

샌드위치패널 창고 소방대원 현장활동 대응력 제고 방안

A Study on the Improvement of Field Activity for Firemen in Sandwich Panel Warehouse

안병국¹ · 김운형^{2*} · 양소진³ · 함은구⁴Byung-Kug An¹, Woon-Hyung Kim^{2*}, So-Jin Yang³, En-Gu Ham⁴¹CEO, Ankug E&C, Seoul, Republic of Korea²Professor, Department of Fire safety Management, Kyungmin University, Uijeongbu, Republic of Korea³Graduate student, Department of Safety Engineering, Seoultech graduate school, Seoul, Republic of Korea⁴Professor, Department Fire Protection & Safety Engineering, Open Cyber University of Korea, Seoul, Republic of Korea

*Corresponding author: Woon-Hyung Kim, nfpa101@hanmail.net

ABSTRACT

Purpose: The purpose of this study is to present step-by-step countermeasures to prevent fires in sandwich panel warehouses and to enhance on-site fire response capabilities. **Method:** Interviews of firefighters related to fire sites, advice from fire experts, and experiments on protection performance were conducted to draw up measures for each element to strengthen on-site response capabilities. **Result:** The fire safety management checklist for warehouse fire safety managers and the installation standards for wall protection of sandwich panel warehouses are presented. In addition, Standard Operational Procedures(SOP) for fire application of sandwich panel warehouses were established for firefighters on-site. **Conclusion:** Through this study, step-by-step fire safety measures were established for preventing, protecting and suppressing fires in sandwich panel warehouses.

Keywords: Sandwich Panel, Warehouse Fire, Fire Prevention, Protective Sprinkler, SOP

요약

연구목적: 본 연구는 샌드위치패널 창고의 화재예방 및 현장소방대원 대응력 제고를 위한 단계별 대응방안 제시를 목적으로 한다. **연구방법:** 화재현장 관련 소방관 인터뷰와 소방전문가의 자문 및 방호성능 실험을 수행하여 현장대응력 강화를 위한 요소별 대책을 도출하였다. **연구결과:** 창고 소방안전관리자용 화재안전관리 체크리스트 및 샌드위치패널 창고의 벽 방호용 스프링클러 설치기준을 제시하였다. 아울러 현장출동 소방관을 위한 샌드위치패널 창고 화재적용 표준작전절차를 수립하였다. **결론:** 본 연구를 통하여 가연성 구조 창고의 화재 예방, 방호 및 진압에 대한 단계별 화재안전대책을 구축하였다.

핵심용어: 샌드위치패널, 창고화재, 화재예방, 방호용 스프링클러, 표준작전절차

Received | 9 December, 2019

Revised | 28 September, 2020

Accepted | 29 September, 2020

OPEN ACCESS



This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

연구필요성

국가물류통합정보센터에 따르면 2012년 2월 5일부터 시행된 “물류창고업 등록제”에 따라 현재까지 등록된 창고는 약 3,621개로서 대다수가 시공 및 단열성을 우선한 샌드위치패널 구조로 파악되고 있다. 샌드위치패널은 화재 확산속도가 매우 빠르고 창고의 위치와 접근성 등으로 인하여 인접 소방대가 현장에 도착하게 되면 이미 플래시오버에 도달하며 다량의 유독 가스가 방출되고 건물자체가 붕괴되는 경우도 예상된다. Kim et al.(2019)의 선례연구에서는 국내 창고건물의 소방대응력 강화를 위한 제도적 개선방안을 제시하였다. 따라서 샌드위치패널 창고화재는 Fig. 1과 같이 화재 예방관리 또는 발화시 화재를 신속하게 진압하거나 소방대의 도착 시점까지 플래시오버 발생 지연 및 구조물 붕괴를 방지하는 방호대책이 필요하다. 특히 현행법상 연면적 1,500㎡ 미만의 창고는 스프링클러설비 제외 대상이므로 창고 방호용 헤드 설치와는 별도로 벽과 천장 방호를 위한 가연성 구조물의 방호용 소화설비가 요구된다.

