

신축공사 중 건축물의 화재예방대책

Preventive Measures of Fire Outbreak during New Construction of Buildings

한 완 석* · 윤 정 미** · 공 하 성**

1. 서 론

화재는 전기, 담배, 방화, 불장난 등 여러 원인에 의해 발생하고 있고 이러한 화재를 예방하고 대비하기 위해 건물에는 소방법규와 건축법규 등의 규제를 받아 소방시설과 방화시설 등이 설치되어 건축주가 소방방화시설 등이 유지관리의 의무가 주어지고 소방관서 등의 점검 등이 실시되고 있다.

하지만 건축물의 완공이전에는 소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령에서 정하는 특정소방대상물이 아니므로 화재예방과 관련된 직접적인 규제가 없다.

또한 고층건물 신축공사 중에 화재가 발생하였을 경우 소화기를 제외하고는 아무런 자체소방시설이 없고 부지도 정리 되지 않아 소방대와 소방차 접근 및 화재진압이 어렵다.

건설현장은 많은 건설근로자가 동일현장에서 동시에 각각 다양한 공정을 진행하고 있으므로 화재예방을 위한 일관된 안전관리가 어렵고, 신축공사 중 화재는 화재의 원인 중 다른 원인에 비하여 화재의 빈도 또는 발생확률이 적지만, 일단 발생하게 되면 더 많은 위험에 직면하게 된다.

건물 신축공사 중 화재의 예를 보면 이천 냉동창고 폭발화재, 신도림 주상복합건물 화재 사례 등이 그전에도 부산 냉동창고 폭발화재, 서울 주상복합건물 화재등의 사례에서도 보듯이 되풀이되고 있다.

이런 제반 문제점을 최소화 할 수 있도록 화재발생에 따른 원인과 사례를 조사하고 건설공종별 화재위험요소를 분석, 예방대책을 마련하여 건물 신축공사 중의 화재로 인한 피해를 최소화 하는데 주안점을 두고 시급히 개선해야 할 사항과 중장기적으로 개선할 사항들을 연구하는데 목적이 있다.

* 서울시립대학교 도시과학대학원 방재공학과

** 경일대학교 소방방재학부

국내외 신축건물의 공사 중 화재사례를 분석하고 화재유형을 분석함으로써 화재예방의 대책을 제시한다.

또한 국내외 신축공사 중 화재에 대한 관련법을 조사하고 향후 발생 예상되는 신축공사장 화재의 리스크를 줄이는 소화설비 설치를 도모하고, 건설공종별 화재위험요소를 분석하고 점검사항 및 화재예방대책을 수립하며, 소방차의 접근이 어려운 고층 초고층 신축공사장 화재발생 위주로 소화설비의 적용 등 다양한 대책을 도모한다.

2. 신축공사 중 화재예방 관련법령

2.1 한국

신축공사 중 건축물에 대한 소방법규상의 화재예방관련 규제사항은 <표 1>과 같다.

<표 1>신축 중 건물에 대한 소방법규상의 화재예방관련 규제

구분	법규내용	
소방기본법	제15조 (불을 사용하는 설비 등의 관리와 특수가연물의 저장·취급)①보일러, 난로, 건조설비, 가스·전기시설 그 밖에 화재발생의 우려가 있는 설비 또는 기구 등의 위치·구조 및 관리와 화재예방을 위하여 불의 사용에 있어서 지켜야 하는 사항은 대통령령으로 정한다.	
소방기본법시행령	제5조 (불을 사용하는 설비의 관리기준 등) ①법 제15조 제1항의 규정에 의한 보일러, 난로, 건조설비, 가스·전기시설 그 밖에 화재발생의 우려가 있는 설비 또는 기구 등의 위치·구조 및 관리와 화재예방을 위하여 불의 사용에 있어서 지켜야 하는 사항은 별표 1과 같다. ②제1항에 규정된 것 외에 불을 사용하는 설비의 세부관리기준은 특별시·광역시 또는 도(이하 "시·도"라 한다)의 조례로 정한다.	
서울특별시 화재예방조례	제2조 (불을 사용하는 설비의 관리기준)영 제5조 제2항의 규정에 따라 불을 사용하는 설비의 관리기준은 별표 1과 같다. [별표 1] 불을 사용하는 설비의 관리기준 (제2조 관련)	
	설비 구분	설비의 관리기준
	가스또는 전기에 의한 용접·용단기	1. 용접·용단작업을 하고자 하는 소방대상물의 관계인은 안전감독자를 지정하여야 한다. 2. 지정된 안전감독자는 다음 각 목의 모든 조치를 하여야 한다. 가. 용접·용단작업 실시 전 및 종료 후 작업 용구의 안전점검의 실시 나. 주위의 인화성 물질의 제거 다. 용접·용단불티가 닿는 부분에 가연물 제거 및 안전 조치 라. 작업장 인근에 소화기 및 그 밖의 소화용구의 배치 마. 작업구역의 전기·가스·소방설비와 인명 대피시설의 정상 작동 및 안전상태 유지 바. 작업자에 대한 화재예방교육 실시 사. 그 밖에 화재예방을 위하여 필요한 조치

또한 건축법규에서도 시공과정에서 화재예방과 관련된 직접적인 규제는 없고, <표 2>에 나타난 것처럼 「건축법」 제24조와 「건축법시행령」 제21조에서 유해·위험은 「산업안전보건법」에서 정한 바에 따르도록 하고 있을 뿐이다. 건물이 준공된 후 비로소 「건축법」 제26조 및 「건축법시행령」 제23조에 따라 유지관리를 하도록 하고 있으며, 「소방시설설치 유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령」 제22조에 따라 소방안전관리자를 선임하여 소방안전관리를 하도록 하고 있다.

