

건설현장 화재예방에 관한 연구

- 용접작업을 중심으로 -

목연수 · 장성록 · 이영섭* · 고성석†

부경대학교 안전공학과 · *서울산업대학교 안전공학과
(2002. 2. 7. 접수 / 2002. 5. 20. 채택)

A Study on the Fire Prevention of the Construction Sites

Yun-Soo Mok · Seong-Rok Chang · Young-Seob Lee* · Seong-Seok Go†

Department of Safety Engineering, Pukyong National University

*Department of Safety Engineering, Seoul National University of Technology

(Received February 7, 2002 / Accepted May 20, 2002)

Abstract : Current fire safety in the construction sites has developed piecemeal over a considerable period of time. However, the law and regulation of fire safety is insufficient to protect fire in the construction sites. The frequency of fire in the construction sites is very rare but it brings longterm deterioration durability of building structure and large scale industrial calamity. There are many process of works and each work deals with many kind of flammable material, so it is very difficult to find a proper safety fire prevention. This study executed the questionnaire and fire experiment of the welding work to provide effective fire prevention counterplan.

Key Words : fire prevention, construction fire, welding work, welding fire

1. 서 론

1.1. 연구의 배경과 목적

건설현장의 화재·폭발, 질식에 의한 재해는 건설공종 중 대부분 방수작업, 도장작업, 보온 및 단열작업등의 마감작업에서의 용접작업, 동절기의 난방 및 전열기구사용, 전기의 누전에 의해 발생되고 있다. 이와 같은 건설현장에서의 화재로 인한 재해는 그 빈도수는 높지 않지만 건설물의 장기적 내구성능의 저하로 연결되고, 많은 인명피해를 동반하는 대형재해로 연결되는 등 사회적으로 큰 물의를 일으킨다. 건설현장은 많은 건설근로자가 동일현장에서 동시에 각각 다양한 공정을 진행하고 있으므로 화재 발생을 일으킬 수 있는 점화원을 취급하거나, 인화물질을 사용하는 위험작업과 중복공정 등으로 화재 예방을 위한 일관된 안전관리가 어렵다. 건설현장에서의 화재예방을 위해서는 화재가 발생할 수 있는 3

가지 요소(점화원, 점화물질, 산소농도)에 대한 관리⁶⁾가 필요하다. 특히, 건설현장 점화물질에 대한 관리가 작업과 중복되어 쉽지않고 산소농도 또한 관리가 어렵기 때문에 점화원에 대한 관리가 화재예방을 위해서 매우 필요하다. 일본^{6,9,10)}에서 용접작업중의 화재가 1998년 까지 8건이 발생하여 16명의 사망과 30명의 사상자가 발생하는등 용접작업은 건설현장에서 점화원을 발생하는 대표적인 작업으로 28명의 사상자가 발생한 1998년 냉동창고 현장화재에서 화재 발생의 주요한 원인²⁾으로 나타나고 있다.

건설공사 중 발생할 수 있는 화재를 예방하기 위해서는 건설재료의 안전대책의 강화와 표준안전작업지침의 확보 및 작업관계자의 철저한 주의가 무엇보다도 선행되어야 하고 관련 안전규정의 철저한 준수가 필요하다. 그러나, 이러한 모든 과정은 건설현장의 안전관리 전 범위에 해당되어 화재예방을 위한 체제정립과 그 실효성에 의문이 있으며 또한 현재까지 건설공사 중 화재예방을 위한 관련규정 및 표준안전지침이 미약하여 건설현장에서 체계적인 화재예방 관리가 이루어지고 있지 못하고 있다.

†To whom correspondence should be addressed.
ssgo@pknu.ac.kr

따라서 본 연구에서는 건설현장의 점화원을 발생시키는 용접작업을 중심으로 건설현장에서의 화재예방을 위한 체계적이며 효율적인 관리방안을 제시하고자 한다.

1.2. 연구 방법 및 범위

건설현장의 효율적인 화재예방 관리를 위해 본 연구에서는 건설현장의 안전관리 실태와 화재등의 재해예방에 대한 설문조사와 담당자 면접조사 등을 통해 현황 및 문제점을 추출하여 건설현장의 안전수준에 대한 분석을 하고, 건설작업중 용접불꽃에 의한 착화 및 확산을 막기 위한 용접 및 용단 불꽃 착화 실험 등을 실시한다.

본 연구는 이와 같은 절차와 방법으로 수행하였다.

