

26.5mm

서체 : 나눔고딕
크기 : 15포인트

서체 : 나눔고딕
크기 : 13포인트

박스크기 :
29mm*7mm

○○○○○사업

R&D-0001

72mm

13.5mm

67mm

서체 : 나눔고딕
크기 : 17포인트

서체 : 나눔고딕
크기 : 30포인트

16.5mm



최종보고서

43mm

138mm

백그라운드 컬러
c43m40y95k0

25mm

20

서체 : 나눔고딕
크기 : 20포인트

35mm

서체 : 나눔고딕
크기 : 14포인트

서체 : 나눔고딕
크기 : 14포인트

주관연구기관 / ○ ○ ○ ○
공동연구기관 / ○ ○ ○ ○
위탁연구기관 / ○ ○ ○ ○
○ ○ ○ ○

50mm

20mm

*작업환경 : 어도비 인디자인

*백그라운드 작업팁 :

로고 레이어는
일러스트 파일 흰색으로
불러온후
9%로 투명도 맞추어 사용
그리고 그림자처리
거리 0mm 크기4mm
농도 45%

170.5mm

서체 : 나눔고딕
크기 : 17포인트

Infrastructure
R&D Report

77.5mm

서체 : 나눔고딕
크기 : 17포인트

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

22.5mm

최 ○

종 ○

보 ○

고 ○

서 ○

사업명 : 국토교통기술촉진연구사업

과제고유번호 : 12첨단도시C08

보고서명 : 건축물 내 화재 확산 방지 설비의 화재안전성 확보를 위한
관련제도 개선 방안 연구
- Volume I

날짜 : 2014. 04. 09

주관연구기관 : 한국화재보험협회부설
방재시험연구원

공동연구기관 : 한국건설기술연구원

73mm

서체 : 나눔고딕
크기 : 10포인트

서체 : 나눔고딕
크기 : 12.5포인트

주 의 사 항

1. 이 보고서는 국토교통부가 출연하고 국토교통과학기술진흥원이 위탁 시행한 국토교통기술 연구개발사업의 최종보고서입니다.
2. 본 보고서의 내용을 발표할 때에는 반드시 국토교통부가 출연하고 국토교통과학기술진흥원이 위탁 시행한 국토교통기술연구개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.

26.5mm

서체 : 나눔고딕
크기 : 15포인트

서체 : 나눔고딕
크기 : 13포인트

박스크기 :
29mm*7mm

○○○○사업

R&D-0001

72mm

13.5mm

67mm

서체 : 나눔고딕
크기 : 17포인트

서체 : 나눔고딕
크기 : 30포인트

16.5mm



최종보고서

*작업환경 : 어도비 인디자인
*백그라운드 작업팁 :
로고 레이어는
일러스트 파일 흰색으로
불러온후
9%로 투명도 맞추어 사용
그리고 그림자처리
거리 0mm 크기4mm
농도 45%

170.5mm

43mm

내지로 한번 더 추가

138mm

백그라운드컬러
c43m40y95k0

25mm

20

서체 : 나눔고딕
크기 : 20포인트

서체 : 나눔고딕
크기 : 17포인트

Infrastructure
R&D Report

35mm

77.5mm

서체 : 나눔고딕
크기 : 14포인트

서체 : 나눔고딕
크기 : 14포인트

주관연구기관 / ○ ○ ○ ○
공동연구기관 / ○ ○ ○ ○
위탁연구기관 / ○ ○ ○ ○
○ ○ ○ ○

50mm

서체 : 나눔고딕
크기 : 17포인트

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

20mm

22.5mm

제 출 문

국토교통부(국토교통과학기술진흥원장) 장관 귀하

이 보고서를 "건축물 내 화재 확산 방지 설비의 화재안전성 확보를 위한 관련제도 개선 방안 연구"과제의 보고서로 제출합니다.

2014. 4. 9.

주관연구기관명 : 방재시험연구원

주관연구책임자 : 최 동 호

연 구 원 : 강 은 수

" : 왕 남 응

" : 김 대 회

" : 서 희 원

" : 박 수 영

협동연구기관명 : 한국건설기술연구원

협동연구책임자 : 여 인 환

연 구 원 : 김 홍 열

" : 안 재 홍

" : 안 찬 솔

" : 허 영 선

" : 황 규 재

" : 조 경 숙

" : 조 범 연

보고서 요약서

과제고유번호	12첨단도시 C08	해 당 단 계 연 구 기 간	2013.02.10. ~2014.04.09.	단 계 구 분	2 / 2
연 구 사 업 명	국토교통기술촉진연구사업				
연 구 과 제 명	최 상 위 과 제 명	-			
	단위과제명	건축물 내 화재 확산 방지 설비의 화재안전성 확보를 위한 관련제도 개선 방안 연구			
연 구 책 임 자	최 동 호	총연구기간 참 여 연구원수	총 : 14명 내부 : 14명 외부 : -명	총연구비	정부 : 700,000천원 기업 : 천원 계 : 700,000천원
연구기관명 및 소 속 부 서 명	방재시험연구원 방내화팀		참여기업명	-	
국제공동연구	상대국명 : -		상대국연구기관명 : -		
요약				보고서면수	116
- 건축물에서의 화재확산은 벽체 및 바닥과 같은 내화구조보다는 문, 창문, 덕트/댐퍼 및 설비 관통부와 같은 개구부를 통하여 이루어지기 쉬우나 일률적인 화재성능기준 적용, 관련 규정 부재 및 평가방법 미흡 등으로 화재안전성을 확보하기 어려운 실정으로 이에 대한 관련 기준의 정비 및 보완이 필요함. - 이에 본 연구에서는 화재확산방지설비별로 국내·외 관련제도(제도, 평가방법)를 검토하고, 문제점을 도출하여 개선방향을 설정하였으며, 성능검증, 화재위험성 평가, 전문기관 의견 검토 및 기술자료 분석 등을 통해 개선방향을 검토하여 최종 개선안을 작성하였음. - 개선안으로 방화문 및 방화용 승강기문의 차열성능 도입 및 성능기준 정립, 차열 방화문 내 비차열 방화유리창 허용, 양여단이 방화문 작동성능 평가, 방화유리창의 적용 및 성능 규정, 방화댐퍼·수평 방화셔터·내화덕트 관련 규정 마련, 내화충전구조의 완화·적용 대상 및 범위 명확화, 선형 조인트 충전구조의 현장관리 강화 및 일반용/커튼월용 구분, 충전구조의 T급/F급 도입, 선형 조인트 진동시험 도입, 관통재의 최대 관경·최대 크기 제한, 3시간 지지구조 도입 및 통합고시 제정을 제안함. - 화재확산방지설비의 성능검증을 통하여 성능이 확인된 구조를 성능 DB로 구축함으로써, 관련 제조업체에 제품의 설계 및 개발에 대한 가이드라인을 제공함.					
색 인 어 (각 5개 이상)	한 글	화재확산방지설비, 화재안전성, 법, 기준, 내화성능			
	영 어	Opening Protectives, Fire Safety, Law, Standards, Fire Resistance Performance			

요약문

I. 제 목

건축물 내 화재 확산 방지 설비의 화재안전성 확보를 위한 관련제도 개선 방안 연구

II. 연구의 목표 및 필요성

1. 연구의 목표

건축물 화재시 건축물의 구조안전성 확보, 재실자의 피난안전 확보 및 소방활동의 안전 확보를 통하여 건축물에서의 화재위험을 경감시키고 국민의 안전을 도모하기 위해서는 화재확산방지에 가장 중요한 요소인 개구부에 적용되는 화재확산방지설비의 화재안전성 확보를 위한 관련 제도의 개선이 필요하다. 이를 위해 본 연구에서는 건축물 화재확산방지설비의 제도와 평가 방법 개선 및 국내 화재확산방지설비의 성능 검증을 최종목표로 한다.

2. 연구의 필요성

건축물의 구획실에서 화재가 발생하였을 경우 화염 및 연기는 창호, 설비 관통부 및 샤프트 등을 통하여 건물 전체로 빠르게 전파되는데, 건축법에서는 이러한 화재확산을 방지하기 위하여 일정 규모 이상의 건축물을 방화구획으로 구획하여 화재를 당해 방화구획에만 제한되도록 하고 있다. 이러한 방화구획은 내화구조의 바닥 및 벽으로 구획되어야 하고, 건축물의 하중을 지지하는 기둥 및 보의 내화구조가 적용되어야 한다. 한편, 방화구획 선상에는 재실자의 통행 및 피난을 위한 문, 채광·환기·개방감을 위한 창문, 공조·환기를 위한 덕트 및 댐퍼, 급배수·위생·열원·전기 공급 등을 위한 파이프 및 전선 등의 설비 관통부 등의 개구부가 필연적으로 위치하게 되는데, 이러한 개구부는 화염 및 연기의 이동경로가 되므로 화재확산 방지를 위해서는 내화성능을 확보한 방화문/방화셔터/방화용 승강기문, 방화댐퍼, 방화유리창 및 내화충전구조가 설치되어야 한다.

최근 5년간(2008~2012) 국내 화재사고 발생추이는 연평균 13%로 증가추세에 있으며, 재산피해는 16.6%로 지속적으로 증대되고 있으며, 초고층 건물의 건설 붐과 같은 건축물의 고

층화 및 대형화, 지하공간의 복합화 및 대규모화, 아트리움 공간의 지속적인 증가에 따라 건축물의 화재위험도는 급격히 상승하고 있는 실정이다. 그럼에도 불구하고, 국내의 화재안전 관련 기준 및 기술 수준은 크게 향상되지 못한 실정이다.

이러한 문제점을 인식하여 한국건설기술연구원과 방재시험연구원은 국토해양부 첨단도시개발사업 과제인 ‘건축물 법정내화구조 정비 및 제도개선방안’을 통하여 현행 『건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙』 제 3조에 규정되어 있는 건축물의 내화구조를 현 실정에 적합하도록 갱신·세분화하여 법정내화구조로 정비하고 관련 성능 내화설계제도를 개선하는 연구를 공동 수행하였다.

그러나, 건축물에서의 화재확산은 벽체 및 바닥과 같은 내화구조보다는 문, 창문, 덕트/뎀퍼 및 설비 관통부와 같은 개구부를 통하여 이루어지기 쉬우므로 이에 대한 관련 기준의 정비 및 보완이 더욱 중요하다. 현재 국내의 경우 벽체의 내화성능에 관계없이 비차열 1시간 성능의 갑종방화문만을 적용토록 하고, 방화용 승강기문에는 차연성능을 요구하지 않으며, 방화뎀퍼에는 내화성능을 필수성능으로 요구하지 않는 등 화재시에 충분한 화재확산방지를 기대하기 어려운 실정이다.

한편, 미국, 캐나다 및 일본 등 외국에서는 건축물 구조체의 내화성능에 따라 화재확산방지설비의 내화성능을 각 조건별로 세분화하여 정하고 있으며 국내보다 최소 1시간 이상 상향하여 적용하는 등 강화된 성능기준을 적용하고 있다.

따라서, 급격히 상승하고 있는 건축물에서의 화재위험을 경감시키고 국민의 안전을 도모하기 위해서는 화재확산방지에 가장 중요한 요소라 할 수 있는 화재확산방지설비의 화재안전성 확보를 위한 관련 제도의 개선이 필수적이며, 추가로 관련 업계를 통한 제품 개발을 유도하는 것이 필요하다.

Ⅲ. 연구의 내용 및 추진방법

본 연구의 총 연구기간은 2년이고 연차별 연구 내용 및 추진방법은 다음과 같다.

연차	연구내용	세부추진 계획 및 방법
1차 년도	■ 화재확산방지설비의 국·내외 관련 제도 검토	■ 제도 관련 국·내외 관련 규정 조사·분석 - 검토 대상 : 우리나라, 일본, 미국, 영국, 기타 - 제도 개선안 방향 설정 ■ 평가 방법 관련 국·내외 관련 규정 조사·분석 - 검토 대상 : 우리나라, 일본, 미국, 영국, ISO, 기타
	■ 평가 관련 KS 표준 개정안 작성(방화담퍼)	■ KS F 2822 ‘방화담퍼의 방연시험방법’ 개정안 작성 ■ KS F 2840 ‘방화담퍼의 내화시험방법’ 개정안 작성
	■ 시험설비 구축(방화담퍼)	■ KS F 2822 중 ‘연동폐쇄장치의 작동시험’ 시험설비 구축 - 시험설비 구축을 위한 준비·설계 수행 - 시험설비 구축 및 시운전
	■ 화재확산방지설비 성능 검증 (방화담퍼, 내화충전구조)	■ 화재확산방지설비별 검토 대상 선정 - 국·내외 관련 자료 조사·분석 - 관련 업체 협의를 통한 검토 대상 선정 ■ 화재확산방지설비별 성능 평가 - 시험체 제작 및 성능 평가 - 방화담퍼 : 비차열 방화담퍼에 대한 방연성능 및 내화성능 평가 - 내화충전구조 : 내화충전구조(선형 조인트 구조) 시험체에 대한 움직임 후 내화성능 평가 ■ 화재확산방지설비별 성능 DB 구축 - 유형별 내화성능 검증 및 DB 구축
	■ 평가 방법 개선안 작성 (방화담퍼, 내화충전구조)	■ 방화담퍼 고시 제정안 작성 및 제안 ■ 내화충전구조 세부운영지침 개정안 작성 및 정책 반영
2차 년도	■ 건축물의 용도·규모·특정공간별 화재확산방지설비의 화재위험성 평가 및 제도 개선안 마련	■ 문제점 및 개선방향 설정 ■ 화재위험성 평가(시뮬레이션, 검증시험) - 대상 공간 : 아파트 대피공간, 승강기 내부 - 입력데이터 DB 구축(방화문, 방화용 승강기문) - 시뮬레이션 수행 및 결과 분석 - 시뮬레이션 및 검증시험 결과 비교·분석 ■ 제도 개선안 마련 - 국·내외 관련 규정, 성능 검증 사항, 화재위험성 평가 결과를 반영하여 제도 개선안 마련

연차	연구내용	세부추진 계획 및 방법
2차 년도	■ 평가 관련 KS 표준 개정안 작성(방화문, 내화덕트)	▪ KS F 2268-1 ‘방화문의 내화시험방법’ 개정안 작성 ▪ KS F 2841 ‘덕트의 내화시험방법’ 개정안 작성
	■ 시험설비 구축(방화댐퍼, 내화덕트)	▪ KS F 2840 ‘방화댐퍼의 내화시험방법’ 및 KS F 2841 ‘덕트의 내화시험방법’ 시험설비 구축 - 시험설비 구축을 위한 준비·설계 수행 - 시험설비 구축 및 시운전
	■ 화재확산방지설비 성능 검증(방화문, 방화용 승강기문, 방화유리창, 방화댐퍼, 내화충전구조)	▪ 화재확산방지설비별 검토 대상 선정 - 국·내외 관련 자료 조사·분석 - 관련 업체 협의를 통한 검토 대상 선정 ▪ 화재확산방지설비별 성능 평가 - 시험체 제작 및 성능 평가 - 방화문 : 코어재에 따른 철제방화문의 내화성능 평가(외여단이 방화문, 양여단이 방화문), 양여단이 방화문의 작동성능 확인 및 자동 플러쉬볼트 및 순위조절기 미설치시 내화성능 평가, 목재방화문의 내화성능 평가 - 방화용 승강기문 : 단열재 적용에 따른 내화성능 평가, 방화문의 차연시험 방법에 따른 차연성능 평가 - 방화유리창 : 비차열 유리창 및 차열 유리창의 내화성능 평가(유리창 크기, 차열 유무, 면적비율에 따른 복사열 평가), 망입유리창의 내화성능 평가 - 방화댐퍼 : KS 및 국제표준(ISO)에 따른 비차열 방화댐퍼의 내화성능 평가 - 내화충전구조 : 선형 조인트, 커튼월 선형 조인트, 내화덕트 시험 ▪ 화재확산방지설비별 성능 DB 구축 - 유형별 내화성능 검증 및 DB 구축
	■ 평가 방법 개선안 작성(방화문, 방화셔터, 방화용 승강기문, 방화유리창, 방화댐퍼, 내화충전구조)	▪ 방화문, 방화셔터, 방화용 승강기문 고시 개정안 작성 ▪ 방화유리창, 방화댐퍼, 내화덕트 고시 제정안 작성 ▪ 내화충전구조 세부운영지침 개정안 작성
	■ 제도 개선안 작성	▪ 건축물의 용도·규모·특정공간별 화재확산방지설비 제도 개선안 작성 및 검토 ▪ 관련업체 협의를 통한 제품의 개발 가능성 및 상용화 검토 ▪ 관련 법령 제·개정안 작성
	■ 제도 및 평가 방법 개선안 제시	▪ 제도 및 평가 방법 개선안 관련 부처 정책 제안 - 제도 개선을 위한 국토교통부 협의 - 관련업체 및 기관 공청회 개최 ▪ 정책 반영을 위한 대응

IV. 연구수행 내용 및 결과

화재확산방지설비별로 국내·외 관련제도(제도, 평가방법)를 검토하고, 문제점을 도출하여 개선방향을 설정하였으며, 성능검증, 화재위험성 평가, 전문기관 의견 검토 및 기술자료 분석 등을 통해 개선방향을 검토하여 최종 개선안을 작성하였다.

1. 방화문 개선방안

가. 피난 관련 공간 출입구 방화문 차열성능 확보

피난 관련 공간의 출입구에 설치된 비차열 방화문은 열 전달(대류열, 복사열)에 의한 피난 공간의 온도 상승으로 대피시 인명 안전을 위협하게 되므로, 피난안전구역 특별피난계단의 노대 또는 부속실 및 아파트 대피공간으로 통하는 출입구에 차열 방화문(비차열 60분+차열 30분)을 설치하여 동 공간의 화재안전성을 확보할 수 있도록 다음의 관련 법령 및 고시에 대한 개정안을 작성하였다.

- 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 일부 개정(안)
- 국토해양부고시 제2012-552호 ‘자동방화셔터 및 방화문의 기준’ 일부 개정(안)
- 국토해양부고시 제2012-745호 ‘발코니 등의 구조변경절차 및 설치기준’ 일부 개정(안)

나. 차열성능 평가 및 성능 기준 정립

차열 방화문의 도입과 관련하여 차열 성능 평가 기준이 없어 차열 성능 평가가 가능토록 관련 고시를 개정토록 개선안을 작성하였으며, 방화문의 내화성능 평가와 관련한 국가표준인 KS F 2268-1에 대해서는 국제표준인 ISO 3008에서와 같이 문틀에 대한 차열 기준으로 이면최고상승온도를 180 K에서 360 K로 변경토록 KS 개정안을 작성하였다.

- 국토해양부고시 제2012-552호 ‘자동방화셔터 및 방화문의 기준’ 일부 개정(안)
- KS F 2268-1 ‘방화문의 내화시험방법’ 개정(안)

다. 차열 방화문의 비차열 유리창 면적 제한

차열 방화문의 도입과 관련하여 차열 방화문을 통한 이웃 방화구획 등의 화재상황 등을 관찰할 수 있도록 차열 성능이 요구되는 방화문의 유리창은 화재안전성 확보를 위해서 0.065 m² 이하의 비차열 유리창의 설치는 허용하고, 이를 초과할 경우에는 해당 내화성능의 차열 유리창을 설치토록 관련 고시에 대한 개정안을 작성하였다.

- 국토해양부고시 제2012-552호 ‘자동방화셔터 및 방화문의 기준’ 일부 개정(안)

라. 양여단이 방화문 작동성능 평가

피난을 위해 양쪽 문을 모두 사용하는 양여단이 방화문의 화재안전성을 확보하기 위해서 방화문의 차열성능 및 내화성능 평가에 앞서 방화문의 양쪽 문이 열린 상태에서 자동 폐쇄(자동으로 닫혀 고정)되는지를 확인하기 위한 작동성능 평가를 실시토록 관련 고시에 대한 개정안을 작성하였다.

- 국토해양부고시 제2012-552호 ‘자동방화셔터 및 방화문의 기준’ 일부 개정(안)

2. 방화셔터 개선방안

가. 수평 방화셔터 설치

현행 자동방화셔터 기술기준은 전통적 방식의 중력식 수직방향 개·폐셔터에 대해서만 명시하고 있으나, 기술의 발달과 건축 설계상 필요에 의해 수평방향으로 개폐되는 셔터의 사용이 가능하도록 개정함으로써 설계의 선택 폭을 넓히고 건축조건에 따라 적합한 시스템을 사용할 수 있도록 하였다.

- 국토해양부고시 제2012-552호 ‘자동방화셔터 및 방화문의 기준’ 일부 개정(안)

3. 방화용 승강기문 개선방안

가. 피난 관련 방화용 승강기문 차열성능 확보

피난 관련 승강기의 승강장 출입구에 설치되는 방화용 승강기문은 화염 확산만을 차단하는 비차열 승강기문으로 열 전달(대류열, 복사열)에 의한 온도 상승으로 피난인이 대피시 인명 안전을 위협받게 되므로, 초고층 건축물의 피난안전구역으로 통하는 비상용 승강기와 별도로 설치되는 피난용 승강기의 승강장 출입구에 차열 방화용 승강기문(비차열 60분+차열 30분)을 설치하여 승강기의 화재안전성을 확보할 수 있도록 관련 법령 및 고시에 대한 개정안을 작성하였다.

- 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 일부 개정(안)
- 국토해양부고시 제2012-552호 ‘자동방화셔터 및 방화문의 기준’ 일부 개정(안)

나. 차열성능 평가 및 성능 기준 정립

차열 방화용 승강기문의 도입과 관련하여 차열 성능 평가 기준이 없어 차열 성능 평가가 가능토록 관련 고시를 개정토록 개선안을 작성하였으며, 방화용 승강기문의 내화성능 평가와 관련하여 인용하고 있는 국가표준인 KS F 2268-1에 대해서는 국제표준인 ISO 3008에서와 같이 프레임(문틀)에 대한 차열 성능기준으로 이면최고상승온도를 180 K에서 360 K로 변경토록 KS 개정안을 작성하였다.

- 국토해양부고시 제2012-552호 ‘자동방화셔터 및 방화문의 기준’ 일부 개정(안)
- KS F 2268-1 ‘방화문의 내화시험방법’ 개정(안)

4. 방화유리창 개선방안

가. 건축법 내 ‘망이 들어 있는 유리창’을 ‘방화유리창’으로 개정

현행 건축법에서 ‘망이 들어 있는 유리창’을 화염 확산 방지를 위하여 피난계단 및 특별피난계단 구조에 적용토록 하고 있으나, ‘망이 들어 있는 유리창’은 내화성능이 확인되지 않아

화재안전성을 확보하지 못할 가능성이 크므로 ‘망이 들어 있는 유리창’을 ‘방화유리창’으로 개정하도록 관련 법령에 대한 개정안을 작성하였다.

- 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 일부 개정(안)

나. 방화유리창 내화성능 평가 및 성능 기준 정립

방화유리창의 내화성능 평가와 관련하여 국가 표준인 KS F 2845 ‘유리구획 부분의 내화시험방법’을 인용한 고시 제정안을 작성하였으며, 방화유리창의 성능 기준을 비차열 1시간 성능을 확보하도록 하였다.

- ‘방화유리창의 기준’ 고시 제정(안)

다. 방화유리창 사용시 면적(1 m²) 및 이격 거리(2 m) 제한 제외

피난계단 및 특별피난계단 구조의 외부 창에 불박이 방화유리창을 사용할 경우 건축물의 다른 부분에 설치하는 창문등으로부터 이격 거리(2 m) 제한 및 방화유리창의 면적(1 m²) 제한을 제외하도록 관련 법령에 대한 개정안을 작성하였다.

- 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 일부 개정(안)

5. 방화댐퍼 개선방안

가. 방화댐퍼 관련 법령 개정

방화댐퍼의 설치 및 적용과 관련하여 성능 인정을 받은 방화댐퍼가 방화구획 선상에 사용될 수 있도록 관련 법령에 대한 개정안을 작성하였다.

- 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 일부 개정(안)

나. 성능 평가 및 성능 기준 정립

방화댐퍼의 평가와 관련하여 내화성능은 KS F 2840 ‘방화댐퍼의 내화시험방법’에 의한 비차열 1시간 성능을 확보토록 하고, 차연성능은 KS F 2822 ‘방화댐퍼의 방연시험방법’의 ‘4.2 연기누설시험’에 의한 공기누설량이 20 Pa의 차압에서 5 m³/min·m² 이하가 되도록 고시 제

정안을 작성하였다.

- ‘방화댐퍼의 기준’ 고시 제정(안)

6. 내화덕트 제정방안

가. 내화덕트 관련 법령 개정(제정)

설비 덕트가 방화구획을 관통하는 경우 설치해야 하는 방화댐퍼를 실질적으로 적용하기 어려운 경우 방화댐퍼 대신 성능이 확인된 내화덕트의 사용이 가능하도록 하여, 방화댐퍼와 내화덕트를 현장 조건에 따라 선택적으로 사용할 수 있도록 하며, 이로써 건축현장 및 설계의 다양성 확보가 가능하도록 관련 규정 개정안을 작성하였다. 이를 위해 현재까지 제도상 기준이 없었던 내화덕트의 성능기준을 새롭게 제정함으로써 내화덕트의 성능평가가 가능할 수 있도록 관련 성능기준 제정안을 제시하였다.

- 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 일부 개정(안)
- ‘내화덕트의 기준’ 고시 제정(안)

나. 성능 평가 방법 개정

내화덕트의 성능평가와 관련한 국내의 시험표준은 KS F 2841(덕트의 내화시험방법)이 있으며, 이는 1985년 ISO 6944를 기초로 제정된 표준이다. 하지만 ISO 6944가 폐지되고 동시에 ISO 6944-1, ISO 6944-2로 분리되면서 환기덕트와 주방덕트의 평가기준을 각각 두고 있는 반면 국내의 표준은 처음의 내용이 그대로 유지되고 있는 상황이다. 따라서 새로 제정되어 사용되고 있는 ISO 6944-1을 근간으로 하여 “KS F ISO 6944-1 환기덕트”로 관련 시험방법 개정안을 제시하였다.

- KS F ISO 6944-1 개정(안) (규격번호 및 제목 변경)

7. 내화충전구조 개선방안

가. 건축물 승강로비 내화충전구조 완화 대상 및 범위 명확화

건축법 시행령 제46조 등에 따른 건축물 승강로비 내화충전구조 완화규정이 불명확함으로 인해 현장 적용시 혼란을 초래하고 있어, 완화 대상 및 범위를 명확히 정하고 내화충전구조의 적용을 분명하게 하고자 개정안을 제시하였다.

- 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 일부 개정(안)
- 내화충전구조 세부운영지침 일부 개정(안)

나. 내화충전구조 대상 명확화

내화충전구조 대상이 명확하지 않아 현장에서 적용에 혼란이 있어, 방화구획간 발생하는 틈과 설비관통재의 대상으로 급수관 등의 배관재 외에 덕트를 포함하도록 규정을 개정하여 내화충전구조 대상을 명확히 하였다.

- 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 일부 개정(안)

다. 커튼월 선형 조인트에 설치되는 내화충전재의 압축밀도 관리

커튼월 구조에 설치되는 선형 조인트 내화충전구조 중 내화충전재(단열재)의 밀도는 내화 성능에 많은 영향을 미친다. 그러나 현행 규정에서는 이를 명확히 반영하고 있지 않아 커튼월 구조체의 내화충전구조 시공시 현장에서 단열재의 압축 시공 여부가 불명확한 상황이 발생하고 있어 내화충전구조의 내화성능 확보를 위하여 내화충전재의 압축여부를 확인할 수 있도록 관련 규정 개정안을 제시하였다.

- 내화구조 인정 및 관리기준 일부 개정(안)

라. 화재위험도에 따른 내화충전구조 성능 차등 적용

현행 규정에서는 설비관통부재 등 내화충전구조의 내화성능을 차열성능만 획일적으로 제한하고 있으나, 해외사례에서와 같이 건축물의 종류와 중요도, 공간의 화재위험성 및 관통재의 종류 등에 따라 차열(T급) 및 차염(F급) 성능을 구분하여 적용하도록 개정하였다.

- 내화충전구조 세부운영지침 일부 개정(안)

마. 선형 조인트의 평가대상 구분 및 커튼월 선형 조인트 평가기준 개정

내화충전구조 대상중 건축 구조부분 일반 선형 조인트와 커튼월 선형 조인트로 구분하여 평가를 수행하며, 커튼월 선형 조인트는 스패드럴 부위를 통한 화재확산 위험성이 높아 이를 포함하여 성능평가를 수행하도록 관련 지침을 개정하였다.

- 내화충전구조 세부운영지침 일부 개정(안)

바. 선형 조인트 부위에 설치되는 내화충전재의 진동시험(Movement test)

고층 건축물의 선형 조인트는 지진, 바람, 열 등의 원인으로 지속적인 진동에 시공부위가 노출됨에 따라 내화충전재와 구조부재와의 접착력이 감소하게 되어 내화성능에 큰 영향을 미칠 수 있다. 하지만, 국내에서는 성능평가지 진동에 대한 평가를 수행하지 않고 있으므로, 선형 조인트 내화충전구조 성능평가지 현장의 필요에 따라 진동시험을 수행할 수 있도록 하기 위하여 관련 규정을 개정하고, 성능평가방법도 ISO 표준과 맞지 않는 부분에 대한 검토를 통해 국내 실정에 맞게 관련 규정 개정안을 제시하였다.

- 내화충전구조 세부운영지침 일부 개정(안)

사. 설비관통부의 배관 및 덕트관통재의 시험 가능한 최대 크기 제한

현행 규정에서는 내화충전구조 중 설비관통부의 배관 및 덕트관통재의 크기에 대해서는 구체적인 규정을 명시하지 않으므로, 관련 규정을 개정토록 하였다. 먼저, 관통재의 최대 크기는 시험조건 등 국내 상황을 반영하여 $\varnothing 400$ mm로 하였고, 그 이상의 관통재는 별도의 성능시험 없이 사용 가능하도록 하였다. 또한, 덕트 관통재의 최대 크기는 수평관통재의 경우에는 $1\,000\text{ mm} \times 250\text{ mm}$ (벽체용), 수직관통재는 $1\,000\text{ mm} \times 500\text{ mm}$ (바닥용)로 하고 그 이상의 덕트 관통재는 별도의 성능시험 없이 사용할 수 있도록 하였다.

- 내화충전구조 세부운영지침 일부 개정(안)

아. 벽체 지지구조에 대한 3시간 내화성능 기준 마련

현행 규정에서는 벽체 지지구조에 대해서 2시간 내화성능만을 요구하고 있으나, 최근 고층 건축물 증가로 인하여 3시간 구획벽체가 건축물에 적용되고 있으므로 3시간 지지구조에 대한 내화성능 기준 마련을 통한 3시간 내화충전구조 성능평가를 가능하도록 개정하였다.

- 내화충전구조 세부운영지침 일부 개정(안)

8. 기타 개선방안

가. 화재확산방지설비 관련 통합 고시 제정

화재확산방지설비의 제조, 시공, 확인에 관련한 당사자들의 용이한 접근이 가능하고 관련 부처에서의 효율적인 관리가 가능하도록 국토해양부고시 제2012-552호 ‘자동방화셔터 및 방화문의 기준’, 국토해양부고시 제2012-625호 ‘내화구조 인정 및 관리기준’의 ‘내화충전구조 세부운영지침’, 방화유리창의 기준 제정안, 방화담퍼의 기준 제정안 및 내화덕트의 기준 제정안을 통합하여 ‘건축물 방화구획 화재확산방지설비의 기준’을 작성하는 것이 바람직하다.

나. 현장관리 방안 마련

화재확산방지설비의 현장 적용시 성능 확인된 제품이 적합하게 적용되도록 화재확산방지설비를 관리하는 방안을 통합 고시에 포함시켜야 한다.

V. 연구결과의 활용계획

1. 국가 제도 및 관련 KS 표준의 제·개정을 통한 연구성과 확산

- 연구결과를 토대로 건축물의 용도·규모·특정공간별 화재확산방지설비의 적용 제도 개선안을 작성하고, 관련 법규 및 KS 표준을 제·개정하는 등 평가 제도 개선안을 작성하여 국가정책으로 제안하여 반영함으로써 민간 건설실무자(설계/감리회사, 건설회사) 및 건설 행정 공무원(시/군/구 등 건축담당 공무원)의 애로사항을 해결하고, 관련 제조업체에는 제품 개발에 대한 동기를 부여하도록 한다.

- 관련 제조업체의 제품 개발에 대한 정부 지원의 토대를 마련하여 줌으로써 관련 산업 및 시장의 확대에 기여할 수 있다(후속 연구 추진).
- 도출된 국가 제도 및 관련 KS 표준의 실용화 및 법제화를 위해 국토교통부 및 소방방재청에서 설명회를 개최하고, 관련 제조업체를 대상으로 공청회를 개최하여 의견을 수렴하도록 한다.

2. 신규 구축 시험설비의 활용 및 관련 제조업체의 제품 개발 지원

- 관련 시험설비의 부재로 해외기관에 시험을 의뢰하여 왔던 관련 제조업체의 애로사항을 해결하여 제품 개발에 있어 시간적·경제적인 부담을 경감할 수 있다.
- 관련 제조업체의 국제적인 수준의 제품 개발을 독려함으로써 수출 활로를 개척하도록 하는 등 국가 경제에 이바지할 수 있다.

3. 특허 등 지적재산권 획득 및 기술이전(현장적용 포함)

- 연구 수행중 취득한 기술 및 아이디어에 관한 국내 특허출원 및 등록 등을 통해 지적재산권 획득 및 관련 업계로의 기술이전이 되도록 한다.

4. 연구성과 홍보

- 국내학술지 및 학술대회 발표를 통한 연구성과의 지속적인 홍보 활동 수행
- 관련 업계 공청회를 통한 연구성과의 홍보
- 방송, 신문 등 미디어 매체를 이용한 연구성과의 홍보

SUMMARY

I . Title

Research on the amendment for improving the related system to secure the fire safety of the opening protectives within buildings

II. Goal & Needs

1. Goal

In order to reduce the fire danger at the building and to design the people's security by securing the structural safety of the building, the residents' safe evacuation, and the safety of the fire-fighting activities at the building fire, it needs to improve the related system for securing the fire safety of the opening protectives applied to the opening, the most important factor for preventing the fire spreading. This research has the goal to improve the system for applying and evaluating the opening protectives and to verify the performance of the domestic opening protectives.

2. Needs

In case of the fire at the compartment of the building, flame and smoke are quickly propagated over the entire building by window, penetrating equipment, shaft and others, and the building act restricts the fire only to the fire resistance compartment by partitioning the building with the specific size or larger to prevent the fire from propagating. This fire resistance compartment should be partitioned by the fire resistance floor and wall, and the building should be supported by the fire resistance post and beam. However, the openings penetrating the equipment such as the door of the residents' passing and evacuating, the window for lighting, ventilating and opening, the duct and the damper for air-conditioning and circulating, the pipe and wire for water supply, sanitation, heating and electricity are essentially installed at the line of the fire

section, which become the path of the flame and the smoke, so the fire door, the fire shutter, the fire lift landing door, the fire damper, the fire window and the fire stop should be prepared for preventing the fire propagation.

For recent fire years(2008~2012), the domestic fire has been increased by 13% of the yearly average, the property loss has been constantly increased by 16.6%, and the fire danger of the building has been greatly risen due to highly multi-storied and oversized building such as ultra-high building boom, complex and oversized underground, and constantly increased atrium space. But, the domestic fire-related standard and technology could not been greatly improved.

By recognizing these problems, Korea Institute of Construction Technology and Fire Insurers Laboratories of Korea have corporatively studied to arrange the lawful fire resistance structure by improving and subdividing the fire resistance structure stipulated at the article 3 of "Rule for the standard on the evacuating and fire resistance structure of the building" suitable for the current condition via the advanced urban development project('Maintenance and Improvement amendment of the Building Code for Fire-resistance Construction') of Ministry of Land, Infrastructure and Transport.

However, the building fire could be propagated by the openings such as door, window, duct/damper and penetrator easier than the fire resistance structure such as wall and floor, so it is more important to arrange and to complement the related standard for these. The domestic regulation restricts only the 1st class fire door with one-hour uninsulated performance regardless to the fire resistance performance of the wall, but it does not require the smoke-blocking performance for the fire lift landing door and does not request the fire resistance performance for the fire damper as the essential one, so it is hard to respect a sufficient protection against the fire propagation at present.

But, the foreign countries such as U.S.A., Canada and Japan classify the fire resistance performance of the opening protectives according to the fire resistance performance of the building structure in detail and apply the enhanced performance standard higher than

our domestic standard by one hour at least or longer.

Accordingly, in order to reduce the greatly increased fire danger at the building and to plan the people's safety, it is essential to improve the related system for securing the fire security of the opening protectives, the most important factor for preventing the fire propagation, and it is additionally necessary to induce the product development by the related industries.