<표 2> 신축 중 건물에 대한 화재예방관련 건축법규상의 규제

구분	법규내용
건축법	제24조(공사현장의 위해방지 등) ①건물의 공사시공자는 대통령령이 정하는 바에 의하여 공사현장의 위해(危害)를 방지하기 위하여 필요한 조치를 하여야 한다. ②생략.
건축법 시행령	제21조(공사현장의 위해방지) 건물의 시공 또는 철거에 따른 유해·위험의 방지에 관한 사항은 산업안전보건에 관한 법령이 정하는 바에 따른다.

그리고 산업안전보건법에서는 신축공사 중인 건물에 대한 구체적인 규정을 정하고 있기보다는 산업안전기준 전반에 대해 포괄적으로 규정하고 있을 뿐이다. 「산업안전보건법」상의 규정과 신축공사 중인 건물의 화재 예방관련 규정과 굳이 관련시켜 보면 <표 3>과 같다.

<표 3> 화재예방관련 산업안전보건법상의 규제

구분	법규내용
산업안전 보건법	제23조(안전상의 조치) ①사업주는 사업을 행함에 있어서 발생하는 다음 각호의 위험을 예방하기 위하여필요한 조치를 하여야 한다. 1. 기계·기구 기타 설비에 의한 위험 2. 폭발성, 발화성 및 인화성 물질 등에 의한 위험 3. 전기, 열 기타 에너지에 의한 위험 ② ~ ③ 생략 ④ 제1항 내지 제3항의 규정에 의하여 사업주가 하여야 할 안전상의 조치 사항은 노동부령으로 정한다.
산업안전기준 에 관한 규칙	제258조 (폭발 또는 화재등의 예방) ①사업주는 인화성 물질의 증기, 가연성 가스 또는 가연성 분진이 존재하여 폭발 또는 화재가 발생할 우려가 있는 장소에서는 당해 증기·가스 또는 분진에 의한 폭발 또는 화재를 예방하기 위하여 통풍·환기 및 제진(제진) 등의조치를 하여야 한다. ②생략 제259조 (환기가 불충분한 장소에서의 가스용접등의작업) 사업주는 통풍 또는 환기가 불충분한 장소에서가연성 가스 또는 산소(이하 "가스등"이라 한다)를 사용하여 급속의 용접·용단 또는 가열작업을 하는 때에는 가스등의 누출 또는 방출로 인한 폭발·화재 또는 화상을 예방하기 위하여 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다. 1. ~ 6. 생략 제266조 (위험물등이 있는 장소의 화기등의 사용금지) 사업주는 위험물, 위험물외의 가연성 분진·가스, 화약류 등 가연성 물질이 존재하여 폭발 또는 화재가 발생할 우려가 있는 장소에서는 불꽃 또는 아크를 발생하거나 고온으로 될 우려가 있는 화기 또는 기계·기구 및 공구 등을 사용하여서는 아니 된다. 제271조 (방화조치) 사업주는 화로·가열로·가열장치·소각로·철제굴뚝 기타 화재를 일으킬 위험이 있는 설비와 건물 기타 가연성 물체와의 사이에는 방화에 필요한 안전거리를 유지하거나 불연성 물체를 차열재료로 하여 방호하여야 한다. 제272조 (화기사용 장소의 화재방지) ①사업주는 흡연장소 및 난로등 화기를 사용하는 장소에는 화재예방에 필요한 설비를 하여야 한다. ②화기를 사용한자는 불티가 남지 아니하도록 확실하게 뒤처리를 하여야 한다.

이와 같이 신축공사 중인 건물의 화재예방에 대해서는 소방법규, 건축법규, 산업안전법규 모두 구체적인 규정을 정하고 있기보다는 용접용단작업 등 개별작업의 안전기준을 정하고 있을 뿐이다.

2.2 일본

일본 건축기준법규에서는 <표 4>와 같이 공사 중 화재예방 등에 대해 정하고 있다.

또한 일본 소방법규에서는 신축공사 중인 건물에 방화관리자를 선임하여 관리하도록 하고 있다. 일본 소방청에서는 신축공사 중인 건물의 화재안전대책에 대해 구체적인 지침을 시달하고 있다. 구체적인 지침의 예로 신축공사 중인 소방대상물의 화재안전대책에 대해(1973년 10월17일), 공사 중인 소방대상물에 관한 소방계획에 대해(1997년 10월 24일), 공사 중인 건물의 가사용에 대해(1978년 12월 26일), 건설업부속기숙사에 관계되는 소방안전의 추진에 대해(1984년 3월 31일) 등이 있다. <표 4>는 일본 소방법규 중 신축공사와 관련된 사항을 정리하고 있다.