- ① 건설현장의 안전수준 현황 조사 및 분석
15개 현장을 대상으로 한 현장관리 및 생산을 담당하고 있는 근로자의 설문 및 면담조사
- ② 용접불꽃 착화 실험
사용재료별과 점화원을 분류하여 용접불꽃의 착화 및 확산 등에 대한 실험
- ③ 건설공사 공종별 작업 및 화재요인 분석
- ④ 국내의 산업안전보건법 관련 화재예방규정 비교 검토

2. 현장조사 및 설문조사

2.1. 현장 실태조사

건설현장의 안전수준 및 현황을 분석하기 위해 15개의 현장을 조사하였는바, 이에 따른 설문조사대상 현장의 공사규모별 분포는 Table 1과 같다.

현장 실태조사는 대상 현장을 방문하여 설문조사를 시행하였으며, 또한, 건설현장의 안전관리 총책임자(현장소장)를 대상으로 설문서에 포함하지 못한 내용을 중심으로 화재재해 발생빈도가 높은 항목에 대한 면담조사를 병행하여 실시하였다.

2.2. 현장 설문조사

건설현장의 조사는 현장 안전수준 현황 분석을 위한 설문조사를 항목별로 크게 4개(안전조직 및 의식, 안전교육, 재해예방대책, 화재발생 및 예방대책)로 분류하여 1999년 7월부터 9월까지 3개월에 걸쳐 조사·분석하였다. 현장의 설문 및 분석은 37개 항목으로 200부의 설문지를 배포하였으며 회수된 168

Table 1. According to the construction expenses, distribution of surveyed sites

공사금액(원)	조사 대상수	백분율(%)	비 고
10억원 미만	16	10.0	건축, 토목, 전기, 설비 등을 중심으로 조사
10~20억원 미만	5	3.0	
20~30억원 미만	3	1.8	
30~40억원 미만	2	1.2	
40~50억원 미만	7	4.2	
50~60억원 미만	3	1.8	
60~70억원 미만	0	0	
70~80억원 미만	0	0	
80~90억원 미만	2	1.2	
90~100억원 미만	0	0	
100억원 이상	119	70.8	
무 응 답	10	6.0	
총 계	168	100	

부(회수율 84%)를 대상으로 엑셀프로그램을 이용하여 결과를 도출하였다.

2.3. 건설 현장 안전실태분석

2.3.1. 안전조직 및 의식

설문서 문항에 의한 건설현장의 안전의식과 조직에 관한 조사결과에서 건설현장에서의 안전수준과 의식이 매우 높게 나타나 향상된 것으로 판단되며, 이에 따라 동일 여건이라면 안전을 위주로 하는 작업을 수행하겠다는 응답(92%)이 아주 높게 나타났

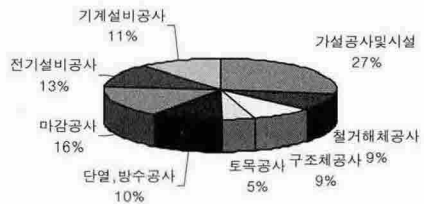


Fig. 1. Recognition of hazard

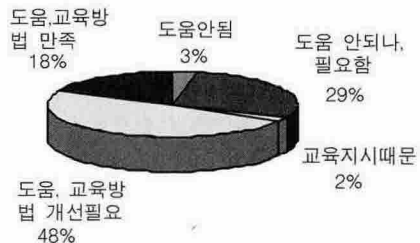


Fig. 2. Necessity of safety training

다. 또한 건설안전의 수준이 경영에 미치는 바와 같이 생산성과 품질에 미치는 영향(83%)을 높게 지적하여, 건설안전 경영의 중요성을 인식하는 것으로 나타났다. 그러나 아직까지 건설현장내의 작업과 안전조치 미확보로 인해 위험성 인식은 매우 높아(99%) 건설재해예방을 위한 많은 노력이 필요한 것으로 나타났다.

건설재해 예방을 위한 안전의식 제고에 효과적인 교육의 중요성은 모두 인식하고 있으나(66%) 그 방법 및 교육내용에서의 개선요구 또한 높게 나타났다. 이에 대해서는 안전분야에 대한 정책적 배려와 안전교육 전문가 및 교육기자재의 개발이 필요하다.