III. Contents and Driving method

This research takes 2 years in total and the yearly researching contents and it driving method are as follows:

Year	Contents	Detailed driving amendment & method
1 st	■ Reviewing the related domestic /foreign system of Opening protectives	▪ Reviewing/analyzing the domestic/foreign regulation related to the system - Target : Korea, Japan, U.S.A., U.K., others - Setting up the direction of the amendment improving the system ▪ Reviewing/analyzing the domestic/foreign regulation related to the evaluation method - Target : Korea, Japan, U.S.A., U.K., ISO, others
	■ Preparing the amended KS amendment related to the evaluation(fire damper)	▪ Preparing the amended KS F 2822 'Smoke-proof test method for fire damper' ▪ Preparing the amended KS F 2840 'Fire resistance tests for fire dampers'
	■ Building-up the test facility (fire damper)	▪ Building-up the test facility for 'Interlock-closed device' of KS F 2822 - Preparation & design for building up the test facility - Building-up & Run-up of Test facility
	■ Verifying the performance of the opening-protectives (fire damper, firestop system)	▪ Selecting the reviewed target by the opening protectives - Investigating & analyzing the related domestic/foreign data - Selecting the reviewed target by the discussion of the related companies ▪ Evaluating the performance by the opening

		protectives - Making the sample and Evaluating the performance - Fire damper: Evaluating the smoke-blocking and fire resistance performance of the uninsulated fire damper - Firestop system: Evaluating the fire resistance performance after moving the sample(linear joint) of the firestop system ▪ Building-up the performance DB by the opening protectives - Verifying the fire resistance performance by type and building-up the DB
	▪ Making the amended amendment for the evaluation method (fire damper, firestop system)	▪ Making and proposing the notification for the fire damper ▪ Making the amended amendment for the detailed operation guide of the firestop system and applying the related policy
2 nd	▪ Evaluating the fire risk and preparing the system amendment of the opening protectives by building usage/size/ specific space	▪ Setting the problem and the solution ▪ Evaluating the fire risk(simulation, verifying test) - Target space : Apartment shelter, Safety zone for Skyscraper, Inside of lift for evacuation - Building-up the DB from the input data(fire door, fire lift landing door) - Simulation and analysis its result - Comparing & analyzing the results from the simulation and the verifying test ▪ Preparing the system amendment - Preparing the system amendment by reflecting related domestic/foreign regulation, performance verification and fire risk evaluation result
	▪ Making the amended KS amendment related to the evaluation(fire door, fire duct)	▪ Preparing the amended KS F 2268-1 'Fire resistance test for door assemblies' ▪ Preparing the amended KS F 2841 'Fire resistance tests for ventilation ducts'
	▪ Building-up the test facility (fire damper, fire duct)	▪ Building-up the test facilities of KS F 2840 'Fire resistance tests for fire dampers' and KS F 2841 'Fire resistance tests for ventilation ducts' - Preparing/Designing to build up the test facility - Building/Running up the test facility
		▪ Selecting the reviewed target by the opening protectives - Investigating & analyzing the related

	■ Verifying the performance of the opening-protectives (fire door, fire shutter, lift landing door, fire window, fire damper, firestop system)	domestic/foreign data - Selecting the reviewed target by the discussion of the related companies ▪ Evaluating the performance by the opening protectives - Making the sample and Evaluating the performance - Fire door: Evaluating the fire resistance performance of steel fire door by the core material(Single swing fire door, Double swing fire door), checking the operation of the double swing fire door and evaluating the fire resistance performance with no auto-flush bold and level controller, evaluating the resisting performance of wood fire door - fire lift landing door: Evaluating the fire resistance performance by applying the insulating material, evaluating the smoke-blocking performance of the fire door by the smoke-blocking test - Fire window: Evaluating the fire resistance performance of uninsulated/insulated window(evaluating the radiant heat by window size, whether insulated or not and size ratio), evaluating the fire resistance performance of the wired window - Fire damper: Evaluating the fire resistance performance of the uninsulated fire damper according to the KS/ISO - Firestop system: Testing the linear joint, the curtain-wall linear joint, and the fire resistance duct ▪ Building-up the performance DB by the opening protectives - Verifying the fire resistance performance by type and building-up the DB
	■ Making the amended amendment for the evaluation method (fire door, fire shutter, lift landing door, fire window, fire damper, firestop system)	▪ Making the amended notification for the fire door, the fire shutter and the lift landing door ▪ Making the notification for the fire window, the fire damper and the fire ducts ▪ Making the amended amendment for the detailed operation guide of the firestop system and applying the related policy
	■ Making the amended amendment for the system	▪ Preparing the system amendment of the opening protectives by building usage/size/specific space ▪ Reviewing the developing possibility and

		commercialization of the product by the discussion of the related industries ▪ Preparing the related enacting/amended law
	▪ Proposing the amendment of the system and the evaluation method	▪ Proposing the policy of the department related to the amendment of the system and the evaluation method - Discussing with the Ministry of Land, Infrastructure and Transport for improving the standard - Holding a public hearing from related industries and organizations ▪ Responding to reflect the policy

IV. Researching contents and results

The related domestic and foreign systems and evaluation methods by the opening protectives are reviewed, the improving direction is established by deducing the problems, the improving direction is reviewed to prepare the final improved amendment by verifying the performance, evaluating the fire danger, reviewing the opinion of the professional organization, and analyzing the technical data.

1. Amendment for fire door

a. Securing the insulated performance of the fire door related to the shelter

Because the uninsulated fire door related to the shelter threatens the human safety due to the temperature rise of the shelter by the heat transmission(convective/radiant heat), the amendment for the following related law and announcement is prepared for securing the fire safety at the shelter by installing the insulated fire door(uninsulated 60-minutes + insulated 30-minutes) at the door toward the balcony of the special evacuating stairs a the safe shelter or annex and the shelter of the apartment building.

- amendment related to the standard for the evacuating/fire resistance structure of the building

- No. 2012-552, amendment, 'Standard for Auto fire shutter and fire door' announced by the Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs

- No. 2012-745, amendment, 'Remolding procedure & installing standard for the balcony and others' announced by the Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs

b. Establishing the standard for evaluating the insulating performance

Because there is no evaluation standard for the insulating performance related to the insulated fire door, the improved amendment is prepared to amend the related announcement. And, as for the KS F 2268-1 related to the evaluation on the fire resistance performance of the fire door, the amended KS amendment is prepared to change from 180K to 360K of the highest rising on the behind surface as the insulation standard for the door frame just like the ISO 3008.

- No. 2012-552, amendment, 'Standard for Auto fire shutter and fire door' announced by the Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs

- amendment of KS F 2268-1 'fire resistance test on the fire door'

c. Insulated fire door limiting the area of the uninsulated window

The amendment for the related announcement is prepared such that the window of the fire door requiring the insulating performance allows the uninsulated window smaller than or equal to 0.065 m² (if exceeded, the insulating window with the said fire resistance performance should be installed) to be installed for securing the fire safety in order to observe the fire situation of the neighboring fire partition by the insulated fire door relating the instruction of the insulated fire door.

- No. 2012-552, amendment, 'Standard for Auto fire shutter and fire door' announced by the Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs

d. Evaluating the operating performance of the double swing fire door

In order to secure the fire security of the double swing fire door using both doors for the evacuation, before evaluating the smoke-blocking and fire resistance performance of the fire door, the amendment for the related announcement is prepared to check whether the double swing fire door is automatically closed(to be fixed) with both door opened.

- No. 2012-552, amendment, ‘Standard for Auto fire shutter and fire door’ announced by the Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs

2. Amendment of the fire shutter

a. Installing the horizontal fire shutter

The existing automatic fire shutter has the standard for the gravity-type vertical shutter only, but it is amended for the horizontal shutter to be horizontally opened and closed according to the necessity of the building design as the technology has been developed such that the design can be selected wider than before and the system can be used suitably depending on the building condition.

- amendment related to the standard for the evacuating/fire resistance structure of the building

3. Amendment of fire lift landing door

a. Securing the insulating performance of the fire lift landing door related to the evacuation

The fire lift landing door at the lift exit of the evacuation-related lift is the

uninsulated lift door only for preventing the flame from being spread, so the evacuating refugee's life becomes dangerous due to the temperature rise by the convective/radiant heat transmission. Therefore, the amendment for the related law and announcement is prepared to secure the fire safety of the lift by installing the insulated fire lift landing door(60 minutes of uninsulation + 30 minutes of insulation) at the lift exit of the evacuating lift installed separately from the emergency lift to the evacuation zone of the skyscraper.

- amendment related to the standard for the evacuating/fire resistance structure of the building

- No. 2012-552, amendment, 'Standard for Auto fire shutter and fire door' announced by the Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs

b. Establishing the standard for evaluating the insulating performance

Because there is no standard for evaluating the insulating performance related to introducing the insulated fire lift landing door, the improved amendment is prepared to amend the related announcement to evaluate the insulated performance. As for the KS F 2268-1 quoting the evaluation of the fire resistance performance of the fire lift landing door, the highest temperature rise of the behind surface is changed from 180K to 360K as the insulated performance standard for the frame(door frame) just like the ISO 3008.

- No. 2012-552, amendment, 'Standard for Auto fire shutter and fire door' announced by the Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs

- amendment of KS F 2268-1, 'fire resistance test on the fire door'

4. Amendment of fire window

a. Changing 'Meshed window' of the building standard law to 'Fire window'

The current build standard law provides to apply the 'meshed window' to the

evacuating stairs and the special evacuating stairs for preventing the flame from being spread, but it is too highly possible for the ‘meshed window’ to secure the fire safety because its fire resistance performance is not certain. So, the amendment for the related law is prepared to change the ‘meshed window’ to the ‘fire window’.

- amendment related to the standard for the evacuating/fire resistance structure of the building

b. Establishing the standard for evaluating the fire resistance performance of the fire window

The amended announcement quoting the KS F 2845 ‘fire resistance test on glass partition’ is prepared to evaluate the fire resistance performance of the fire window, which makes the performance standard of the fire window secure the 1-hour uninsulated performance.

- Amended announcement for the ‘fire window standard’

c. Excluding the limit of area(1 m²) and clearance(2 m) when using the fire window

The related law is amended to exclude the limit of the clearance(2 m) from the window or others installed at the other place of the building regardless of the area of the fire window when the fire window is used at the external window of the evacuation stairs and the special evacuation stairs.

- amendment related to the standard for the evacuating/fire resistance structure of the building

5. Amendment of fire damper

a. Amending the law related to the fire damper

The law related to the fire damper is amended for the fire damper with its

performance approved for installing and applying to be used at the fire resistance line.

- amendment related to the standard for the evacuating/fire resistance structure of the building

b. Establishing the standard for evaluating the performance

As for evaluating the fire damper, the amendment is announced for the fire resistance performance to secure the 1-hour insulated performance according to the KS F 2840 'fire resistance test on the fire damper and for the air leakage(as the smoke-blocking performance) to be less than or equal to $5 \text{ m}^3/\text{min} \cdot \text{m}^2$ at 20 Pa of the differential pressure by '4.2 Smoke leakage test' of the KS F 2822 'Smoke-blocking test on the fire damper'.

- Amended announcement for the 'Fire damper standard'

6. Amendment of fire resistance tests for ventilation ducts

a. Code amendment

In the amended code, information about the installation and the application of ventilation ducts where fireproof dampers cannot be installed is provided. Hence, designers or customers can have an option to chose the type of ducts (ducts with fireproof dampers or ducts without fireproof dampers) on their purpose in practice. The way of testing the ducts without fireproof dampers is a new methodology that has not been established in Korea before. By establishing this code, it is possible to evaluate the performance of fire resistance ducts. The amendment is made in the Korean regulations below.

- Regulation for the evacuation & fireproof structures of buildings
- KS F 2841 (Fire resistance tests for ventilating ducts)

b. Methodology amendment

Current methodology for testing fire resistance performance of fireproof ducts follows KS F 2841, which was made based on ISO 6944 established in 1985. However, recently, ISO 6944 was abolished. Instead, ISO 6944 is divided into two codes: one is ISO 6944-1 (ventilation ducts), and the other is ISO 6944-2 (kitchen ducts). Hence, to reflect this recent amendment of ISO, it is necessary to revise KS F 2841. For closely follow the current ISO code of fireproof ducts, the methodology and entire content in KS F 2841 were revised, and a title was also changed to match up with ISO code as shown below.

- KS F ISO 6944-1 Fire containment-Elements of building construction
 - Part 1: Ventilation ducts

7. Amendment of fire stop system

a. Managing the compressing density of the fireproof material at the curtain wall linear joint

The fireproof material of the linear joint fire stop system at the curtain wall structure has much influence on the fireproof performance. But, it is difficult to secure the fireproof performance of the curtain wall structure because the current regulation does not reflect it, so the related regulate is amended to check whether the fireproof material is compressed or not.

- amendment of the standard for approving and managing the fire stop system

b. Differentiating the fireproof performance on the penetrating equipment

The current regulation too highly controls the fireproof performance of all penetrating equipments uniformly, but it is amended to classify by the insulating(Class T) performance and the smoke-blocking(Class F) performance according to the building type, the importance and the penetrating material just like the foreign cases.

- amendment of the detailed operating guide on the fire stop system

c. Correct fireproof test on Curtain wall linear joint

The investigation on the damage caused by the fire reports many fire spread cases due to the bad spandrel panel. But, the current regulation provides to check only the performance of the fireproof at the linear joint, so it is very highly possible for the fire to spread. So, the sample making, the test method, the testing structure, the test procedure and the determining standard are newly established.

- amendment of the detailed operating guide on the fire stop system

d. Movement test on the fireproof material at the linear joint

The adhesive strength of the linear joint of the high building on the fireproof material and the structural element may be reduced by earthquake, wind, heat or others after the installation, which may greatly influence the fireproof performance. The related regulation is amended to meet the domestic situation by reviewing the contents not meeting to the ISO standard over the added contents of the movement test(not included at the current detailed domestic guide) and the basic test.

- amendment of the detailed operating guide on the fire stop system

e. Limiting the pipe size of the penetrating equipment and the mizimum size of the penetrating duct

The current regulation does not provide the concrete contents for the penetrating pipe and duct size of the fire stop system. So, the related regulation is amended. First, the maximum size of the penetrating material is $\varnothing 400$ mm by reflecting the domestic situation, and the larger one may be used with no separate performance test. Also, the maximum size of the penetrating duct is 1 000 mm×250 mm(wall) for the horizontal penetrating one while 1 000 mm×500 mm(floor) for the vertical penetrating one, and the larger one may be used with no separate performance test.

- amendment of the detailed operating guide on the fire stop system

f. Preparing the 3-hour fireproof performance standard for the wall supporting structure

The current regulation requires the 2-hour of the fireproof performance for the wall supporting structure, but its importance is getting increased. So, it is amended to secure the 3-hour of the fireproof performance for the related system.

- amendment of the detailed operating guide on the fire stop system

8. Other amendments

a. Integrated announcement related to Opening protectives

In order for the related person to easily access and for the related department to efficiently manage, Announcement No. 2012-552, 'Automatic fire shutter and door standard' and 'Detailed operating guide for Fire stop system' of Announcement No. 2012-625, 'Standard for approving and managing the fire stop system' of the Ministry of Land, Infrastructure and Transport, the amendment of the fire window standard, and the amendment of the fire damper standard are integrated into the amendment of 'Standard for Opening protectives of the fire partition at the building'(tentative name).

b. Preparing the field management plan

The relating announced bill and amendment are prepared for reinforcing the follow-up of the opening protectives to make the performance-improved product suitably used when applying the opening protectives to the field.

V. Plan for using the research results

1. Spreading the research results by establishing/amending the national system and the related KS

- The problem of private constructing personnel(design/supervision, construction) and

public official of construction administration in charge of city/district/borough is solved and the initiative for developing the product is given to the related manufacturing company by preparing the amendment for the application system of the opening protectives by usage, size and specific space of the building based on the research results and preparing the amendment of the evaluation system by establishing/amending the related law and KS to be proposed and reflected as the national policy

- Preparing the foundation of the governmental support for the related manufacturing company to develop the product can contribute to enlarge the related industry and market(driving the follow-up research).
- In order to commercialize and legalize the induced national system and related KS, the public opinion is gathered by holding the briefing session at the Ministry of Land, Infrastructure and Transport and the National Emergency Management Agency and the public hearing for the related manufacturing companies.

2. Utilizing the newly built-up testing equipment and supporting for the manufacturer to develop the product

- The burden of time and economy for developing the product can be reduced by solving the problem of the related manufacturer consulting the foreign organization to test because there is no related testing facility.
- Encouraging for the related manufacturer to develop an international level of products can contribute to the national economy such as planting a way for the export.

3. Acquiring the intellectual property right and transferring the technology(including the field application)

- Taking efforts for acquiring the intellectual property right transferring the technology to the related industry by applying and registering the patent for the technology and idea acquired during the research.

4. Publicizing the research results

- Consistently publicizing the research results by reporting them to the domestic academic journal and the symposium.
- Publicizing the research results by the public hearing with the related industries
- Publicizing the research results by the media such as broadcasting and newspaper

CONTENTS

Chapter 1 Introduction	1
Section 1 Goals & Needs	1
Section 2 Domestic and Foreign Existing Techniques in Related Field	9
Section 3 Position of Research Results in Related Field	18
 Chapter 2 Achievements and Results of Research	 19
Section 1 Strategy and Method for Research Performance	19
1. Driving System for Research Performance	19
2. Contents and Driving Method	20
Section 2 Achievements and Results of Research	23
1. Fire Door/Fire Shutter	23
2. Fire Lift Landing Door	41
3. Fire Window	49
4. Fire Damper	56
5. Fire Stop System	61
6. Others	90
7. Building-up the Performance DB by the Opening Protectives	92
 Chapter 3 Final Research Results	 93
 Chapter 4 Achievement and Contribution of Research Goal	 106
 Chapter 5 Use of Research Results and Necessity of Additional Research	 113
 Reference	 115

목 차

제1장 연구과제 개요	1
제1절 연구의 목표 및 필요성	1
제2절 관련분야의 국내·외 기술 현황	9
제3절 연구결과가 관련분야에서 차지하는 위치	18
제2장 연구 수행 내용 및 결과	19
제1절 연구수행 전략 및 방법	19
1. 연구수행 추진체계	19
2. 연차별 연구 범위 및 수행방법	20
제2절 연구수행 내용 및 결과	23
1. 방화문/방화셔터	23
2. 방화용 승강기문	41
3. 방화유리창	49
4. 방화댐퍼	56
5. 내화충전구조	61
6. 기타사항	90
7. 화재확산방지설비별 성능 DB 구축	92
제3장 최종 연구성과	93
제4장 연구목표 달성 및 효과	106
제5장 연구성과의 활용 및 추가연구 필요성	113
참고문헌	115

제1장 연구과제 개요

제1절 연구의 목표 및 필요성

1. 연구의 목표

가. 연구 최종목표

건축물 화재시 건축물의 구조안전성 확보, 재실자의 피난안전 확보 및 소방활동의 안전 확보를 통하여 건축물에서의 화재위험을 경감시키고 국민의 안전을 도모하기 위해서는 화재확산방지에 가장 중요한 요소인 개구부에 적용되는 화재확산방지설비의 화재안전성 확보를 위한 관련 제도의 개선이 필요하다. 이를 위해 본 연구에서는 건축물 화재확산방지설비의 제도와 평가 방법 개선 및 국내 화재확산방지설비의 성능 검증을 최종목표로 한다.

- 화재확산방지설비의 제도 개선
- 화재확산방지설비의 평가 방법 개선
- 국내 화재확산방지설비의 성능 검증



[그림 1.1] 연구 최종목표

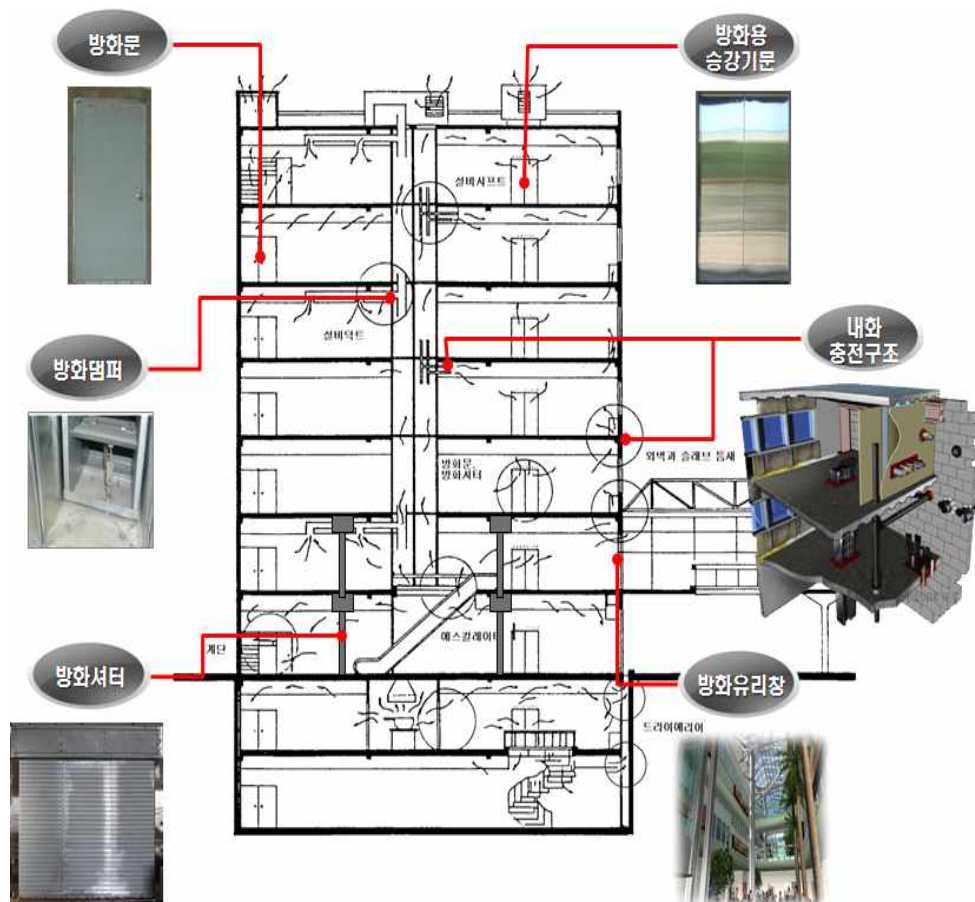
나. 연구목표 및 내용(총괄)

연 차	연구목표	주요 연구내용
1차년도	화재확산방지설비 제도 개선	화재 확산방지설비의 국·내외 제도 검토
	화재확산방지설비 평가 방법 개선	- 화재 확산방지설비의 국·내외 평가 방법 검토 - 평가 관련 KS 표준 제·개정안 작성 (방화담퍼, 내화충전구조) - 시험설비 구축(방화담퍼) - 평가 방법 개선안 작성(방화담퍼)
	화재확산방지설비 성능 검증	- 화재 확산방지설비별 검토 대상 선정 - 시험체 제작 및 성능 평가(방화담퍼, 내화충전구조) - 화재 확산방지설비 성능 검증(방화담퍼, 내화충전구조)
2차년도	화재확산방지설비 제도 개선	- 건축물의 용도·규모·특정공간별 화재확산방지설비의 개선안 마련 - 건축물의 용도·규모·특정공간별 화재확산방지설비의 내화 성능에 의한 화재위험성 평가 - 제도 개선안 작성 - 제도 개선안 제시
	화재확산방지설비 평가 방법 개선	- 평가 관련 KS 표준 제·개정안 작성 (방화문, 내화덕트) - 시험설비 구축 (방화담퍼, 내화덕트) - 평가 방법 개선안 작성 (방화문, 방화셔더, 방화용 승강기문, 방화유리창, 방화담퍼, 내화충전구조) - 평가 방법 개선안 제시
	화재확산방지설비 성능 검증	- 시험체 제작 및 성능 평가 (방화문, 방화담퍼, 방화유리창, 방화용 승강기문, 내화충전구조) - 화재 확산방지설비 성능 검증 (방화문, 방화담퍼, 방화유리창, 방화용 승강기문, 내화충전구조)

2. 연구의 필요성

가. 연구 개요

건축물의 구획실에서 화재가 발생하였을 경우 화염 및 연기는 창호, 설비 관통부 및 샤프트 등을 통하여 건물 전체로 빠르게 전파되는데, 건축법에서는 이러한 화재확산을 방지하기 위하여 일정 규모 이상의 건축물을 방화구획으로 구획하여 화재를 당해 방화구획에만 제한 되도록 하고 있다. 이러한 방화구획은 내화구조의 바닥 및 벽으로 구획되어야 하고, 건축물의 하중을 지지하는 기둥 및 보의 내화구조가 적용되어야 한다. 한편, 방화구획 선상에는 재실자의 통행 및 피난을 위한 문, 채광·환기·개방감을 위한 창문, 공조·환기를 위한 덕트 및 댐퍼, 급배수·위생·열원·전기 공급 등을 위한 파이프 및 전선 등의 설비 관통부 등의 개구부가 필연적으로 위치하게 되는데, 이러한 개구부는 화염 및 연기의 이동경로가 되므로 화재확산 방지를 위해서는 내화성능을 확보한 방화문/방화셔터/방화용 승강기문, 방화댐퍼, 방화유리창 및 내화충전구조가 설치되어야 한다.



[그림 1.2] 화재 확산 방지설비의 적용 위치

최근 10년간(2003~2012) 국내 화재사고에 의한 사망피해는 35 % 낮아졌으나 부상과 재산 피해는 각각 6 %와 93 % 증가하는 것으로 나타나고 있으며, 과거와는 달리 초고층 건물의 건설과 같은 건축물의 고층화 및 대형화, 지하공간의 복합화 및 대규모화, atrium 공간의 지속적인 증가에 따라 건축물의 화재위험도는 급격히 상승하고 있는 실정이다. 그럼에도 불구하고, 국내의 화재안전 관련 기준 및 기술 수준은 크게 향상되지 못한 실정이다.

그러나, 건축물에서의 화재확산은 벽체 및 바닥과 같은 내화구조보다는 문, 창문, 덕트/뎀퍼 및 설비 관통부와 같은 개구부를 통하여 이루어지기 쉬우므로 이에 대한 관련 기준의 정비 및 보완이 더욱 중요하다. 현재 국내의 경우 벽체의 내화성능에 관계없이 비차열 1시간 성능의 갑종방화문만을 적용토록 하고, 방화용 승강기문에는 차연성능을 요구하지 않으며, 방화뎀퍼에는 내화성능을 필수성능으로 요구하지 않는 등 화재발생시에 충분한 화재확산방지를 기대하기 어려운 실정이다.

한편, 미국, 캐나다 및 일본 등 외국에서는 건축물 구조체의 내화성능에 따라 화재확산방지설비의 내화성능을 각 조건별로 세분화하여 정하고 있으며 국내보다 최소 1시간 이상 상향하여 적용하는 등 강화된 성능기준을 적용하고 있다.

따라서, 급격히 상승하고 있는 건축물에서의 화재위험을 경감시키고 국민의 안전을 도모하기 위해서는 화재확산방지에 가장 중요한 요소라 할 수 있는 화재확산방지설비의 화재안전성 확보를 위한 관련 제도의 개선이 필수적이며, 추가로 관련 업계를 통한 제품 개발을 유도하는 것이 필요하다.



[그림 1.3] 화재확산방지설비 관련제도 정비 및 개선 필요성

나. 연구의 중요성

(1) 기술적 측면

문, 창문, 덕트/댐퍼 및 설비 관통부와 같은 개구부에 적용되는 화재확산방지설비는 <표 1.1>과 같이 방화문/방화셔터/방화용 승강기문, 방화유리창, 방화댐퍼 및 내화충전구조가 있다.

방화문은 국토해양부고시 제2012-552호 ‘자동방화셔터 및 방화문의 기준’에 따라 성능을 평가하고 있으며, 건축물 구조체의 내화성능과 관계없이 비차열 30분(을중 방화문) 또는 비차열 1시간(갑중 방화문) 이상의 성능을 요구하고 있다.

방화용 승강기문 및 방화셔터는 동일 기준에 따라 비차열 1시간 이상의 성능을 요구하고 있다.

방화유리창은 국토해양부고시 제2012-625호 ‘내화구조의 인정 및 관리기준’에 따라 건축물 구조체와 동일 성능을 확보토록 규정하고 있다.

방화댐퍼는 ‘건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙’ 제14조 3항에 따라 KS F 2822 ‘방화댐퍼의 방연시험방법’에 적합한 것으로 규정하고 있다.

내화충전구조는 국토해양부고시 제2012-625호 ‘내화구조의 인정 및 관리기준’에 따라 건축

물 구조체와 동일 성능을 확보토록 규정하고 있다.

그러나, 미국, 캐나다 및 일본 등 외국에서는 건축물 구조체의 내화성능에 따라 화재확산 방지설비의 내화성능을 여러 등급으로 세분화하여 적용하고 있으며, 성능항목 또한 방화용 승강기문에 차연성능이 요구되는 등 국내보다는 화재시 현장조건에 근접한 평가방법을 적용하고 있다. 이에 따라 화재확산방지설비의 화재안전성 향상을 위해서 적용 및 평가 제도 등의 관련 제도를 개선할 필요성이 있으며, 이에 발맞추어 관련 제조업체에서 성능을 만족하는 제품 개발이 이루어질 수 있도록 기술적 토대를 마련하는 것이 시급히 요구되고 있다.

<표 1.1> 화재확산방지설비 관련규정 및 성능사항

구 분	관련기준	성능기준	성능항목
방화문	국토해양부고시 제2012-552호	비차열 30분, 1시간	내화성능, 차연성능 등
방화용 승강기문	국토해양부고시 제2012-552호	비차열 1시간	내화성능
방화셔터	국토해양부고시 제2012-552호	비차열 1시간	내화성능, 차연성능 등
방화유리창	국토해양부고시 제2012-625호	구조체와 동일성능 (최대 3시간)	내화성능, 가스유해성 등
방화담뱃	건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제14조 3항	-	방연성능(필수)
내화충전구조	국토해양부고시 제2012-625호	구조체와 동일성능 (최대 3시간)	내화성능

(2) 경제산업적 측면

화재분야의 기본 구조를 형성하는 국내 건설산업은 산업화 과정에서 경제발전의 중심축 역할을 담당해온 핵심 산업으로 생산비중은 전체 산업의 약 6.1 %(건설업 생산: 66조 1,800 억원, 건설투자 : 195조 2,400억원, 2009.), 부가가치는 제조업의 약 30 %에 달하는 것으로 분석된다. 특히 산업부문 중 총 취업자 대비 7 %(총 23,856천명, 2009.)의 고용인력을 담당하고 있으며, 해외건설시장에의 중국, 중동, 동남아시아 및 아프리카 등 건설시장에 진출하여 국가 경제에 활력소를 제공하고 있다.

국내 건설산업에서 화재확산방지설비 관련 산업이 차지하는 비중은 그 시장규모를 계속해서 확대하여 왔다. 특히 주거 건축물인 주상복합아파트와 오피스건축물의 고층화가 실현되

고, 최근 서울 상암동 디지털 미디어 센터(DMC)의 국제비즈니스센터(IBC, 130층), 일산 컨벤션센터(100층), 부산 제2롯데월드(107층), 용산 부도심(100-110층) 한국판 에펠 타워, 잠실 제2롯데월드(112층)의 100층 이상의 초고층 빌딩 프로젝트가 수행되고 있어 화재확산방지설비 관련 산업이 차지하는 비중은 더욱 커질 것으로 예측된다.

한편, 방화문 및 방화용 승강기문의 경우 해외시장 개척을 위해 관련업체가 지속적으로 노력을 경주하고 있는 만큼 외국의 성능기준을 만족하는 제품 개발에 대한 동기 부여를 통해 국부 축적에 크나큰 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 원자력발전소 및 미군부대 건축물과 같은 특수분야에 대한 수입 제품의 대체효과도 기대할 수 있다.

(3) 사회문화적 측면

2003년 이후 국내에서 화재발생은 지속적으로 증가(최근 3년 화재 평균 42,995건, 2012년 화재발생 건수 43,249건)하고 있으며, 이에 따라 인명피해 및 재산피해도 증가(2012년 인명피해 2,223명, 재산피해 2,895억원)하고 있다. 특히 건물의 대형화 및 설비 증가에 따라 2011~2012년의 경우 전년도에 비하여 재산피해가 12 % 증가하였으며, 장기적인 부상 피해도 22 % 증가하였다[그림 1.4 참조].

현재 국내에서는 매년 화재로 인한 국가적인 손실이 상당한데, 근래 들어 화재건수는 감소하고 있으나 이에 반해 인명 및 재산피해는 오히려 증가하는 추세를 보이고 있다. 특히 최근 국내·외에서 삶의 질에 대한 관심이 증가하는 추세에 따라 쾌적하고 편리한 주거공간에 대한 수요가 커지고 있으며, 이에 따라 건축물이 대형화, 고기능화되고 있다. 하지만 이러한 건축 경향에 따라 사용되는 새로운 재료 및 구조에 대한 안전성 확인 등이 충분하게 이루어지지 않을 경우 화재 발생시 과거에 비해 인명 및 재산상의 피해가 크게 증가될 우려가 있다.



[그림 1.4] 연도별 화재 피해 현황(소방방재청 화재통계)

따라서, 화재발생시 화재확산방지에 가장 큰 역할을 담당하는 화재확산방지설비의 경우 과거에 비하여 그 성능과 세부 분류 등에 대한 검토가 필요하며, 이에 따라 관련 제도를 개선하고 성능을 만족하는 제품 개발을 유도함으로써 화재안전 측면에서 국민의 안정된 삶과 생활의 유지를 영위할 수 있도록 하여야 한다.

제2절 관련분야의 국내·외 기술 현황

1. 국내 기술 및 산업 동향

가. 일반 동향

현재 국내의 내화관련 평가, 관리 능력 및 관련 기술적·제도적 기준 정비 등에 있어서 외국의 기술력과 비교하여 40~50% 정도에 머물고 있어 기술력 격차 심화에 따른 국가적 경쟁력 손실이 예상된다. 특히, 내화성능평가와 관련한 시뮬레이션 기술은 도입단계로 공간의 화재위험에 대한 화재확산방지설비의 영향 평가는 많은 연구가 뒤따라야 할 것으로 판단된다(<표 1.2>~<표 1.5>).

한편, 화재확산방지설비의 기술개발 수준은 <표 1.6>과 같이 대부분의 설비에서 기술개발 수준의 격차가 큰 것을 살펴볼 수 있는데, 관련 적용 및 평가 제도와 연계하여 검토할 필요성이 있다.

<표 1.2> 국내 관련 연구 인프라 수준

기술분야	인프라 항목	선진국 대비 인프라 수준				
		부족	다소부족	동등	우월	보다우월
내화기술	연구 시설 및 설비			○		
	전문인력 보유정도			○		
	인프라 구축정도				○	
	정보화		○			
	표준화 기반		○			
	기술이전 및 거래		○			
	국제기술협력 기반	○				

<표 1.3> 국내 내화 기술수준 비교

구분	국내	선진국	비고
실험시설	60%	100% 기준	미국 - NIST, 영국 - BRE, 일본 - 건축연구소
인 력	60~70%		
기술적 기준	60%		
제도적 기준	60%		
기술개발투자비	50%		

<표 1.4> 관련 기술 주요 국내 전문가

전문가	소속기관	기술개발현황
민병렬	한국건설기술연구원	내화구조 인정기준
권인규	강원대학교	강재 내화설계기술
김홍열	한국건설기술연구원	구조재료 열특성 분석기술
여인환	한국건설기술연구원	콘크리트 내화설계기술
최동호	방재시험연구원	내화구조 내구성 평가기술
윤명오	서울시립대	건축방재설계
이경구	대한건축학회	내화성능평가방법

<표 1.5> 관련 기술 주요 국내 업체

업체명	보유 기술 또는 특허	최고기술 보유기관	비고
한국건설기술연구원	성능적 내화설계평가 요소기술	NIST	-
방재시험연구원	내화성능 평가 기술	"	-
서울시립대	Abaqus 내화구조 해석 기술	Arup Fire	-
아바쿠스 코리아	ABAQUS S/W 특허기술	ABAQUS, DIANA	-
마이다스IT	열응력/전달해석 툴	60%	NFX

<표 1.6> 화재확산방지설비의 선진국 대비 국내 기술개발 수준

화재확산방지 설비	현재 기술수준			관련 제도 개선이후 국내 기술수준		
	기술수준(%)	기술격차(년)	비고	기술수준(%)	기술격차(년)	비고
방 화 문	70	3	성숙단계	90	1	경쟁단계
방화용 승강기문	50	6	도입단계	85	2	경쟁단계
방화셔터	80	2	성숙단계	90	1	경쟁단계
방화유리창	50	6	도입단계	80	3	경쟁단계
방화댐퍼	50	6	도입단계	80	3	경쟁단계
내화충전구조	70	3	성숙단계	100	0	경쟁단계

나. 화재확산방지설비

(1) 방화문

방화문은 국토해양부고시 제2012-552호 ‘자동방화셔터 및 방화문의 기준’에 따라 시험기관에서 성능평가를 진행하여 성능기준에 적합할 경우 시험성적서를 발급받아 건설현장에 납품시 제출토록 하고 있다. 방화문의 경우 KS F 3109 ‘문세트’에 따른 비틀림강도·연직하중강도·개폐력·개폐반복성·내충격성·내화성·차연성을 확인하여 을중 방화문은 비차열 30분 이상의 성능, 갑중 방화문은 비차열 60분 이상의 성능을 확보하도록 하고 있다. 그러나, 국내의 경우 최대 3시간까지 요구되는 벽체의 요구 내화성능 및 주위 환경에 관계없이 1시간 성능의 갑중방화문을 적용토록 하고 있으며, 차열 방화문의 사용에 대한 규정이 없는 등 화재시 충분한 화재확산방지를 기대하기 어려운 실정이다. 한편, 관련업계에서는 현재 국내 방화문시장 규모를 연간 2,000억원대로 추정하고 있으며, 향후 목재방화문이 새로운 시장을 창출하며 약 400억원대의 시장규모를 차지할 것으로 예상하고 있다. 그리고, 최근 들어 외국으로의 수출을 모색하고 있으며, 차열방화문에 대한 연구개발이 수행되고 있는 등 그 규모를 확대해 나갈 것으로 전망이 된다.

(2) 방화셔터

방화셔터는 국토해양부고시 제2012-552호 ‘자동방화셔터 및 방화문의 기준’에 따라 KS F 2268-1 ‘방화문의 내화시험 방법’에 따라 시험한 결과 비차열 1시간 이상의 성능을 확보하고, KS 4510 ‘중량셔터’에서 규정한 차연성능과 개폐성능을 확보하여야 한다. 그러나, 벽체의 요구 내화성능 및 주위 환경에 관계없이 비차열 1시간 성능의 방화셔터를 적용토록 하고 있으며, 차열 방화셔터의 사용에 대한 규정이 없는 등 화재시 충분한 화재확산방지를 기대하기 어려운 실정이다. 방화셔터는 재질에 따라 철판 셔터 및 스크린(천 재질) 셔터로, 형태에 따라 일반형 셔터 및 일체형 셔터로 구분할 수 있는데, 최근 들어 스크린 셔터 및 일체형 셔터의 사용이 증가 추세에 있는 실정이다. 한편, 일체형 셔터는 시장·군수·구청장이 정하는 기준에 따라 별도의 방화문을 설치할 수 없는 부득이한 경우에 한하여 설치할 수 있으며, 일체형 셔터의 출입구는 행정자치부장관이 정하는 기준에 적합한 비상구유도등 또는 비상구유도표지를 하여야 할 것, 출입구 부분은 셔터의 다른 부분과 색상을 달리하여 쉽게 구분되도록 할 것, 출입구의 유효너비는 0.9미터 이상, 유효높이는 2미터 이상일 것의 기준을 만족하여야 하며, 일체형 셔터의 피난 출입문을 여는데 필요한 힘은 문을 열 때 133 N 이하, 완전 개방한 때 67 N 이하이어야 한다.