<표 4> 신축공사장 화재예방과 관련된 일본의 건축기준법규

구분	법규내용
건축기준법	제90조(공사현장의 위해의 방지) 1. 건물의 건축, 수선, 모양변경 또는 제거를 위한 공사의 시공자는 당해 공사의 시공에 수반된 지반의 붕락(崩落), 건물 또는 공사용 공작물의 도괴 등에 의한 위해를 방지하기 위해 필요한 조치를 강구해야 한다. 2. 앞 항의 조치의 기술적 기준은 대통령령으로 정한다. 3. 생략 제90조의2(공사 중인 특수건물 등에 대한 조치) 1. 특정행정청은 제9조 또는 제10조의 규정에 의한 외에 건축, 수선 또는 모양변경 또는 제거 공사의 시공 중에 사용되고 있는 제6조 제1항 제1호부터 제3호까지의 건물이 안전상, 방화상 또는 피난상 현저하게 지장이 있다고 인정되는 경우에 있어서는 당해 건물의 건축주 또는 소유자, 관리자 또는 점유자에 대해 상당의 유예기간을 붙여 당해건물의 사용금지, 사용제한 기타 안전상, 방화상 또는 피난상 필요한조치를 채용할 것을 명할 수 있다. 2. 생략
건축기준법 시행령	제136조의 8(화재의 방지) 건축공사 등에 있어서 화기를 사용하는 경우에 있어서는 그 장소에 불연재료의 차단시설을설치하는 등 방화상 필요한 조치를 강구해야 한다.

<표 5>는 일본 소방법규 중 신축공사와 관련된 사항을 정리하고 있다.

<표 5> 일본 소방법규 중 신축공사 관련 규정

구분	규정		
소방법 시행령	제1조의2(방화관리자를 정해야 하는 소방대상물등) <ul style="list-style-type: none"> ①-② 생략 ③ 1. 생략 2. 신축 공사 중인 다음에 열거하는 건축물로 수용인원이 50명이상인 것 중 시행규칙에서 정하는 것 <ul style="list-style-type: none"> 가. 지하층을 제외한 층수가 11이상이고 연면적이 1만㎡ 이상인 건축물 나. 연면적이 5만㎡이상인 건축물 다. 지하층의 바닥면적의 합계가 5천㎡이상인 건축물 ④ 수용인원의 산정방법은 시행규칙에서 정한다. 		
소방법 시행규칙	제1조의2(공사 중인 소방대상물에 있어서 방화관리) ①소방법시행령 제1조의2 제3항 제2호의 시행규칙에서 정하는 건축물은 외벽 및 바닥 또는 지붕을 갖는 부분이제2호 가목, 나목 또는 다목에서 정하는 규모이상인 건축물로 전기공사 등의 공사 중인 것으로 한다. ② 생략 제1조의3(수용인원의 산정방법) 시행령 제1조의2 제4항의 시행규칙에서 정하는 수용인원의 산정방법은 다음 표의 상단에 열거하는 소방대상물의 구분에 따라각각 해당 하단 에서 정하는 방법으로 한다 <table border="1" style="width: 100%; margin: 5px 0;"> <tr> <td style="text-align: center;">시행령 제1조의2 제3항 제3호에서 열거한 소방대상물</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">.종업자의 수로 의거 산정한다</td> </tr> </table> 제3조(소방계획) ① 방화관리자는 시행령 제4조 제3항의 규정에 의거 소방대상물의 위치, 구조 및 설비의 상황 및 그 사용상황에 따라 다음에 열거하는 구분에 따라 대략 다음 각 호에서 열거하는 사항에 대해 해당소방대상물의 관리에 대해 권원을 갖는 자의 지시를 받아소방계획을 작성하고 별기양식 제1호의2 신고서에 의해그 취지를 관할 소방본부장 또는 소방서장에 신고하여야한다. 소방계획을 변경하는 때는 마찬가지로 한다. <ul style="list-style-type: none"> 1. 시행령 제1조의2 제3항 제1호에 열거한 소방대상물 및 동항 제2호에서 열거한 소방대상물(가사용의 승인을 받은 것 또는 그 부분에 한한다) <ul style="list-style-type: none"> 가. 자위소방의 조직에 관한 것 나. 소방대상물에 대해 화재예방상 자율점검에 관한 것 다. 소방용설비등 또는 소방법 제17조 제3항에서 규정 하는 특수소방용설비 등의 점검 및 정비에 관한 것 라. 피난통로, 피난구, 안전구획, 방연구획 기타 피난시설의 유지관리 및 그 안내에 관한 것 마. 방화벽, 내장 기타 방화상 구조의 유지관리에 관한 것 바. 정원의 준수 기타 수용인원의 적정화에 관한 것 사. 방화상 필요한 교육에 관한 것 아. 소화, 통보(신고) 및 피난의 훈련 실시에 관한 것 자. 화재, 지진 기타 재해가 발생한 경우에 있어서 소화 활동, 통보연락 및 피난유도에 관한 것 차. 소방안전관리에 대해 소방기관과의 연락에 관한 것 카. 증축, 개축, 이전, 수선 또는 모양변경 공사 중인 대상 물에 있어서 소방안전관리자 또는 그 보조자의 입회 기타 화기의 사용 또는 취급의 감독에 관한 것 타. 가목에서 카목까지에서 열거한 것 외에 소방대상물에 있어서 소방안전관리에 관해 필요한 사항 2. 시행령 제1조의2 제3항 제2호에서 열거하는 소방대상물 (사용승인을 받은 것 또는 그 부분을 제외한다) 및 동항 제3호에서 열거하는 소방대상물 <ul style="list-style-type: none"> 가. 소화기 등의 점검 및 정비에 관한 것 나. 피난경로의 유지관리 및 그 안내에 관한 것 다. 화기의 사용 또는 취급의 감독에 관한 것 라. 공사 중에 사용하는 위험물 등의 관리에 관한 것 마. 앞호 가목에서 차목까지 열거한 사항 바. 가목에서 마목까지 열거한 것 외에 소방대상물에 있어서 소방안전관리에 필요한 사항 ②-⑫ 생략	시행령 제1조의2 제3항 제3호에서 열거한 소방대상물	.종업자의 수로 의거 산정한다
시행령 제1조의2 제3항 제3호에서 열거한 소방대상물			
.종업자의 수로 의거 산정한다			