2.3.2. 화재 및 재해예방

건설현장의 작업공정에 따른 근로자 및 관리자의 위험인식의 정도에서는 가설공사 및 시설(27%)이 가장 높게 나타났으며, 마감공사(16%), 전기기계 설비공사(13%), 단열방수공사(10%) 순으로 나타났다. 이와 같이 가설공사 및 시설이 사용되는 점화물질이나 착화원이 없음에도 불구하고 화재에 대한 가장 높은 위험공정이라고 나타난 것은 가설구조물 등이 현재 곳곳에 산재되고 그 유지 및 사용에서 화재위험물질 관리가 일괄적으로 되지 못하기 때문이며, 나머지 화재 위험공정은 점화물질이나 착화원의 사용에 따른 위험성이 있기 때문이다. 또한 건설현장에서 발생하는 화재의 원인으로 예방대책과 관리감독의 소홀(40%)로 인한 인화성 재료의 방치와 작업시 불량자재를 사용(30%)하기 때문이라 하였으며 이에 따른 대책으로 안전조치에 따른 예방(36%)과 정리 정돈(39%)에 있다고 나타났다.

건설재해 예방을 위한 대책의 수립과 비상시 대처 방법등은 작업속성상 위험도가 높으므로 매우 잘 정립되어 있는 것으로 평가되었다. 그러나, 이러한 재해예방대책의 선행조건으로 시설 및 환경조

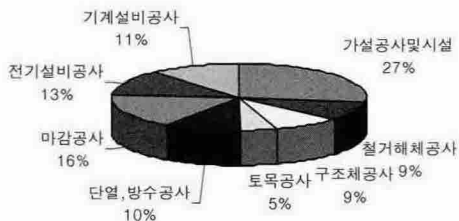


Fig. 3. hazardous type of work to a fire

건의 개선요구(41%)가 높게 나타나는 것으로 볼 때, 재해예방을 위한 안전의식 수준의 제고에 비해, 실질적인 안전을 확보할 수 있는 시설 및 조치 내용이 미흡한 것으로 판단된다. 또한, 재해예방 대책이라는 개념에서 시공 당시의 안전 철저가 시공 이전의 계획단계에 이루어지는 사전 안전성 확보가 재해예방에 효과적이라는 주장(28%)과 함께 건설안전제도 개선이 현장시공 이전의 상위개념 안전정책 수립이라는 점이 안전확보에 필요하다고 나타났다.

3. 용접불꽃 착화실험

3.1. 실험의 개요

건설현장에서 용접 작업시 발생하는 용접불꽃이 가연물질에 실제로 착화되는지의 여부를 측정하고자 본 실험에서는 다음과 같은 실험인자를 구성하여 실험을 진행하였다.

1) 실험인자 및 수준

- ① 용접작업의 종류 : 용접 · 용단 (2종류)
- ② 실험조건 : 전기용접, 가스용단
 - 가. 전기용접 : 전류 3가지 (60A, 120A, 160A)
 - 나. 가스용단(산소-아세틸렌) : 산소가스 압력 3가지(2.5 kg/cm², 5.0 kg/cm², 7.5 kg/cm²)
- ③ 용접작업에 사용되는 철판의 두께 : 철판(SS 5mm, 8mm)
- ④ 작업의 높이 : 3종류 (1.8m, 3.6m, 5.4m)

2) 사용 가연물의 종류 및 수준

- ① 고체가연물 : 4가지 종류
 - 가. 탈지면 : 약간량을 평평하게 설치한 것
 - 나. 신문지 : 전지를 1/2로 하여 5매 정도를 수평으로 설치한 것
 - 다. 발포스티렌 : 두께 약 20 mm를 수평에 설치한 것
 - 라. 합판 : 두께 약 2.9mm의 합판을 수평으로 설치한 것
- ② 액체가연물 : 5가지 종류
 - 가. 자기제 용기(약 30×30×5 cm)에 아세톤 100 ml 넣은 것
 - 나. 자기제 용기(약 30×30×5 cm)에 락카신 100 ml 넣은 것
 - 다. 자기제 용기(약 30×30×5 cm)에 휘발유

- 100 ml 넣은 것
- 라. 자기제 용기(약 30×30×5 cm)에 경유 100 ml 넣은 것
- 마. 자기제 용기(약 30×30×5 cm)에 경유 100 ml를 함침시킨 신문을 넣은 것

3.2. 실험결과

용접불꽃에 대한 기존의 연구^{2,4,6)}는 용접 불꽃의 온도와 비산거리에 대한 것과 안전망 적정방염치리 등을 위한 실험연구 등이 있었다. 그러나, 이러한 연구는 건설 현장에서 실제로 인화물과의 접촉에 의한 화재의 가능성만을 나타내었을 뿐, 실제로 점화원으로서 용접불꽃이 점화물과 접촉하여 화재로 발생하는 것을 설명하기에는 한계가 있다. 본 연구에서 용접작업의 종류 및 사용 실험인자의 수준과 인자의 조합에 따라 Table 2와 같이 총 78종류로 조합하여 실시한 착화실험 결과는 Table 2와 같다.