(3) 방화용 승강기문

방화용 승강기문은 과거 승강기문 전면에 방화셔터를 설치하여 왔던 것을 승강기문 단독으로 사용 가능토록 관련 고시인 국토해양부고시 제2012-552호 ‘자동방화셔터 및 방화문의 기준’이 개정됨에 따라 건설현장 전반에 널리 사용되고 있다. 고시 내용에 따라 방화용 승강기문은 KS F 2268-1 ‘방화문의 내화시험 방법’에 따라 시험한 결과 비차열 1시간 이상의 성능을 확보하도록 하고 있다. 그러나, 과거 승강기문 전면에 설치되었던 방화셔터에서 요구하고 있는 차연성능이 포함되지 않아 피난시 인명 안전 확보를 위해 충분한 성능을 발휘할 수 있는지에 대한 의문이 제기된다. 현재 ISO TC92(화재안전 분야)/SC2(내화)에서는 ‘승강기문의 내화시험방법’을 ISO 표준으로 제정하는 작업을 진행중에 있는데 CO₂ 포집을 통한 차연 성능평가를 포함하고 있다. 따라서, 방화용 승강기문의 화재안전성 확보 및 국제수준의 부합화를 위해서 관련 성능평가 방법 및 기준의 개정을 검토하여야 할 것이다. 한편, 방화용 승강기문의 국내시장 규모는 현재 통계가 없는 실정이지만, 계속해서 그 규모를 확대하고 있는 중이며, 유럽, 미주, 동남아로의 매출이 크게 향상되고 있는 중이다.

(4) 방화유리창

현재 건축법 및 관련 고시에 따라 사용되고 있는 방화유리창은 아파트 등 공동주택의 발코니 부분 확장시 하부 층의 화염전파를 방지하기 위해 발코니 샷시 하부에 설치하는 방화유리창이 유일하다고 할 수 있다. 현재로서는 방화유리창이 방화구획 선상에 사용되려면 주위 벽체와 동일한 내화성능을 확보하여야 하는데, 관련 구조의 개발이 안된 상태로 건축물의 방화구획 선상에 설치된 유리창은 내화성능이 확보되지 않은 불법 구조라고 볼 수 있다. 그러나, 근래 들어 건축물의 고층화 및 미래 지향성으로 인하여 공간의 미관이나 활용성이 중요시되어 유리 벽체에 대한 관심이 높아지고 있어 관련 업체들의 방화유리창에 대한 연구개발이 진행중에 있다. 국내 건축용 방화유리 시장은 연간 150억 정도로 추산되고 있으나 이것은 순수한 비차열 방화유리창의 시장으로 판단되며, 차열 방화유리창이 개발되어 수요가 생성된다면 5년뒤 2배 정도의 시장규모를 가질것으로 판단된다.

(5) 방화댐퍼

방화댐퍼는 냉난방·환기를 위한 덕트가 방화구획을 관통할 때 화재확산 방지를 목적으로 사용되는 방화설비로서 ‘건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙’ 제14조 3항 및 KS F 2815 ‘배연설비의 검사표준’ 5.1.4항에 설치 및 성능기준이 규정되어 있다. 성능기준에는 방연 및 내화성능이 규정되어 있음에도 불구하고 ‘방화댐퍼의 방연시험방법’만 명시되

어 있어 건설 현장에서는 현장에 따라 방연시험방법 중 ‘연기누설시험’ 성능 확인만 하는 등 방화담퍼의 기준 적용과 관련한 혼란이 야기되고 있으며, 화재시 제대로 된 성능 확보가 어렵다.

(6) 내화충전구조

내화충전구조는 배관, 덕트, 케이블 등 설비의 방화구획 관통부위 주위 틈새에 충전되어 화재확산 방지를 하는 방화구조물로서 국토해양부고시 제2012-625호 ‘내화구조의 인정 및 관리기준’에 따라 시험기관에서 성능평가를 진행하여 관통되는 벽체·바닥과 동일한 내화성능을 확보하는 등 성능기준에 적합할 경우 시험성적서를 발급받아 건설현장에 납품시 제출토록 하고 있다. 현재 국내 내화충전구조 시장은 총 650억원 규모로 그 중 설비관통부 충전시스템이 65%, 선형 조인트 충전시스템이 35%를 차지하고 있다. 내화충전구조 관련 시장은 초고층·대형 건물의 증가와 국가인정제도의 실시로 인하여 2012년에는 내화충전구조 시장이 약 1,000억원대의 시장으로 확대될 가능성이 있는 것으로 전망하고 있다. 단, 현재 전체 시장에서 외국의 다국적 기업에서 수입되는 비율이 전체 시장의 70%, 총 450억 규모로 나타나 내화충전구조 표준 시험방법 및 평가기준을 개발하여 제품의 소재기술개발과 품질 확보에 노력을 기울여 전체 시장에서의 점유율을 높여야 할 필요성이 있다.

2. 국외 기술 및 산업 동향

가. 일반 동향

국내와는 달리 외국은 화재확산방지설비의 요구 내화성능을 적용되는 주위 벽체 또는 바닥의 내화성능에 따라 각각에 대응된 세분화된 규정을 사용토록 하고 있으며, 화재확산방지설비별로 적용되는 위치 및 용도에 따라 내화성능을 달리 규정하여 적용하도록 하고 있다.

또한, 외국에서는 건축물 화재안전의 기본 요건인 내화구조 및 화재확산방지설비에 대한 평가 뿐만 아니라 내화설계법, 피난안전설계법, 화재확산방지 설계법을 종합·연계한 건축물 종합 방화 설계법을 개발하여 건축물의 화재안전시스템을 구축하고 있다.

한편, 화재확산방지설비가 적용될 수 있는 복합빌딩의 세계시장 규모(50층 이상 빌딩 기준)는 약 120건, 최대 10조로 전망되어 투자가치가 클 것으로 예상되며 전세계 초고층 시장 규모는 2012년에 40조, 2015년에 560조 규모로 성장할 것으로 예상된다(건설교통 R&D 혁신로드맵, 2006, 한겨레이앤씨-Economy 21, 2007.07).

나. 화재 확산방지설비

(1) 방화문/방화셔터

외국에서는 건축물 구조체의 내화성능에 따라 화재확산방지설비의 요구 내화성능을 규정하고 있는데, 미국의 IBC(International Building Code) Code에서는 <표 1.7>과 같이 벽체 내화성능에 따라 방화문 및 방화셔터의 요구 내화성능을 규정하고 있다. 특히, 피난로의 문에 대해서는 표준화재시험 30분 경과 후 최대 이면온도가 주위온도보다 232 ℃ 이하가 되도록 하는 차열 방화문의 사용을 규정하고 있는 등 건축물의 용도·규모 및 특정공간에 따라 방화문의 적용기준을 규정하고 있다.

<표 1.7> 방화구획 벽체 내화성능에 따른 방화문 및 방화셔터 요구 내화성능(IBC Code)

부재 구분	벽체 내화성능(hr)	방화문 및 방화셔터 요구 내화성능(hr)
1시간 초과 방화구획	4	3
	3	3
	2	1.5
	1.5	1.5
1시간 방화구획		
- 샤프트, 비상통로	1	1
- 기타	1	3/4
간막이벽		
- 복도	1	1/3
- 기타	1	3/4
외벽	3	1.5
	2	1.5
	1	3/4

(2) 방화용 승강기문

방화용 승강기문의 경우 국내는 차연성능이 요구되지 않는 반면, 유럽 국가의 경우 EN81-58(Safety rules for the construction and installation of lifts - Examination and tests - Part 58 : Landing doors fire resistance test)이 제정되어 방화용 승강기문에 대해 차연성능을 평가하고 있으며, 현재 국제규격(ISO 3008-2)으로도 제정 중에 있다. 한편, 일본의 경우도 관련 기준에서 승강로 방화구획을 위한 다양한 대안을 제시하고 있으며, 방화용 승강기문이 단독 사용될 경우 차연성능을 확보토록 하고 있다. <표 1.8>은 각 국의 승강기문의 관련 기준을 나타내고 있다.

<표 1.8> 각 국의 승강기문 성능기준

구분	한 국	미 국	영 국	캐나다
관련 규정	· 국토해양부고시 제2012-552호	· NFPA 101B, 3-2.13 · IBC 7장 Sec. 7.1.5	· BR A. DOC. B.	· NBC Sec. 3.5
성능 기준	· 비차열 1시간 이상 · 시험은 2회 (승강장면)	· NFPA : 1시간 이상 · IBC : 승강로 내화 성능에 따라 4시간 → 3시간 3시간 → 3시간 2시간 → 1.5시간 1시간 → 1시간	· 비차열 30분 이상 (차연성능 확보)	· 비차열 1시간 (소방관 용도)

(3) 방화유리창

국내와는 달리 외국에서는 방화구획벽, 제연경계벽, 실간 간막이벽 및 외벽 등에 방화유리창을 널리 적용하고 있다. 미국의 경우 IBC에서 <표 1.9>와 같이 벽체 종류 및 내화성능에 따라 방화유리창의 최소 요구 내화성능을 규정하고 있고, 실간 간막이벽 및 방화구획벽에 적용되는 방화유리창의 면적을 벽체 면적의 25 % 이하로 제한하고 망입유리에 대해서는 <표 1.10>과 같이 크기를 제한하고 있으며, 관련 시험표준으로 NFPA 257 ‘창문 조립품의 화재 시험 기준’과 적용기준으로 NFPA 80 ‘방화문과 방화창문에 관한 기준’ 등을 인용하고 있다. 일본의 경우도 외벽의 방화유리창을 망입유리로 하도록 하는 등 규정을 정하여 건축물에 적용토록 하고 있다.

한편, 국외의 방화유리 생산업체로는 독일의 SCHOTT, 프랑스의 SAINT-GOBAIN, 영국의 PHILKINGTON, 일본의 NSG 등이 있으며, 방화물질과 유리의 구성을 변화시켜 다양한 종류의 방화유리를 생산하고 있다. 방화유리에 대한 미국의 시장규모는 2008년에는 107억 달러, 2013년에는 118억 달러 규모 정도이다.

<표 1.9> 방화유리창 요구 내화성능(IBC Code)

구 분		벽체 내화성능(hr)	방화유리창 최소 요구 내화성능(hr)
내 벽	방화벽	모두	적용 불가
	방화구획벽	1 초과	적용 불가
		1	3/4
	제연경계벽	1	3/4
	실간 간막이벽	1	3/4
		1/2	1/3
외 벽		1 초과	1 1/2
		1	3/4
건물간 경계벽		모두	적용 불가

<표 1.10> 망입유리의 크기 제한(IBC Code)

개구부 요구 내화성능	최대 면적(in ²)	최대 높이(in)	최대 너비(in)
3 시간	적용 불가	적용 불가	적용 불가
외벽의 1.5시간 방화문	적용 불가	적용 불가	적용 불가
1시간 ~ 1.5시간	100	33	10
3/4시간	1,296	54	54
20분	무제한	무제한	무제한
방화유리창	1,296	54	54

(4) 방화댐퍼

방화댐퍼의 성능기준과 관련하여 미국은 경우는 IBC 및 NFPA 90A(Standard for the Installation of Air Conditioning and Ventilating Systems)에서 방화댐퍼의 적용기준 및 시험방법을 규정하고 있으며, 일본은 건축기준법 시행령 및 고시에서 방화댐퍼의 성능 규정 및 예시 사양을 정하여 기준을 만족하는 방화댐퍼를 사용토록 하고 있다. 방화댐퍼의 시험방법과 관련하여서는 국제표준으로 ISO 10294-1, 2(Fire resistance tests - Fire dampers for air distribution systems)가 있으며, KS 2840의 인용규격으로 시험장치의 구성이 동일하다. 한편, 미국의 경우 IBC에서 UL 555(Fire Dampers)의 방화댐퍼 시험표준에 의해 내화성능을 확인토록 하고 있으며, <표 1.11>과 같이 관통부 구조체의 내화성능에 따라 방화댐퍼의 최소 내화성능을 규정하고 있다.

<표 1.11> 방화댐퍼의 요구 내화성능(IBC Code)

관통부 구조체 내화성능	방화댐퍼 최소 요구 내화성능(hr)
3시간 미만	1.5
3시간 이상	3

(5) 내화충전구조

내화충전구조는 외국에서도 80년대 중반부터 본격적인 연구개발 및 투자가 이루어진 분야로써 그 역사가 길지 않다. 그러나, 외국의 경우 기술 개발이 상당 부분 이루어져 HILTI(스위스 업체)에서는 현재 기존의 내화성능 이외에 해양구조물 등 좀 더 가혹한 조건을 가정한 수밀 · 가스차단 · 내충격 · 내 진동성능을 확보한 방화재에 대한 개발이 진행되고 있으며, 원자력 발전소 등에 적용될 수 있는 3시간 내화성능, 방사선 차폐 및 내진성능을 강화한 충전구조에 대한 개발을 활발히 진행하고 있다.

내화충전구조 소재기술 및 시스템 기술과 관련된 시장은 주로 3M, GRACE 등의 미국기업이 주도하고 있는데, 이는 UL, FM 등과 같은 민간기관 인증제도가 정착되어 있는데 기인한 것으로 판단된다. 한편, 유럽은 정통적인 무기질 단열재 시공이 일반적으로 사용되고 있는 공법으로 스위스의 HILTI 등 방화소재 전문기업이 세계시장을 선도하고 있다. 현재 세계적으로 초고층복합빌딩의 수요가 급증하고 있으며, 설비 · 플랜트 분야의 수요도 계속 증가하고 있어 시장규모는 지속적으로 확대되고 있는 양상이다. <표 1.12>는 외국 관련 업체의 기술 개발 현황 및 수준을 나타내고 있다.

<표 1.12> 외국 관련 업체 기술개발 현황 및 기술수준

업체명 (국적)	보유기술 또는 특허	기술 수준
도요세이키 (일본)	설비관통부 충전시스템 (3시간 내화)	세계 최고 수준
HILTI (스위스) GRACE (미국) 3M (미국)	- Fire stop sealant & spray : 개구부 및 조인트 내화구획 - Firestop sleeve : Cable 관통부 구획 - Collars & Wrap Strip : Pipe 관통부 구획 - Firestop plug, Putty pad, Sticks : cable, pipe 관통부 구획 - Fire block, mortar, board : 개구부 구획	1~4시간 내화 (ASTM E 814, UL 1479)

제3절 연구결과가 관련분야에서 차지하는 위치

본 연구는 건축물에서 화재확산방지에 중요한 요소인 개구부에 적용되는 화재확산방지설비의 화재안전성 확보를 위한 관련 제도 개선을 위한 정책 연구로서 연구 성과가 관련 법령 및 기준에 반영되면 관련 제조업체, 건설업체, 유관기관 및 소비자에게 큰 영향을 주게 된다. 특히, 화재확산방지설비의 성능 향상이 요구되므로 우리나라의 관련 기술 및 제품 현황을 파악하여 충분히 제품을 개발하고 생산할 수 있는 여건을 마련하여 줌으로써 제품의 현장 적용에 공백이 생기지 않도록 하여야 한다. 이를 위해서는 제도 개선안에 대한 충분한 검토를 통하여 반영 및 시행 시기를 조절하는 것이 가장 중요하다고 판단된다.

그리고, 추후에 본 연구의 후속 연구를 통해 계속적으로 검토하여 관련 제도 개선안을 마련함으로써 화재확산방지설비의 화재안전성을 선진 외국 수준까지 향상시킬 수 있도록 하여야 한다.

제2장 연구 수행 내용 및 결과

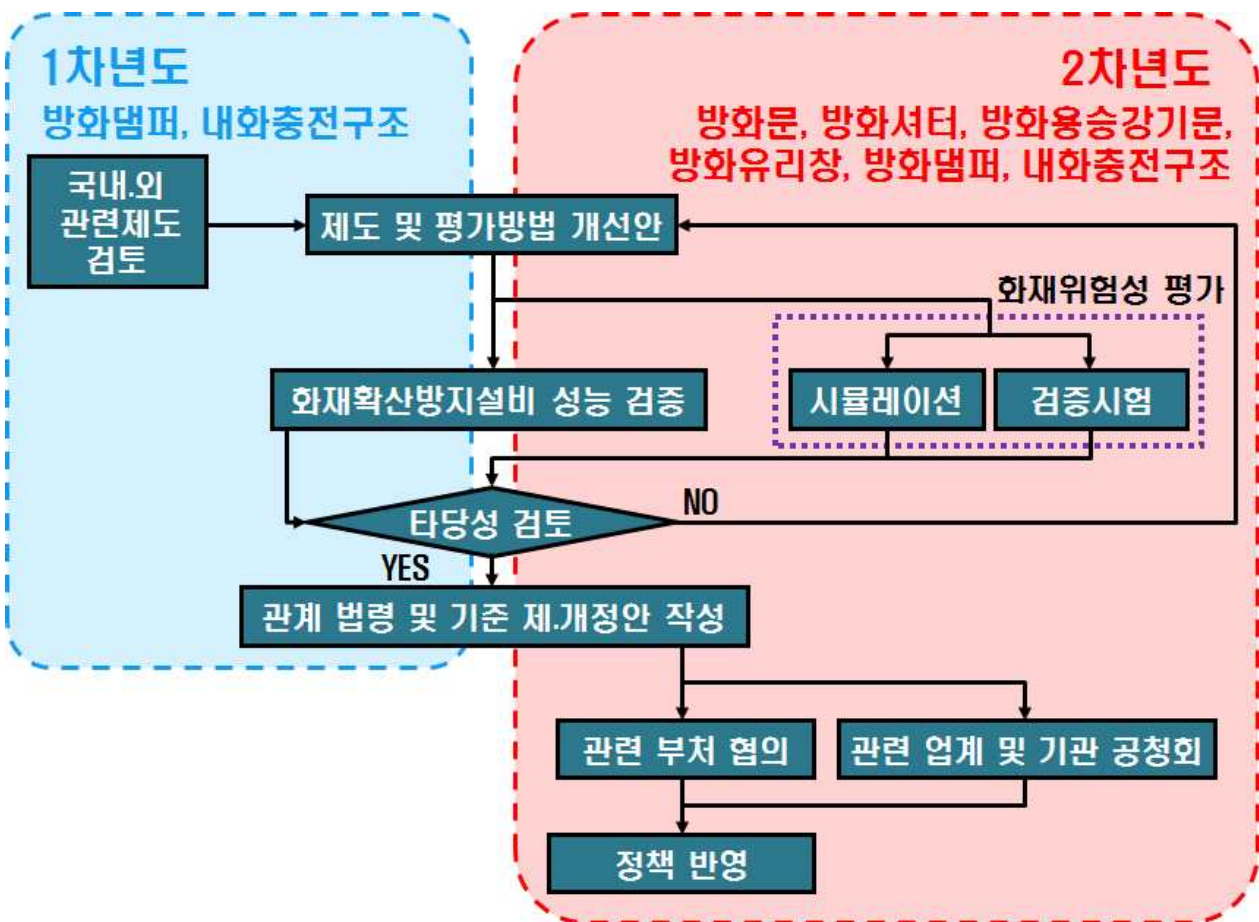
제1절 연구수행 전략 및 방법

1. 연구수행 추진체계

구 분	주관연구기관 (한국화재보험협회부설방재시험연구원)	공동연구기관 (한국건설기술연구원)
1차년도 (2012 ~2013)	• 화재확산방지설비 제도 개선 - 화재확산방지설비의 국·내외 제도 검토 • 화재확산방지설비 평가 방법 개선 - 화재확산방지설비의 국·내외 평가 방법 검토 - 평가 관련 KS 표준 개정안 작성 (방화덤퍼) - 시험설비 구축(방화덤퍼) - 평가 방법 개선안 작성(방화덤퍼) • 화재확산방지설비 성능 검증 - 화재확산방지설비별 검토 대상 선정 - 시험체 제작 및 성능 평가 (방화덤퍼) - 화재확산방지설비 성능 검증 (방화덤퍼)	• 화재확산방지설비 제도 개선 - 화재확산방지설비의 국·내외 제도 검토 • 화재확산방지설비 평가 방법 개선 - 화재확산방지설비의 국·내외 평가 방법 검토 - 평가 방법 개선안 작성(내화충전구조) • 화재확산방지설비 성능 검증 - 화재확산방지설비별 검토 대상 선정 - 시험체 제작 및 성능 평가 (내화충전구조) - 화재확산방지설비 성능 검증 (내화충전구조)
2차년도 (2013 ~2014)	• 화재확산방지설비 제도 개선 - 건축물의 용도·규모·특정공간별 화재확산방지설비의 화재위험성 평가 및 제도 개선안 마련 - 제도 개선안 작성 - 제도 개선안 제시 • 화재확산방지설비 평가 방법 개선 - 평가 관련 KS 표준 개정안 작성 (방화문) - 시험설비 구축(방화덤퍼) - 평가 방법 개선안 작성 - 평가 방법 개선안 제시 • 화재확산방지설비 성능 검증 - 시험체 제작 및 성능 평가 (방화문, 방화용 승강기문, 방화유리창, 방화덤퍼) - 화재확산방지설비 성능 검증 (방화문, 방화용 승강기문, 방화유리창, 방화덤퍼)	• 화재확산방지설비 제도 개선 - 건축물의 용도·규모·특정공간별 화재확산방지설비의 화재위험성 평가 및 제도 개선안 마련 - 제도 개선안 작성 - 제도 개선안 제시 • 화재확산방지설비 평가 방법 개선 - 평가 관련 KS 표준 개정안 작성 (내화덕트) - 평가 방법 개선안 작성 - 평가 방법 개선안 제시 • 화재확산방지설비 성능 검증 - 시험체 제작 및 성능 평가 (내화충전구조) - 화재확산방지설비 성능 검증 (내화충전구조)

2. 연차별 연구 범위 및 수행방법

1차년도에는 방화담퍼와 내화충전구조, 2차년도에는 방화문, 방화셔터, 방화용승강기문, 방화유리창, 방화담퍼 및 내화충전구조에 대하여 [그림 2.1]의 흐름도와 같이 화재확산방지설비 관련제도 개선을 위한 연구를 수행하였다. 그리고, <표 2.1>은 연차별 연구내용 및 세부추진 계획 및 방법을 나타내고 있다.



[그림 2.1] 화재확산방지설비 관련 제도 개선 흐름도

<표 2.1> 연차별 연구내용 및 세부추진 계획 및 방법

연차	연구내용	세부추진 계획 및 방법
1차 년도	■ 화재확산방지설비의 국·내외 관련 제도 검토	▪ 제도 관련 국·내외 관련 규정 조사·분석 - 검토 대상 : 우리나라, 일본, 미국, 영국, 기타 - 제도 개선안 방향 설정 ▪ 평가 방법 관련 국·내외 관련 규정 조사·분석 - 검토 대상 : 우리나라, 일본, 미국, 영국, ISO, 기타
	■ 평가 관련 KS 표준 개정안 작성(방화담퍼)	▪ KS F 2822 ‘방화담퍼의 방연시험방법’ 개정안 작성 ▪ KS F 2840 ‘방화담퍼의 내화시험방법’ 개정안 작성
	■ 시험설비 구축(방화담퍼)	▪ KS F 2822 중 ‘연동폐쇄장치의 작동시험’ 시험설비 구축 - 시험설비 구축을 위한 준비·설계 수행 - 시험설비 구축 및 시운전
	■ 화재확산방지설비 성능 검증 (방화담퍼, 내화충전구조)	▪ 화재확산방지설비별 검토 대상 선정 - 국·내외 관련 자료 조사·분석 - 관련 업체 협의를 통한 검토 대상 선정 ▪ 화재확산방지설비별 성능 평가 - 시험체 제작 및 성능 평가 - 방화담퍼 : 비차열 방화담퍼에 대한 방연성능 및 내화성능 평가 - 내화충전구조 : 내화충전구조(선형 조인트 구조) 시험체에 대한 움직임 후 내화성능 평가 ▪ 화재확산방지설비별 성능 DB 구축 - 유형별 내화성능 검증 및 DB 구축
	■ 평가 방법 개선안 작성 (방화담퍼, 내화충전구조)	▪ 방화담퍼 고시 제정안 작성 및 제안 ▪ 내화충전구조 세부운영지침 개정안 작성 및 정책 반영
2차 년도	■ 건축물의 용도·규모·특정공간별 화재확산방지설비의 화재위험성 평가 및 제도 개선안 마련	▪ 문제점 및 개선방향 설정 ▪ 화재위험성 평가(시뮬레이션, 검증시험) - 대상 공간 : 아파트 대피공간, 승강기 내부 - 입력데이터 DB 구축(방화문, 방화용 승강기문) - 시뮬레이션 수행 및 결과 분석 - 시뮬레이션 및 검증시험 결과 비교·분석 ▪ 제도 개선안 마련 - 국·내외 관련 규정, 성능 검증 사항, 화재위험성 평가 결과를 반영하여 제도 개선안 마련

<표 2.1> 연차별 연구내용 및 세부추진 계획 및 방법(계속)

연차	연구내용	세부추진 계획 및 방법
2차 년도	■ 평가 관련 KS 표준 개정안 작성(방화문, 내화덕트)	- KS F 2268-1 ‘방화문의 내화시험방법’ 개정안 작성 - KS F 2841 ‘덕트의 내화시험방법’ 개정안 작성
	■ 시험설비 구축(방화댐퍼, 내화덕트)	- KS F 2840 ‘방화댐퍼의 내화시험방법’ 및 KS F 2841 ‘덕트의 내화시험방법’ 시험설비 구축 - 시험설비 구축을 위한 준비·설계 수행 - 시험설비 구축 및 시운전
	■ 화재확산방지설비 성능 검증(방화문, 방화용 승강기문, 방화유리창, 방화댐퍼, 내화충전구조)	- 화재확산방지설비별 검토 대상 선정 - 국·내외 관련 자료 조사·분석 - 관련 업체 협의를 통한 검토 대상 선정 - 화재확산방지설비별 성능 평가 - 시험체 제작 및 성능 평가 - 방화문 : 코어재에 따른 철제방화문의 내화성능 평가(외여단이 방화문, 양여단이 방화문), 양여단이 방화문의 작동성능 확인 및 자동 플러쉬볼트 및 순위조절기 미설치시 내화성능 평가, 목재방화문의 내화성능 평가 - 방화용 승강기문 : 단일재 적용에 따른 내화성능 평가, 방화문의 차연시험 방법에 따른 차연성능 평가 - 방화유리창 : 비차열 유리창 및 차열 유리창의 내화성능 평가(유리창 크기, 차열 유무, 면적비율에 따른 복사열 평가), 망입유리창의 내화성능 평가 - 방화댐퍼 : KS 및 국제표준(ISO)에 따른 비차열 방화댐퍼의 내화성능 평가 - 내화충전구조 : 선형 조인트, 커튼월 선형 조인트, 내화덕트 시험 - 화재확산방지설비별 성능 DB 구축 - 유형별 내화성능 검증 및 DB 구축
	■ 평가 방법 개선안 작성(방화문, 방화셔터, 방화용 승강기문, 방화유리창, 방화댐퍼, 내화충전구조)	- 방화문, 방화셔터, 방화용 승강기문 고시 개정안 작성 - 방화유리창, 방화댐퍼, 내화덕트 고시 제정안 작성 - 내화충전구조 세부운영지침 개정안 작성
	■ 제도 개선안 작성	- 건축물의 용도·규모·특정공간별 화재확산방지설비 제도 개선안 작성 및 검토 - 관련업체 협의를 통한 제품의 개발 가능성 및 상용화 검토 - 관련 법령 제·개정안 작성
	■ 제도 및 평가 방법 개선안 제시	- 제도 및 평가 방법 개선안 관련 부처 정책 제안 - 제도 개선을 위한 국토교통부 협의 - 관련업체 및 기관 공청회 개최 - 정책 반영을 위한 대응

제2절 연구수행 내용 및 결과

1. 방화문/방화셔터

가. 국내·외 관련제도 검토

(1) 제도

<표 2.2> 및 <표 2.3>은 우리나라와 일본, 미국, 영국, 캐나다 및 호주에서 규정하는 방화문, 방화셔터 등에 요구되는 화재성능을 검토하고 건물부위별 요구되는 방화문 및 방화셔터의 화재 성능을 비교하여 정리한 것이다.

미국과 캐나다는 벽체의 내화성능에 따라 방화문의 요구 내화성능을 달리 정하고 있으며, 미국, 영국, 캐나다 및 호주의 경우 정도의 차이는 있으나 방화문에 대해서 차열성능까지도 요구하고 있어 우리나라의 경우도 벽체의 내화성능에 따라 방화문의 요구 내화성능을 달리 하는 것과 인명 안전을 위하여 피난 관련 공간의 출입구의 방화문에 대해서 차열성능을 확보토록 하는 것을 검토할 필요성이 있다.

<표 2.2> 방화문, 방화셔터 화재 성능 비교

(분)

구 분	벽체 내화 성능	한국 일본	미 국		영국	캐나다	호주
			IBC	NFPA 5000			
방화벽	180 이상	60(차염)	180(차염)	180(차염)	60(차염) 120(차열) ²⁾	120(차염) 60(차열) ³⁾	60(차염) 30(차열) ³⁾
	120		90(차염)	90(차염)		90(차염) 30(차열) ³⁾	
	90		90(차염)	—	60(차염) 90(차열) ²⁾	60(차염) 30(차열) ³⁾	
	60		60(차염)	—	60(차염) 60(차열) ²⁾	45(차염) 30(차열) ³⁾	

방화벽으로 구획된 샤프트, 피난계단, 승강기 승강로, 피난실, 피난복도, 램프	120	60(차염)		90(차염) 30(차열) ¹⁾	90(차염) 30(차열) ¹⁾	30(차염) 60(차열) ²⁾	90(차염) 60(차열) ³⁾	60(차염) 30(차열) ³⁾
	60			60(차염) 30(차열) ¹⁾	60(차염) 30(차열) ¹⁾		45(차염) 30(차열) ³⁾	
방화칸막이벽으로 구획된 복도	120	60(차염)		-	20(차염)	30(차염) 30(차열) ²⁾	45(차염) 30(차열) ³⁾	60(차염) 30(차열) ³⁾
	60			20(차염)	-		30(차열) ³⁾	
	30			20(차염)	20(차염)		-	
기타 방화칸막이벽	60	60(차염)		45(차염)	-	20(차염)	45(차염) 30(차열) ³⁾	60(차염) 30(차열) ³⁾
	30			20(차염)			20(차열)	-
외 벽	180	60 (차염)	20 (차염)	90(차염)	-	30(차염)	-	-
	120							
	60			45(차염)				

- 1) 피난계단 설치 방화문에 대해 30분 차열성능(232℃) 요구(스프링클러가 설치되지 않은 경우 해당)
- 2) 방화문의 설치 면적이 벽체 면적의 25%를 초과하는 경우 차열성능 요구
- 3) 스프링클러가 설치되지 않은 경우 30분 차열성능 요구

외국에서는 <표 2.3>과 같이 벽체의 종류에 따라 방화문의 차염성능 및 차열성능을 다양하고 규정하고 있으며, 방화문에 설치되는 방화유리창의 면적을 제한하는 등 방화문의 화재안전성 확보를 위한 세부적으로 규정하고 있어 우리나라도 이에 대한 검토가 필요하다. 특히, 차열성능을 요구하는 방화문에 대해서 화재안전성을 저해하지 않도록 방화유리창의 면적을 제한하는 것은 적극 검토할 필요성이 있다.

그리고, 양여단이 방화문은 특성상 양쪽 문의 개폐 순서 및 문틀에의 고정 여부가 중요하므로 IBC 코드에서와 같이 특정 하드웨어를 설치하도록 하는 등 작동 성능을 확인할 필요성이 있다.

<표 2.3> 방화문, 방화셔터 화재 성능기준 비교

(시간)

설치 장소	성능 비교
방화구획벽	· 우리나라와 일본은 일률적으로 1시간의 차열성능 규정 · 미국과 캐나다는 방화구획벽의 내화성능(90분~4시간)에 따라 최대 1시간의 차열성능 및 90분~3시간의 차열성능 규정 · 미국과 캐나다는 방화문내 유리창 면적제한(방화문 요구성능 90분 이내에서 최대 0.065 m²) · 미국과 캐나다는 방화문 이면상승온도를 가열후 30~1시간내에서 250 ℃로 제한 · 영국은 최대 1시간의 차열성능 요구, 단 방화문 설치면적이 벽체 면적의 25 % 초과시 1~3시간 차열성능 요구 · 호주는 방화구획벽 내화성능의 1/2 또는 1시간 차열/30분 차열성능 중 선택
방화벽으로 구획된 샤프트, 피난계단, 피난복도, 승강기 승강로, 램프	· 우리나라와 일본은 일률적으로 1시간의 차열성능 규정 · 미국과 캐나다는 설치 부위 내화성능(1~2시간)에 따라 30분~1시간의 차열성능 및 30분~90분의 차열성능 규정 · 미국과 캐나다는 방화문내 유리창 면적제한(방화문 요구성능 90분 이내에서 최대 0.065 m²) · 미국과 캐나다는 방화문 이면상승온도를 가열후 30분 이내까지 250 ℃로 제한 · 영국은 최대 30분의 차열성능 요구, 단 방화문 설치면적이 벽체 면적의 25 % 초과시 1시간 차열성능 요구 · 호주는 방화구획벽 내화성능의 1/2 또는 1시간 차열/30분 차열성능 중 선택
방화칸막이 벽으로 구획된 복도	· 우리나라와 일본은 일률적으로 1시간의 차열성능 규정 · 미국은 20분의 차열성능 규정, 방화문내 유리창은 20분 차열성능 확보 · 영국은 최대 30분의 차열성능 요구, 단 방화문 설치면적이 벽체 면적의 25 % 초과시 30분 차열성능 요구 · 캐나다는 스프링클러 미설치시 최대 30분의 차열성능 및 45분의 차열성능 요구, 방화문내 유리창 면적 제한, 0.065 m² · 호주는 방화구획벽 내화성능의 1/2 또는 1시간 차열/30분 차열성능 중 선택
기타 방화칸막이 벽	· 우리나라와 일본은 일률적으로 1시간의 차열성능 규정 · 미국과 캐나다는 설치 부위 내화성능(30분~1시간)에 따라 20분~45분의 차열성능 규정, 단 캐나다는 스프링클러 미설치시 최대 30분의 차열성능 및 45분의 차열성능 요구, · 방화문내 유리창 면적제한(미국은 20분~45분의 차열성능 확보, 캐나다는 방화문 요구성능 45분 이내에서 유리창 면적 제한, 0.065 m²) · 영국은 20분의 차열성능, 차열성능 규정 · 호주는 1시간 내화성능 설치부위에 대해 1시간 차열/30분 차열성능 규정
외 벽	· 우리나라는 1시간, 일본은 20분의 차열성능 규정 · 미국은 설치 부위 내화성능 1시간은 45분, 그 이상은 90분의 차열성능 규정 · 미국은 방화문내 유리창 면적제한(방화문 요구성능 2시간 이상시 최대 0.065 m². 0.065 m² 초과시 90분 차열성능 및 차열성능 확보) · 영국은 30분의 차열성능 규정

(2) 평가방법

우리나라와 일본, 미국, 영국, 캐나다, 호주 및 ISO에서 규정하는 방화문, 방화셔터의 내화 성능 평가방법에 대한 검토를 실시하여 <표 2.4>와 같이 주요 사항을 정리하였다.

각국의 방화문과 방화셔터의 내화성능 평가방법은 대부분 유사하나 차열성능기준과 관련하여 차이가 나타나는데 우리나라, 일본, 영국 및 호주는 ISO에 근거해 시험체의 이면상승 온도를 기준으로 하여 이면평균상승온도는 140 ℃ 이하, 이면최고상승온도 180 ℃ 이하를 적용하고 있다. 반면에 미국과 캐나다는 방화문 및 방화셔터의 설치부위에 따라 방화성능만이 요구되는 경우 시험후 30분 이내까지의 이면온도를 250 ℃로 규정하고 있다. 한편, ISO에서는 최근 개정판에서 문틀에 대한 이면최고상승온도 기준을 360 ℃로 규정하고 있어 ISO 정합화를 기본으로 하는 KS도 개정을 하여 관련 제품의 개발 활성화를 도모할 필요성이 있다.

