

완강기의 설치 실태 분석 및 개선에 관한 연구 A Study on Analysis of Installation on the Actual State and Improvement about a Descending Life Line

최용혁 · 박성진 · 김태구[†] · 김광일

Yong-Hyuk Choi · Sung-Jin Park · Tae-Gu Kim[†] · Kwang-Il Kim

인제대학교 보건안전공학과
(2007. 4. 2. 접수/2007. 12. 28. 채택)

요 약

본 연구에서는 2006년 개정소방법의 시행에 따라 다중이용업소 및 고층건물에 피난설비 중 피난기구로 설치가 의무화 되고 있는 ‘완강기’의 현재 나타난 설치상의 문제점을 조사해보고, 제시된 문제점들을 각 항목별로 나누어 원인 분석 및 개선사항을 제시하였다. 설문조사를 통하여 총 367건의 문제점이 지적되었으며, 다음과 같이 설치실태의 문제점이 나타났다. 완강기를 이용한 탈출이 부적합한 창문(34%), 관련문구 미부착(23.7%), 부적합한 설치장소(20%) 및 완강기의 파손(20%) 등으로 조사되었다. 특히 완강기 설치상 문제점으로 완강기를 이용한 탈출에 부적합한 창문이라는 사항이 가장 많이 제시되었기에 탈출 시 필요한 유리의 파괴에 관한 응력해석을 수행한 결과 완강기가 설치된 곳의 유리두께는 3.6 mm로 규정되어야 할 것으로 나타났다. 또한 기존의 소방법에 따른 형식적인 설치가 아닌 화재발생 시 인명을 보호하는 피난도구로서의 완강기 설치 및 사용이 가능할 수 있는 실질적인 완강기 설치상의 개선대책을 제시했다.

ABSTRACT

This study investigated problems found with the installation of a descending life line which is one of the compulsory fire escape apparatuses required by the revised “Fire Service Act” of 2006 for multi-use facilities and multistory buildings. It presents an analysis of the causes and improvement details for the problems classified by type of item. To achieve the purpose, the total 367 problem points are indicated. The problems of Installation are unsuitable window glass using the descending life line (34%), required passage device is not attached (23.7%), the installation location is with required operation (20%) and damaged descending life line (20%) were investigated. In particular, the study looks at the stress analysis range for cracking window glass which is required for people to escape in an emergency. People have questioned unsuitable window glass for using the descending life line among the problems with the installation. As a result of stress analysis, window glass thickness of the place where the descending life line is installed must be 3 or 6 mm. In addition, this study indicates substantial improvement measures for installing the descending life line so I will actually be used as a fire escape apparatus to protect human lives, and not just to formally meet the Fire Service Act.

Keywords : Descending life line, Fire escape apparatus, Fire Service Act, Stress analysis

1. 서 론

현대사회의 건물형태는 인구의 증가와 도시화에 따라 점차 고층화되고 복합형태의 다중이용시설이 집약된 고층건물로 변화되고 있다. 주거형태의 변화로 인

하여 건물의 높이가 매우 높거나 인구가 밀집되어있는 건물에서 화재사고가 발생했을 시에는 기존의 건물에 비해 화재로 인한 피해의 크기가 커질 수밖에 없는 실정이다.

소방방재청의 최근 5년간 다중이용업소의 화재사고 실태를 살펴보면 Table 1과 같이 화재건수와 재산피해는 해마다 증가하고 있으며 사망자도 2004년에 비해

[†]E-mail: tgkim@inje.ac.kr

Table 1. Number of multi-use facilities fire occurrence by year ('2001~'2005)¹⁾

구분	2001	2002	2003	2004	2005
화재건수	1,692	1,237	1,245	1,256	1,527
사망(명)	13	22	26	11	17
부상(명)	73	99	101	65	108
재산피해(억원)	129	93	54	61	114

<자료: 소방방재청>

증가한 것으로 나타났다. 이러한 화재사고로 인한 인명이나 재산 손실이 발생하지 않기 위해서는 화재사고의 예방이 중요하지만 현실적으로 모든 화재사고를 방지하는 것은 불가능하기 때문에, 화재사고 발생시 피해의 최소화가 이루어질 수 있도록 인명을 보호할 수 있는 피난기구(소방시설·피난설비)나 비상대책 등이 사전에 구비되어지고 철저히 준비되어야 할 것으로 판단된다.

이에 본 연구에서는 여러 소방시설 및 피난기구 중 2003. 5. 29 제정된 「소방시설설치유지및안전관리」(이하 ‘소방법규’라 한다)에 관한법률의 시행에 따라 화재 발생 시 피난기구로 설치가 의무화되고 있는 ‘완강기’의 현재 제시된 설치상의 문제점을 알아보고, 설치상의 개선되어야 할 점 등에 관한 분석을 통하여 완강

기가 화재발생 시 인명을 보호하는 피난도구¹⁾으로써 실질적인 역할을 할 수 있는 방안을 제시하고자 하였다.

2. 완강기의 법적 기준

Table 2에서와 같이 완강기의 적응성 및 설치기준은 화재안전기준(NFSC 301) 제4조 제1항의 규정²⁾에 따라 설치한 피난기구 외에 숙박시설(휴양콘도미니엄을 제외한다)의 경우에는 추가로 객실마다 간이 완강기 또는 피난밧줄을 설치하여야 한다. 또한 제4조 3항의 규정³⁾에 따르면 강하 시 로프가 소방대상물과 접촉하여 손상되지 아니하도록 해야 하며 완강기의 미끄럼 붐 및 피난로프의 길이는 부착위치에서 지면 기타 착지면까지의 길이로 해야 하는 기준이 제시되어 있다. 완강기의 설치장소별 기준으로는 근린생활시설·위락시설·문화집회 및 운동시설·판매시설 및 영업시설·숙박시설·공동주택·업무시설·통신활영시설·교육연구시설·공장·운수자동차 관련시설(주차용 건축물 및 차고, 세차장, 폐차장 및 주차장을 제외한다)·관광휴게시설(야외음악당 및 야외극장을 제외한다)·의료시설 중 장례식장 등의 다중이용업소에 2층에는 완강기, 3층 이상 10층 이하의 장소에는 완강기와 간이 완강기를 함께 설치하도록 기준이 마련되어 있다.