3.3. 실험분석

3.3.1. 용단·용접중 작업에 따른 착화

배관용 파이프나 금속의 절단작업에 사용되는 가스용단에서 산소가스의 압력으로 용융된 금속을 붙여냄으로서 절단이 행해지는 작업으로, 이때에는 처음에 낙하·비산하는 불티(이하 1차 불티라 한다)와 불티가 지면에 떨어진 후 다시 비산하는 불티(이하 2차 불티라 한다)가 착화원으로 되는 경우가 많다. 따라서 본 실험에서 실험계획에 따라 인화성 액체(액체 가연물)를 배치해 둔 상태에서는 모두가 착화하였으며, 고체 가연물인 경우에는 신문지나 탈지면에 착화가 일어났다. 전체의 실험에서 가스용단의 경우 실험변수에 따라 18건 중 14건이(77.7%), 전기에 의한 용접작업의 경우 44건의 실험에 대해 2건(4.5%)정도가 가연성물질에 의해 착화되었다. 실험장소가 사방이 개방된 지역이었음에도 불구하고, 용단불티에 의해 액체 가연물이 착화된 실험결과로 미루어 볼 때, 건설공정 중 폐쇄된 공간에서 작업(지하공간의 방수나 단열공정 등)이 용접작업등과 함께 동시에 이루어질 경우, 가연성 액체의 기화에 의해 발생하는 증기의 착화에 의한 화재·폭발 위험은 매우 높다. 이는 용접·용단시 발생하는 불티가 초기(3초 이내)에 일반적으로 600℃이상으로 유지되기 때문이다.⁶⁾ 이와 같은 온도는 비록 짧은 시간에 소멸한다고 해도 그 온도가 충분히 높아서 점화물의 종류에 따라 화재가 발생할 수 있는 착화가

충분히 이루어 질 수 있다. 그러므로, 용접작업 불티 비산에 따른 가연성물질의 관리가 건설현장의 화재예방을 위해 필요하다고 판단된다.

건설현장의 폐기물이 착화가 발생하기 쉬운 갖가지 재료들을(목재의 톱밥, 기름 등이 섞인 종이나 면 종류 등) 포함하고 있는 것을 고려하면, 이와 같은 가연성물질이 존재하는 현장내에서 착화를 일으킬 수 있는 불티를 방출할 수 있는 복합공정에서의 작업에 대한 특별한 안전관리방법의 필요성은 매우 높다.

3.3.2. 전압 및 가스압력에 따른 착화

모재에 용접봉을 연결하여 결합하는 용접작업의 경우, 전류가 60A, 120A, 160A로 높아짐에 따라, 용접불티의 양과 비산거리가 증가하였으나, 실제 착화는 이루어지지 않았다. 그러나, 용접작업의 경우, 일반적으로 사용되는 120A에서 가장 높은 작업높이인 5.4m에서 액체가연물인 아세톤과 휘발유에, 160A의 경우 1.8m에서 휘발유에 착화되는 것으로 나타났다.

이와 같이 용접작업의 종류에 따른 용접불티에 의한 착화는 본 실험변수의 조합에서 59건중 3건의 착화로 5.1%의 낮은 착화률 나타내고 있지만, 용접작업에서의 불티도 가연물의 종류 등 주변환경에 따라 실제 착화가 될 수 있다는 것을 암시하고 있다. 모재를 절단하는 용단작업의 경우, 가스압력이 2.5kg/cm²에서 5.0kg/cm², 7.5kg/cm²로 높아짐에 따라, 용단불티의 비산거리가 확대되었으며, 이에 따라 가연성물질 착화가 원거리에서도 발생하였다. 즉, 재료의 특성과 작업의 종류에 따라 압력을 크게 하였을 때, 1,2차 불티의 비산거리가 확대되었고, 이에 따라 고체 및 액체 가연물에서 착화가 발생하였다. 특히, 건설현장에서 일반적으로 용단작업에 사용하는 가스압력인 5.0kg/cm², 7.5kg/cm²로 용단작업을 하였을 때, 본 실험에서 채택한 실험인자에 관련없이 모든 가연물에 착화가 되는 것으로 나타났다.