<표 2.4> 방화문, 방화셔터 내화시험 판정기준 비교

규격 항목	한 국 KS F 2268-1	일 본 JIS A 1311	미 국 ASTM E 119 NFPA 252	캐나다 CAN4-S104-M	영 국 BS 476 Part 22	호 주 AS 1530	ISO 3008
평가항목	·차염/차연성능		·내화성능 (ASTM, 주수 포함) ·방화성능(NFPA, 주수 포함)	·내화 및 방화성능 (주수 포함)	·차염/차열/차연 성능 ·변형 및 복사열은 참조 사항	·차염/차열 성능 ·복사열 측정	·차염/차연 성능
차염성능	·이면 화염발생 (10초 이내) ·균열게이지 적용 (6 mm, 150 mm)		·ASTM E 119 이면의 화염발생 ·NFPA 252 이면 화염발생, 시험체 벌어짐, 균열 폭 제한(종류별) ·주수시험시 시험체 관통여부 (ASTM, NFPA 공통)	·이면 화염발생, 시험체 벌어짐, 균열 폭 제한(종류별) ·주수시험시 시험체 관통 여부	·차열 및 비차열 방화문/방화셔터 ·이면 화염 발생 (10초 이내) ·균열게이지 적용 (6 mm, 150 mm)	·균열크기 제한 (6 mm×150 mm 이내) ·이면 화염발생 (10초 이내) ·접침 범위 제한 (미단이문) 35 ~ 75 mm ·결쇠 및 자동 잠금장치 폐쇄	·면패드 착화 여부 ·이면 화염발생 (10초 이내) ·균열게이지 적용 (6 mm, 150 mm)
차열성능	·이면평균상승온도 (문짝, 셔터 본체, 문내 유리창, 상부/측면 패널) 140 ℃ 이하 ·이면최고상승온도 (평균온도 측정부위 및 문틀 포함) 180 ℃ 이하		·ASTM E 119 이면평균상승온도 141 ℃ 이하 이면최고상승온도 181 ℃ 이하 ·NFPA 252 시험후 30분 이내 이면상승온도로 평가. 250 °F (121 ℃), 450 °F (250 ℃), 650 °F(343 ℃) 등급 구분	·이면평균상승온도 141 ℃ 이하 ·이면최고상승온도 181 ℃ 이하	·차열 방화문/방화셔터 ·이면평균상승온도 140 ℃ 이하 ·이면최고상승온도 180 ℃ 이하 ·주위 지지구조 제외	·시험후 30분 이내 평가 ·방화문 이면 평균상승온도 140 ℃ 이하 ·방화문/지지구조 이면최고상승온도 180 ℃ 이하	·이면평균상승온도 (문짝, 셔터 본체, 문내 유리창, 상부/측면 패널) 140 ℃ 이하 ·이면최고상승온도 (평균온도측정부위) 180 ℃ 이하 문틀은 360 ℃ 이하
차연성능	·25 Pa에서 공기누설량 0.9 m³/min·m² 이하	·19.6 Pa에서 공기누설량 0.2 m³/min·m² 이하	-	-	·BS 476. 31 ·25 Pa에서 공기누설량 3 m³/min·m² 이하	-	-
복사열	-	-	-	-	·참고 사항	·10 kW/m² 이하	-

나. 문제점 도출 및 개선방향 설정

(1) 방화문

(가) 방화구획 내화성능별 방화문 내화성능 조정

방화구획 선상에 설치되는 방화문의 경우 현재 국내에서는 일률적으로 1시간의 차열성능만을 확보하도록 하고 있으나, 화재안전성 확보를 위해서 방화구획벽의 내화성능별로 1시간을 초과하여 차열성능을 확보토록 할 필요성이 있다. 특히, 건물내 용도가 다른 부분간 방화구획 선상에 설치하는 방화문 및 방화셔터는 방화구획 성능에 준하는 내화성능을 확보하도록 하며 초고층 빌딩의 피난안전구역의 거실, 이에 포함되는 기계실 등과 기타 부분을 구분하는 출입문은 최소 2시간 이상의 내화성능을 확보하는 방안을 검토하여야 한다.

(나) 피난 관련 공간 출입구 방화문 차열성능 확보

아파트 세대 내에 설치되는 대피공간, 피난계단 및 특별피난계단 부속실 및 초고층 건축물의 피난안전구역 등 피난과 관련된 공간의 출입구에 설치되는 방화문은 화염 확산 뿐만 아니라 열 전달(대류열, 복사열)에 의한 온도 상승 등 피난인에 대한 열피해를 방지할 수 있도록 차열성능을 확보한 방화문을 설치하는 방안을 검토하여야 한다.

(다) 차열성능 평가 및 성능 기준 정립

차열 방화문의 도입과 관련하여 차열 성능 평가 기준이 없으며, 방화문의 내화성능 평가와 관련한 국가표준인 KS F 2268-1에서는 문틀에 대해서 차열 성능기준으로 이면최고상승온도를 180 K로 규정하고 있으나, 관련 국제표준인 ISO 3008에서는 이를 360 K로 규정하고 있어 이에 따라 국내 제품의 차열 성능의 확보가 어려운 문제점이 있다. 따라서, 방화문의 차열 성능 평가가 가능토록 관련 기준을 개선하고, 관련 평가 방법을 국제표준에 맞추어 개정함으로써 제품의 개발 및 성능 향상을 도모하도록 검토하여야 한다.

(라) 차열 방화문의 비차열 유리창 면적 제한

선진국에서는 방화문에 유리창을 설치하여 이웃실에서의 화재 여부를 관측할 수 있도록 하고 있다. 국내에서도 방화문에 유리창을 설치하거나 전면을 유리로 하는 유리방화문을 사용하고 있다. 그러나, 차열 방화문이 도입되었을 경우 방화문에 일반적인 비차열 유리창을 설치하면 차열성능을 확보할 수 없게 된다. 차열 유리창을 사용한다면 문제가 해결될 수 있

겠으나 기술적·경제적인 측면에서 적용 자체가 어려울 수 있다. 선진국에서는 차열 방화문에 대해서 일정한 면적 제한을 두어 비차열 유리창을 적용토록 하고 있으므로 국내에서도 추후 도입될 차열 방화문에 대해서 면적 제한을 두어 비차열 유리창을 적용할 수 있도록 검토하여야 한다.

(마) 양여단이 방화문 작동성능 평가

피난을 위해 양쪽 문을 모두 사용하는 양여단이 방화문이 화재시 열린 상태에서 자동으로 닫힐 때 닫히는 순서에 따라 문이 제대로 닫히지 않거나 닫히더라도 한쪽 문짝이 문틀에 고정되지 않을 경우 문짝의 변형 및 화재실의 압력 상승으로 문이 열림으로써, 방화문으로서의 본래 기능을 발휘할 수 없는 등 문제점을 안고 있다. 미국 등 외국에서는 일반적인 양여단이 방화문에 대해서 자동 플러쉬볼트 및 순위조절기의 사용을 의무화하고 있어 국내에서도 화재안전성을 확보하기 위해서는 피난을 위해 양쪽 문을 모두 사용하는 양여단이 방화문이 자동 폐쇄(자동으로 닫혀 고정)되는지 작동성능을 평가하도록 하는 방안을 검토하여야 한다.

(2) 방화셔터

(가) 수평 방화셔터 사용

현행 규정에서는 중력식의 수직방향 개폐형식의 셔터(fire resistant roller shutters)에 대해서만 기준을 정하고 있다. 그러나 이는 방화셔터에 대한 기술의 발달이 제대로 이루어지지 않았던 과거의 기술 수준에 근거해서 만들어진 규정으로서, 오늘날과 같이 건축물에 대한 요구가 다양화, 복잡화되고 있는 시점에서는 이러한 획일적인 규정은 오히려 건축물의 기술 발전에 걸림돌로 작용하게 된다. 현행제도에서 규정하고 있는 이러한 중력식 수직셔터의 문제점을 정리하면 아래와 같다.

- 박물관, 공항, 쇼핑몰 등 폭이 넓은 초대형 공간의 경우 설치시 어려움 발생

현재 사용되고 있는 중력식 수직셔터는 설비특성상 규모적인 측면에서 기둥이 없는 초대형의 넓은 공간에는 설치에 제약이 따른다.

- 건축물의 다양한 평면 디자인 설계를 제한함

중력식 수직셔터가 규정대로 작동되기 위해서는 건축물의 평면을 계획할 때 셔터의 설치를 반드시 고려해야만 하는 어려움이 있다. 이는 셔터가 내려오는 위치의 평면이 일직

선상으로 놓여야만 화재의 확산을 효율적으로 차단할 수 있기 때문이다. 또한, 수직셔터가 설치된 곳은 셔터의 레일이나 기둥 등이 그대로 외부로 노출되어 디자인적인 측면에서 미관상 좋지 않은 모습을 보여준다.

이상에서는 자동 방화셔터로 중력식 수직셔터만을 사용하도록 규정하고 있는 현행 제도의 문제점을 살펴보았다. 건설현장에서 수평셔터를 적용하고자 하여도 관련 기준이 없어 현장 적용이 불가능한 실정이다. 하지만 기술의 발달과 건축 설계상 필요에 의해 수평방향으로 개폐되는 수평셔터의 필요성이 제기되고 있으며, 국내에서는 현행 규정상 사용이 제한되고 있으나 미국, 유럽 등 화재안전 선진국에서는 보편적으로 사용하고 있는 수평셔터의 활용이 필요할 것으로 사료된다.

수평방향으로 개폐되는 셔터는 방화구획 벽체에 사용되는 셔터 중 수평방향으로 개폐되는 방식(슬라이딩 셔터)과 층간방화구획을 형성하는 수평셔터로 구분할 수 있다. 건축물의 형태, 공간의 구성 등 다양한 건축조건에 대응하여 적합한 방식의 셔터를 사용함으로써 건축 공간의 다양성을 확보할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

다. 개선방향 검토

(1) 방화문

(가) 성능 검증

방화문의 기본적인 내화성능 검증을 위하여 코어재에 따른 철제 방화문의 내화성능과 목재(목질계) 방화문의 내화성능 평가를 수행하였으며, 양여단이 방화문의 하드웨어 적용 유무에 따른 성능 검증을 위한 평가를 수행하였다. 자세한 내용은 ‘Volume II. 부록’의 부록 2에 수록하였다.

① 코어재에 따른 철제 방화문의 내화성능

코어재에 따른 철제 방화문의 내화성능 평가 결과, 다음과 같은 결과를 도출하였다.

- 내화성능 평가 결과, 손잡이(Door lock) 불량으로 틈새가 발생한 글라스울(열리는 쪽면) 방화문 시험체를 제외한 모든 방화문 시험체는 2시간 동안 비차열성 방화문의 성능기준을 만족하고 있는 것으로 나타났다.

- 면패드 적용 및 차열성 기준에 대해서는 모든 시험체가 코어재에 따라 10분 안팎의 차열성을 확보하는 것으로 나타났으며, 특히 문틀 부위에 대해서는 KS 및 ISO 표준 적용 여부에 따라 차열성능이 최대 26분까지 차이가 발생하였다.
- 코어재가 석고보드와 미네랄울 혼합인 방화문의 경우 문틀에 대하여 ISO 표준을 적용하면 30분 이상의 차열성능을 확보 가능한 것으로 나타나 추후 차열 방화문으로 적용할 수 있을 것으로 판단된다.
- 이에 따라 현재의 방화문의 내화성능을 향상하도록 관련 제도를 개선하기 위해서는 설치위치에 따른 차열성능 기준의 재정립 및 관련 평가 방법의 개정 등의 검토가 필요하며, 더불어 관련 제조업체의 차열 방화문 개발이 시급한 것으로 나타났다.

② 양여단이 방화문의 하드웨어 적용 유무에 따른 내화성능

양여단이 방화문의 하드웨어 적용 유무에 따른 내화성능 평가 결과, 피난을 위해 양쪽 문을 모두 사용하는 양여단이 방화문에 자동 플러쉬볼트 및 순위조절기와 같은 하드웨어가 설치되지 않으면 문이 제대로 닫히지 않거나 화재시 화재실의 압력 상승으로 문이 열려 화재안전성이 확보되지 않으므로 차열성능 및 내화성능 평가에 앞서 방화문의 양쪽 문이 열린 상태에서 자동 폐쇄(자동으로 닫혀 고정)되는지를 확인하도록 관련 제도의 개선을 고려해야 한다.

③ 목재(목질계) 방화문의 내화성능

목재(목질계) 방화문의 내화성능 평가 결과, 다음과 같은 결과를 도출하였다.

- 내화성능 평가 결과, 손잡이(Door lock) 부위가 취약하여 화염이 발생된 것을 제외하고는 목재 방화문 시험체는 비차열성 방화문의 성능기준을 만족하고 있는 것으로 나타났다.
- 목재 방화문 시험체의 이면상승온도 측정 결과 가열시간 동안 이면상승온도가 차열성능기준보다 현저히 낮은 것으로 나타나 손잡이 부위만 보강이 된다면 추후 차열 60분 이상의 차열 방화문으로 적용할 수 있을 것으로 판단된다.

(나) 화재위험성 평가

현재 건설되는 공동주택 중 아파트로서 4층 이상인 층의 각 세대가 2개 이상의 직통계단을 사용할 수 없는 경우에는 발코니에 인접 세대와 공동으로 또는 각 세대별로 건축법 시행령 및 국토교통부고시 제2012-745호 ‘발코니 등의 구조변경절차 및 설치기준’에 따라 별도의

대피공간을 설치하여야 하며, 이에 따라 아파트 대피공간의 출입구에는 갑종방화문을 설치하고 있다. 그러나, 현재 국내에서는 방화문에 차열성능 만을 확보하도록 규정하고 있어 화재시 재실자가 대피공간으로 피난한 경우에도 복사열 및 대피공간의 온도 상승에 의해 인명안전이 확보되지 못할 가능성이 크다. 이의 검토를 위하여 아파트 대피공간에 대한 Mock-up 시험 및 시뮬레이션을 수행하여 화재위험성을 평가하였다.

① 아파트 대피공간 Mock-up 시험

아파트 대피공간의 Mock-up 시험체를 제작하고 출입구에 설치되는 방화문의 차열성능에 따른 아파트 대피공간의 화재안전성 확보 여부를 평가하여 다음과 같은 결과를 도출하였다. 자세한 내용은 ‘Volume II. 부록’의 부록 3에 수록하였다.

- Mock-up 시험 결과, 아파트 대피공간의 출입구에 현행 건축법에 따라 비차열 방화문을 설치할 경우, 화재시 방화문을 통하여 전달되는 열로 인하여 대피자에게 열피해를 주게 되어 화재안전성을 확보하지 못할 가능성이 큰 것으로 나타났다.
- 아파트 대피공간의 출입구에 차열성능이 30분 이상인 방화문을 설치할 경우, 화재시 60분까지는 대피자에게 열피해를 입히지 않는 것으로 나타나 화재안전성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.
- 이에 따라 아파트 대피공간의 화재안전성 확보를 위해서는 출입구에 차열성능이 30분 이상인 차열 방화문을 설치토록 관련 제도를 개선할 필요성이 있다.

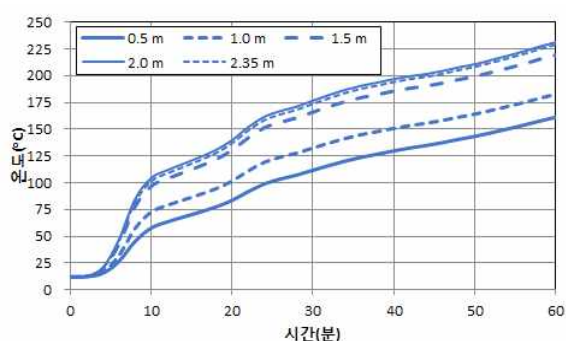
② 아파트 대피공간 시뮬레이션

아파트 대피공간에 대하여 Mock-up 시험에서의 방화문의 표면온도를 입력 데이터로 하여 시뮬레이션을 수행한 결과, 아파트 대피공간에서의 온도 분포 및 복사열은 유사한 경향을 나타내었다. 자세한 내용은 ‘Volume II. 부록’의 부록 3에 수록하였다.

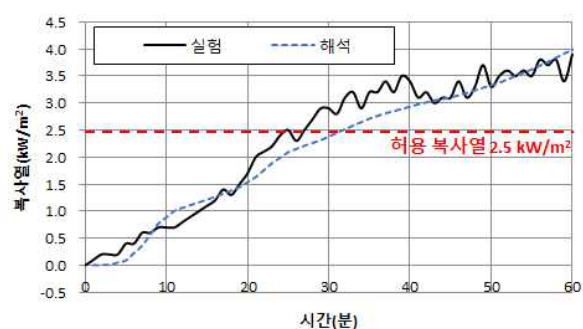


(a) 시뮬레이션 모델 온도센서 위치

(b) 공간 온도 분포



(c) 중앙부 높이별 공간 온도



(d) 복사열 전달량

[그림 2.2] 아파트 대피공간 시뮬레이션 결과(비차열 방화문 적용시)

(다) 기술자료 분석

① 방화구획 내화성능별 방화문 내화성능 조정

일반적인 철제 방화문의 내화성능 평가 결과, 비차열 1시간 성능의 철제 방화문은 비차열 2시간 성능을 확보할 수 있는 것으로 나타나 방화구획 내화성능에 따른 방화문의 내화성능 조정에 큰 의미를 부여하기는 어려울 것으로 판단된다. 단, 목재 방화문이나 유리 방화문처럼 확연한 차이가 있을 것으로 예상되는 구조에 대해서는 추가적인 평가가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

② 차열 방화문의 비차열 유리창 면적 제한

국내에서는 차열 방화문의 적용에 대한 규정이 없어 방화문 전체를 비차열 유리로 하는 유리 방화문까지도 사용되고 있는 반면, 미국과 캐나다의 경우는 차열 방화문을 통한 이웃 방화구획 등의 화재상황 등을 관찰할 수 있도록 차열 성능이 요구되는 방화문의 유리창은

방화문 요구 내화성능 90분 이내에서 최대 0.065 m² 이하가 되도록 면적을 제한하고 있으며, 0.065 m² 초과시에는 방화문의 요구 내화성능 90분 이하에서 90분의 차열성능 및 차열성능을 확보하도록 하고 있다. 따라서, 국내에서도 화재안전성 확보를 위해서 차열 방화문 내 유리창에 대해서 0.065 m² 이하의 비차열 유리창의 설치는 허용하고, 이를 초과할 경우에는 해당 내화성능의 차열 유리창을 설치토록 할 필요성이 있을 것으로 판단된다.

(2) 방화셔터

현재까지 자동방화셔터는 획일적으로 정해놓은 국내규정으로 말미암아 한 가지 종류만 생산하여 현장에 공급되어 왔으나, 이는 앞서 살펴본 바와 같이 여러 가지 문제점을 발생시키고 있어 대안이 필요한 실정이다. 이에 따라 아래와 같이 3가지 종류의 방화셔터 사용을 고려해 볼 수 있다.

- 방화 수직셔터 (fire resistant vertical roller shutters)
- 방화 슬라이딩 셔터 (fire resistant sliding shutters)
- 방화 수평셔터 (fire resistant horizontal shutters)

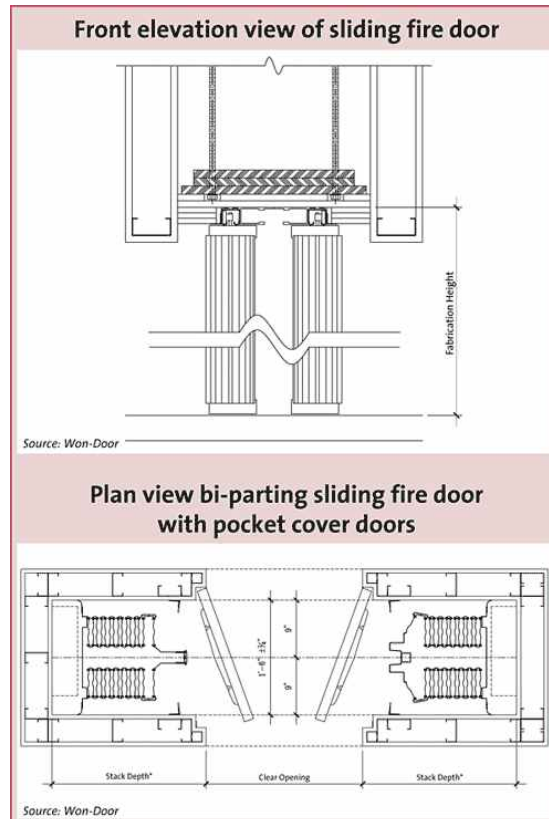


[그림 2.3] 슬라이딩 셔터(수평방향 개폐형식 셔터)



[그림 2.4] 층간구획용 수평셔터

유럽 등 해외 선진국에서는 이와 같이 슬라이딩 셔터와 수평 셔터에 대한 설치기준을 국가 코드에서 정해놓고 이를 건축구조물에 적용하고 있어 앞서 언급한 한 가지 종류의 수직 셔터만을 허용함에 따라 발생되고 있는 문제점을 조기에 해결하고 있는 셈이다.



[그림 2.5] 슬라이딩 셔터 도면

(가) 기술자료 분석

과거 1977년부터 UL(Underwriters Laboratories)에서는 자동방화셔터에 슬라이딩 셔터와 수평 셔터가 이미 포함되어 있었으나, 당시 기술의 한계에 부딪쳐 이러한 특수 셔터를 건축구조물에 적용하는 것에 대해서 회의적이었다. 그러나 2000년도에 들어서 기술의 발전과 함께 오늘날에는 수요자가 원하는 거의 모든 건축구조물에 슬라이딩 셔터와 수평 셔터가 다양한 방법으로 적용되고 있다.

해외 기준에서는 셔터에 수평방향 및 수직방향 셔터를 모두 포함하여 관련 성능기준 등을 제시하고 있어 별도의 개폐방향에 대한 구체적인 기준은 없으나, 이는 기존 셔터에 모든 경우의 셔터형식을 포함하고 있기 때문으로 사료된다. 하지만 국내에서는 아직도 중력식의 수직방향 개폐형식의 셔터만 사용하도록 하고 있는데, 이는 과거 기술이 부족했던 시절을 기준

으로 정한 것으로 기존 셔터 범위에 수평방향 개폐형식의 셔터를 포함하는 것이 적정할 것으로 사료된다.

앞서 국내 규정에 의거하여 수직셔터만을 사용함에 따라 발생되고 있는 문제점에 대해서 논의하였는데, 향후 이러한 국내 규정이 개선되어 방화 슬라이딩 셔터와 방화 수평 셔터의 사용이 허용될 경우에는 이러한 문제점이 해결될 것으로 판단된다. <표 2.5>는 국내 규정에 수직셔터외의 슬라이딩 셔터와 수평 셔터를 포함시킬 경우 발생할 수 있는 이점을 정리하여 나타낸 것이다.

<표 2.5> 슬라이딩/수평 셔터 사용의 이점

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">① 유지관리가 쉬움② 층간방화 성능이 우수함③ 박물관, 공항, 쇼핑몰 등 폭이 넓은 초대형 공간에 설치시 유리함④ 대규모 공공장소에서의 장애인이나 휠체어 사용자들의 경우도 긴급 피난이 용이함⑤ 건축물의 다양한 평면 디자인 설계가 가능해짐 |
|--|

① 유지관리의 용이함

슬라이딩/수평 셔터의 경우는 수직셔터와 달리 언제든지 스위치를 작동시켜 셔터가 제대로 작동되고 있는지를 사전 확인할 수 있다. 장애물이 있을 경우 역시 이를 사전 발견하고, 경고 및 선행 조치 등을 수행할 수 있어 실제로 화재가 발생했을 경우 화재확산에 따른 피해를 방지하는데 유리할 수 있다.

② 박물관, 공항, 쇼핑몰 등 폭이 넓은 초대형 공간에 설치시 유리함

슬라이딩 셔터의 경우는 설비 특성상 폭에 대한 한계가 거의 없다. 그러므로 박물관, 공항, 쇼핑몰 등의 건축구조물을 계획할 때, 설계단계 부터 기둥이 없는 넓은 공간계획을 할 수 있고, 이러한 곳에 슬라이딩 셔터를 설치할 경우 수직셔터와 동등한 수준에서 화재확산 방지 성능을 발휘할 수 있다.

③ 대규모 공공장소에서의 장애인이나 휠체어 사용자들의 경우도 긴급 피난이 용이함

슬라이딩 셔터의 경우 압력센서를 문 끝에 설치할 경우 쉽게 도어의 열림과 닫힘 기능이 작동되어 수직셔터와 비교하여 장애인이나 휠체어 사용자들에게 보다 효율적으로 피난로를

제공할 수 있다. 특히, 많은 인파가 한 장소에 집중될 경우에도 넓은 공간 전체(기둥 등이 없는 장소)가 피난로가 되는 경우에는 중력식의 수직개폐형 서터는 폭이 넓어지면서 발생하는 서터의 변형 발생이 우려되지만 수평방향 개폐형식의 서터는 이에 대한 우려가 상대적으로 적어 성능상 유리할 것으로 사료된다.

④ 건축물의 다양한 평면 디자인 설계가 가능해짐

건축물의 다양한 평면 디자인 설계가 가능해지는 것은 슬라이딩 서터의 설치가 허용될 경우 가장 큰 장점에 해당된다. 국내의 경우 수직서터만을 허용함에 따라 서터가 설치되는 장소에는 평면이 항상 직선의 형태로 시공되어야 함에 따라 디자인 관련 업체들로부터 많은 불만이 있어 왔다. 그러나 이러한 슬라이딩 서터의 경우는 공간계획에 제약을 받지 않기 때문에 U자형, S자형 등의 다양한 평면 설계가 가능해진다.

이상에서 살펴본 바와 같이 슬라이딩/수평 서터의 사용은 수직 서터만을 사용하도록 규정하고 있는 현행 제도로 인해 발생하고 있는 문제점을 해결할 수 있다. 특히, 건축물의 규모, 건축물의 형태, 공간의 구성 등 다양한 건축조건에 대응하여 적합한 방식의 서터를 사용하는 것은 건축 공간의 다양성을 확보할 수 있을 뿐만 아니라 전반적인 건축 관련 기술의 발전을 기대할 수 있게 된다. 또한, 이러한 특수 서터의 사용을 허용하는 일은 이러한 이점 외에도 신규시장 창출, 공간활용 용이 등 다양한 이점들이 존재하므로 관련제도의 개선이 시급하다.

라. 개선안

(1) 방화문

(가) 피난 관련 공간 출입구 방화문 차열성능 확보

피난 관련 공간의 출입구에 설치된 비차열 방화문은 열 전달(대류열, 복사열)에 의한 피난 공간의 온도 상승으로 대피시 인명 안전을 위협받게 되므로, 피난안전구역 특별피난계단의 노대 또는 부속실 및 아파트 대피공간으로 통하는 출입구에 차열 방화문(비차열 60분+차열 30분)을 설치하여 동 공간의 화재안전성을 확보할 수 있도록 관련 법령 및 고시에 대한 개정안을 작성하였다.

- 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 일부 개정(안)
- 국토해양부고시 제2012-552호 ‘자동방화셔터 및 방화문의 기준’ 일부 개정(안)
- 국토해양부고시 제2012-745호 ‘발코니 등의 구조변경절차 및 설치기준’ 일부 개정(안)



[그림 2.6] 아파트 대피공간 개념도



(a) Mock-up 시험체 모습



(b) 마네킹 훼손 모습

[그림 2.7] 아파트 대피공간 Mock-up 시험 모습

(나) 차열성능 평가 및 성능 기준 정립

차열 방화문의 도입과 관련하여 차열 성능 평가 기준이 없어 차열 성능 평가가 가능토록 관련 고시를 개정토록 개선안을 작성하였으며, 방화문의 내화성능 평가와 관련한 국가표준인 KS F 2268-1에 대해서는 국제표준인 ISO 3008에서와 같이 문틀에 대한 차열 성능기준으로 이면최고상승온도를 180 K에서 360 K로 변경토록 KS 개정안을 작성하였다.

- 국토해양부고시 제2012-552호 ‘자동방화셔터 및 방화문의 기준’ 일부 개정(안)
- KS F 2268-1 ‘방화문의 내화시험방법’ 개정(안)

구 분		닫히는 쪽면					열리는 쪽면				
		이면상승온도 [시간] [°C, 분]				차열성능 [분]	이면상승온도 [시간] [°C, 분]				차열성능 [분]
		문짝		문틀, 최고			문짝		문틀		
		평균	최고	KS	ISO		평균	최고	KS	ISO	
석고보드 + 미네랄울	성능기준 초과시점	142 [45]	187 [38]	191 [12]	364 [43]	11 (KS) 37 (ISO)	141 [44]	186 [44]	184 [40]	-	39
	최고온도 도달시점	249 [119]	307 [69]	541 [120]			298 [120]	323 [118]	332 [120]		

[그림 2.8] 성능기준(ISO, KS) 적용에 따른 차열성능 예시

(다) 차열 방화문의 비차열 유리창 면적 제한

차열 방화문의 도입과 관련하여 차열 방화문을 통한 이웃 방화구획 등의 화재상황 등을 관찰할 수 있도록 차열 성능이 요구되는 방화문의 유리창은 화재안전성 확보를 위해서 0.065 m² 이하의 비차열 유리창의 설치는 허용하고, 이를 초과할 경우에는 해당 내화성능의 차열 유리창을 설치토록 관련 고시에 대한 개정안을 작성하였다.

- 국토해양부고시 제2012-552호 ‘자동방화셔터 및 방화문의 기준’ 일부 개정(안)

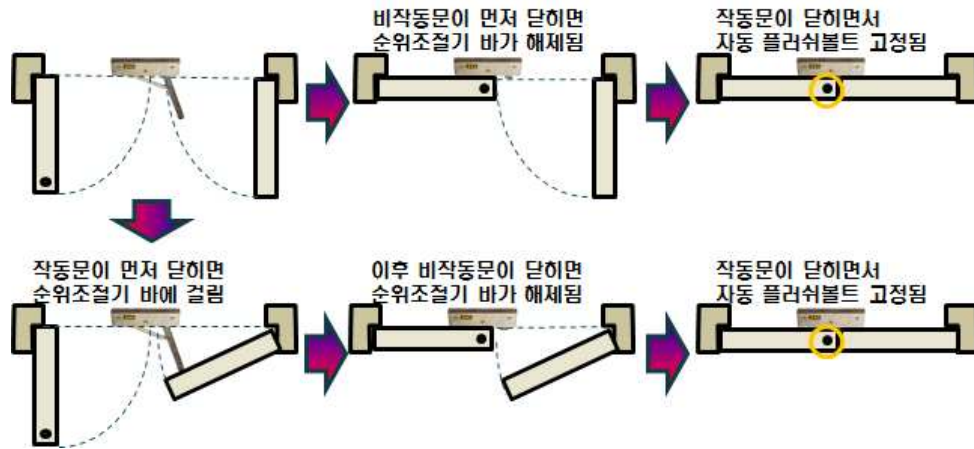


[그림 2.9] 비차열 방화문 및 차열 방화문의 방화유리창 면적 제한

(라) 양여단이 방화문 작동성능 평가

피난을 위해 양쪽 문을 모두 사용하는 양여단이 방화문의 화재안전성을 확보하기 위해서 방화문의 차열성능 및 내화성능 평가에 앞서 방화문의 양쪽 문이 열린 상태에서 자동 폐쇄(자동으로 닫혀 고정)되는지를 확인하기 위한 작동성능 평가를 실시토록 관련 고시에 대한 개정안을 작성하였다.

- 국토해양부고시 제2012-552호 ‘자동방화셔터 및 방화문의 기준’ 일부 개정(안)



[그림 2.10] 양여닫이 방화문의 작동 순서

(2) 방화셔터

(가) 셔터 개폐 방향에 따른 구분

기존의 자동방화셔터는 중력식의 수직방향 셔터에 대해서만 기준을 정하고 있었으나, 건축 설계 선택의 폭을 넓히고 조건에 따른 적합한 시스템의 적용을 가능하도록 하기 위하여 방화셔터에 요구되는 최소한의 성능요건을 만족하는 경우에 수평방향으로 개폐되는 셔터를 사용할 수 있도록 하여야 한다. 이에 따라 방화구획 벽체에 사용되는 셔터 중 수평방향으로 개폐되는 방식과, 층간방화구획을 형성하는 수평셔터로 구분하여 적용 가능하도록 셔터의 정의, 구성, 성능기준, 시험방법 및 시험성적서 등의 내용을 반영한 자동방화셔터 및 방화문의 기준(국토해양부고시 제2012-552호) 개정안을 작성하였다.



(a) 방화구획 벽체에 적용



(b) 층간방화구획에 적용

[그림 2.11] 셔터 개폐 방향 및 적용부위에 따른 구분

(나) 개폐형식에 따른 성능요건 제시

현행 셔터의 구동방식은 연기감지기에 따른 일부 폐쇄와 열감지기에 의한 완전폐쇄의 2단

강하방식으로 규정하고 있으나, 수평방향 개폐형식 셔터의 경우는 층간방화구획을 형성하는 수평셔터의 경우 셔터 특성상 2단 강하와 맞지 않아 열감지기에 의한 완전폐쇄 형태의 구동 방식으로 제안하였다. 또한, 연기를 차단할 수 있는 성능을 지닌 제연커튼 설치시 연기에 따른 일부 폐쇄 효과를 구현할 수 있어 셔터는 열감지기에 의한 완전폐쇄만으로도 요구성능 구현이 충분히 가능할 것으로 사료된다.

아울러, 셔터 성능평가지 층간방화구획에 적용되는 수평셔터는 화재시 연기 이동을 고려하여 화재층에서 상부층으로 누설되는 차연성능만 평가하는 것으로 제시하였다.

<표 2.6> 방화셔터 형식에 따른 개정내용

적용 부위	개폐형식	성능평가	피난출입구 설치 가능 여부	구동방식
벽체	수직	내화성능(2회)	○	연기감지기(일부폐쇄) 열감지기(완전폐쇄)
	수평	차연성능(2회)	○	
바닥	수평	내화성능(2회) 차연성능(1회)	×	열감지기(완전폐쇄)

- 국토해양부고시 제2012-552호 ‘자동방화셔터 및 방화문의 기준’ 일부 개정(안)

2. 방화용 승강기문

가. 국내·외 관련제도 검토

(1) 제도

<표 2.7>은 우리나라와 일본, 미국 및 영국에서 규정하는 방화용 승강기문의 적용 제도 및 성능기준을 비교하여 정리한 것이다. 미국의 경우 벽의 내화성능에 따라 방화용 승강기문의 요구 내화성능을 90분까지 적용토록 하고 있으며, 미국과 영국의 경우 정도의 차이는 있으나 방화용 승강기문에 대해서 차열성능까지도 요구하고 있어 우리나라의 경우도 벽체의 내화성능에 따라 방화용 승강기문의 요구 내화성능을 달리 하는 것과 인명 안전을 위하여 피난 관련 방화용 승강기문에 대해서 차열성능을 확보토록 하는 것을 검토할 필요성이 있다.

<표 2.7> 방화용 승강기문 적용 제도 및 성능기준 비교

구분		한 국	일 본	미 국	영국(유럽)	개선검토사항
사양 구조		없음	·갑종 - 철판두께 1.5mm 이상 ·을종 - 철판두께 0.8 mm 이상	-	-	-
성능 등급		60분	20분, 60분	60분, 90분	30분, 60분(소방용)	성능등급 확대
요 구 성 능	차 열 성	요구	요구	요구	요구	-
	차 열 성	미요구	미요구	·기본사양에는 미요구 ·30분까지 가열 한 결과 250°F, 450°F, 650°F 등급을 방화문에 표 기하며, 비상 계단 등에 사 용하고 있음.	·기본사양에는 미요구 ·비차열 방화문 (승강기문)은 벽면길이의 25% 이내로 사용가능한 것으로 함. 승강기문에 유 추시 차열성능 을 요구하는 것으로 해석 가능함.	·차열성 도입 여부 ·차열성능기준 ·차열승강기문 적용 대상 범위 ·시험방법
요 구 성 능	복 사 열	미요구	미요구	차열성으로 같음	복사열 15 kW/m ² 이하	·복사열 도입 여부
	차 연 성	미요구	·고시로 요구함 - 19.6 Pa에서 누설공기량 0.2 m ³ /min·m ² 이하(상온에 서 측정)	·직접 규정은 없음 - smoke barrier 규정의 영향 을 받을 수 있음.	·요구함 - 256 Pa에서 누설공기량 3 m ³ /m·min 이하 (가열중 측정)	·차연성 도입 여부 ·차연성능 기준 ·차연승강기문 대상, 범위 ·시험방법

(2) 평가방법

우리나라와 일본, 미국 및 영국에서 규정하는 방화용 승강기문의 내화성능 평가방법에 대한 검토를 실시하여 <표 2.8>과 같이 주요 사항을 정리하였다.

각국의 방화용 승강기문의 내화성능 평가방법은 대부분 유사하나 차열 성능기준과 관련하여 우리나라, 일본 및 유럽이 미국과 차이를 나타낸다. 또한, 차열 성능기준과 관련하여서 미국과 영국만이 평가방법에 규정하고 있다. 특히, 영국에서의 평가 방법인 EN 81-58은 ISO 3008-2로 제정이 진행중에 있으며, 여기에서는 차열 성능기준으로 시험체의 이면평균상승온도는 140 °C 이하, 이면최고상승온도 180 °C 이하를 적용하고 있으며, 부재폭에 따라서 이면최고상승온도를 달리 하고 있다. 특히 100 mm~300 mm의 폭에 대해서는 이면최고상승온도 기준을 360 °C로 규정하고 있어 ISO 정합화를 기본으로 하는 KS도 추후 개정을 통해 관련 제품의 개발 활성화를 도모할 필요성이 있다.

<표 2.8> 승강기문 관련 시험방법 비교

구 분		한 국	일 본	미 국	영국(유럽)	개선검토사항
시험규격		KS F 2268-1(내화)	JIS A 1311(내화) JIS A 1516(차연)	NFPA 252(내화)	EN 81-58(내화, 차연)	·규격 도입여부
전용시험 규격 여부		방화문 기준	방화문 기준	방화문기준내 설치방법 등 승강기내용 포함	승강기문 전용 규격	·승강기 전용규격 제정 여부
시험시간 (등급)		60분	20분, 60분	20분, 30분, 45분, 60분, 90분, 180분	15분, 20분, 30분, 45분, 60분, 90분, 120분	·등급의 확대
요 구 성 능	차열성	· 이면에 10초 이상 · 6 mm 균열게이지 150 mm 이동 또는 25 mm게이지 관통	· 이면에 10초 이상 · 6 mm 균열게이지 150 mm 이동 또는 25 mm 게이지 관통	· 관통개구부 확장금지 · 초기 30분 화염불허 · 30분후 5분이 넘지 않는 간헐화염 허용 · 시험종료 15분 이내 측면, 상하 간헐화염허용 · 폐쇄상태 유지	· 이면에 10초 이상 · 6 mm 균열게이지 150 mm 이동 또는 25 mm게이지 관통	·기존유지 - 신규 규격 도입 시는 재검토
	차열성	평가안함	평가안함	시험초기 30분까지 이면온도를 측정하여 제품에 등급 표시(250°F, 450°F, 650°F)	· 이면평균 : 140 ℃이하 · 이면최고 : 부재폭 300 mm 이상 180℃, 부재폭 100~300 mm 360℃ 이하	·차열성 도입여부 ·차열시험방법 ·차열성능기준
	복사열	평가안함	평가안함	평가안함	· 15 kW/m ² 이하	·차열성과 연계검토
	차연성	평가안함	상온에서 공기누설량 측정 (국내 방화문 차연시험 유사) 19.6 Pa시 0.2 m ³ /min·m ² 이하	내용 없음	가열시 공기누설량 측정 (CO ₂ 측정, 14분후 누설량 3 m ³ /m·min이내)	·차연성 도입여부 ·차연 시험방법 ·차연 성능기준
	주수시험	평가안함	평가안함	내화등급 및 크기에 따라 노즐수압과 방출시간을 정하고 있음	평가안함	-

나. 문제점 도출 및 개선방향 설정

(1) 방화구획 내화성능별 방화용 승강기문 내화성능 조정

방화구획 선상에 설치되는 방화용 승강기문의 경우 현재 국내에서는 일률적으로 1시간의 차焰성능만을 확보하도록 하고 있으나, 화재안전성 확보를 위해서 방화구획벽의 내화성능별로 1시간을 초과하여 차焰성능을 확보토록 할 필요성이 있다. 특히, 초고층 건축물의 피난안전구역으로 통하는 비상용 승강기의 방화용 승강기문은 최소 2시간 이상의 내화성능을 확보하는 방안을 검토하여야 한다.

