고예방을 위해 끊임없이 학생들의 주의를 환기시키는 일은 현실적으로 불가능에 가까우므로 결국 시설물 개선을 통한 2차 피해(상해)를 방지하는 것이 보다 효과적인 대응이라고 판단된다. 즉 학교

\* 정회원, 한서대 건축공학과 교수, 공학박사

\*\* 정회원, 한서대 교양학부 교수, 교육학박사, 교신저자  
(sonata@hanseo.ac.kr)

\*\*\* 정회원, 서울특별시 동작교육청 시설과장, 공학박사

1) 서상기 의원, 국정감사자료(2008.9), <http://www.sks.or.kr/>  
2) 서울학교안전공제회 자료, <http://www.schoolsafety.or.kr/>

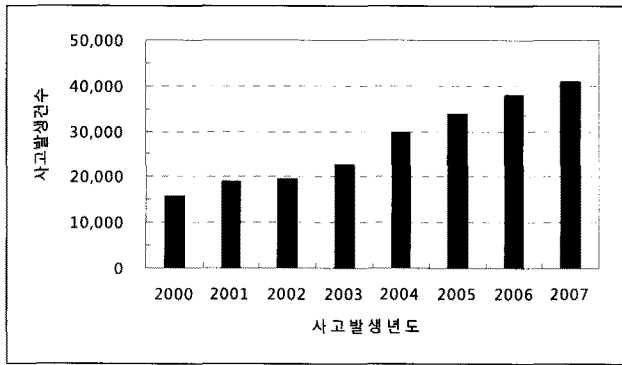


그림 1. 전체 학교안전사고의 연도별 발생 추이  
(학교안전공제회, 전국 초·중·고등학교)

의 시설물과 관련한 안전사고를 줄이기 위해서는 학생들이 항상 사고를 예측하고 조심하도록 하는 것이 아니라 굳이 사고의 위험을 의식하지 않고도 얼마든지 안전하고 쾌적한 교내생활을 영위할 수 있도록 학교시설을 근원적으로 개선하는 대책이 필요하다.

학교안전사고는 그 성격상 이미 오래전부터 사회적으로 현안이 되어 온 만큼 지금까지 다방면으로 연구가 진행되어 왔다. 이들 연구는 대개 교육학이나 행정학, 보건학 등의 분야에서 많이 수행되고 있으며, 연구목적 또한 학교안전사고에 관한 일반적인 현황 파악이나 법적 책임 및 분쟁해결 방안 모색, 관련제도 개선방안 도출 등과 같이 시설물 개선을 통한 2차 피해 방지보다는 사고당사자간 갈등해소를 위한 법적·제도적 장치 마련이나 효율적인 안전교육을 통한 사고예방에 초점을 맞추고 있다.<sup>3)~8)</sup>

건축분야에서도 학교시설 개선방안을 도출할 목적으로 몇몇 연구가 수행된 바 있다.<sup>9),10)</sup> 그러나 이들 연구는 주로 건축계획 측면에서 접근하여 건축부위별 성능개선을 위한 구체적(정량적)인 대안까지는 제시하지 못하고 있으며 따라서 연구성과를 설계단계에서 건축재료설계(합리적인 재료·구법 선정작업)를 위한 유용한 자료로써 활용하기는 힘들다.

- 3) 박현근, 학교안전사고에 관한 조사연구, 춘천교육대 교육대학원, 석사학위논문, 2007
- 4) 김도형, 학교사고에 의한 손해배상책임에 관한 연구, 경성대 대학원, 박사학위논문, 2009
- 5) 한정훈, 학교안전사고의 법적 책임과 분쟁해결 방안 연구, 인천대 행정대학원, 석사학위논문, 2008
- 6) 박상근, 학교내 시설물 관련 안전사고 예방 및 보상체계에 대한 연구, 연세대 법무대학원, 석사학위논문, 2006
- 7) 이해진, 초등학교 학교안전사고의 성별 위험행동특성, 이화여대 대학원, 석사학위논문, 2007
- 8) 조귀덕, 초등학교 안전사고 근절을 위한 안전 교육 개선 방안, 부산교육대 대학원, 석사학위논문, 2003
- 9) 이춘석, 안전사고를 고려한 초등학교 시설개선에 관한 연구

본 연구에서는 안전사고 발생률이 상대적으로 높은 초등학교를 대상으로 각종 안전사고 실태를 재료설계 관점에서 분석하여 학교시설의 안전성 확보를 위해 보다 개선이 시급한 건축부위와 2차 피해 방지를 위해 요구되는 주요 성능항목을 도출하기로 하였다. 또한, 건립시기에 따라 바닥의 마감재료·구법 등이 서로 다른 초등학교 3개소를 선정하여 거주안전성을 시험·평가한 결과로부터 사고로 인해 학생들이 심각한 상해를 당하지 않도록 하기 위한 바닥부위의 성능개선 방안을 제시하고자 한다.

## 2. 초등학교 안전사고의 일반현황

본 연구에서는 2000년부터 2009년까지 서울학교안전공제회에서 접수하여 공제급여를 지급한 총 20,202건의 사고 사례를 초등학교 안전사고 일반현황 분석자료로 활용하였다. 여기서 공제회 자료 중에 일부 항목의 경우 2007년도 하반기부터 데이터 기재방법이 변경되어 본 연구에서 입수한 자료의 내용만으로는 사고장소나 사고원인 등을 명확히 파악하기 곤란한 경우도 있었으며 이러한 데이터는 금번 분석대상에서 제외하였다.

### 2.1 학교안전사고의 정의 및 유형

학교안전사고란 통상 학교에서 발생하는 모든 유형의 안전사고를 총칭하는 의미로 사용되고 있으며, 법률적으로는 「학교안전사고 예방 및 보상에 관한 법률」의 제2조 제6항에서 “학교안전사고라 함은 교육활동 중에 발생한 사고로서 학생·교직원 또는 교육활동참여자의 생명 또는 신체에 피해를 주는 모든 사고 및 학교급식 등 학교장의 관리·감독에 속하는 업무가 직접 원인이 되어 학생·교직원 또는 교육활동참여자에게 발생하는 질병으로서 대통령령이 정하는 것을 말한다.”라고 규정하고 있다.

학교안전사고의 유형은 관점에 따라 다양하게 분류할 수 있겠지만, 초등학교의 경우에는 일반적으로 사고발생장소나 원인에 따라 다음과 같이 분류하고 있다.<sup>11)</sup>

- 1) 교내 활동사고
  - 가) 실험실습사고 : 주로 과학실험 실습시간에 선생님

: 경남지역의 초등학교를 중심으로, 창원대 산업정보대학원, 석사학위논문, 2002

- 10) 서정연, 초등학교 실내안전사고의 특성연구 : 인천지역 초등학교를 중심으로, 한국실내디자인학회 논문집 제36호, pp.84-92, 2003. 2
- 11) 소비자안전센터 리콜제도팀, 학교 어린이 안전실태 및 예방대책, pp.3-4, 한국소비자원, 2006. 3

지시에 따르지 않고 행동하다가 많이 발생함.

나) 수업 중 사고 : 체육시간에 넘어지거나 부주의해서 가장 많이 발생하며, 수업시간 중에 장난을 치다가 학용품 등에 의해서도 많이 발생함.

다) 휴식시간 사고 : 뛰어가다 친구들과 부딪치거나 책상 등에 부딪히는 사고, 창틀에서 떨어지는 사고, 계단에서 굴러 떨어지는 사고, 놀이 도중에 많이 발생함.

라) 점심시간 사고 : 식사 중에 장난치다가 젓가락에 찔리는 사고, 뜨거운 국물에 화상을 입는 사고, 식판을 들고 이동 중 넘어져 다치는 사고가 많이 발생함.

2) 교외 활동사고

야영 수련활동이나 야외 취미오락프로그램을 하다가 발생하는 사고가 많음.

3) 학교시설물에 의한 사고

노후 놀이시설물에 의한 안전사고와 플로어링 재질·못 등에 의해 다치는 사고, 미끄러운 화장실이나 문턱에 걸려 넘어지는 사고가 많음.

4) 승용구로 인한 사고

보호장구를 착용하지 않고 인라인스케이트, 자전거, 킥보드 등을 타다가 넘어져 다치는 사고가 많음.

5) 방과 후 사고

하굣길 교통사고가 가장 많으며, 급하게 뛰어가다가 계단이나 도로 장애물에 걸려 넘어지는 사고가 많음.

