

델파이분석과 IPA분석을 통한 드렌처설비의 실증적 분석 연구

A Study of Empirical Analysis on Drencher Facilities through Delphi and IPA Analysis

오수언¹ · 좌성훈^{2*}Soo Un O¹, Sung-Hoon Choa^{2*}¹PhD Student, Seoul National University of Science and Technology, Seoul, Republic of Korea²Professor, Seoul National University of Science and Technology, Seoul, Republic of Korea

*Corresponding author: Sung-Hoon Choa, shchoa@seoultech.ac.kr

ABSTRACT

Purpose: In this study, the Drenzer facility, which is a facility installed to prevent the spread of fire caused by fire in adjacent buildings in the fire prevention zone, was analyzed legally and technically. We confirmed the uncertainty of the Building Act and the Fire Protection Act, and suggested the revision of the necessary standards. **Method:** Although the Drenzer facility is a building facility, it is actually applied in the field of firefighting, so the Delphi analysis was conducted on a panel composed of architectural experts and firefighting experts in the first, second, and third rounds to find the issues and important facility component elements. Finally, the IPA(Importance-Performance Analysis) analysis was conducted to identify the importance of the elements that need to be revised. **Result:** Delphi analysis was carried out for experts on various components of Drenzer equipment in the first, second, and third rounds, and it was found that the survey items of the head, detector, and other facilities of the Drenzer equipment are valid items to identify problems. The IPA analysis indicated that the revision of the standards for Drencher head was necessary as a priority. **Conclusion:** In this study, it was possible to confirm the opinions of experts through Delphi analysis on the legal and technical problems of Drencher facilities, and it was confirmed that among the components of the Drencher facility, the revision of the head-related regulations is required as a priority.

Keywords: Drencher Head, Drencher Detector, Fire Zone, Delphi Analysis, IPA Analysis

요약

연구목적: 본 연구에서는 방화지구 내 인접건축물의 화재로 인한 화재확산을 방지하기 위해 설치하는 설비인 드렌처설비를 법률적, 기술적으로 검토하여 건축법과 소방법의 불명확성을 확인하고 필요한 기준의 개정을 제시하고자 하였다. **연구방법:** 드렌처설비가 건축설비이지만 실제 소방분야에서 적용하고 있으므로 건축전문가와 소방전문가로 구성된 패널들을 대상으로 델파이분석을 1차, 2차, 3차에 걸쳐 조사하였고 개정이 필요한 요소들을 도출하여 중요도를 확인할 수 있는 IPA 분석을 실시하였다. **연구결과:** 드렌처설비의 다양한 요소들에 대해서 전문가들을 대상으로 델파이분석을 1차, 2차, 3차에 걸쳐 수행하였고, 드렌처설비의 헤드, 감지기, 그 밖에 기타 설비들에 대한 조사항목들이 문제점을 도출하기 위한 유효한 항목인 것을 확인할 수 있었다. 그 결과를 토대로 IPA(Importance-Performance Analysis) 분석을 통해 드렌처헤드에 대한 기준의 개정이 우선으로 필요함을 알 수 있었다. **결론:** 본 연구에서는 드렌처설비의 법률적, 기술적 문제점에 대해서 델파이분석을 통해 전문가들의 의견을 확인할 수 있었고, 도출된 요소들 중에서 헤드 관련 규정의 개정이 우선적으로 필요한 요소임을 확인하였다.

핵심용어: 드렌처헤드, 드렌처감지기, 방화지구, 델파이분석, IPA분석

Received | 6 February, 2024

Revised | 5 March, 2024

Accepted | 6 March, 2024

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 anymedium, provided the original work is properly cited.

© Society of Disaster Information All rights reserved.

서론

드렌처설비는 건축법령(The Office of Legislation, 2023c)에 따라 도심지 방화지구(The Office of Legislation, 2023a)에서 수막형성으로 복사열을 차단하여 인근의 근접한 건물의 화재를 차단하는 개념의 설비이다. 드렌처설비는 연소확대 방지 대책 중에서 Active적인 기법으로(Min et al., 2012) 현재 전국의 방화지구 면적은 100,075,374m²이고 서울이 3,430,870m²를 기록하고 있다(National Statistical Office, 2018). 이러한 방화지구 내에서 드렌처설비와 같이 복사열 차폐로서 화재를 차단하는 방법으로 전통시장에 드렌처설비를 적용하는 등의 다양한 응용이 기존의 연구를 통해서 시도되었다(Zhang et al., 2017). 또한 외단열시스템 적용을 위한 드렌처설비의 화재성능에 관한 실험적 연구가 수행되었다(Choi et al., 2020).

드렌처설비는 스프링클러설비와 동일한 작동원리에 의해 작동하는 설비이다. 따라서 실무에서는 건축설비임에도 불구하고 일반적으로 설계나 시공은 소방법(The Office of Legislation, 2023b) 기준에 따라 소방시공업체에서 설치하고 있다. 그러나 어디까지나 드렌처설비는 스프링클러설비와 기능상의 개념이 다른 설비라고 할 수 있다. 하지만 화재확산을 방지하기 위한 수막설비 설치에 대한 상세 지침이 마련되지 않아 화재확산방지를 위한 수막설비의 소화능력을 감안한 수막설비의 설치 지침을 제시하는 연구가 수행되었다(Lee et al., 2016).

드렌처설비의 문제점은 첫째, 드렌처설비의 설치기준이 건축법(건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 23조)와 소방법(스프링클러설비 화재안전기술기준 2.12.2)에 일부분만 규정되어 있어 일관되지 않고, 현장에서의 설치 스프링클러설비의 설치기준과 동일하여 드렌처설비의 특성을 고려하지 못한다는 점이다. 둘째, 현재 일반적으로 설치되는 기준에 의하면 드렌처설비의 작동 기능상 헤드나 감지기의 설치위치, 설치기준 등이 명확하지 않아서 인접건물 외부의 화재를 감지하고 살수하는데 드렌처설비 본연의 기능을 충실히 할 수 있을지 실효성에 대한 의문이 있다는 점 등이다.