이와 같이 실험결과로 미루어 볼 때, 용접 및 용단작업은 그 작업의 종류와 가스압력에 관계없이 모두 가연물에 충분히 착화될 수 있는 것으로 판단된다.

3.3.3. 작업높이 및 조건에 따른 착화

용접 및 용단작업의 높이가 1.8m에서 3.6m, 5.4m로 높아짐에 따라 용접·용단 불티의 비산거리가

Table 2. According to experiment factors, ignition of sparks in welding work

용접의 종류	작업 종류	가스 압력/전압	작업 높이 (m)	철판 두께 (mm)	측정 비산거리	비고		
전기 접	용	120A	1.8	5	1, 2, 3m	착화하지 않음		
			3.6	5	1, 2, 3m	착화하지 않음		
			5.4	5	1, 2, 3m	착화하지 않음		
		120A	1.8	5	1, 2, 3m	착화하지 않음		
			3.6	5	1, 2, 3m	착화하지 않음		
			5.4	5	1, 2, 3m	착화하지 않음		
	120A	1.8	5	1, 2, 3m	착화하지 않음			
		3.6	5	1, 2, 3m	착화하지 않음			
		5.4	5	①, 2, 3m	휘발유, 아세톤 착화			
	가용스 단	용	2.5kg/cnt	1.8	5	①, 2, 3m	신너, 신문 착화	
				3.6	5	①, 2, 3m	휘발유, 아세톤, 스티로폼	
				5.4	5	①, ②, 3m	① 탈지면, 휘발유 ② 신너 착화	
5.0kg/cnt			1.8	5	1, 2, 3m	착화하지 않음		
			3.6	5	①, 2, 3m	아세톤 착화		
			5.4	5	①, ②, 3m	① 휘발유 ② 신너, 탈지면, 휘발유		
7.5kg/cnt		1.8	5	1, 2, 3m	착화하지 않음			
		3.6	5	①, 2, 3m	휘발유, 탈지면 착화			
		5.4	5	①, ②, 3m	① 아세톤 ② 휘발유 착화			
전기 접		용	60A	1.8	8	1, 2, 3m	착화하지 않음	
				3.6	8	1, 2, 3m	착화하지 않음	
				5.4	8	1, 2, 3m	착화하지 않음	
	120A		1.8	8	1, 2, 3m	착화하지 않음		
			3.6	8	1, 2, 3m	착화하지 않음		
			5.4	8	1, 2, 3m	착화하지 않음		
	160A		1.8	8	1, 2, 3m	착화하지 않음		
			1.8	8(30)	①, 2, 3m	휘발유 착화		
			1.8	8(60)	1, 2, 3m	착화하지 않음		
			3.6	8	1, 2, 3m	착화하지 않음		
			3.6	8(30)	1, 2, 3m	착화하지 않음		
			3.6	8(60)	1, 2, 3m	착화하지 않음		
	용 접	60A	1.8	5	1, 2, 3m	착화하지 않음		
			3.6	5	1, 2, 3m	착화하지 않음		
			5.4	5	1, 2, 3m	착화하지 않음		
		120A	1.8	5	1, 2, 3m	착화하지 않음		
			3.6	5	1, 2, 3m	착화하지 않음		
			5.4	5	1, 2, 3m	착화하지 않음		
		160A	1.8	5	1, 2, 3m	착화하지 않음		
			3.6	5	1, 2, 3m	착화하지 않음		
			5.4	5	1, 2, 3m	착화하지 않음		
		전기 접	용	120A	1.8	8	1, 2, 3m	착화하지 않음
					3.6	8	1, 2, 3m	착화하지 않음
					5.4	8	1, 2, 3m	착화하지 않음
120A	1.8			8	1, 2, 3m	착화하지 않음		
	3.6			8	1, 2, 3m	착화하지 않음		
	5.4			8	1, 2, 3m	착화하지 않음		
120A	1.8		8	1, 2, 3m	착화하지 않음			
	3.6		8	1, 2, 3m	착화하지 않음			
	5.4		8	①, 2, 3m	아세톤착화			