(2) 피난 관련 방화용 승강기문 차열성능 확보

초고층 건축물의 피난안전구역으로 통하는 비상용 승강기와 별도로 설치되는 피난용 승강기의 승강장 출입구에 설치되는 방화용 승강기문은 화염 확산 뿐만 아니라 열 전달(대류열, 복사열)에 의한 온도 상승 등 피난인에 대한 열피해를 방지할 수 있도록 차열성능을 확보한 방화용 승강기문을 설치하는 방안을 검토하여야 한다.

(3) 차열성능 평가 및 성능 기준 정립

차열 방화용 승강기문의 도입과 관련하여 차열 성능 평가 기준이 없으며, 방화용 승강기문의 내화성능 평가와 관련하여 인용하고 있는 국가표준인 KS F 2268-1에서는 프레임(문틀)에 대해서 차열 성능기준으로 이면최고상승온도를 180 K로 규정하고 있으나, 관련 국제표준인 ISO 3008에서는 이를 360 K로 규정하고 있어 이에 따라 국내 제품의 차열 성능의 확보가 어려운 문제점이 있다. 따라서, 방화용 승강기문의 차열 성능 평가가 가능토록 관련 기준을 개선하고, 관련 평가 방법을 국제표준에 맞추어 개정함으로써 제품의 개발 및 성능 향상을 도모하도록 검토하여야 한다.

(4) 차열성능 평가 도입 검토

방화구획 선상에 설치되는 승강기문은 승강장의 화염 및 연기가 승강로 내부로 확산되는 것을 방지하도록 인접 부분에 방화셔터를 설치하여 보호토록 하거나 방화용 승강기문을 사용토록 하고 있다. 한편, 관련 고시에 따라 방화셔터는 내화성능 및 차열성능을 확보토록 하고 있으며, 방화용 승강기문은 내화성능 만을 확보토록 하고 있다. 따라서, 방화구획 선상에 방화용 승강기문을 사용하게 되면 화염의 확산은 방지할 수 있으나, 승강로 내부로 연기가 확산되어 화재안전성이 저하될 수 있으므로, 이의 개선을 위해 차열성능 평가 도입을 검토하

여야 한다.

다. 개선방향 검토

(1) 성능 검증

방화용 승강기문의 기본적인 성능 검증을 위하여 단열재 적용 유무에 따른 내화성능 평가를 수행하였으며, 방화문의 차연시험방법을 이용하여 방화용 승강기문의 차연성능 평가를 수행하였다. 세부 내용은 'Volume II. 부록'의 부록 2에 수록하였다.

(가) 단열재 적용 유무에 따른 내화성능

단열재 적용 유무에 따른 내화성능 평가 결과, 다음과 같은 결과를 도출하였다.

- 일반적인 방화용 승강기문의 경우 비차열 1시간 이상의 내화성능을 확보할 수 있는 것으로 나타났으며, 2시간 이상까지도 비차열 성능을 확보할 수 있는 것으로 나타났다.
- 단열재의 적용 유무 및 종류에 따라 차열성능에 큰 차이가 있는 것으로 나타났으며, 방화용 승강기문 이면에 방화석고보드를 적용할 경우 30분 이상의 차열 성능을 확보할 수 있는 것으로 나타났다.

(나) 방화문의 차연시험방법을 이용한 차연성능 평가

방화문의 차연시험방법(KS F 2846 : 2008)에 따라 방화용 승강기문의 차연성능을 평가한 결과, 다음과 같은 결과를 도출하였다.

- 방화용 승강기문의 공기누설량은 25 Pa의 차압에서 $2.5 \text{ m}^3/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ 정도로 방화문의 성능기준은 만족시키지 못하고, 방화댐퍼의 성능기준은 만족시킬 수 있는 것으로 나타났다.
- 방화문의 차연시험방법을 이용하여 방화용 승강기문의 차연성능을 평가한 결과를 국외의 승강기문에 대한 전용 평가 규격인 EN 81-58 '승강기문의 내화시험방법' 등에 대한 평가 결과와 비교해 볼 필요성이 있을 것으로 판단되며, 두 가지 평가 결과 간의 상관관계가 분석되어야 승강기문의 차연성능 평가 방법 및 성능 기준을 결정할 수 있을 것으로 판단된다.

(2) 화재위험성 평가

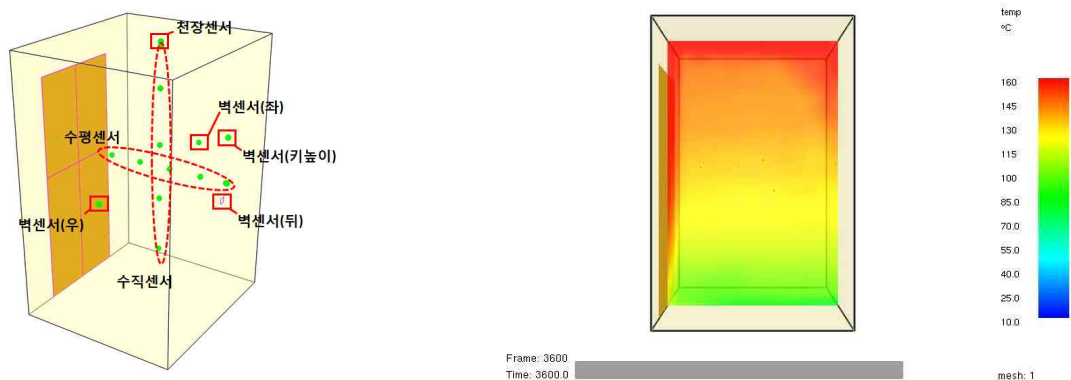
(가) 승강기 카 Mock-up 시험

승강기 카의 Mock-up 시험체를 제작하고 승강장 출입구에 설치되는 방화용 승강기문의 차열성능에 따른 승강기 카 내부의 화재안전성 확보 여부를 평가하여 다음과 같은 결과를 도출하였다. 세부 내용은 ‘Volume II. 부록’의 부록 3에 수록하였다.

- Mock-up 시험 결과, 승강장 출입구에 현행 건축법에 따라 비차열 방화용 승강기문을 설치할 경우, 화재시 방화용 승강기문에서 카문을 통하여 전달되는 열로 인하여 대피자에게 열피해를 주게 되어 화재안전성을 확보하지 못할 가능성이 큰 것으로 나타났다.
- 승강장 출입구에 차열성능이 30분 이상인 방화용 승강기문을 설치할 경우, 화재시 60분까지는 대피자에게 열피해를 입히지 않는 것으로 나타나 화재안전성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.
- 이에 따라 승강기 카 내부의 화재안전성 확보를 위해서는 승강장 출입구에 차열성능이 30분 이상인 차열 방화용 승강기문을 설치토록 관련 제도를 개선할 필요성이 있다.

(나) 승강기 카 시뮬레이션

승강기 카에 대하여 Mock-up 시험에서의 카문의 표면온도를 입력 데이터로 하여 시뮬레이션을 수행한 결과, 승강기 카 내부에서의 온도 분포 및 복사열은 유사한 경향을 나타내었다. 자세한 내용은 ‘Volume II. 부록’의 부록 3에 수록하였다.



(a) 시뮬레이션 모델 온도센서 위치

(b) 공간 온도 분포

[그림 2.12] 승강기 카 시뮬레이션

(3) 기술자료 분석

(가) 방화구획 내화성능별 방화용 승강기문 내화성능 조정

일반적인 방화용 승강기문의 내화성능 평가 결과, 비차열 1시간 성능의 방화용 승강기문은 비차열 2시간 성능을 확보할 수 있는 것으로 나타나 방화구획 내화성능에 따른 방화용 승강기문의 내화성능 조정에 큰 의미를 부여하기는 어려울 것으로 판단된다.

(나) 차연성능 평가 도입 검토

방화용 승강기문의 차연성능 평가와 관련하여 규정된 시험방법이 없어 KS F 2846 : 2008 ‘방화문의 차연시험방법’에 따라 차연성능을 평가한 결과 방화문의 성능기준은 만족시키지 못하고, 방화담퍼의 성능기준은 만족시킬 수 있는 것으로 나타났다.

현재 유럽에서는 EN 81-58 ‘승강기문의 내화시험방법’을 통하여 내화시험을 하는 중에 가열로에서 승강기문을 통해서 누설되는 CO₂ 누설량을 측정하여 차연성능을 평가하고 있으며, 이 시험방법에 따라 관련 국제 표준인 ISO 3008-2가 작성 중에 있다.

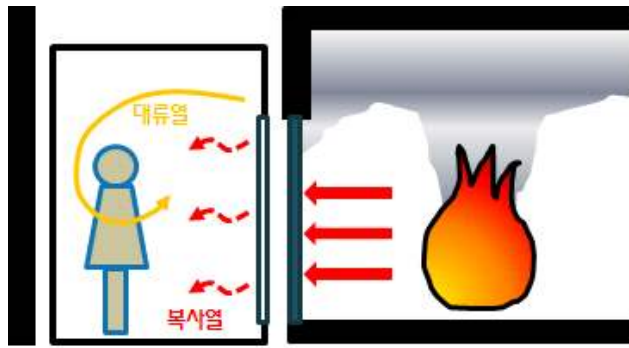
한편, 승강기 제조업체에 따르면 현재 국내에서 방화용 승강기문으로 인정받은 구조에 대해 해외에서 EN 81-58에 따라 내화시험을 실시한 결과 차연성능 기준을 만족할 수 있는 것으로 나타나 본 규격에 따라 시험설비를 구축하여 국내에서 생산되는 방화용 승강기문에 대한 성능 검증을 실시한 후 차연성능 평가의 도입을 검토할 필요성이 있을 것으로 판단된다.

라. 개선안

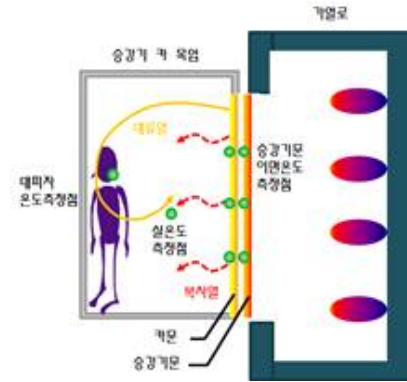
(1) 피난 관련 방화용 승강기문 차열성능 확보

피난 관련 승강기의 승강장 출입구에 설치되는 방화용 승강기문은 화염 확산만을 차단하는 비차열 승강기문으로 열 전달(대류열, 복사열)에 의한 온도 상승으로 피난인이 대피시 인명 안전을 위협받게 되므로, 초고층 건축물의 피난안전구역으로 통하는 비상용 승강기와 별도로 설치되는 피난용 승강기의 승강장 출입구에 차열 방화용 승강기문(비차열 60분+차열 30분)을 설치하여 승강기의 화재안전성을 확보할 수 있도록 관련 법령 및 고시에 대한 개정안을 작성하였다.

- 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 일부 개정(안)
- 국토해양부고시 제2012-552호 ‘자동방화셔터 및 방화문의 기준’ 일부 개정(안)



(a) 승강기 카에 대한 화재 영향



(a) Mock-up 시험 개념도

[그림 2.13] 승강기 카 Mock-up 시험 구성

(2) 차열성능 평가 및 성능 기준 정립

차열 방화용 승강기문의 도입과 관련하여 차열 성능 평가 기준이 없어 차열 성능 평가가 가능토록 관련 고시를 개정토록 개선안을 작성하였으며, 방화용 승강기문의 내화성능 평가와 관련하여 인용하고 있는 국가표준인 KS F 2268-1에 대해서는 국제표준인 ISO 3008에서와 같이 프레임(문틀)에 대한 차열 성능기준으로 이면최고상승온도를 180 K에서 360 K로 변경토록 KS 개정안을 작성하였다.

- 국토해양부고시 제2012-552호 ‘자동방화셔터 및 방화문의 기준’ 일부 개정(안)
- KS F 2268-1 ‘방화문의 내화시험방법’ 개정(안)

3. 방화유리창

가. 국내 · 외 관련제도 검토

(1) 제도

<표 2.9>는 우리나라와 호주, 미국 및 영국에서 규정하는 방화유리창의 적용 제도 및 성능기준을 비교하여 정리한 것이다. 우리나라의 경우 방화유리창은 방화구획 벽체와 동일한 내화성능을 확보한 유리벽체로만 적용이 제한되고 있으나, 외국의 경우 벽체의 종류 및 내화성능에 따라 방화유리창을 다양하게 사용토록 허용하고 있으며, 미국 같은 경우는 방화구획 벽체에 대해서도 면적 제한(10%)을 두어 비차열 성능의 방화유리창 설치를 허용하고 있다.

<표 2.9> 방화유리창 적용 제도 및 성능기준 비교

구 분		한 국	호 주	미 국	영국	개선검토사항
사양구조		피난계단 등 일부 사용	없음	없음	없음	사양구조 폐지여부 결정
내 화 구 조	성능 등급	규정없음 (단, 내화구조 인정을 받을 경우 사용가능)	부재의 요구 내화성능의 1/2 또는 차열성 60분 + 차열성 60분	방화벽 및 방화구획에 사용시 벽체 등의 요구 등급과 동일	부재의 요구 내화성능과 동일	성능등급 결정요구
내 화 구 조	차 열 성	규정없음 (단, 내화구조 인정시 벽체 등의 성능에 따름)	요구	요구	요구	성능기준 검토
	차 열 성	규정없음 (단, 내화구조 인정시 벽체 등의 성능에 따름)	요구	요구	요구	성능기준 검토
	설 치 장 소	규정없음	명시	명시 (방화벽, 방화구획, 피난통로, 피난계단 등)	명시	설치장소 명시 검토
	기 타	-	-	주수시험 실시	-	주수시험 검토
기 타 구 조	성능 등급	차열성 30분	차열성 60분	차열성 45분 이하	차열성 30분 이상	성능등급 결정요구
	차 열 성	요구	요구	요구	요구	-
	차 열 성	-	-	-	-	차열성 제외 검토
	설 치 장 소	명시 (발코니 방화벽)	명시	명시 (제연벽 등)	명시 (피난통로)	설치장소 다원화 검토
	기 타	발코니 방화벽외 설치가능 장소 없음	습식 스프링클러나 방화셔터와 같이 사용가능	주수시험 실시 차열성 보유한 유리 대체가능	피난통로내 위치 및 면적제한	추가적인 제도 검토

(2) 평가방법

우리나라와 호주, 미국 및 영국에서 규정하는 방화유리창의 내화성능 평가방법에 대한 검토를 실시하여 <표 2.10>과 같이 주요 사항을 정리하였다.

표에서와 같이 각국의 방화유리창의 내화성능 평가방법, 차열 성능기준 및 차열 성능기준은 모두 유사하다고 할 수 있다. 다만, 우리나라의 경우 비차열 성능의 방화유리창의 사용장소가 극히 적어 관련 고시 등 평가 제도가 마련되어 있지 않아 이의 제정을 고려하여야 한다.

<표 2.10> 방화유리창 평가 제도 및 성능기준 비교

구 분		한 국	호 주	미 국	영국(유럽), ISO	개선검토사항
시험규격		KS F 2845 (내화)	AS 1530.4 Part4, section3 (내화) AS 1530.4 Part4, section8 (방화)	ASTM E 119(내화) UL 263(방화)	BS 476 part22, section10 (내화)	시험방법 선정
시험항목		내화시험	내화시험	내화시험 (주수시험 포함) 방화시험 (주수시험 포함)	내화시험	시험항목 선정 여부
요구성능	차열성	·10초 이상 지속 화염 ·6 mm 균열 게이지 150 mm 이동 또는 25 mm 게이지 관통 ·면패드 30초 이내 착화	<내화시험> ·붕괴 및 갈라진 틈 및 균열 <방화시험> ·붕괴 및 갈라진 틈 및 균열	<내화시험> ·화염 발생 ·화염 관통 (내화시험중) ·관통 구멍 발생 (주수시험중) <방화시험> ·화염 발생 및 유리창의 손상 (내화시험 및 주수시험중)	·10초 이상 지속 화염 ·6 mm 균열 게이지 150 mm 이동 또는 25 mm 게이지 관통 ·면패드 30초 이내 착화	차열 성능기준 선정 여부
	차열성	·이면평균 : 140 ℃ 이하 ·이면최고 : 180 ℃ 이하	<내화시험> ·이면평균 : 140 ℃ 이하 ·이면최고 : 180 ℃ 이하 <방화시험> 요구하지 않음	<내화시험> ·이면평균 : 141 ℃ 이하 ·이면최고 : 181 ℃ 이하 <방화시험> 요구하지 않음	· 이면평균 : 140 ℃ 이하 · 이면최고 : 180 ℃ 이하	내화시험과 방화시험의 이원화 여부 검토
	주수	요구하지 않음	요구하지 않음	요구	요구하지 않음	성능기준 선정 여부

나. 문제점 도출 및 개선방향 설정

(1) 비차열 방화유리창 면적 제한

선진국의 경우 공간의 심미적인 효과 및 개방감 등을 위하여 방화구획벽에도 면적 제한을 두어 비차열 방화유리창을 사용토록 하고 있는 바, 국내에서도 복사열 등 열피해 등에 대한 평가를 통하여 방화구획벽에 면적 제한을 두어 비차열 방화유리창을 사용토록 하는 것을 검토하여야 한다.

(2) 건축법 내 ‘망이 들어 있는 유리창’을 ‘방화유리창’으로 개정

현행 건축법에서 ‘망이 들어 있는 유리창’을 화염 확산 방지를 위하여 피난계단 및 특별피난계단 구조에 적용토록 하고 있으나, ‘망이 들어 있는 유리창’은 내화성능이 확인되지 않아 화재안전성을 확보하지 못할 가능성이 크므로 ‘망이 들어 있는 유리창’을 비차열 1시간 성능의 ‘방화유리창’으로 개정하는 것을 검토하여야 한다.

(3) 방화유리창 내화성능 평가 및 성능 기준 정립

방화유리창의 도입과 관련하여 내화성능 평가 기준이 없어 방화유리창의 내화성능 평가가 가능토록 관련 기준의 제정을 검토하고, 방화유리창이 확보하여야 할 성능 기준을 정립하는 것에 대해 검토하여야 한다.

(4) 방화유리창 사용시 면적(1 m²) 및 이격 거리(2 m) 제한 제외

피난계단 및 특별피난계단 구조의 외부 창에 면적(1 m²) 및 이격 거리(2 m) 제한이 있어 평면 계획이 어려워 건설업계 등으로부터 민원 제기가 많아 외부 창에 방화유리창을 사용할 경우 화재안전성을 확보하면서 면적(1 m²) 및 이격 거리(2 m) 제한을 제외할 수 있는지 검토할 필요성이 있다.

다. 개선방향 검토

(1) 성능 검증

방화유리창의 기본적인 내화성능 검증을 위하여 비차열 유리창 및 차열 유리창의 내화성능 평가를 수행하였으며, 망입유리창에 대해서도 내화성능 평가를 수행하였다. 세부 내용은 ‘Volume II. 부록’의 부록 2에 수록하였다.

(가) 비차열 유리창의 내화성능 평가

비차열유리의 화재시 특성을 확인하기 위하여 내화시험을 실시하여 복사열량, 이면에서의 온도, 유리 표면온도를 측정하여 다음과 같은 결과를 도출하였다.

- 비차열 유리창의 표면온도는 표준화재온도 곡선을 유사하게 반영하고 있으며, 시험후 60분 경과시 570 °C 정도를 나타내었다.
- 비차열 유리창을 포용하는 거리에서 측정한 결과, 비차열 유리창 복사열량 및 온도는 30분 경과시 33.5 kW/m² 이상, 140 °C 이상, 60분 경과시 50 kW/m² 이상, 180 °C 이상으로 측정되었으며, 비차열 유리창의 크기에 관계없이 이 두 결과값은 유사한 것을 확인할 수 있었다.
- 벽체 전체를 포용하는 거리에서 측정한 결과, 유리창만을 포용하는 거리에서 측정한 결과보다 복사열량은 약 40%, 온도는 약 25% 정도로 확인되었다.
- 비차열 유리창의 내화시험에서 측정된 복사열량 결과를 바탕으로 위험도를 평가한 결과, 유리창을 포용하는 거리에서는 10분 경과시 10초간 노출시 화상이 발생하며, 25분 경과시 장시간 노출된 목재가 불꽃없이 발화되며, 45분 경과시 5초간 노출된 면직류가 불꽃없이 발화되고, 60분 경과시에는 10여초 동안 노출시 목재가 불꽃없이 발화되는 것으로 나타났다. 이러한 분석 결과에 따라 비차열유리가 방화구획, 피난로 등에 설치되었을 경우, 인명위험, 화재확산의 위험이 매우 높은 것으로 판단된다.
- 비차열 유리창을 포함한 벽체 전체를 포용하는 측정결과를 바탕으로 위험도를 평가한 결과, 30분 경과시 10초간 노출시 화상이 발생하며, 60분 경과시에는 불꽃이 없는 상태라면 면직류나 목재에 발화되지는 않는 것으로 나타났다.

(나) 비차열 유리창의 허용면적비 평가

비차열 유리창의 면적비율에 따른 복사열을 평가하여 다음과 같은 결과를 도출하였다.

- 비차열 유리창의 크기와는 상관없이 유리창 전체를 포용하는 거리에서의 열유량 및 온도는 일정하였다. 벽체 전체를 포용하는 거리에서의 열유량 및 온도는 유리창의 면적이 작아지면 그 크기도 작아지는 경향을 나타내었다.
- 열유량비는 면적비가 0.49인 경우 0.70, 0.25인 경우 0.36, 0.11인 경우 0.12 수준으로 수렴하였다. 온도비는 완만하게 상승하는 경향을 나타내었으며, 실험 60분을 기준으로 면적비가 0.49인 경우 0.57, 0.25인 경우 0.28, 0.11인 경우 0.25을 나타내었다.
- 화재안전성 기준인 2.5 kW/m^2 의 열유량에 대하여 면적비를 산정한 결과, 45분 내화성능을 요구할 경우 0.061, 60분을 요구할 경우 0.054의 면적비까지는 비차열 유리 설치가 가능한 것으로 판단되었다.

(다) 차열유리와 비차열유리의 성능 비교

차열유리와 비차열 유리의 성능 비교를 위하여 각 2종의 시험체에 대하여 내화시험을 수행한 결과, 복사열 및 온도에서 차열 유리의 안전성을 확인할 수 있었다.

(라) 망입 유리창의 내화성능 평가

망이 들어 있는 유리창에 대한 내화성능 평가 결과, 다음과 같은 결과를 도출하였다.

- 망이 들어 있는 유리창은 크기에 따라 차이는 있지만, 실리콘에서의 화염 발생을 제외한 균열 개이지 적용 결과, 25분 정도의 비차열 성능을 가지고 있는 것으로 나타났다.
- 따라서, 망이 들어 있는 유리창을 1시간 이상의 방화구획 선상에 적용하면 균열된 틈을 통한 화염 및 고온공기의 이동으로 화재안전성을 확보할 수 없을 것으로 판단된다.

(2) 기술자료 분석

(가) 방화유리창 내화성능 평가 및 성능 기준 정립

방화유리창의 내화성능 평가와 관련하여 국가 표준인 KS F 2845 ‘유리구획 부분의 내화시험방법’을 평가 방법으로 이용할 수 있을 것으로 판단되며, 방화유리창의 사용 위치인 피난계단 및 특별피난계단 구조에서의 사용 및 외국기준을 고려할 때 비차열 1시간 성능의 방화유리창을 사용하면 화재안전성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

피난계단 및 특별피난계단 구조의 외부 창에 붙박이 방화유리창을 사용할 경우 건축물의 다른 부분에 설치하는 창문등으로부터 화재시 화염이 분출된다고 하더라도 측면 방향으로의 화재 강도는 내화성능 평가시에 비해 낮을 가능성이 크므로 방화유리창의 면적과 상관없이 이격 거리(2 m) 제한을 제외할 수 있을 것으로 판단된다.

현행 건축법에서 ‘망이 들어 있는 유리창’을 화염 확산 방지를 위하여 피난계단 및 특별피난계단 구조에 적용토록 하고 있으나, ‘망이 들어 있는 유리창’은 내화성능이 확인되지 않아 화재안전성을 확보하지 못할 가능성이 크므로 ‘망이 들어 있는 유리창’을 ‘방화유리창’으로 개정하도록 관련 법령에 대한 개정안을 작성하였다.

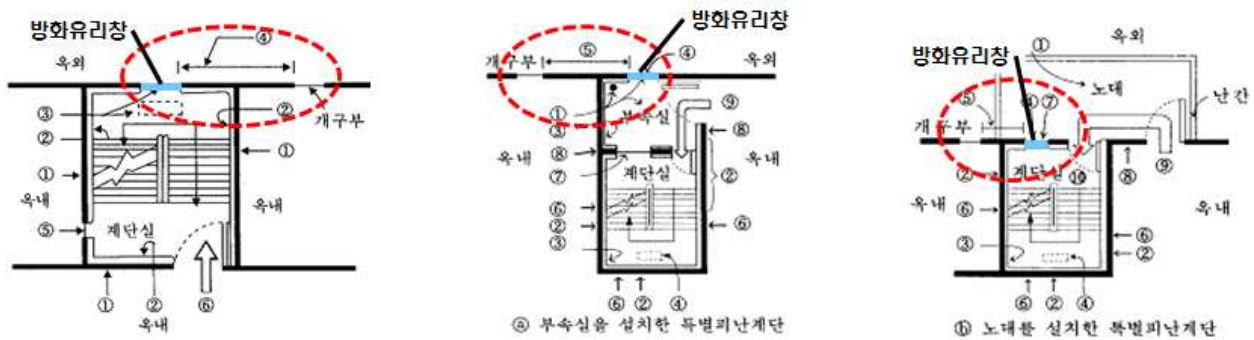
-
- Figure 2 consists of three cross-sectional diagrams of a window frame, labeled (a), (b), and (c), illustrating different methods for installing a thermal break (Mangim Yuri) in a double-glazed window.
- Diagram (a):** Shows the thermal break installed at the bottom of the frame. The components are labeled: ① Mangim Yuri (thermal break strip), ② frame, ③ glass, ④ exterior (Yuk-oi), ⑤ interior (Yuk-ne), ⑥ frame, ⑦ glass, ⑧ frame, ⑨ glass, ⑩ frame, ⑪ glass, ⑫ frame, ⑬ glass, ⑭ frame, ⑮ glass, ⑯ frame, ⑰ glass, ⑱ frame, ⑲ glass, ⑳ frame, ㉑ glass, ㉒ frame, ㉓ glass, ㉔ frame, ㉕ glass, ㉖ frame, ㉗ glass, ㉘ frame, ㉙ glass, ㉚ frame, ㉛ glass, ㉜ frame, ㉝ glass, ㉞ frame, ㉟ glass, ㊱ frame, ㊲ glass, ㊳ frame, ㊴ glass, ㊵ frame, ㊶ glass, ㊷ frame, ㊸ glass, ㊹ frame, ㊺ glass, ㊻ frame, ㊼ glass, ㊽ frame, ㊾ glass, ㊿ frame.
 - Diagram (b):** Shows the thermal break installed in the middle of the frame. The components are labeled: ① Mangim Yuri (thermal break strip), ② frame, ③ glass, ④ exterior (Yuk-oi), ⑤ interior (Yuk-ne), ⑥ frame, ⑦ glass, ⑧ frame, ⑨ glass, ⑩ frame, ⑪ glass, ⑫ frame, ⑬ glass, ⑭ frame, ⑮ glass, ⑯ frame, ⑰ glass, ⑱ frame, ⑲ glass, ⑳ frame, ㉑ glass, ㉒ frame, ㉓ glass, ㉔ frame, ㉕ glass, ㉖ frame, ㉗ glass, ㉘ frame, ㉙ glass, ㉚ frame, ㉛ glass, ㉜ frame, ㉝ glass, ㉞ frame, ㉟ glass, ㊱ frame, ㊲ glass, ㊳ frame, ㊴ glass, ㊵ frame, ㊶ glass, ㊷ frame, ㊸ glass, ㊹ frame, ㊺ glass, ㊻ frame, ㊼ glass, ㊽ frame, ㊾ glass, ㊿ frame.
 - Diagram (c):** Shows the thermal break installed at the top of the frame. The components are labeled: ① Mangim Yuri (thermal break strip), ② frame, ③ glass, ④ exterior (Yuk-oi), ⑤ interior (Yuk-ne), ⑥ frame, ⑦ glass, ⑧ frame, ⑨ glass, ⑩ frame, ⑪ glass, ⑫ frame, ⑬ glass, ⑭ frame, ⑮ glass, ⑯ frame, ⑰ glass, ⑱ frame, ⑲ glass, ⑳ frame, ㉑ glass, ㉒ frame, ㉓ glass, ㉔ frame, ㉕ glass, ㉖ frame, ㉗ glass, ㉘ frame, ㉙ glass, ㉚ frame, ㉛ glass, ㉜ frame, ㉝ glass, ㉞ frame, ㉟ glass, ㊱ frame, ㊲ glass, ㊳ frame, ㊴ glass, ㊵ frame, ㊶ glass, ㊷ frame, ㊸ glass, ㊹ frame, ㊺ glass, ㊻ frame, ㊼ glass, ㊽ frame, ㊾ glass, ㊿ frame.

- 55 -

(3) 방화유리창 사용시 면적(1 m²) 및 이격 거리(2 m) 제한 제외

피난계단 및 특별피난계단 구조의 외부 창에 불박이 방화유리창을 사용할 경우 건축물의 다른 부분에 설치하는 창문등으로부터 이격 거리(2 m) 제한 및 방화유리창의 면적(1 m²) 제한을 제외하도록 관련 법령에 대한 개정안을 작성하였다.

- 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 일부 개정(안)



[그림 2.15] 방화유리창 사용시 면적 및 이격 거리 제한 제외 위치

4. 방화댐퍼

가. 국내·외 관련제도 검토

(1) 제도

<표 2.11>은 우리나라와 일본, 미국, 영국 및 ISO에서 규정하는 방화댐퍼의 적용 제도 및 성능기준을 비교하여 정리한 것으로 우리나라와 일본은 사양 기준 및 성능 기준이 혼합되어 있는 형태로 적용 제도가 운영되고 있으며, 미국과 영국 등은 성능 기준에 따라서만 방화댐퍼를 적용토록 하고 있다. 특히, 우리나라를 제외하고는 모두 내화성능에 대한 성능 등급을 규정하고 있으며, 일본 및 미국의 경우는 방화구획 벽체의 내화성능에 따라 성능등급을 달리 규정하고 있다.

<표 2.11> 방화담퍼 적용 제도 및 성능기준 비교

구 분		한 국	일 본	미 국	영국(유럽), ISO	개선검토사항
사양구조		철판두께 1.5mm 이상	철판두께 1.5mm 이상	없음	없음	사양구조 폐지여부 결정
성능등급		없음	45분(경계벽, 칸 막이벽 등), 60분(방화구획 선상)	90분(방화구획 3시간 미만), 180분(방화구획 3시간 이상) *캐나다 : 20분~180분	60분	성능등급 결정요구
요구 성능	차 염 성	미요구 (기준 불명확)	요구	요구	요구	-
	차 열 성	미요구	미요구	-	-	차열성 제외 검토
요구 성능	차 연 성	KS F 2822 방 화담퍼의 방연 시험 방법에 적 합할 것.(성능기 준 없음)	고시로 요구함. 19.6 Pa에서 누설공기량 5 m ³ /min·m ² 이하 (상온 측정)	방연담퍼 겸용 시 요구 (UL555S)	360 m ³ /(h·m ²) 이하 (내화시험시 측정, 방연담퍼 200 m ³ /(h·m ²) 이하)	차연성능 기준 및 평가방법 선정 검토
	기 타	-	-	반복시험, 분진적하 노출 시험, 염수분무 노출 시험, 스프링 폐쇄력 시험, 작동시험, 온도강하/반복 시험, 덕트 충격시험, 정수압 강도 시험 등성능 평가	-	추가적인 성능평가 검토
설치장소		명시 (방화구획)	명시 (방화구획 및 세부공간)	명시 (방화벽, 방화구획 등) 설치제외 장소	명시 (방화벽, 방화구획 등) 설치제외 장소	설치장소 명시 검토

(2) 평가방법

우리나라와 일본, 미국, 영국 및 ISO에서 규정하는 방화담퍼의 성능 평가방법에 대한 검토를 실시하여 <표 2.12>와 같이 주요 사항을 정리하였다.

일본을 제외한 국가에서는 내화성능 평가와 관련한 규격을 보유하고 있으며, 미국의 경우는 차열 성능을 규정하고 있지는 않다. 우리나라의 경우는 평가 규격은 있으나, 건축법 상에서 방연시험방법 만을 언급하고 있어 내화성능 평가가 실질적으로 이루어지지 않고 있는 실정이며, 관련 법령 및 고시 미비로 방화담퍼에 대한 명확한 평가 방법 및 성능기준이 규정되지 않아 방화담퍼의 적용시 혼란이 야기되고 있는 상황이다.

<표 2.12> 방화담퍼 평가 제도 및 성능기준 비교

구 분		한 국	일 본	미 국	영국(유럽), ISO	개선검토사항
시험 규격		KS F 2840 (내화) KS F 2822 (방연)	JIS A 1314 (방연)	UL 555(내화) UL 555S(방연)	BS EN 1366-2 (내화, 방연) ISO 10294-1,2 (내화, 방연)	시험방법 선정
시험 항목		내화시험, 연기누설시험, 연동폐쇄장치의 작동시험	연기누설시험, 연동폐쇄장치의 작동시험	내화시험 (주수시험 포함) 기타시험	내화시험 (시험시 방연성능 측정)	시험항목 선정 여부
요 구 성 능	차 열 성	·10초 이상 지속 화염 ·6 mm 균열 게이지 150 mm 이동 또는 25 mm 게이지 관통 ·면패드 30초 이내 착화	·사양기준에 따른 제작으로 평가 미 실시	·화염 발생 (예외조항 있음) ·틈새 제한 -수직면 9.5 mm, -수평면 0.8 mm -모든부분 19.1 mm (내화시험중, 내화시험후) - 25.4 mm (주수 중, 주수 후)	·10초 이상 지속 화염 ·6 mm 균열 게이지 150 mm 이동 또는 25 mm 게이지 관통 ·면패드 30초 이내 착화	차열 성능기준 선정 여부
	차 열 성	·이면평균 : 140 ℃ 이하 ·이면최고 : 180 ℃ 이하	”	-	· 이면평균 : 140 ℃ 이하 · 이면최고 : 180 ℃ 이하	-

요구 성 능	차 연 성	KS F 2815 19.6 Pa에서 누설공기량 5 m ³ /min·m ² 이하 (상온에서 측정)	고시로 요구함. 19.6 Pa에서 누설공기량 5 m ³ /min·m ² 이하 (상온에서 측정)	방연댐퍼 검용시 요구 (UL555S)	360 m ³ /(h·m ²) 이하 (내화시험시 측정, 방연댐퍼 는 200 m ³ /(h· m ²) 이하)	성능기준 선정 여부
	퓨 즈 작 동 시 간	2분 이내 (내화시험시)	고시로 요구함. 1분 이내 (연동폐쇄장치의 작동시험)	1분 이내 (내화시험시)	2분 이내 (내화시험시)	작동시간 결정 여부

나. 문제점 도출 및 개선방향 설정

(1) 방화댐퍼 관련 규정 미흡

방화댐퍼의 설치 및 적용과 관련하여 관련 규정이 미흡하여 현장에서 방화댐퍼를 적용할 시 큰 혼란을 겪고 있어 제조업체, 건설업체 및 감리업체로부터 민원 제기가 많은 상황으로 관련 법령을 개정하고, 관련 고시를 제정하는 것을 검토하여야 한다.

(2) 성능 평가 및 성능 기준 정립

방화댐퍼의 평가와 관련하여 ‘건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙’ 제14조 2항 3호의 ‘라’에서 ‘방화댐퍼의 방연시험방법에 적합할 것’이라고 명시되어 있으나, 시험항목인 연기누설시험 및 연동폐쇄장치의 작동시험에 대한 성능기준이 없는 상태이며, 내화성능과 관련된 ‘나’ 및 ‘다’의 성능 평가가 가능토록 관련 기준의 제정을 검토하고, 방화댐퍼가 확보하여야 할 성능 기준을 정립하는 것에 대해 검토하여야 한다.

다. 개선방향 검토

(1) 성능 검증

방화댐퍼의 기본적인 성능 검증을 위하여 비차열 방화댐퍼에 대해서 방연성능 및 내화성능 검증을 위한 평가를 수행하였다. 평가를 위하여 방연시험방법 중 연동폐쇄장치의 작동시험에 대한 시험설비 및 내화시험방법에 따른 공기누설량 측정을 위한 시험설비를 구축하였다. 세부 내용은 ‘Volume II. 부록’의 부록 2에 나타내었다.

(가) 방연성능 검증

① 연동폐쇄장치의 작동시험

전환 장치의 댐퍼 전환이후 10초 이내에 온도 퓨즈 장치 앞쪽에서의 공기 온도가 작동시험온도(90 ℃)로 된 시점에서부터 작동할 때까지의 시간을 측정하여야 하나 정해진 시간에 충분히 작동시험온도에까지 이르지 못하고 일정 시간 경과후 온도 퓨즈 장치가 용융되어 방화댐퍼가 작동하였다. 이는 온도 및 기류 센서의 온도 퓨즈장치와의 이격, 기류속도 조정의 어려움 및 시험장치의 챔버 크기가 열용량에 비해 크게 설계된 데에 기인한 것으로 판단된다.