2.3 미국

공사 중 화재예방과 관련된 국제적인 해외규정으로는 NFPA 241 Standard for Safeguarding Construction, Alteration, and Demolition Operations(2004 Edition)과 FM(Factory Mutual Insurance Company)의 Safeguards during Construction, Alteration and Demolition이 있다.

이 규정에서 구체적으로 신축과정, 리모델링과정, 해체과정의 화재예방 등에 대한 제반사항을 정하고 있다.

3. 신축건물의 화재위험요소

3.1 시공공정별 화재위험요소

일반적인 건설현장에 비해 초고층 건물의 시공현장은 보다 많은 화재리스크 요인을 갖게 마련이다. 초고층 건물은 일반 건물에 비해 대규모 자재와 인력이 소요되고, 이에 따른 현장관리나 작업자 통제와 교육에 있어서도 불리하며, 상대적으로 가용공간이 협소하고, 공기준수를 위해 돌판작업과 공중 동시작업도 빈번하게 이뤄진다. 또한, 초고층 건물의 경우 커튼월 시공으로 인하여 건물 내부가 외부와 단절되어 내부 환기가 어려워지며, 이로 인한 화재양상 변화가 발생하여 화재리스크 증가에 결정적인 영향을 끼치게 된다.

완성단계의 초고층 건물은 다양한 방재시설과 자동화시스템으로 일반 건축물보다 화재리스크 측면에서 안전하다고 판단되나, 건축 중인 초고층 건물의 경우 대부분의 시설 및 시스템이 정상 작동되지 않는 상태이기 때문에 일반 건축물에 비해 화재위험 리스크가 매우 높다.

3.1.1 전체공정상 화재위험 RISK 분석

- (1) 초고층 건축물의 시공 공정은 다음의 그림과 같이 진행됨
- (2) 착공이후 커튼월 설치 전까지 지하부 및 상부 골조공 진행시 화재양상은 연료지배형 화재양상을 갖고 있다.
- (3) 건축물의 내부는 외부에 노출되어 있으며, 상대적으로 가연물이나 적치된 자재의 양도 상대적으로 작아 화재 위험도는 낮은 편이나, 대형장비 및 기계장치 사용으로 인한 위험과 가연성 위험물 사용이 많고, 일반적인 현장 화재 위험은 상존하는 단계라고 할 수 있다.
- (4) 초고층 건축물의 외벽을 구성하는 커튼월이 설치되게 되면, 건물 내부는 외부와 차단되며, 이때 화재양상은 연료지배형 + 환기지배형 화재양상의 복합화재가 발생
- (5) 병행시공이 이뤄지면서 지상 자재적치가 불가능함에 따라서 필요자재를 완성된 지하공간을 이용하여 적재하게 되며, 이는 정상사용시 가연물량을 초과하게 되

- 며, 각종 방재시설 및 시스템이 정상작동하지 않는 상태에서 관리되기 때문에 화재발생 RISK가 높아지게 된다.
- (6) 발화원의 측면에서도 커튼월 설치 이후 마감공사시 용접 및 절단에 의한 불티가 빈번하게 발생하여 화재발생 RISK가 증가하게 되며, 화재예방 방재시스템이 본격 가동할 수 있는 단계에 이르기 전까지 화재발생 RISK는 점차 증가하며, 시운전 단계를 포함한 준공직전에 최대 위험에 이르게 된다.
 - (7) 이후 준공단계와 준공 후 사용단계에서는 정상적인 방재시스템의 가동 및 소방시설의 가용으로 가연물에 의한 연료지배형 화재는 억제되며, 화재양상은 환기 지배형 양상으로 변화하게 된다.
 - (8) 이 단계에서의 초고층 건물 화재는 일반적인 사용단계의 화재위험과 동일한 RISK를 갖게 된 다고 볼 수 있다.