2.2 사고발생 건수 및 공제급여 지급 현황

서울학교안전공제회에서 접수·처리한 최근 10년간 초등

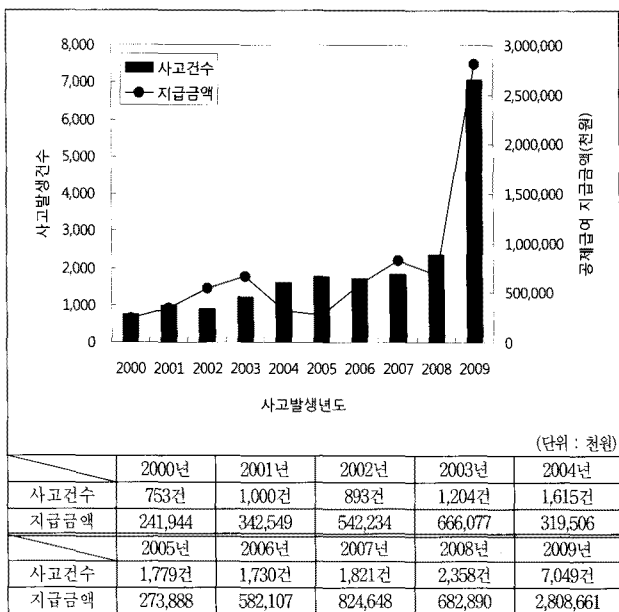


그림 2. 학교안전사고 발생건수 및 보상금 지급 현황 (서울학교안전공제회, 초등학교의 경우)

학교 안전사고 사고발생 건수와 공제급여 지급 현황을 그림 2에 나타낸다. 2003년까지 1,000여건 전후였던 사고건수가 2004년~2007년에는 1,615건~1,821건으로 증가하다가 2008년에는 2,358건으로 늘어났으며 2009년에는 7,049건으로서 전년대비 4,691건(198.9%)이나 증가하였다. 이처럼 2009년 들어 사고건수와 보상금 지급액이 급격히 증가한 것은 2007년 9월에 「학교안전사고 예방 및 보상에 관한 법률」이 시행되면서 학교안전공제회의 역할이 각종 매체를 통해 널리 알려진데다 최근의 경기침체까지 맞물려 경미한 사고라도 보상금을 청구하는 사례가 늘어났기 때문으로 판단된다.

2.3 사고발생 시간별 현황

서울지역 초등학교에서 발생한 학교안전사고를 사고발생 시간별로 분석한 결과를 그림 3에 나타낸다. 휴식시간(점심시간 포함)에 발생하는 사고가 36.8%로 가장 많고 다음으로 체육활동 중의 사고가 32.5%로 많은 것으로 나타나 이들 시간대에 발생하는 사고가 전체의 69.3%를 차지한다. 휴식시간에 발생하는 사고의 경위를 보면 학생들이 실내에서 놀거나 이동 중에 많이 발생하며 넘어지거나 어디에 부딪히는 사고가 대다수를 차지하고 있다. 체육활동 중의 사고는 대부분 체육시간에 구기종목이나 체조활동을 하다가 다치는 경우가 많다. 과외활동 중의 사고는 대개 교내외에서 이루어지는 특별활동이나 자율학습, 방과 후 시간에 발생하며 전체의 14.1%를 차지하고 있다. 교과수업 중에 발생하는 사고는 수업시간에 학용품이나 학생들의 불완전한 동작 등에 의해 우발적으로 발생하는 사고

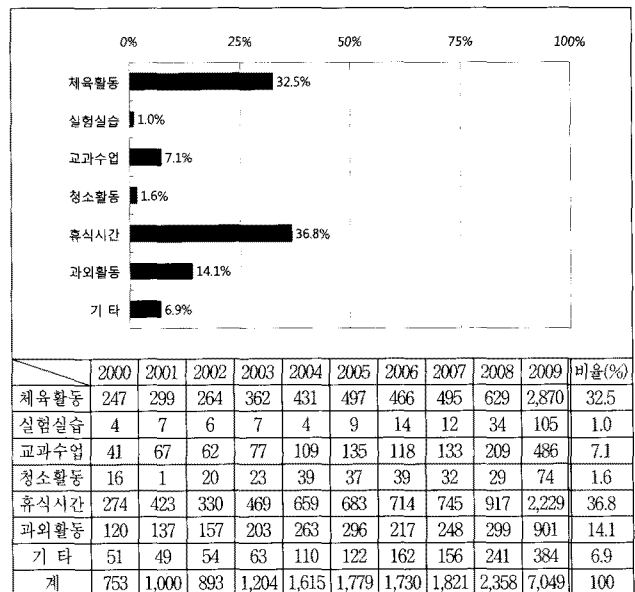


그림 3. 사고발생 시간별 현황

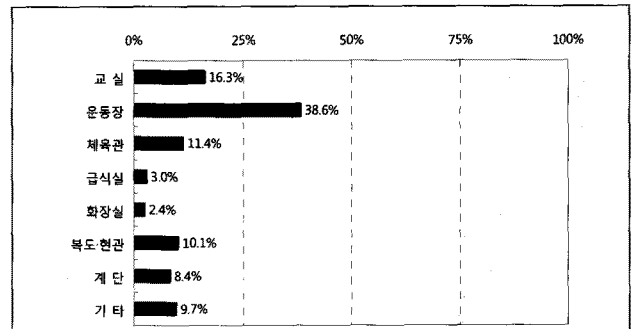
가 많으며 전체의 7.1%를 차지하고 있다. 그 외 실험실습 중에 발생하는 사고와 청소시간에 발생하는 사고도 각각 1.0%, 1.6%를 차지하고 있다. 기타로 분류한 사고는 주로 등하교시간에 발생하는 안전사고로 전체의 6.9%를 차지하고 있으며 이 시간대의 사고원인은 대개 교사 안팎의 시설물과 관련하는 경우가 많다.

### 2.4 사고장소별 현황

서울지역 초등학교에서 발생한 학교안전사고를 사고장소별로 분석한 결과를 그림 4에 나타낸다. 여기서, 2007년 이후의 사고건수가 그림 2에서와 다른 것은 2007년 9월 1일부로 「학교안전사고 예방 및 보상에 관한 법률」의 시행과 함께 공제급여관리시스템이 바뀌면서 온라인상의 사고정보를 직접 접하지 않고는 제3자가 사고경위를 파악하기가 용이하지 않고 데이터 기재방법도 변경되어 이들 데이터(2007년 220건, 2008년 2,215건, 2009년 6,988건)는 금번 분석대상에서 제외하였기 때문이다. 또한 기타 항목으로 분류한 사례가 많은 것은 사고경위 파악을 위한 접근방법의 차이에 기인한다. 즉 학교안전공제회의 경우는 보상금 지급여부나 지급금액을 판정하기 위해 사고에 대한 책임 소재를 명확히 규명할 필요가 있는 만큼 주로 인적 원인 및 손해내용 위주로 사고정보를 정리하여 사고발생 장소가 모호한 경우가 많이 있다. 반면에 본 연구는 예컨대 학생 부주의 등과 같은 사고의 직접적 원인보다는 이로 인해 발생할 수 있는 2차 피해를 최소화하기 위한 시설물 개선방안을 도출하는 것이 주된 연구목적이므로 상해를 유발하는 물적(시설물) 원인을 위주로 사고내용을 파악하였기 때문이다.

사고장소를 보면 전반적으로 실외(운동장)에서 발생한 사고가 38.6%를 차지하고 있으며 교실이나 체육관, 복도·현관 등의 실내에서 발생한 사고가 43.2%, 실내외 계단에서 발생한 사고가 8.4%, 기타가 9.7%로서 실내에서의 사고가 절반 가까이 차지하고 있다.

운동장에서의 사고는 체육시간과 특별활동, 점심·휴식시간에 빈발하며 운동이나 놀이 중에 우발적으로 발생하는 일이 많다. 교실에서의 사고(16.3%)는 수업시간과 점심·휴식시간에 많이 발생하며 걸려 넘어지거나 미끄러져 다치는 사고가 가장 많고 사람·사물과의 충돌로 인한 사고도 많이 발생한다. 체육관에서의 사고(11.4%)는 뽀름·평균대 등의 체조시간에 많이 발생하며 배드민턴 연습 중에 다치는 사고도 많다. 복도·현관 등의 통로에서 발생한 사고(10.1%)와 화장실에서의 사고(2.4%)는 급하게 이동하려다



	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	비율(%)
교실	100	159	123	181	283	317	287	279	21	12	163
운동장	311	399	343	439	633	693	675	576	58	29	386
체육관	84	114	107	175	147	180	176	228	11	7	114
급식실	22	33	35	41	61	62	30	36	2	0	30
화장실	16	25	11	16	58	66	33	35	2	1	24
복도·현관	82	127	94	117	124	158	208	158	19	2	101
계단	59	78	64	91	141	163	156	138	16	2	84
기타	79	65	116	144	168	140	165	151	14	8	97
계	753	1,000	893	1,204	1,615	1,779	1,730	1,601	143	61	100

그림 4. 사고장소별 현황

표 1. 사고장소별 손해내용

(단위: 건, %)

구분	상해내용										계
	사망	장해	골절	염좌 인대	치아	안구 손상	열상	화상	뇌진 탕	기타	
교실	0 (0.0)	4 (0.2)	372 (21.1)	50 (2.8)	438 (24.9)	33 (1.9)	613 (34.8)	113 (6.4)	19 (1.1)	120 (6.8)	1,762 (100)
운동장	0 (0.0)	8 (0.2)	2,273 (54.7)	333 (8.0)	579 (13.9)	64 (1.5)	588 (14.1)	5 (0.1)	96 (2.3)	210 (5.1)	4,156 (100)
체육관	1 (0.1)	0 (0.0)	721 (58.7)	132 (10.7)	171 (13.9)	31 (2.5)	99 (8.1)	3 (0.2)	16 (1.3)	55 (4.5)	1,229 (100)
급식실	0 (0.0)	0 (0.0)	85 (26.4)	10 (3.1)	68 (21.1)	3 (0.9)	88 (27.3)	31 (9.6)	4 (1.2)	33 (10.2)	322 (100)
화장실	0 (0.0)	0 (0.0)	47 (17.9)	5 (1.9)	108 (41.1)	2 (0.8)	79 (30.0)	3 (1.1)	5 (1.9)	14 (5.3)	263 (100)
복도· 현관	1 (0.1)	0 (0.0)	244 (22.4)	35 (3.2)	450 (41.3)	8 (0.7)	259 (23.8)	6 (0.6)	30 (2.8)	56 (5.1)	1,089 (100)
계단	0 (0.0)	0 (0.0)	329 (36.2)	103 (11.3)	231 (25.4)	8 (0.9)	200 (22.0)	0 (0.0)	17 (1.9)	20 (2.2)	908 (100)
기타	6 (0.6)	1 (0.1)	285 (27.1)	54 (5.1)	290 (27.6)	16 (1.5)	272 (25.9)	17 (1.6)	27 (2.6)	82 (7.8)	1,050 (100)
계	8 (0.1)	13 (0.1)	4,356 (40.4)	722 (6.7)	2,336 (21.7)	166 (1.5)	2,196 (20.4)	178 (1.7)	214 (2.0)	590 (5.5)	10,779 (100)

걸리거나 미끄러져 넘어지거나 사람·사물과의 충돌에 기인하는 경우가 대부분이다. 계단에서의 사고(8.4%)는 발을 헛디디거나 미끄러져 넘어져서 다치는 사고가 가장 많다. 그 외 급식실에서의 사고(3.0%)는 주로 급식용품과 관련하여 발생한 사고이다.

