

화재조사-1

# 화재조사 보고서

※ 화재 발생 후 KFPA에서 화재조사 실사 후 작성한 보고서를 기반으로 화재 위험성을 환기시키고 안전관리에 필요한 대책 등을 소개하는 코너입니다.

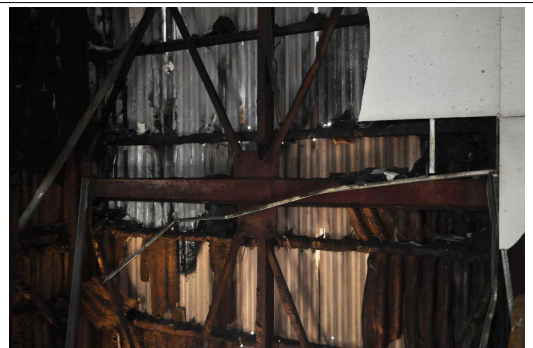
## ■ 현장개요

### (1) 건물현황

- 대지면적 : 227,923㎡
- 연면적 합계 : 88,609.94㎡
- 제당공장(발화장소) 연면적 : 12,583.39㎡
- 용도
  - 3개의 개별 생산 공정설비(설탕제조, 이온교환수지, 사료공장)가 설치되어 있는 공장으로서, 7개의 생산동과 창고동, 사무동 및 부속동 등으로 구성됨.
  - 제당공장(발화장소)은 설탕제조 및 제조한 설탕을 저장하는 장소로서, 설탕제조설비 및 사이로(Silo) 4기(1,000톤×4기)가 설치되어 있음.
- 구조(제당공장)
  - 사무실(1~2층 일부)은 철근콘크리트 슬라브 구조로 설치되어 있고, 제당공장 및 사이로는 철골조 칼라피복철판 구조로 설치되어 있으며, 사이로 주위는 우레탄폼 단열재와 석고보드가 설치되어 있음(사진1~2 참조).
- 발화장소 : 제당공장 사이로(Silo) ①호기



[사진1] 화재현장의 외부, 전면의 상황



[사진2] 화재현장 내부, 사이로 ①호기 상부 구조물의 연소상황

(2) 소방시설현황

: 화재발생 장소인 제당공장은 소화기, 옥내소화전설비, 자동화재탐지설비 등이 설치됨.

■ 현장개요

(1) 발화 당시 상황

2011년 6월 28일(화) 오전 11시경 사업장내 설비보전 업무를 담당하는 외주업체 직원은 설당 저장 사이로 5층 재용당 배관 투입구의 막힘 현상을 해결하기 위하여 재용당 배관 투입구에 철재 스크린을 전기용접 하였으며, 용접작업 중 재용당 배관 내측에서 ‘펑’ 하는 폭발음을 시작으로 연쇄적으로 폭발이 수차례 발생하였음(사진3~6 참조).



[사진3] 제당공장 5층 재용당 작업장의 상황



[사진4] 사진3호의 □표지부분, 재용당 배관 투입구의 상황(○표지부분은 용접한 부분)



[사진5] 용접작업 시 사용한 용접기반 외함의 상황(사이로 ①호기 5층 재용당 작업장 내에 설치)



[사진6] 용접기반 내부 차단기 및 콘센트의 상황

(2) 연소확대, 연기유동 등 화재진행상황

재용당 배관 투입구에 철재 스크린 용접작업 중 발생한 용접불티가 재용당 배관 내부에 부유하고 있는 설탕 분진을 착화시켰으며, 착화된 설탕 분진의 폭발화염에 의해 사이로 1기, 집진기 등으로 확산되어 연쇄적으로 폭발이 발생하였음.

동 폭발로 인하여 사이로 ①호기 및 집진기가 파손되었으며, 엘리베이터 및 사이로 상부 구조물 등이 연소피해를 입었음(사진7~8 참조).



(3) 진화작업 및 피난상황

제당공장 내부에는 1층 제당작업장 내에 근무자가 있었으며, 사이로 5층 용접작업자 외에 상부에 근무자는 없었음. 용접작업자는 폭발과 동시에 5층 외부로 피난을 하였으며, 피난 도중 경미한 찰과상을 입은 상태임.

