

초고층건축물용 내화벽체 현황 및 개발방향에 대한 고찰

방내화팀 김 대 회

1. 서론

세계적으로 초고층 건축물은 하루가 다르게 늘어나고 있으며, 국내에서도 여의도 63빌딩을 시초로 삼성동 무역센터빌딩과 같은 업무 중심의 오피스 건축물과 도곡동 타워팰리스, 현대 하이페리온 등 주상복합 건물을 중심으로 초고층 건축물이 활성화되고 있으며, 부산 롯데월드, 상암동 디지털미디어센터, 잠실 제2롯데월드, 인천 송도 국제금융센터와 같이 계획중이거나 건축중인 초고층 건축물이 계속 증가하고 있는 추세이다.

그러나, 초고층 건축물은 일반 건축물과 달리 화재발생시 대규모 피해가 발생되며 최근 3년간 전국 21층 이상 고층건축물 화재는 872건으로 지난해보다 2.8배 증가하고 있는 추세인 반면 서울시의 31층 이상 고층 건축물은 2009년 12월 기준으로 총 132개소가 있으며 매년 6%씩 증가하는 추세이고, 50층 이상 초고층 건축물도 15개소이다¹⁾.

초고층 건축물은 화재발생시 확대된 피난거리에 의하여 신속한 피난이 어려운 것이 가장 큰 문제 중의 하나이며, 이에 대하여 건축법에서는 50층 혹은 200m이상의 건축물을 초고층 건축물로 정의하고 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」 제8조의 2(피난안전구역의 설치기준)에서 중간 대피층을 최대 30개 층마다 설치하도록 하였다.

이 규칙은 2011년 50층 이상 건축물에서 30층이상 건축물로 피난안전구역 설치의 무 대상을 확대하였으며, 「초고층 및 지하연계 복합건축물의 재난관리에 관한 특별법」에 의하여 보다 폭넓게 적용되어지게 되었다.

이와 같은 피난안전구역을 구성하는 구조기준은 아직은 정하여지지 않았으나 화재발생시 타구역과 높은 수준의 방화구획이 요구될 것이며, 현행 법령상의 내화 성능수준으로는 충분한 안전 확보가 어려울 것으로 사료되어 본 고에서는 방화구획의 가장 기본이 되는 내화벽체를 대상으로 초고층건축물에 적용할 경우 요구되는 성능과 구조의 개발방향을 검토해 보았다.

1) 김윤중, 2010 초고층 건축물의 화재안전성 확보방안, 서울시정개발연구원.

2. 이론적 고찰

2.1 방화구획

건축물에서 화재에 대한 대책으로는 화재발생을 막는 것이 가장 우선이며, 화재가 발생하였다면 조기에 확인하여 소규모 화재상태에서 진화하는 것이다. 그러나, 일정 규모 이상으로 화재가 성장하였을 경우에는 화재발생구역을 제한하여 화재가 타지역으로 확산되는 것을 막고 구조체가 사용자의 피난시간 확보를 위해 요구시간동안 화재에 견디는 내화성능을 요구하게 된다.

초고층 건축물에서 화재에 대한 기본적인 대책은 한곳에서 발생한 화재가 다른 곳으로 전파되지 않고 화재 발생지역에 제한됨으로써 피해를 줄이는 방법으로 방화구획이 널리 사용되고 있다.

방화구획은 화재의 확산을 저지하고 지연시킬 수 있는 방벽으로 국내에서는 바닥면적, 해당공간의 용도, 층간방화 구획으로 구분하여 화재확산을 막고 있으며, NFPA code에서는 국내와 같은 용도별, 층별 방화구획에 더하여 피난통로구획도 실시하는 등 화재규모의 축소 및 인명 안전확보를 위해 건축물에서 필수적으로 행해지는 화재대책중 하나이다. 이와 같은 방화구획의 기본적인 구성요소는 방화벽과 방화문으로 구성되며 각각이 내화성능이 요구되고 건물의 규모가 커질수록 높은 등급이 필요하다. 그러나, 현행 건축법에서 요구하고 있는 내화벽체의 요구성능은 12층 이상, 50 m 이상의 건물을 대상으로 2시간 내화성능만을 요구하고 있어, 초고층 건축물에 설치하기에는 내화성능이 부족한 벽체라 하겠다.