사고장소별 손해내용을 표 1에 나타낸다. 전체적인 상해내용을 보면 골절 40.4%, 치아손상 21.7%, 열상(열창·개방창 포함) 20.4%로서 이들 3종류가 대부분을 차지하고 있다. 교실에서는 열상이 34.8%로서 가장 많지만, 치아손상이나 골절과 같은 중상도 각각 24.9%, 21.1%를 차지하고

있어 아직 신체발달이 덜 된 초등학생들에게는 심각한 신체적 장애를 초래할 수도 있다. 운동장과 체육관에서는 골절이 각각 54.7%, 58.7%로서 절반 이상을 차지하며 그 외 치아손상 13.9%, 염좌·인대손상(인대파열·탈구 포함)이 각각 8.0%, 10.7%, 열상이 각각 14.1%, 8.1%인 것으로 나타난다. 복도·현관에서는 치아손상이 41.3%로서 가장 많고 다음으로 열상 23.8%, 골절 22.4%의 순으로 나타난다. 계단에서는 골절이 36.2%로서 가장 많고 다음으로 치아손상 25.4%, 열상 22.0%의 순이다.

**2.5 사고원인별 현황**

서울지역 초등학교에서 발생한 학교안전사고를 사고원인별로 분석한 결과를 그림 5에 나타낸다. 실내시설물<sup>12)</sup>에 의한 사고가 31.4%로서 가장 많으며 그다음 사고원인으로 실외시설물<sup>13)</sup> 25.5%, 운동기구<sup>14)</sup> 19.2%, 사람과의 충돌 10.2%, 놀이기구<sup>15)</sup> 6.2%, 학용품(실험기구·가방 포함), 4.2%, 급식용품 2.7%의 순으로 나타난다.

사고원인별 상해내용을 표 2에 나타낸다. 운동기구 및 놀이기구로 인한 사고는 골절이 각각 62.7%, 59.5%로서 절반을 훨씬 상회하고 있으며 치아손상도 각각 10% 이상(11.1%, 13.2%)으로 나타난다. 실내시설물로 인한 사고에서는 치아손상(32.5%)과 골절(27.5%)과 같은 증상이 절반 이상을 차지하며 열상도 25.4%인 것으로 나타난다. 실외

**표 2. 사고원인별 상해내용**

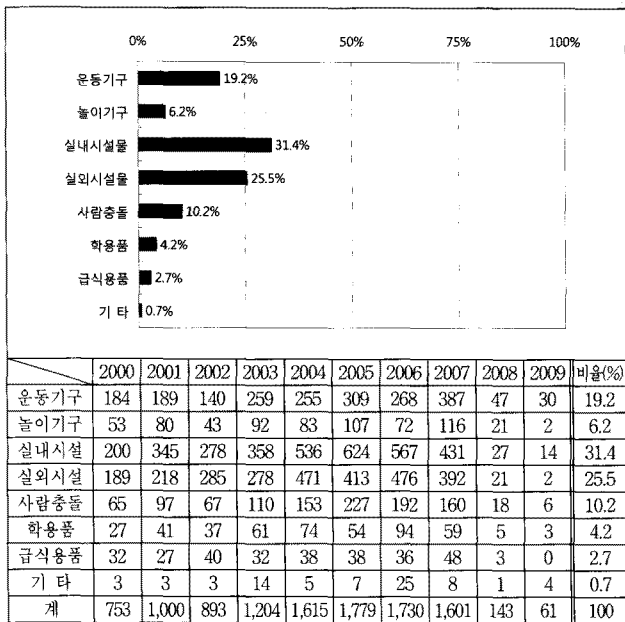
(단위: 건, %)

구분	상해내용										
	사망	장해	골절	염좌 인대	치아	안구 손상	열상	화상	뇌진 탕	기타	계
운동기구	1 (0.0)	6 (0.3)	1,296 (62.7)	192 (9.3)	230 (11.1)	65 (3.1)	156 (7.5)	4 (0.2)	27 (1.3)	91 (4.4)	2,068 (100)
놀이기구	0 (0.0)	0 (0.0)	398 (59.5)	37 (5.5)	88 (13.2)	5 (0.7)	96 (14.3)	1 (0.1)	14 (2.1)	30 (4.5)	669 (100)
실내시설	1 (0.0)	2 (0.1)	931 (27.5)	171 (5.1)	1,099 (32.5)	32 (0.9)	859 (25.4)	58 (1.7)	65 (1.9)	162 (4.8)	3,380 (100)
실외시설	4 (0.1)	3 (0.1)	1,279 (46.6)	236 (8.6)	460 (16.8)	18 (0.7)	511 (18.6)	8 (0.3)	60 (2.2)	166 (6.0)	2,745 (100)
사람충돌	0 (0.0)	0 (0.0)	355 (32.4)	64 (5.8)	328 (30.0)	19 (1.7)	226 (20.6)	9 (0.8)	40 (3.7)	54 (4.9)	1,095 (100)
학용품	0 (0.0)	1 (0.2)	19 (4.2)	23 (2.9)	40 (8.8)	21 (4.6)	251 (55.2)	59 (13.0)	4 (0.9)	47 (10.3)	455 (100)
급식용품	0 (0.0)	0 (0.0)	66 (22.4)	8 (2.7)	67 (22.8)	3 (1.0)	82 (27.9)	36 (12.2)	2 (0.7)	30 (10.2)	294 (100)
기타	2 (2.7)	1 (1.4)	12 (16.4)	1 (1.4)	24 (32.9)	3 (4.1)	15 (20.5)	3 (4.1)	2 (2.7)	10 (13.7)	73 (100)
계	8 (0.1)	13 (0.1)	4,356 (40.4)	722 (6.7)	2,336 (21.7)	166 (1.5)	2,196 (20.4)	178 (1.7)	214 (2.0)	590 (5.5)	10,779 (100)

시설물로 인한 사고에서는 골절이 46.6%로서 절반 가까이 되고 다음으로 열상과 치아손상이 각각 18.6%, 16.8%를 차지하고 있다. 사람과의 충돌로 인한 사고에서는 골절과 치아손상, 열상이 각각 32.4%, 30.0%, 20.6%인 것으로 나타난다.

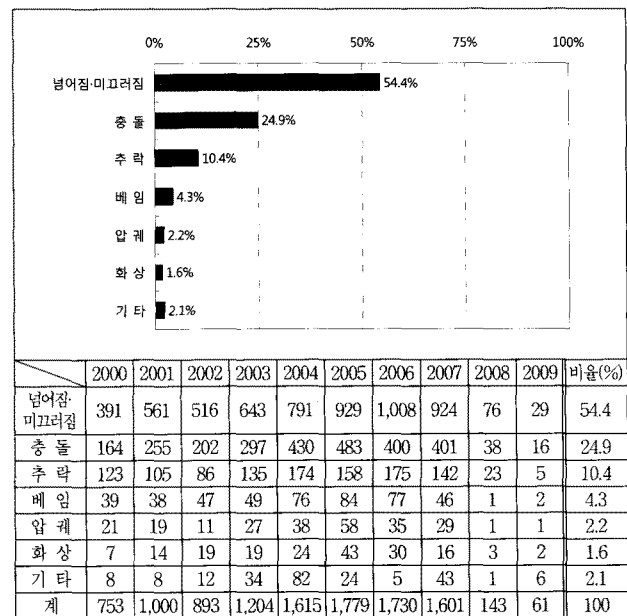
**2.6 사고유형별 현황**

서울지역 초등학교에서 발생한 학교안전사고를 사고유형별로 분석한 결과를 그림 6에, 사고유형별 사고원인을 표 3에 나타낸다. 사고유형은 넘어짐·미끄러짐이 54.4%로서 가장 많이 발생하였다. 사고원인은 실내시설물과 실외 시설물이 각각 39.4%, 34.6%로서 대부분을 차지하고 있



**그림 5. 사고원인별 현황**

- 12) 실내시설물 : 바닥, 벽, 복도, 계단, 출입문, 창문, 책상 등
- 13) 실외시설물 : 바닥, 계단, 조희대, 구명대, 나무 등
- 14) 운동기구 : 구기, 뽀글, 철봉, 매트, 평균대, 장애물 등
- 15) 놀이기구 : 구름사다리, 미끄럼틀, 정글짐, 그네 등