용접의 종류	작업 종류	가스 압력/전압	작업 높이 (m)	철판 두께 (mm)	측정 비산거리	비고	
가용스 단	용	2.5kg/cnt	1.8	8	1, 2, 3m	착화하지 않음	
			3.6	8	①, 2, 3m	신너, 경유 착화	
			5.4	8	1, 2, 3m	착화하지 않음	
		5.0kg/cnt	1.8	8	①, 2, 3m	휘발유, 신너, 스티로폼 착화	
			3.6	8	①, ②, 3m	② 신너, ③ 아세톤, 솜 착화	
			5.4	8	①, 2, 3m	신너, 휘발유, 경유(신문), 탈지면 착화	
	7.5kg/cnt	1.8	8	①, 2, 3m	신너착화		
		3.6	8	①, 2, 3m	탈지면 착화		
		5.4	8	①, ②, 3m	① 탈지면, 신너 ② 탈지면, 아세톤착화		
	전기 접	용	60A	1.8	8	1, 2, 3m	착화하지 않음
				3.6	8	1, 2, 3m	착화하지 않음
				5.4	8	1, 2, 3m	착화하지 않음
120A			1.8	8	1, 2, 3m	착화하지 않음	
			3.6	8	1, 2, 3m	착화하지 않음	
			5.4	8	1, 2, 3m	착화하지 않음	
160A			1.8	8	1, 2, 3m	착화하지 않음	
			3.6	8	1, 2, 3m	착화하지 않음	
			5.4	8	1, 2, 3m	착화하지 않음	
			1.8	5	1, 2, 3m	착화하지 않음	
			3.6	5	1, 2, 3m	착화하지 않음	
			5.4	5	1, 2, 3m	착화하지 않음	
용		60A	1.8	5	1, 2, 3m	착화하지 않음	
			3.6	5	1, 2, 3m	착화하지 않음	
			5.4	5	1, 2, 3m	착화하지 않음	
		120A	1.8	5	1, 2, 3m	착화하지 않음	
			3.6	5	1, 2, 3m	착화하지 않음	
			5.4	5	1, 2, 3m	착화하지 않음	
		160A	1.8	5	1, 2, 3m	착화하지 않음	
			3.6	5	1, 2, 3m	착화하지 않음	
			5.4	5	1, 2, 3m	착화하지 않음	

○ : 착화거리

증대하였다. 이와 같은 비산거리의 증대는 1,2차 불티 모두에서 동일하게 증가하였다. 이와같은 결과에서 용접·용단작업에서의 불티가 착화원이 될 수 있으므로, 용접·용단작업의 높이가 증가함에 따라 화재예방 및 안전관리측면에서 인화물질의 관리 및 이에 따른 이격거리도 증대되어야 한다.

본 실험에서의 작업시간은 용접·용단작업시 1, 2차 용접불티가 가연물질에 착화되는지의 여부에 관심을 두고 실험을 진행하였는바, 실제로 용접작업시 전압을 고정하고 작업시간을 30초에서 1분으로 증가하였을 때, 비산되는 용접불티의 양이 매우 증가되었다. 또한, 높이 1.8m에서는 지름 1m내외에서 60~70%의 용접불티의 1차 비산이 발생되었으나, 가장 높은 위치인 5.4m에서는 지름 3m까지 70~80%의 용접불티 1차 비산이 이루어졌다. 기존의 연구^{6,9,10)}에서는 2.2m의 높이에서 용접작업시 2차비산이 10.5m까지 이루어진 사실로 판단할 때, 용접높이가 높아짐에 따라 그 비산거리도 이에 비례해 매우

넓게 분포될 수 있다.

이와 같은 사실과 실제 건설현장에서는 본 실험 조건의 작업시간보다 더 많은 작업시간이 소요된다는 것을 감안하면, 용접 및 용단작업에 의한 착화는 충분히 발생할 수 있을 것으로 판단된다. 그러므로, 복합공정일 경우에 점화원과 가연물의 이격관리대책이 작업전에 충분히 이루어져야 한다.

4. 건설현장 화재예방 방안

4.1. 화기사용 사전 안전작업 절차

건설현장의 각 작업공정에서 용접·용단 등의 화기 작업과 함께 화재시 가연물질이 될수 있는 방수, 난방공사 등이 동시에 이루어진다. 또, 이와 같은 공사는 건설공사 특성상 상호 연관되어 안전관리 등에 대한 조치가 충분히 이루어지지 못한 상태에서 공사가 진행된다.

이에 따라 화재발생에 필요한 착화원과 점화물질의 연결로 현장에서의 화재가 발생된다. 이러한 화재의 발생 위험성에 대해서는 3장의 실험을 통해 검증하였다. 그러므로 이러한 복합 및 동시공정에서의 화재예방을 위해서는 Fig. 4와 같은 화기작업 사전안전허가과정이 필요하다.