한편, 샌드위치패널 창고화재를 위한 재난현장 표준작전절차(SOP)의 부재로 인하여 소방대 진압방법과 소방력 배치 및 대응전술을 위한 현장지휘관의 효율적인 대처가 어려우며 샌드위치패널 화재에서 중요한 신속하게 화재를 진압하는 데 어려움이 있다.

이러한 배경에서 본 연구는 창고 소방안전관리자용 화재안전관리 체크리스트와 현장소방대원의 인터뷰를 통한 재난현장 표준작전절차(SOP) 작성 및 화재실험에 기반한 가연성 구조물의 방호용 스프링클러 설치기준(안)을 제시하여 창고 화재의 취약점을 보완하고자 하는 목적이 있다. 이를 통하여 샌드위치패널 창고의 현장 소방대응력 제고를 위한 화재안전체계의 단계적 대응절차를 마련하고자 한다.

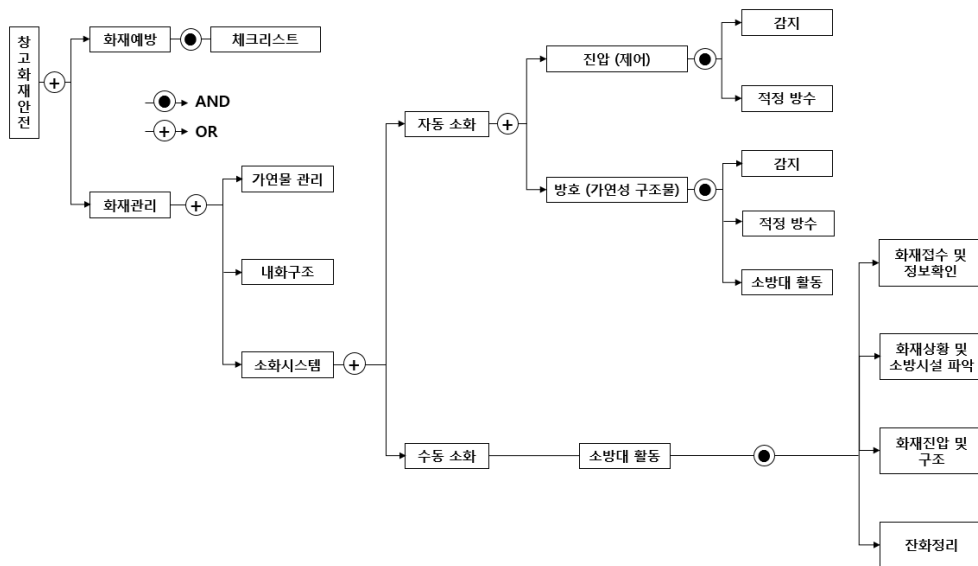


Fig. 1. Sandwich panel fire safety conceptual diagram

창고 소방안전관리자용 화재안전관리 체크리스트

화재사례

2008년 발생한 이천 냉동창고 화재의 피해 원인으로 환기가 잘되지 않아 유증기가 지하에 가득 찼으며, 전기 및 소방 등의 준공검사가 제대로 이루어지지 않았다는 점, 인부들에 대한 안전교육 미실시 등이 있다. 이러한 복합적인 문제들로 인하여 40명이 사망하였고, 9명이 부상을 당했다.

이를 위하여 본 연구에서는 창고 소방안전관리자를 위한 화재안전관리 체크리스트를 작성하여 체계적인 화재예방 및 유지관리방안을 제시하고자 한다.

체크리스트 작성

Jang et al.(2017)에서는 샌드위치패널 물류창고의 효과적인 소화활동을 위한 유지관리 측면의 패시브적 측면과 액티브적 측면에서 건축적 대응방안과 화재안정성 평가항목을 도출한 바 있으며 이를 기반으로 소방전문가 및 현장소방대원의 인터뷰를 반영하여 화재안전관리 체크리스트를 작성하였다.