**그림 6. 사고유형별 현황**

표 3. 사고유형별 사고원인

(단위: 건, %)

구분	사고원인									계
	운동기구	놀이기구	실내시설	실외시설	사람충돌	학용품	급식용품	기타		
넘어짐·미끄러짐	923 (15.7)	166 (2.8)	2,312 (39.4)	2,029 (34.6)	299 (5.1)	43 (0.7)	67 (1.1)	29 (0.5)		5,868 (100)
충돌	688 (25.6)	86 (3.2)	599 (22.3)	378 (14.1)	750 (27.9)	57 (2.1)	118 (4.4)	10 (0.4)		2,686 (100)
추락	390 (34.6)	399 (35.4)	122 (10.8)	201 (17.9)	8 (0.7)	2 (0.2)	3 (0.3)	1 (0.1)		1,126 (100)
베임	4 (0.9)	6 (1.3)	118 (25.7)	30 (6.5)	9 (2.0)	275 (59.9)	9 (2.0)	8 (1.7)		459 (100)
압궐	14 (5.8)	7 (2.9)	131 (54.6)	20 (8.3)	15 (6.3)	3 (1.3)	48 (20.0)	2 (0.8)		240 (100)
화상	2 (1.1)	3 (1.7)	53 (29.9)	8 (4.5)	3 (1.7)	67 (37.9)	39 (22.0)	2 (1.1)		177 (100)
기타	47 (21.1)	2 (0.9)	45 (20.2)	79 (35.4)	11 (4.9)	8 (3.6)	10 (4.5)	21 (9.4)		223 (100)
계	2,068 (19.2)	669 (6.2)	3,380 (31.4)	2,745 (25.5)	1,095 (10.2)	455 (4.2)	294 (2.7)	73 (0.7)		10,779 (100)

며 운동기구에 의한 사고도 15.7%인 것으로 나타난다. 충돌(넘어져 바닥과 충돌하는 경우는 제외)은 24.9%이며 사고원인은 사람과의 충돌(27.9%), 운동기구(25.6%), 실내시설물(22.3%), 실외시설물(14.1%) 등으로 다양하게 나타난다. 추락은 10.4%이며 사고원인은 운동기구(34.6%)나 놀이기구(35.4%)에서 떨어지는 경우가 대부분이다. 그 외 베임(4.3%)은 주로 학용품(59.9%)에 의해, 압궐(2.2%)은 주로 실내시설물(54.6%)에 의해 발생하는 것으로 나타났다.

사고유형별 사고장소를 표 4에 나타낸다. 넘어짐·미끄러짐은 운동장(35.4%)에서 가장 많이 발생하고 다음으로 계단, 교실, 체육관, 복도·현관에서 각각 12% 전후인 것으로 나타난다. 충돌 역시 운동장에서 42.1%로 가장 많고 그다음으로 교실 15.8%, 복도·계단 12.7%, 체육관 10.4%의 순으로 나타난다. 추락의 경우는 운동장에서 발생하는 비율이 74.9%로서 대부분을 차지하며 체육관에서도 10.4%로 나타나 주된 사고원인이 운동기구와 놀이기구인 것을 알 수 있다. 베임은 컷터칼·가위 등을 많이 사용하는 교실(71.0%)에서 주로 발생하며 복도·현관(7.4%)의 플로어링에 튀어나온 못이나 가시, 깨진 유리조각 등에 의해 다치기도 한다. 압궐은 교실(29.6%)이나 복도·현관(10.8%), 화장실(10.0%)의 출입문에 손발이 끼여 발생하는 일이 많고 급식용품(22.5%)이나 운동기구(11.3%)에 끼여 다치는 경우도 적지 않다. 화상은 교실(67.2%)에서 실험실습 중에 가장 많이 발생하며 급식실에서 뜨거운 국에 데거나 해서 화상을 입는 경우도 18.1%나 된다.

사고유형별 상해내용을 표 5에 나타낸다. 넘어짐·미끄러짐에 의한 부상은 골절이 42.6%로 가장 많고 다음으로 치아손상이 25.9%, 열상이 16.5%, 염좌·인대손상이 8.2%의

표 4. 사고유형별 사고장소

(단위: 건, %)

구분	사고장소									계
	교실	운동장	체육관	급식실	화장실	복도·현관	계단	기타		
넘어짐·미끄러짐	749 (12.8)	2,077 (35.4)	745 (12.7)	92 (1.6)	128 (2.2)	657 (11.2)	793 (13.5)	627 (10.7)		5,868 (100)
충돌	424 (15.8)	1,130 (42.1)	280 (10.4)	121 (4.5)	94 (3.5)	340 (12.7)	66 (2.5)	231 (8.6)		2,686 (100)
추락	43 (3.8)	843 (74.9)	117 (10.4)	5 (0.4)	5 (0.4)	24 (2.1)	43 (3.8)	46 (4.1)		1,126 (100)
베임	326 (71.0)	23 (5.0)	6 (1.3)	3 (0.7)	7 (1.5)	34 (7.4)	3 (0.7)	57 (12.4)		459 (100)
압궐	71 (29.6)	27 (11.3)	21 (8.8)	54 (22.5)	24 (10.0)	26 (10.8)	2 (0.8)	15 (6.3)		240 (100)
화상	119 (67.2)	5 (2.8)	1 (0.6)	32 (18.1)	1 (0.6)	3 (1.7)	0 (0.0)	16 (9.0)		177 (100)
기타	30 (13.5)	51 (22.9)	59 (26.5)	15 (6.7)	4 (1.8)	5 (2.2)	1 (0.4)	58 (26.3)		223 (100)
계	1,762 (16.3)	4,156 (38.6)	1,229 (11.4)	322 (3.0)	263 (2.4)	1,089 (10.1)	908 (8.4)	1,050 (9.7)		10,779 (100)

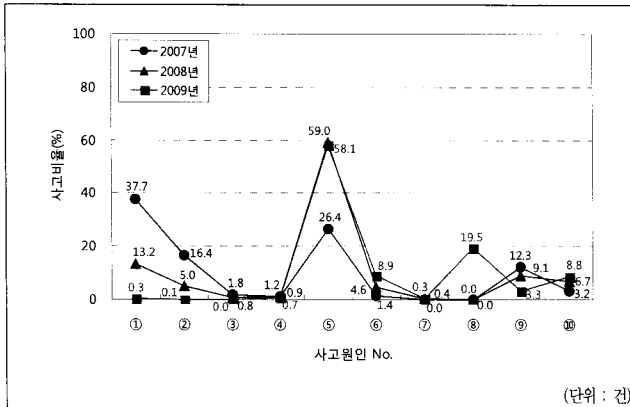
표 5. 사고유형별 상해내용

(단위: 건, %)

구분	상해내용										계
	사망	장해	골절	염좌·인대	치아	인구손상	열상	화상	뇌진탕	기타	
넘어짐·미끄러짐	0 (0.0)	2 (0.0)	2,499 (42.6)	481 (8.2)	1,522 (25.9)	34 (0.6)	970 (16.5)	4 (0.1)	122 (2.1)	234 (4.0)	5,868 (100)
충돌	0 (0.0)	7 (0.3)	849 (31.6)	136 (5.1)	685 (25.5)	105 (3.9)	686 (25.5)	15 (0.6)	52 (1.9)	151 (5.6)	2,686 (100)
추락	1 (0.1)	2 (0.2)	765 (67.9)	51 (4.5)	95 (8.4)	10 (0.9)	112 (9.9)	0 (0.0)	39 (3.5)	51 (4.5)	1,126 (100)
베임	0 (0.0)	0 (0.0)	27 (5.9)	14 (3.1)	3 (0.7)	12 (2.6)	342 (74.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	61 (13.3)	459 (100)
압궐	0 (0.0)	1 (0.4)	111 (46.3)	14 (5.8)	10 (4.2)	0 (0.0)	53 (22.1)	0 (0.0)	0 (0.0)	51 (21.3)	240 (100)
화상	0 (0.0)	0 (0.0)	5 (2.8)	3 (1.7)	3 (1.1)	7 (1.7)	152 (85.9)	0 (0.0)	0 (0.0)	5 (2.8)	177 (100)
기타	7 (3.1)	1 (0.4)	100 (44.8)	23 (10.3)	19 (8.5)	2 (0.9)	26 (11.7)	7 (3.1)	1 (0.4)	37 (16.6)	223 (100)
계	8 (0.1)	13 (0.1)	4,356 (40.4)	722 (6.7)	2,336 (21.7)	166 (1.5)	2,196 (20.4)	178 (1.7)	214 (2.0)	590 (5.5)	10,779 (100)

순으로 나타난다. 이처럼 넘어짐·미끄러짐에 의한 사고의 경우 전체 사고유형의 절반 이상(54.4%)을 차지하면서 상해내용도 골절이나 치아손상, 염좌·인대손상, 뇌진탕과 같은 중상이 78.8%나 되어 차세대 성장동력인 아동 보호를 위해서라도 이러한 사고에 대한 적극적인 예방과 상해방지 대책이 강구되어야 한다. 충돌에 의한 부상은 골절이 31.6%이며 치아손상과 열상이 각각 25.5%인 것으로 나타난다. 추락에 의한 부상은 골절이 67.9%로서 대부분을 차지하며 다음으로 열상과 치아손상이 각각 9.9%, 8.4%를 차지하고 있다. 그 외 압궐의 경우는 골절(46.3%)과 열상(22.1%)이, 화상의 경우는 화상(85.9%)이 상해내용의 대부분을 차지하고 있다.