따라서 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해서 건축분야와 소방분야의 관련 공공기관과 민간의 기술전문가들을 대상으로 델파이(Delphi) 조사기법(Skulmoski et al., 2007)을 이용하여, 관련 기술의 전문적 의견을 수렴하여 드렌처설비의 현황과 문제점 도출을 수행하였다. 델파이 조사 결과, 법률적으로 미흡하고 두 법이 상이함으로 실무에서 드렌처설비를 적용하는데 혼선이 발생하는 점과, 그리고 드렌처설비의 본연의 기능을 발휘하는 데 있어서 시스템상 실제 살수가 되는데 신뢰성을 보장할 수 없는 기술적 문제점이 조사되었고 이를 개선하는 방향을 제시하였다. 그리고 이들 문제점에서 설비의 여러 요소들 중에서 우선해서 개정되어야 하는 부분을 IPA(Importance Performance Analysis) 분석을 통한 중요도를 분석을 통하여 찾고자 하였다.

드렌처설비의 구성

“드렌처설비”란 방화지구 내 건축물의 인접대지경계선에 접하는 창문 등 외벽의 연소할 우려가 있는 부분에 설치하는 방화설비로 이를 구동하기 위한 소화펌프, 수원, 배관, 감지기, 살수헤드 등으로 구성되어 있다. 이 외 필요한 구성요소로는 드렌처설비의 배관에 적용하는 내진장치, 소화용수의 유수상태를 제어하고 감지하는 일제살수밸브 또는 준비작동밸브의 밸브 등이 필요하다.

Fig. 1(a)와 (b)는 드렌처설비의 전체적인 계통도와 설치사례이다. Fig. 1(a)의 계통도를 통해 드렌처설비의 기본적인 작동 순서를 살펴보면 인접건물의 화재 시 해당 건물의 실내에 있는 드렌처설비 감지기가 화재를 감지하고, 이에 연동하여 소화펌프가 가동하면 소화수가 입상배관을 따라 배관 말단까지 도달하여 Fig. 1(b)의 창문 상단에 설치된 드렌처헤드로 살수가 이

루어지는 과정으로 작동하고 있다.

Fig. 2는 드렌처설비의 주요 구성 요소들을 보여주고 있다. Fig. 2에서 드렌처 헤드는 수평형과 수직형 헤드를 나타내고 있고, 감지기는 시스템을 작동시키기 위한 A감지기와 B감지기 두 개의 감지기를 나타내고 있다. 그리고 말단 헤드까지 소화수를 공급시키기 위한 드렌처설비용 펌프를 나타내고 있다.

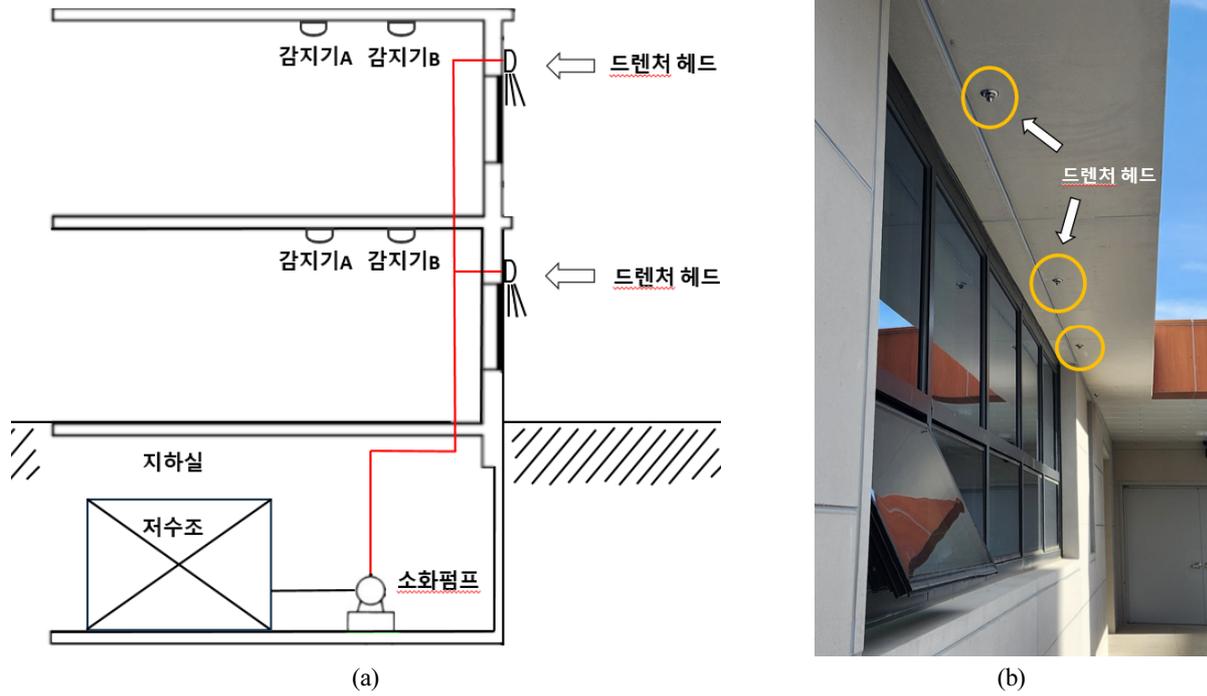


Fig. 1. (a) Schematic drawing of drencher facility (b) Picture image of installation of drencher facility