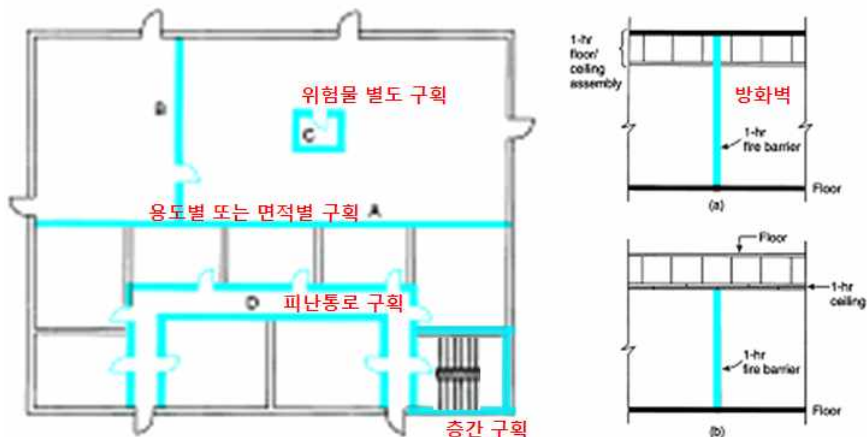


그림 1. 방화구획의 예

이는 초고층 건축물에 대한 화재안전설계기술과 기준 등의 소프트웨어적인 분야는 급속히 발전하고 있으나, 실제 현장에 시공되는 하드웨어적인 부재에 대한 성능 기준이나 기술수준은 정체되어 있는 것을 보여주는 것으로써 초고층건축물의 화재 안전확보 및 원활한 설계, 자재수급 등을 고려할 때 국내의 관련기준개정 및 현행 2시간보다 높은 등급의 내화성능을 지닌 제품 또는 구조의 개발이 요구된다.

2.2 내화벽체의 요구성능

내화벽체는 화재의 확대를 방지하기 위한 방화구획에 쓰이는 벽으로써 그림 2와 같이 차염성, 차열성, 차연성 등과 같은 화재에 저항할 수 있는 성능(내화성)이 요구되며, 원활한 벽체 역할을 위해서는 일상 업무에 지장이 없도록 차음성, 단열성, 내충격성과 같은 일반벽체에서 요구하는 성능도 만족시켜야 한다.

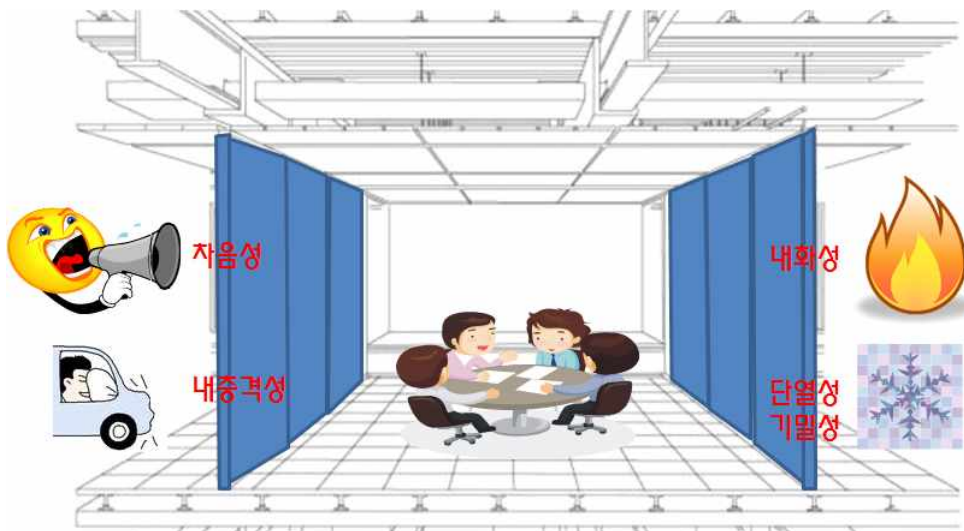


그림 2. 벽체의 주요 요구성능

내화벽체에 요구되는 내화성능은 국토해양부고시 2010-331호 「내화구조의 인정 및 관리기준」의 별표 1, 즉 아래의 <표 1>과 같이 용도 및 규모, 내벽, 외벽, 내력벽, 비내력벽에 따라 요구성능을 정하고 있다.

