

참고문헌

김기욱·김동석·안병호·윤명오. (2005). 주거형 스프링클러 헤드의 소화성능에 관한 연구. 한국화재소방학회 2005년도 춘계학술논문발표회 논문집, 12-18.

윤인섭. (2006). 성능위주 소방설계, 서울대학교 안전 및 방재연구센터, 도서출판 함무라비.

NFPA 101. Life Safety Code Handbook, 요양원의 스프링클러헤드.

NFPA 5000. 건축물구조 및 안전코드. (2006년). 제19장 의료용도 19.3.5. 소화요구사항(의료시설 스프링클러헤드 : 속동형 및 주거형).

국가화재안전기준(NFSC 102). www.law.go.kr. 옥내소화전설비의 화재안전기준.

국가화재안전기준(NFSC 103). www.law.go.kr. 스프링클러설비의 화재안전기준, 제10조(헤드) 제5항.

국가화재안전기준(NFSC 103A). www.law.go.kr. 간이스프링클러설비의 화재안전기준, 제9조(간이헤드) 제4항.

국가화재안전기준(NFSC 203). www.law.go.kr. 자동화재탐지설비 및 시각경보장치의 화재안전기준, 제7조.

국민안전처 국가화재정보시스템. (2015). 화재통계(www.nfds.go.kr).

국제빌딩코드, 미국방화협회(IBC, NFPA 5000). (2006). www.nfpa.org. 미국건축물안전기준.

미국방화협회 (NFPA 101, Life Safety Code). (2015). www.nfpa.org. 인명안전기준.

고려소방산업. www.kf119.com.

미끄럼대 설치 블로그, blog.naver.com/fbwotns1/30182136698.

(주)스페이스엔지니어링. www.indoorsnow.com.

파라텍. www.paratech.co.kr.

(주)피난 컨설팅 www.escapeconsult.biz.

편집위원 류승완, 김동화, 공지훈

「경북행복 BRIEF」는 경북행복재단의 보건·복지 연구성과 및 주요 동향을 경상북도민에게 알 빠르게 전달하기 위해 격월로 발행되는 정기간행물입니다. 도민 여러분의 많은 관심과 뜨거운 성원을 부탁드립니다.

경북행복 BRIEF

제4호 2015. 8. 3

법 인 명 칭 (재)경북행복재단
 발행·편집인 (재)경북행복재단 편찬부
 주 소 730-350 경북 구미시 이계북로 7
 T E L 054-710-8814
 홈페이지 www.ghf.or.kr
 연구 책임 권용신(경북행복재단 연구위원)
 공동 연구 최영상(대구보건대학교 소방안전관리과 교수)
 이창호(대구대학교 사회복지학과 외래교수)

노인요양시설의 화재시 인명피해 최소화 방안

1. 개요

- 노인요양시설의 안전사고 발생률이 증가하고 있어 입소노인들이 안전사고 위험에 노출되어 있음. 포함 인덕 노인요양원(2010년 발생)이나 장성 노인요양병원(2014년 발생) 화재 사건등은 노인시설 안전에 대한 경각심을 불러일으킨바 있음.
- 2015년 4월 12일 야간에 나주 요양병원에서 화재가 발생(휴게실 침대전기매트 과열 추정)하였는데 초기에 스프링클러가 작동하였고 직원들이 신속하게 긴급 상황에 대처한 결과 인명피해는 발생하지 않았음. 원래 2011년부터 연면적 400㎡ 이상 건물에만 스프링클러를 설치하도록 되어있는데, 화재가 발생한 나주 요양병원에는 법 규정에 포함되지 않았음에도 불구하고 자체적으로 스프링클러를 설치하였음. 이처럼 스프링클러의 작동으로 초기진화에 큰 역할을 했으며, 시설내부의 안전의식으로 인명을 구한 점 등은 시사하는 바가 크다고 봄.

- 이번 연구는 노인요양시설¹⁾에서 다양한 형태의 화재예방 노력을 기울였음에도 불구하고 화재가 발생한 경우를 가정하여, 화재 긴급 상황 시에 현재 사용 중인 소방시설을 바탕으로 초기 소화 효과를 분석하고 시설 내 보호를 받고 있는 입소노인의 인명피해를 최소화하기 위한 일환으로 제연설비 및 피난설비를 포함한 안전설비 구축방안을 모색하였음.

2. 화재발생 현황

■ 화재발생 및 인명피해 현황

- 2014년 화재 총건수를 살펴보면, 경기도가 9,675건으로 가장 많았으며, 서울 5,815건, 경남 3,622건, 충남 2,838건, 경북 2,803건, 전남 2,620건, 부산 2,062건 순으로 나타남. 이중에서 화재로 인한 사상자는 2,181명으로 나타났으며, 경북에서는 154명의 인명피해가 발생했음(표 1).
- 인명피해 현황(2014년)을 살펴보면 전체 2,181명 중 주거시설이 930명으로 가장 많았으며 의료복지시설은 46명(사망 22명)의 인명피해가 발생하여 화재발생건수에 비해 사망률이 높은 특징을 보이고 있음.

〈 표 1 〉 전국 화재발생 및 인명피해 현황(2014년) (단위: 건, 명)

구분	계	건수(건)				인명피해	
		실화	자연적요인	방화	미상	인구(천명)	인명피해(명)
계	42,135	36,903	243	1,426	3,563	48,186	2,181
서울	5,815	5,131	7	227	450	9,631	301
부산	2,026	1,732	0	81	213	3,393	105
대구	1,767	1,457	2	93	215	2,431	90
인천	1,818	1,593	5	119	101	2,632	85
광주	1,010	904	0	31	75	1,466	28
대전	1,291	1,207	6	50	28	1,490	67
울산	890	737	4	24	125	1,072	45
세종	223	193	1	4	25	117	7
경기도	9,675	8,515	94	311	755	11,196	635
강원도	2,182	1,985	13	58	126	1,464	116
충북	1,316	1,145	17	52	102	1,496	77
충남	2,838	2,477	18	83	260	2,000	86
전북	1,652	1,431	12	44	165	1,766	70
전남	2,620	1,339	5	60	216	1,729	174
경북	2,803	2,492	36	65	210	2,575	154
경남	3,622	3,074	18	102	428	3,200	110
제주	587	491	5	22	69	528	31

출처: 국민안전처 국가화재정보시스템, 2015.

3. 화재발생 현황 및 노인요양시설 제도적 분석

■ 국내외 노인요양시설의 화재 관련법 분석

- 건축물의 용도 분류
 - 노인요양시설에 대한 건물용도 분류는 국가별로 다양하게 적용하고 있음. 우리나라는 건축법 제2조(정의) 건축물의 용도를 ‘노유자(노유자: 노인 및 어린이)시설’로 분류함. 미국은 요양원을 ‘의료 및 케어시설’로 분류함. 일본은 노인복지법 제5조3의 규정 노유자시설²⁾에서 요양시설을 포함하고 있음.