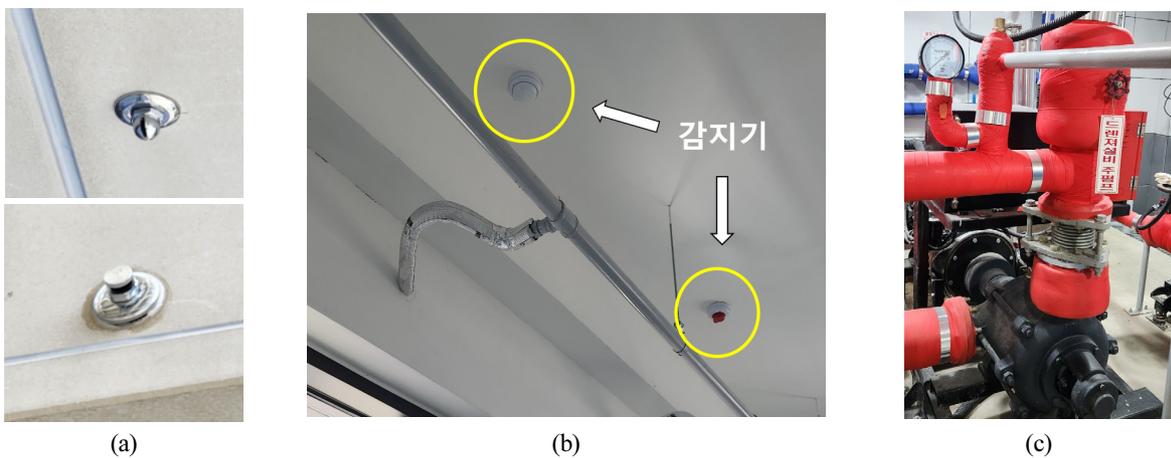


Fig. 2. (a) Picture image of drencher head (b) Smoke detector (c) Fire pump

드렌처설비의 문제점 검토

법률적 문제점 검토

드렌처설비와 관련된 국내 법규에는 기본적으로 건축 관련법과 소방 관련법이 있으며, 두 법률상 모호한 부분을 살펴보면 일단 드렌처설비는 건축법령에 따른 방화설비이다. 하지만 설치기준은 소방법령에서 정하는 기준에 적합하게 설치하라고 규정하고 있고, 작동방식도 스프링클러설비와 동일하다. 일반적으로 설계나 시공은 스프링클러설비의 화재안전기준에서 정하는 기준에 따라 소방시공업체에서 설치하고 있다. 또한 시공에 대한 감리는 소방공사감리 대상에 해당되는 설비가 아니지만 실무 현장에서는 소방공사감리업체에서 수행을 하고 있다. 또한 건축법령과 소방법령을 비교해서 살펴보면 기준에 적합하게 드렌처설비를 설치하라고 규정하고 있으나 소방법령에는 수원, 방수압력, 방수량 등 몇 가지를 제외하고는 별도로 규정하는 것이 없는 현실이다.

이렇게 상이한 두 개의 법률에서 살펴볼 수 있는 법률적 문제점과 미비점으로는

첫째, 실질적으로 소방에서 설계, 시공, 감리를 하지만 화재안전기준이 별도로 없다는 점

둘째, 드렌처설비 관련 장비에 대한 형식승인 제품이 없는 점

셋째, 드렌처설비 설치 시 스프링클러설비 제외규정 있으나 반대로 스프링클러설비 설치 시 드렌처설비를 제외 가능하다는 규정이 없다는 점이다.

결국 드렌처설비에 대해서 이러한 문제점을 해결하기 위한 건축분야와 소방분야의 명확한 기준이 정립되어있지 않은 상황이다.

기술적 문제점 검토

드렌처설비의 작동 및 기술적 문제점을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 살수헤드 관련하여 헤드의 설치위치 및 살수반경 등 설치기준 미비

둘째, 감지기 관련하여 드렌처설비의 작동원리상 A, B 감지기에 의해 작동되나 감지기의 설치가 실내에 설치하므로 옆건물 화재 시 작동상 지연 내지 작동 불능의 문제점이 발생

셋째, 기타 펌프 및 작동밸브 등 관련설비와 관련해서도 현실적인 기능상의 기준 미비 등이다.

위와 같은 기술적으로 본연의 기능을 작동하는데 타당하지 않은 부분들이 있는 상황이다.

연구방법

본 연구는 연구의 방법에 앞서 현재 드렌처설비가 법률적으로 미흡하고 두법이 상이하여 실무에서 드렌처설비를 적용하는데 혼선이 발생하는점, 그리고 드렌처설비의 시스템상 실제 살수가 되는데 신뢰성을 보장할 수 없다는 기술적 문제점들을 전문가들을 통해 조사하고 이를 개선하는 방향을 찾고자 하였으며, 또한 이들 문제점들 중에서 우선해서 개정되어야 하는 부분을 IPA분석을 통하여 중요 우선순위를 찾는데 연구의 목적을 두고 있다.

연구의 방법

1차, 2차, 3차 델파이 조사를 통하여 건축분야와 소방분야에 종사하는 공무원, 기술자 등의 전문가 집단을 대상으로 드렌처설비의 문제점과 우선 개정이 필요한 요소들을 가지고 조사하였다.

델파이(Delphi) 분석

- 연구대상

델파이 조사는 이론적 체계를 갖추지 못한 분야에 대해 전문가 집단이 반복적인 피드백으로 의사소통을 하여 합의점을 이끌어내는 방식이다 (Skulmoski et al., 2007). 따라서 델파이 조사는 연구대상으로 선정된 패널에 의해 연구의 결과가 달라질 수 있기 때문에 연구에 참여하는 패널의 선정은 매우 중요하다. 일반적으로 델파이 연구에 참여하게 되는 전문가들은 그 분야에서 전문적 지식과 경험을 인정받는 사람들이라고 할 수 있다 (Anderson, 1997). 패널은 10~15명의 소집단의 전문가만으로도 유용한 결과를 얻을 수 있음이 규명되었고 (Ewing, 1992), 패널의 크기에 관한 상관관계에서 평균 그룹의 오차를 최소화하고 그룹의 신뢰성을 최대화시키기 위해서는 최소한 10명 이상의 패널이 필요한 것으로 보고되었다 (Dalkey, 1981; Ewing, 1991). 이에 따라 본 연구에서는 연구의 신뢰도를 높이기 위해 드렌처설비 실무자 및 드렌처 설비와 관련한 소방, 건축 등 전문가를 우선 대상으로 고려하여 선정하였다. 이에 충족한 전문가 19명에게 요청을 하여 예비 전문가 패널을 구성하였으며 이 중 본 연구에 참여 의사를 밝힌 15명의 전문가를 연구 참여 대상으로 최종적으로 결정하였다.

본 연구에 참여한 연구대상자의 일반적 특성을 보면 종사 분야는 관련분야 공무원(건축, 소방, 기타) 4명(26.7%), 건축 관련 기술자 1명(6.7%), 소방 관련 기술자(설계, 시공, 감리 등) 10명(66.7%)으로 나타났다. 경력은 20년 이상이 10명(66.7%)으로 대부분 관련분야에서 상당한 경력 보유자였으며 드렌처설비에 대한 사전 지식은 10명(66.7%)이 기존에 드렌처설비에 대해 알고 있고 실무에서 경험도 한 것으로 나타났다. 본 연구에 참여한 전문가 15명은 델파이 1차 조사부터 3차 조사까지 모두 참여하였으며 설문을 통해 적극적으로 전문가의 의견을 전달하였다. 이에 대한 자세한 설명은 아래 연구 절차를 통해 기술하였다.

- 델파이 분석의 연구 절차

본 연구는 드렌처 설비 관련 법규와 기준 개정 방안을 모색해 보는 것에 목적이 있다. 이를 위해 연구자는 자율기입형 및 5지 선다형으로 진행되는 델파이 조사를 시행하였다. 델파이 조사는 2023년 08월 20일부터 2023년 10월 30일까지 약 한 달간 수행되었으며 총 3차에 걸쳐 진행되었다. 각 단계에 따른 연구 절차는 다음과 같다.