초고층 건축물에 사용되는 내화벽체는 비내력구획벽체로 <표 1>에 음영처리된 것과 같이 최대 2시간의 내화성능을 요구받고 있다.

그러나 미국의 경우 IBC의 Chapter 7. Fire-Resistance-Rated Construction의 Section 719 Prescriptive Fire Resistance에서는 철골조를 포함한 주요구조부재의 구조방법에 따른 내화성능시간을 30분~4시간까지 규정하고 있다.

캐나다에서의 내화구조 대상건축물 및 성능기준은 National Building Code Part 3 및 National Fire Code Part 2에 있으며, 미국과 같이 법적 내화구조에서 30분~4시간 까지를 규정하고 있다.

독일에서의 법정 내화구조에 관한 기준은 DIN Part 4 Fire behaviour of building materials and elements - Overview and design of classified building materials, elements and components에서 규정하고 있으며 3시간내화등급까지 운영되고 있다.

이와 같이 선진각국에서는 3시간 또는 4시간 등급의 벽체에 대한 사양구조 및 성능 기준을 지니고 있어 초고층 건축물에 대한 방화벽 적용시 성능기준 및 제품이 확보되어 있으나 국내는 최대 2시간으로 정해져 있어 3시간 등급이상의 내화성능 등급확대가 요구된다.

<표 1> 내화구조의 성능기준

(단위 : 시간)

구성 부재 용도		벽							보·기둥	바닥	지붕	
		외벽			내벽							
		내력벽	비내력		내력벽	비내력		샤프트실 구획벽 (라)				
연소 우려가 있는부 분 (가)	연소 우려가 없는 부분 (나)		간막이벽 (다)									
용도구분 (1)	용도 규모(2) 층수 / 최고높이 (m) (3)											
일반 시설	업무시설, 판매 및 영업시설, 공공용시설중 군사시설·방송국·발전소·전신전화국·촬영소 기타 이와 유사한 것, 통신용시설, 관광휴게시설, 운동시설, 문화 및 집회시설, 제1종 및 제2종근린생활시설, 위락시설, 묘지관련시설 중 화장장, 교육연구 및 복지시설, 자동차관련시설(정비공장 제외)	12/50	초과	3	1	1/2	3	2	2	3	2	1
			이하	2	1	1/2	2	1 1/2	1 1/2	2	2	1/2
	4/20	이하	1	1	1/2	1	1	1	1	1	1	1/2
주거 시설	단독주택중 다중주택·다가구주택·공관, 공동주택, 숙박시설, 의료시설	12/50	초과	2	1	1/2	2	2	2	3	2	1
			이하	2	1	1/2	2	1	1	2	2	1/2
		4/20	이하	1	1	1/2	1	1	1	1	1	1/2
산업 시설	공장, 창고시설, 분뇨 및 쓰레기처리시설, 자동차관련시설중 정비공장, 위험물저장 및 처리시설	12/50	초과	2	1 1/2	1/2	2	1 1/2	1 1/2	3	2	1
			이하	2	1	1/2	2	1	1	2	2	1/2
	4/20	이하	1	1	1/2	1	1	1	1	1	1	1/2

2.3 국내 내화벽체 현황 및 기술수준

국내의 내화벽체 구조는 크게 법정내화구조와 인정내화구조로 구분되며, 초고층건축물에 적용이 가능한 건식벽체를 대상으로 할 경우, 국토해양부고시 2010-331호에 의해 한국건설기술연구원장으로부터 내화구조인정을 획득한 건식벽체가 대상이 된다.

국내 인정구조들은 <표 2>와 같이 스틸스터드에 보드를 부착하는 방식과 콘크리트 패널 형태로 크게 구분이 되며 현장에서 바로 사용할 수 있는 내화성능등급은 30분에서 2시간까지로 3시간 등급 이상의 제품개발이나 시장형성이 전혀 이루어지지 못하고 있는 실정이다.

따라서, 향후 초고층 건축물 적용을 위한 내화벽체기술 확보를 위해 현행 등급의 상향 및 관련 기술확보가 시급한 실정이다.