■ 국내외 노인요양시설의 제연관련 규정

- 배연과 제연의 정의
 - 화재시 연기로 인한 피해를 줄이기 위한 방법으로 배연설비와 제연설비를 설치하도록 규정하고 있음.
 - ‘배연(smoke exhaust 또는 smoke ventilation)’은 단순히 연기를 외부로 배출하는 것이지만, ‘제연(smoke control)’은 연기를 배출시키는 것과 피난통로나 안전구역으로 연기가 침투하지 못하도록 막는 방연(smoke defence)이나 외부의 공기를 복도 등으로 공급하는 급기가압방법 등 포괄적인 의미임.

• 국내외 비교

- 미국: 건축법(IBC)에서 제연의 주 목적은 피난로에서 피난환경 조성임. 설비적 접근(가압, 배연, 기류형성에 의한 방법)과 건축적 제연(방호공간을 방연벽으로 구획하여 제연구역을 형성하거나 건축물의 높이를 이용한 제연구역의 조성)으로 구분하지만 노인요양원에서는 자력피난이 불가능한 거주자 특성을 반영하여 동일 층 내에서 방화 또는 방연벽으로 구획된 안전한 곳으로 거주자를 피난시키는 ‘수평피난원칙’을 규정하고 있어서 거실의 배연설비나 배연창 설치규정은 별도로 없음.
- 일본: 건축기준법 시행령 제126조의2에서 연면적 500㎡를 넘는 3층 이상의 건축물은 배연설비를 설치해야함. 하지만 노인요양시설은 배연설비 설치의무가 없음.
- 국내: 건축법 시행령에서 배연설비(排煙設備)를 규정하고 있음. 노유자시설 중에서도 6층 이상인 노인복지시설의 거실에만 국토교통부령으로 정하는 기준에 따라 배연설비를 설치하도록 규정하고

있어서 6층 이하의 노인요양시설에는 배연설비를 설치하지 않아도 됨. 소방법에서는 ‘거실제연’과 ‘특별피난계단의 계단실 및 부속실제연’으로 구분하여 단순히 연기를 배출하는 배연의 차원을 넘어 연기를 제어하는 제연(smoke control)설비에 대해 규정하고 있지만 역시 노인요양시설에는 적용되지 않음.

■ 국내외 노인요양시설의 피난관련 규정

- 미국 : 노인요양원 거주자 특성을 고려하여 수평피난을 원칙으로 하며 피난로의 면적, 피난원칙, 피난구역의 구획, 출입문의 규격과 같은 건축구조 측면의 피난대책을 규정하고 있음.
- 일본 : 노유자시설의 화재피난에 관한 사항은 없고 다만, 피난기구에 관한 사항은 규정하고 있음. 노인복지시설에 적용하는 피난기구 적용 층수는 지하층과 2층에서 10층까지 설치를 규정함.
- 국내 : 소방법에서 규정한 피난설비로는 피난기구(피난사다리, 구조대, 완강기 등), 인명구조 기구, 유도등, 비상조명등, 휴대용 비상조명등 등을 규정하고 있음. 일본과 달리 피난기구 적용 층수는 지하층과 3층에서 10층까지 설치 규정하고 있어 2층에는 피난기구가 설치되어 있지 않음.

■ 노인요양시설의 소방시설관련 규정

- 소화설비 : 소화기구, 옥내소화전, 스프링클러, 간이스프링클러
- 정보설비 : 비상경보설비, 비상방송설비, 자동화재탐지설비, 자동화재속보설비, 시각경보기, 가스누설경보기, 누전경보기

■ 국내외 비교 및 시사점

- 미국 : 건축물의 용도 분류에서부터 이러한 거주자의 특성과 인명안전의 취약성을 충분히 고려하여 병원, 요양원, 지체부자유자 보호시설을 하나의 범주로 정해 의료용으로 규정하고 상대적으로 더 세밀한 건축물안전기준(IBC, NFPA 5000)과 인명안전기준(NFPA 101)을 제정하고 있음. 특히 노인요양시설이 1층이나 2층 규모의 저층 위주로 건축되고 모든 시설은 스프링클러설비를 갖추지 않으면 신축이 불가능함. 또한 예방에 중점을 두어 각종시설을 설치하고 관리하며 정기적이고 실제에 가까운 상황으로 교육훈련을 반복하여 비상대응능력을 갖추도록 하고 있음.
- 국내 : 노인요양시설을 노인과 어린이시설을 포함하는 노유자시설로 분류하고 있어 자유로운 이동이

가능한 어린이시설과 그렇지 못한 어르신들을 동일조건으로 보고 안전규정을 시행하고 있어 미국에 비해 상대적으로 건축구조, 안전시설, 안전관리 면에서 취약할 수밖에 없음. 국내는 노인요양시설에 제연설비를 적용하는 규정은 없고 6층 이상에만 배연설비 규정이 있지만 층고가 높지 않다면 배연설비도 설치되지 않음. 무엇보다 피난기구 설치가 허용되지만 자력피난이 불가능한 거주자 특성을 고려하지 못하고 있는 실정임.

4. 경상북도 노인요양시설의 화재 안전관리 실태조사

■ 노인요양시설 현장조사 및 실무자 인터뷰, 간담회 결과

- 노인요양시설 현장조사 결과(40개소), 제연설비가 설치된 곳은 없음. 제연설비 필요성 여부는 필요함 97.5%임. 배연창 설치 고려는 57.5%가 있음으로 밝힘.
- 현재 설치되어진 구조대와 완강기는 노인요양시설에 적합하지 않은 피난설비로 나타남. 이외에 다른 종류의 피난설비는 설치되어있지 않음.
- 소방관의 입장에서 볼 때 노인요양시설의 화재진압이 어려운 점은 밀폐구조의 생활실로 구획되어 있고, 잠금장치가 설치되어 신속한 진입이 어려우며, 원거리 출동으로 인한 골든타임을 지킬 수 없고, 야간에는 119안전센터와 시설 모두 근무자 수가 적어 신속한 초기대응의 어려움이 있음.
- 노인요양시설에 필요한 신속한 화재진압방법에 대해서는 초기소화가 가장 중요하다고 의견을 모았으며, 종사자들의 안전교육 강화와 스프링클러 소화설비의 최적상태 유지관리, 사용이 더 효과적인 호스릴소화전의 도입을 권장함.
- 노인요양시설 인명피해의 가장 큰 이유는 자력피난이 불가능한 재해약자들이 대부분인 거주자 특성으로 인해 질식사 많았기 때문이므로 연기제어의 중요성을 지적함.
- 자력피난이 곤란한 거주자들의 구조방법에 대해서는 배연창이나 배연설비 설치로 피난안전시간을 충분히 확보해야 한다는 의견과 나선형 미끄럼대와 같은 피난기구 설치 도입을 지적함. 특히 현재 비치된 구조대와 완강기는 현실성이 없다는 의견이 대부분이었음.
- 노인요양시설의 소방점검을 실시하고 그 결과를 바탕으로 무엇을 보완해야 할 것인가에 대한 의견으로는 시설특성을 고려한 적합한 피난설비 설치와 초기소화와 초기대응의 중요성을 강조함.

