

물류창고의 배연설비 기준 개선을 위한 국내·외 배연설비의 설계 방법에 따른 연기하강시간 예측에 관한 연구

A Study on the Prediction of Descending Smoke Time according to the Design Method of Domestic and Foreign Smoke Facilities for the Improvement of Smoke Facilities Standards in Logistics Warehouse

허예림¹ · 김윤성² · 진승현² · 구인혁³ · 권영진^{4*}

Hun, Ye-Rim¹ · Kim, Yun-Seong² · Jin, Seung-Hyun² · Koo, In-Hyuk³ · Kwon, Young-Jin^{4*}

Abstract : Recently, fires in logistics warehouses in Korea are continuously increasing. In addition, the need for fire safety in logistics warehouses is emerging. So, it is believed that it is necessary to establish standards for vent facilities under effective smoke control for the evacuation safety of residents in logistics warehouses. Therefore, this paper compares the standards related to combustion facilities in Korea, the United States, and Japan, and applies the design method to logistics warehouses of domestic materials to predict smoke drop time and use it as a basic data for improving domestic smoke facilities standards.

키워드 : 물류창고, 연기제어, 배연창, 연기하강시간

Keywords : logistics warehouse, smoke control, vent, descending smoke time

1. 서론

1.1 연구의 목적

최근 국내에서는 전자상거래의 발달에 따른 물류창고의 개소가 증가하는 추세이며, 그에 따른 화재위험성도 부각되는 실정이다., 실제로 2017년부터 2021년의 국내 물류창고 화재 피해에서도 인명피해가 점차 증가하는 추세이다[1]. 일례로 2021년 발생한 쿠팡 물류창고 화재에서는 연기흡입으로 인한 부상자가 발생했고 농연으로 인해 건물 내에 고립된 이후 최종 사망한 경우도 발생하였다. 이에, 물류창고의 화재 시에 연기로 인한 인명피해를 저감하기 위한 국내 연기제어 관련 법령을 조사한 결과, 현재 국내의 배연설비 설치 대상에는 물류창고가 포함되어 있지 않아 물류창고에서의 자연배연에 대한 규제는 전무한 실정이다. 반면, 미국과 일본의 경우, 법적 기준 이외에도 지침과 핸드북을 통해 배연설비의 설계방법에 대하여 제공하고 있다.

이에, 본 논문에서는 물류창고 화재 시의 인명안전을 위해, 미국과 일본의 기준에서 제시되는 연기발생량, 연기배출량에 대하여 국내의 물류창고 수용품 등급 별 값을 계산하고, 이를 통해 연기하강시간을 계산하여 물류창고 배연창 설치 조건 별 연기하강시간에 대하여 비교하고자 한다.

2. 미국·일본의 설계방법을 적용한 물류창고 연기하강시간 예측

연기발생량과 연기배출량의 계산에 있어 열방출률은 소방청에서 실시한 연구[2]에서 도출된 수용품 등급분류기준(안)의 경급, 중급, 상급, 특급의 수용품에 대하여 대상 건축물의 개구인자를 통해 계산하였고, 이는 표 1에 정리하였다.

도출한 수용품의 열방출률을 통해 미국과 일본의 설계방법에서 연기발생량과 연기배출량을 구하였고, 최종적으로 자연배연이 실시되는 물류창고에서의 연기하강시간의 예측값을 도출하였다. 이를 표 2에 정리하였다.