소방법과 건축법상 관련 조항을 적용하여 건축방화, 피난방화, 소방시설, 소방대 활동, 유지관리 항목으로 분류하고 각각의 점검항목을 구성하였다. 소방기술사 5인의 자문결과(Table 1)를 반영하여 건축방화 20점, 피난방화 15점, 소방시설 15점, 소방대활동 15점, 화재예방에 가장 중요한 유지관리는 35점을 배정하고 세부 점검항목별로 1~5점의 평가를 통하여 일정 수준 이상의 예방관리가 가능한 창고 소방안전관리자용 화재안전관리 체크리스트를 구성하였다(Fig. 2).

Table 1. Summary of consultations

구분	인터뷰 주요 내용
건축방화	- 방화구획, 불연재료, 준 불연재료 등 화재확산 방지조치를 반영하여 평가
피난방화	- 내부 통로폭 확보 여부 - 피난동선(거리) 확인
소방시설	- 화재 감지기의 형식과 설치높이, 적응성, 가연성물질의 종류 등에 따라 감지시간이 결정 - 이동식 소화장비 설치여부
소방대 활동	- 인접 소방서와의 거리 - 상수도소화전 또는 소화용수 공급방식 등이 평가 기준에 포함 - 화재 시 연기배출을 위한 제연설비의 유무 확인 항목 추가
유지관리	- 예방관리 항목을 구분(건축, 전기, 소방, 위험물, 기타 등) - 안전관리자의 상주 여부, 전문성, 점검기록관리, 유지보수 대장관리 등 문서 및 교육 등에 관한 사항