또한 거동불편노인은 생활실을 1~2층에 배치하여 피난을 용이하게 하고 피난시간을 줄여야한다는 의견과 정밀성과 신뢰성을 높일 수 있도록 관련기관 합동으로 소방시설을 점검하자는 의견도 있었음.

- 소방법규개선에 대한 의견으로는 신설시 저층(1~3층)만 허용하자는 의견과 규모와 무관하게 스프링클러설비와 제연설비 설치를 의무화하자는 의견이 있었음. 그리고 자동화재탐지설비와 연동하여 화재 시 자동으로 비상구가 열리도록 하고, 2층 이상은 미끄럼대 설치를 의무화하고, 배란다 설치와 화재진압 시 진입로로 사용할 수도 있도록 옥외계단설치에 대한 필요성을 강조함. 제도적으로는 노인복지법과 건축법 그리고 소방관계법의 개정과 보완 필요성을 강조함.
- 노인요양시설에 필요한 제연설비와 피난설비에 대한 의견요청에서는 배연창 설치, 복도급기가압제연설비 설치, 거실제연설치 의무화를 대안으로 제시함. 피난설비에서는 자력피난이 불가능한 특성을 고려하여 안전구역 설치, 승강식피난기, 방화담요, 1회용 공기호흡기 비치, 피난유도선 설치, 나선형 미끄럼대 설치, 다수인피난장비 설치와 같은 현실적인 대안들을 제시함.
- 본 연구결과의 활용방안에 대해서는 관련부처에 제도개선 근거로 제시하여 현실적 보완이 가능하도록 하고 연구결과물은 소방서와 노인요양시설에 배부하여 실무에 활용하고 시민들의 이해를 돕기위한 언론홍보용으로 사용하자는 의견도 제시되었음.

5. 노인요양시설의 인명피해 최소화를 위한 안전설비 구축방안

1) 소방시설 최적상태 유지관리

(1) 소방시설의 점검횟수와 점검방법의 보완

- 본 연구의 현장조사 대상인 40개소의 노인요양시설에는 모두 소방법에서 요구하는 소화설비 등이 잘 갖추어져 있었음
- 그러나 소방시설 점검은 매월 1회가 28개소였으나 1년에 1~2회에 불과한 시설도 12곳이어서 최적상태의 유지관리에 미흡할 수 있음
- 소방시설점검은 자체점검이 19개소로 전문업체의 점검에 비해 상대적으로 취약할 수 있어 더욱 세심한 관리가 필요함

(2) 용도에 적합한 소화설비 도입

- ① 호스릴소화전 : 현재 설치된 소화전은 방수작업이 원활하지 않음. 이에 호스릴소화전의 설치를 제안함. 호스릴소화전은 필요한 길이만큼만 호스를 펼쳐 소화작업을 할 수 있어 신속하고 호스가 접히거나 꼬이지 않는 원통형이어서 방수가 용이함. 화재안전기준(NFSC 102)에서 기존의 옥내소화전과 동일한 설치기준을 적용하고 있으므로 신규도입이나 기존시설에서 호스릴로 교체도 가능함.

<그림 1> 호스릴소화전 설치



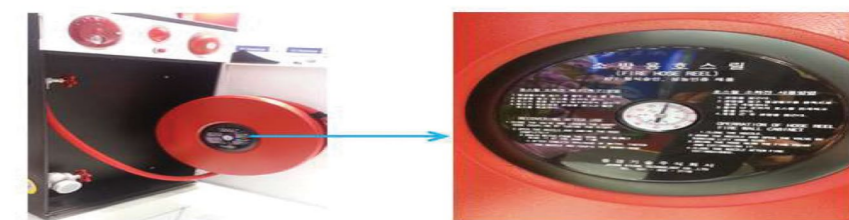
호스릴이 설치된 모습 호스의 모양 사용 시 호스를 풀어내는 모습 호스 끝의 밸브를 열어 방수

기존 옥내소화전을 호스릴소화전으로 교체 가능



기존 40mm 기존 옥내소화전의 40mm 가지배관을 25mm로 직경 축소(레듀사 이용)시켜 호스릴 밸브만 부착하면 바로 교체 가능

호스릴에 압력계를 부착시켜 현재의 압력이 표시되므로 유지관리가 쉬움



방사압력 0.17MPa
 방수량 130ℓ / min
 호스릴비 40만원
 교체공사 10만원
 자료 : (주)디엘텍

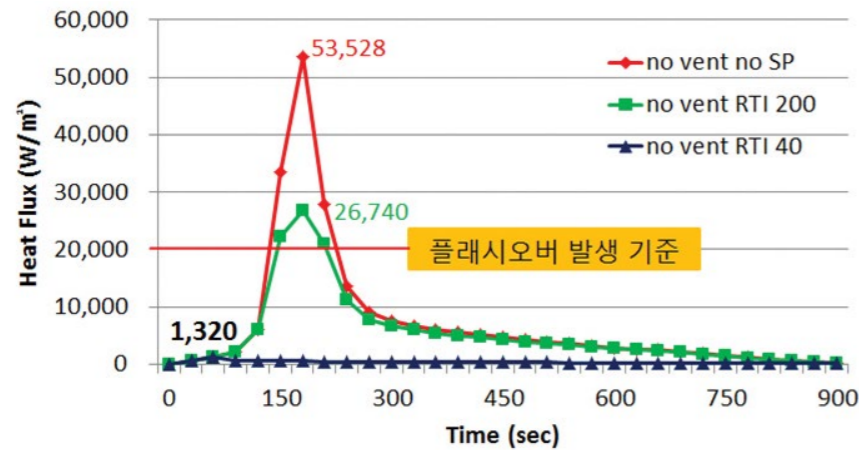
② 노유자시설의 거실용 조기반응형 스프링클러헤드 설치

- 본 연구의 현장조사 결과 스프링클러설비가 설치된 40개소의 노인요양시설 중에서 조기반응형 헤드를 설치한 곳이 24곳, 표준반응형 헤드를 설치한 곳이 16곳이었음
- 신속한 초기화재진압을 위해서는 노유자시설의 거실에는 조기반응형 헤드로 교체해야 함 *
- 성능위주 소방설계 연구에서도 스프링클러의 반응시간지수(RTI)가 스프링클러의 작동온도보다 민감한 인명안전인자로 보고됨 **

출처 : * 스프링클러설비의 화재안전기준(NFSC 103)제10조(헤드) 5항
 ** 성능위주 소방설계 기술기준(서울대학교 안전 및 방재연구센터 외, 도서출판 함무라비), p205