1) 호서대학교, 소방방재학과 석사과정
2) 호서대학교, 소방방재학과 박사과정
3) 호서대학교, 산학협력단 연구원, 공학박사
4) 호서대학교, 안전소방학부 교수, 교신저자(jungangman@naver.com)

표 1. Conversion of HRR by commodities grade

Commodities grade	Heating combustion of commodities [kJ/kg]	Convective heat release rate of commodities [kW]
Class 1	Less than 10,000	Less than 124,708
Class 2	More than 10,000 and less than 25,000	More than 124,708 and less than 311,769
Class 3	More than 25,000 and less than 40,000	More than 311,769 and less than 498,831
Class 4	More than 40,000	More than 498,831

표 2. Comparison of descending smoke time[3,4,5]

Commodities grade		Korea	U.S,A	Japan
Class 1	Mass flow rate of plume[kg/s]	-	331,409	10,645
	Mass flow rate through the vent[kg/s]	-	11,954	23,349
	Descending smoke time[s]	258,633	2349,131	62,558,292
Class 2	Mass flow rate of plume[kg/s]	-	694,851	14,448
	Mass flow rate through the vent[kg/s]	-	12,682	23,485
	Descending smoke time[s]	258,633	1092,704	62,558,292
Class 3	Mass flow rate of plume[kg/s]	-	1028,950	16,899
	Mass flow rate through the vent[kg/s]	-	13,002	23,225
	Descending smoke time[s]	258,633	731,876	62,558,292
Class 4	Mass flow rate of plume[kg/s]	-	1169,397	17,771
	Mass flow rate through the vent[kg/s]	-	13,097	23,176
	Descending smoke time[s]	258,633	642,601	62,558,292

국내의 경우, 물류창고를 배연설비 설치대상으로 삼지 않는 것 이외에도, 배연설비에 대하여 연기발생량, 연기배출량 등의 설계방법을 고려하지 않고 일률적인 법적 기준만을 적용한다는 문제점이 존재한다. 반면에 미국과 일본의 경우, 각각의 법적 기준 외에도 연기 발생량과 연기배출량을 각 건축물 특성 및 수용품 특성에 따라 산정하여 각 조건에 알맞은 형태의 배연창을 설치하도록 규정하고 있다.

각 국가에서 제공하는 설계방법을 통해 연기발생량, 연기배출량, 연기하강시간을 계산한 결과, 국내의 경우, 연기발생량 등에 대한 산정기준이 전무하여 연기하강시간 예측값이 한정적으로 도출되나 미국의 경우, 수용품 등급별로 연기하강시간의 변화를 확인할 수 있었고, 일본의 경우, 연기발생량보다 연기배출량이 커 연기하강시간이 다른 국가의 예측값보다 더 크게 산출되었다.

3. 결론

본 논문은 국내의 물류창고에서의 연기제어를 위해 미국과 일본의 물류창고 배연설비 관련 연기발생량, 연기배출량 등의 설계방법을 조사하여 이를 국내의 건축물에 적용하여 계산하고 연기하강시간을 예측하였다. 그 결과, 미국과 일본의 기준을 적용하여 물류창고에 배연창을 설치할 경우, 국내보다 연기하강시간이 더 늘어나는 것으로 예측되었다. 그러나 여전히 미국과 일본의 설계방법에서도 차이가 나타나 연기하강시간 예측값이 상이하다. 이에 향후, 간이계산식에서 확인하지 못하는 배연창 설치 위치, 설치 개수 등을 고려한 시뮬레이션 구동을 통한 더욱 정밀한 연기하강시간 도출에 대한 연구를 진행하고, 국내의 물류창고의 배연창 관련 기준 개선의 기초적 자료로 활용하고자 한다.

감사의 글

본 연구는 소방청 재난현장긴급대응기술개발사업(20015074)의 연구비 지원으로 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 고용노동부. 냉동·물류창고 화재사고예방 매뉴얼. 2022.
2. 소방청. 현장중심형 소방활동지원 기술개발 사업, 샌드위치패널 (대형물류창고) 창고 공장형 화재확산 분석을 통한 과학적 대응방안 연구 최종보고서. 2019.
3. NFPA204 Standard for Smoke and Heat Venting. 2021.
4. 日本建築學會. 建築物の煙制御計画指針. 2014.
5. Kujime M, Tanaka T. 必要排煙量に基づいた居室避難安全評価手法. 日本建築学会環境系論文集. 2004. No. 586. p. 1-8.