3.1.2 공정전환 경계부 화재발생 RISK 분석

- (1) 초고층 건축물의 시공시 소방시설 및 방재시스템의 설치 및 사용가능성에 따라 초기가설/골조, 골조/마감, 시 운전/시설인수의 3단계를 구분할 수 있으며, 각각의 단계의 경계점에서 발생할 수 있는 화재위험 취약구간을 ‘Windows of Fire Vulnerability’라고 정의함
- (2) 골조공이 진행되기 이전의 공사현장은 임시 및 간이 소방시설(소화기, 소화사 등)을 이용한 화재 진압이 가능한 상태로 설비나 시스템의 보호를 받을 수 없는 “No functionality” 단계라 함
- (3) 골조공 / 커튼월 설치 이후 진행되는 배관 및 시스템 설치에 공정진행에 따라 단계적으로 이루어지며, 일부 제한된 구역에서 부분적 사용이 가능한 “Partial functionality” 단계로 전환됨
- (4) “No functionality”에서 “Partial functionality” 단계로 전환되는 시기의 현장은 가연물 증가 및 환기장애와 같은 화재위험도 증가에도 불구하고, 화재억제력은 이전단계와 동일하게 적용되기 때문에 화재발생 RISK가 증가 하게 됨
- (5) 소방시설 및 방재시스템의 설치가 진행되어 건물전체의 시설 및 시스템 설치가 완료되는 “Conditional functionality” 단계에 도달하게 되는 경우, 타 공종의 공정진행으로 인해 마감 및 인테리어 공사를 위한 대량의 자재가 현장에 적재 또는 설치되며, 구획 및 칸막이가 설정되어 내부 화재위험도는 사용상태 이상으로 증가하게 됨
- (6) 시운전 및 준공에 이르기 직전 모든 소방설비 및 방재시스템이 완비된 상태인 “full functionality” 단계에 이르게되면 건물의 인테리어 및 가구배치 등에 의한 가연물의 양은 건물의 완공 및 사용 단계와 동일한 상태에 이르게 됨. 따라서 오작동 및 하자가 발생할 가능성이 높은 시운전 초기단계에서의 화재위험 Risk는 이후보다 높게 나타날 수 있다.

3.2 공간요소별 화재위험요소

초고층 건물 시공단계에서 발생할 수 있는 공간요소별 화재위험요소는 <표 6>과 같다.

<표 6> 공간요소별 화재위험요소

구분	화재위험요소
지상부	<ul style="list-style-type: none"> ▫ 피난경로 유도시설 미비 ▫ 커튼월 설치시 환기불량 ▫ 가설 가림막 및 자재 포장물 착화 ▫ 자재적치로 인한 피난시 장애발생 ▫ 용접작업간 불티 발생
지하부	<ul style="list-style-type: none"> ▫ 환기시설 미비로 내부 연기충진 우려 ▫ 연기발생시 시야확보 불가 ▫ 내장자재 적치로 인한 화재시 피난경로확보 난이 ▫ 현장사무실 및 작업자 휴게시설 설치로 인한 난방, 전열기구 사용
수직관통부	<ul style="list-style-type: none"> ▫ 엘리베이터홀 및 아트리움 설치구역 연기전파 및 연돌효과 발생 우려 ▫ 임시 전기배선 단락/합선 발생 ▫ 화재시 화재전파 및 연기확산
가설시설물	<ul style="list-style-type: none"> ▫ 가설자재창고내 가연성 자재 적치 ▫ 위험물 저장시설 관리 미흡 ▫ 작업자숙소, 현장사무실, 식당 등 전열기구 및 유류 사용 ▫ 컨테이너 등 가연성 가설구조 ▫ 방진막, 천막 등 가연성 울타리
수전설비 및 기타설비	<ul style="list-style-type: none"> ▫ 공사용 임시수전설비 주변 감전 및 화재위험 ▫ 폐자재관리 미흡/가연성 자재 혼입 ▫ 철근가공장/오탕수처리장 기계시설 과열 및 전기화재 우려 ▫ 발파시 현장 화약보관소 관리 미흡
일반시설	<ul style="list-style-type: none"> ▫ 작업자 휴게공간, 출입구 담뱃 불로 인한 실화우려 ▫ 외부인 현장출입시 실화 및 방화 우려

3.3 공종별 화재위험요소

초고층 건물의 시공현장에서 발생가능한 공종별 화재위험요소는 <표 7>과 같다.