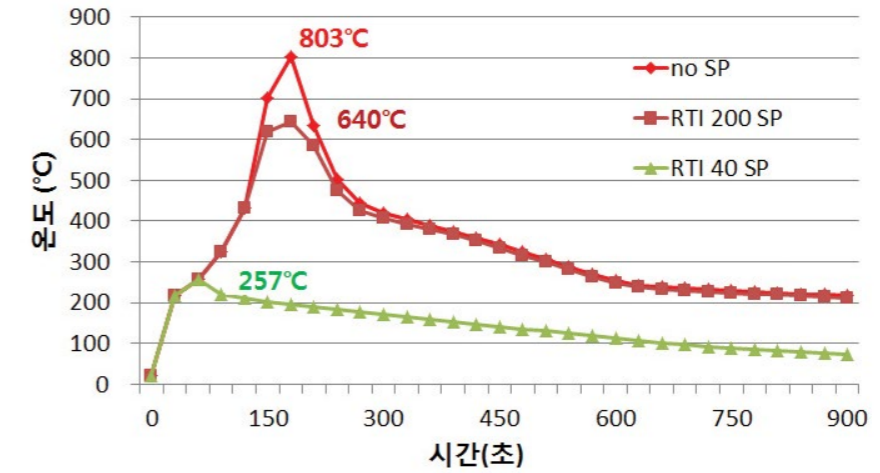
(그림 2)와 같이 스프링클러가 없는 경우(no vent no SP)는 화재발생 180초 후에 복사열(열유속 Heat flux)이 53,500W/m²(53.5KW/m²)로 급증하여 플래시오버 발생조건인 20KW/m²를 초과하였음. 따라서 화재발생 3분 후부터 플래시오버가 발생할 위험이 매우 높은 것으로 볼 수 있음.

〈그림 2〉 스프링클러의 작동에 따른 화재실의 위험도 변화



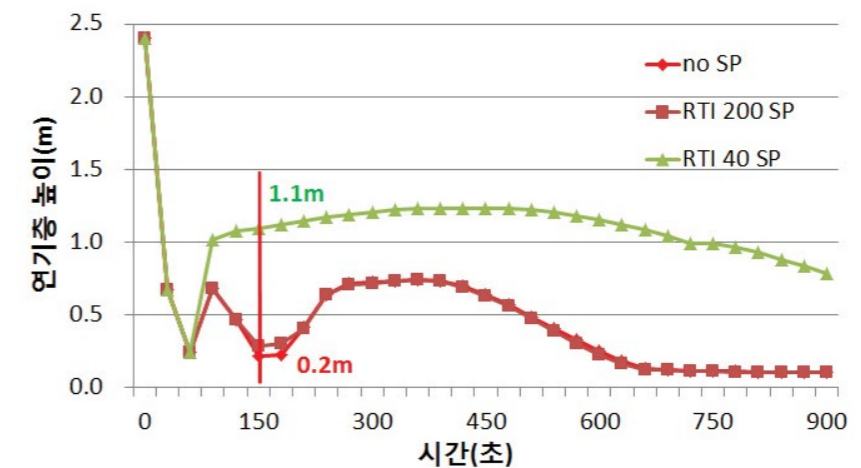
(그림 3)과 같이 스프링클러가 없는 경우는 화재실의 온도가 803°C가 넘어가지만 스프링클러가 작동하면 급격한 온도 상승을 막을 수 있음. 특히 조기반응형 헤드가 작동하면 온도가 257°C까지만 상승하여 표준반응형 스프링클러가 작동한 경우(640°C)보다 더 신속한 온도 제어 효과가 있음을 알 수 있음.

〈그림 3〉 스프링클러의 작동에 따른 연기층 온도 변화



(그림 4)와 같이 연기층의 높이도 스프링클러가 없는 경우는 거의 바닥까지 내려오지만 조기반응형 헤드가 작동하면 연기층을 1.1m 이상으로 유지할 수 있어 표준반응형 스프링클러가 작동한 경우보다 더 연기층 하강을 지연시킬 수 있음을 알 수 있음. 따라서 소방법에서 노유자시설의 거실에는 '조기반응형 스프링클러헤드'를 설치하도록 화재안전기준을 강화한 취지는 충분히 합리적이라고 판단됨. 그러므로 기존의 표준반응형헤드(RTI 80초과 350이하)를 그대로 설치하고 있는 노인요양시설에서는 반드시 조기반응형헤드(RTI 50이하)로 교체하도록 해야 함.

〈그림 4〉 스프링클러의 작동에 따른 연기층 높이 변화



스프링클러 유무와 헤드의 반응시간지수에 따른 효과를 비교하여 정리하였음. 조기반응형 헤드로 교체해야하는 충분한 근거가 된다고 판단됨(표 3).

〈 표 2 〉 표준반응형과 조기반응형 헤드의 시뮬레이션 결과 비교

구 분	열유속(Heat Flux)(W/m ²)		작동시간(초)	화재실 최고 온도(°C)		연기층 높이(m)
	거실바닥	인체표면		연기층	공기층	
스프링클러 없음(no SP)	53,628	66,632	-	803	393	0.2
표준반응형(RTI 200)	26,740	26,740	137	640	240	0.3
조기반응형(RTI 40)	1,360	2,293	46	257	92	1.1
인명안전기준	20,000	2,500	-	190	60	1.8

③ 화재진압효과 증대를 위한 주거용 스프링클러헤드 설치

- 노유자시설의 바닥 면적이 600㎡ 미만으로 간이스프링클러 설치가 된 노인요양시설에서는 주거용 스프링클러헤드(국내에서는 플러시타입으로 개발) 설치를 권장함 *

출처 : * 간이스프링클러설비의 화재안전기준(NFSC 103A)제9조(간이헤드)4항
 * NFPA 101 Life Safety Code Handbook, 요양원의 스프링클러헤드, p759
 * NFPA 5000 건축물구조 및 안전코드, 2006년, 제19장 의류용도 19.3.5 소화요구사항(의료시설 스프링클러헤드 : 속동형 및 주거형)

- 노유자시설의 바닥 면적이 600㎡ 미만으로 간이스프링클러가 설치된 노인요양시설에서는 주거용 스프링클러헤드(국내에서는 플러시타입으로 개발) 설치를 권장함.

〈 표 3 〉 조기반응형과 표준반응형 스프링클러 헤드 비교

구 분	사 양		
	조기반응형	표준반응형	
플러시형	모 양		
	RTI 값	RTI 50이하(국내 P사 제품 : RTI 40)	RTI 80초과 200이하(국내 P사 제품 : RTI 200)
	작동온도	72°C	72°C
	방수량	80 l /min-0.1MPa(K=80)	80 l /min-0.1MPa(K=80)
유리 벌브형	구 분	조기반응형	표준반응형
	모 양		
	RTI 값	RTI 50이하(국내 P사 제품 : RTI 40)	RTI 80초과 200이하(국내 P사 제품 : RTI 200)
	작동온도	68°C	68°C
	방수량	80 l /min-0.1MPa(K=80)	80 l /min-0.1MPa(K=80)


그러나 조기반응형 헤드라도 국내에서는 주거용으로 개발된 플러시형은 방수량과 살수분포 특성이 거실화재에 적합하도록 개발된 헤드³⁾로서 일반형과 달리 방사각도를 크게하여 벽면까지 소화수가 살수되도록 반사판을 설계한 헤드임. 따라서 바닥면적 600㎡ 미만의 노인요양시설에 설치된 방수량이 50 l /min인 간이스프링클러 헤드라면(표 V-8)과 같이 조기반응형헤드 중에서도 주거용헤드를 거실에 설치하는 것이어서 신속한 초기소화에 더 유리함.