본 연구에서는 후속연구에 참고하기 위해 2007년도 하반기의 「학교안전사고 예방 및 보상에 관한 법률」 시행에



No.	사고원인 No.										계
	① 넘어짐 미끄러짐	② 충돌	③ 추락	④ 시설물 하자	⑤ 본인 과실	⑥ 상대방 과실	⑦ 감독 소홀	⑧ 운동 경기	⑨ 우발적 사고	⑩ 기타	
2007	83	36	4	2	58	3	0	0	27	7	220
2008	292	110	18	27	1,307	101	9	0	202	149	2,215
2009	22	5	2	49	4,059	624	18	1,365	231	613	6,988

그림 7. 최근 3년간 학교안전공제회의 사고원인 분석 추이 (서울학교안전공제회, 초등학교의 경우)

즈음해서 정리(분석)방법이 변경된 학교안전공제회의 데이터(2007년 220건, 2008년 2,215건, 2009년 6,988건)를 대상으로 그림 7과 같이 최근 3년간의 사고원인 분석 추이를 파악해보았다.

넘어짐·미끄러짐에 의한 사고의 경우 2007년에 37.7%이던 것이 2009년에는 0.3%로 급격히 감소하였다.<sup>16)</sup> 충돌사고는 2007년에 16.4%에서 2009년에는 0.1%로서 거의 발생하지 않았다. 사고원인을 명확히 규명하기 곤란한 우발적 사고도 2007년에는 12.3%였으나 2009년에는 3.3%로 감소하였다. 반면에 본인과실(놀이·장난, 부주의 등)에 의한 사고는 2007년에는 26.4%이던 것이 2009년에는 58.1%로 그 해 사고건수(새로운 정리방법에 의한 데이터 수)의 절반 이상을 차지할 만큼 크게 증가하였다. 상대방의 고의 또는 실수로 인한 사고도 2007년에 1.4%에서 2009년에는 8.9%로 증가하였다. 운동·경기 중에 발생한 사고 역시 2008년까지는 사고원인으로 파악되지 않고 있다가 2009년 들어서 돌연히 19.5%나 발생한 것처럼 나타난다.<sup>17)</sup>

우리나라 초등학교생들의 행동양식이 어느 날 갑자기 변화된 것도 아닐텐데 사고원인 혹은 사고유형이 크게 바뀐 것은 「학교안전사고 예방 및 보상에 관한 법률」의 시행과

16) 서울학교안전공제회에서 「학교안전사고 예방 및 보상에 관한 법률」 시행 이전 방식으로 사고원인을 파악한 자료(본 논문 2.6절)에서는 2000년~2009년에 발생한 초등학교 안전사고의 54.4%가 넘어짐·미끄러짐에 기인하는 것으로 분석되었음.

17) 2007년 9월 이전까지는 체육활동 중에 발생한 사고의 대부분을 우발적 원인에 의한 것으로 분류하고 있음.

관련하여 제정된 “학교안전공제회 공제급여 지급기준(시행 2007.10.17, 최종개정 2009.7.30)”에 따른 것으로 판단된다. 즉 학교안전사고 중 교원의 고의·중과실로 인정하기 어려운 “학생부주의로 인한 부상”, “학생 자해”, “학생상호간 다툼사고로 인한 상해” 사건에 대해서는 학교안전공제회가 직접 조사하여 공제급여를 지급하게 되는데, 각급학교 담당자들도 온라인상으로 사고정보를 입력하면서 동기준 제9조(과실상계)에 따른 관련지침(과실상계를 적용범위 및 기준)을 엄격히 적용한 결과라고 판단된다. 이 지침에 따르면 “법률·교칙·교사지시 위반<sup>18)</sup>”의 경우 50%, “상당한 주의의무 위반<sup>19)</sup>”의 경우 20%~30%, “통상적 주의의무 위반<sup>20)</sup>”의 경우 10%~20%의 과실상계를 각각 적용하도록 규정하고 있다. 다만 학교시설물 하자로 인해 발생한 사고의 경우에는 과실상계에서 제외하도록 예외 규정을 두고 있지만 시설물 하자에 대한 기준 자체가 모호한 경우가 많으므로 관련분야 전문가가 아니면 하자여부를 판정하기가 쉽지 않다.

### 3. 건축구성부위 관련 실내 안전사고 현황

본 연구에서는 학교시설의 거주안전성을 확보하기 위하여 보다 개선이 시급한 건축부위 및 재료를 도출할 목적으로 초등학교 실내에서 발생하는 안전사고의 실태를 건축적 관점에서 분석하기로 하였다.

본 장에서는 건축구성부위와 관련한 실내 안전사고의 실태를 보다 심층적으로 분석하기 위해 2000년부터 2002년까지 서울학교안전공제회에서 접수·처리한 총 2,646건의 데이터를 분석자료로써 활용하였다. 여기서 그림 8에서 알 수 있듯이 전장에서 분석한 2000년~2007년까지의 학교안전사고 중 실내에서 발생한 사고(계단의 경우는 실내외 포함) 및 실내시설물에 의한 사고의 발생비율의 변동 폭이 그다지 크지 않다는 점으로부터 2000년~2002년 사이

18) 법률·교칙 위반, 교사의 명시적 지도감독 위반, 위험이 예견되는 장소 이용, 교직원에 대한 불손한 행동 등

19) 등하교 중 지도사항 위반 또는 비정상적인 행동, 외적 요인 없이 갑자기 전도, 위험한 장소에서 놀다가 본인 부주의로 추락, 위험한 물건 사용 또는 위험한 행동을 하다가 본인 부주의로 발생한 사고, 교사가 임장 중인 수업 중에 장난, 휴식·점심시간 등 자유재량시간에 본인 부주의로 발생한 사고(걸려 넘어짐, 계단에서 다짐, 실내외에서 놀이·장난)

20) 자유재량시간에 타인과의 관계로 인해 발생한 돌발적·우발적 사고(실내외에서 놀이·장난, 기구·시설물 사용), 수업·체육대회·교외학습활동 등 지정된 교육활동 시간에 비정상적 행동 또는 본인 부주의로 발생한 사고

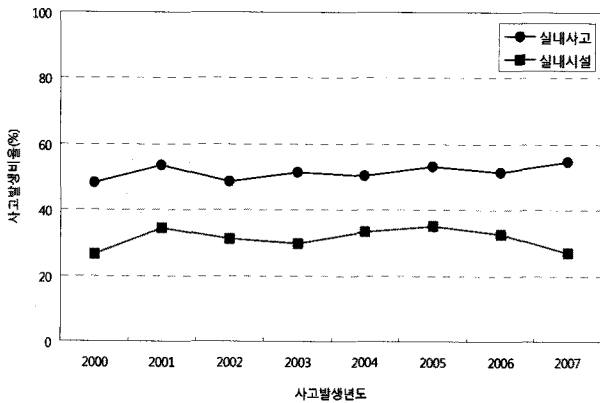


그림 8. 실내 시설을 관련 안전사고의 연도별 발생 추이 (서울학교안전공제회, 초등학교의 경우)

의 사고사례를 발췌하여 분석하더라도 큰 문제는 없을 것으로 판단된다.

### 3.1 사고발생 부위별 현황

서울지역 초등학교에서 발생한 실내 안전사고를 부위별로 분석한 결과를 그림 9에 나타낸다. 2000년~2002년에 발생한 사고건수 총 2,646건 중 건축물과 관련하여 실내에서 발생한 사고는 모두 564건(2000년 135건, 2001년 226건, 2002년 203건)이다. 이 중 바닥에서 발생한 사고가 81.2%(458건)로서 대부분을 차지하고 있으며 다음으로 출입문 12.8%(72건), 창문 2.5%(14건), 벽체 1.6%(9건), 천장 0.35%(2건), 기타 1.6%(9건) 순으로 나타난다. 또한, 공제급여 지급액의 규모로 상해 정도를 유추해보면 바닥의 경우가 전체의 88.1%를 차지하여 사고로 인한 피해 역시 상대적으로 월등하다는 것을 알 수 있다.

### 3.2 사고유형별 현황

서울지역 초등학교에서 발생한 실내 안전사고를 유형별로 분석한 결과를 그림 10에 나타낸다. 미끄러짐 사고가 전체의 70.7%(399건)를 차지하고 있다. 공제급여 지급액의 규모도 47.0%나 되어 추락과 같은 특수한 상황을 제외한 일상사고로서는 다른 유형의 사고에 비해 훨씬 위험하다는 것을 알 수 있다.