<표 7> 공종별 화재위험요소

구분	화 재 위 험 요 소
설계/인허가	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 초고층 건물의 특징 및 특이점을 고려하지 않은 시방위주 설계 ◦ 건축중 발생 가능한 화재위험 간과 ◦ 인허가상 화재위험관련 기준 미흡 ◦ 소방관리대상물 제외
착공/공사준비	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 부지확보 및 정리단계 현장관리 미흡 ◦ 철거작업간 비내화성 가림막 설치 ◦ 착공초기 전기사용간 화재위험 (발전기, 기존배선 임의사용 등) ◦ 가연성 폐기물 적치/관리미흡 ◦ 공사중 수전설비 설치/관리 ◦ 현장내 폐목 소각/난로관리 미흡
흙막이/차수공	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 대형기계/장비 과열 ◦ 장비동행으로 인한 전선관리 미흡 ◦ 위험물(유류, 화학약품)관리 미흡 ◦ 가연성 폐기물 관리 미흡 ◦ 지장물(가스, 전력 등) 관리 미흡
굴착/토공사	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 용접/절단 작업시 불티 발생 ◦ 목재 등 가연성자재 관리 미흡 ◦ 발파시 폭약 발화위험 ◦ 폭약 및 위험물 관리 미흡 ◦ 장비동행으로 인한 전선관리 미흡 ◦ 현장내 폐목 소각/난로관리 미흡
기초공 및 지하골조공	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 용접/절단 작업시 불티 발생 ◦ 목재 거푸집 및 가설재 관리 미흡 ◦ 부유분진 발생 ◦ 현장내 전선관리 미흡 ◦ 복공설치시 조도확보 미흡(피난 난이) ◦ 집수정, 기계실 등 폐쇄공간 발생 ◦ 지장물(가스, 전력 등) 관리 미흡
Core Wall 공사	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 철근설치 및 기타 작업간 용접 /절단 불티 발생 ◦ 작업공간 협소/작업자 부주의 ◦ 전기배선 관리 미흡 ◦ 작업자 출입/피난로 확보 난이 ◦ 습식환경에서의 전기사용
지상 골조공	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 철골작업간 용접/절단 불티발생 ◦ 동시작업으로 작업구간 확대 ◦ 부유분진 발생 ◦ 자재적치 불량 ◦ 위험물(LPG, 산소, 유류 등) 관리 미흡 ◦ 계단, 엘리베이터실로 화재발생시 연기확대우려
커튼월 공사	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 커튼월 설치로 인한 내부 차단 ◦ 고정철물 설치간 용접/절단 불티 ◦ 층간방화구획 내화구조 확보 난이 ◦ 가연성 포장재 사용 ◦ 계단, 엘리베이터실로 화재발생시 연기확대우려
설비공사 (소방포함)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 용접/그라인더/절단작업 불티 발생 ◦ 임시발전기 사용 / 전선관리미흡 ◦ 엘리베이터 설치전 샤프트 관리 미흡 ◦ 다공중 동시작업 진행 ◦ 소방시설 조기설치 불가 ◦ 수신기/소화펌프/제연철펀 완공시점 설치
마감 및 인테리어 공사	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 우레탄폼 등 단열재 설치 공정간 폭발, 화재위험 증가 ◦ 대량의 가연성 자재(도배지/가구/접착제 등) 반입/사용 ◦ 지상 타공중 진행 및 조정공진행 으로 인한 지하공간 자재 적치 ◦ 대량의 분진발생 ◦ 소방시설 및 방재시스템 미비
시운전/준공	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 소방시설 및 방재시스템 가동간 조작미숙 / 오작동 발생 ◦ 형식적 준공검사/완성검사 관행 ◦ 시설/시스템 인수인계 지체 ◦ 하자보수 및 일부 미설치 마감 작업간 부주의/실화 위험

3.4 건설공종별 화재위험요소

3.4.1 가설공사

가설공사의 화재위험요소는 <표 8>에 밝힌 것과 같다.

<표 8> 가설공사 화재위험요소

분 류	화재위험요소
가설숙소	· 전열기등 난방보조기구, 비규격 전기제품 사용, 사용자 부주의등
가설창고	· 산소탱크보관소, 유류보관소등
가설사무실	· 가전제품 취급시 주위, 감전, 전기제품 사용
가설식당	· LPG, 석유, 부탄가스
가설공사 (가설재시공, 해체시)	· 화재위험 자재 사용할 때 취급 부주의등 · 산소절단기, 용접불꽃 비산
기설자재보관	· 가설용 자재(단열재, 각재, 인화성자재-신나,페인트, 휘발유등) 보관시 담배꽂초나 인화성 물질로 인한 화재발생
공구사용	· 용접기 사용시 어스 등 주의

3.4.2 철거해체공사

여러사례를 검토해 본 결과 철거해체공사 화재위험요소는 <표 9>에 밝힌 것과 같다.

<표 9>철거해체공사 화재위험요소

분 류	화재위험요소
철거해체 공사작업 중	· 절단, 대형브레카, 철헤머, 압쇄, 팽창압, 폭발, 발파 공법시공시 가스폭발, 점화원폭발 · 철거해체시 설비 관련부분의 미해체로 인한 화재 · 화재폭발요인 미제거 · 점화원 미제거 등

3.4.3 콘크리트 공사

여러사례를 검토해 본 결과 콘크리트공사 화재위험요소는 <표 10>에 밝힌 것과 같다.

<표 10> 콘크리트공사 화재위험요소

분 류	화재위험요소
철근 압접기 사용할 때	· 압접기 사용할 때 용접불꽃 비산
양생시	· 가열 보온양생으로 공간 가열시 화재원 제공
철근 절단시 가스를 사용 할 경우	· 가스누설로 인한 화재.폭발

3.4.4 강구조물 공사(철골공사)

여러사례를 검토해 본 결과 철골공사 화재위험요소는 <표 11>에 밝힌 것과 같다.

<표 11> 철골공사 화재위험요소

분 류	화재위험요소
철골공사 작업중	<ul style="list-style-type: none"> · 철골용접시 용접불꽃 비산으로 인한 화재 · 용접산소 보관 부주의 → 폭발사고 · 철골부재의 취급 부주의로 인한 불꽃 → 밀폐된 현장내 화재위험 · 고층 작업시 추락방지망 미설치 등으로 인한 추락시 화재발생 → 화재요인 발생

3.4.5 목공

여러사례를 검토해 본 결과 목공사 화재위험요소는 <표 12>에 밝힌 것과 같다.

<표 12> 목공사 화재위험요소

분 류	화재위험요소
목공사 작업중	<ul style="list-style-type: none"> · 톱날 사용할 때 다른 장비와 접촉함 → 불꽃 비산으로 화재위험 · 남은 목재로 불을 피울 때 → 불이 다른 장비에 옮겨 불거나 사람 몸에 붙음 → 화상, 화재위험 · 목공사 작업후 남아있는 톱밥등 목재 잔류물의 화재 가능성

3.4.6 방수공사

여러사례를 검토해 본 결과 방수공사 화재위험요소는 <표 13>에 밝힌 것과 같다.