〈 표 4 〉 주거용 스프링클러 헤드

구 분	사 양		
	플러시형	유리벌브형	
주거용헤드	모 양		
	RTI 값	RTI 50 이하	
	작동온도	72°C	68°C
	방수량	50 l /min-0.1MPa(K=50)	
	적 용	팩케이지형(캐비닛형) 간이스프링클러는 큰 수조용량 확보가 곤란하므로 간이헤드를 주거용헤드(조기반응형, 방수량50 l /min, 플러시타입)로 교체하기를 권장함 출처 : 파라텍(paratech.co.kr), 고려소방산업(kf119.com)	
	표준반응형	방사각도가 커서 벽면까지 살수되어 소화효과가 큼	

(3) 골든타임 확보를 위한 연기감지기 설치

〈 표 5 〉 연기감지기 설치관련 규정과 방법

구 분	내 용
관련규정	국내 자동화재탐지설비 및 시각경보장치의 화재안전기준 (NFSC 203) 제7조(감지기)에 연기감지기 의무설치 규정 • 노유자시설의 거실에 연기감지기 설치를 규정 • 2015. 1. 23. 개정, 2015. 3. 24.부터 시행 • 그러나 열감지기가 설치된 기존의 노인요양시설의 거실 연기감지기로 교체하지 않아도 됨 (소급적용 없음, 따라서 자발적 교체노력 필요함)
	미국 미국건축법(IBC) 907.2.10.(Group R-4) 화재감지시스템과 연기감지기 의무설치장소 규정 • 소규모 양로원시설에 연기감지기설치 의무 • 병원, 요양원 등의 복도 및 이와 이어진(개방된)부분에 연기감지기 설치 의무 • 소규모 양로원시설의 침실에 연기감지기(단독형 포함) 설치가 원칙임(관리가 잘되는 침실의 경우 면제함)
감지기 교체방법	열감지기 (차동식열감지기, 현재 사용 중) 연기감지기 (광전식연기감지기, 신규 교체)
	
특 징	• 분당 온도차가 15°C 이상일 때(온도상승율이 급격할 때) 작동 • 초기감지에는 연기감지보다 열감지가 대적으로 불리 • 연기유입으로 광전센서가 감지 • 연소시작 후 약 20초 정도부터 화재감지 가능

- 화재시 인명안전대책의 기본은 빠른 위험인지와 안전피난시간의 확보임. 이를 위해 미국처럼 피난을 위한 골든타임 확보를 위해 생활시설에 설치된 기존의 열감지기를 연기감지기로 교체하는 방법이 현실적이면서 경제적인 안전대책이 될 수 있음. 현재 사용 중인 열감지기(차동식)는 분당 온도차가 15℃ 이상일 때(온도 상승율이 급격할 때)작동하는 반면에 연기감지기는 연소시작 후 약 20초 정도부터 화재감지가 가능하여 초기진화에 효율적임.

2) 제연설비 설치

(1) 배연창 설치 : 화재시물레이션 전용프로그램(CFAST, V6.1, (미국표준기술 연구소(NIST)개발)을 이용하여 배연창의 효과성을 검증하였음.

■ 화재실 온도 감소효과 분석

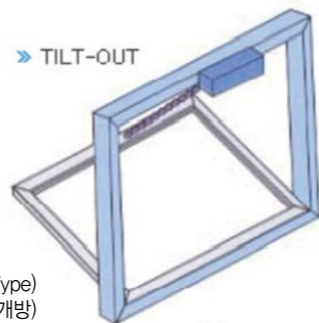
- 배연창은 화재실의 연기층 온도를 낮추는 데에도 효과적임.
- 배연창의 유효면적이 증가할수록 더 효과적임.

■ 화재실의 연기층 하강시간 지연효과 발생

- 배연창은 화재실의 연기층 높이를 일정수준으로 유지시켜 피난시간을 확보하는 데에도 효과적임.
- 배연창의 유효면적이 증가할수록 연기층 하강지연에 더 효과적임.

■ 복도에서의 긴급피난시간 확보효과 발생 : 조기반응형 헤드가 설치된 스프링클러가 정상 작동하는 경우가 가장 인명안전에 큰 효과를 나타낼 수 있지만 그 보조수단으로 배연창을 설치하면 복도에서 연기층 하강을 지연시켜 가시거리 확보뿐만 아니라 안전호흡도 가능하게 되어 허용안전피난시간을 확보하는데 기여할 것으로 사료됨.

■ 배연창 개폐방식 선택 : 배연창 개폐방식은 다양한 형태가 있음. 이 중에서 외부로부터의 기류 즉 맞바람의 영향을 최소화하기 위해서는 상부가 외부로 개방되는 상부개폐형(Tilt-Out) 사용이 효과적임.



배연창 개폐방식(Chain Motor Type)
상부 개폐형 배연창(외부로 개방)

(2) 복도 급기가압시스템 설치

■ 노인요양시설의 거주자 특성상 보행이 곤란한 환자들을 신속하게 피난시키기 위한 방법임. 연구대상건물의 계단실(또는 외부)로부터 복도로 직접 급기가압하여 화재발생 층의 복도로 연기가 확산되지 않도록 방연하는 방법을 제안함. 외부(가능하다면 옥외피난계단 방향)와 복도의 경계벽에 급기팬을 설치하여 화재시 복도로(외부)의 공기를 공급하는 원리임.

(3) 승강기 이용 피난설비(승강로를 이용한 급기가압시스템)

■ 노인요양시설의 구조상 계단부속실이 설치되지 않았고, 비상용 승강기도 적용되지 않음. 따라서 화재안전기준에서 규정한 급기가압제연설비가 설치되지 않는 상황임. 이에 승강기의 승강로를 통해 외부로부터 공기를 가압급기하여 승강기를 이용한 피난이 가능하게 하는 동시에 승강기 탑승을 위한 대기 공간이 되는 복도를 연기로부터 보호할 수 있음.

■ 하지만 현행 화재안전기준에 포함된 적용규정이지만 특별피난계단이 설치되지 않은 노인요양시설에도 적용가능성이 있는 것으로 조사되어짐. 대부분 저층 방식이므로 적용하는데 무리가 없으므로 노인요양시설에 승강기를 이용한 피난시스템 신규 도입 검토 가능함.

3) 긴급피난설비 설치

(1) 화재피난 대피장비 설치

- 건축법시행령 제46조5항4호에서 4층 이상 아파트의 발코니에 설치해야하는 대피 공간 대체용으로 개발되었으며, 거주자의 집에 화재가 발생하여 출입문을 통해 피난이 불가능하게 되었을 때 사용하는 아파트 세대별 화재대피시설임.
- 거실이나 발코니에 설치한 피난용 함 내부로 대피시켜 인명피해를 줄이도록 고안된 것임.
- 기존 건물에 설치할 경우 내력벽은 안전을 위해서 구조계산을 해서 설치함.
- 구조계산비용 200~300만원, 대피함 설치비용 300~400만원.
- 비내력벽은 설치구조의 문제를 검토한 후, 문제가 없을 시는 바로 설치하면 되고, 벽이 약하다고 판단될 경우에는 포스트를 설치하고 제품을 설치하여 안전을 확보하면 됨.
- 피난 대피함 자체의 하중지지력-4인 380Kg.
- 건축법에서 규정하고 있는 피난설비이므로 소방법의 피난기구로 포함시켜야하는 법적인 보완절차가 필요함.