Table 2. A standard of installation fire escape apparatus on multi-use facilities⁴⁾

항 목	내 용		
피 난 기 구	설치 기준	층수가 7층 이상인 관광호텔 및 5층 이상인 병원에 설치. 다만, 병원의 경우 인공소생기를 제외한다.	
	기준 개수 (층마다 설치)	소방 대상물	대상면적(바닥면적/m ²)
		· 숙박시설, 노유지시설 및 의료시설	· 500 m ² 마다 1개 이상
		· 위락시설, 관람집회 및 운동시설, 판매시설, 전시시설	· 800 m ² 마다 1개 이상
		· 그 밖의 용도의 층	· 1,000 m ² 마다 1개 이상
		· 호텔, 관광숙박시설(휴양 콘도미니엄 제외)	· 객실마다 피난밧줄, 간이완강기 설치
	· 아파트	· 공기안전매트 1개 이상	
	설치 방법	1. 계단, 피난기구 기타 피난시설로부터 적당한 거리에 있는 안전한 구조로 된 피난 또는 소화활동 상 유효한 개구부에 고정하여 설치하거나 필요한 때에 신속하고 유효하게 설치할 수 있는 상태에 둘 것. 2. 피난기구를 설치하는 개구부는 서로 동일직선상이 아닌 위치에 있을 것. 3. 피난기구는 소방대상물의 기둥, 바닥, 보 기타 구조상 견고한 부분에 볼트조명, 매입·용접 기타의 방법으로 견고하게 부착할 것. 4. 4층 이상의 층에 피난사다리를 설치하는 경우에는 금속성 사다리를 설치하고, 당해 고정사다리에는 쉽게 피난할 수 있는 구조의 노대를 설치할 것. 5. 완강기는 강하시 로프가 소방대상물과 접촉하여 손상되지 아니하도록 할 것. 6. 완강기의 미끄럼붐 및 피난로의 길이는 부착위치에서 지면 기타 장착면까지의 길이로 할 것. 7. 미끄럼대는 안전한 강하속도를 유지하도록 하고, 전락방지를 위한 안전조치를 할 것. 8. 구조대의 길이는 피난상 지장이 없고 안정한 강하속도를 유지할 수 있는 길이로 할 것.	

<출처 : 피난기구의 화재안전기준(NFSC 301 제 4조)>

3. 연구방법

앞서 제시된 완강기의 설치상의 법적기준에 근거하여 현재 완강기의 설치상태와 실제 사용에 있어서의 실태파악을 위하여 사이버강좌 ‘생활속에 안전’을 수강하는 대학생들을 대상으로 완강기에 대한 기본 교육을 실시하고 각자 생활주변에서 완강기가 잘못 사용되고 있는 실태를 조사하도록 하였다.

총 300건의 조사결과 중 완강기의 설치 및 사용함에 있어서의 문제점이 확연히 나타나지 않는 Data를 제외하고 251건을 대상으로 완강기의 사용실태, 완강기의 설치 및 사용상 문제점을 파악하였다. 이를 통하여 완강기의 현재 설치상의 문제점을 총 7가지로 분류하여 분석하였으며, 특히 조사된 완강기의 문제점 중 가장 많이 나타난 부적합 창문에 대한 개선방안으로 완강기 탈출에 필수적인 요소인 창문유리의 파괴가능 유리두께를 파악하는데 CATIA(Computer-graphics Aided Three-dimensional Interactive Application)를 이용한 모델링과 유한요소 해석을 이용하였으며, 완강기의 설치상 문제점 중 법적기준을 이행치 않음에서 기인한 문제점 등은 관련 소방법 및 피난설비 및 피난기구의 설치기준을 제시·개선함으로써 완강기가 피난기구로서의 실질적인 역할을 할 수 있는 방안을 제시해보았다.

4. 본 론

4.1 완강기의 설치상 문제점 별 분류

현재 완강기가 설치된 곳의 실태파악을 통하여 나타난 완강기 설치상의 문제점을 사용법 미부착, 부적합 창문, 위치 표시 미부착 등의 7가지(Figure 1)로 분류하여 분석하였다. 총 분석건수는 367건으로 이는 한 장

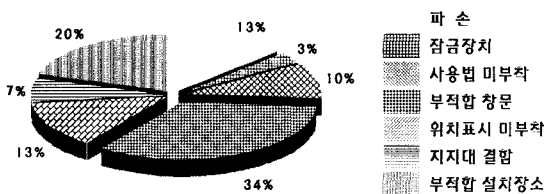


Figure 1. Classification of problems with the installation of a descending life line.

소에서 여러 가지 문제가 중첩되어 발생하였기 때문이다. 그 결과 완강기 설치 상태의 문제점으로는 부적합한 창문(우리가 탈출하기에는 너무 두꺼운 통유리 재질로 되어 있어 탈출이 어렵거나, 방법창이 설치되어 있어 사람이 탈출하기에는 너무 좁거나 높은 곳에 설치된 창문)이 34%로 가장 많았으며, 두 번째로는 부적합한 설치장소(완강기 설치 지역에 자물쇠를 달아 사람이 비상시 출입할 수 없는 장소, 물건이나 화분 등이 완강기를 막고 있어 완강기 사용이 용이하지 않은 장소 등)가 20%로 많은 비중을 차지하고 있었다. 다음으로는 위치 표시장치 미부착, 완강기 파손 등의 경우도 적지 않은 수치로 나타나 있었다.

이와 같이 설치상의 문제점을 파악해 본 결과 화재 사고발생시 완강기가 실질적인 피난도구로서의 역할을 기대하기 어려울 것으로 보이는데, 이는 일차적으로 소방당국에서 소방법규에 근거한 완강기의 설치에만 행정력을 집중하고 설치 후의 실제 사용가능여부에는 관심을 기울이지 않아 관리·감독이 체계적으로 이루어지지 않고 있기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 현재 완강기 설치상 나타난 7가지 문제점을 부적합 창문, 부적합한 설치장소, 완강기의 파손 및 완강기 관련문구 미부착의 4가지 항목으로 분류하여 문제점 분석 및 개선사항을 마련해 보고자 한다.