<표 13> 방수공사 화재위험요소

분 류	화재위험요소
토치램프 사용시	· 토치램프 용접불꽃 비산
유기용제가 함유된 재료를 사용하여 작업할 경우	· 작업시 유기용제의 증발에 의한 화재, 폭발위험 가능성
휘발성 유기용제가 함유된 재료를 사용하여 작업할 경우	· 가설전기등의 스파크 및 기타 점화원에 의하여 쉽게 인화, 폭발할 가능성

3.4.7 전기설비공사

여러 사례를 검토해 본 결과 전기설비공사 화재위험요소는 <표 14>에 밝힌 것과 같다.

<표 14> 전기설비공사 화재위험요소

분 류	화재위험요소
전기설비공사 작업중	<ul style="list-style-type: none"> · 배관절단시 용단불꽃에 의한 화재 · 배관용접시 용접불꽃에 의한 화재 · 전기 배선용량 초과 전류가 흐를 때 화재 · 피뢰침 미설치로 낙뢰 발생 · 밀폐된 공간내에서 배기용 환기구 등 전기기계기구 도중 체류해 있던 가연성가스의 폭발 · 변압기 수리작업중 변압기의 폭발

3.4.8 도장공사

여러 사례를 검토해 본 결과 도장공사 화재위험요소는 <표 15>에 밝힌 것과 같다.

<표 16> 도장공사 화재위험요소

분 류	화재위험요소
도장공사 작업중	<ul style="list-style-type: none"> · 금속재 바탕처리 불꽃, 열이용시 화재우려 · 페인트 휘발성 재료에 따른 인화물질 화재우려(유성 페인트, 바니쉬, 락카) · 밀폐공간 도장시 가연성 물질의 착화로 화재위험 · 밀폐공간 도장시 착화물에 의한 가연성 재료의 화재 · 휘발성 유기용제에 화기및 스파크 조건 등을 가할 경우 → 화재.폭발의 위험 · 휘발성 유기용제의 증기가 축적되어 전등, 비닐전선 부위의 열화로 인한 스파크 발생 → 화재.폭발위험

3.4.9 단열공사

여러 사례를 검토해 본 결과 단열공사 화재위험요소는 <표 16>에 밝힌 것과 같다.

<표 16> 단열공사 화재위험요소

분 류	화재위험요소
단열공사 작업중	<ul style="list-style-type: none"> · 공구사용시 부주의로 화재발생 · 안전수칙 미이행으로 인한 화재 등 · 전기합선에 의한 스파크, 용접불티 등에 의하여 접화 되어 단열재에 옮겨붙어 화재발생 위험

3.4.10 마감공사

여러사례를 검토해 본 결과 마감공사 화재위험요소는 <표 17>에 밝힌 것과 같다.

<표 17> 마감공사 화재위험요소

분 류	화재위험요소
마감공사 작업중	· 용접시 불꽃비산 · 청소 및 폐자재의 방치에 따른 인화

3.4.11 기계설비공사

여러사례를 검토해 본 결과 기계설비공사 화재위험요소는 <표 18>에 밝힌 것과 같다.

<표 18> 기계설비공사 화재위험요소

분 류	화재위험요소
배관작업시	· 절단시 : 불꽃에 의한 화재 · 용접시 : 용접불꽃 등
기계설치 작업시	· 장비의 작동불량에 의한 추락, 낙하등 화재 · 기계의 충돌에 의한 사고 및 화재

4. 신축공사 건물의 화재 예방대책

4.1 소방안전대책의 강화

신축공사 중인 건물의 특성상 화재발생 시 관설소방대의 활동에 제한이 있으므로 현장 자체 전담소방조직(자위소방대)이 필요하며, 화재발생시 초기에 발견 및 소화하지 못하면 바람의 영향 등으로 인해 화재의 확산이 빠르므로 화재감지 및 초기소화시스템 구축의 필요성이 있다.

기타직원 및 근로자들에게는 주기적으로 소방안전교육과 비상훈련을 실시하여 화재 예방 및 대응활동에 대한 대비체제를 구축하여야 할 필요가 있다. 그리고 방재계획 수립 시 관할소방서 등 유관 기관과 사전 충분한 협의를 통하여 대책을 수립하고 주기적인 비상훈련을 실시하는 등 유사시 소화활동 및 피난에 효과적으로 대응하도록 해야 할 필요가 있다.

4.2 화재예방 가이드라인 제정 필요

신축공사 중인 건물에 대해서 앞에서 언급한 것처럼 소방법상, 건축법상, 산업안전보건법규상 이렇다 할 규정이나 지침이 없다. 따라서 신축공사 중인 건물의 화재예방

등에대한 법규 또는 가이드라인의 제정을 검토할 필요가 있다. 또한 우리나라 내에서도 초고층건물이 건설되고 있고, 앞으로 건설될 예정인 바 초고층건물의 신축공사 중 화재예방 등에 대한 법규 또는 가이드라인이 제정되어야 할 것이다. 초고층건물의 경우, 신축공사 중 고층부에서 화재발생 시 현재 보유하고 있는 소방력으로는 대응이 거의 불가능한 상황이다. 따라서 일정 규모이상의 건물에 대해서는 공사 중이더라도 일정한 기준에 의해 소방안전관리가 되고, 이를 감독할 수 있는 체제를 갖추는 것이 시급하다. 선진외국의 규정을 참조하여 소방법규나 건축법규, 또는 소방법규의 고시나 지침 등의 형식으로 규정을 정하면 좋을 것으로 판단된다. 그리고 우레탄폼샌드위치패널, 스티로폼샌드위치패널 등내화성이 없는 재질의 것으로 칸막이 또는 외벽재로 사용하거나 우레탄 표면 마감 등을 하는 경우에는 화재 시 진화활동을 하더라도 전소된 사례가 적지 않으므로 이러한 경우에는 화재안전 대책을 강화하도록 하는 지침 등의 검토가 필요하다.