(4) 피해 상황

- 피 해 액 : 50,417(천원)
- 인명피해 : 1명(찰과상)
- 소실면적 : 제당작업장 5층 내부 200㎡

## ■ 분석내용

### (1) 시설관리현황

#### (가) 자동화재탐지설비

- 화재현장 : 발화장소인 제당공장은 자동화재탐지설비가 설치되어 있으며, 폭발 당시 감지기가 정상 작동하여 경비실에서 초기에 화재를 감지하여 신속히 화재를 진압할 수 있었음.

#### (나) 방화구획

- 화재현장 : 제당공장의 3층 이상층은 제용당 배관, 사이로, 엘리베이터 및 미 구획된 계단 등이 설치된 창고 개념의 장소로서, 각 층은 층별 및 면적별 방화구획이 되지 않은 상태였음.

단, 1,2층 작업장을 제외하고 3층 이상 층은 창고 개념의 장소이며, 사람이 상주하지 않는 장소로서, 화재 또는 폭발 시 인명피해의 가능성은 적은 현장임.

### (2) 방재계획, 방화관리상태, 인적오류 등 관리적 측면의 분석

- 동 화재현장의 설비 보전업무를 관리하는 직원이 있으나, 보전관련 공사 작업은 대부분 외주업체 직원이 수행하고 있었음. 하지만, 외주업체 직원은 설비 및 물질의 성질 등에 대해 체계적인 교육을 받지 못하는 것이 일반적이며, 대체적으로 공장 내의 설비 등에 대해 이해도가 낮음.

동 분진폭발의 경우에도 작업자는 설탕 분진이 부유하고 있는 장소(사이로 내부, 제용당 배관 내부, 집진기 내부 등)는 작은 점화원에 의해 분진폭발이 발생할 수 있다는 개념을 이해하지 못한 채 용접작업을 수행하였으며, 외주업체 직원에 대한 체계적인 교육 부족 및 관리감독 미흡 등 전형적인 인적오류 문제에서 발생된 폭발사고임.

## ■ 대책 및 결론

- (1) 사내직원을 포함하여 외주업체 직원을 대상으로 체계적인 화재예방교육 및 훈련을 실시할 필요가 있음.
  - 외주업체 직원은 화재예방 및 안전수칙 등에 대한 체계적인 교육을 받

지 못하는 경우가 일반적임. 또한, 작업장 내에 설치된 설비 및 사용하는 물질 등에 대해 일반적으로 이해도가 낮은 상태임.

따라서 작업장내 외주업체 직원을 고용 시 화재의 위험성을 충분히 인식시키고, 화재예방 및 안전수칙 등에 대해 체계적인 교육을 시켜야 하며, 화재발생의 가상시나리오를 작성하여 주기적인 피난 및 대처훈련을 할 필요가 있음.

(2) 용접작업 시 안전수칙 준수 및 관리감독을 철저히 할 필요가 있음.

- 용접에 의한 불티는 수평거리 약 11m 까지 비산하여 가연물을 착화시켜 화재를 유발시킬 수 있음. 또한, 용접 등에 의한 불티는 배관 등을 통해 상당 거리 이동한 후 점화원으로 작용할 수 있음.

따라서, 용접 및 절단작업 시 상시 관리자의 감독 하에 실시하여야 하며, 작업장 주위의 가연물은 충분히 이격시키거나 차단시킨 후 작업을 실시해야함. 또한, 설탕 등 분진폭발의 위험이 있는 물질을 취급하는 작업장의 경우 설비를 정지(분진의 부유가 적은 상태)시키고, 용접불티의 비산을 완전히 차단한 상태에서 작업을 수행할 필요가 있음.