② 연기누설시험

연기누설시험 결과, 각 방화댐퍼는 온도 퓨즈 장치 설치면 및 설치 반대면 모두 20 Pa에서의 단위 개구 면적, 단위 시간당 통기량이 $5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{min}$ 이하로 KS F 2815의 성능기준을 만족하는 것으로 나타났다.

(나) 내화성능 검증

① 공기누설량 미측정시

내화시험 결과, 각 방화댐퍼는 규정된 작동(폐쇄)시간에 모두 작동하였으며, 3시간의 가열 시간 동안 개구부 및 화염 발생이 없는 등 차열성을 만족하여 비차열 3시간의 성능을 확보하고 있는 것으로 나타났다. 그리고, 참고값으로 이면온도를 측정하여 보았는데 300 mm×300 mm, 500 mm×500 mm 및 800 mm×800 mm인 방화댐퍼는 각각 3분, 2분, 3분의 차열성을 갖는 것으로 확인되었다.

한편, 관측창을 통하여 방화댐퍼의 날개 부분 등을 관찰한 결과 열에 의한 변형으로 틈새가 발생하여 부압을 유지함에 따라 배기되는 풍량이 증가하는 것을 확인할 수 있었는데 국제표준과 같이 이의 평가를 고려해 볼 필요성이 있는 것으로 판단된다.

② 공기누설량 측정시

시험시작후 십여 분 이내에 공기누설량이 성능기준을 초과하여 내화성능을 확보하지 못하였다. 국내에서 제조되는 일반적인 방화댐퍼의 경우 국제표준에서 요구하는 공기누설량 성능기준을 만족시키지 못하므로 KS 표준을 ISO 표준에 따라 개정한다면 방화댐퍼의 제조 및

현장 사용이 어려워질 수 있는 것으로 우려되는 바, 화재시 방화댐퍼의 기밀성 확보 방안에 대한 연구가 일정 부분 진행된 이후에 개정을 고려해야 할 것으로 판단된다.

라. 개선안

(1) 방화댐퍼 관련 법령 개정

방화댐퍼의 설치 및 적용과 관련하여 성능 인정을 받은 방화댐퍼가 방화구획 선상에 사용될 수 있도록 관련 법령에 대한 개정안을 작성하였다.

- 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 일부 개정(안)

(2) 성능 평가 및 성능 기준 정립

방화댐퍼의 평가와 관련하여 내화성능은 KS F 2840 ‘방화댐퍼의 내화시험방법’에 의한 비차열 1시간 성능을 확보토록 하고, 차연성능은 KS F 2822 ‘방화댐퍼의 방연시험방법’의 ‘4.2 연기누설시험’에 의한 공기누설량이 20 Pa의 차압에서 $5 \text{ m}^3/\text{min} \cdot \text{m}^2$ 이하가 되도록 고시 제정안을 작성하였다.

- ‘방화댐퍼의 기준’ 고시 제정(안)

5. 내화충전구조

건축물에는 화재의 상황을 대비하여 적절한 내화성능이 요구되는데, 일반적으로 이러한 내화성능은 건축물의 면적, 용도 및 중요도에 따라 차등을 두어 관리하도록 규정되어 있다. 내화충전구조는 구획부재간에 발생하는 틈과 구획을 관통하는 설비관통재의 사용에 따라 발생하는 틈 등을 통한 화재시 인접공간으로 화재 확산을 방지하기 위하여 사용되는 시스템이다.

내화충전구조에 요구되는 내화성능은 그 구성부재에 요구되는 내화성능과 동일한 수준에서 확보되어야 하며, 이는 이미 확보된 건축물의 내화성능을 유지해야 한다는 측면에서 볼 때, 건축물 구성부재 내화성능이 내화충전구조에 요구되는 내화성능을 결정하는데 매우 중요하게 영향을 미치게 된다. 건축물에 설치되는 내화충전구조는 방화구획, 내화구조 벽체, 바

덕, 천장 등 구획부재간에 발생하는 공간을 통하여 화재확산이 이루어지는 것을 방지하는 것으로, 일반 선형 조인트, 커튼월 선형 조인트, 그리고 급기관, 통기관, 배기관, 배전관, 냉매관, 난방관, 급유관, 가스관, 배수관, 전선 케이블, 통신 케이블, 환기용 덕트, 냉난방용 덕트, 에어 덕트, 더스트 슈트 등의 설비관통부를 모두 포함한다.

또한, 내화충전구조는 건축물 화재시 구획 부재간 발생하는 틈이나 공간을 통한 화재확산 방지에 매우 중요한 역할을 하며 이를 통한 화재 피해를 최소화 하는데 매우 중요하게 작용하기 때문에 성능이 확인된 시스템이 현장에서 시공이 제대로 이루어지고 있는지의 확인이 반드시 필요하다. 그러나 안타깝게도 현재 국내 사정은 이와 같은 절차가 제대로 운영되지 않고 있다.

본 장에서는 국내에서 제기되고 있는 내화충전구조 관련 문제점과 관련하여 국내외 관련 제도를 검토 분석하고, ISO 국제 표준을 비롯하여 미국, 영국, 호주, 일본 등의 해외 규정을 분석하여 국내 규정의 문제점을 찾고, 이를 개선하기 위한 방안과 국내에 적용 가능성 등을 확인하고자 하였다. 이때, 실제로 국내사정을 고려하여 필요한 경우에는 시험 장비를 직접 제작하여 성능시험과 함께 이를 보완할 수 있는 컴퓨터 시뮬레이션 작업을 실시한 후 최종적으로 국내 내화충전구조 관련제도에 대한 개선안을 제시하였다.

가. 국내·외 관련제도 검토

내화충전구조의 평가제도 및 성능기준에 대하여 국내·외 기준을 조사 분석한 결과는 다음과 같다. 설비관통부의 경우 시험항목은 미국의 경우 주수시험을 추가한 것 이외에 모두 내화시험을 하도록 되어 있으며, 차열성의 경우 평균온도는 배제하고 이면최고온도 180 ℃ (180 K)를 넘지 않도록 하고 있고, 더불어 차열성 측정으로 이면으로 화염발생이나 관통이 없도록 규정하고 있다. ASTM에서 규정하는 주수시험의 경우 내화시험 이후 주수시험을 통해 이면에 주수시험으로 인한 균열이나 틈이 발생하지 않도록 규정하고 있다.

선형 조인트의 경우 국내와 일본을 제외하고 내화시험 이외에 진동 혹은 움직임 시험을 부가적으로 하도록 되어 있다. 건축물이 고층으로 갈수록 외부의 영향(바람, 지진 등) 및 내부의 열에 의한 부재의 움직임을 고려한 진동시험 혹은 움직임 시험을 실시하도록 되어 있다.

여기서 BS의 움직임 시험과, ISO, ASTM 의 진동시험에는 차이가 있다. BS의 경우 재료

가 갖는 최대의 능력으로 시험체를 벌려놓은 상태에서 내화시험을 실시하는 것을 의미하고, ISO와 ASTM 의 경우 제조자가 요구하는 일정속도(지진, 바람, 열)에 따라 주기적으로 최대 및 최소폭으로 진동을 주어 내구성을 시험하는 방법으로 진동시험을 수행한 후 내화시험을 진행한다.

따라서 BS, ISO, ASTM은 선형 조인트에 진동시험을 통해 일정부분 내구성에 관한 부분을 검증하여 내화시험을 실시하고 있다. 국내의 경우 이러한 부분이 도입되지 않아 고층건물에 적용하는 선형 조인트의 경우 내구성에 대한 부분의 검증이 필요하므로 이를 내화충전구조의 세부운영지침에 반영하여 개정추진 하고자 하며 이를 제안하였다.

<표 2.13> 내화충전구조 설비관통부의 평가제도 및 성능기준 비교

구분		한국	일본	미국	영국	ISO
시험규격		KS F 10295-1 내 화 충 전 구 조 세부운영지침	耐火性能試験· 平價 業務方法書 4.9 차염· 준차염성능시험·평가 방법의 4.9.2 방화구획 관통부	ASTM E 814-11a	BS EN 1366-3	ISO 10295-1
시험항목		내화시험	내화시험	내화시험 주수시험	내화시험	내화시험
요 구 성 능	차열성	이 면 최 고 온 도 180 K	-	이 면 최 고 온 도 181 ℃를 초과 하지 않아야함	이 면 최 고 온 도 180 K를 초과하 지 않아야함	이 면 최 고 온 도 180 ℃를 초과하 지 않아야함
	차염성	화염 또는 면패 드에 착화발생 유무	화염발생유무	내 화 충 전 구 조 이면으로 화염 발생이나 관통 이 없을 것	이면으로 화염발 생이나 관통이 없어야 함	이면에서 화염또 는 면패드 착화 발생하지 않아야 함
	주수 시험	-	-	시험으로 인한 틈이나 균열 발 생이 없어야 함	-	-

<표 2.14> 내화충전구조 선형 조인트의 평가제도 및 성능기준 비교

구분		한국	일본	미국	영국(유럽)	ISO
시험규격		내 화 충 전 구 조 세부운영지침	규 정 없음	ASTM E 1966-07	BS EN 1366-4	ISO 10295-2
시험항목		내화시험	-	내화시험, 주수시험 진동시험**	내화시험 움직임 시험*	내화시험 진동시험**
요 구 성 능	차열성	이 면 최 고 온 도 180 K	-	이면최고온도가 초기온도와 비 교 181 ℃를 초과하지 않아야 함 단, 최대 조인트폭이 12 mm를 초과하는 경우 이면온도 평균 이 초기온도와 비교 139 ℃ 초 과하지 않아야 함	시험체 이면 최고온도 181 K를 초 과하지 않아 야 한다.	이면 평균온도 140 K이상, 최고 온도 180 K를 상 승해서는 안된다.
	차염성	화염 또는 면 패드에 착화발 생유무	-	코튼 패드에 불꽃이 발생하지 않아야 한다.	이면으로 화 염 발생이나 관통이 없어야 함	이면으로 화염발 생이나 관통이 없어야 함
	주수 시험	-	-	주수시험으로 인한 이면에 어 떠한 틈도 발생하지 않아야 한 다.	-	-
*움직임 시험 : 시험체가 가용하는 범위까지 조인트를 벌린 상태에서 내화시험을 실시, 내화시험 전에 미리 움직임을 주거나, 내화시험과 함께 실시하는 경우로 나뉜다 **진동시험 : 조인트폭(minimum, nominal, maximum joint 로 구분하여 내화시험 이전에 일정 속도의 진동을 가한 후 내화시험을 실시한다.						

나. 문제점 도출 및 개선방향 설정

국내·외 관련 제도 검토에 대한 자세한 내용은 ‘Volume II. 부록’의 부록 1에서 기술하였

다. <표 2.15>는 부록 1에서 검토한 결과로서, 내화충전구조와 관련하여 국내에서 보고되고 있는 여러 가지 이슈들을 토대로 국내 규정을 국외 규정과 비교하여 검토 및 분석한 결과 현행제도에서 반드시 개선되어야 할 문제점을 정리하여 나타낸 것이다.

<표 2.15> 국내에서 제기되고 있는 내화충전구조 관련 문제점

1. 건축물 승강로비의 내화충전구조 완화 대상 및 범위의 불명확성
2. 방화구획 설치기준 중 내화충전구조 대상 누락
3. 선형 조인트에 시공되는 내화충전재의 압축밀도의 관리 부재
4. 화재위험성을 고려하지 않는 내화충전구조의 획일적 성능기준
5. 실제 화재상황과 맞지 않는 커튼월 선형 조인트의 평가범위
6. 외부환경(바람, 지진)을 고려하지 않은 내화충전재 평가
7. 설비관통재의 시험 가능한 최대 직경 기준의 부재
8. 벽체 지지구조에 대한 3시간 내화성능 기준 부재
9. 덕트의 내화시험 방법의 비현실성

먼저, 그 내용을 살펴보면 건축법 시행령 제46조에 언급된 승강로비 방화구획 완화규정에 따라 내화충전구조도 그 완화대상에 포함되고 있으나, 구체적인 대상이나 범위에 대한 언급이 없어, 실제 건축현장에서 설계자, 시공자, 감리자 등 관련 분야 담당자들 사이에 적용에 대한 혼란이 발생하고 있으므로 이에 대한 명확한 구분이 필요할 것으로 사료된다.

그리고, 건축물 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제14조의 방화구획 설치기준에 제시된 내화충전구조의 범위는 외벽과 바닥과의 틈과 구획을 관통하는 관에 대하여만 언급하고 있으나, 실제 내화충전구조 대상으로는 바닥과 벽체 사이 등 방화구획 부재간 발생하는 일반 선형 조인트, 외벽과 바닥 사이에 발생하는 틈을 대상으로 하는 커튼월 선형 조인트와 구획부재를 관통하는 설비관통재 부분으로 구분할 수 있다. 또한, 구획부재를 관통하는 설비관통재의 범위를 관으로만 제시하고 있어, 덕트 등 풍도가 관통할 경우에는 그 적용에 혼란이 초래되고 있는 실정이다.

그리고, 선형 조인트에 시공되는 내화충전재의 압축밀도 관리가 이루어지지 않고 있다는 점이다. 이는 화재확산이 용이하게 이루어질 수 있는 여지가 있고 실제로 이 부분을 통해 화재가 아래층에서 위층으로 확산된 사례가 있었던 바 이를 제대로 관리하여 올바르게 시공이 이루어질 수 있도록 해야 한다. 이외에도 외부환경에 따라 내화충전재 부위가 수축되거나 팽

창되는 일이 반복적으로 발생하는데 이를 고려하지 않은 채 시공이 이루어지고 있는 점, 관통재 사이즈 관련규정의 부재, 벽체 지지구조에 대한 3시간 내화성능 기준이 없는 점, 설비 관통부재에 대한 적절한 내화규정이 마련되어 있지 않은 점, 커튼월 선형 조인트에 대한 적절한 내화규정이 없는 점, 덕트의 내화시험 방법의 비현실성 문제 등이 제기된다.

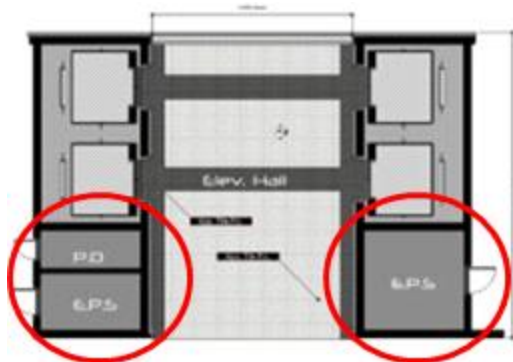
따라서 개선방향 검토에서는 이상에서 제기된 문제점들에 대한 개선방향에 대해 논의하도록 하는데, <표 2.15>에서 나열한 9가지 항목 중 1번, 2번은 관련 해외 기준과 내화충전구조의 목적과 기능을 고려하여 그 대상을 정하고자 하며, 3번, 5번 및 6번 항목은 다-(1) 성능검증에서 논의하고, 7번 및 8번 항목은 다-(2) 전문가 의견 검토에서, 4번 및 9번은 다-(3) 기술자료 검토에서 각각 논의토록 한다. 이때, 3번, 5번, 6번 및 9번 항목에 대해서는 실제 시험체를 제작하여, 성능시험을 실시하였는데, 시험체 제작, 시험 계획 및 시험 방법 등 자세한 사항은 'Volume II. 부록'의 부록 2 성능검증에서 기술하였고, 본 장에서는 시험 후 얻어진 결과에 초점을 두어 논의하도록 한다.

(1) 건축물 승강로비 내화충전구조 완화 대상 및 범위

건축법 시행령 제46조에는 건축물 승강로비를 방화구획으로 구획할 경우 승강로비에 면한 부분에 대하여는 내화충전구조를 완화하는 것으로 제시하고 있으나, 그 대상이 되는 내화충전구조의 범위나 기준에 대한 구체적인 내용이 없어, 건축현장에서는 완화규정에도 불구하고 내화충전구조 완화 범위나 기준을 주관적으로 적용하고 있는 실정이다.

이러한 이유로 현장에서의 혼란은 규정이 가지는 근본 목적이 퇴색되고 주관적 적용에 따른 현장별 또는 주체간 혼란으로 지속적인 문제로 지적되고 있는 것으로 조사되었다.

여기에서는 건축물 승강로비의 내화충전구조 완화 대상 및 범위를 구체적으로 제시하고 화재위험성에 따른 구체적 성능기준을 개선방안으로 제시하고자 한다.



[그림 2.16] 건축물 승강로비 내화충전구조 완화 대상 부위

(2) 건축물 방화구획 설치기준 규정상 내화충전구조 대상 누락

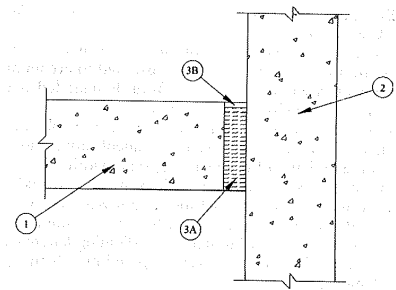
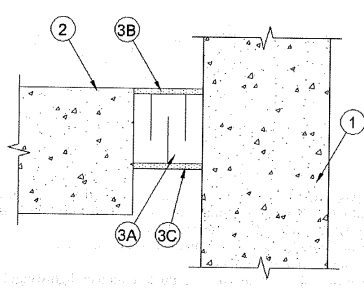
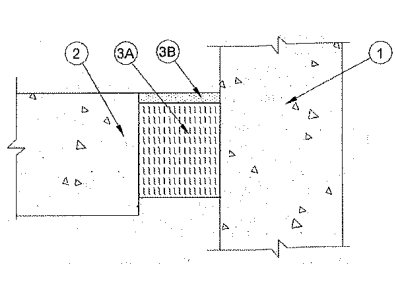
건축물 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제14조의 방화구획 설치기준에 내화충전구조 대상을 명시하고 있으나, 현행 규정에 명시된 내화충전구조 대상은 외벽과 바닥간에 발생하는 틈과 구획부재를 관통하는 관으로만 한정되어 있다. 하지만, 실제 내화충전구조가 적용되어야 할 부위는 커튼월 등 외벽과 바닥사이의 틈, 방화구획 부재인 바닥과 벽체 등에 발생하는 틈 및 방화구획 부재인 바닥과 벽 등을 관통하는 관과 덕트, 슈트류의 풍도 등으로 구분할 수 있다.

그러나, 현행 규정에서는 방화구획 부재간 발생하는 틈과 구획부재를 관통하는 풍도(덕트, 슈트 등)가 내화충전구조 대상에서 누락되어 있어, 현장에서의 적용 범위에 대한 혼란으로 인한 문제 발생과 부적절한 내화충전구조의 적용으로 방화구획의 화재안전성이 확보될 수 없다. 이처럼 화재시 내화충전구조를 통한 화재 확산을 방지하는데 있어 현행 규정상의 범위만 적용한다면 화재안전성을 확보하기 어려운 것이 현실이므로, 내화충전구조 대상중 누락된 부위에 대하여 규정에 구체적인 언급을 통한 내화충전구조 범위를 명확히 하여야 할 것이다.

(3) 선형 조인트 내화충전재 압축률(시공밀도)

선형 조인트에는 내화충전재가 압축된 상태로 채워지게 된다. 그러나 경제성 및 시공상의 어려움으로 인해 성적서와 다르게 압축되어진 상태로 시공되는 경우가 종종 발생하며, 이는 내화성능을 저하시키는 요인이 된다. 그러므로 국내에서는 「내화구조의 인정 및 관리기준」의 세부운영지침에서 정하는 절차와 방법, 기준에 따라 시험하여 성능이 확인된 재료 또는 시스템으로 시공하고 적정한 시공여부가 관리되도록 하고 있으나, 지속적이고, 명확한 현장 점검이 이루어지지 않고 있는 실정이다.

<표 2.16> 조인트 종류에 따른 시공밀도(UL Fire Resistance Directory, Volume 2A)

		
64 kg/m ³	96 kg/m ³	56 kg/m ³

미국의 UL(Underwriters Laboratories Inc) 기준에서는 <표 2.16>과 같이 조인트의 여러 종류에 따른 시공밀도와 그에 따른 적정한 시험방법을 규정하고 있어 국내에서도 이를 반영한 제도마련이 시급하다.

(4) 화재위험성에 따른 내화충전구조 성능기준 차등 적용

<표 2.17>은 국내·외 관련제도에서 설비관통부위에 요구하는 성능을 상호 비교하여 나타낸 것이다. 국내의 경우는 설비관통부위의 화재안전을 위해 관통재가 지나간 구조체에 차열 성능 및 차열성능의 성능 모두를 요구하도록 하고 있다. 특히, 차열성능을 만족하기 위해서는 별도의 내화대책이 필요한데, 건축물의 종류와 중요도 그리고 관통재의 종류 및 사이즈에 관계없이 동일하게 차열성능까지 요구하는 것은 지나친 규제에 해당된다. 또한, 국내 규정에서는 이러한 내화충전구조에 대해서 요구성능을 유지해야 하는 시간 등 상세한 내용이 빠져 있는 실정으로 이에 대한 개선 역시 필요하다.

<표 2.17> 국내·외 설비 관통부위에 대한 관련제도의 요구 성능기준 비교

구분		한국	일본	미국	호주
적용 부위	요구 성능				
슬래브 및 천장	차열 성능	적용부위 및 관통재의 사이 즈에 관계없이 동일하게 적용	관통재의 외경 및 두 께에 따라 30분, 60 분, 120분으로 차등 적용	관통부위의 구조체 와 동일한 차열성능 및 차열성능 요구	건축물의 종류, 등 급 및 하중조건에 따라 차열 및 차열 성능을 동일하게 90분~120분 차등 요구
	차열 성능		요구하지 않음		
벽	차열 성능		관통재의 외경 및 두 께에 따라 30분, 60 분, 120분으로 차등 적용	관통부위의 구조체 와 동일한 차열성능 요구	
	차열 성능		요구하지 않음	요구하지 않음	
특수 공간 (피난 계단 등)	차열 성능	-	-	-	120분 요구
	차열 성능	-	-	-	60분 요구

(5) 커튼월 선형 조인트 평가범위

커튼월과 바닥 슬래브가 연결되는 부위에 설치된 충전시스템은 내화성능이 뛰어난 광물섬

유 등을 이용하여 화재시 화염의 확산을 막는다. 그러나 실제로 화재피해 사례를 조사해보면 이러한 충전시스템의 불량에 의한 피해 뿐만 아니라 스펠드럴 패널 역시 내화처리가 제대로 이루어지지 않아, 화재가 발생하였을 경우 아래층에서 윗층으로의 화재확산을 막지 못해 피해가 커진 사례가 자주 보고되고 있다. 과거 이를 위험요소로 판단하여 화재확산방지구조를 스펠드럴(spandrel board)에 적용한 사례가 있으나 실험결과 그 효과가 크지 않은 것으로 나타났다.

한편, 현행 커튼월 선형 조인트와 관련하여 국내 제도를 살펴보면 커튼월 선형 조인트는 앞서 언급한 바와 같이 설비관통부 충전시스템과 함께 내화충전구조 세부운영지침에서 내용을 명시하고 있는데, 커튼월 선형 조인트에 대한 내용은 건축물의 화재확산방지와 관련하여 중요도가 크에도 불구하고 일반 선형 조인트와 함께 구분 없이 일부 언급되어 있다. 또한, 커튼월 선형 조인트의 경우는 설비관통부 충전시스템과 달리 관련 KS 규정이 없는 실정이다.

그렇기 때문에 시험체 제작, 시험방법, 시험구조, 시험절차 및 판정기준 등이 내화충전구조 세부운영지침에 모두 포함되어 있는데, 내용이 충실하지 않고, 판정기준이 모호하거나 아예 빠져있는 부분이 다수 존재하고 있다. 따라서 커튼월 선형 조인트에 대한 제도의 개선이 시급한 실정에 놓여 있다. 특히, 스펠드럴 보드 부분의 화재확산과 관련한 현실적 화재안전 확보가 가능하도록 시공조건을 현장과 유사하게 하여 커튼월 선형 조인트의 내화성능을 평가할 수 있도록 좀 더 명확하게 평가방법을 보완할 필요가 있다.

(6) 진동시험(Movement test)

선형 조인트의 공법은 대부분 내화충전재(예: 암면)와 구조부재와의 접착력을 증대시켜주는 Firestop spray(예: 내화도료, 내화뿔칠)로 구성된다. 제조사와 요구내화성능에 따라 내화충전재의 밀도와 두께가 다르며, 시공시 내화충전재의 압축률이 다르다. 고층 건축물의 선형 조인트는 지진, 바람, 열 등에 의해 시공 이후, 내화충전재와 구조부재와의 접착력이 감소하게 된다. 현재 국내의 2시간 내화성능을 가진 선형 조인트 시스템 공법에 대한 성능시험은 이를 반영하지 않고 있어 [그림 2.18]과 같이 진동시험을 실시할 경우에는 지지구조와 내화충전재에 의해 실링(sealing)된 부분이 분리되는 현상을 보인다. 이는 장기적인 측면에서 고려해보았을 때 대부분의 모든 실링된 부분에서 나타날 수 있는 현상으로서, 화재가 발생할 경우 취약할 수 있기 때문에 시급히 대응책을 마련해야 한다.



(a) 사진 1



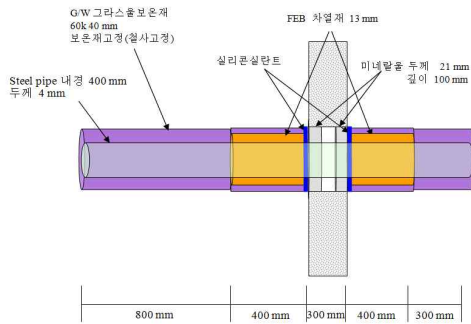
(b) 사진 2

[그림 2.18] 선형 조인트 시스템 시험체의 진동시험 결과

(7) 관통재

최근 초고층 건축물 증가 등 건축물이 복잡해지고 다양해지면서 이와 더불어 적용되는 설비 배관들도 복잡해지고 대형화되고 있는 추세이다. 하지만, 배관류 등의 구획 관통부재의 크기가 증가함에 따라 대형 관통부재에 대한 내화충전구조 성능평가를 수행하여야 하지만, 한정된 시험조건에서 대형 크기의 관통부재를 모두 평가하는 것은 현실적으로 불가능한 부분이다. 이처럼 성능확인을 통하여 현장에 적용하고자 하는 시공자나 설비 제조자의 요구를 수용하면서 합리적이고 현실적인 성능평가 범위(크기 등)를 제시하여야 할 필요성이 있다.

미국과 유럽의 경우, 최대 관경 및 전체 면적에 대한 규정이 있으며, 시험시 안전한 평가를 위하여 가능한 관통면적을 줄이도록 명기하고 있다. 국내 현장에서 사용되는 파이프의 경우 다양한 재질과 크기 등이 존재하므로 시험환경으로 인해 모든 파이프 관경을 시험할 수 없는 현실조건을 고려하여 적절한 사이즈를 정하여 그 사이즈 이상의 파이프는 성능을 같음할 수 있도록 규정하는 것이 필요하다.([그림 2.19] 참조)



(a) 관통재 내화시험 도면

(b) 관통재 내화시험 모습

[그림 2.19] 관통재 내화시험 도면 및 시험

(8) 내화 3시간 벽체 지지구조

현행 내화충전구조 세부운영지침에서는 내화충전구조를 대상으로 내화시험을 진행할 경우 적절한 지지구조로써 스테드구조 경량부재, 콘크리트 패널부재, 콘크리트 부재 등에 대해서 구성조건을 <표 2.18>과 같이 명시하고 있다. 그러나, 아래 표에서 나열한 각 지지구조의 내화성능은 최대 2시간 까지만 명시되어 있어 현실성을 충분히 반영하지 못한다는 지적이 있다. 즉, 내화구조의 경우는 3시간을 요구하는데, 지지구조는 이를 따라가지 못하는 상황이 발생하게 되는 것이다. 따라서, 지지구조의 내화성능이 내화구조와 동일하게 3시간 이상을 확보할 수 있도록 하는 내용이 지침에 시급히 반영되어야 한다.

<표 2.18> 지지구조 구성 조건

구 분	1시간 이상	2시간 이상
스테드구조 경량부재	- KS F 1611-2의 1시간 성능 내벽시스템으로 100mm두께 구조 - 기준 제20조에 의거한 세부운영지침[별표1]의 경량형강구조벽체 중 1시간 이상 인정 내화구조	기준 제20조에 의거한 세부운영지침[별표1]의 경량형강구조벽체 중 2시간 이상 인정 내화구조
콘크리트 패널부재	기준 제20조에 의거한 세부운영지침[별표1]의 콘크리트패널벽체 중 1시간 이상 인정 내화구조	기준 제20조에 의거한 세부운영지침[별표1]의 콘크리트패널벽체 중 2시간 이상 인정 내화구조
콘크리트 부재	100mm두께 콘크리트 또는 경량기포콘크리트	150mm두께 콘크리트 또는 경량기포콘크리트

(9) 내화 덕트

내화 덕트와 관련해서는 KS F 2841에서 수직 덕트와 수평 덕트로 구분하여 이들의 내화 성능 평가를 위한 시험 방법 및 성능 기준 등에 대해서 규정하고 있다. 그러나 KS F 2841 (2006년 제정)에서 규정하고 있는 덕트의 내화시험 방법은 <표 2.19>에서 확인할 수 있는 바와 같이 과거 1985년 제정된 ISO 6944를 기초로 작성된 것이다. 이후, 2008년 ISO 6944는 폐지되었고, ISO 6944-1과 ISO 6944-2가 새롭게 제정됨에 따라 최신판 ISO 규정은 당시 참조했던 ISO 규정과는 많은 부분에서 차이를 나타내고 있다. 따라서 KS 규정도 이를 반영하여 시급히 개정이 이루어져야 한다.

<표 2.19> ISO 6944 제(개)정 역사

제정/개정 연도	코드 번호	제목	비고
1985년 제정	ISO 6944	Fire resistance tests - Ventilation ducts	폐지
2008년 개정	ISO 6944-1	Fire containment - Elements of building construction_Part 1: Ventilation ducts	
2009년 개정	ISO 6944-2	Fire containment - Elements of building construction_Part 2: Kitchen extract ducts	

다. 개선방향 검토

(1) 규정 및 기준 검토

건축법 시행령에서 규정하고 있는 건축물 승강로비 완화규정은 승강로비의 특성을 고려한 기준이다. 건축물에 설치되는 승강기 특성상 승강기가 이동하는 수직이동 통로를 구획하는 것은 불가능하므로 승강기 수직이동통로를 통한 화재의 수직확산을 방지하기 위하여 승강로비를 방화구획으로 구획하여 층간방화구획을 완성하는데 그 목적이 있다. 그리고 승강로비 방화구획에 위치하여 승강로비에 면하는 부위에 대하여 층간방화구획 등 내화충전구조 완화를 포함하고 있는 것이다. 하지만, 구체적인 내화충전구조 완화 범위가 명시되지 않아 규정의 목적과 취지에 부합하지 못하고 건축 주체간 주관적 판단에 따른 이견 차이 발생 등 문제점이 발생하고 있어, 이를 개선하고자 관련 규정의 목적과 취지를 고려하여 내화충전구조 완화대상 범위를 건축물 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙과 내화충전구조 세부운영지침에 명시하고자 한다.

승강로비 완화대상이 되는 내화충전구조는 구체적으로 설비관통부재이며 IBC 기준에서 제시하고 있는 관통부재에 화염 발생이 우려되는 피복 유무와 내화충전구조 목적에 부합하도

록 관통되는 방화구획 부재(바닥)의 내화성능을 고려하고자 한다.

그리고, 내화충전구조의 구체적 적용기준을 제시하고 있는 건축물 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙의 방화구획 설치기준에 누락되어 있는 내화충전구조 대상인 바닥과 벽 등 방화구획간 발생하는 틈과 구획부재를 관통하는 덕트나 슈트 등의 풍도에 대하여도 관련 규정에 추가하여 적절한 내화충전구조가 건축물 방화구획에 적용될 수 있도록 하고자 한다.

(2) 성능 검증

내화충전구조와 관련하여 실질적인 위험수준과 이를 해결하기 위한 방안을 모색하기 위해 성능검증 시험이 필요한 항목은 이상에서 검토된 총 7가지 문제점 중 3가지 항목이 해당된다. 즉, 선형 조인트에 시공되는 내화충전재의 압축밀도 영향성 평가 방법, 외부환경에 의해 수축 팽창작용을 받은 내화충전재의 내화성능 평가 방법 및 화재시 커튼월의 취약 부위인 스펠드럴 보드를 포함하여 커튼월의 내화성능을 올바르게 평가하는 방법에 대해서는 해외 관련 규정의 시험방법을 참조하여 필요한 시험 장비를 직접 제작 및 개발하여 시험을 진행하였다. 이때, 시험장비의 개발 및 시험방법은 국내실정에 맞게 수정하였으며, 최종적으로 시험 결과를 통해 시험방법의 타당성 여부도 함께 확인하는 것으로 하였다. 시험계획, 시험방법 및 시험결과 등 자세한 내용은 ‘Volume II. 부록’의 부록 2에서 기술하였고, <표 2.20>은 이에 대한 결과를 요약하여 나타낸 것이다.

<표 2.20> 일반 선형 조인트의 틈 (joint)에 시공되는 내화충전재와 커튼월 선형 조인트의 스펠드럴 (spandrel board)부위에 시공되는 단열재의 올바른 내화성능 평가 (Volume II 시험결과 요약)

구 분	시험결과
압축밀도의 영향성 시험 (일반 선형 조인트)	• 압축을 실시하지 않은 내화충전재를 사용하여 시공한 시험체의 경우는 10분 경과 후 연기발생과 함께 화염이 노출됨 • 압축을 실시한 내화충전재를 사용하여 시공한 시험체의 경우는 내화시험이 종료될 때 까지 화염의 노출을 차단하였음
외부환경에 의한 수축 및 팽창작용에 대한 영향성을 평가할 수 있는 시험 방법 (일반 선형 조인트)	• ISO-10295-2의 Mechanically induced movement test 방법으로 실시 • 외부환경 (비, 바람, 태양열, 지진 등)의 영향으로 수축 및 팽창작용을 받은 내화충전재의 내화성능 유지 여부를 평가할 수 있음
스펠드럴의 내화성능을 함께 평가할 수 있는 시험방법 (커튼월 선형 조인트)	• EN 1364-4 Fire resistance tests for non-loadbearing elements_Part 4: Curtain walling 방법으로 실시 • 화재확산이 스펠드럴 부위를 통해 일어날 수 있음을 확인 • 커튼월의 선형 조인트 부위에 대한 내화성능뿐만 아니라 화재에 취약한 스펠드럴 부위에 대한 내화성능도 함께 평가할 수 있음

먼저, 내화충전재의 압축밀도 영향성 시험에서는 일반 선형 조인트의 조인트 부분에 압축 및 비압축 내화충전재를 각각 시공한 후 내화시험을 실시하여 시험체 이면에 화염이 노출되는 시간을 기록하여 상호 비교하였다. 시험결과 내화충전재의 압축밀도는 <표 2.20>에서 기술한 바와 같이 시험체 이면으로 화염의 노출을 차단하는데 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 이에 대한 제도적 정비가 필요한데, 향후 내화충전재의 밀도관리와 관련하여 국내에서도 제도적 장치가 마련될 경우에는 압축밀도가 서로 다른 내화충전재의 내화성능을 올바르게 평가하는데 본 연구에서 제안하는 방법이 적합할 것으로 판단된다.

또한, 외부환경에 의한 수축 및 팽창작용을 받은 내화충전재의 내화성능 시험은 ISO-10295에서 마련되어 있는 방법을 기초로 하여 시험을 진행하였고, 커튼월 선형 조인트에서 스펠드럴부위를 포함하는 방법은 EN 1364-4를 기초로 하여 진행하였다. 두 시험은 모두 국내에서는 최초로 시도되는 내화시험 방법으로서, 국내 여건에 맞게 시험장비를 개발하고, 시험방법을 수정하였는데, 성능시험 검토결과 외부환경에 영향을 받은 내화충전재의 내화성능평가와 스펠드럴의 내화성능 평가가 모두 양호하게 이루어지는 것을 확인하였다.

(3) 전문기관 의견 검토

(가) 관통재

시험 민원협의 및 시험진행 관련 사안에 대한 시험기관 간 의견수렴을 통해 통일된 기준에 의한 시험이 이루어질 수 있도록 내화충전구조 성능시험 수행기관을 대상으로 시험 세부기준에 대한 의견조회를 다음 표와 같이 요청하였다.

<표 2.21> 내화충전구조 성능시험 관련 의견조회

안 건	내 용	기관별 제출의견		
		A 기관	B 기관	C 기관
설비관통부 충전시스템 배관 관통재 최대 관경 제한	관통재 최대크기를 $\varnothing 400$ mm로 하고, 그 이상의 관통재는 별도의 성능시험 없이 사용가능	[조건부 동의] $\varnothing 400$ mm 이상의 경우 관통부 지름 크기에 비례하여 단열재 두께 증가	[반대] 관경이 클 경우 성능이 불리하므로 제시된 안전이 불합리	[동의]
덕트 관통재 최대 크기 제한	덕트 관통재의 최대 크기를 수평재 (1 000 mm×250 mm), 수직재 (1 000 mm×500 mm)로 제한	[조건부 동의] 최대크기 이상의 경우 장변 크기에 비례하여 단열재 두께 증가	[의견 없음]	[동의]

(나) 벽체 지지구조

시험 민원협의 및 시험진행 관련 사안에 대한 시험기관 간 의견수렴을 통해 통일된 기준에 의한 시험이 이루어질 수 있도록 내화충전구조 성능시험 수행기관을 대상으로 시험 세부기준에 대한 의견조회를 다음 표와 같이 요청하였다.