Fig. 4에서 보는 바와 같이 화재예방을 위한 점화

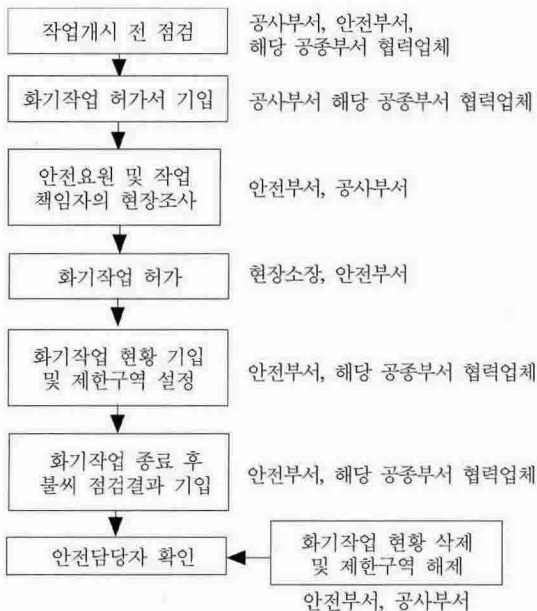


Fig. 4. Prior permission process to work with fire equipment

원의 관리측면에서 작업개시전에 화기작업을 위한허가서를 기입하고 작업에 따른 위해, 위험요인이 되는 동시작업의 여부 및 이에 따른 화재발생상의 문제점을 검토하고 이를 위한 예방 대책을 세울 경우 복합작업에 의한 화재발생은 예방될 수 있을 것으로 판단된다. 이러한 화기작업의 허가절차는 점화원을 위주로 하여 해당되는 공사 각부서와 안전부서와의 협조로 보다 효율적인 화재예방이 이루어질 수 있다.

4.2. 복합공정에서의 안전확보

건설현장의 각 작업공정에서 용접·용단 등의 화기사용작업시 발생하는 화재의 발생은 제3장의 실험에서 보는 바와 같이 어떤 작업이고 어떤 점화물질이냐에 따라 약간의 차이점은 있지만 매 경우가 화재가 발생할 수가 있다고 나타났다. 그러므로 우선적으로 가스 및 전기를 사용하는 용접·용단작업, 불티가 발생하는 연마 또는 절단작업, 기타 불꽃을 사용하거나 발생시키는 작업등 착화원이 될 수 있는 작업을 위주로 특별한 화기 관리가 필요하다. 즉, 동일공간내에 건설공정이 동시에 이루어지고 있으며, 이와 같은 복합공정이 안전관리자가 화재가 발생할 수 있다고 판단되는 경우에는 그 구역을 특별 안전구역으로 구획하여 기본적으로는 화기사용에 따른 사전안전절차에 의한 작업을 하도록 하며 또한 작업시작일, 종료일, 책임자 등의 공사전반에 관한 사항을 명기하여 관리한다. 이와 함께 물질의 정리정돈과 함께 불꽃발생에 따른 충분한 이격거리를 확보하고 소화 및 재해예방을 위한 대책이 구비되어야 한다.

이와 같은 관점에서 건설 각 작업의 화재위험요인의 추출과 작업전 점검 및 예방조치의 예를 Table 3에 제시하였다.

5. 결론

건설생산 특성상 동시 및 복합공정이 이루어지고 있는 건설현장의 효율적인 화재예방을 위해 현장의 안전관리에 대한 설문조사와 용접작업을 중심으로 한 실험적 연구를 병행하여 다음과 같은 결론을 제시하고자 한다.

1) 건설현장의 화재발생 위험은 예방대책과 관리감독의 소홀 및 인성성 재료방치와 불량자재에 의해 가설공사, 마감공사, 전기공사, 기계설비 및 단열방수공사 순으로 이에 따른 재해예방대책은 정리정

Table 3. Fire factor of temporary work (example)

분류	화재위험요인
가설속소	· 전열기 등 난방보조기구, 비규격 전기제품, 사용자 부주의 등
가설창고	· 산소탱크보관소, 유류보관소 등
가설사무실	· 가전제품 취급시 주의, 감전, 전기제품 사용
가설식당	· LPG, 석유, 부탄가스
가설공사 (가설제 시공, 해체시)	· 화재위험 자재 사용할 때 취급부주의 등 · 산소절단기, 용접불꽃 비산
가설 자재보관	· 가설용 자재(단열재, 자재, 인화성자재-신나, 페인트, 휘발유 등) 보관시 담배꽂조나 인화성 물질로 인한 화재발생
공구사용	· 용접기 사용시 아스 등 주의