4.2 부적합 창문

Table 3과 같이 완강기가 설치된 장소에서 나타난 문제점 중 많이 지적된 부분은 부적합 창문이라는 문제점으로 전체 367건 중 120건 34%의 분포를 보였다. 완강기가 설치된 장소에 부적합 창문으로 지적된 120건을 분석해 본 결과 이 중 부적합 창문의 경우 크게 4가지의 문제점으로 분류되었다. Figure 2에서와 같이 먼저 통유리 재질로 되어 있어 완강기를 이용한 탈출

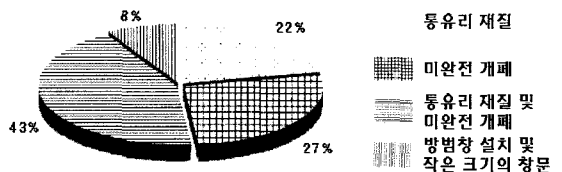


Figure 2. Classification of problems with the unsuitable window glass using the descending life line.

Table 3. Classification of problems with the installation of a descending life line

문제점	전체	부적합 창문	부적합한 설치장소	위치표시 미부착	파손	사용법 미부착	지지대 결함	잠금장치
응답자 수	367	120	74	49	48	38	26	12

시 유리창 파손이 필수적인 경우는 26건, 창문의 완전 개방이 이루어지지 않는 형태의 유리창이 32건, 창문의 윗부분은 통유리형태이며 밑 부분은 완전개방이 되지 않는 작은 유리창 형태가 52건, 방범창이 설치되어 있거나 창문이 너무 작아 사람이 빠져나갈 수 없는 형태의 유리창 등이 10건으로 나타났다.

완강기를 이용한 탈출 시 유리창을 파괴하지 않고 완강기를 이용한 신속한 탈출이 이루어져야 하나 이와 같은 분석을 통하여 완강기를 이용한 탈출 시 어쩔 수 없이 사용자는 유리를 파괴해야만 할 것으로 보인다. 완강기가 설치된 장소는 대부분이 고층건물이어서 추락을 방지하는 안전상의 이유로 완강기를 통해 사람이 빠져 나갈 정도의 큰 유리창이나 완전 개방이 이루어지는 창문을 설치하기 어려운 실정으로 보이며, 또한 유리창 파괴를 위한 안전망치가 구비되어 있는 곳의 거의 없어 사람의 신체를 이용해서 파괴를 해야만 하는 경우가 많을 것으로 판단된다.

이와 같은 경우엔 탈출 이전에 부상의 위험을 발생할 수도 있고 완강기를 이용한 피난자체를 회피할 수도 있으므로 완강기를 사용하게 될 경우 사람이 유리를 파손하고 창문으로 완강기를 이용해 안전하게 피난을 할 수 있는 적정 유리의 강도를 분석하고자 한다.

4.2.1 CATIA를 이용한 유한요소 해석

본 연구에서는 CATIA V5를 이용한 유한요소해석을 수행함에 있어서, 유리 파괴시험의 내충격성 시험조건을 적용하여 유리의 두께에 따른 강도 해석 결과를 분석하고자 하였다.

유리판(610 mm×610 mm)에 해당하는 유한요소모델에 일반 성인 여성이 주먹을 휘둘렀을 때 발생 가능한 평균충격력을 하중조건으로 적용하였다.

이는 완강기 주변에 유리를 파괴할만한 도구가 없는 상태에서 남성이 아닌 여성이 손을 이용하여 유리에 충격을 가했을 경우를 고려하여 최소화된 힘을 기준으로 해석을 수행하였으므로, 화재대피와 같은 급박한 상황에서 누구나 유리를 파괴할 수 있는 유리의 최소한의 두께를 알아보하고자 하는 데 초점을 두었다.

다음의 식 (1)을 통하여 여성의 평균 팔의 질량을 측정하였다. 이 식의 BW⁶⁾는 체중을 의미하며, 대한민국 성인여성(19~65세)의 평균몸무게를 기준으로 삼았다.

또한 대한민국 성인여성 팔의 질량을 기준으로 한 평균충격력 계산식은 식 (2)와 같이 정의된다(단, 여성의 가격(加擊) 속도는 7 m/s, 유리와의 접촉시간은 0.01s로 가정함).⁷⁾

$$\begin{aligned} \text{여성의 한쪽팔의 질량}^5) &= \frac{\text{양쪽상완}+\text{양쪽전완}+\text{양쪽손}}{2} \\ &= \frac{(0.08 \times BW - 2.9) + (0.04 \times BW - 0.5) + (0.01 \times BW + 7)}{2} \\ &= \frac{(0.08 \times 56.4 - 2.9) + (0.04 \times 56.4 - 0.5) + (0.01 \times 56.4 + 7)}{2} \\ &= 5.466 \text{ kg} \end{aligned} \tag{1}$$

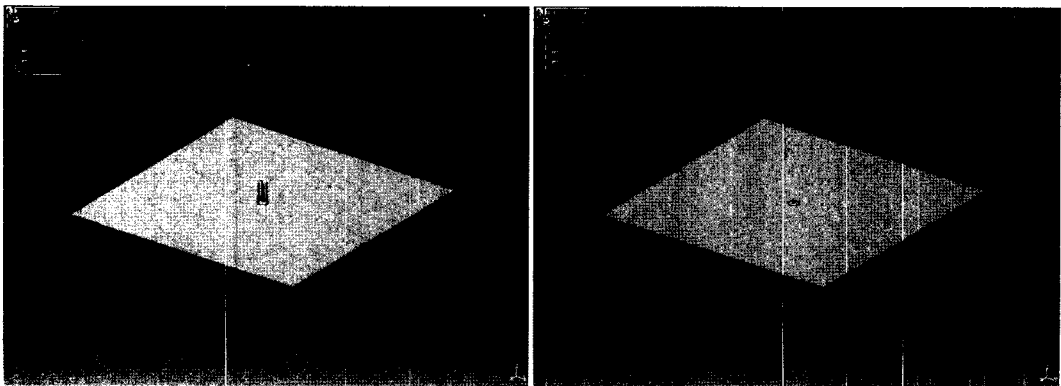
여성의 한쪽팔의 운동량 변화(충격량) :

$$\begin{aligned} P_2 - P_1 &= m(V_2 - V_1) \\ &= 5.466 \text{ kg}[0 \text{ m/s} - (-7 \text{ m/s})] \\ &= 38.262 \text{ kg} \cdot \text{m/s} \end{aligned}$$

평균충격력 :

$$\bar{F} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{38.262 \text{ Ns}}{0.01 \text{ s}} = 3826.2 \text{ N} \tag{2}$$

이와 같은 충격하중 조건에 따른 유리판의 두께를



(a) Condition of applied force

(b) Condition of fixed boundary

Figure 3. Plate glass fracture analysis condition from applied force.