샌드위치패널 물류창고 화재안전관리 체크리스트			소방시설					유지관리								
평가일자:	평가자:	(서명)	점검항목	검토내용	평가점수					점검사항	검토내용	평가점수				
					5	4	3	2	1			5	4	3	2	1
건축방화 (화양 부분에 표시해주시요)																
1	방화구획	① 방화구획 설치기준 준수여부? (내부공간에 불발음으로 칸막이 구획 등) ② 방화문 및 방화셔터 설치 개폐 및 피난시 개방여부? ③ 불연성 () ④ 난연성 () ⑤ 온열연성 ()														
2	건물 외장재	① 샌드위치패널 심재 ② 샌드위치 패널 심재의 난연성능 시험성적서 확인(국내기준) ③ 벽 상부에 배연장 설치여부?														
3	샌드위치패널 심재	① 방화문 주변에 유해물 배연설비 설치여부? ② 벽 상부에 배연장 설치여부?														
4	배연설비	① 방화문 주변에 유해물 배연설비 설치여부? ② 벽 상부에 배연장 설치여부?														
합 계(총 20점)																
피난방화																
5	피난유도설비	① 피난인 높이가 (1.5m ~ 2.0m)에 피난유도설비 설치 여부? ② 비상구까지 알발한 피난유도설비 확보 여부? ③ 피난유도설비 적절 유지성														
6	벽, 동도	① 작업장 및 거실에서 주출입구 또는 비상구까지의 보행거리 : m ② 작업장 및 거실에서 알발한 피난가능여부 ? ③ 벽도 및 동도 피난용 : m ④ 벽도 및 동도 문제 존재 여부 ? ⑤ 장애물이 설치여부 ?														
7	주출입구 및 비상구	① 피난방화로 열려는지 여부? ② 주출입구 및 비상구의 유효폭 : m ③ 비상구는 주출입구와 반대방향 설치여부														
합 계(총 15점)																
소방대 활동																
8	조기소화설비	① 전축을 내부에 방송을 설치 (전축을 상단까지 주수 확인) ② 옥내소화전 (화재안전기준 준수) ③ 소화기 (인양물용에 대한 적용성, 보정기, 설치개수)														
9	자동소화설비	① 인젝터도 설치여부? ② Perimeter Sprinkler Head 설치 여부? ③ 방화문 주변 설치여부? ④ 가연물에 대한 스프링클러헤드의 방수용 적용성? ⑤ 소화설비 배관 손상여부 ?														
10	경보설비	① 화재감지기 적용성 적합여부? ② 화재감지기 설치위치 적합여부? ③ 화재감지기 설치위치 적합여부? ④ 설치장소 수인기 적합여부?														
합 계(총 15점)																
11	소화수공급	① 옥외소수구 분산 설치 ? (방재실, 소방대 계상옥외가림, 소방차 정차공간) ② 소화수설비 (상수도, 소화수도 등)의 용량충족성 ?														
12	소방차량 접근성	① 건물 주변에 소방차량 접근성 (가로 1m+세로 2m 이상 크기) 설치 및 적외선 ? ② 진입구 및 피난로의 내화구조 여부 와 마감재가 불연제인가? ③ 소방서와의 거리 : km														
13	소화활동설비	① 비상콘센트 (화재안전기준 준수) 설치여부? ② 계단설비 (화재안전기준 준수) 설치여부?														
합 계(총 15점)																
14	소방안전관리자의 자격	① 소방안전관리자 상주 여부 ② 관리업무 3년이상 ③ 소방안전관리자 1급 이상 ④ 소방계획서 기록 관리여부 ⑤ 소방 훈련 및 교육 실시여부														
15	Rack	① Rack의 전장부 간격 ; ② Rack과 Rack 사이 간격 ; ③ Rack의 벽부 손이 간격 ; ④ Rack 저장물 최상부 높기 ;														
16	샌드위치패널	① 집합부 간격이나 틈새 발생여부? ② 방화구획 손상 방화문 상시 밀려진 상태 여부? ③ 방화셔터 Rack의 피난여부? ④ 방화 셔터부분 청결을 확인? ⑤ 방화구획을 관통하는 덕트, 케이블, 연도 등에 의한 개구부 불연재료 밀폐상태 확인?														
17	방화구획	① 방화구획 손상 방화문 상시 밀려진 상태 여부? ② 방화셔터 Rack의 피난여부? ③ 방화 셔터부분 청결을 확인? ④ 방화구획을 관통하는 덕트, 케이블, 연도 등에 의한 개구부 불연재료 밀폐상태 확인?														
18	전기시설	① 고온으로 발생하는 고압 용접도 (해열연동 등)의 사용 ② 전기선거는 누전차단기(RCD)를 설치 및 ③ 1회 이상 작동 Test 실시 ④ 배전반 등 전기 설비들은 주변 가연물로부터 최소 1m 이상 이격 ⑤ 전선은 불연재료 보강 내부에 사용하고 ⑥ 방화구에 단단한 고정 여부 ⑦ 사무실 등에서 사용하는 전열기구는 KC 등 안전인증 제품 사용 여부 ⑧ 1개의 콘센트에 2kW 미만의 부하 연결된 용이한 안전 상태														
19	화기 취급	① 용접작업 내부에서는 용접, 절단 작업 금지 (단, 불거릴 경우 화기작업 허가제도 운영 및 준수 여부) ② 실내 모든 장소 절대금연, 옥외 안전관 장소에 금연장 운영 여부														
20	소방시설	① 소방포 주기(총 1회 이상)으로 가능 ② 옥내소화전 및 소화기는 식별이 용이하게 설치하고 ③ 1회 이상 화감시 및 만기 1회 이상 실시훈련 실시여부 ④ 소방시설 자체점검 (산동기능점검, 총합정비점검) 실시 여부														
합 계(총 35점)																

Fig. 2. Fire safety checklist of Sandwich panel warehouse

가연성 구조 방호용 스프링클러 실험

실험방법

가연성 구조의 창고는 헤드 개방 시 즉시 소화수를 공급할 수 있는 습식 스프링클러가 바람직하지만 동절기에는 대부분 실내 난방이 없으므로 건식 스프링클러 헤드를 설치하거나 별도의 배관 동결방지 조치가 필요하다.

An et al.(2019)의 연구는 벽 코너 및 헤드 직하부 발화조건에서의 K-114 습식 스프링클러 헤드의 작동으로 샌드위치패널 벽체의 착화 및 벽 천장 접합부 손상을 방지함을 확인한 바 있다. 선행 연구와 관련하여 본 실험에서는 건식헤드와 선형감지기를 적용한 경우의 스프링클러의 방호성능실험을 수행하였다. Fig. 3과 같이 시험체는 폭 6 m × 높이 7 m의 샌드위치패널이며, 6m 높이에 정온식 감지선형 감지기와 K-114 스프링클러 헤드를 1.2m 간격으로 벽체로부터 10 cm 위치에서 3개를 설치하였다. 스프링클러 헤드는 방수압 0.1 Mpa, 방수량은 114 LPM이다. 온도 센서는 3개의 헤드와 높이 1 m, 높이 3 m, 샌드위치 패널 하단, 총 6개의 온도센서를 설치하였다. 가연물은 포장된 팽창성 플라스틱(CEP)으로 샌드위치 패널과 0.6 m 이격하였으며, 점화원으로 N-heptane 1L를 사용하였다.