<표 2> 내화벽체의 인정현황

구분	인정 회사명	내화시간	두께	
스터드 벽체	라파즈코리아석고	0.5	75	
		1	100~201.1	
		1.5	110~112.5	
		2	98~146	
	케이씨씨	0.5	150	
		1	100~125	
		1.5	110~135	
		2	120~179	
	광스틸	1	119	
		2	118	
	유에스지 아시아패시픽 홀딩스	1.5	100.4	
		2	105.4~166.8	
	콘크리트 패널벽체	삼정아코텍	2	100~180
		대해건축	2	75~150
파워웨이브		2	75~200	
윌텍		2	75~150	
익성텍		2	200	
에이스패널		2	75~150	

※ 벽체 인정구조 중 철강재벽판(샌드위치패널)은 생략한 자료임.

2.4 해외 내화벽체 현황 및 기술수준

2시간 내화등급에 머물러 있는 국내 내화벽체의 제품 및 기술수준에 반하여 <표 3>과 같이 미국의 경우 석고보드를 이용한 내화성능 3시간 구조와 콘크리트패널을 이용한 내화성능 4시간 구조에 대한 기술을 확보하고 있으며 이미 UL(Underwriter Laboratory)인증과 같은 국제적 인증을 지닌 다양한 제품이 사용되어지고 있다.

이와 같은 기술수준과 제품의 차이는 현재 전 세계적으로 추진되고 있는 초고층건 축물의 설계 및 시공시 국내 내화벽체는 사용치 못하고 모두 해외 수입구조에 의존해야 하며, 해당 소재까지도 수입해야 되는 현상을 초래할 수 있다. 따라서 국내에서도 3시간 등급이상의 내화벽체를 개발하고 국내 또는 국제적으로 인증된 제품의 확보가 필요하다.

<표 3> 3시간 내화성능 이상의 내화벽체 현황(미국)

회사명	내화시간	주재료
TEXAS CONTEC INC	4	Autoclaved aerated concrete panel
RASTRA OF THE AMERICAS L L C	4	Precast concrete unit
ACCOA-AERATED CONCRETE CORP OF AMERICA	4	Precast autoclaved aerated concrete panel
PRESTRESS ENGINEERING CORP	4	Precast concrete unit
BPB AMERICA INC US GREENFIBER L L	3	1/2 in. Gypsum board, Sprayed Fiber
ISOLATE INTERNATIONAL	3	5/8 in. Gypsum board, Sprayed Fiber

3. 초고층용 벽체 개발방향 설정

3.1 벽체 구조형태의 개발방향

초고층용 내화벽체에 활용하기 위한 내화성능 3시간 이상을 지닌 초고층 건축물용 내화벽체 개발방향 설정을 위하여 2011년 7월 현재 국토해양부에서 벽체로 내화구조 인정을 받은 구조에 대하여 검토하였다.

국내의 내화구조인정제품들의 등급은 30분에서 내화성능 2시간까지 제품이 있으며, 구조별로 보면 방화석고보드를 이용한 스티드 벽체 4개사, 일명 샌드위치패널로 알려져 있는 철강재 벽체 27개사, 콘크리트 패널과 압면, 유리면 등을 이용한 콘크리트 패널벽체 6개사가 내화구조인정을 취득하여 현장에서 사용되고 있었다.

이중 철강재 벽체구조는 내화성능이 최대 1시간으로 나타나 초고층 건축물의 적용에는 한계가 있는 것으로 보이며, 스티드 벽체구조와 콘크리트 패널구조를 정리한 결과 건식벽체는 <표 4>와 같이 크게 3종류로 구분되어졌다.

<표 4> 대표적인 건식벽체의 분류²⁾

주재료	단면 구성
석고보드 구조	
경량콘크리트 패널	
압출콘크리트 패널	

현재 가장 많이 사용되고 있는 내화벽체는 스티드스틸에 방화석고보드를 고정하여 사용하는 방법으로 미국에서는 조합에 따라 3시간 인증까지 있는 구조이다. 일반적으로 방화석고보드를 이용하여 3시간 내화성능을 확보하기 위해서는 스티드

2) 유영동, 초고층 아파트 건식벽체의 유형분류와 차음성능에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 계획계, 2009. 5.