변수로 설정하였다. 유리판의 크기는 유리 파괴시험의 내충격성 시험조건에 의거하여, 610 mm×610 mm로 동일하게 모델링하였으며, 유리판의 두께는 일반적으로 상용되고 있는 유리판의 두께 범위에 해당하는 3, 6, 9, 12 mm의 두께를 채택하였다.

게다가 유리의 종류를 일반유리(Normal glass)와 강화유리(Tempered glass)로 나누어, 각 조건에 따른 유리판의 강도 및 파괴여부를 확인하고자 하였다. Figure 3은 유한요소해석 수행을 위한 전처리 단계로써, 적용된 충격하중 및 경계조건을 나타내고 있다.

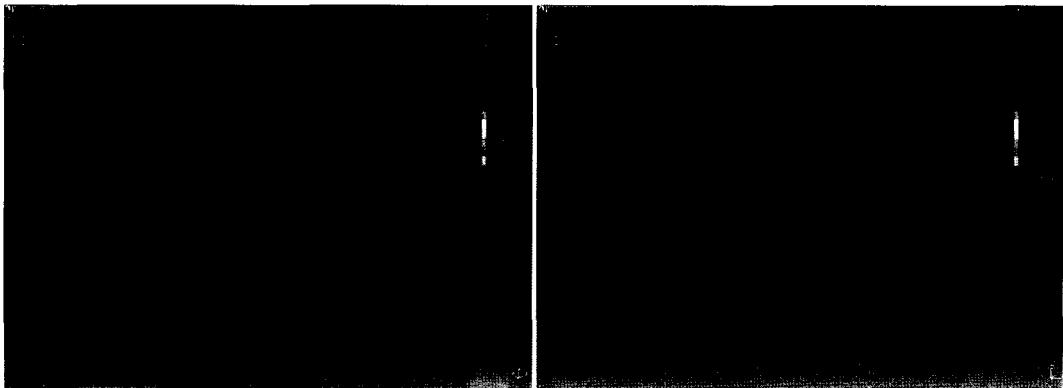
4.2.2 해석 결과 및 검토

(1) 각 변수 조건에 따른 해석 결과

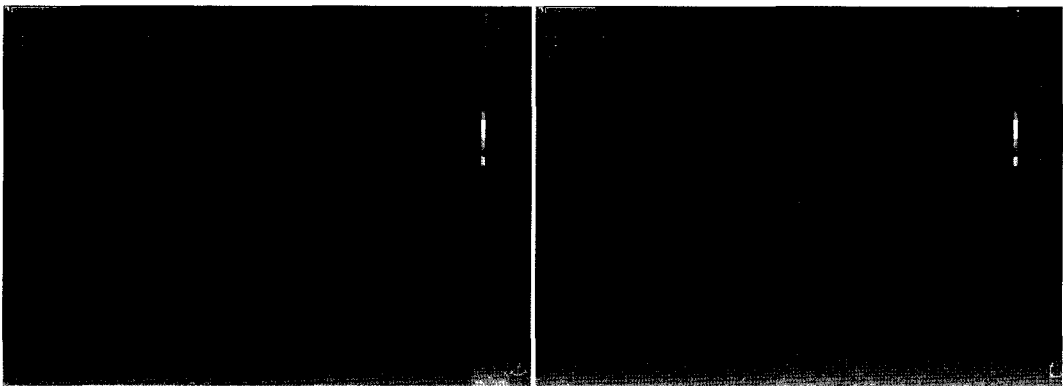
일정한 크기(610 mm×610 mm, 유리 파괴시험의 내충격성 시험조건)의 유리판에 환산 결과로 얻어진 여성의 한쪽 팔에 의한 평균충격력(3826.2 N)을 유한요소해석의 하중조건으로 적용하여, 유리의 두께와 종류에 따른 특성을 확인하였다.

Figure 4는 각 변수 조건에 따른 유한요소해석의 결과를 나타내고 있다. (a)와(b)는 유리판 두께 3mm에 대한 해석 결과를 나타내고 있는 것으로써, 일반유리(a)와 강화유리(b)에 대한 결과이다. 해석결과 값은 각각 750 MPa과 697 MPa로 53 MPa의 차이로 동일 하중 조건에서 강화유리보다는 일반유리가 쉽게 깨질 수 있다는 사실을 확인할 수 있었다.

여기서 결과값이 의미하는 것은 Maximum Von-mises stress로써 유한요소해석 시 한 요소에서 발생할 수 있는 총 6개의 응력성분을 하나의 결과값으로 대표하여 나타내는 Von-mises stress 중에서 가장 큰 값을 의미한다. 이 값은 외부하중에 대해 부재가 평형을 이루기 위해 필요한 단위 면적당 힘, 다시 말해서 적용된 평균 충격력에 대해 평형을 이루기 위해 필요한 단위 면적당 힘을 의미하므로 결과값이 클수록 깨지기 쉬운 유리라는 것을 알 수 있다. 특히 유리의 깨짐 여부판단의 기준은 유리의 극한응력(극한강도 또는 인장강도)이 된다. 유리, 콘크리트, 돌, 세라믹재료와 같은 취성재료

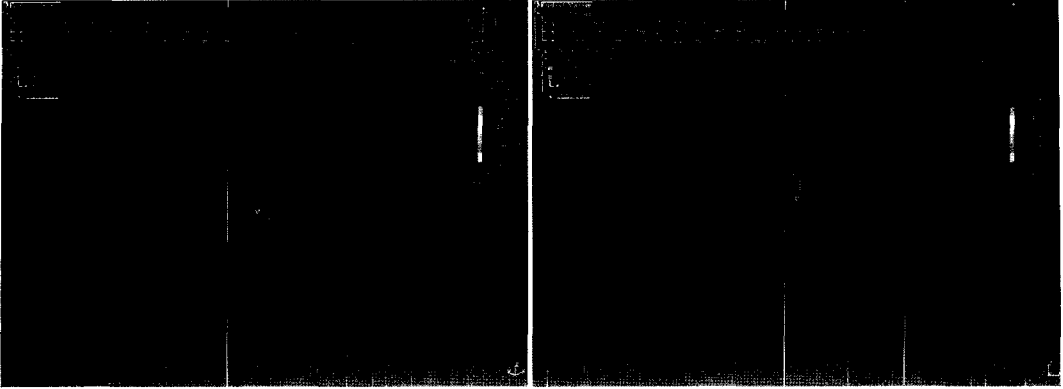


(a) The result of stress analysis for 3mm thickness (normal glass)