- 건축법에서 4층 이상 아파트의 발코니에 설치해야하는 대피공간 대체용으로 개발되었음. 거실이나 발코니에 설치한 피난용 함 내부로 대피시켜 인명피해를 줄이도록 고안된 것임. 기존 건물에 설치할 경우 내력벽은 안전을 위해서 구조계산을 해서 설치함.
- 비내력벽은 설치구조의 문제를 검토한 후, 문제가 없을 시는 바로 설치하면 되고, 벽이 약하다고 판단될 경우에는 포스트를 설치하고 제품을 설치하여 안전을 확보하면 됨. 건축법에서 규정하고 있는 피난설비이므로 소방법의 피난기구로 포함시켜야하는 법적인 보완절차가 필요함.

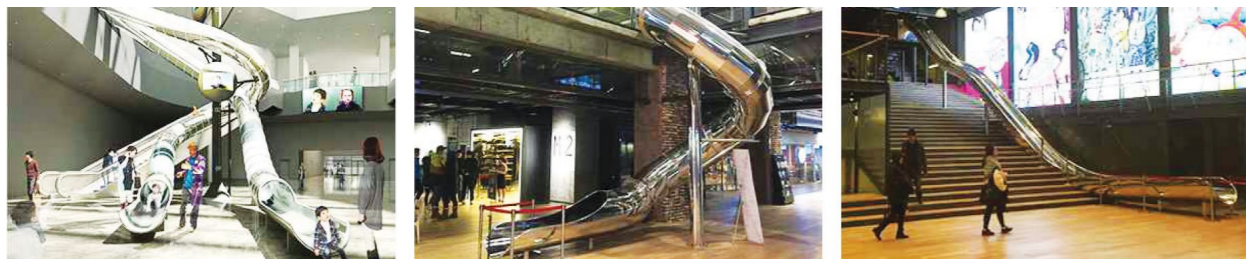
(2) 피난용 미끄럼대 설치

〈 그림 6 〉 건물에 설치한 피난 및 일상용 미끄럼대(외국사례)



출처 : 미끄럼대 설치 블로그(blog.naver.com/tbwotns1/30182136698)

〈 그림 6 〉 건물에 설치한 피난 및 일상용 미끄럼대(국내사례)



출처 : (주)스페이스엔지니어링(www.indoorsnow.com)

- 국내에서는 소방법에 따라 피난용 미끄럼대는 2층의 경우 피난기구 설치면제 층이고, 3층까지만 설치할 수 있게 규정하고 있으므로 4층 이상의 노인요양시설에 적용하기 위해서는 소방법의 개정이 필요함.

(3) '1개 층' 피난기구 설치

① 승강식피난기와 하향식피난구용 내림식사다리 설치

- 승강식피난기는 피난자의 몸무게에 의해 서서히 하강하는 기구로 무동력식이며, 내림식사다리는 발코니 바닥에 설치된 해치(hatch)구 뚜껑을 열면 내부에 접어둔 사다리가 아래로 펼쳐져 아래층으로 피난할 수 있음. 모두 자력피난이 가능한 거주자용이므로 침상환자는 사용이 불가능하고, 휠체어환자는 휠체어피난용 승강식피난기를 개발 중에 있으므로 향후 적용여부를 검토할 수 있을 것임.

특 징	승강식피난기	내림식사다리
<ul style="list-style-type: none"> • 1개 층씩 피난에 유리 • 노유자도 가능 • 침상환자는 사용 불가능 • 휠체어용 승강식피난기는 개발 중(해당 업체 자문결과) • 4층 이상의 아파트에 대피 공간 대체용으로 개발되어 법규 개정 필요 		

(4) 긴급피난용 보조기구 비치

① 장애인용 긴급피난 휠체어

- 자력보행이 곤란한 휠체어 이용환자들도 신속하게 피난시키기 위한 방법으로 긴급피난용 휠체어 도입.




국내제품

외국제품

계단 대피용으로 사용

② 침상환자용 긴급피난용 기구

■ 침상환자의 경우는 매트리스나 기타 보조기구를 이용하여 화재실로부터 피난시키는 방법이 적용될 수 있으며 주로 외국에서 개발되어 사용되고 있음.

항목	내용
사진	
사용 순서	1. 주변의 치료용 장비들을 제거함 2. Ski Sheet를 이용하여 환자를 베드에 고정시킴 3. Ski Sheet의 끈을 이용해서 매트리스를 들어 바닥으로 내림 4. 머리 부분 쪽의 로프를 이용 끌면서 피난시킴
특징	1. 매트리스 밑에 Ski Sheet가 있어 쉽게 미끄러지므로 이송이 용이함 2. 환자와 매트리스를 동시에 결박하여 이동시킴 3. 매트리스를 받침으로 사용하므로 환자를 충격으로부터 보호할 수 있음 4. 수평피난과 수직피난에 모두 사용 가능함 5. 매트리스와 함께 이동하므로 폭을 넓게 차지함
적용 장소	병원, 노인요양시설, 장애인시설
자료출처	www.escapeconsult.biz(미국)

(5) 긴급피난용 호흡보호기구 비치

〈 그림 8 〉 화재대피용 방연 마스크



패키지 외형

패키지 개봉

방연 마스크 보관함

방연 마스크

라이트스틱

제품 착용

(6) 화재대피용 엘리베이터로 개조

■ 기존 엘리베이터를 화재피난용으로 보강 변경하는 방법으로 적용사례는 없지만 특허를 받은 상태여서 적용검토는 가능할 것으로 판단됨.

6. 결론

1) 제도적 개선

(1) 건축물 용도 및 기준 법규 개정

■ 국내의 관련 법규에서도 미국과 같이 건축물 용도를 거주자 특성을 고려하여 재분류하고 맞춤형 안전규정을 제정해야 함.

■ 건축물 신축 기준 측면에서 노인요양시설은 거주자 특성이 타 시설과 달라서 화재 시 인명피해 위험이 특별히 높은 시설임. 따라서 근원적인 인명피해 예방대책은 시설단계에서부터 시작되어야 함. 피난은 물론이고 화재진압이나 구조작업의 용이성을 고려하여 저층(1~3층) 건축으로만 신축을 제한시키도록 건축설계 단계에서부터 안전을 고려하는 제도적 개선이 우선되어야 함.

(2) 건축법과 소방 관계법령의 일치 및 개·제정

■ 기존 노인요양시설에 보완적 차원에서 제연이나 피난설비를 적용하기 위해서는 두 법령의 일치가 필요함. 배연설비는 건축법에서 6층 이상의 노인요양시설에 규정하고 있지만, 소방 관계법령에서는 배연이나 제연설비 규정이 없어 현실적으로 노인요양시설에서의 적용이 불가능함.