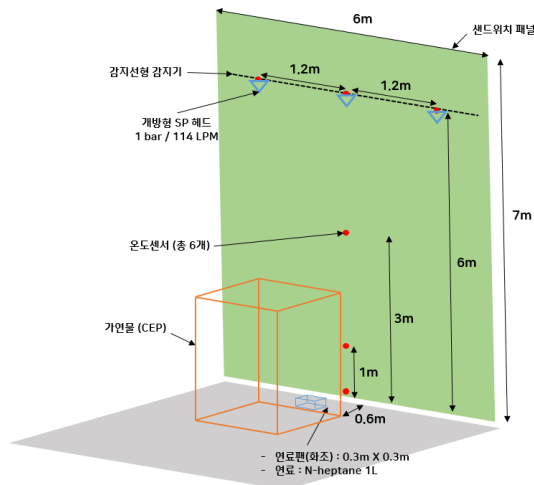


Fig. 3. Test specimen composition

실험결과

점화 후 20분간 연소실험을 진행하였다(Fig. 4). 실험결과 1분 23초에 감지선형 감지기가 작동하였고, 점화 후 1분 35초에 헤드를 개방하면서 화세가 점점 감소하였다. 화재 초기에 소량의 흑색연기가 발생하다가 5분 후 가연물의 안정성을 유지하지 못하고 벽 쪽으로 일부가 무너졌으며 다량의 흑색연기가 방출되었다. 9분 경과 후 방호용 헤드의 작동으로 화세가 제어되고 백색연기가 방출되면서 잔불이 지속되었고 20분 후 실험을 종료하였다.



Fig. 4. Experiment process

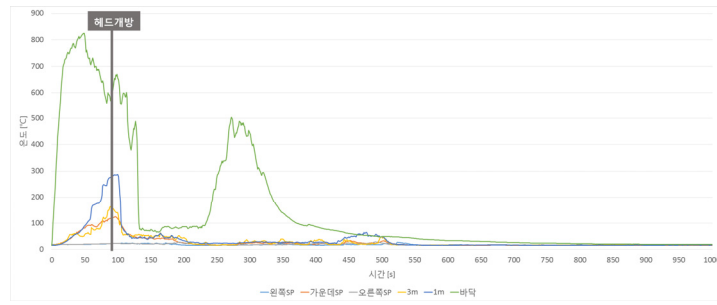


Fig. 5. Graphs by temperature sensor

Fig. 5에서 헤드 개방 이후 온도센서가 설치된 벽체표면의 온도는 전체적으로 100도 이하로 낮아지면서 벽체 전면에 일부 그을린 흔적을 제외하고 구조체의 변형으로 인한 붕괴 및 패널 심재로의 화재확산은 발생하지 않았다. 다만 점화원 직상부는 헵탄으로 인하여 고온을 나타냈으나 헤드 작동 이후 약 37초 후에 다른 지점의 온도 센서와 동일하게 100도 이하로 제어되었다. 이후 가연물의 일부가 벽면으로 쏟아지면서 다시 상승하였지만 이내 다시 하강하여 EPS심재의 발화점(450~510°C)이하의 온도를 유지하였다.

벽체 보호 스프링클러 설치기준 (안)

선례연구 및 습식 및 건식 스프링클러 방호실험결과를 토대로 가연성 구조 방호용 스프링클러 설치기준을 다음과 같이 제시하고자 한다.