(1) 제1차 델파이 설문조사

연구자는 드렌처설비를 구성하는 드렌처 헤드, 감지기, 그 외 기타 설비에 근거하여 델파이 1차 조사를 시행하였다. 1차 설문지는 연구참여자들의 편견 없이 다양한 의견을 도출하기 위해 설문지 형식을 개방형으로 구성하였으며, 본 연구의 목적과 내용에 대한 것을 설문에 포함해 본 연구에 참여하고 있는 전문가 패널에게 제시하였다.

(2) 제2차 델파이 설문조사

델파이 2차 조사를 위한 문항은 1차 조사 결과의 내용분석을 통해 결정된 항목으로 구성되어 있으며, ‘Likert 5단계’ 척도를 통해 해당 문항이 드렌처 설비 관련 법규와 기준에 부합한 지 정도를 체크할 수 있도록 하였다. 또한, 각 문항에 대한 추가 의견이 있을 경우 자유롭게 기술할 수 있도록 하였다.

델파이 2차 조사를 통해 수집된 설문지는 각 문항에 대한 평균, 표준편차, 내용 타당도를 분석하여 그 결과를 델파이 3차 조사 설문지에 제시하여 전문가가 참고할 수 있도록 하였다. 2차 설문지에 대한 자료 분석은 평균값과 표준편차를 산출하여 평균값이 3(보통) 이상이고, 내용타당도 비율이 .49 이상인 항목만을 3차 설문문에 포함했다. 내용 타당도는 Lawshe(1975)에

의해 제안된 내용타당도 비율(CVR, Content Validity Ratio)(Lawshe 1975)을 통하여 검증하였다. 내용 타당도 비율은 식(1)로 계산되며 수치가 높을수록 전문가 의견의 내용 타당도가 양호한 수준임을 의미한다.

$$CVR = \frac{n_e - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}} \tag{1}$$

n_e = '중요하다' 라고 응답한 사례 수
 N = 전문가 수

내용 타당도는 연구에 참여한 패널의 수에 따라 그 최솟값이 결정된다. 본 연구에서는 총 15명의 전문가 패널이 참여하였기에 Lawshe(1975)의 기준에 따라 CVR이 .49 이상인 문항을 타당한 것으로 채택하였다. Lawshe(1975)가 제안한 상세한 CVR 기준치는 Table 1과 같다.

Table 1. Minimum value of CVR according to number of pannel

전문가 패널 수	CVR의 최소 기준치
12	.56
13	.54
14	.51
15	.49
20	.42

(3) 제3차 델파이 설문조사

제3차 설문지는 제2차 설문의 통계분석 결과 즉, 패널의 경향(Trends)에 대한 피드백을 포함한다. 만일 특정 응답자의 반응이 집단 방향과 상이한 결과를 제시하였을 경우 그 근거를 제시할 것을 요청한다.

제3차 델파이 조사에서는 전문가 패널들의 의견 수렴도와 합의도, 안정도를 함께 산출한다. 수렴도는 전문가 패널의 의견이 어느 정도 수렴되었는지 판단하는 것으로 0~.50의 값을 가질 때 의견이 양호하게 수렴하고 있음을 판단할 수 있다(Lee, 2001). 수렴도는 식(2)로 산출된다.

$$\text{수렴도} = \frac{Q_3 - Q_1}{2} \tag{2}$$

Q_3 = 제 3 사분위수 (75%)
 Q_1 = 제 1 사분위수 (25%)

합의도는 Q_1 과 Q_3 가 일치했을 때 1의 값을 갖고, 의견의 편차가 커질수록 Q_1 과 Q_3 가 점점 벌어져 그 수치가 감소하는 특징이 있다. 즉, 합의도는 1에 가까울수록 높아지고, 그 값이 .75 이상일 때 전문가 집단의 의견이 합의점에 이르렀음을 판단

할 수 있는 유의한 수치로 볼 수 있다. 합의도는 식(3)으로 산출된다.

$$\text{합의도} = 1 - \frac{Q_3 - Q_1}{\text{median}} \quad (3)$$

median = 중앙값 (50%)
 Q_3 = 제 3 사분위수 (75%)
 Q_1 = 제 1 사분위수 (25%)

안정도는 응답의 일치성을 의미하며, 변이계수(Coefficient of Variation)로 측정한다. 변동계수는 식(4)로 표준편차를 산술평균으로 나누어 산출하는데, 변동계수가 .50 이하인 경우 추가적인 설문이 필요 없는 것으로 간주한다. 안정도가 .75 이상인 경우는 추가 라운드 진행이 필요하다(Lee, 2018).

$$\text{변동계수} = \frac{sd}{\text{Mean}} \quad (4)$$

Mean = 산술평균
 sd = 표준편차

델파이 조사는 일반적으로 해당 차수부터 합의점에 도달하기 시작한다. 본 연구에서는 제3차 조사 결과 대부분 항목에서 패널 간의 높은 동의 수준과 합의 정도를 보여 제3차 조사로 종료하였다.

연구결과

제1차 델파이 분석 결과

드렌처 설비 관련 법규와 기준 개정을 위하여 1차 델파이 조사에서는 드렌처 설비를 구성하는 드렌처 헤드, 감지기, 그외 기타 설비에 근거하여 요인을 설계하였다. 연구자는 영역별 포함될 수 있는 드렌처 설비 관련 법규와 기준 요소에 대하여 전문가로 구성된 패널들을 대상으로 개방형 설문조사를 실시하였으며 그 결과 드렌처헤드, 감지기, 기타 설비의 3개 항목과 헤드의 재질, 구조, 분사각도 및 방수량, 유효방사/사정거리 등 총 16개의 하위요소로 도출되었다. 상세한 내용은 Table 2와 같다.

제2차 델파이 분석 결과

드렌처 설비 관련 법규와 기준 개정을 위한 각 영역별 2차 델파이 분석 결과는 다음과 같이 분석 결과 평균값이 3점 이상이고, 내용 타당도 비율이 .49 이상인 항목으로서 제3차 델파이 조사에 반영될 수 있는 드렌처 설비 관련 법규와 기준 항목은 총 19개의 항목으로 나타났으며, 전문가 의견에 따라 3개 문항은 세부 내용을 수정하였다. 최종적으로 16개의 항목이 3차 델파이 분석 조사 항목으로 채택되었다.