### 3.3 바닥의 미끄러움에 의한 사고 및 상해내용

학교안전사고의 대부분을 차지하고 있으며 사고발생시 부상의 정도도 심각한 것으로 나타나는 미끄러짐 사고를 대상으로, 그 현황을 사고발생 부위별로 분석한 결과와 미끄러짐에 의한 상해를 내용별로 분석한 결과를 그림 11에 나타낸다. 초등학교 실내에서 발생하는 미끄러짐 사고는

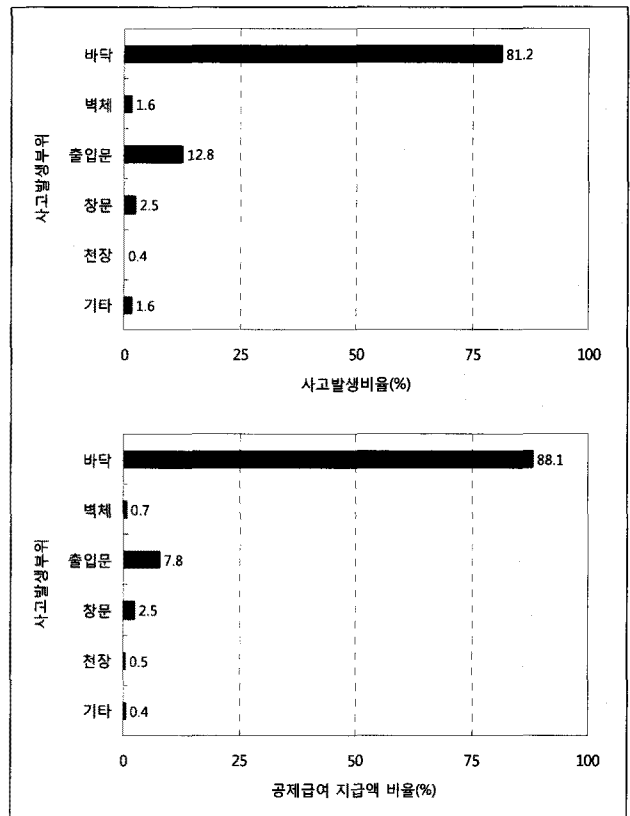


그림 9. 실내 안전사고의 발생 부위별 현황

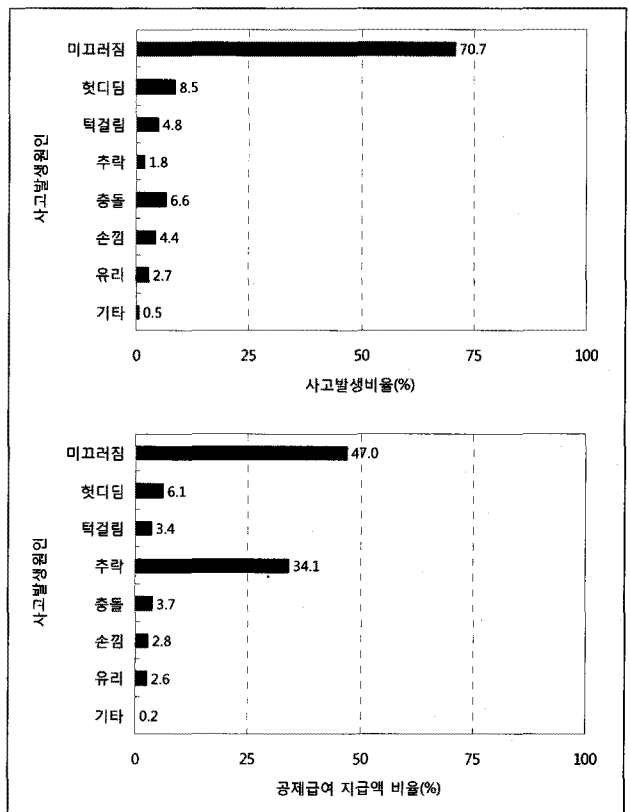


그림 10. 실내 안전사고의 유형별 현황



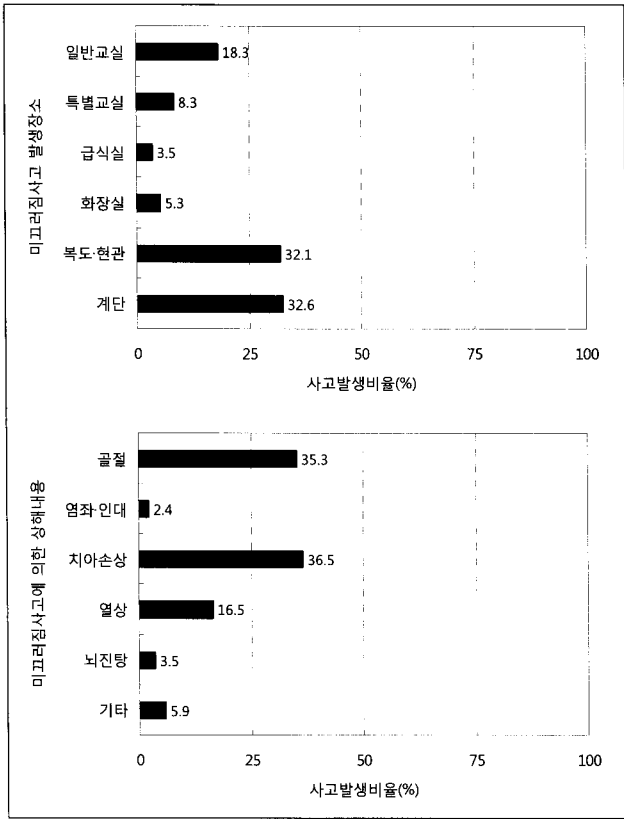


그림 11. 실내 미끄러짐 사고 및 상해 현황

주로 계단(32.6%), 복도·현관(32.1%), 교실(26.6%) 등과 같이 학생들이 일과시간의 대부분을 보내는 장소에서 집중적으로 발생하고 있다는 것을 알 수 있다. 또한, 미끄러짐 사고로 인한 상해내용은 치아손상과 골절이 각각 36.5% 및 35.3%를 차지하고 있으며 다음으로 열상(열창·개방창 포함) 16.5%, 뇌진탕 3.5%, 염좌·인대손상(인대파열·탈구 포함) 2.4%의 순으로 나타났다. 이러한 부상은 모두 한창 신체가 성장단계에 있는 초등학교생에게는 치명적일 수 있으며 특히 뇌진탕의 경우는 자칫 인명 손상에까지 영향을 미칠 우려가 있는 만큼 학교안전사고 예방을 위한 개선방안을 강구할 때 그 대책이 반드시 고려되어야 할 것으로 판단된다.

#### 4. 초등학교 실내바닥의 안전성 평가

##### 4.1 학교시설안전기준의 고찰

「학교안전사고 예방 및 보상에 관한 법률」(법 제7조, 영 제10조)에서 규정하고 있는 학교시설안전관리기준 중에서 건축물분야에 해당하는 사항을 발췌·요약하여 표 6에 나타낸다. 일부 치수관련 기준을 제외한 대부분의 안전기준이 정성적으로 제시되어 있어 안전사고로 인한 부상방지

표 6. 학교시설안전관리기준

구분	안전기준
1. 건축물 주변	- 보행로와 차도 구분
2. 교실바닥	- 동일 평면상 돌출부 제거
3. 교실벽	- 부착물 지지력 확보 - 모서리 충돌시 안전성 확보 - 경계벽 내화구조
4. 교실문	- 미닫이문 : 바닥레일 돌출 방지 - 여닫이문 : 피난방향으로 개폐
5. 교실창문	- 내부창문 : 유리 안전강도 확보 - 외부창문 : 창문 추락 방지시설 설치
6. 특별교실	- 과학실험실 : 내화학성·난연성 바닥재 마감
7. 복도	- 바닥 단차·돌출부 제거 - 모서리 충돌시 안전성 확보
8. 계단	- 경사로 눈슬립 바닥재 마감 - 쉘판높이 일정하게 유지 - 난간높이 85cm 이상
9. 화장실	- 눈슬립 바닥재 마감

측면에서 적절한 건축재료설계를 하기 위해서는 주요 성능항목에 대한 정량적 성능기준<sup>21)</sup>을 작성하는 일이 무엇보다도 시급한 과제라고 할 수 있다.

##### 4.2 거주안전성 시험항목의 설정

초등학교의 실내에서 발생하는 안전사고의 현황을 분석한 결과, 사고발생 부위의 대부분이 바닥이며 사고원인이 주로 미끄러움에 기인한다는 점, 미끄러움으로 인한 상해내용과 상해 정도가 바닥의 경도(hardness)에 크게 영향을 받을 수 있다는 점 등으로부터 거주안전성 관점에서 우선적으로 개선이 시급한 성능항목으로서 실내바닥의 미끄러움 및 전도충돌시 안전성을 설정하였다.

##### 4.3 평가대상 초등학교의 선정

초등학교 실내바닥의 거주안전성 개선방안을 도출하기 위해 현존하는 학교시설을 대상으로 바닥의 거주안전성 보유실태를 실험을 통해 파악하기로 하였다. 초등학교시설의 경우 주로 건립시기에 따라 바닥의 구법이나 사용재료 등에 차이가 있다는 점을 감안하여 우선 대상학교를 기존의 표준설계를 적용하여 건립한 학교(A, B)와 근래 들어 신축한 학교(C)로 분류하였다. 또한, 전자의 경우는 다시 최근에 바닥의 개보수가 이루어진 학교(A)와 비교적 바닥의 노후화가 진전된 학교(B)로 각각 구분하였다. 바닥의 거주안전성 평가시험을 위해 선정한 초등학교 3개소의 주

21) 예컨대 단차는 얼마까지 허용할 것인지, 눈슬립 바닥재의 미끄러움저항계수는 얼마 이상으로 할 것인지, 충돌시 안전성의 평가지표는 무엇으로 할 것인지 등

표 7. 평가대상 학교의 바닥재 및 구법 현황

구분	바닥재 종류			구법
	A초등학교	B초등학교	C초등학교	
일반교실	플로어링(t15)	플로어링(t15)	플로어링(t15)	가구식
교사연구실	비닐시트(t2.0)	-	-	접착식
교장실	카펫타일(t6.5)	-	-	가구식
시청각실	-	-	비닐타일(t3.0)	접착식
방송실	-	-	비닐타일(t5.0)	가구식
복도	테라조타일(t30)	화강석판재(t30)	화강석판재(t30)	접착식
	화강석판재(t30)	인조석물갈기	화강석판재(t30)	
계단실	테라조타일(t30)	인조석물갈기	테라조타일(t30)	접착식
화장실	세라믹타일(t9.0)	세라믹타일(t9.0)	세라믹타일(t9.0)	접착식

요 공간(실)별 바닥재 및 구법 현황을 표 7에 나타낸다.