- 습식으로 할 것. 동파의 우려가 있는 장소에는 동결방지조치를 할 것 (단, 건식으로 할 경우에는 수리적으로 가장 먼 지역의 첫 번째 스프링클러헤드까지의 소화수 공급시간이 30초 이내인 것을 입증할 것).
- 스프링클러헤드는 벽체로부터 0.6 m 이내에 설치할 것.
- 스프링클러헤드는 벽체의 구석부분부터 설치하여 최소 2.4 m 최대 3 m 이내의 간격으로 설치할 것.
- 스프링클러헤드는 조기반응형으로서 동작온도 68deg.C 또는 74deg.C를 설치할 것.
- 스프링클러헤드의 방수량은 방사압력 0.1 MPa이상 0.21 MPa이하에서 114 LPM이상일 것.
- 동시에 개방되는 스프링클러헤드의 개수는 10개를 기준으로 할 것. (단, 건식으로 할 경우의 스프링클러헤드의 개수는 14개를 기준으로 할 것.)
- 벽체의 높이가 9m이하인 경우에는 바닥으로부터 높이 6 m 이내에 1열을 설치할 것. (단, 벽체의 높이가 9m를 초과하는 경우에는 바닥으로부터 높이 6 m 이내에 1열을 설치하고 그 윗부분에 추가로 1열을 설치하되 두열사이의 거리는 6 m를 넘지 않도록 할 것. 하단에 설치하는 스프링클러헤드는 스프링클러헤드의 반사판 상부에 차폐판이 설치된 인랙 스프링클러헤드를 설치할 것.)
- 벽체 보호 스프링클러 배관은 우수검지장치의 2차측에서 별도의 배관으로 분기하거나 별도의 우수검지장치를 사용할 것.
- 벽체 보호 스프링클러헤드 설비와 집중분사식 스프링클러헤드 설비는 소화수 공급 시 배관의 분기점에서 소화수의 압력이 균형을 이루도록 할 것.

재난현장 표준작전절차 수립(소방대 SOP)

국내 재난현장 표준작전절차(SOP)는 SOP 100 지휘통제절차, SOP 200 화재유형별 표준작전절차, SOP 300 사고유형별 표준작전절차, SOP 400 구급단계별 표준작전절차, SOP 500 대응단계별 표준작전절차, 그리고 SSG 1(Standard Safety Guidelines) 현장 안전관리 표준지침으로 구성되어 있으며, 이 중 화재유형별 표준작전절차에는 샌드위치 패널 창고에 관한 내용이 제외되어 있다.

Kim et al.(2019)의 연구는 현장 소방관을 대상으로 출동단계와 현장도착 대응단계별로 창고화재 출동 경험사례, 현장활동 관련 업무와 관련한 문제점과 보완대책 등을 수행하였다. 이와 관련하여 국립소방연구원 리빙랩 자문(Fig. 6)을 수행하고 창고화재 적용 SOP를 작성하였으며 소방관 자문의 주요 내용은 Table 2와 같다. 아울러 서울, 경기, 인천 등 전국 40명의 소방대원을 대상으로 현장진압 실무적용성 평가를 위한 설문조사를 수행하였다.



Fig. 6. Living lab advisory council

Table 2. Field firefighter interview with SOP

구분	자문 의견
창고화재의 문제점	<ul style="list-style-type: none"> - 샌드위치패널 건물의 경우 연소 확대가 빠르며, 진압이 어려움 - 소방대가 도착함과 동시에 전소되는 경우가 있으며, 발화지점만 타는 경우가 있음 - 창고에 사용되는 재료의 문제 - 법적으로 설치되는 소방시설이 없어 초기소화가 불가능
현재 SOP의 문제점	<ul style="list-style-type: none"> - SOP로 인한 행동의 제약이 생기며, 책임이 가중됨 - 특수한 화재(선박, 항공시기 등)의 경우 인지하는 데 도움이 되나 일반 화재의 경우는 필요성 낮음 - 기술적인 내용의 부재 (방수방법 등)
향후 SOP의 요구사항	<ul style="list-style-type: none"> - 지역특색을 고려한 대응절차 마련 - 샌드위치패널에 관한 건축법 (건물 이격거리) 등 제도 강화 - 소방장비에 관한 항목 추가 - 소방대원이 진입할 수 없는 경우 무인방수차를 도입할 수 있는 규정 마련