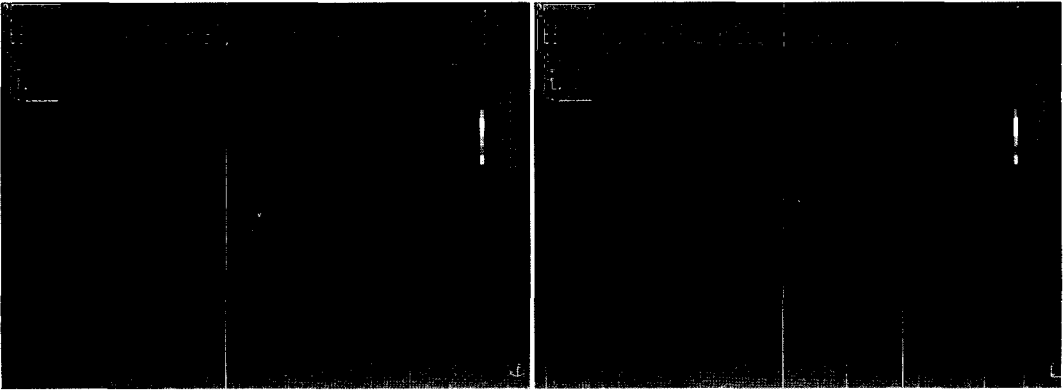


(b) The result of stress analysis for 3mm thickness (tempered glass)

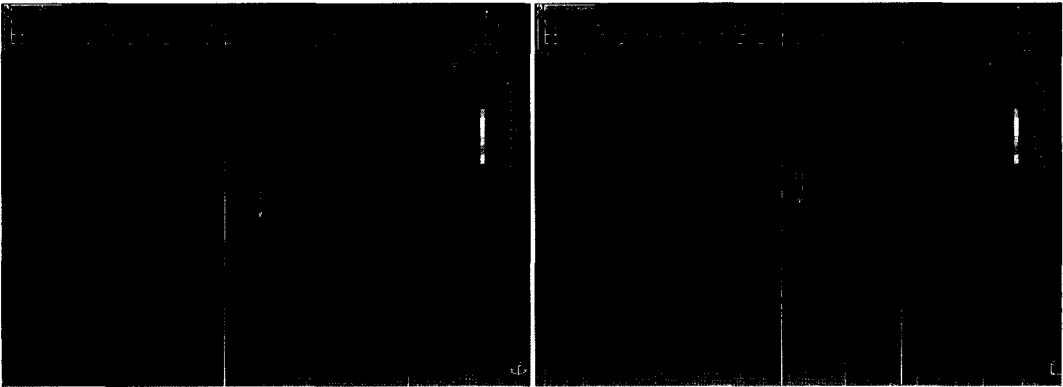
Figure 4. The result of stress analysis which it follows in thickness and intensity of glass.



(c) The result of stress analysis for 6mm thickness (normal glass)



(d) The result of stress analysis for 6mm thickness (tempered glass)



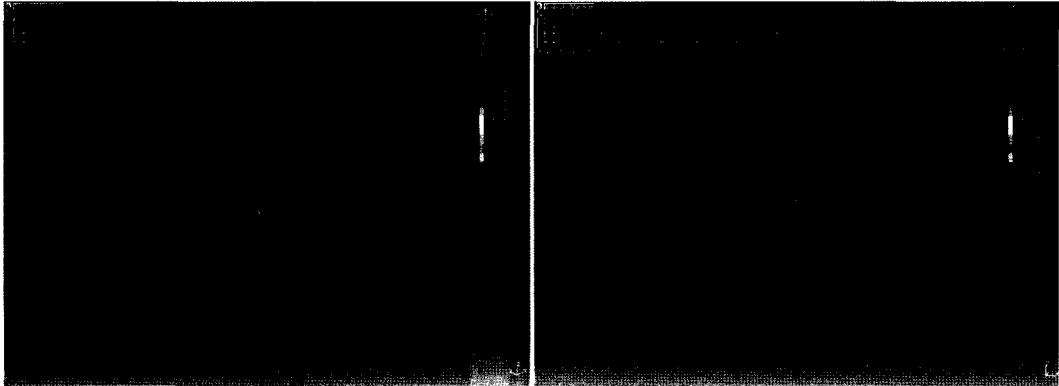
(e) The result of stress analysis for 9mm thickness (normal glass)

Figure 4. Continued.

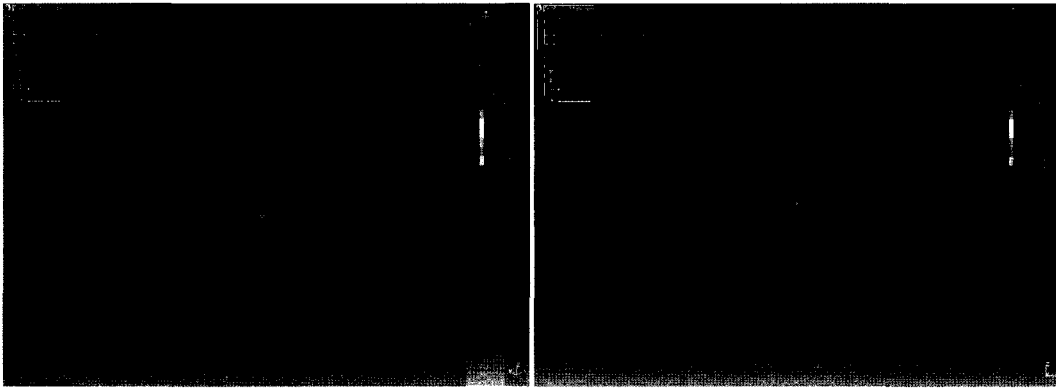
(brittle)는 연성재료와 달리 비교적 작은 변형률값에서 파단을 일으키므로, 파단응력과 극한응력이 같기 때문이다.