## 신착자료 목록 (2012. 11월)

등록번호	주제명	언어	잡지명	출판월
JJ045066	IFRS도입에 따른 손해보험협계의 비상위험준비금 적립률 변동	한글	손해보험	201210
JJ045067	기망행위로 인한 과다보험금 수령과 사기죄의 성립 범위	한글	손해보험	201210
JJ045068	복합화력발전기 모선 지락 고장 사례 고찰	한글	전기안전기술	201210
JJ045069	우리의 고마운 친구, 콘센트와 플러그	한글	전기안전기술	201210
JJ045070	태양복사모델을 이용한 태양전지판의 최적경사각에 대한 연구	한글	전기안전기술	201210
JJ045071	태양광 발전시스템의 MPPT 알고리즘 분석	한글	전기안전기술	201210
JJ045072	"정전기와 통하였느냐?"	한글	전기안전기술	201210
JJ045073	Special Report GAS1~4	한글	안전보건	201211
JJ045074	산업현장의 불청객_정전기	한글	안전보건	201211
JJ045075	등가길이에 대한 비교 연구	한글	한국화재소방학회논문지	201210
JJ045076	소방용 공기호흡기 착용에 따른 신체반응	한글	한국화재소방학회논문지	201210
JJ045077	돌발화염으로 인한 화상예측에 관한 수치해석적 연구	한글	한국화재소방학회논문지	201210
JJ045078	그라스울 샌드위치패널의 화재 안전 성능에 대한 실험적 연구	한글	한국화재소방학회논문지	201210
JJ045079	소방공무원 직무스트레스의 영향요인 분석	한글	한국화재소방학회논문지	201210
JJ045080	WSR에서 매연 생성에 관한 CO 첨가 효과	한글	한국화재소방학회논문지	201210
JJ045081	LCD 제조공정 클린룸의 화재시 CFD를 이용한 제연성능 개선대책에 관한 연구	한글	한국화재소방학회논문지	201210
JJ045082	노말부탄올과 2차부탄올 계의 최소자연발화온도의 측정 및 예측	한글	한국화재소방학회논문지	201210
JJ045083	소방 1급응급구조사의 병원임상수련 술기 실태 조사	한글	한국화재소방학회논문지	201210
JJ045084	화장실 이용 피난공간의 방연시스템 제안 및 실규모 실험	한글	한국화재소방학회논문지	201210
JJ045085	FDS를 이용한 대규모 건축물 화재 시뮬레이션의 격자크기 선정	한글	한국화재소방학회논문지	201210
JJ045086	압축공기포 소화설비의 소화성능 평가에 관한 연구	한글	한국화재소방학회논문지	201210
JJ045087	옥외 광고물 소재의 연소특성 평가	한글	한국화재소방학회논문지	201210
JJ045088	소방차 펌프의 방수성능 기준 재정립을 위한 실증적 연구	한글	한국화재소방학회논문지	201210
JJ045089	초고층건물 샤프트의 수직구획이 연돌효과 및 급기가압 성능에 미치는 영향	한글	한국화재소방학회논문지	201210
JJ045090	부속실 급기가압 시 압력특성 변화에 관한 연구	한글	한국화재소방학회논문지	201210
JJ045091	스프링클러 분무가 화재유동특성에 미치는 영향에 관한 수치해석 연구	한글	한국화재소방학회논문지	201210
JJ045092	막음조치 미비로 인한 LP가스 누출.폭발사고	한글	가스안전	201211
JJ045093	미국 휴스턴 Goodyear사 열교환기 파열 및 암모니아 누출사고	한글	가스안전	201211
JJ045094	대심도 지하역사에서의 화재시 연기거동과 연령대별 피난에 대한 수치해석 연구	한글	KFI세상	201210
JJ045095	무선시스템 도입을 위한 소방용 주파수 선정에 관한 연구	한글	KFI세상	201210
JJ045096	고전압 GaN-on-Si 전력 반도체 소자의 전개	한글	전기정보	201211