드를 중심으로 양쪽으로 각 3겹씩 총 6겹의 방화석고보드가 사용되며 이로 인한 두께증가, 초고층건축물 시공시 양중의 어려움, 현장작업의 증가 및 이동설치의 한계가 있는 것으로 나타났다.

표 4에서 제시한 콘크리트패널 벽체구조는 방화석고보드에 비해 높은 강도가 장점이며 콘크리트 패널과 단열재(유리면 또는 암면)로 구분되어 지는 구조이다.

이와 같은 콘크리트 패널벽체구조는 스티드 벽체구조에 비해 현장 시공은 감소하나 패널과 단열재 시공이라는 2개 이상의 단계를 지니고 있으며, 설치 후 이동이 어렵고 내부에 포함된 유리면, 암면 등의 노후로 인해 실내 공기질의 저하 및 단열 성능이 저하되는 문제점을 지니고 있다.

이에 반하여 마감재와 단열재 일체형 유니트 패널구조는 석고보드에 비하여 중량물이나 시공성면에서는 유리한 것으로 나타났다.

또한, 벽체의 내부에 유리면, 암면과 같은 별도의 단열재를 설치하지 않고 패널심재에 무기질단열재를 포함 생산함으로써 내화성능을 확보하고 시공성 개선 및 폐기물을 최소화할 수 있을 것으로 생각된다.

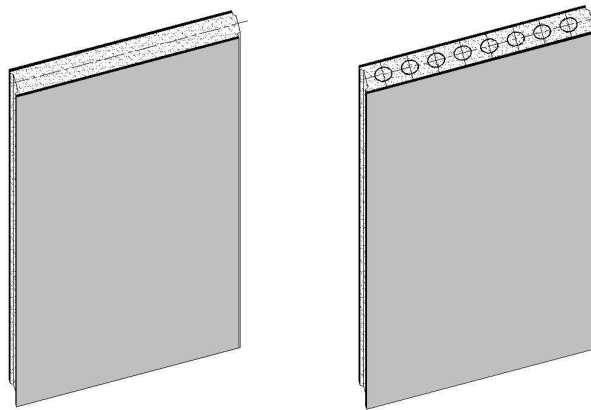


그림 3. 이동설치가 가능한 단위 유니트 패널

3.2 벽체의 요구성능 수준

초고층건축물용 내화벽체의 요구성능으로는 3시간이상의 내화성능(시험방법 : KS F 2257-8, 건축부재의 내화시험 방법 - 수직 비내력 구획 부재의 성능조건)과 더불어 그림 4에 제시한 것과 같은 벽체에서 기본적으로 요구하는 차음(시험방법 : KS F 2808, 건물 부재의 공기 전달음 차단 성능 시험실 측정방법), 휨강도(시험방법 : KS F 2273, 조립용판의 성능시험방법)를 요구성능으로 설정 할 수 있으며, 일정성능 확보이후에는 양중을 고려한 제품의 경량화 및 경제성확보도 검토되어야 한

다.