일반적인 상업적 유리의 극한강도 값⁸⁾은 100 MPa로 나타나 있으나 취성재료라는 유리의 특징으로 인해 같

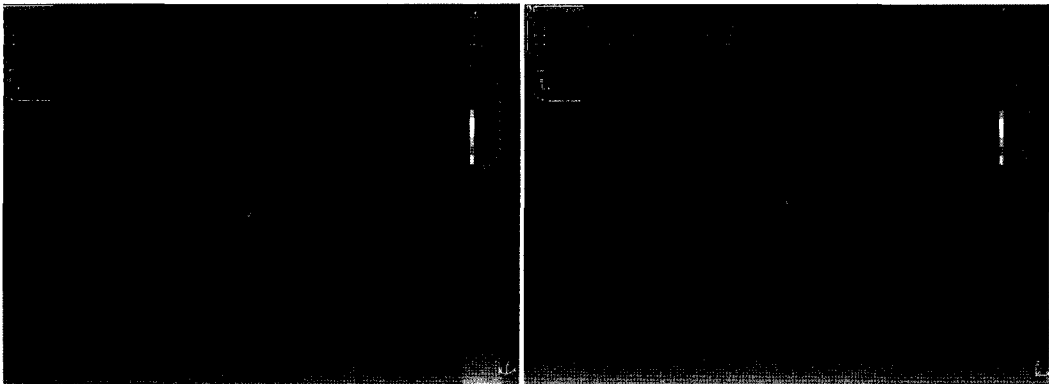
은 공정에서 생산된 제품일지라도 그 값이 $\pm 10\sim 15\%$ 의 차이를 보일 수 있으므로,⁹⁾ 극한강도 범위는 $100 \text{ MPa} - (0.15)100 \text{ MPa} = 85 \text{ MPa}$, $100 \text{ MPa} + (0.15)100 \text{ MPa} = 115 \text{ MPa}$ 로 정하여진다. 결국, 두께 3 mm의 일



(f) The result of stress analysis for 9mm thickness (tempered glass)



(g) The result of stress analysis for 12mm thickness (normal glass)



(h) The result of stress analysis for 12mm thickness (tempered glass)

Figure 4. Continued.

반유리와 강화유리 모두 깨질 것이라는 결론을 얻을 수 있었다.

(c),(d)는 6 mm 두께의 일반유리와 강화유리의 해석 결과를 나타내고 있는 것으로써, 결과값을 확인해보면, 각각 190 MPa과 176 MPa로 두 결과값 역시, 유리

의 극한강도 범위를 초과하여 깨지는 것으로 확인되었고, (e)와 (f)는 9 mm 두께의 일반유리와 강화유리에 대한 해석결과로, 각각 85.2 MPa과 79.2 MPa이므로 9 mm 두께의 일반유리는 깨질 수 있지만 강화유리는 깨지지 않는다는 결과를 확인할 수 있었다. 마지막으로

Table 4. Maximum Von-mises stress which it follows in thickness and intensity of glass

구분	일반유리(Normal glass) Poisson ratio : 0.250	강화유리(Tempered glass) Poisson ratio : 0.161
3mm	$7.50 \times 10^8 \text{ N/m}^2 = 750 \text{ MPa}$	$6.97 \times 10^8 \text{ N/m}^2 = 697 \text{ MPa}$
6mm	$1.90 \times 10^8 \text{ N/m}^2 = 190 \text{ MPa}$	$1.76 \times 10^8 \text{ N/m}^2 = 176 \text{ MPa}$
9mm	$8.52 \times 10^7 \text{ N/m}^2 = 85.2 \text{ MPa}$	$7.92 \times 10^7 \text{ N/m}^2 = 79.2 \text{ MPa}$
12mm	$4.79 \times 10^7 \text{ N/m}^2 = 47.9 \text{ MPa}$	$4.45 \times 10^7 \text{ N/m}^2 = 44.5 \text{ MPa}$

로 (g)와 (h)는 두께가 12 mm인 일반유리와 강화유리에 대한 결과값으로써, 각각 47.9 MPa과 44.5 MPa로 12 mm 두께의 일반유리와 강화유리는 깨지지 않음을 확인할 수 있었다(Table 4).

유한요소해석을 통해서 각 변수에 따른 유리의 강도 해석 및 파괴 여부를 확인한 결과, 완강기가 설치된 장소에는 3 mm와 6 mm의 유리를 창문에 설치하여야만 탈출 시 유리의 파괴가 용이하며, 완강기를 이용한 신속한 피난이 가능할 것으로 판단된다. 보다 신뢰성 있는 결과를 확보하기 위해서는 향후 실제실험을 통한 결과와의 비교검증이 수행되어야 할 것으로 사료된다.

4.3 부적합한 설치장소

부적합 창문 다음으로 완강기의 설치상 문제점으로 많이 제시된 것은 완강기가 부적합한 장소에 설치되어 있어 화재발생시 피난기구로 이용하려고 해도 사용에 어려움이 있거나 사용자체가 차단된 경우로 나타났는데 이는 조사된 전체 367건의 문제점 중 20%에 해당하는 74건으로 분석되었다.

완강기의 설치가 부적합하다고 판단되는 곳은 피난방화시설 등의 유지관리에 관한 「소방시설설치유지 및 안전관리」 제 10조의 Table 5에 저촉되고 있는 형태를 보이는 것으로써 이는 실제 완강기를 사용하여 피난을 할 수 없는 곳에 설치가 되어 있는 것을 의미한다. 완강기는 설치 자체만큼이나

설치 이후의 유지관리가 매우 중요시되는데 체계적인 관리가 이루어지지 않은 완강기의 설치만으로는 피난도구로서의 역할도 기대하기 어렵다.

이를 통하여 소방당국은 완강기를 제도적으로 설치하는 것에만 목적을 두는 것이 아니라 설치 이후에도 지속적인 관리감독의 체계를 두어서 완강기를 실제 사용이 가능한 상태로 유지시켜야 하는 관리감독의 필요성이 대두된다.

현재 각 지역의 관할 소방서에서 시행 중인 소방대상물 정기검사를 통해 피난·방화시설의 유지관리가 제대로 이루어지지 않았을 경우엔 현재 「소방시설설

치유지 및 안전관리에 관한 법률」에 따라 과태료 부과기준을 강력히 적용하여 시정을 촉구하고, 소방시설 점검표(다중 이용업소의 소방 및 방화시설) 부착을 통한 정기적인 점검 및 완강기 사용의 실효성에 중점을 둔 관리가 필요하다.