드렌처 설비 헤드 분석 결과

제2차 델파이 조사 결과 드렌처 설비 헤드 영역에서 평균값이 3.0점 이상, 내용 타당도 비율이 .49 이상인 항목을 살펴보면

Table 2. Summary of the results of the first delphi survey

항목	하위요인	내용
드렌처 헤드	재질	타 살수헤드와 차별화된 재질에 대한 형식승인기준 필요
	구조	타 살수헤드와 차별화된 헤드호칭, 부착나사의 호칭 등 구조에 대한 형식승인기준 필요
	분사각도 및 방수량	타 살수헤드와 차별화된 분사각도 및 방수량(방수율)에 대한 형식승인기준 필요
	유효 방사/사정거리	타 살수헤드와 차별화된 유효방사거리, 유효사정거리에 대한 형식승인기준 필요
	내열시험	타 살수헤드와 차별화된 내열시험에 대한 형식승인기준 필요
	영구변형/부식시험	타 살수헤드와 차별화된 영구변형시험, 부식시험에 대한 형식승인기준 필요
	강도/충격시험	타 살수헤드와 차별화된 강도시험, 충격시험 등에 대한 형식승인기준 필요
	살수분포/밀도시험	타 살수헤드와 차별화된 살수분포시험, 살수밀도시험 등에 대한 형식승인기준 필요
감지기	설치 위치	인접건물로부터 화염차단이라는 설치목적에 부합이 되도록 외벽 설치
	설치 위치	인접건물 화재시 당 건물로 확산을 방지하는 설치목적과 신속한 감지를 위해 외벽 설치
	감지기 종류	설치장소별 유효한 적응성이 있는 적응성 감지기(정온식감지선형감지기, 불꽃감지기, 광전식분리형감지기, 기타 적응성감지기 등) 설치
기타 설비	제어 밸브	사용 가능한 제어밸브의 종류에 준비작동식 유수검지장치를 포함하는 관련규정 개선 필요
	수원	고가수조(1/3), 전용수조, 건물높이를 고려한 시간(40분, 60분) 산정기준 등 수원에 대한 별도의 드렌처설비에 대한 기준 필요
기타 설비	내진설계	신뢰성 확보 및 소화수조 등 타 소방시설을 공용으로 사용하므로 내진설계 필요
	펌프	스프링클러설비용 펌프가 있는 경우에는 겸용으로 사용할 수 있도록 하는 관련규정 개선 필요
	배관	비상전원, 타 설비와의 겸용여부, 작동시간, 연결송수관펌프의 적용여부 및 타 설비의 화재안전기준(NFSC)에서 언급되고 있는 명확한 기준 필요

Table 3과 같이 드렌처 헤드의 재질(M=4.677, CVR=.733), 구조(M=4.533, CVR=.600), 분사각도 및 방수량(M=4.677, CVR=.867), 유효 방사/사정거리(M=4.733, CVR=.867), 내열시험(M=4.600, CVR=.733), 영구변형/부식시험(M=4.677, CVR=.867), 강도/충격시험(M=4.600, CVR=.733), 살수분포/밀도시험(M=4.677, CVR=.867), 설치 위치(M=4.600, CVR=.867)으로 도출되었다. 또한 응답자의 내적 일관성 신뢰도를 나타내는Cronbach’s α (alpha) 계수가 .987로 기준치인 .70을 상회하는 것으로 나타났다(Nunnally, 1978). 즉, 전문가들은 본 설문을 일관성 있게 응답하였음을 통계적으로 확인하였다.

※ Cronbach’s Alpha 계수(내적합치도계수) : 내적 일관성 분석으로 가장 많이 쓰이는 방법. 신뢰도 측정평가 방법으로 측정결과에 따라 설문항목의 신뢰성이 저하된 항목을 제거하여 측정도구의 신뢰도를 높이기 위한 방법.

※ 내적 일관성 분석 : 척도의 각 개별 항목이 전체 척도와 얼마나 상호 연관되어 있느냐를 나타내는 분석

모든 문항이 기준을 충족하였고 전문가 A 의견으로 “드렌처헤드의 문제점으로 분사각도 및 방수량, 유효방사 및 사정거리 등의 형식승인기준이 우선 필요하다고 생각한다.”와 같이 특정 항목의 내용 중복, 수정 등 추가적인 의견을 제시한 전문가가 존재하였다. 따라서 해당 문항은 이후 3차 델파이 조사에 수정 보완하여 반영하였다.

드렌처 감지기 분석 결과

제2차 델파이 조사 결과 드렌처 감지기 영역에서 평균값이 3.0점 이상, 내용타당도 비율이 .49 이상인 항목을 살펴보면 Table 4와 같이 설치 위치(M=4.467, CVR=.733) 1개 요인으로 도출되었으며, Cronbach’s α 계수가 .792로 전문가들은 본 설문을 일관성 있게 응답하였음을 통계적으로 확인하였다.

Table 3. Results of the 2nd delphi survey on drencher facility heads

하위요인	MEAN	SD	CVR	Cronbach's α
	3.0≤	-	.49≤	
재질	4.667	.900	.733	.987
구조	4.533	.990	.600	
분사각도 및 방수량	4.667	.816	.867	
유효 방사/사정거리	4.733	.799	.867	
내열시험	4.600	.910	.733	
영구변형/부식시험	4.667	.816	.867	
강도/충격시험	4.600	.910	.733	
살수분포/밀도시험	4.667	.816	.867	
설치 위치	4.600	.828	.867	

Table 4. Results of the second delphi survey on drencher detectors

하위요인	MEAN	SD	CVR	Cronbach's α
	3.0≤	-	.49≤	
설치 위치	4.467	1.060	.733	.792
정온식감지선형감지기	3.400	1.352	.067	
불꽃감지기	3.200	1.740	-.067	
광전식분리형감지기	2.867	1.598	-.333	
기타 적응성감지기	3.800	1.474	.200	

하위요인으로 설치 위치, 정온식감지선형감지기, 불꽃감지기, 광전식분리형감지기, 기타 적응성감지기가 있었다. 광전식분리형감지기(M=2.867, CVR=-.333)는 평균이 3.0 미만으로 나타났으며, 정온식감지선형감지기(M=3.400, CVR=.067), 불꽃감지기(M=3.200, CVR=-.067), 기타 적응성감지기(M=3.800, CVR=.200)의 경우 평균은 기준치를 충족하였으나 내용 타당도 비율이 .49 미만의 값으로 내용 타당도에 문제가 있음을 확인하였다. 그러나 이와 관련하여 전문가 A는 “외부의 화재로부터 대응하는 설비이므로 어느 특정 감지기에만 의존하기에는 무리가 있을 수 있으며 옥외형 감지기를 설치한다고 하더라도 방호대상 특정소방대상물이 아닌 인접건물 등의 화재를 감시해야 하는 문제가 발생할 수 있다”는 의견과 같이 적응형감지기의 필요성을 제기하는 다수의 전문가가 존재하였다. 따라서 해당 문항은 이후 3차 델파이 조사에서 수정 후 반영하였다.