4.3 일용직 노동자, 외국인 노동자에 대한 안전교육 강화

신축공사장에는 내국인 일용인부는 물론 외국인 노동자가 일하고 있다. 앞에서 언급한 화재사례1에서 사망자 40명 중 중국교포(조선족)가 13명, 우즈베키스탄인이 1명이었고, 부상자 10명 중 조선족이 1명, 우즈베키스탄인이 1명이었다. 대부분의 신축공사장에서 일용인부나 외국인 노동자들은 현장에 대해 구체적으로 알지 못할 뿐만 아니라 체계적인 안전교육을 받지 못한 상태에서 일하고 있다는 지적이 앞에서 언급한 사례1의 화재 후에 있다.

일용인부나 외국인 노동자들에게 작업 전 안전교육을 실시하도록 하고, 교육자료를 개발하는 활동 등이 있어야 할 것이다.

4.4 사용자배상책임보험과 건설공사보험의 가입 의무화

근로자가 근로 중 재해를 입은 경우 산재보험에 의해보상을 받게 되지만 이 산재보험만으로는 보상하는데 한계가 있다. 일정규모이상의 공사인 경우 하청업체, 재하청업체는 물론 외국인, 일용노동자까지 담보할 수 있는 사용자배상책임보험가입을 의무화하면 공사 중 발생한 사고로 인한 보상은 크게 개선될 것이다.

사용자배상책임보험은 사용자가 재해 근로자에게 산업재해보상법상의 제보상을 초과하여 부담하는 민법상의 손해배상책임을 담보하고 있다. 또한 일정규모 이상의 관급공사에 적용되고 있는 건설공사보험 가입을 일정 규모이상의 민간 발주 공사에도 의무화할 필요가 있다. 건설공사보험은 토목공사는 물론 건설공사 과정에서 발생한 예기치 못한 돌발적인 사고를 담보하고 있다.

이러한 보험에 가입하게 되면 손해보험사의 사고예방활동도 뒤따를 것이므로 보험가입이 유가족에 대한 보상 문제를 해결함은 물론 화재 등 사고예방에도 기여할 것이다.

5. 결 론

이상에서 신축공사 중 화재발생 실태 및 주요화재사례, 신축공사 중 화재의 원인과 화재의 특성, 신축공사 중인 건물에 대한 화재예방규제 실태, 화재예방대책에 대해 언급하였다. 신축공사 중 매년 900건이상의 화재가 발생하고 있고, 이러한 화재는 용접 용단불티에 의한 화재가 약 1/3을 차지하고 있다.

신축공사 중에는 여러 곳에서 화기취급과 이동전선의 사용 등 화재위험 요인을 안고 있고 가연물이 무질서하게 놓여 있는 관계로 시공이 완료된 일반건물보다 화재발생 위험도가 훨씬 크며, 아직 화재감지기가 설치되어 있지 않아 화재발견이 지연될 가능성이 높고 또한 자동소화설비 등이 없는 관계로 소화기에 의한 초기소화를 해야 하므로 초기소화에 한계가 있으며, 내부에 소방방화시설이 없어 소방대가 계단을 걸어서 소화장비나 구조장비를 운반하여 대응해야 하므로 소방대의 소화활동이나 구조활동에 많은 제약을 받을 가능성이 크며, 피난로가 확보되어 있지 않은 경우가 많으며, 화재로 가설 구조물이 무너지거나 낙하되어 2차재해의 가능성이 있다.

신축공사 중인 건물의 화재예방에 대해서는 소방법규, 건축법규, 산업안전 법규 모두 구체적인 규정을 정하고 있기보다는 용접용단작업 등 개별 작업의 안전기준을 정하고 있을 뿐이다.

준공전에는 자위소방체제가 구축되어 있지 않아 화재시 적절한 대응이 어려운 시기이므로 산업안전보건법상 안전관리자의 책임을 명확히 할 필요가 있다.

소방설비설치유지 및 안전관리에관한법률에서는 일정규모이상의 소방대상물에는 소방안전관리자를 선임하도록 규정하고 있을 뿐 선임된 소방안전관리자가 상근하도록 규정하고 있지 않아 선임만 해놓고 실질적인 소방안전관리활동을 하지 않은 경우도 적지 않다. 일정규모이상뿐만 아니라 이하부분도 안전관리책임자의 책임을 명확히 하여 할 필요가 있다.

신축공사 중 화재 예방대책 등으로 화재감지 및 소화시스템 구축, 가연성 건축자재의 보관 제한, 현장안전관리의 강화, 화재예방 가이드라인 제정, 일용인부 및 외국인 노동자에 대한 안전교육실시, 사용자배상책임보험과 건설공사보험의 의무적 가입 등을 제안하였다. 신축 중인 건물의 공학적 측면에서의 안전성 확보 방안에 대해서는 추가적인 연구가 필요하다고 본다.