인가 열화 현상				
JJ045097	100k급 커패시터 뱅크의 동작특성	한글	전기정보	201211
JJ045098	지하공간의 화재예방	한글	안전기술	201211
JJ045099	지하철 차량 선로 정차 시 피난 행동에 관한 실험	한글	한국화재소방학회논문지	201206
JJ045100	산불로부터 목조문화재 보호를 위한 수막노즐의 성능에 관한 연구	한글	한국화재소방학회논문지	201206
JJ045101	병원 전 뇌졸중 환자의 구급의료 실태 분석	한글	한국화재소방학회논문지	201206
JJ045102	반밀폐된 ISO 9705 화재실에서 비정상 화재특성 예측을 위한 FDS의 성능평가	한글	한국화재소방학회논문지	201206
JJ045103	소방전원보존형 발전기(RFP)의 작동 방법에 관한 연구	한글	한국화재소방학회논문지	201206
JJ045104	일반화염에 의해 소손된 정수기의 연소 확산 패턴 및 화재위험성 평가	한글	한국화재소방학회논문지	201206
JJ045105	소사체의 혈중 헤모글로빈-일산화탄소 농도에 따른 연소형태 연구	한글	한국화재소방학회논문지	201206
JJ045106	고령화 사회에서의 소방인력 활용 및 서비스 개선방안	한글	한국화재소방학회논문지	201206
JJ045107	용접절단 작업시 화재위험성에 관한 실험적 연구	한글	한국화재소방학회논문지	201206
JJ045108	옥내소화전설비의 방수압 측정 개선에 관한 연구	한글	한국화재소방학회논문지	201206
JJ045109	화점높이 변화에 따른 메탄올의 소규모 Pool 및 Whirl Fire의 연소특성	한글	한국화재소방학회논문지	201206
JJ045110	스프링클러헤드 감열부의 열적 특성에 관한 연구	한글	한국화재소방학회논문지	201206
JJ045111	n-Decane과 sec-Butanol 혼합물의 자연발화온도의 예측	한글	한국화재소방학회논문지	201206
JJ045112	노후 분말소화기의 폭발사고 원인과 예방대책에 관한 분석	한글	한국화재소방학회논문지	201206
JJ045113	등가정적해석법에 의한 수계 파이프 시스템의 내진설계	한글	한국화재소방학회논문지	201206
JJ045114	콘칼로리미터에 의한 외단열시스템의 방염 화재성능평가를 위한 연구	한글	한국화재소방학회논문지	201206
JJ045115	공간용도별 위험등급기반의 스프링클러헤드 성능 설계기법의 국제적용 연구	한글	한국화재소방학회논문지	201204
JJ045116	극초단파 조사에 따른 폴더형 휴대전화 손상 형태 분석	한글	한국화재소방학회논문지	201204
JJ045117	소방의 재난대응체계 개선방안에 관한 연구 - 춘천시 신북읍 산사태 대응사례를 중심으로	한글	한국화재소방학회논문지	201204
JJ045118	창의성 요인에 대한 통계적 실증연구 : 서울특별시 소방서를 대상으로	한글	한국화재소방학회논문지	201204
JJ045119	원자력발전소 모터제어반 스위치기어설 화재모델링	한글	한국화재소방학회논문지	201204
JJ045120	가연성 물질에 따른 워터커팅 시스템의 열 및 연기유동 제어특성에 관한 연구	한글	한국화재소방학회논문지	201204
JJ045121	건축물 화재 시 피난개시과정의 주요 특성 및 요소에 관한 연구 - 일본 등 해외 화재사례를 중심으로	한글	한국화재소방학회논문지	201204
JJ045122	화재용 열화상 카메라의 영상포화특성 평가	한글	한국화재소방학회논문지	201204
JJ045123	반밀폐된 구획에서 발열량 변화에 따른 비정상 화재특성	한글	한국화재소방학회논문지	201204
JJ045124	노말노난올의 연소특성치 측정에 의한 위험성 평가	한글	한국화재소방학회논문지	201204
JJ045125	개구부를 통한 동시다발적인 화재성상에 관한 연구	한글	한국화재소방학회논문지	201204
JJ045126	헬기에 의한 산불공중진화 효과 및 안전성 인식 연구	한글	한국화재소방학회논문지	201204
JJ045127	난연소재와 일반소재 알루미늄복합패널의	한글	한국화재소방학회논문지	201204