4.4 완강기의 파손

조사된 완강기의 설치된 상태를 분석해 보았을 때 파손된 상태에 있어 사용이 불가능한 경우도 전체 367건 중 완강기 자체가 파손되어 있는 경우가 48건, 완강기를 지지하는 지지대 부분이 제대로 고정되어 있지 못하거나 파손되어 있는 결함이 26건으로 나타났다. 화재발생시를 대비하여 설치해 놓은 완강기가 이와 같은 상태를 보이는 것을 통해 설치된 완강기의 보존상태가 매우 불량함을 알 수 있는데, 이는 완강기를 사용하기도 전에 이와 같이 파손된 경우엔 실제 화재발생시 피난기구로서의 역할을 할 수 없는 매우 위험한 상태라고 판단된다.

Table 5의 1항에 제시된 피난방화시설 등의 유지관리에서 보는 바와 같이 완강기를 인위적으로 훼손시키는 것은 법적으로 금하고 있음에도 많은 이들이 이와 같은 법령을 인지하고 완강기의 정상적인 사용을 위한 관리가 이루어지지 않고 있다. 앞서 본 완강기의 부적합한 장소에 설치된 경우와 같이 설치만큼이나 유지관리가 중요시되는데 완강기를 파손하는 행위는 설치취지 자체에 역행하는 것으로 피난기구로서의 완강기 역할 및 중요성을 제대로 인식하지 못하고 있는 것으로 판단된다. 또한 지지대 결함과 같이 설치하는 이루어졌으나 이후의 유지관리의 미비로 인한 완강기가 파손된 상태 역시도 피난기구로서의 사용이 이루어질 수 없으므로 소방법규에 따라 설치만이 이루어진 것이지 이를 통한 피난수단으로써의 준비가 마련되지 않고 있는 것으로 보인다.

이와 같이 완강기가 파손된 상태로 관리되고 있는 원인으로는 일반인에게 완강기의 피난 기구로서의 유용한 역할에 대한 인식이 결여되어 있음이 우선적인

Table 5. Maintenance and administration of fire escape and prevention equipment⁽¹⁰⁾

제10조 (피난시설 및 방화시설의 유지·관리)
① 특정소방대상물의 관계인은 건축법 제39조 제1항의 규정에 따른 피난시설과 동법 제40조·제41조·제43조 및 제44조의 규정에 따른 방화벽·내부 마감재료 등(이하 “방화시설”이라 한다)에 대하여 다음 각호의 1에 해당하는 행위를 하여서는 아니된다.
1. 피난시설 및 방화시설을 폐쇄(잠금을 포함한다)하거나 훼손하는 등의 행위
2. 피난시설 및 방화시설의 주위에 물건을 쌓아 두거나 장애물을 설치하는 행위
3. 피난시설 및 방화시설 등의 용도에 장애를 주거나 소방기본법 제16조의 규정에 따른 소방활동에 지장을 주는 행위
4. 그 밖에 피난시설 및 방화시설을 변경하는 행위
② 소방본부장 또는 소방서장은 특정소방대상물의 관계인이 제1항 각호의 1에 해당하는 행위를 한 때에는 피난시설 및 방화시설 등의 유지·관리를 위하여 필요한 조치를 명할 수 있다.

문제점으로 이에 현재 피난기구로서의 완강기에 대한 인식이 부족한 일반인은 물론이고 유년기부터 기본적인 사용법과 화재발생시 피난을 위한 도구로서의 인식을 심어주는 교육이 선행되어야 할 것이다. 교육을 통한 완강기의 필요성과 중요도가 높아져야만 완강기의 설치만이 아닌 소방당국이 아닌 민간 소방대상물의 소유자·관리자 또는 점유자로부터의 유지관리가 체계적으로 이루어지게 되고 이를 통한 피난도구로의 활용도 또한 높아질 것으로 보인다.

또한, 정상적으로 설치된 완강기가 사용할 수 없을 정도로 파손된 경우에는 사람이 인위적인 훼손에서 기인한 것도 있지만, 지지대결합과 같이 벽면에 설치된 지지대가 건물의 노후와 금속의 산화작용과 같이 설치 이후 시간이 지남에 따라 결합이 발생하는 경우도 있을 것으로 보인다. 이에 대한 완강기 기능의 정상화를 위해서는 소방당국에서 시행하는 정기검사 시 기존의 형식적인 소방점검표가 아닌 구체적인 기능이상여부의 점검이 가능하고 기구본체뿐만이 아닌 지지대의 검사가 함께 이루어져 실제 완강기의 사용이 가능하게 유지될 수 있도록 점검표가 새로이 제작되어야 한다. 또한 점검을 통하여 발견된 이상부분에 관하여 조치된 사항이 이행되었는지를 파악하여 시정되지 않은 부분에 대해서는 관리자에게 법적조치를 가하는 식의 체계적인 점검이 시행되어야 할 것으로 사료된다.

4.5 완강기 관련문구 미부착

제시된 완강기의 문제점 367건 중 완강기의 위치표시 및 사용법이 미부착된 경우가 각각 49건, 38건으로 누적 백분율이 23.7%로 매우 높게 나타났다. 완강기 설치 및 유지관리만큼이나 완강기 관련문구가 지정된 곳에 부착되어 있어야하는 것은 피난유도 및 완강기 사용이라는 실질적인 피난기구 이용과 관계된 매우 중요한 사항임에도 불구하고, 설치는 되어 있으나, 이와

같이 문구가 부착되지 않은 곳은 완강기 설치 자체를 무의미하게 할 수 있어 큰 문제를 잠재하고 있는 것으로 판단된다.

완강기의 위치표시가 제대로 이루어지지 않은 다중이용업소가 밀집된 건물의 경우 화재발생시 완강기를 이용하려는 자가 화재라는 급박한 상황에서 완강기의 위치를 파악하는데 많은 시간이 소요되고, 어려움이 따르므로 완강기를 이용한 피난이 빠르게 이루어질 수 없을 것으로 보인다. 또한, 위치표시의 미부착으로 인해 완강기가 설치된 창문 쪽으로 피난을 유도하는 기능 역시도 할 수가 없으므로 완강기를 이용한 피난활용도가 떨어질 것으로 판단된다. 완강기의 위치를 파악한 후 이를 이용하여 탈출을 시도할 경우에도 완강기 사용법이 설치된 장소에 부착되어 있지 않았을 때에는 화재사고에 처한 당사자가 완강기의 사용법을 정확히 파악할 수 없어 이를 사용하지 못하고 위험을 감수하더라도 다른 방법을 찾을 수밖에 없을 것으로 여겨진다.

따라서 다중이용업소에서는 완강기 설치장소를 출입구에서부터 알아볼 수 있게 위치 표시 장치를 설치하고 완강기가 설치된 층마다 대피 시 신속하게 알아볼 수 있는 완강기 설치 장소 표시 등의 개선이 필요하다.