4.4 미끄럼성 시험

1) 시험방법

미끄럼성 시험방법은 KS M 3510(고분자계 바닥재 시험방법) 등에서 규정하고 있는 “경사인장형 바닥 미끄럼 시험방법”을 적용하기로 하였다.<sup>22)</sup> 본 연구에서는 바닥재 미끄럼성의 경우 외부 환경조건에 따라 측정결과가 달라질 수 있다는 점으로부터 평가대상 학교에 사용된 것과 같은 재질의 바닥재를 구하여 온도 20±2℃, 습도 50±5%가 유지되는 실험실에서 시험하였다. 또한, 시험조건은 평가대상 초등학교의 바닥 사용환경 등을 고려하여 표 8과 같이 설정하였다.

미끄럼성에 관한 성능기준은 경사인장형 바닥 미끄럼 시험방법에서 신발 등을 신고 사용하는 바닥이나 노면에 대하여 일상적인 동작(빠른 걸음 포함)을 취할 때 적용하고 있는 C.S.R 0.4 이상으로 설정하였다.<sup>23)</sup>

2) 시험결과 및 고찰

가) 신발을 신고 사용하는 바닥재의 미끄럼성

신발을 신고 사용하는 바닥재(시험조건 A)에 대한 미끄럼성 시험결과를 그림 12에 나타낸다. 그림에서 일점쇄선은 미끄럼 성능기준(C.S.R 0.4 이상)을 표시한 것이다. 바닥재 표면이 청소된 건조상태인 경우(G-1)에는 모든 바닥

22) “경사인장형 바닥 미끄럼시험방법”은 현재 KS M 3510의 시험항목(미끄럼성 시험)에서 규정하고 있으나 원래 바닥재의 종류나 표면상태, 신발 종류 등에 관계없이 적용할 수 있도록 개발된 시험방법이다.

23) 미끄럼성 시험에서는 시험장치별로 독자적인 미끄럼저항계수를 사용하여 미끄럼성을 평가하고 있으며, 이들 미끄럼저항계수는 대개 상관성이 없으므로 주의할 필요가 있다. 예를 들면, Horizontal Dynamometer Pull-Meter(ASTM C1028)에 의한 SCOF(Static Coefficient of Friction) 0.4와 O-Y-PSM에 의한 C.S.R(Coefficient of Slip Resistance) 0.4는 서로 의미가 다른 물리량이기 때문에 치환해서 적용할 수 없다.

표 8. 미끄럼성 시험조건

신발조건	기호	시험편의 표면상태
A (경질 밀창)	G-1	청소된 건조한 상태
	G-2	수돗물을 40g/m <sup>2</sup> 비율로 산포한 상태
	G-3	분체혼합수를 400g/m <sup>2</sup> 비율로 산포한 상태 <sup>(주)</sup>
	G-4	식용유를 40g/m <sup>2</sup> 비율로 산포한 상태
B 실내용 슬리퍼	S-1	청소된 건조한 상태
	S-2	왁스를 도포한 상태
양말	Y-1	청소된 건조한 상태
	Y-2	왁스를 도포한 상태

(주) 분체혼합수(dust water) : 수돗물과 KS A 0090에 규정되어 있는 시험용 분체 제1종 및 제7종을 무게비로 20:9로 혼합한 것으로서, 우천시 신발에 묻어 실내로 유입되는 우수(흙탕물)를 상정한 바닥재 표면의 매개물임.

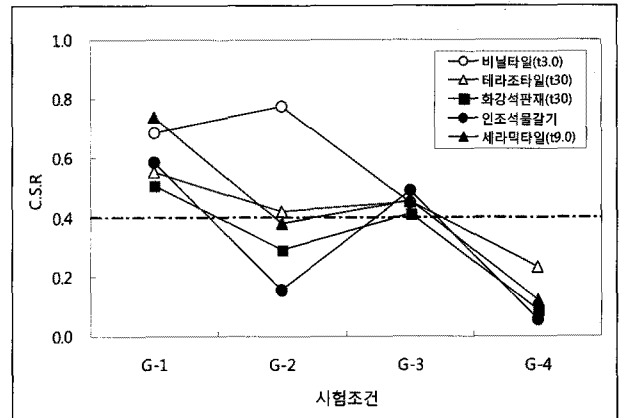


그림 12. 신발 신는 바닥재의 미끄럼성 시험결과

재가 전반적으로 안전한 것으로 나타났다. 그러나 물갈기로 마감한 화강석판재는 C.S.R 0.51로서 통상적인 보행 이외의 동작(급출발, 급정지, 방향전환 등)을 취할 경우에는 미끄러지기 쉬운 상태가 될 수 있다. 바닥재 표면에 물기가 존재할 경우(G-2)에는 비닐타일을 제외한 나머지 바닥재가 C.S.R 0.16~0.42로서 상당히 미끄러지기 쉬운 위험한 상태가 된다. 바닥재 표면에 분체혼합수가 매개물로 작용할 경우(G-3)에는 바닥재의 종류에 관계없이 C.S.R 0.41~0.49로 나타나 특히 우천시 실내로 들어오다가 미끄러지지 않도록 대책을 수립할 필요가 있다. 바닥재 표면에 식용유(바닥재 표면에 기름기·비누기가 존재하는 경우를 상정한 매개물)가 매개물로 작용할 경우(G-4)에는 모든 바닥재가 C.S.R 0.09~0.23으로서 여하한 경우에도 미끄럼저항을 기대할 수 없게 된다. 따라서 식용유나 국물 등의 기름기가 바닥에 묻을 수 있는 주방이나 급식실 등의 바닥에 대해서는 바닥재를 선택할 때 표면매개물에 따른 미끄럼저항의 변동 등을 감안해야 한다.

나) 신발을 벗고 사용하는 바닥재의 미끄럼성

신발을 벗고 사용하는 바닥재(시험조건 B)에 대한 미끄럼성 시험결과를 그림 13에 나타낸다. 그림에서 일점쇄선은

은 미끄럼 성능기준(C.S.R 0.4 이상)을 표시한 것이다. 바닥재 표면이 청소된 건조상태인 경우(S-1, Y-1)에는 카펫 타일(C.S.R 0.47)의 경우를 제외하면 슬리퍼는 C.S.R 0.33~0.35, 양말은 C.S.R 0.27~0.31로 나타나 상당히 미끄러지기 쉬운 상태라는 것을 알 수 있다. 바닥재 표면에 왁스를 도포한 경우(S-2, Y-2)는 슬리퍼의 경우 C.S.R 0.39~0.45로서 청소된 건조한 상태에 비해 C.S.R이 다소 증대되는 경향을 보이고는 있으나 여전히 안전하다고 할 수는 없고, 양말의 경우에도 C.S.R 0.28~0.36으로서 미끄럼성에 거의 변동이 없는 것으로 나타났다.<sup>24)</sup> 따라서 신발을 벗고 사용하는 교실 등의 바닥에 대해서는 미끄러짐 사고의 방지를 위해 C.S.R 0.4 이상인 바닥재로 교체 시공하는 것이 가장 바람직하다. 부득이 예산상의 이유 등으로 당장 교체에 어려움이 있다면 확실하게 성능이 검증된 방법(공법)으로 바닥표면을 논슬립 처리하고 학생들에게도 반드시 논슬립 슬리퍼를 착용하도록 하는 등의 조치를 강구할 필요가 있다.

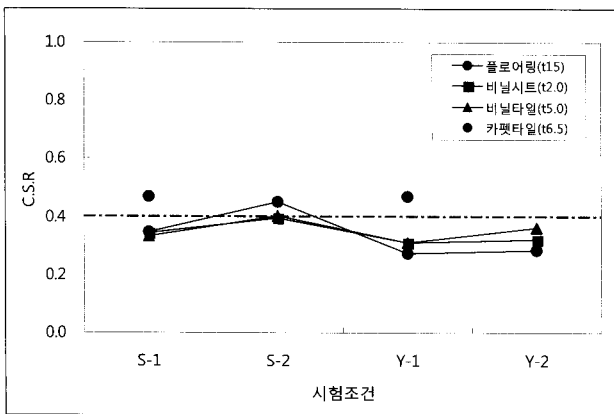


그림 13. 신발 벗는 바닥재의 미끄럼성 시험결과

#### 4.5 전도충돌시 안전성 시험

##### 1) 시험방법

전도충돌시 안전성 시험방법은 JIS A 6519(体育館用鋼製床下地構成材) 등에서 규정하고 있는 “헤드모델(Head Model) 시험방법”을 적용하기로 하였다.<sup>25)</sup> 본 연구에서는 전도충돌시 안전성의 경우 마감재를 포함한 바닥부위 전체의 성능으로서 파악할 필요가 있으므로 현장에서 직접 시험을 실시하기로 하였다.