작업전 점검사항

- 난방기구 사용시 관리책임자 지정
- 규격, 전선 등 사용(KS 제품)
- 산소탱크, 유류 등은 화재요인과 격리시켜 보관하고 보관장소는 통풍 및 환기가 잘될 것.
- 취급설명서 및 주의사항 준수
- 산소절단, 용접시 불꽃 차단시설 설치

가설속소	· 전열기 등 난방보조기구→고정식 전열기구 사용(용도시 작동점멸장치 내장) 및 과열방지장치 내장용 · 비규격 전기제품 사용→규격품 사용(KS) · 사용자 부주의→사용방법 사전주지 및 관리책임자 정, 부 임명 · 현장속소 일일점검 실시(숙소내 전기배선, 누전차단기, 인화물) · 야간경비 순찰 철저 · 휴대용 버너등 화재유발기구 숙소내부 반입 금지 · 숙소내 방화사, 또는 소화기 설치 · 평소 주기적 전기 안전교육 실시→비상시 훈련 실시
가설창고	· 산소탱크 보관소 및 유류 보관소→관계자의 출입금지, 시건장치 철저, 세워서 보관, 소화기비치
가설 사무실	· 소화기 비치, 가전제품은 KS제품 사용, 누전차 단기 설치, 화재경보기 설치, 이중절연 전기제품 사용, 이동식 난방기구 사용금지
가설식당	· LPG, 석유, 부탄가스 등의 가스누출여부 수시확 인, 소화기 비치, 가스취급 담당자 지정, 가스용기 보관장소 설치(통풍이 양호한 장소), 고정식 난방기구 사용
가설공사	· 산소절단기 사용할 때 용기관리 철저 · 절단작업시 불꽃비산 방지 · 가설용 자재 보관창고 등에 인화성 물질 취급시 요령숙지 · 가설전선 누전방지 및 피복상태 점검 (정격용량 전선사용→과열방지)

돈과 안전조치로 나타났다.

2) 건설과정 중 폐쇄공간에서 가연물과 함께 용접작업이 동시에 이루어질 경우, 화재위험이 매우 높고, 특히 용단작업의 경우 매우 높은 착화(77%)가 발생되어 가연성물질과 함께 착화를 발생시킬 수 있는 점화원에 대한 관리가 화재예방 측면에서 매우 필요하다.

3) 용접 및 용단작업과 함께 가연물이 있을 경우, 작업의 종류와 가스압력에 관계없이 착화될 수 있으며 용접볼티 비산도 3mm 이상에서 70~80%가 이루어지므로 이를 방지하기 위해서는 가연물의 충분한 이격거리가 필요하다.

4) 복합 및 동시공정에서 화재예방을 위해 작업개시 및 작업중에 화재작업 사전허가가 필요하며, 본 연구에서 이에 따른 특별 화재예방 절차를 제시하였다.

5) 건설공정별로 작업에 따라 화재 위험요인을 추출하여 작업전 점검과 예방조치가 이루어져야 한다.

참고문헌

- 1) 한국산업안전공단 “중대재해 사례 분석집,” 1992~1997.
- 2) 한국산업안전공단 “건설현장의 화재·폭발, 질식 재해예방을 위한 안전작업지침,” 1998.
- 3) 한국산업안전공단 “유해·위험물질 취급 작업시 안전대책,” 1997.
- 4) 한국화재보험협회 부설 방재시험 연구소 “안전망 화재확산방지를 위한 적정 방염 처리방안 연구,” 1998.
- 5) 제일제당(주) “안전보건관리 규칙집,” 1997.
- 6) 中央勞動災害防止協會 “가스溶接作業主任者텍스트” pp. 95~106, 1985.
- 7) U.K Health Safety Executive “Work Place Fire Safety”
- 8) 부경대학교 산업과학기술연구소 “조선업 협력업체의 공동재해 예방 활동 모델 개발에 관한 연구,” 1997.
- 9) 渡初弘吉, 溶接火花의 飛散 圍と가스着火, 安全工學. Vol. 5, No. 2, pp. 113, 1966
- 10) 板擔晴彦, 産業安全研究所, 爆發火災デ-タバ-スに基づく 爆發火災災害の 現状と要因分析, 安全工學, Vol. 37, No.3, pp. 178~184, 1988.
- 11) Loss Prevention Council, Serious fires caused by hot work 1992~1996, Fire Prevention, No. 309, pp. 45~46, 1998.