또한 완강기가 설치된 장소에 완강기의 사용방법 부착을 의무화하며, 소방 점검표에도 완강기 사용법의 부착 여부 확인란을 따로 작성하여 정기점검 시 확인을 통해 부착이 유지될 수 있도록 개선되어야 할 것으로 사료된다.

5. 결 론

본 연구에서는 개정된 소방법에 의해 다중이용시설에 의무적으로 설치되고 실제 사고 시 피난도구로 사용되어질 완강기의 현재 설치상 문제점 파악을 통해 궁극적으로 화재발생 시 유용하게 완강기가 사용될 수

있는 방안을 제시함에 목적을 두었다. 실제 조사·분석을 통해 나타난 완강기의 현재 설치실태는 피난기구로서의 역할을 기대하기 힘든 상태이며 설치 및 유지관리가 제대로 이루어지지 않아 화재발생시 비상탈출 수단으로써는 그 역할을 기대할 수 없는 수준으로 나타났다. 연구를 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 완강기가 기능을 발휘할 수 없는 부적합한 창문 앞에 설치된 것이 총 367건의 응답 중 120건으로 전체의 34%에 해당하는 가장 큰 문제점으로 나타났다. 피난기구가 설치된 장소에 창문이 폐쇄되어있거나 장애물이 막고 있는 경우에는 완강기 설치 후 관리가 제대로 이루어지지 않음에서 기인한 것으로 실제 화재사고 발생시 탈출에 어려움을 겪거나 탈출 자체가 불가능한 곳이 많을 것으로 분석되었다.

2) 완강기 설치장소의 유리두께는 3, 6 mm로 하여야 비상탈출 시에 창문을 파괴하고 완강기를 사용하는 것이 적합한 것으로 나타났다. 탈출의 통로 역할을 하는 창문의 유리두께에 따라 유리의 파괴가 어렵고 완강기를 이용한 탈출이 불가능할 수 있으므로, 유한요소해석을 이용한 유리판 강도해석을 수행한 결과, 일반적인 성인여성이 가할 수 있는 평균충격력(3826.2 N) 조건에서 3, 6 mm 두께의 유리가 적합한 것으로 확인되었으므로, 법적 기준을 마련하여 다중이용업소를 비롯한 완강기 설치가 의무화된 장소에는 창문유리 두께 역시 고려함으로써 변경 및 유리창의 파괴가 가능할 수 있도록 개선이 필요할 것으로 사료된다.

3) 현 완강기의 설치실태조사를 통하여 완강기 관련 문구가 미부착된 것으로 지적된 곳은 총 87건으로 전체 완강기의 설치상 문제점 중 23.7%가 이에 해당되었다. 완강기 관련문구 미부착 장소 중에서는 기본적인 위치표시 조차 부착되지 않은 곳이 많아 일반인들이 실제 화재 사고발생시 완강기의 설치위치를 판별하여 탈출을 시도하기 어렵고, 또한 사용방법이 미 부착된 곳이 많아 일반인이 사용방법을 숙지하고 있지 않을 경우에는 많은 시간의 소요 및 사용자체를 포기하게 되는 경우가 있을 것으로 보인다. 따라서 건물에 완강기 설치장소 표시 및 사용방법 부착을 의무화하고 소방점검시 이에 대한 소방당국의 검사가 필요할 것으로 사료된다.

4) 완강기가 설치되어 있으나 파손 및 지지대의 결함을 보인 장소가 총 367건 중 74건으로 나타나 완강기의 실제 사용가능여부에 대한 확인이 요구된다. 따라서 기존의 형식적인 점검표가 아닌 완강기의 기능여부에 관한 실질적인 점검이 이루어질 수 있는 점검표를 제작 사용해야 하는 필요성이 대두된다. 소방법규

에 따른 완강기의 설치에만 관심을 기울이고, 이후 설치된 완강기가 제 역할을 할 수 있는지의 여부와 관계된 유지관리의 법적 또는 제도적인 개선이 필요하다.

본 연구의 완강기 사용실태를 통한 문제점을 볼 때, 설치 및 제도상으로 미흡해 시급한 개선이 요구되는 부분이 많이 나타났다. 2006년 소방법 개정을 통해 다중이용업소의 피난기구의 설치가 의무화되고 관련 법규 역시도 강화되고 있는 추세이지만, 완강기를 이용한 실질적인 피난기구로서의 사용이라는 목적에 부합한 개선의 실행이 뒷받침되어야만 화재사고와 같은 비상사고 발생 시 완강기를 이용한 탈출이 가능할 것으로 판단된다. 또한 완강기의 실사용에 있어 세부적인 기능 및 발생가능한 문제점 개선 등을 제고할 수 있는 실효성에 대한 판단이 후속 연구로 검토되어야 한다.

감사의 글

본 논문은 2007년도 인제대학교 학술연구조성비 보조에 의한 것임(This work was supported by the 200x Inje University research grant.)

참고문헌

- 소방방재청, 종합자료실 통계자료 “최근 5년간 다중이용업소 화재발생추이”(2006).
- 다중이용업소의 소방시설 등의 화재안전기준. 4조, 행정자치부 고시 제 2004-36호.
- 소방대상물의 설치장소별 피난기구의 적용성 제4조 제1항, 피난기구의 화재안전기준, 행정자치부 고시 제 2004-23호.
- 피난기구의 화재안전기준(NFSC 301 제 4조), 행정자치부 고시 제 2004-23호
- 박성준, 이필근, 류재청, 이계산, 오문균, 백승국, 장준원, 이경일, 우철호, 양창수, 윤정환, 송주호, 이석규, 허성규, 김주형, 김지태, 이지선 저, Barters(1957)의 신체분절질량 산출회귀식 “운동역학”, pp.90(2005).
- SIZE KOREA(한국인 인체치수조사), “제 5차 한국인 인체치수조사 사업보고서 <2차년도 최종보고서>”(2004. 11).
- J.D. Wakers, 한국체대 운동역학 전공교재, pp.52 (1957).
- Rune Persson, Some Mechanical properties “유리공업”, pp.24(1989).
- Harold, Rawson, 유리의 강도 “유리물성과 응용”, pp.107(1991).
- 소방시설 설치유지 및 관리에 관한 법률 제 10조 제 1,2항, 소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률시행령(2006.12.7 대통령령 제 19748호).