<표 2.22> 지지구조 성능시험 관련 의견조회

안 건	내 용	기관별 제출의견		
		A 기관	B 기관	C 기관
3시간 지지벽체 두께 선정	3시간 성능시험의 경우 콘크리트 또는 경량기포콘크리트 지지구조를 300mm 두께로 제작	[동의]	[반대] 현장조건별 지지벽체 두께 설정하여 시험	[동의]

(4) 기술자료 분석

(가) 설비관통부위 (Service penetration)

<표 2.23>은 국내·외 관련제도에서 설비관통부위에 요구하는 성능을 상호 비교하여 나타낸 것이다. 한국의 경우는 설비관통부위의 화재안전을 위해 관통재가 지나간 구조체에 차열 성능 뿐만 아니라 차열성능까지 두 가지 성능 모두를 요구하도록 하고 있다.

<표 2.23> 국내·외 설비 관통부위에 대한 관련제도의 요구 성능기준 비교

구분		한국	일본	미국	호주
적용 부위	요구 성능				
슬래브 및 천장	차열 성능	적용부위 및 관통재의 이즈에 관계 없이 동일하게 적용	관통재의 외경 및 두께에 따라 30분, 60분, 120분으로 차등 적용	관통부위의 구조체와 동일한 차열성능 및 차열성능 요구	건축물의 종류, 등급 및 하중조건에 따라 차열 및 차열 성능을 동일하게 90분~120분 차등 요구
	차열 성능		요구하지 않음		
벽	차열 성능		관통재의 외경 및 두께에 따라 30분, 60분, 120분으로 차등 적용	관통부위의 구조체와 동일한 차열성능 요구	
	차열 성능		요구하지 않음	요구하지 않음	
특수 공간 (피난 계단 등)	차열 성능	-	-	-	120분 요구
	차열 성능	-	-	-	60분 요구

특히, 차열성능을 만족하기 위해서는 별도의 내화대책이 필요한데, 건축물의 종류와 중요도 그리고 관통재의 종류 및 사이즈에 관계없이 동일하게 차열성능까지 요구하는 것은 지나친 규제에 해당된다. 또한, 국내 규정에서는 이러한 내화충전구조에 대해서 요구성능을 유지해야 하는 시간 등 상세한 내용이 빠져있는 실정이다.

이러한 국내 규정과 달리 호주의 경우는 더욱 상세히 관련 내용을 규정하고 있다. 먼저,

건축물의 등급을 Class 1~Class 10 까지 총 10개의 등급으로 구분하고, 건축물의 중요도에 따라 다시 Type A~Type C 까지 총 3개의 Type으로 나뉘어 관리가 이루어진다. 또한, 미국에서는 화재의 상황이 발생할 경우에 화재에 취약한 정도가 다른 건축물 부위에 따라 규정을 강화하거나 혹은 완화시켜 좀 더 효율적으로 화재안전관리를 실시하고 있다. 즉, 설비 관통부위가 슬래브 및 천장일 경우에는 차염성능 뿐만 아니라 차열성능 모두를 만족하도록 요구하고 있고, 벽 등과 같이 수직부재에 해당되는 경우에 대해서는 이보다 완화된 차염성능만을 요구하도록 규정하고 있는 것이다. 일본의 경우 역시 관통재의 외경 및 두께에 따라 30분, 60분, 120분 등 차등적으로 차염성능을 유지하도록 규정하고 있다.

이상에서 살펴본 바와 같이 현행 국내 내화충전구조 세부운영지침을 외국 규정과 비교 검토해 보면 제도의 합리화가 제대로 이루어지지 않고 있음을 확인할 수 있다. 즉, 국내 규정의 경우는 다양한 건축물의 적용부위 및 중요도에 따른 특성과 관통재와 충전재의 종류에 따른 재료의 고유한 성능 등이 제대로 반영되지 못한 채 획일적으로 지나치게 강화되어 있어 효율성 측면에서 문제점을 일으키고 있어 이에 대한 개선이 요구된다.

(나) 내화 덕트

① ISO 표준 분석

<표 2.24>는 현행 KS F 2841(2006년 제정)과 최신판 ISO 6944-1(2008년 개정)의 목차를 비교한 것이다. 표에서 확인할 수 있는 바와 같이 현행 KS 규정은 내용적인 측면에서 ISO 6944-1과 비교하여 많은 부분이 빠져있는 것을 확인할 수 있다. 특히, 시험 장비 항목을 살펴보면 KS 규정에서는 가열로, 장치(열팽창 응력 측정 장치), 열전대, 압력 측정장치, 팬 등을 명시하고 있는 반면, ISO에서는 이외에도 공기의 흐름량 측정장치, 댐퍼, 공기 속도 측정장치, 열이동량 측정장치 등 보다 정밀한 기계를 이용하여 덕트의 내화성능을 정량적으로 평가할 수 있도록 하는 표준을 제시하고 있다. 이중, 가열로 내부와 덕트 내부의 압력차 통제 장치와 공기 흐름량 및 속도 측정 장치는 각각 ISO 5167-1 (Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross section conduits running full_Part 1 General principles and requirements)과 ISO 5221 (Air distribution and air diffusion_Rules to methods of measuring air flow rate in an air handling duct)을 별도로 인용하도록 하고 있어 국내 규정과는 차이를 나타내고 있다.

<표 2.24> KS F 2841과 ISO 6944-1의 목차비교

KS F 2841:2006	ISO 6944-1:2008
목차	Contents
1. 적용 범위	1. Scope
2. 인용 규격	2. Normative references
3. 시험 원리	3. Terms and definitions
4. 시험 장비	4. Apparatus
4.1 가열로	4.1 General
4.2 장치	4.2 Furnace
4.3 열전대	4.3 Fan A
4.4 압력 측정장치	4.4 Fan B
4.5 팬	4.5 Volume flow-measuring station
5. 시험 조건	4.6 Condensing unit
5.1 가열조건	4.7 Damper
5.2 압력조건	4.8 Velocity-measuring station
5.3 기류속도	4.9 Equipment for measuring gas pressure
6. 시험체의 준비	4.10 Thermal-movement-measuring device
6.1 크기	4.11 Force-measuring device
6.2 수량	5. Test conditions
6.3 양생	6. Test specimen
7. 시험체 설치	6.1 Size
7.1 일반사항	6.2 Number
7.2 덕트의 설치	6.3 Design
8. 시험 절차	7. Installation of test specimen
8.1 시험조건	7.1 General
8.2 차염성 측정을 위한 시험 조건	7.2 Standard supporting construction
8.3 측정과 관측	7.3 Non-standard supporting construction
8.4 시험체의 지속	7.4 Restraint ducts
9. 성능기준	8. Conditioning
9.1 일반사항	8.1 General
9.2 성능기준	8.2 Hygroscopic sealing materials
10. 성적서	9. Application of instrumentation
	9.1 Thermocouples
	9.2 Pressure
	10. Test procedure
	10.1 General
	10.2 Control of conditions to permit assessment of integrity
	10.3 Test measurements and observations
	10.4 Termination of the test
	11. Performance criteria
	11.1 Integrity
	11.2 Insulation
	11.3 Smoke leakage
	12. Test report
	13. Field of direct application of test results
	13.1 General
	13.2 Vertical and horizontal ducts
	13.3 Sizes of ducts
	13.4 Pressure difference
	13.5 Hight of vertical ducts
	13.6 Suspension devices for horizontal ducts
	13.7 Supporting construction
	13.8 Steel ducts

또한, KS 표준과 달리 ISO에서는 제작된 시험체의 내화시험과 관련된 자세한 내용을 6.3 Design 항목에서 충실하게 설명하고 있고, 덕트가 관통한 건축부위의 재료가 콘크리트, 경량 기포콘크리트 또는 석고보드일 경우에 대해서는 바닥과 벽을 구분하여 내화성능 표준을 7.2 Standard supporting construction 항목에서 상세히 명시하고 있다. 계속해서 KS 표준에서 빠져있는 내용으로 ISO 8번 Conditioning 항목에서는 흡습성 실링재(hygroscopic sealing materials)를 이용하여 덕트와 관통부위의 틈을 매우도록 규정하고 있는데, 10 mm를 기준으로 필수 양생기간에 대한 조건을 다르게 규정하고 있다.

평가방법적인 측면에서 KS와 ISO 표준은 온도측정 데이터를 이용하는 점을 제외하고는 차이를 나타내고 있다. 이는 앞서 언급한 바와 같이 측정 장비가 다름에 기인하는 것으로써, ISO 6944-1에서는 ISO 834-1, ISO 5167-1, ISO 5221을 함께 인용하여 덕트 종류별로 덕트 내부의 온도 측정 결과와 공기나 가스의 흐름 속도 등 정량적인 데이터를 이용해서 차열성능(Integrity)과 차열성능(Insulation)의 확보 정도를 평가할 수 있도록 하고 있다. KS 표준에서는 차열성능과 차열성능 외에 구조적 안정성도 함께 평가하도록 하고 있는데, 구조적 안정성은 덕트의 붕괴 정도를 육안으로 판단하고, 차열성능은 화염이나 뜨거운 가스가 통과할 수 있는 틈이나 구멍이 발생되는지의 여부로 판단하며, 차열성능은 덕트의 초기 온도 값이 내화 시험 후 얼마나 상승했는지의 여부를 분석하여 평가하도록 규정하고 있다.

이외에도 KS 표준은 본문 서두에서 본 규정에서 제시하고 있는 시험방법은 실제 화재 조건하에서의 덕트의 성능평가나 그 위험도에 대한 기술에 사용되어서는 안 된다고 명시하고 있으나, ISO에서는 이와는 반대로 현장에 적용하기 위한 방법에 대해 명시하고 있다. 이에 대한 내용은 ISO 6944-1에서 목차 13번 항목(Field of direct application of test results)에서 별도로 명시하고 있다.

② 성능 검증

KS F 2841을 ISO 6944-1에 대응하도록 개정할 경우 장비의 보완과 함께 덕트의 내화시험이 제대로 이루어지는지의 검증이 필요하다. 따라서, 내화덕트 시험용으로 Leakage measuring system과 수직덕트를 제작하여 수평가열로에서 내화시험을 진행하였는데, 이에 대한 자세한 내용은 'Volume II. 부록'의 부록 2에서 기술하였고, <표 2.25>는 그 결과를 요약하여 나타낸 것이다.

덕트의 내화시험은 ISO 6944-1에서 개구부가 없는 수직덕트에 대한 기준을 기초로 하여 진행하였다. 덕트의 내부 압력조건은 내화시험 시작부터 시험이 종료되는 시점까지 ISO 6944-1에서 명시한대로 (300 ± 15) Pa(부압조건)을 유지하는 것으로 나타났는데, 이를 통해

Leakage measuring system이 올바르게 작동하는 것을 확인할 수 있었다. 내화시험의 종료는 55분 경과 시점에 덕트와 지지구조와의 조인트 부분에서 화염이 발생하여 종료하였다.

<표 2.25> 덕트의 내화시험 검증 (요약)

구 분	시험결과
내화시험 전	• ISO 6944-1 Fire containment-elements of building construction_Part 1: Ventilation ducts에서 가열로 내에 ‘개구부 없는 수직덕트’를 이용한 내화시험 방법으로 실시
내화시험 중	• 덕트 내부의 압력 300±15 Pa (부압조건) 유지
내화시험 종료	• 덕트 내부의 압력 300±15 Pa (부압조건) 유지 • 지지구조와 덕트가 맞닿는 부분에서 화염발생 (55분 경과)

마. 개선안

(1) 건축물 승강로비 내화충전구조 완화 대상 및 범위

건축물 승강로비에 면하여 설치되는 내화충전구조 설비관통부 충전시스템에 대하여는 화재시 화염 발생 우려가 높은 피복재의 사용 유무에 따라 완화 기준을 차등 적용하고자 한다.

그리고, 설비관통재가 통과하는 방화구획 부재인 바닥의 내화성능 기준에 따라 완화 범위를 구분하여 승강로비 완화규정의 취지와 내화충전구조의 목적에 부합하도록 아래의 표와 같이 개선안을 제시하였다.

<표 2.26> 내화충전구조 완화 대상 및 범위

구 분	관에 피복이 없는 경우	관에 피복이 있는 경우
1시간 방화구획 관통시	적용 안함	적용 안함
2시간 방화구획 관통시	F급 (1시간)	T급 (1시간)

(2) 건축물 방화구획 설치기준 규정상 내화충전구조 대상 누락

건축물 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제14조의 방화구획 설치기준에 제시하고 있는 내화충전구조 대상에 방화구획 부재 사이에 생기는 틈과 풍도(덕트)가 방화구획을 관통하는 경우도 포함하도록 개선안을 제시하였다.

(3) 압축률(시공밀도)

커튼월 구조에 설치되는 선형 조인트 내화충전구조에 대해 내화성능저하의 우려가 발생할 수 있는 내화충전재(암면)의 압축여부에 따른 내화성능 시험결과, 암면의 압축으로 인해 밀도가 상승하고 이는 내화성능에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이러한 이유로 시험성적서에 내화충전구조 보온재의 밀도(kg/m³)를 추가적으로 표기하여야 하며, 성적서에 표기된 시공밀도를 공사 관리자가 현장에서 보온재의 밀도, 중량, 부피를 관리감독할 수 있는 있도록 관련 사항이 <표 2.27>과 같이 내화구조 인정 및 관리기준의 세부운영지침에 반영되도록 하였다.

<표 2.27> 현장에서 보온재의 밀도 확인방법

구 분	밀 도	중 량	부 피
측정방법	$D = \frac{M}{V}$ - D : 밀도(kg/m³), - M : 중량(kg) - V : 채움부 부피(m³)	선형 조인트(외벽, 바닥 연결부위)에 설치된 보온재를 1M이상 채취하여 중량(kg) 측정	부 피 (mm³) = 길이 x 깊이 x 폭 (폭, 깊이가 일정하지 않는 경우는 큰값으로 산정)
표기방법	- 소수점 2자리까지	- 소수점 3자리까지	- 소수점 3자리까지

(4) 설비관통부위 (Service penetration)

설비관통부위에 요구되는 가장 중요한 성능은 차염성능과 차열성능이 해당된다. 그러나 국가별로 의미는 동일하지만 사용하는 용어가 달라 혼돈의 우려가 있으므로 이를 통일시킬 필요가 있다. 이번 개정안에서는 국제적인 흐름을 고려하여 F급(차염성능에 해당)과 T급(차열성능에 해당)으로 통일하여 개정안에 반영하고자 한다. 개정안에서는 제도의 합리적인 선진화를 목적으로 인명보호 수준과 건축구조물의 화재취약 정도를 고려해야 하는데, 아래는 지금까지 논의된 내용을 반영한 F급과 T급의 적용범위에 대한 세부 개정 내용을 정리한 것이다.

(가) 중요 고려 사항

① 구획관통부 중 사람이 거주하는지의 여부에 따른 구분

화재가 발생하였을 경우 구획관통부에 사람이 거주하는 거실공간과 사람이 거주하지 않는 기계실과 공조실 및 PS·AS실 등은 인명을 보호해야 하는 측면에서 고려해 보았을 때, 중요

도의 차이가 존재한다. 따라서 사람이 거주하는 공간은 설비관통부위의 내화성능을 강화해야 하지만 그렇지 않은 경우로서 사람이 거주하지 않는 공간에 대해서는 완화할 필요가 있다.

② 수평 관통재와 수직 관통재의 구분

건축구조물에는 벽, 파티션 등과 같은 수직부재와 천장, 마루 등과 같은 수평부재가 존재한다. 한편 관통재의 경우는 반대의 개념으로 수직부재를 관통할 경우 수평관통재, 수평부재를 관통할 경우 수직관통재라고 일컫는다. 여기서 화재가 발생하였을 경우에는 자연의 섭리에 따라 관통재에 의한 관통부위에 따라 화재에 대한 취약정도가 다르게 되는데, 이를 반영할 필요가 있다. 즉, 수평부재에 해당되는 천장과 마루 등은 화재에 취약하지만, 수직부재에 해당되는 벽이나 파티션 등은 화재에 덜 취약하므로 이에 대한 고려가 있어야 한다.

③ 관통재에 보온재를 사용하는지의 여부에 따른 구분

설비관통부재는 보온 및 보냉이 필요한 경우 설비관통부재 주변부에 보온재를 설치한다. 그러나 이러한 보온재가 대부분 가연성물질이기 때문에 적정온도 이상의 고온에 노출될 경우에는 착화현상에 기인하여 화재가 발생할 수 있으므로 이에 대한 충분한 고려가 있어야 한다.

(나) 개선안

현행 제도 (내화충전구조 세부운영 지침)에서는 앞서 논의된 바와 같이 설비관통부재의 설치 장소 등에 관계없이 이면의 고정열전대 및 이동열전대의 온도가 어느 한 개라도 초기온도보다 180 ℃를 넘어서면 안 된다고 규정하고 있다. 즉, 모두 T급에 해당되는 성능을 요구하고 있는 것이다. 그러나 개정안에서는 국외코드 규정 사례들을 분석한 후 국내에 가장 적합한 안을 제시하였다. <표 2.28>은 이상에서 검토한 의견을 반영하여 최종적으로 내화충전구조 세부운영 지침 중 설비관통부에 포함될 핵심 내용을 요약하여 나타낸 것이다.

즉, 화재에 취약한 정도에 따라 설비관통부재가 수직으로 관통하는 경우에는 T급을 요구하고, 수평으로 관통하는 경우에는 F급을 요구하도록 한다. 단, 수직으로 관통하더라도 거실 공간의 경우 관통재가 배수구 등과 같이 슬래브에 묻혀 외부로 노출되지 않을 경우에는 F급으로 완화하여 적용한다. 이러한 완화 규정은 지금까지 국내에서는 전혀 고려되지 않았던 사항이지만, IBC 등 해외사례를 검토·분석한 결과 배수구에 해당되는 관통부재의 경우는 관통재가 슬래브 등에 의해 감싸진 상태로 시공되어 열전달이 하부 층에서 상부 층으로 전달

되지 않기 때문에 차열성능을 검토하지 않더라도 화재의 확산이 일어나지 않는 것으로 보고 있다. 따라서 이 경우에는 F급으로 완화하여 적용하도록 한다. 또한, 서비스 공간의 경우에는 수직으로 관통하더라도 관통재가 거실공간과는 벽으로 구분되어 가연성물질과의 직접적인 접촉이 없기 때문에 F급으로 완화하여 적용하여도 무방하지만, 보온재 등으로 감싸진 경우에는 이 역시 열의 상승에 의해 보온재에 착화현상이 발생할 우려가 있기 때문에 거실공간과 동일하게 T급을 요구하도록 한다.

한편, 동일한 개념으로 설비관통부재가 수평으로 관통하는 경우에는 거실공간과 서비스 공간의 구분 없이 원칙적으로 F급을 요구하지만, 보온재를 사용한 경우는 예외사항에 해당되는 것으로 착화의 우려가 있기 때문에 T급을 요구하도록 한다. 이와 관련하여 국내 현행 제도는 앞서 언급한 바와 같이 모두 T급을 요구하도록 되어 있지만, 벽 등과 같이 수직부재의 경우는 수평부재와 달리 설비관통부재에 의한 화재확산의 우려가 작기 때문에 T급을 요구하는 것은 지나친 규제에 해당된다. 이와 관련하여 IBC 규정에서는 수평으로 관통하는 모든 설비관통부재에 대해서만은 F급으로 완화적용하고 있고, BCA 역시 대부분 수평으로 관통하는 경우에는 F급으로 완화하여 적용하고 있다. 이는 상위개념에 해당되는 내화구조의 요구성능을 비교해 볼 때 슬래브에 요구되는 내화성능이 벽보다 높기 때문에 설비관통부재 역시 이에 따라 동일하게 요구성능의 차이가 발생하는 것을 반영한 것으로 판단된다.

<표 2.28> 내화충전구조 세부운영 지침 중 설비관통부에 포함될 핵심 내용

대 상			요구성능
수직으로 관통할 경우 (슬래브 등)	거실 공간	원칙 (보온재 사용 여부 관계없음)	T급
		예외- 배수구 등과 같이 관통재가 슬래브에 묻혀 외부로 도출되지 않는 경우	F급
	서비스 공간	원칙	F급
		예외- 보온재를 사용한 경우	T급
수평으로 관통할 경우 (벽 등)	거실/서비스 공간	원칙	F급
		예외- 보온재를 사용한 경우	T급

따라서, 본 개정안은 현행제도와 비교해서는 수평으로 관통하는 관통부재의 경우 T급에서 F급으로 완화되어 있지만, 보온재를 사용하는 경우에는 수평으로 관통하더라도 T급을 요구하고 있기 때문에 해외규정보다는 여전히 강화된 규정에 해당된다. 단, 승강장의 경우에는

건축법 시행령 46조에 따라 층간방화에서 예외항목에 해당되므로 이상에서 명시한 모든 규정을 적용하지 않고 별도의 완화규정을 적용하고, 거실 공간 중에서 수도 등의 사용이 빈번하여 화재위험성이 낮은 주방과 화장실의 해당 층만 관통하는 드레인류와 공동주택 등의 발코니 공간에 설치되는 우수관 등에 대하여도 내화충전구조를 적용하지 않는 것으로 한다.

(5) 커튼월 선형 조인트

현재 내화충전구조 세부운영지침에서 커튼월 선형 조인트와 관련하여 명시하고 있는 내용은 일부에 지나지 않는다. 따라서 이를 보완하기 위해 시험체 설치 조건, 시험절차, 측정 및 관찰 등에 관한 사항은 아래에 명시한 국외 코드를 참조하여 개선안을 제안한다.

- EN 1364-4 Fire resistance tests for non-loadbearing elements_Part 4 Curtain walling - Part configuration

(가) 성능요건

커튼월 선형 조인트는 선형 조인트와 스펀드럴 패널의 단열재로 구분하여 화재확산과 밀접하게 관련되어 있는 선형 조인트 부분은 T급의 내화성능을 요구하고, 스펀드럴 패널의 단열재 부분은 이보다 완화된 F급의 내화성능을 만족하도록 한다.

(나) 내화시험 방법

커튼월 선형 조인트의 내화시험과 관련하여 새로운 용어로서 커튼월 선형 조인트, 커튼월 선형 조인트 충전시스템, 조인트 너비, 이음, 지지구조, 시험구조, 시험체, 시험장치, 시험환경, 시험구조, 시험체 설치, 측정장비, 시험절차 및 판정기준 등에 대한 내용을 상세히 명시하여 시공조건과 유사한 환경에서 시험이 이루어질 수 있도록 개정한다.

(6) 진동시험(Movement test)

국내의 현행 세부지침에 없는 항목, 즉 Movement test 부분에 대한 추가와 기본 시험내용 중에서 ISO 표준과 맞지 않는 부분에 대한 검토를 통해 국내 실정에 맞는 지침(안)을 작성하여 세부운영지침에 반영하는 것이 필요하다.

(7) 관통부

시험환경으로 인한 제한사항을 반영하여 다음과 같은 설비관통부 충전시스템의 배관 관통

재와 덕트 관통재의 최대 크기의 제한사항을 세부운영지침에 반영하는 것이 필요하다.

(가) 설비관통부 충전시스템의 배관 관통재 최대 관경 제한

관통재의 최대 크기를 $\varnothing 400$ mm로 하고, 그 이상의 관통재는 별도의 성능시험 없이 사용 가능하도록 한다. 단, 관경이 최대크기($\varnothing 400$ mm) 이상의 경우는 내화충전구조 재료 및 구성을 시험성적서와 동일하게 적용하도록 하고, 발포재의 경우는 관경에 따라 사용량을 비례하여 증가하도록 한다.

(나) 덕트 관통재 최대 크기 제한

덕트 관통재의 최대 크기는 수평관통재의 경우에는 $1\,000\text{ mm} \times 250\text{ mm}$ (wall용), 수직관통재는 $1\,000\text{ mm} \times 500\text{ mm}$ (floor용)로 하고, 그 이상의 덕트 관통재는 별도의 성능시험 없이 사용하도록 한다. 단, 관통재 최대 크기 이상의 경우는 설비관통부 충전시스템의 배관과 동일하게 적용한다. 그리고 덕트 관통재 성능시험 수행시 방화댐퍼를 설치하여 시험 수행하도록 한다.

(8) 벽체 지지구조

3시간 내화충전구조 시험은 시험의뢰자가 제시하는 지지구조로 제작하여 수행(지지구조의 종류 및 두께 등)하고, 현장시공은 동일등급 이상으로 적용하도록 하는 개정사항이 세부운영지침에 반영되도록 하는 것이 필요하다.

(9) 내화 덕트

KS F 2841은 2006년 제정 당시 국내에 덕트의 표준화된 시험방법이 마련되어 있지 않았던 상황에서 덕트의 내화성능을 합리적으로 평가하기 위해 ISO를 기초로 하여 만든 표준이다. 그러나 세부적으로 많은 내용들이 빠져 있고, 모호하거나 잘못 기술되어 있는 내용들이 있어 덕트의 내화성능을 제대로 평가하는데 많은 어려움이 있었다. <표 2.29>는 이에 따라 ISO 6944-1을 재검토하여 KS F 2841에서 개선되어야 할 항목들을 정리하여 나타낸 것이다. 그 세부 내용을 살펴보면 다음과 같다.

<표 2.29> KS F 2841에서 개선되어야 할 항목

- ① 덕트 A와 덕트 B에 대한 명확한 구분
- ② 시험장비의 보완
- ③ 덕트 종류별 시험체 설치, 평가기준 및 평가방법
- ④ 현장조건에 따라 달라지는 덕트 관통부 주변 재료에 대한 기준
- ⑤ 삽입된 그림 수정
- ⑥ 현장 적용 기준 보완

① 덕트 A와 덕트 B에 대한 명확한 구분

KS F 2841에서 가장 중요하게 다루고 있는 내용으로서 덕트의 종류를 2가지로 구분해서 시험체 설치 평가기준 및 평가방법 등을 구분하여 다르게 적용하고 있다. 그럼에도 불구하고, KS 본문 서두에는 덕트 A와 덕트 B에 대한 개념적인 설명이 생략되어 있다. 뿐만 아니라 덕트의 제작과 관련해서 덕트 B의 경우는 가열로 내부에 설치되는 덕트 부위에 개구부를 설치하도록 되어 있는데, 개구부의 면적, 개구부 개수 등에 대한 내용이 생략되어 있어 덕트의 내화성능을 평가하는데 있어서 오해의 소지가 있을 수 있다. 마지막으로, 덕트 종류에 따라 덕트 단면적의 가로와 세로의 비율이 달라야 하는데 이에 대한 기준이 생략되어 있다.

따라서, 이번 개정안에서는 KS 본문 서두 적용범위에 덕트 A는 덕트가 외부 화재에 노출되었을 경우 덕트의 내화성능을 평가할 목적으로 제작된 시험체로 정의하고, 덕트 B는 덕트 내부로 화염 등이 옮겨 붙었을 경우의 덕트의 내화성능을 평가할 목적으로 제작된 시험체로 정의하는 내용을 추가하도록 한다. 또한, 덕트 B의 경우, 개구부의 면적은 덕트 단면적의 50%의 크기로 만들도록 하고, 개구부 개수는 현재 1개에서 2개로 수정하도록 한다. 이에 따라 결국 개구부 1개의 면적은 덕트 단면적의 25%가 되도록 해야 하는 것이다.

② 시험 장비의 보완

앞서 언급한 바와 같이 KS 표준에서는 덕트의 차열성능과 차열성능 및 구조적 안정성 등을 평가할 때 온도 측정 결과를 분석하는 것 외에는 대부분 육안으로 평가하는데 의존하고 있다. 이는 과학적이지 못한 평가를 받을 수 있고, 유사한 실험결과에 대한 판정을 내리기가 쉽지 않다. 따라서 정량적인 데이터를 기반으로 덕트의 내화성능을 평가할 필요가 있는데 이를 위해서는 시험장비의 보완이 필요하다.

개정안에서는 시험장비 항목에 가스속도 측정 장비와 공기방출량 측정 장비를 추가하고

이를 평가항목에 함께 삽입하여 정략적인 데이터를 기반으로 내화성능 평가가 이루어 질 수 있도록 개정한다.

③ 덕트 종류별 시험체 설치, 평가기준 및 평가방법

현행 KS에서는 덕트 A와 덕트 B가 함께 기술되어 있어 혼란을 초래하는 부분이 존재한다. 따라서 내화시험용 덕트가 제작된 후 이를 설치하고 평가하는 부분에 있어서 덕트 종류에 따라 이를 명확히 구분지어 설명할 필요가 있다.

따라서 이번 개정안에서는 다음의 <표 2.30>~<표 2.32>와 같이 덕트 A와 덕트 B를 구분하여 각각에 해당되는 중요 항목들을 정리함으로써 혼돈의 소지가 없도록 하였다. 단, 차열성능의 평가항목은 <표 2.32>와 같이 현행 KS에서 규정하고 있는 기준을 그대로 유지하는 것으로 하였다.

<표 2.30> 덕트의 종류별 설치, 평가기준 및 평가방법 (수직 및 수평 덕트 모두 적용)

	설치	평가기준	평가방법
덕트 A	· 공기흐름량 측정 장치	· 내화시험이 끝날 때 까지 300 ± 15 pa 유지	· 차염성능 (표 4 참조)
덕트 B	· 가스방출 속도 측정 장치 · 개구부 2개소 설치	· 내화시험이 끝날 때 까지 3 ± 0.45 m/s 유지	· 차열성능 (표 5 참조)

<표 2.31> 덕트의 차염성능 평가

	가열로 내부에 포함되어 있는 부분	가열로 외부로 노출된 부분
덕트 A	· 공기의 흐름량 측정*	· 공기흐름량 측정 · 화염발생 · 구멍이나 틈 발생 · 이면에 섬유패드에서 착화현상
덕트 B	· 측정하지 않음	· 화염 발생 · 구멍이나 틈 발생 · 이면에 섬유패드에서 착화현상

* 공기흐름량 측정 패키지의 각 부분의 값을 측정하여 공기방출량을 기록하는데, 이때 덕트 내부의 흐름량이 $15 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 를 초과할 경우에는 차염성능 (integrity)이 없는 것으로 평가하고, $10 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 를 초과할 경우에는 연기차단성능 (smoke leakage prevention)이 없는 것으로 평가함

<표 2.32> 덕트의 차열성능 평가

	온도측정	평가 방법
덕트 A 및 덕트 B (수직 및 수평 덕트)	가열로 외부에 설치된 덕트의 이면 온도	· 초기 평균온도보다 내화시험 중 평균온 도 140 K를 초과하지 않아야 하고, 최고 온도 180 K를 초과하지 않아야 함

④ 현장 조건에 따라 달라지는 덕트 관통부 주변 재료에 대한 기준

덕트를 내화 시험하는데 있어서 덕트가 관통된 주변부의 재료적 특성은 경우에 따라서 덕트의 내화성능에도 영향을 미친다. 그러므로 내화시험을 실시할 경우 현장조건과 동일한 구조부재를 패키지로 제작해서 함께 시험하여야 하는데, 시험 비용 증가 및 시험 진행에 어려움이 있다. 이에 대한 해결책으로서 건축재료에 한해서는 표준적인 실험 데이터를 마련해 놓고, 필요에 따라 이러한 데이터를 활용하여 합리적으로 덕트의 내화성능을 평가하고, 시험 진행을 원활하게 할 수 있도록 하는 노력이 필요하다.

<표 2.33>~<표 2.35>는 ISO에서 규정하고 있는 콘크리트, 경량기포콘크리트 및 석고보드에 대한 내화성능을 표준화한 것으로서 이를 참조하여 국내실정에 적합하도록 KS를 개정한다.

<표 2.33> Standard rigid-wall constructions

Type of construction	Thickness, mm	Density, kg/m ³	Test duration (t), h
Normal concrete/masonry	110±10	2200±200	t=2
	150±10	2200±200	2<t≤3
	175±10	2200±200	3<t≤4
Aerated concrete*	110±10	650±200	t=2
	150±10	650±200	2<t≤4
* This supporting construction may be made from blocks bonded together with mortar or adhesive			

<표 2.34> Standard flexible-wall constructions (gypsum plasterboard)

Fire resistance min	Wall construction			
	Number of layers on each side	Thickness mm	Insulation* D/p	Thickness** mm
30	1	12.5	40/40	75
60	2	12.5	40/40	100
90	2	12.5	60/50	125
120	2	12.5	60/100	150
180	3	12.5	60/100	175
240	3	15.0	80/100	190
* D is the thickness in mm of mineral wool insulation inside the wall, p is the density in kg/m ³ of mineral wool insulation inside the wall. ** Tolerance of $\pm 10\%$				

<표 2.35> Standard floor construction

Type of construction	Thickness mm	Density kg/m ³	Test duration (t) h
Normal concrete/masonry	110 $\pm$ 10	2200 $\pm$ 200	t=1.5
	150 $\pm$ 10	2200 $\pm$ 200	1.5<t $\leq$ 3
	175 $\pm$ 10	2200 $\pm$ 200	3<t $\leq$ 4
Aerated concrete*	110 $\pm$ 10	650 $\pm$ 200	t=2
	150 $\pm$ 10	650 $\pm$ 200	2<t $\leq$ 4

⑤ 삽입된 그림 수정

현행 KS에 삽입되어 있는 그림은 ISO 6944-1에 있는 내용을 그대로 가져온 것이다. 그러나 잘못 표기된 부분이 많이 있어 이에 대한 전반적인 수정이 필요하다. 즉, 화살표의 잘못된 방향지시, 단열재의 단면적 사이즈 구분의 오류 및 본문에서는 명시하고 있으나 그림에는 나타나지 않는 장비 등 이번 개정안에서는 ISO를 참조하여 이러한 부분들을 수정하도록 한다.

⑥ 현장 적용 기준 보완

앞서 언급한 바와 같이 현행 KS 표준에는 현장적용에 대한 내용이 모두 생략되어 있는데, 개정안에서는 <표 2.36>과 <표 2.37>에서 명시한 내용을 포함하도록 개정한다.

<표 2.36> 현장 적용 관련 KS F 2841에 추가해야할 항목

- 수평 덕트 A와 수평 덕트 B는 오직 수평 덕트에만 적용한다.
- 수직 덕트 A와 수직 덕트 B는 오직 부가설비를 제외한 수직 덕트에만 적용한다.
- 덕트의 사이즈는 최대 허용범위까지 허용한다.(<표 2.37> 참조)
- 보다 작은 사이즈의 덕트를 설치하는 것은 허용한다.
- 그러나 보다 큰 사이즈의 덕트를 설치하는 것은 허용하지 않는다.
- 덕트 내부직경을 확인한 후 현장에 적용한다.
- 덕트 A의 경우 표준 압력차이가 300 Pa로 현장조건과 일치할 경우 적용을 허용한다.
- 단, 덕트 B의 경우는 차압성능 확보가 확인된 경우에 한해서 압력차가 300 Pa을 넘더라도 허용하다.
- 좌굴방지를 위해 덕트의 가로와 세로의 비율은 유지되어야 한다.
- 그러나 별도의 지지대를 설치할 경우에는 설치할 수 있는데, 그럼에도 불구하고 최대 8:1을 초과할 수는 없다.
- 시험당시 관통부 주변재료의 내화성능이 현장에 설치될 관통부 주변재료의 성능보다 같거나 뛰어날 경우 허용한다. (두께, 밀도, 마감 등)

<표 2.37> 덕트의 사이즈 관련 한계 허용범위

덕트 종류	사각형 모양		원형 모양
	넓이 mm	높이 mm	직경 mm
덕트 A	+250	+500	+200
덕트 B	+250	+750	+370

6. 기타사항

가. 문제점 도출 및 개선방향 설정

(1) 화재확산방지설비 관련 고시 통합 필요

국토해양부고시 제2012-552호 ‘자동방화셔터 및 방화문의 기준’에는 방화문, 방화셔터, 방화용 승강기문에 대한 평가 방법 등이, 국토해양부고시 제2012-625호 ‘내화구조 인정 및 관리기준’의 ‘내화충전구조 세부운영지침’에는 내화충전구조에 대한 평가 방법 등이 규정되어 있으며, 추후 방화유리창 및 방화댐퍼의 평가 방법 등을 규정하는 별도의 고시가 제정되면

이해 관계인의 접근 및 효율적인 관리가 어려우므로 이를 통합한 고시를 작성하는 것을 검토하여야 한다.

(2) 현장관리 방안 마련 필요

화재확산방지설비의 현장 적용시 성능 인정 제품과는 다른 제품이 사용되는 등 현장관리가 제대로 이루어지지 않아 관련 업체로부터 민원 제기가 많은 상황으로 효과적으로 현장에 적용되는 제품을 관리할 수 있도록 관련 법령 및 고시를 제·개정하는 것을 검토하여야 한다.

나. 개선방향 검토

(1) 전문가 등 의견 검토

(가) 화재확산방지설비 관련 고시 통합 필요

전문가, 관련 업체 관계자 등은 화재확산방지설비의 평가 방법 등과 관련하여 공통사항이 많고, 각 설비별로 요구하는 성능을 명확히 할 수 있으며, 이해 관계인의 용이한 접근이 가능하고 관련 부처에서의 효율적인 관리가 가능하므로 고시를 통합하는 것이 합리적이라는 의견을 주었다.

(나) 현장관리 방안 마련 필요

전문가, 관련 업체 관계자 등은 화재확산방지설비의 현장 적용시 성능 인정 제품과는 다른 제품이 사용될 경우 화재안전성을 확보하지 못하므로, 제품의 성능 인정도 중요하지만 현장에 제대로 된 제품이 사용되도록 현장관리 방안을 마련하여 줄 것을 당부하였다.

다. 개선안

(가) 화재확산방지설비 관련 통합 고시 제정

화재확산방지설비의 제조, 시공, 확인에 관련한 당사자들의 용이한 접근이 가능하고 관련 부처에서의 효율적인 관리가 가능하도록 국토해양부고시 제2012-552호 ‘자동방화셔터 및 방화문의 기준’, 국토해양부고시 제2012-625호 ‘내화구조 인정 및 관리기준’의 ‘내화충전구조 세부운영지침’, 방화유리창의 기준 제정안, 방화댐퍼의 기준 제정안 및 내화덕트의 기준 제정안

을 통합하여 ‘건축물 방화구획 화재확산방지설비의 기준’을 작성하는 것이 바람직하다.

(나) 현장관리 방안 마련 필요

화재확산방지설비의 현장 적용시 성능 확인된 제품이 적합하게 적용되도록 화재확산방지설비를 관리하는 방안을 통합 고시에 포함시켜야 한다.