기타 설비 분석 결과

기타 설비의 하위요인으로 제어 밸브, 수원, 내진설계, 펌프 및 배관이 있었다. 제2차 델파이 조사 결과 기타 설비 영역에서 평균값이 3.0점 이상, 내용 타당도 비율이 .49 이상인 항목을 살펴보면 Table 5와 같이 제어 밸브(M=4.400, CVR=.600), 내진설계(M=4.067, CVR=.600), 펌프(M=4.533, CVR=.867), 배관(M=4.400, CVR=.600) 기준을 충족하는 것으로 도출되었다. 또한 Cronbach's α 계수가 .884로 전문가들은 본 설문을 일관성 있게 응답하였음을 통계적으로 확인하였다.

Table 5. Results of the 2nd delphi survey on drencher’s other facilities

하위요인	MEAN	SD	CVR	Cronbach’s α
	3.0≤	-	.49≤	
제어 밸브	4.400	1.121	.600	.884
수원	4.200	1.146	.467	
내진설계	4.067	1.335	.600	
펌프	4.533	.834	.867	
배관	4.400	1.121	.600	

반면에 수원 하위요인은 평균은 기준치를 충족하였으나 내용 타당도 비율이 .49 미만의 값으로 내용 타당도에 문제가 있음을 확인하였다. 이에 전문가 A는 “스프링클러설비 화재안전기준 인용하여 사용하되, 연소확대방지를 위한 수원의 양은 일정량으로 한정할 필요가 있다”거나 전문가 B의 의견처럼 “수원은 지금 스프링클러설비의 기준처럼 해도 되는데 단지 드렌처설비에 대한 화재안전기준이 별도로 있어야 된다”와 같이 제시한 전문가가 일부 존재하였다, 따라서 해당 문항은 이후 3차 델파이 조사에 포함하지 않고 삭제하였다.

이상의 제2차 델파이 설문조사 결과를 요약하여 Table 6에 제시하였다.

Table 6. Item revisions after the second delphi survey survey

항목	하위요인	내용	수정 사항
드렌처 헤드	재질	타 살수헤드와 차별화된 재질에 대한 형식승인기준 필요	“재질 및 규격”으로 통합
	구조	타 살수헤드와 차별화된 헤드호칭, 부착나사의 호칭 등 구조에 대한 형식승인기준 필요	
	분사각도 및 방수량	타 살수헤드와 차별화된 분사각도 및 방수량(방수율)에 대한 형식승인기준 필요	
	유효 방사/사정거리	타 살수헤드와 차별화된 유효방사거리, 유효사정거리에 대한 형식승인기준 필요	“헤드 기능”으로 통합
	살수분포/밀도시험	타 살수헤드와 차별화된 살수분포시험, 살수밀도시험 등에 대한 형식승인기준 필요	
	내열시험	타 살수헤드와 차별화된 내열시험에 대한 형식승인기준 필요	
	영구변형/부식시험	타 살수헤드와 차별화된 영구변형시험, 부식시험에 대한 형식승인기준 필요	“헤드 성능”으로 통합
	강도/시험	타 살수헤드와 차별화된 강도시험, 충격시험 등에 대한 형식승인기준 필요	
감지기	설치 위치	인접건물로부터 화염차단이라는 설치목적에 부합이 되도록 외벽 설치	채택
	설치 위치	인접건물 화재시 당 건물로 확산을 방지하는 설치목적과 신속한 감지를 위해 외벽 설치	채택
	감지기 종류	설치장소별 유효한 적응성이 있는 적응성 감지기(정온식감지선형감지기, 불꽃감지기, 광전식분리형감지기, 기타 적응성감지기 등) 설치	수정 후 채택
기타 설비	제어 밸브	사용 가능한 제어밸브의 종류에 준비작동식 유수검지장치를 포함하는 관련규정 개선 필요	채택
	수원	고가수조(1/3), 전용수조, 건물높이를 고려한 시간(40분, 60분) 산정기준 등 수원에 대한 별도의 드렌처설비에 대한 기준 필요	삭제
	내진설계	신뢰성 확보 및 소화수조 등 타 소방시설을 공용으로 사용하므로 내진설계 필요	채택
	펌프	스프링클러설비용 펌프가 있는 경우에는 겸용으로 사용할 수 있도록 하는 관련규정 개선 필요	채택
	배관	비상전원, 타 설비와의 겸용여부, 작동시간, 연결송수관펌프의 적용여부 및 타 설비의 화재안전기준(NFSC)에서 언급되고 있는 명확한 기준 필요	채택

3차 델파이 분석 결과

제3차 델파이 분석결과는 Table 7에 제시하였다. 분석 결과 평균값이 3.0점 이상이고, 내용 타당도 비율이 .49 이상인 항목은 다음과 같이 도출되었다. 먼저, 드렌처 헤드의 하위요인 중 재질 및 규격(M=4.800, CVR=.867), 헤드 기능(M=4.867, CVR=.867), 헤드 성능(M=4.867, CVR=.867), 설치 위치(M=4.667, CVR=.733) 모두 평균 및 내용 타당도 비율이 기준치를 상회하는 것으로 나타나 최종 채택되었다. 다음으로, 기타설비의 하위요인 중 감지기 설치 위치(M=4.733, CVR=.867), 특수감지기 설치(M=4.733, CVR=.867), 제어 밸브(M=4.667, CVR=.867), 펌프(M=4.933, CVR=1.000), 배관(M=4.400, CVR=.733)의 평균 및 내용 타당도 비율이 기준치를 상회하는 것으로 나타나 최종 선택되었다. 반면에 내진설계(M=4.067, CVR=.333)은 내용 타당도 비율이 .49 미만으로 기준을 충족하지 못하여 제외하였다. 또한, 모든 하위요인에서 전문가 집단 의 ‘Cronbach’s α 계수’가 .70 이상으로 나타나 응답자 간 일관성은 양호한 수준인 것으로 확인되었다.