■ 화재 피난대피 장비를 적용하기 위해서는 건축법에서 4층 이상의 아파트에 대피 공간 대체용으로 설치하게 규정하고 있고, 소방 관계법령에서는 피난기구에 포함되지 않아 노인요양시설에 적용하기 위해서는 관계법령의 개정이 필요함.

(3) 야간근무자 인력 기준 강화 및 예산지원 방안

- 화재 시 초기대응을 위한 근무자 수가 적은 야간의 취약성을 보완할 수 있도록 적정 인원의 야간 근무자 배치를 의무화하는 기준 마련이 필요하며, 이에 따른 야간 근무자에 대한 예산 지원 방안 마련과 제연설비 및 피난설비의 구축을 위한 기능보강 사업 실시 등 현실적 대책이 필요함.
- 적정 이상의 야간 근무자를 배치할 경우 일정금액의 인센티브를 지급함으로써 노인요양시설의 예산상 어려움을 어느 정도 해소할 수 있으며 야간시간대 안전에도 만전을 기할 수 있을 것임. 또한 제연설비 및 피난설비 구축을 위한 기능보강사업에서 '보조금+자부담' 비율을 적절히 구분하여 안전도 확보하고 예산의 부담도 최소화할 수 있는 방안을 모색할 필요가 있음.

(4) 소방 관계 법령 개선

① 소방시설 점검 법규 개정

- 노인요양시설의 소방시설에 대한 점검 횟수가 부족하거나 자체점검을 하는 곳도 많아서 최적상태로 유지 및 관리가 상대적으로 미흡할 가능성이 높아 소방시설 점검 횟수와 방법을 강화할 필요가 있음.
- 미국의 경우 소방시설 점검의 중요성을 인식하고 소방펌프 자동작동시험을 매월 1회 (엔진펌프는 1주일에 1회)씩 하도록 규정하고 있음. 모든 시설의 자동식소화설비의 신뢰도가 95%(국내 87.5%)로 높아 인명안전에 큰 효과를 보였음. 따라서 소방시설의 점검을 매월 1회씩 자체점검을 실시하고, 매년 1회씩 관할 소방서의 전문가에 의해서 점검할 수 있도록 법제화하여 소방시설이 최적의 상태로 유지될 수 있도록 하여야 함.

② 예방대책 강화

- 화재 시 인명피해를 줄이기 위해서는 예방에 중점을 두어 각종시설을 설치하고 관리하며 정기적이고 실제에 가까운 상황으로 교육훈련을 반복하여 비상대응능력을 갖추어야 함. 미국은 의료용도에 대해 시설요원(간호원, 인턴, 유지관리엔지니어, 관리요원)이 화재경보신호와 비상대책에 익숙하도록 각 교대 근무조에 대해 훈련을 3개월에 1회씩 실시하도록 인명안전기준(NFPA 101)에서 규정하고 있음.
- 그러나 본 연구에서 조사한 바로는 연 1~2회만 소방훈련을 하는 곳이 전체의 42%에 달해

비상대응능력을 갖추는데 한계가 있어 소방교육과 소방훈련에 대한 기준을 강화할 필요가 있음. 따라서 현재 소방교육 및 소방훈련은 노인요양시설에서 자체적으로 작성하고 있는 것을 관할 소방서의 전문가와 함께 각 건축물 구조와 인력배치 등 현실에 맞는 소방교육 및 소방훈련 시나리오를 작성하여 실시할 수 있도록 관계 기준을 강화해 나갈 필요가 있음.

- 이 외에도 실무관계자 간담회에서 제시된 의견으로 전담인력강화, 소방안전관리자 전문업체 위탁지정제도 도입, 의용소방대활용, 소방서와 시설의 합동소방훈련 정례화, 행정기관의 안전지침 불일치(비상구 개폐관련) 해소와 같은 부분의 개선을 위한 노력도 요구됨.

2) 실천적 개선

(1) 노인요양시설 '초기 소화설비 보완'

① 자동소화설비의 점검횟수와 점검방법의 보완 필요

- 스프링클러설비와 같은 자동식 소화설비가 화재초기에 작동하여 신속하게 화재를 진압할 수 있도록 소화설비의 정상작동 상태를 항상 유지하여야 함.
- 연구대상 시설 40곳 중 연간 1~2회 정도만 점검을 행하는 곳도 12곳이나 되는 것으로 나타남. 전문점검업체에 위탁하거나 자체점검 횟수를 늘여 항상 정상작동 상태를 유지하도록 관리해야 함.

② 사용이 편리한 호스릴소화전 도입 필요

- 화재초기에 거주자가 사용할 수 있는 옥내소화전설비는 호스의 꼬임으로 인해 방수작업 곤란을 겪는 경우가 많았고, 이 때문에 호스릴소화전의 도입을 검토하는 시설도 다수 있었음. 따라서 도입 의사여부를 떠나 신속한 소화 작업에 지장이 없도록 이 설비의 의무적 설치를 적극 검토할 시점에 와있다고 판단됨.

③ 노인요양시설의 거실용 조기반응형 스프링클러헤드 설치

- 노유자시설의 거주자 특성을 고려하여 화재안전기준(NFSC103)에서는 거실에 설치된 스프링클러헤드는 열에 의한 반응시간이 빠른 조기반응형 헤드를 설치하도록 규정하고 있음.

그러나 기존의 표준반응형 헤드를 그대로 설치한 곳도 16곳이나 되어 조속한 교체가 요구됨.

- 조기반응형 헤드는 반응시간이 빨라 신속하게 작동하므로 초기 소화에 유리하고 플래시오버(실내의 연기가 급속히 연소되는 화재 확대 현상)의 발생을 방지하거나 지연시켜 허용안전피난시간(ASET : Available Safety Egress Time)을 크게 늘릴 수 있음. 따라서 기존 스프링클러 설비에서의 헤드부분을 조기반응형 헤드로 손쉽게 교체할 수 있으므로 비용부담이 적어 현실적인 대책이라고 판단됨.

④ 간이스프링클러일 경우 주거용 플러시헤드 설치

- 노유자시설은 바닥면적의 합계가 300~600㎡ 미만이거나 300㎡ 미만이어도 창살이 설치된 경우에는 간이스프링클러를 설치하도록 규정하고 있어 모든 시설에 스프링클러설비가 갖추어져 있음. 그러나 간이스프링클러헤드는 소화수 저장량의 제한이 있어 보다 신속한 소화효과를 위해서는 조기반응형 헤드이면서 물이 천장(반자)에 가깝게 뿌려질 수 있는 주거용(플러시형) 헤드를 설치하여 화재진압효과를 증대할 수 있도록 헤드교체를 권장함.

⑤ 골든타임 확보를 위한 연기감지기 설치

- 노유자시설의 거주자 특성을 반영하여 피난시간 확보를 위하여 기존의 열감지기를 연기감지기로 교체하여 신속한 화재경보가 가능하도록 하여 화재감지시간을 단축시켜 피난골든타임을 확보해야함.