본 연구에서 제시하는 SOP 204-0 샌드위치 패널 창고화재 대응절차는 소방대의 화재진압 활동 참고사항으로서 현장지휘관의 역량에 따라 인명구조, 대원 안전확보, 화재진압을 고려한다. 샌드위치패널 창고화재의 특성과 위험요인을 인지하고 출

동단계에서 화재접수 및 정보전파에 관한 내용과 현장도착단계에서 화재진행상황, 소방시설 활용, 위험시설통제에 관한 내용을 확인한다. 화재진입단계에서는 현장소방관의 지휘 아래 전략적 판단 알고리즘에 따라 가연성 구조 방호용 스프링클러 설치에 따른 구조적 안정성 확보 여부와 열화상 카메라를 활용한 플래시오버 여부 등을 고려하여 내부진입활동 여부를 판단한다. 이후 소방장비와 관창 배치 및 방수, 내부진입활동을 진행한다. 마지막으로 천장 및 벽 부분 샌드위치패널 심재 잔화확인 및 잔화정리 절차로 진행한다(Fig. 7).

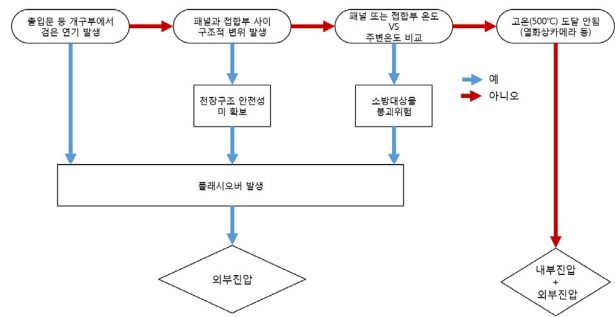
SOP 204-0 샌드위치패널 창고화재 대응절차

※ 대응절차는 소방대의 화재진입활동 참고사항이며 지휘관 역량에 따라 인명구조, 대원안전확보, 화재진압을 고려한다.

- 0. 사고특성 및 위험요인**
- 화재시 연소속도 5분 이내에 Flash Over에 도달시간이 짧음.
 - 구로 창고·공장으로 유독가스가 다량 발생함.
 - 투창출구구조로 열·연기 배출이 곤란하여 소방대 내부진입이 어려움.
 - 화재로 진경통의 등 소방대인 화재진입활동시 위험이 산재함.
 - 구조상 소화활동시 소화수가 강판으로 인해 침투되기 어려움.
- 1. 출동단계**

- [화재접수]**
- 화재사고 위치
 - 소방안전관리자 등 관계인으로부터 소방관련 경보수집
 - 가연물(특수가연물, 위험물건, 고분자물건 등) 종류 및 저장량
- [정보전파]**
- 특정소방대상물 구조, 층수, 연면적 등 일반현황
 - 소화용수시설 및 소화활동설비 위치
 - 유원기뢰(한전, 가스공사, 경찰서 등)에 화재상황 전파

(a) SOP for sandwich panel warehouse fire



(b) Algorithm for determining internal entry

Fig. 7. Response procedure for sandwich panel warehouse fire

결론

본 연구는 샌드위치패널을 포함하는 가연성 구조 창고의 소방 활동력 제고를 위하여 화재 예방 및 화재관리를 위한 방호용 자동식 스프링클러, 소방대 활동을 통한 진압 및 구조 등 단계별 화재안전대책을 수립하였으며 주요 결과는 다음과 같다.

첫째, 소방안전관리자용 화재안전관리 체크리스트를 작성하였다. 건축법과 소방법상 관련 조항을 적용하여 건축방화(20점), 피난방화(15점), 소방시설(15점), 소방대활동(15점), 유지관리(35점) 항목으로 분류하고 각각의 세부 점검항목별로 1~5점의 정량적 평가를 통하여 적정수준의 화재예방확보 방안을 마련하였다.