Table 7. Third delphi survey results

요인	하위요인	MEAN	SD	CVR	Cronbach's
		3.0≤	-	.49≤	α
드렌처 헤드	재질 및 규격	4.800	.561	.867	.936
	헤드 기능(살수분포, 살수밀도, 분사량, 분사속도, 유효방사거리 등)	4.867	.516	.867	
	헤드 성능(내열, 변형, 부식, 강도 등)	4.867	.516	.867	
	설치 위치(외벽)	4.667	.724	.733	
드렌처 감지기	감지기 설치 위치(외벽)	4.733	.594	.867	.774
기타 설비	특수감지기 설치(정온식감지선형, 불꽃, 광전식분리형 등)	4.733	.799	.867	
	제어밸브(준비작동식 밸브 사용가능 여부)	4.667	.816	.867	
기타 설비	내진 규정	4.067	1.335	.333	.774
	펌프(소방용 펌프가 없는 경우에 별도설치, 비상전원, 작동시간등)	4.933	.258	1.000	
	배관(헤드를 외벽설치시 실내와 환경이 다르고 타 소방배관과 비교하여 살수량, 압력차이)	4.400	1.121	0.733	

제3차 델파이 조사에서는 추가적인 설문 조사의 필요성을 검증하기 위하여 전문가 패널들의 의견 수렴도와 합의도, 안정도를 함께 분석하였다.

Table 8에 따르면 제3차 델파이 조사에서 전문가 패널들의 의견 수렴도는 모두 기준치인 .00~.50의 범위에 분포하므로 전문가 패널들의 합의점 도출이 존재하였음을 알 수 있으며, 합의도 또한 모두 .75의 기준을 충족하여 전문가 패널 의견의 합의가 이루어졌음을 통계적으로 검증하였다. 그리고 안정도 계수를 검증한 결과 모든 문항에서 .50 이하로 나타나 추가적인 델파이 조사가 필요 없는 것으로 판단된다.

여기까지 드렌처설비에 대한 세 차례의 델파이 분석 결과 최종 3차 분석을 통해 최초 드렌처설비 관련 전문가들을 대상으로 한 항목들 중에서 수조와 내진을 제외한 드렌처헤드와 관련된 항목들, 드렌처 감지기과 관련된 항목들 그 밖에 제어밸브, 펌프 등 기타 설비들에 대한 항목이 도출되었음을 알 수 있었다. 즉 도출된 항목들은 관련 전문가들이 설문 항목들에 대해서 타당하고 일관된 의견을 갖는다는 의미이고 다시 말해 드렌처 헤드나 감지기 등에 대해서 관련 기준의 필요성에 동의한다는 결과를 얻을 수 있었다.

Table 8. Convergence, consensus and stability of the third delphi survey results

요인	하위요인	수렴도	합의도	안정도
		≤.50	.75≤	≤.50
드렌처 헤드	재질 및 규격	.000	1.000	.117
	헤드 기능(살수분포, 살수밀도, 분사량, 분사속도, 유효방사거리 등)	.000	1.000	.106
	헤드 성능(내열, 변형, 부식, 강도 등)	.000	1.000	.106
	설치 위치(외벽)	.000	1.000	.155
드렌처 감지기	감지기 설치 위치(외벽)	.000	1.000	.125
	특수감지기 설치(정온식감지선형, 불꽃, 광전식분리형 등)	.000	1.000	.169
기타 설비	제어밸브(준비작동식 밸브 사용가능 여부)	.000	1.000	.175
	내진 규정	-	-	-
	펌프(소방용 펌프가 없는 경우에 별도설치, 비상전원, 작동시간등)	.000	1.000	.052
	배관(헤드를 외벽설치시 실내와 환경이 다르고 타 소방배관과 비교하여 살수량, 압력차이)	.500	.800	.255

드렌처 설비 관련 요인의 중요도-만족도 분석

앞서 3차에 걸친 델파이 분석을 통하여 드렌처 설비 관련 범위와 기준 개정 방안을 도출하였다. 본 절에서는 드렌처 설비 관련 요인에 대하여 실무자가 느끼는 각 속성에 대한 중요도는 어느 수준인지, 이에 부응한 만족도는 어느 정도인지 그 현상을 파악하고자 IPA(Importance-Performance Analysis) 분석을 실시하였다. IPA Matrix의 x축은 만족도, y축은 중요도를 의미하며, 두 축에 의해 구분된 공간은 다음 Fig. 3과 같은 의미를 갖는다.

제1사분면은 중요도와 만족도가 모두 높게 나오는 곳으로 지속적으로 유지·활성화 전략이 필요하다는 의미, 제2사분면은 중요도는 높으나 만족도가 낮아 집중적인 투자 및 개선이 요구되는 구간이라는 의미이다. 제3사분면은 중요도와 만족도가 모두 낮게 나타나는 저순위 구간으로, 현 상황에서는 투자나 개선이 불필요한 상태이라는 의미이며, 마지막으로 제4사분면은 만족도는 높지만 중요도가 상당히 낮은 구간으로 현 상태를 유지하는 것이 중요하다는 의미를 나타내고 있다.



Fig. 3. IPA matrix

본 연구에서 활용된 실무자 집단은 총 43인으로 실무자 패널의 일반적 특성을 보면, 종사 분야는 관련분야 공무원(건축, 소방, 기타) 1명(2.3%), 기타 관련 기술자 3명(7.0%), 소방 관련 기술자(설계, 시공, 감리 등) 39명(90.7%)으로 나타났으며 경력은 5년 미만인 12명(27.9%), 5~10년이 9명(20.9%), 10~20년이 1명(2.3%), 20년 이상이 21명(48.8%)으로 나타났다.

드렌처설비에 대한 지식 수준에 대한 경험 유무를 보면 드렌처설비에 대해 알고 있었고 접한 경험이 있는 사람이 22명(51.2%), 알고 있었지만 접한 경험이 없는 사람이 21명(48.8%)으로 나타났다. 실무자들은 델파이분석의 패널에서와 같이 전문가뿐만 아닌 실무에 종사하는 실무자를 포함하였기에 경험이 다소 짧은 실무자도 포함되었기에 경험이 있는 사람과 없는 사람의 비율이 비슷하게 나온 것으로 판단된다.

중요도 및 만족도 분석(IPA, Importance-Performance Analysis)

다음으로 드렌처 설비 요인에 대한 중요도-만족도 분석을 수행한 결과는 Fig. 4 및 Table 9와 같다. 분석 결과, 집중적인 투자와 우선적 고려가 필요한 요인(제2 사분면)은 “헤드 기능”, “헤드 성능”으로 나타났다. 반면에 중요도와 만족도 수준이 모두 낮은(제3 사분면) 요인은 “헤드 설치 위치”, “감지기 설치 위치”, “특수 감지기 설치”로 확인되었다.