	연소특성 비교에 관한 실험적 연구			
JJ045128	유아 화재사고 예방을 위한 화재안전 교육프로그램 개발 방향 탐색	한글	한국화재소방학회논문지	201204
JJ045129	선박 거주구역의 방호를 위한 폐쇄형 미분무 노즐의 화재진압성능평가 연구	한글	한국화재소방학회논문지	201202
JJ045130	원자력발전소 케이블 노출 화재 시 기능상실온도 분석	한글	한국화재소방학회논문지	201202
JJ045131	룸코너 시험기의 발열량 측정에 대한 불확도 산정	한글	한국화재소방학회논문지	201202
JJ045132	비대칭 H형강 합성보의 단면형상변화에 따른 온도특성 및 화재거동에 관한 실험적 연구	한글	한국화재소방학회논문지	201202
JJ045133	주거용 건축물의 화염전파 현상에 대한 수치해석적 검토	한글	한국화재소방학회논문지	201202
JJ045134	국가산업단지의 석유화학 안전관리 방안에 관한 연구	한글	한국화재소방학회논문지	201202
JJ045135	엘리베이터 승강로의 유량계수 산정에 관한 실험연구	한글	한국화재소방학회논문지	201202
JJ045136	영동지역 활엽수림에서의 강우 후 지표연료의 습도변화 분석	한글	한국화재소방학회논문지	201202
JJ045137	3상 전동기 결상에 의한 전기화재 보호를 위한 장치 개발 연구	한글	한국화재소방학회논문지	201202
JJ045138	성능위주설계 시행의 개선방안	한글	한국화재소방학회논문지	201202
JJ045139	신뢰성 개선을 위한 저전력 열연 복합식 단독경보형 감지기 개발	한글	한국화재소방학회논문지	201202
JJ045140	철골 철근콘크리트 보 및 철골철망 모르타르보의 전열특성 및 화재거동에 관한 실험적 연구	한글	한국화재소방학회논문지	201202
JJ045141	목분-고밀도폴리에틸렌 복합체의 연소성 및 열적특성	한글	한국화재소방학회논문지	201202
JJ045142	네트워크 GR형 수신기와 컨트롤데스크를 이용한 통합방재관리시스템에 대한 연구	한글	한국화재소방학회논문지	201202
JJ045143	외벽방호 스프링클러시스템 구성에 관한 연구	한글	한국화재소방학회논문지	201202
JJ045144	외장재 연소확대방지용 헤드 개발에 관한 연구	한글	한국화재소방학회논문지	201202
JJ045145	Numerical investigation of fires in small rail car compartments	영어	Journal of Fire Protection Engineering	201211
JJ045146	Effect of earthquake-induced damage to spray-applied fire-resistive insulation on the response of st	영어	Journal of Fire Protection Engineering	201211
JJ045147	An analysis of occupant evacuation time during a hotel fire using evacuation tests	영어	Journal of Fire Protection Engineering	201211
JJ045148	Batteries Under Fire	영어	FIRE ARSON & INVESTIGATOR	201210
JJ045149	Potential for Contamination of Fire Debris Evidence Containers	영어	FIRE ARSON & INVESTIGATOR	201210
JJ045150	At the coal face	영어	FIRE RISK MANAGEMENT	201211
JJ045151	Solutions driven	영어	FIRE RISK MANAGEMENT	201211
JJ045152	Fuelling the debate	영어	FIRE RISK MANAGEMENT	201211
JJ045153	Site support	영어	FIRE RISK MANAGEMENT	201211
JJ045154	화력발전 효율향상 및 안정운전을 위한 제어시스템 튜닝기술 개발 현황	한글	전기저널	201207
JJ045155	초고압 전력기기 설계를 위한 전산해석기술	한글	전기안전기술	201206
JJ045156	배전선로 낙뢰해석 기술	한글	전기안전기술	201206
JJ045157	사례로 본 전기작업 재해와 그 대책	한글	전기안전기술	201206
JJ045158	정밀안전진단 표준모델개발	한글	전기안전기술	201206



## 판매도서 안내

할인을 안내	협회발간도서	번역발간도서
특별회원 (연회비15만원)	40%	20%
일반회원 (연회비 6만원)	20%	10%

(단위 : 원)

도 서 명	출판년도	보급가	일반회원	특별회원
화재안전점검 매뉴얼 제8판	2011	25,000	22,500	20,000
NFPA 자동식 스프링클러설비 핸드북 (2010판)	2011	200,000	180,000	160,000
NFPA921 화재·폭발 조사 가이드	2009	50,000	45,000	40,000
방재기술자료집II	1998	20,000	16,000	12,000
NFPA 가스계소화설비 기준	2008	20,000	18,000	16,000
NFPA 물분무·미분무수설비 기준	2008	16,000	14,400	12,800
NFPA 제연·공조설비 기준	2008	25,000	22,500	20,000
NFPA5000 건축물 구조 및 안전코드	2007	100,000	90,000	80,000
SFPE 방화공학 핸드북 제3판	2005	200,000	180,000	160,000
화재사례 10집	2003	10,000	8,000	6,000

✧ 인터넷 구입

홈페이지 [www.kfpa.or.kr](http://www.kfpa.or.kr)  
「도서안내」코너에서 주문

✧ 전화 문의

고객서비스팀 TEL 02-3780-0313  
FAX 02-3780-0329

✧ 입금 계좌 안내

외 환 은 행 061-13-40679-6  
신 한 은 행 100-010-588138

농협중앙회 083-01-254221  
국민은행 099-01-0265-494

〈예금주 : 한국화재보험협회〉