7. 화재확산방지설비별 성능 DB 구축

연구 수행 과정 중 성능 검증이 이루어진 방화문, 방화용 승강기문, 방화유리창, 방화댐퍼 및 내화충전구조를 설비별로 구분하여 구조상세(구성 및 재료, 구조도) 및 내화성능(차연성능 등 포함)을 정리하여 성능 DB를 구축함으로써 관련 업체에서 화재확산방지설비의 적용 및 설계에 있어 가이드라인을 제공하고자 하였다. 성능 DB는 ‘Volume II. 부록’의 부록 4에 수록하였다.

제3장 최종 연구성과

제1절 정책반영

1. 내화구조 인정 및 관리기준 개정

커튼월 선형 조인트 등 내화충전구조의 성능확보를 위하여 사용되는 단열재를 사용하고 있으며, 단열재를 압축하여 시공할 경우 압축률 등 내화시험시 확인된 밀도에 대하여 시험성적서상에 명확히 표기하고 현장에서 적정한 시공이 이루어 질 수 있도록 확인이 가능하도록 관련 규정을 개정할 필요성이 있는 것으로 확인되었다. 이를 위하여 내화충전구조의 시험성적서에 단열재 시공밀도를 표기하고 현장 확인 및 적정 시공이 이루어질 수 있도록 관련 규정을 개정하였다. 내화충전구조가 명시된 국토교통부 고시 “내화구조 인정 및 관리기준”에 내화충전구조 시험성적서 명기항목으로 단열재 시공밀도를 추가하였다.

○ 내화구조 인정 및 관리기준(국토교통부 고시 제2014-200호, 2014.04.18.)

- 제22조 (시험성적서 등) 제2항을 다음과 같이 개정하고, 제6항을 신설한다.

② 시험기관은 제조업자가 제시한 시험시료의 규격(치수, 재질, 주요부품 및 구성도면 등)에 대해 확인하여 시험성적서에 명기하여야 한다. 다만, 내화충전구조의 재료가 보온재의 경우에는 제조업자가 제시한 시험시료의 규격 및 밀도를 확인하여 시험성적서에 명기하여야 한다.

⑥ 공사시공자·공사감리자 및 공사감독자는 건축물에 시공한 내화충전구조의 재료가 보온재인 경우에는 감리보고서(또는 감독조서)를 제출하기 전에 [별표 7]에 따라 보온재의 밀도를 측정하여 시험성적서에 명기된 밀도 이상인 지를 확인하여야 한다.

[별표 7] 내화충전구조 보온재의 밀도 표기 및 확인 방법[제21조제6항 관련]

2. 내화충전구조 세부운영지침 개정

현행 지침에서 구체적으로 명시하고 있지 않아 혼선을 야기하는 부분의 문제해결을 위해 시험기관 간 협의를 통해 최근 설정한 시험세부기준을 세부지침에 반영하였다.

내화구조 인정 및 관리기준(국토해양부 고시 제2012-625호)에 의한 “내화충전구조 세부운영지침”의 일부를 다음과 같이 개정한다.

제2조(정의) 내화구조 인정 및 관리기준 중 불연재료 메움 삭제 개정(국토해양부 고시 제2012-625호)에 따라 내화충전용 불연재료 요건 삭제

부록 내용 개정

- 표1. 지지구조 구성조건에 3시간 이상 성능평가시 지지구조 조건 신설
- 표2. 내화성능에 따른 충전구조의 등급 분류에 3시간 등급 신설
- 설비관통부 충전시스템 시험방법에 파이프 류 및 덕트 류 관통부의 시험체 크기 제한규정과 케이블 관통부 면적비율 최대치 신설

제2절 정책제안

1. 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 일부 개정령안

시행령 46조의 방화구획 예외 규정 명확화 및 방화문, 방화용 승강기문, 방화유리창, 내화충전구조의 개선안과 관련하여 개정령안을 작성하였으며, 개정이유, 주요내용, 개정령안 및 신·구조문대비표를 'Volume IV. 성과총람'의 성과 2의 2-1에 수록하였다.

2. 자동방화셔터 및 방화문의 성능기준 일부 개정(안)

방화문, 방화셔터 및 방화용 승강기문의 개선안과 관련하여 개정안을 작성하였으며, 개정이유, 주요내용, 개정방안 및 신·구조문대비표를 'Volume IV. 성과총람'의 성과 2의 2-2에 수록하였다.

3. 발코니 등의 구조변경절차 및 설치기준 일부 개정(안)

아파트 대피공간의 출입구에 설치되는 방화문에 차열성능을 확보한 방화문을 설치하도록 개정안을 작성하였으며, 개정이유, 주요내용, 개정방안 및 신·구조문대비표를 'Volume IV. 성과총람'의 성과 2의 2-3에 수록하였다.

4. 내화구조 인정 및 관리기준 일부 개정(안)

커튼월 선형 조인트 등 내화충전구조의 시험성적서 상 단열재 시공밀도를 표기하고 현장 확인 및 적정 시공이 이루어질 수 있도록 개정안을 작성하였으며, 개정이유, 주요내용, 개정방안 및 신·구조문대비표를 'Volume IV. 성과총람'의 성과 2의 2-4에 수록하였다.

5. 공동주택 하자의 조사, 보수비용 산정방법 및 하자판정기준 고시 일부 개정(안)

공동주택 하자 조사, 보수비용 산정에 있어 관통부 내화충전구조의 적정시공 여부 및 보수

비용 산정기준을 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」 제14조 및 「내화구조 인정 및 관리기준(국토해양부 고시 제2012-625호)」에 적합하도록 개정안을 작성하였으며, 개정이유, 개정방안 및 신·구조문대비표를 ‘Volume IV. 성과총람’의 성과 2의 2-5에 수록하였다.

6. 방화댐퍼의 기준 제정(안)

방화댐퍼의 성능기준이 미흡하여 성능이 검증된 방화댐퍼를 적용토록 하기 위하여 내화성능 및 차연성능이 확인된 방화댐퍼를 사용할 수 있도록 제정안을 작성하였으며, 제정이유 및 방화댐퍼의 기준(안)을 ‘Volume IV. 성과총람’의 성과 2의 2-6에 수록하였다.

7. 방화유리창의 기준 제정(안)

건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 일부 개정(안)에 따라 방화유리창이 사용될 경우 내화성능을 확인할 수 있도록 제정안을 작성하였으며, 제정이유 및 방화유리창의 기준(안)을 ‘Volume IV. 성과총람’의 성과 2의 2-7에 수록하였다.

8. 내화덕트의 기준 제정(안)

건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 일부 개정(안)에 따라 내화덕트가 사용될 경우 내화성능을 확인할 수 있도록 제정안을 작성하였으며, 제정이유 및 내화덕트의 기준(안)을 ‘Volume IV. 성과총람’의 성과 2의 2-8에 수록하였다.

9. 내화충전구조 세부운영지침 일부 개정(안)

내화충전구조의 적용, 시험방법 및 성능평가기준 개선안과 관련하여 개정안을 작성하였으며, 개정이유, 주요내용, 개정방안 및 신·구조문대비표를 ‘Volume IV. 성과총람’의 성과 2의 2-9에 수록하였다.

제3절 시험기준 개발

1. KS F 2268-1 ‘방화문의 내화시험방법’ 개정(안)

KS F 2268-1 ‘방화문의 내화시험방법’은 1976년 제정된 ISO 3008을 기초로 하여 2001년 제정되었으며, 2006년 기술적인 내용의 변경없이 일부 문구 등의 수정을 통하여 개정되어 현재까지 사용되고 있다. 그러나, ISO 3008이 2007년 전면 개정되면서 차열성능의 평가를 위한 온도측정위치 및 차열성능기준이 수정·보완되는 등 기존 표준과 내용적으로 차이가 커서 국제 표준에 부합하도록 개정안을 작성하였으며, 구체적인 내용을 ‘Volume IV. 성과총람’의 성과 1에 수록하였다.

2. KS F 2841 ‘덕트의 내화시험방법’ 개정(안)

KS F 2841 ‘덕트의 내화시험방법’은 1985년 제정된 ISO 6944를 기초로 하여 2006년 제정되었으나, 2008년 ISO 6944가 폐지되고 6944-1 및 6944-2가 새롭게 제정됨에 따라 현행 ISO 6944-1과 내용적으로 많은 차이를 나타내고 있어 전면 개정을 실시하여 규격번호와 제목을 KS F ISO 6944-1 ‘환기덕트’로 변경하도록 개정안을 작성하였으며, 구체적인 내용을 ‘Volume IV. 성과총람’의 성과 1에 수록하였다.

제4절 관련 논문 작성

1. 학술지 게재 논문

게재월	논문명	저자	논문지명	국내외 구분
2013.10	코어재에 따른 철재 방화문의 내화성능에 관한 연구	서희원, 안재홍, 최동호	한국방재학회논문집 v.13, n.5	국내
2014.02	아파트 대피공간의 화재안전성 확보에 관한 연구	서희원, 김대회, 왕남웅, 박수영, 안재홍, 최동호	한국방재학회논문집 v.14, n.1	국내
2014.04	공동주택 세대내 경량벽체 내화 및 차음 성능기준 설정	안재홍, 여인환, 김경우	한국건축시공학회논문집 v.14, n.2	국내
2014.04	화재시 비차열 유리의 복사열에 관한 실험적 연구	박수영, 서희원, 김대회, 왕남웅, 여인환, 최동호	한국화재소방학회논문집 v.28, n.2	국내
2014.04	화재시 비차열 유리의 허용면적비에 관한 연구	박수영, 서희원, 왕남웅, 김대회, 여인환, 최동호	한국방재학회논문집 v.14, n.2	국내

2. 학술회의 발표 논문

발표월	발표 논문명	저자	학술대회명	국내외 구분
2013.02	방화유리 및 내화유리의 내화성능기준에 관한 평가 연구	최동호, 박수영	한국방재학회 2013년도 학술발표대회 논문집	국내
2013.02	방화문으로 사용되는 승강기문에 대한 제도 개선 연구	최동호, 김대회	한국방재학회 2013년도 학술발표대회 논문집	국내
2013.02	방화담퍼의 연동폐쇄장치 작동시험에 관한 연구	최동호, 서희원	한국방재학회 2013년도 학술발표대회 논문집	국내
2013.02	건축물 방화문 성능기준 개선에 관한 연구	최동호, 서희원	한국방재학회 2013년도 학술발표대회 논문집	국내
2013.04	건축물 방화문 평가방법 개선방향에 관한 연구	최동호, 김대회, 서희원, 박수영	한국화재소방학회 2013년도 춘계학술발표회	국내
2013.04	방화담퍼의 연동폐쇄장치 작동시험에 관한 연구	서희원, 최동호, 김대회, 박수영	한국화재소방학회 2013년도 춘계학술발표회	국내
2013.04	건축물 방화담퍼 성능기준 개선방향에 관한 연구	최동호	대한건축학회 2013년도 학술발표대회	국내

발표월	발표 논문명	저자	학술대회명	국내외 구분
2013.04	건축물 방화문 평가방법 개선방향에 관한 연구	최동호	대한건축학회 2013년도 춘계학술발표대회	국내
2013.10	철제방화문의 차열성능 및 이면상승온도와 복사열의 상관관계에 관한 연구	최동호, 여인환	대한건축학회 2013년도 추계학술발표대회	국내
2013.10	선형조인트 내화충전구조 시스템 내화물(압 면)의 압축 및 보온재 여부에 따라 내화성능 에 미치는 영향에 관한 실험적 연구	조경숙, 여인환, 전기수, 최동호	대한건축학회 2013년도 추계학술발표대회	국내
2013.11	방화용 승강기문의 내화성능 및 차연성능에 관한 연구	서희원, 최동호, 강은수, 김대회, 여인환	한국화재소방학회 2013년도 추계학술발표회	국내
2013.11	양개 방화문의 자동 플러쉬볼트 및 순위조절 기의 필요성에 관한 연구	서희원, 최동호, 왕남웅, 박수영, 안재홍	한국화재소방학회 2013년도 추계학술발표회	국내
2014.02	아파트 대피공간의 화재안전성에 관한 연구	서희원, 최동호, 왕남웅, 박수영, 안재홍	한국방재학회 2014년도 학술 발표대회 논문집	국내
2014.02	아파트 대피공간의 차열 방화문 적용에 관한 연구	서희원, 최동호, 강은수, 김대회, 여인환	한국방재학회 2014년도 학술 발표대회 논문집	국내
2014.04	인명안전과 관련한 아파트 대피공간의 화재 안전성에 관한 연구	서희원, 최동호, 김대회, 박수영, 안재홍	한국화재소방학회 2014년도 춘계학술발표회	국내
2014.04	커튼월 선형조인트 내화충전구조의 화재안전 성 평가방법 개선방안	여인환, 허영선, 안재홍, 민병렬, 최동호	한국화재소방학회 2014년도 춘계학술발표회	국내
2014.04	방화구획 관통부 내화충전구조 내화성능기준 개선방안	안재홍, 허영선, 여인환, 황규재, 서희원	한국화재소방학회 2014년도 춘계학술발표회	국내

제5절 정책홍보

1. TV 방송(총 9건)

방송일	방송 제목	방송사	방송명
2014.03.26.	아파트 대피공간 방화문 화재에 ‘무용지물’	연합뉴스	뉴스와이 12
2014.03.26.	“아파트 화재 대피공간 무용지물”	YTN	YTN 뉴스
2014.03.26.	열기에 치명상...아파트 화재 대피공간 사실상 ‘무용지물’	MBC	이브닝뉴스
2014.03.26.	아파트 대피공간 불나면 ‘무용지물’...50분만에 150도	MBN	뉴스 8
2014.03.26.	아파트 방화문, 막상 뜨거운 열기엔 ‘무용지물’	SBS	8시뉴스
2014.03.26.	[앵커&리포트] 아파트 화재 대피 공간, 안전성 ‘심각’	KBS	뉴스 9
2014.03.26.	“아파트 화재 대피공간 무용지물”	YTN	YTN 뉴스
2014.03.27.	아파트 화재 대피공간 ‘열 차단’에 취약	KBS	뉴스광장
2014.03.27.	아파트 상당수 화재 대피공간 ‘열 차단’ 취약	KBS	뉴스 12

2. 신문 기사(총 28건)

게시일	신문 제목	신문명
2014.02.13.	내화건축자재協, 21일 킨텍스서 ‘2014 내화건축자재 세미나’	머니투데이
2014.02.21.	한국내화건축자재협회 주최, 2014 내화건축자재세미나 열어 친환경 내화건축자재 빠르게 확산되고 있다	환경미디어
2014.02.22.	2014 내화건축자재 세미나 열려	소방방재신문
2014.03.26.	[李기자의 리얼티 톡] 아파트 세대 내 대피공간, 더 있었더라면...	매일경제
2014.03.26.	아파트 화재 대피공간 “기준 개선 필요”	에너지신문
2014.03.26.	한국화재보험협회, “아파트 대피공간 기준개선 필요”	한국보험신문
2014.03.26.	아파트 불나면 10분만에 온도 60℃로 상승, 대피공간은 ‘무용지물’	시사주간
2014.03.26.	아파트 화재시 방화문 제역할 못해..기준개선 필요	뉴스토마토
2014.03.26.	화재보험협회 “아파트 방화문 인명안전 확보못해”	아시아경제
2014.03.26.	아파트 대피공간은 ‘무용지물’...불나면 10분만에 온도 60℃로 상승	뉴시스
2014.03.26.	화재보험협회 “아파트 대피공간, 화재시 도움안돼”	연합뉴스
2014.03.26.	‘20분만에 섭씨 100도’...아파트 대피공간, 화재에 취약	노컷뉴스
2014.03.26.	“아파트 불나면 10분만에 온도 60℃로 상승”	위키트리
2014.03.26.	아파트 대피공간 무용지물...긴급상황에 오히려 생명 위협해	뉴스포스트
2014.03.26.	한국화재보험협회, 아파트 화재 시 대피공간 ‘무용지물’	시사뉴스

게시일	신문 제목	신문명
2014.03.26.	화보협회, 화재발생시 아파트 대피공간 안전하지 않다	뉴스웨이
2014.03.26.	아파트 방화문 뜨거운 열기 막지 못해	투데이에너지
2014.03.26.	화재보험협회 “아파트 대피공간, 기준개선 필요”	머니투데이
2014.03.26.	‘아파트 대피공간 기준’개선 필요	세이프투데이
2014.03.26.	“아파트 화재 대피공간 있으나 마나...기준개선 필요”	매일경제
2014.03.26.	화재보험協 “아파트 대피 공간 기준개선 필요”	프라임경제
2014.03.26.	“아파트 화재 대피 공간, 단열성 방화문 설치해야”	KBS단신뉴스
2014.03.26.	[李기자의 리얼티 톡] 아파트 세대 내 대피공간, 더 있었더라면...	MBN뉴스
2014.03.26.	아파트 대피공간, 현행 기준 개선 필요	에너지데일리
2014.03.26.	“아파트 대피공간, 화재시 도움 안돼”	세계일보
2014.03.27.	아파트 화재 때 대피공간 뜨거운 열기 막지 못한다...화재보험협회 시험 결과	국민일보
2014.03.27.	아파트 대피공간, 화재시 ‘무용지물’	금융경제신문
2014.04.07.	아파트 대피공간 안전지대 아니다	소방방재신문

제6절 특허출원

1. 출원 정보

- 출원건수 : 1건
- 출원일자 : 2014.04.19.
- 출원번호 : 10-2014-0047063 (접수번호 1-1-2014-0373955-01)
- 출원인 명칭 : 사단법인 한국화재보험협회(방재시험연구원)외 1명
- 발명자 성명 : 서희원, 송향진
- 발명의 명칭 : 화염확산 방지용 댐퍼의 시험장치

제7절 세미나 개최

1. 공청회 개최

- 공청회 개최건수 : 2건
- 1차 공청회 개요
 - 일시 : 2013.11.28.(목), 15:00~17:30
 - 장소 : 한국화재보험협회 부설 방재시험연구원(경기도 여주시)
 - 참석자 : LH공사, 동문건설, 한국전력공사, 토팩엔지니어링 등 46명
- 2차 공청회 개요
 - 일시 : 2014.03.18.(화), 14:30~17:00,
 - 장소 : 라마다 서울 호텔(서울시 강남구)
 - 참석자 : 각 화재확산방지설비 제조업체 관계자 100여명

2. 국제 세미나 개최

- 국제 세미나 개최건수 : 1건
- 국제 세미나 개요
 - 일시 : 2013.12.24.(화), 10:00~12:30
 - 장소 : 한국화재보험협회 부설 방재시험연구원(경기도 여주시)

- 참석자 : 동경이과대학 Kenichi Ikeda, Yoshifumi Ohmiya,
Masayuki Mizuno(이상 교수)
Kazutaka Kimura, 정종진(연구원)

3. 자체평가회의 개최

- 자체평가회의 개최건수 : 1건
- 자체평가회의 개요
 - 일시 : 2014.03.21.(금), 16:00~18:00
 - 장소 : 메이아일랜드 강남점 회의실(서울시 강남구)
 - 평가 및 자문위원 : SH공사 김성희 책임연구원,
 숭실사이버대학교 박재성 교수,
 서울시립대학교 이영주 교수,
 (주)법건축 박형일 부사장

4. 자문회의 개최

- 자문회의 개최건수 : 1건
- 자문회의 개요
 - 일시 : 2013.12.20.(금), 14:00~17:00
 - 장소 : 강남토즈타워점 회의실(서울시 강남구)
 - 자문위원 : 한서대학교 최수경 교수,
한국소방산업기술원 방염내화부 김해형 부장,
현대엘리베이터(주) 설계부 김기철 과장(책임연구원)
 - 참관인 : 현대엘리베이터(주) 설계부 임경천 부장,
건국대학교 조경숙 연구원

5. 공동주택 대피공간 차열방화문 간담회 개최

- **간담회 개요**
 - 일시 : 2014.04.21.(월), 13:30~17:30
 - 장소 : 한강홍수통제소 4층 회의실(서울)

- 참석자 : 국토교통부 김상문 건축정책과장, 양동춘 사무관
 방화문업계 김기현 회장(대한방화문 협회), 강동신 대표(대동
 에이스), 김기완 대표(그린도어), 남기원 전무(동
 영산업), 이종명 이사(에스와이)
 한국건설기술연구원 여인환 연구위원, 인기호 선임연구원
- 회의주제
 - 공동주택 대피공간 방화문의 30분 차열성능 확보 필요성 및 제도개선방
 안에 대한 관-산-연 간담회
- 주요내용
 - 공동주택 방화문의 차열성 확보 필요성
 - 차열방화문의 성능요건
 - 차열방화문의 시장 적용성
 - 공동주택 대피공간 차열방화문 규정 시행방안

제4장 연구목표 달성 및 효과

제1절 연구 최종목표 달성도

1. 연구 최종목표

건축물 화재시 건축물의 구조안전성 확보, 재실자의 피난안전 확보 및 소방활동의 안전 확보를 통하여 건축물에서의 화재위험을 경감시키고 국민의 안전을 도모하기 위해서는 화재확산방지에 가장 중요한 요소인 개구부에 적용되는 화재확산방지설비의 화재안전성 확보를 위한 관련 제도의 개선이 필요하다. 이를 위해 본 연구에서는 건축물 화재확산방지설비의 제도 및 평가 방법 개선 및 국내 화재확산방지설비의 성능 검증을 최종목표로 한다.

2. 연차별 연구 목표 및 내용

연 차	연구목표	주요 연구내용
1차년도	화재확산방지설비 제도 개선	화재확산방지설비의 국·내외 제도 검토
	화재확산방지설비 평가 방법 개선	- 화재확산방지설비의 국·내외 평가 방법 검토 - 평가 관련 KS 표준 제·개정안 작성 (방화댐퍼, 내화충전구조) - 시험설비 구축(방화댐퍼) - 평가 방법 개선안 작성(방화댐퍼)
	화재확산방지설비 성능 검증	- 화재확산방지설비별 검토 대상 선정 - 시험체 제작 및 성능 평가(방화댐퍼, 내화충전구조) - 화재확산방지설비 성능 검증(방화댐퍼, 내화충전구조)
2차년도	화재확산방지설비 제도 개선	- 건축물의 용도·규모·특정공간별 화재확산방지설비의 개선안 마련 - 건축물의 용도·규모·특정공간별 화재확산방지설비의 내화 성능에 의한 화재위험성 평가 - 제도 개선안 작성 - 제도 개선안 제시
	화재확산방지설비 평가 방법 개선	- 평가 관련 KS 표준 제·개정안 작성 (방화문, 내화덕트) - 시험설비 구축 (방화댐퍼, 내화덕트)

		- 평가 방법 개선안 작성 (방화문, 방화셔터, 방화용 승강기문, 방화유리창, 방화댐퍼, 내화충전구조) - 평가 방법 개선안 제시
	화재확산방지설비 성능 검증	- 시험체 제작 및 성능 평가 (방화문, 방화댐퍼, 방화유리창, 방화용 승강기문, 내화충전구조) - 화재확산방지설비 성능 검증 (방화문, 방화댐퍼, 방화유리창, 방화용 승강기문, 내화충전구조)

3. 연구목표의 달성도

가. 연구개발 수행 진도율

(1) 1차년도

구 분 개발내용	연구 개발 기간(월)										진도(%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
화재확산방지설비의 국·내외 제도 검토											100%
화재확산방지설비의 국·내외 평가 방법 검토											100%
평가 관련 KS 표준 제·개정안 작성 (방화댐퍼, 내화충전구조)											100%
시험설비구축 (방화댐퍼)											100%
평가 방법 개선안 작성 (방화댐퍼)											100%
화재확산방지설비별 검토 대상 선정(방화댐퍼, 내화충전구조)											100%
시험체 제작 및 성능 평가 (방화댐퍼, 내화충전구조)											100%
화재확산방지설비 성능 검증 (방화댐퍼, 내화충전구조)											100%
총 진도율											100%

..... 당초계획
 _____ 실 적

(2) 2차년도

구 분 개발내용	연 구 개 발 기 간(월)														진도(%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
건축물의 용도·규모·특정공간별 화재확산방지설비의 제도 개선안 마련															100%
건축물의 용도·규모·특정공간별 화재확산방지설비의 내화성능에 의한 화재위험성 평가															100%
제도 개선안 작성															100%
제도 개선안 제시															100%
평가 관련 KS 표준 제·개정안 작성(방화문, 내화덕트)															100%
시험설비 구축(방화담퍼, 내화덕트)															100%
평가 방법 개선안 작성															100%
평가 방법 개선안 제시															100%
시험체 제작 및 성능 평가(방화문, 방화담퍼, 방화유리창, 방화용 승강기문, 내화충전구조)															100%
화재확산방지설비 성능검증(방화문, 방화담퍼, 방화유리창, 방화용 승강기문, 내화충전구조)															100%
총 진도율															100%

..... 당초계획

———— 실 적

나. 연구 목표의 달성도

목 표	달성도 (%)	내 용
화재확산방지설비 제도 개선	100	- 화재확산방지설비의 국·내외 제도 검토 - 건축물의 용도·규모·특정공간별 화재확산방지설비의 제도 개선안 마련 - 건축물의 용도·규모·특정공간별 화재확산방지설비의 내화성능에 의한 화재위험성 평가 - 제도 개선안 작성 - 제도 개선안 제시
화재확산방지설비 평가 방법 개선	100	- 화재확산방지설비의 국·내외 평가 방법 검토 - 평가 관련 KS 표준 제·개정안 작성 - 시험설비 구축 - 평가 방법 개선안 작성 - 평가 방법 개선안 제시
화재확산방지설비 성능 검증	100	- 화재확산방지설비별 검토 대상 선정 - 시험체 제작 및 성능 평가 - 화재확산방지설비 성능 검증

4. 성과점검기준표(당해년도)

성과 질적 목표 점검	과제명		성과목표		성과지표		성과검증 기준				가중치	달성평점 (평점1~5)
							목표수준		측정방법	검증 방법		
							목표치	달성치				
1	건축물 내 화재확산 방지설비의 화재안전 성 확보를 위한 관련 제도 개선 방안 연구	1-1	화재확산방지설비 제도 개선	①	화염 확산 방지 성능 (차염 성능)	1시간 이상	1시간	제도 개선 여부	보고서, 공문 법규정	30%		
				②	열 전달 방지 성능 (차열 성능)	30분 이상	30분			20%		
				③	연기 누설 방지 성능 (차연 성능)	5 m³/ min·m² 이하	5 m³/ min·m²			20%		
		1-2	화재확산방지설비 관련 산업의 화재안전성 향상에 기여	①	화재확산방지설비 관련 제품의 화재안전성 개선에 대한 기여도	80점 이상	94	전문가 평가 (평가점수)	보고서, 전문가평가서	10%		
				②	제도 개선을 위한 공공 DB 확보	80점 이상	88			10%		
				③	관련 산업 영역 확장 및 기술향상 기여	80점 이상	96			10%		
종합점수 = ∑ (성과목표별 달성평점 ×가중치)										100%		
양적 지표 점검	사업연계지표			목표		목표 건수	달성 건수	증빙	인정 건수	달성율 (%)	가중치	달성평점
				시험기준 개발		1건	2건	제·개정(안)			10%	
				정책제안		5건	9건	제안(안)			30%	
				정책반영		2건	2건	공문, 법규정			30%	
				학술지 게재 논문		4건	5건	논문집			20%	
				학술회의 발표 논문		6건	17건	논문집			10%	
	종합점수 = ∑ (성과별달성율×가중치)										100%	

제2절 연구 성과의 효과분석

1. 기술적 효과분석

- 화재확산방지설비의 화재안전성 확보를 위한 적절한 평가 방법의 추진 및 법적 제도 개선이 가능하며, 관련 제품 개발의 동기 부여를 할 수 있음.
- 국제적인 수준의 평가 제도 및 신규 시험설비의 구축으로 잠재적으로 국제적인 기술 장벽에 대처할 수 있는 동력을 확보할 수 있음.
- 많은 시간과 비용이 요구되는 화재분야의 시험을 국가 R&D 로서 공공기관에서 수행함으로써 연구성과의 민간전파가 용이할 수 있으며, 공공 정책인 법규 및 코드에 반영함으로써 현장 적용 활성화를 유도할 수 있음.
- 화재확산방지설비에 대해 반복적인 성능평가 시험수행이 가능하므로 기존의 화재확산방지설비의 성능평가 시험방법의 문제점 및 개선방안을 도출할 수 있고, 이를 통해 민원인들이 보다 쉽고 편리하게 화재확산방지설비의 성능평가 시험업무를 추진할 수 있도록 법적 개선이 가능함.
- 건축물의 화재위험성 평가와 관련한 시뮬레이션 및 실험규모 시험의 관련 기술의 접목을 통한 화재위험성 평가 기술의 향상이 기대됨.

2. 경제적 효과분석

- 적절한 화재확산방지설비 구축에 따른 화재안전성 확보를 통해 화재로 인해 발생하는 경제·산업적 피해를 예방할 수 있음.
- 관련 제조업체의 제품 개발에 대한 동기 부여를 통해 국제적인 수준의 제품을 개발 및 양산할 수 있는 기반을 마련할 수 있으며, 해외 수출 활로를 개척하도록 하는 등 국가 경제발전에 이바지할 수 있음.
- 증가 추세에 있는 초고층 건축물과 원자력발전소 및 미군기지 이전에 따른 미군부대 건축물과 같은 특수 분야에 대한 수입제품의 대체를 통하여 국부 유출을 방지하고, 이러한 노하우를 바탕으로 기술력을 향상시킬 수 있음.
- 화재확산방지설비 평가기술과 관련한 기술적 우위를 바탕으로 해외 관련 제조업체로부터 신규 시험 수요를 창출하여 경제적 이익 창출은 물론 국가 이미지 제고에 기여

할 수 있음.

- 건축물의 용도·규모·특정공간별 화재확산방지설비의 적용 제도 개선안을 작성하여 최적 성능의 화재확산방지설비를 적용하여 과다설계를 방지함.
- 기존 시장의 확대 및 신규 시장의 형성을 통하여 신규인력의 고용 창출을 유도하여 국민의 일자리 증대에 기여하여 사회적인 문제의 감소 및 국가 경제 활성화에 기여할 수 있음.

3. 정책적 효과분석

- 화재확산방지설비의 적용 및 평가 제도의 선진화로 세계건설시장의 경쟁력 제고와 화재안전설계기술 확보에 의한 국가적 재해방지 인명손실을 최소화하여 사회 안전망 구축에 기여할 수 있음.
- 국내 현실을 고려한 화재확산방지설비의 향후 정책개선방안을 제시함으로써 화재관련 법규/지침의 개선방향의 제시가 가능함.
- 선진국과 유사한 수준의 성능을 만족하는 화재확산방지설비의 다양한 실물실험 데이터를 통한 신뢰성 증대로 선택적용이 용이함.

제5장 연구성과의 활용 및 추가연구 필요성

제1절 연구성과 향후 활용방안

1. 국가 제도 및 관련 KS 표준의 제·개정을 통한 연구성과 확산

- 연구결과를 토대로 건축물의 용도·규모·특정공간별 화재확산방지설비의 적용 제도 개선안을 작성하고, 관련 법규 및 KS 표준을 제·개정하는 등 평가 제도 개선안을 작성하여 국가정책으로 제안하여 반영함으로써 민간 건설실무자(설계/감리회사, 건설회사) 및 건설행정 공무원(시/군/구 등 건축담당 공무원)의 애로사항을 해결하고, 관련 제조업체에는 제품 개발에 대한 동기를 부여하도록 함.
- 관련 제조업체의 제품 개발에 대한 정부 지원의 토대를 마련하여 줌으로써 관련 산업 및 시장의 확대에 기여할 수 있음(후속 연구 추진).
- 도출된 국가 제도 및 관련 KS 표준의 실용화 및 법제화를 위해 국토해양부 관계자와 협의를 진행하였고, 관련 제조업체를 대상으로 공청회를 개최하여 의견을 수렴함.

2. 신규 구축 시험설비의 활용 및 관련 제조업체의 제품 개발 지원

- 관련 시험설비의 부재로 해외기관에 시험을 의뢰하여 왔던 관련 제조업체의 애로사항을 해결하여 제품 개발에 있어 시간적·경제적인 부담을 경감할 수 있음.
- 관련 제조업체의 국제적인 수준의 제품 개발을 독려함으로써 수출 활로를 개척하도록 하는 등 국가 경제에 이바지할 수 있음.

3. 특허 등 지적재산권 획득 및 기술이전(현장적용 포함)

- 연구 수행중 취득한 기술 및 아이디어에 관한 국내 특허출원 및 등록 등을 통해 지적재산권 획득 및 관련 업계로의 기술이전에 노력.

4. 연구성과 홍보

- 국내학술지 및 학술대회 발표를 통한 연구성과의 지속적인 홍보 활동
- 관련 업계 공청회를 통한 연구성과의 홍보
- 방송, 신문 등 미디어 매체를 이용한 연구성과의 홍보

제2절 추가연구 필요성 등

- 방화용 승강기문의 차연성능 평가와 관련하여 ISO 3008-2 ‘승강기문의 내화시험방법’의 표준 제정이 완료되는 대로 연구장비를 구축하여 국내 제조품에 대한 차연성능 평가를 수행하고, 이를 바탕으로 제도 및 평가방법을 개선한 필요성이 있음.
- 방화댐퍼의 내화성능 평가와 관련하여 ISO 표준에 따라 KS 표준을 개정하고 이를 바탕으로 제도 및 평가방법을 개선하기 위해서는 국내 제조품의 차연성능 향상이 요구되므로 차연성능을 확보할 수 있는 방화댐퍼의 개발 연구가 필요함.
- 법적 요건을 만족할 수 있는 내화충전구조 등의 표준구조 개발을 통하여 건설 현장에서의 관리의 효율성 및 편의성을 향상시키고, 관련 제조업체의 부담 경감을 통하여 관련 시장의 활성화에 기여하도록 함.
- 관련 제조업체의 제품개발과 관련한 후속연구에 적극 참여하여 충분한 성능의 제품을 개발토록 함으로써 국가정책의 성공적 시행을 뒷받침할 수 있도록 함.

참고 문헌

- 1) 建築法令研究會, 建築關係法令集(平成15年度版), 井上書院, 2002. 12.
- 2) International Code Council, International Building Code, 2012.
- 3) Canadian Commission on Building and Fire Codes · National Research Council of Canada, National Building Code of Canada, 1995.
- 4) DIN Deutsches Institut für Normung e.V., DIN 4102 part 4 Fire behaviour of building materials and elements - Overview and design of classified building materials, elements and components, 1994. 3.
- 5) ABCB, Building Code of Australia Class 2 to Class 9 Buildings, 1999
- 6) HM Government, The Building Regulations 2010, 2011
- 7) 한국표준협회, KS F 2268-1 방화문의 내화 시험 방법, 2006
- 8) 한국표준협회, KS F 2846 방화문의 차연 시험방법, 2013
- 9) 한국표준협회, KS F 4510 중량 셔터, 2005
- 10) 한국표준협회, KS F 2845 유리구획 부분의 내화 시험방법, 2013
- 11) 한국표준협회, KS F 2840 방화댐퍼의 내화시험방법, 2006
- 12) 한국표준협회, KS F 2822 방화댐퍼의 방연시험방법, 2001
- 13) 한국표준협회, KS F 2815 배연 설비의 검사 표준, 2001
- 14) 한국표준협회, KS F 2841 덕트의 내화 시험 방법, 2006
- 15) BSI, BS EN 1366-1 Fire resistance tests for service installations - Part 1: Ducts, 1999
- 16) BSI, BS EN 1366-2 Fire resistance tests for service installations - Part 2: Fire dampers, 1999
- 17) BSI, BS EN 1366-2 Fire resistance tests for service installations - Part 3: Penetration seals, 1999
- 18) BSI, BS EN 1366-2 Fire resistance tests for service installations - Part 4: Linear joint seals, 1999
- 19) BSI, BS 5588-9 Fire precautions in the design, construction and use of building - Part 9: Code of practice for ventilation and air conditioning ductwork, 1999

- 20) SAA, AS 1530.4 Methods for fire tests on building materials, components and structures - Part 4: Fire-resistance tests of elements of building construction, 1997
- 21) 건설기술연구원, 건축물 내화설계기술 개발, 2004. 8, 건설교통부.
- 22) NFPA(2007), NFPA 80, Standard for Fire Doors and Other Opening Protectives.
- 23) ODPM(2000), The Building Regulations, Llywodraeth Cynulliad Cymru Wesh Assembly Government
- 24) M. J. Billington, M. W. Simons, J. R. Waters, The Building Regulations Explained and Illustrated, Twelfth Edition, Blackwell Science, pp. 7.124 ~7.132.
- 25) NRCC(2012), National Building Code of Canada, Canadian Commission on Building and Fire Codes.
- 26) 한국화재보험협회, 국가화재안전기준 소방관련 법령집, 2010. 2.
- 27) 한국화재보험협회, 방재용어사전, 2004. 10.
- 28) ISO 6944-1 Fire containment-Elements of building construction-Part 1:Ventilation ducts, 2008
- 29) ISO 10295-1 Fire tests for building elements and components-Fire testing of sevice installations-Part 1:Penetration seals, 2007
- 30) ISO 10295-2 Fire tests for building elements and components-Fire testing of sevice installations-Part 2:Linear joint(gap) seals, 2009
- 31) BS EN 15882-3 Extended applications of results from fire resistance tests for service installations - Part3 : Penetration seals, 2009
- 32) BS EN 15882-4 Extended applications of results from fire resistance tests for service installations - Part4 : Linear joint seals, 2012
- 33) ISO 3008 Fire-resistance tests - Door and shutter assemblies, 2007
- 34) EN 81-58 Safety rules for the construction and installation of lifts - Examination and tests - Part 58: Landing doors fire resistance test, 2003
- 35) Fire resistance tests - Fire dampers for air distribution systems - Part 1: Test method, 1996
- 36) Fire resistance tests - Fire dampers for air distribution systems - Part 2: Classification, criteria and field of application of test results, 1999
- 37) Fire resistance tests - Fire dampers for air distribution systems - Part 3: Guidance on the test method, 1999

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통기술촉진연구사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.