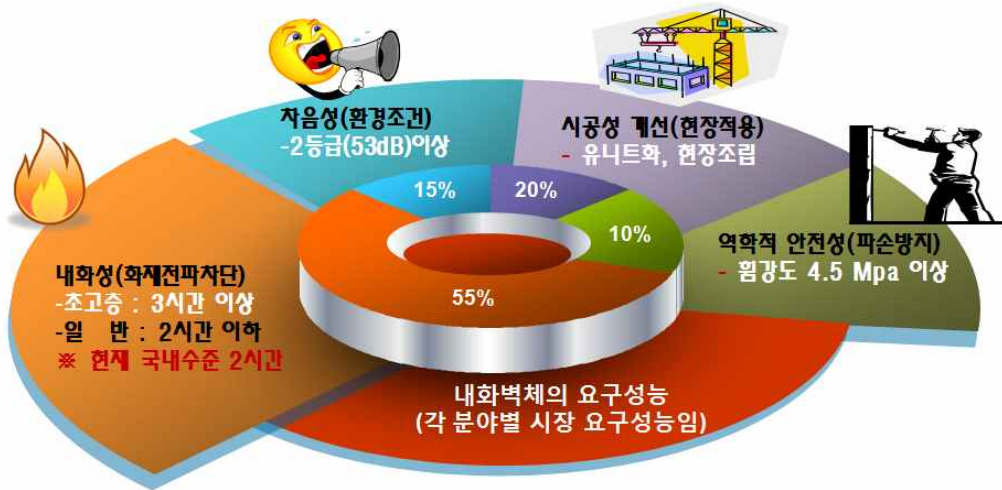


그림 4. 초고층건축물용 벽체의 주요 요구성능

일반 상업시설에 사용되는 방화구획용 내화벽체의 경우 내화성능이 주로 요구될 것이며, 초고층 주거 또는 주상복합 건축물에 있어서는 방화구획이 세대간 경계벽이 될 수 있으므로 내화성능, 차음성능 및 단열성능 등 벽체가 설치되는 부위에 따라 요구되는 성능이 차별화 될 것이며, 각 부위별로 원활한 구조적용을 위하여 각각의 개별성능을 지닌 벽체 및 2가지 이상의 복합성능을 지닌 벽체 등 다양한 형태의 구조개발이 필요할 것으로 판단된다.

4. 결론

앞에서 살펴본바와 같이 현재 주로 사용되고 있는 건식벽체는 초고층건축물에 적용하기에는 많은 문제점을 안고 있어, 외국의 문헌검토와 초고층 건축물의 특수성을 고려하여 초고층 건축물용 내화벽체의 개발 방향을 다음과 같이 제안해 본다.

(1) 내화벽체의 소재

기존 내화벽체는 마감재와 유리면 또는 암면과 같은 단열재로 되어 있으나, 자원 절약, 환경개선 등을 고려하여 시공이 복잡하고 낮은 내구성, 분진발생 등의 문제가 있는 섬유형태의 단열재를 높은 단열성, 내구성을 지니며 마감재와 일체화된 유닛 제작시 간편한 시공과 재사용이 가능한 경량기포콘크리트 복합패널과 소재로 대체할 필요성이 있다.

(2) 내화벽체의 구조

초고층 건축물은 타워크레인 등을 이용한 자재의 양중과 고공작업에 따른 생산성 저하 등이 문제가 되므로 초고층 건축물용 내화벽체는 현장작업을 최소화 할 수 있는 구조가 요구된다. 따라서, 다양한 자재의 양중 및 과도한 현장작업이 있는 스티드 벽체 구조보다는 공장에서 마감재와 단열재(심재)를 포함한 유니트 패널화하여 현장에서는 고정철물에 조립하는 구조형태가 바람직할 것이며, 이는 벽체의 해체 및 이동설치가 가능하여 초고층 건축물의 공간 가변성에도 기여할 것으로 기대된다.

(3) 내화벽체의 요구성능

현행 2시간에 제한되어 있는 내화성능 수준을 외국과 같은 3~4시간 등급까지 확대하며, 해당 등급에 대한 내화구조인정을 실시하는 것이 바람직할 것으로 생각된다. 또한, 초고층 건축물의 벽체 사용위치별로 내화성능 이외의 차음성, 단열성, 가변성, 내충격성, 마감소재의 특성 등의 필요여부를 세부적으로 정리할 필요가 있다.

이와 같이 초고층 건축물용 내화벽체의 개발방향에 대한 개인적인 의견을 정리해 보았으며, 고층건물의 내화벽체 수준에 정채되어 있는 국내 벽체관련 기술을 초고층 건축물에 적용할 수 있는 수준으로 향상시키기 위해 관련 법령의 제정, 기존 기준의 정리 및 강화와 관련기업의 동기부여, 개발지원 등이 이루어져야 하겠다.

참고문헌

1. 강부성, 초고층 건축물의 특성을 고려한 제도개선 방향, 초고층 건축물 제도개선 방향 세미나, 대한건축학회, 2007.
2. 건설교통부, 한국건설기술연구원, 국내 내화구조 기준 개선연구 (I),(II), 2000,3.
3. 국토해양부, 건축물의 피난·방화구조등의 기준에 관한 규칙, 2010.4
4. 김윤중, 초고층 건축물의 화재안전성 확보방안, 서울시정개발연구원, 2010.
5. 대한주택공사, 공동주택 건식경량 내벽체 개발연구, 1997.
6. 유영동, 초고층 아파트 건식벽체의 유형분류와 차음성능에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 계획계, 2009. 5.
7. International Code Council, International Building Code, 2000.