(2) 노인요양시설 '제연설비, 피난설비 및 기구 설치'

① 배연창 설치

- 화재 시 스프링클러 설비가 작동되어 연기발생량이 감소되더라도 실외로의 연기 배출은 중요한 의미가 있음. 연기의 배출을 위하여 '배연창' 설치를 고려하고 설치의 효과를 분석하였음.
- 화재실에서의 온도와 연기층의 높이를 배연창을 이용하여 효과적으로 제어할 수 있음을 알게 되었음. 배연창은 온도강하 효과 보다는 연기층 하강을 지연시키는 효과가 높음. 생활실에서 옷장이 연소되는 경우를 가정하였을 때 배연창의 면적이 증가할수록 화재실에서 연기층 하강을 지연시키는 효과가 증가했으며 3㎡의 크기일 때 연기층 높이가 1.62m로 계속 유지되어 가장 효과가 크게 나타남.

- 배연창의 효과는 피난통로가 되는 복도에서 연기층 하강을 지연시키는 효과가 가장 크게 확인되었음. 복도에서는 연기의 온도가 낮아지면서 부력의 효과가 감소하여 연기가 더 빨리 하강하지만, 배연창의 유효면적을 3㎡로 했을 때 복도의 연기층 높이가 1.8m 가까이로 계속 유지되어 가장 큰 효과를 보였음.

- 복도에서의 온도와 일산화탄소, 이산화탄소, 산소농도 변화에도 배연창이 효과를 나타내었으며, 배연창의 면적이 증가할수록 인명안전에 유리한 효과를 나타내어 실제 적용 시에는 거실의 규모와 가연물의 상태를 고려한 적정 배연창의 크기를 미리 산정하여 설치하는 것이 효과적이라 사료됨.

② 복도급기가압시스템 설치

- 본 연구의 조건을 근거로 한 화재시물레이션에서는 배연창의 효과로 복도에서 허용피난안전시간 확보가 가능함을 확인하였지만, 더 적극적인 연기제어를 위해서는 기계적 제연방법의 도입도 검토할 필요가 있음.

③ 승강기 이용 피난설비 설치

- 피난통로 즉 1차 안전구역인 복도로의 연기 유입을 막을 수 있고 또 기존의 승강기를 피난에 이용할 수 있는 '승강로를 이용한 급기가압시스템'의 도입을 검토할 수 있음.
- 이 시스템을 적용하면 복도제연이 가능하여 승강기를 이용한 피난도 가능함. 다만 이 설비는 기존 승강기 승강로를 급기가압통로로 사용해야 하기 때문에 승강로 벽체에 구멍을 뚫어 급기송풍기를 설치해야 하는 등 승강기안전관리에 대한 부분에서 사전협의가 필요한 실정임.

④ 화재피난 대피장비 설치

- 자력피난이 불가능한 외상노인을 거실의 베란다나 거실 벽에 설치된 대피함 내부로 이송시키고 건물 외부에서 소방대가 구조하는 방법임.
- 화재 시 고온과 유독가스에도 견딜 수 있게 안전설계가 되어 있고 건축법에서는 4층 이상의 아파트에 대피 공간 대체용으로 설치할 수 있도록 규정되어 있어 이미 많은 설치사례가 있음.
- 다만 건축법에는 피난기구로 도입이 규정되어 있으나, 소방 관계법령에서는 규정이 없어 향후

이에 대한 화재안전기준의 개정 등이 필요한 실정임.

㉔ 피난용 미끄럼대 설치

■ 화재 시 복도로 피난할 때 복도에서의 제연효과가 보장되지 않으면 불가능함. 따라서 베란다가 설치된 시설이라면 거실에서 베란다로 1차 피난을 시킨 후 해당 층에서 바닥으로 미끄럼대를 이용하여 피난시킬 수 있음. 각 층별로 적절한 위치의 외벽에 이를 설치할 수 있으며 층수가 달라질 때 경사도가 달라지므로 하강속도도 달라질 수 있음에 유의해야함.

■ 시설의 입지조건을 고려하여 최대한 완만한 경사의 미끄럼대가 설치되도록 하고, 층수가 높고 입지조건상 경사를 조절하기 어려울 때는 돌음식 미끄럼대를 도입할 수 있음.

㉕ 승강식피난기와 하향식피난구용 내림식 사다리 설치

■ 화재 시 복도로 피난이 불가능할 때 베란다가 설치된 시설이라면 거실에서 베란다로 1차 피난을 시킨 후 해당 층의 베란다에서 아래층의 베란다로 이 기구들을 이용하여 피난시킬 수 있음. 다만 이 피난기구들은 스스로 기구를 이용할 수 있는 거주자들만을 대상으로 함. 휠체어를 타고도 이용할 수 있는 기구가 출시될 예정이어서 좀 더 현실성이 있는 피난기구로 보완될 것으로 보임.

㉖ 긴급피난용 보조기구 비치

■ 계단으로 피난할 수밖에 없는 조건이라면 휠체어 이용자나 거동이 불편한 거주자를 대상으로 계단대피가 가능하도록 제작된 장애인용 긴급피난휠체어와 침상환자를 매트리스 위에 올려둔 채로 결박하여 매트리스를 끌어 계단으로 피난시키는 방법도 고려할 수 있음. 계단으로 내려갈 때 충격을 줄이도록 휠체어 하부에 미끄럼대를 달거나 체인식의 궤도를 부착한 기구로 피난기구에 대한 화재안전기준에는 규정되지 않았으므로 피난보조기구로 도입을 검토할 수 있겠음.

㉗ 긴급피난용 호흡보조기구 비치

■ 자력피난이 불가능하므로 야간의 경우 근무인력이 적어 피난 소요시간이 길어질 때 연기나 온도로 인한 거주자의 위험을 방지하기 위한 방법으로 호흡보조용 방연마스크나 방화담요의 사용도 도움이 됨.

■ 스프링클러설비가 정상 작동되어 위험이 크게 줄더라도 실내에 체류하는 열과 연기로부터 완전히 보호받을 수는 없으므로 외부로의 신속한 피난이 요구됨. 피난시간이 길어질수록 연기를 흡입할 위험이 높아지므로 침상에 누인 채로 방연마스크를 착용시켜 놓고 순서대로 피난시키는 것을 검토하는 것임.

㉘ 화재대피용 승강기로 개조

■ 기존의 일반용 승강기를 화재 시 피난용으로 사용이 가능하도록 개조하는 기술이 개발되어 상용화를 앞두고 있는 것으로 알려져 있음. 아직 기술의 적용 초기 단계로 적용사례가 없고 해결해야 할 현실적인 문제점들이 있지만 우선적으로 노인요양시설에 대해 상용화 가능성을 검토하는 것이 필요하다고 판단됨.

1) 노인요양공동생활가정 및 노인전문병원은 제외함.

2) 노유자시설 : 노인서비스센터, 노인 단기 입소시설, 요양노인 홈(Home), 특별요양노인 홈(Home), 경비(輕費)노인 홈, 노인복지센터, 노인간호지원센터

3) 김기욱 · 김동석 · 안병호 · 윤명오, 주거형 스프링클러헤드의 소화성능에 관한 연구, 한국화재소방학회 2005년도 춘계학술논문발표회 논문집, p12-18.