둘째, 현장소방관의 진압활동과 구조물 붕괴 방지를 위하여 소화성능실험을 통한 가연성 구조 방호용 스프링클러 설치 기준(안)을 제시하였다. 습식 및 건식 스프링클러시스템 방호실험 결과, 벽체의 착화방지와 심재보호 및 구조체 손상방지를 위한 요구조건은 다음과 같다.

- 습식으로 할 것. 필요시 배관 동결방지조치를 할 것. 건식의 경우에는 수리적으로 가장 먼 지역의 첫 번째 스프링클러헤드까지의 소화수 공급시간이 30초 이내인 것을 입증할 것.

- 스프링클러헤드는 벽체로부터 0.6 m 이내에 설치할 것.
- 스프링클러헤드는 벽체의 구석부분부터 설치하여 최소 2.4 m 최대 3 m 이내의 간격으로 설치할 것.
- 스프링클러헤드는 조기반응형으로 동작온도 68deg.C 또는 74deg.C를 설치할 것.
- 스프링클러헤드의 방수량은 방사압력 0.1 MPa이상 0.21 MPa이하에서 114 LPM이상일 것.
- 동시개방 헤드의 개수는 10개를 기준으로 할 것. (건식의 경우에는 14개를 기준으로 할 것.)
- 벽체의 높이가 9 m이하인 경우에는 바닥으로부터 높이 6 m 이내에 1열을 설치하며 9 m를 초과하는 경우에는 높이 6 m 이내에 1열을 설치하고 그 윗부분에 추가로 1열을 설치하되 두열사이의 거리는 6 m를 넘지 않도록 할 것. 하단에 설치하는 헤드는 반사판 상부에 차폐판이 설치된 인렉 스프링클러헤드를 설치할 것

셋째, 샌드위치패널 창고의 화재특성 및 위험요인을 반영하여 출동단계 및 현장대응단계별 효율적인 대응절차를 구축하였다. 이를 위하여 현장 소방관의 인터뷰와 국립소방연구원 리빙랩 자문을 수행하고 현장지휘관의 역량에 따라 인명구조, 소방대원 안전확보 및 신속한 화재진압을 수행할 수 있는 재난현장 표준작전절차(SOP)를 개발하였다.

아울러 현장진압 시에는 특히 인명안전을 우선적으로 고려하여 방호용 스프링클러 설치에 따른 구조적 안정성 확보 여부와 열화상 카메라 등을 활용한 플래시오버 여부를 판단하여 내부진입여부를 결정해야 한다.

넷째, 샌드위치패널의 화재확산 위험성, 창고의 위치에 따른 현장 출동과 진압활동의 제한 등을 고려할 때, 화재안전관리 체크리스트의 제도적 활용과 방호용 스프링클러 설치 시 재정지원, 설치대상 면적 완화 등 인센티브 방안을 통한 화재안전관리 체계의 유기적인 현장대응력 제고 방안이 시행되어야 한다.

Acknowledgement

본 연구는 소방청 현장중심형 소방활동지원 기술개발사업(MPSS-소방안전-2015-67)의 연구비 지원으로 수행되었으며 지원에 감사드립니다.

References

- [1] Jang, J.-H., Yoon, S.-C., An, B.-K. (2017). "A Study on architectural countermeasures of maintenance aspect for the fire fighting activity in the sandwich panel warehouses." Korean Society of Hazard Mitigation, Vol. 17, No. 6, pp. 11-18.
- [2] An, B.-K., Kim, W.-H., Seo, D.-H., Ham, E.-G. (2019). "A experiment of sprinkler system to protect ceiling joints of sandwich panel warehouses." Journal of the Korea Society of Disaster Information, Vol. 15, No. 1, pp. 98-108.
- [3] Kim, W.-H., Seo, D.-H., Ham, E.-G. (2019). "A improvement plan for fire fighting activity of rack- type warehouse based on case study and field interview." Journal of the Korea Society of Disaster Information, Vol. 15, No. 1, pp. 67-75.
- [4] Kim, W.-H., Ham, E.-G., Seo, D.-H. (2019). "A study on the firefighter's sop for sandwich panel warehouse." KOSDI conference, Vol. 2019, No. 9, pp. 125-126.