24) 카펫타일은 유지관리과정에서 통상 표면에 왁스 도포작업을 하지 않으므로 시험조건에서 제외하였음.  
25) ‘헤드모델 시험방법’은 현재 JIS A 6519의 시험항목(床の硬さ試験)에서 규정하고 있으나 원래 바닥재의 종류나 구법 등에 관계없이 적용할 수 있도록 개발된 시험방법이다.

전도충돌시 안전성에 관한 성능기준은 헤드모델 시험방법에서 전도충돌의 빈도가 높아 배려할 필요가 있는 바닥<sup>26)</sup>에 대하여 적용하고 있는 최대가속도(Gs) 100G 이하로 설정하였다.<sup>27)</sup>

##### 2) 시험결과 및 고찰

평가대상 초등학교의 바닥에 대한 전도충돌시 안전성 시험결과를 표 9, 그림 14에 나타낸다. 그림에서 일점쇄선은 전도충돌시 안전성 성능기준(Gs 100 이하)을 표시한 것이다. 전도충돌시 안전성의 평가지표가 되는 Gs는 바닥 마감재의 종류보다는 구법의 차이에 보다 영향을 받는다는 것을 알 수 있다. 즉 가구식 구법을 채용한 바닥(No. 1~No.3)의 경우는 Gs가 57.2G~85.1G로서 비교적 안전한 영역에 속해 있는 반면에 접착식 구법을 채용한 바닥(No.4~No.9)의 경우는 모두 Gs가 148.6G~154.1G로 나타나 걸려 넘어지거나 미끄러져서 머리 등을 바닥에 부딪칠 경우 상당히 위험하다는 것을 알 수 있다. 또한 가구식 구법이라고 해도 마감재의 종류에 따라서는 Gs가 100G를

표 9. 전도충돌시 안전성 시험결과

구법	소재	바닥재 종류		최대가속도(Gs)		
		No.	명칭	평균	표준편차	변동계수
가구식	유기질계	1	플로어링(t15)	85.1	0.94	1.50
		2	카펫타일(t6.5)	57.2	0.46	2.55
		3	비닐타일(t5.0)	67.4	1.68	2.49
접착식	유기질계	4	비닐시트(t2.0)	150.2	0.60	0.40
		5	비닐타일(t3.0)	151.7	0.76	0.50
		6	테라조타일(t30)	148.6	0.71	0.48
	무기질계	7	화강석판재(t30)	149.8	1.50	1.00
		8	인조석물갈기	151.4	1.99	1.31
		9	세라믹타일(t9.0)	154.1	1.45	0.94

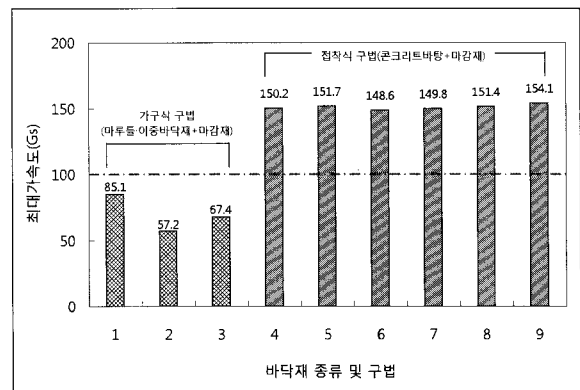


그림 14. 전도충돌시 안전성 시험결과

26) 유치원, 보육원, 학교, 병원, 고령자시설, 체육관 등에 시설 중에서 전도충돌시 안전성을 배려할 필요가 있는 바닥  
27) 가구식 바닥의 경우는 실제 사용시 전도충돌이 발생할 가능성이 있는 범위 내에서 가장 딱딱하다고 판단되는 위치에서 측정된 값(Gs)이 100G 이하가 되어야 함.

상회할 가능성도 충분히 생각할 수 있으므로 바닥을 설계할 때에는 미끄럼이나 단차와 같은 연관 성능도 함께 검토하는 것이 안전성 확보를 위해 바람직할 것으로 판단된다. 일반적으로 학생들의 통행이 빈번한 곳의 바닥에는 내마모성이나 청소성 등을 고려하여 무기질계 바닥재를 사용하는 경향이 많지만 적어도 전도충돌시 안전성 관점에서 본다면 이는 사용자의 안전보다는 설계자나 유지관리 담당자의 의도가 선행되는 불합리한 바닥설계로서 개선의 여지가 다분하다고 할 수 있다.

## 5. 결론

본 연구는 초등학교에서 발생하는 각종 안전사고 실태를 건축적 관점에서 분석하고, 건립시기가 다른 초등학교 3개소를 대상으로 실내바닥의 거주안전성을 시험·평가한 결과로부터 학교시설 바닥에 대한 성능개선 방안을 도출하였으며 이를 통해 얻은 결론은 다음과 같다.

(1) 최근 10년간 초등학교에서 발생한 안전사고 현황을 분석한 결과, 사고시간대는 휴식시간(36.8%)과 체육활동(32.5%)이 대다수를 차지하였으며 사고장소는 실내에서의 사고가 43.2%로서 가장 많았다. 사고원인으로는 실내시설물이 31.4%로서 가장 많았으며 사고유형은 넘어짐·미끄러짐이 54.4%로서 절반 이상을 차지하였다.

(2) 시설물과 관련한 실내 안전사고를 분석한 결과, 바닥에서의 사고가 81.2%로서 대부분을 차지하였다. 또한, 초등학교에서 발생하는 실내 안전사고는 주로 바닥의 미끄럼(70.7%)에 기인하며 미끄러짐 사고로 인한 부상은 대부분이 중상인 것으로 나타나 바닥의 거주안전성 확보가 무엇보다도 시급한 현안임을 알 수 있다.

(3) 신발을 신고 사용하는 바닥의 경우 표면에 매개물이 존재하면 미끄럼저항계수(C.S.R)가 급격히 저하되어 미끄러지기 쉬운 상태가 되므로 이에 대한 대책 마련이 필요하다. 또한, 신발을 벗고 사용하는 바닥재의 경우에는 카펫타일을 제외한 대부분의 바닥재가 일상적인 사용조건하에서도 미끄러지기 쉬운 것으로 나타나 현행 바닥재의 선정방법에 문제가 있다는 것을 알 수 있다.

(4) 전도충돌시 안전성은 바닥의 구법에 따라 크게 달라지며 가구식의 경우에는 최대가속도(Gs)가 67.4G~85.1G로서 대체로 안전하지만, 접착식의 경우에는 모든 바닥재의 Gs가 148.6G~154.1G로서 전도충돌시 신체의 부상 위험이 상당히 높은 것으로 나타났다.

(5) 초등학교의 실내에서 안전사고 발생시 2차 피해(상

해)를 저감하기 위해서는 넘어짐·미끄러짐 사고가 빈발하는 장소의 바닥에 대하여 미끄럼성은 C.S.R 0.4 이상, 전도충돌시 안전성은 Gs 100G 이하가 되도록 바닥을 설계할 필요가 있다.

## 참고문헌

1. 박현근, 학교안전사고에 관한 조사연구, 춘천교육대 교육대학원, 석사학위논문, 2007
2. 김도형, 학교사고에 의한 손해배상책임에 관한 연구, 경성대 대학원, 박사학위논문, 2009
3. 한정훈, 학교안전사고의 법적 책임과 분쟁해결 방안 연구, 인천대 행정대학원, 석사학위논문, 2008
4. 박상근, 학교내 시설물 관련 안전사고 예방 및 보상체계에 대한 연구, 연세대 법무대학원, 석사학위논문, 2006
5. 이해진, 초등학생 학교안전사고의 성별 위험행동특성, 이화여대 대학원, 석사학위논문, 2007
6. 조귀덕, 초등학교 안전사고 근절을 위한 안전 교육 개선 방안, 부산교육대 대학원, 석사학위논문, 2003
7. 이춘식, 안전사고를 고려한 초등학교 시설개선에 관한 연구 : 경남지역의 초등학교를 중심으로, 창원대 산업정보대학원, 석사학위논문, 2002
8. 이병철, 학교안전사고의 보상제도와 법적 책임에 관한 초등학교사의 인식 연구, 건국대 교육대학원, 석사학위논문, 2003
9. 서정연, 초등학교 실내안전사고의 특성연구 : 인천지역 초등학교를 중심으로, 한국실내디자인학회 논문집, 제36호, pp.84-92, 2003. 2
10. 소비자안전센터 리콜제도팀, 학교 어린이 안전실태 및 예방대책, pp.3-4, 한국소비자원, 2006.3
11. 최수경 외, 공동주택의 부위별 성능기준 작성 연구, 대한주택공사 주택연구소, 1998. 5
12. 小野英哲 外, 床のすべりの評価指標および評価方法の提示 : 床のすべりおよびその評価方法に関する研究(その4), 日本建築學會構造系論文報告集, 第356号, pp.1-8, 1985. 10
13. 三上貴正 外, 衝突時の身体の安全性からみた床・壁のかたさの評価方法の提示 : 衝突時の身体の安全性からみた床・壁のかたさの評価方法に関する研究(第3報), 日本建築學會構造系論文報告集 第394号, pp.1-8, 1988. 12
14. 材料施工委員會, 床の性能評価方法の概要と性能の推奨値(案), 日本建築學會, 2008. 6

(접수 2010. 4. 15 심사완료 2010. 5. 17 게재확정 2010. 5. 27)