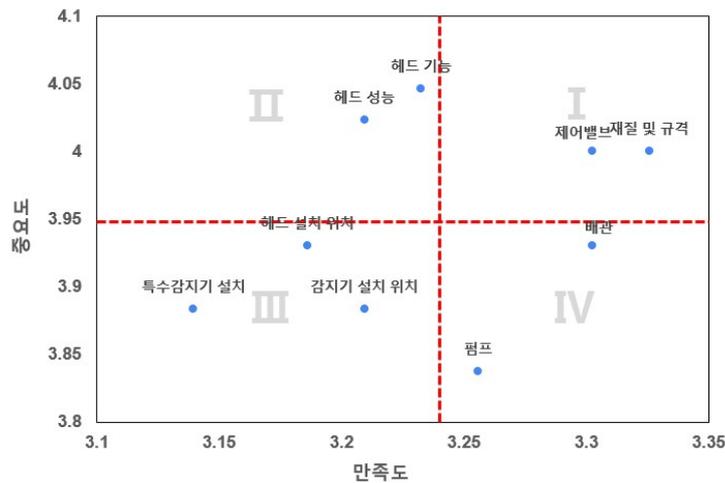


Fig. 4. IPA analysis of importance and satisfaction

Table 9. IPA analysis of importance and satisfaction

제 2 사분면 (집중 영역)		제 1 사분면 (유지 영역)	
2.	헤드 기능	1.	재질 및 규격
3.	헤드 성능	7.	제어 밸브
제 3 사분면 (저순위 영역)		제 4 사분면 (과잉 영역)	
4.	헤드 설치 위치	8.	펌프
5.	감지기 설치 위치	9.	배관
6.	특수 감지기 설치		

결론

본 연구에서는 방화지구 내 인접건축물의 화재로 인한 화재확산을 방지하기 위해 설치하는 설비인 드렌처설비를 법률적, 기술적으로 검토하여 건축법과 소방법의 불명확성을 확인하고 필요한 기준의 개정을 제시하고자 하였다.

드렌처설비가 건축설비이지만 실제 소방분야에서 적용하고 있으므로 건축전문가와 소방전문가로 구성된 패널들을 대상으로 델파이분석을 1차, 2차, 3차에 걸쳐 조사하였다. 분석결과 드렌처설비의 헤드, 감지기, 그밖에 기타 설비들에 대한 조사 항목들이 건축법과 소방법으로 상이하여 발생하는 법률적 문제점, 그리고 드렌처설비의 본연의 기능을 충실히 발휘하지 못하는 기술적 문제점 등 본 연구에서 제기하는 문제점을 돌출하기 위한 항목들로 유효함을 확인할 수 있었다.

또한, 그 결과를 토대로 드렌처설비를 구성하는 요소 중에서 우선 개정이 필요한 설비는 직접 살수가 이루어지는 드렌처설비의 헤드임을 IPA 분석을 통해 알 수 있었고, 헤드에 대한 방사압, 분사각도, 분사량 등의 구체적 기준이 필요함을 알 수 있었다.

본 연구의 결과로 향후 드렌처설비 헤드 및 기타 부속 설비의 기준이 개정되는 평가자료로서 가치가 있다고 판단된다.

Acknowledgement

본 연구는 국립소방연구원의 “소방산업육성 및 기술혁신을 위한 R&D 기획연구”의 지원으로 수행되었습니다.

References

- [1] Anderson, D.-R. (1997). *Strand of System, The Philosophy of C, Peirce*. Purdue University Press, US.
- [2] Choi, J.-H., Choi, S.-H., Cho, K.-S., Chae, S.-U. (2020). “An experimental study for the fire performance of EIFS with a drencher system.” *Korean Society Of Hazard Mitigation*, Vol. 20, No. 3, pp. 123-130.
- [3] Dalkey, N.-C. (1981). *The Delphi Method: An Experimental Study of Group Opinion*. The Rand Corp., RM-5882-PR, USA.
- [4] Ewing, D.-M. (1991). *Future Competencies needed in the Preparation of Secretaries in the State of Illinois Using the Delphi Technique*. Doctoral Dissertation, University of Illinois at Urbana-Champaign.
- [5] Ewing, D.-M. (1992). *Private Security Law: Case Studies*. Butterworth-Heinemann, US.
- [6] Lawshe, C.-H. (1975). “A quantitative approach to content validity.” *Personnel Psychology*, Vol. 28, No. 4, pp. 563-575.
- [7] Lee, J.-H. (2018). “A study on the design of information security gifted education performance evaluation model.” *Digital Management Research*, Vol. 5, No. 1, pp. 1-31.
- [8] Lee, J.-S. (2001). *Delphi Method*. Gyoyukgwahaksa, Seoul.
- [9] Lee, S.-C., Kim, B.-J., Lee, J.-O., Park, C.-H., Hwang, C.-H. (2016) “An experimental study on the effects of the shape of a drencher head on the characteristics of a water curtain.” *Journal of Korean Institute of Fire Science & Engineering*, Vol. 30, No. 3, pp. 86-93.
- [10] Min, S.-H., Yun, J.-E., Sun, J.-E., Jeong, S.-H., Chea, C.-H., Kim, S.-J. (2012). “Research for the configuration of the outside sprinkler system.” *Journal of Korean Institute of Fire Science & Engineering*, Vol. 26, No. 1, pp. 102-112.

- [11] National Statistical Office (2018). Urban Planning Status Use District, Korea.
- [12] Nunnally, J.-C. (1978). Psychometric Theory (2nd Ed.). McGraw Hill, US.
- [13] Skulmoski, G.-J., Hartman, F.T., Krahn, J. (2007). “The delphi method for graduate research.” *Journal of Information Technology Education: Research*, Vol. 6, No. 1, pp. 1-21.
- [14] The Office of Legislation (2023a). Act on Planning and Use of National Land. Article 37, Korea.
- [15] The Office of Legislation (2023b). Fire Safety Technical Standards for Sprinkler Facilities. 2.12
- [16] The Office of Legislation (2023c). Rules about Standards such as Evacuation and Fire Protection Structures of Buildings. Article 23, Korea.
- [17] Wikipedia, https://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%A6%AC%EC%BB%A4%ED%8A%B8_%EC%B2%99%EB%8F%84
- [18] Zhang, F.-D., Wang, C.-L. (2017). “Design of recycling fire drencher system.” *Advances in Engineering Research*, Vol. 132 , pp. 23-26.