

## Safety shower 설치 및 관리기준 개선에 관한 연구

이동혁 · †유병태\*

한국바스프 안전과, \*화학물질안전원

(2018년 10월 8일 접수, 2018년 11월 19일 수정, 2018년 11월 20일 채택)

## A Study on the Development of Installation and Management of Safety Shower

Dong Hyeok Lee · †Byung Tae Yoo\*

Department of safety, BASF, Yeosu 373-15, Korea

\*National Institute of Chemical Safety

(Received October 8, 2018; Revised November 19, 2018; Accepted November 20, 2018)

### 요약

최근 화학공장에서 사고가 빈번히 발생하여 화학공장의 위험성에 대한 논란이 다시 대두되고 있다. 화학공장에서 발생하는 사고유형은 대부분 화재, 폭발, 누출사고이다. 화재, 폭발사고의 경우는 사고발생 직후 사상자가 발생하지만 누출사고는 즉각적으로 대처하지 못해 사상자가 발생하는 경우가 많다. 특히 화학물질이 피부에 침투하는 경우는 즉시 물로 씻어주면 사망, 실명, 화상과 같은 비가역적인 건강장애를 예방할 수 있다. 이렇게 화학물질이 피부, 눈 등에 노출된 경우 씻을 수 있는 장소가 바로 세안 등의 설비(이하 safety shower)이다. 하지만 국내 화학공장은 대부분 1980년대에 건설되어 노후화, 관리미흡 등으로 safety shower가 비상상황 시 정상 작동하지 못하는 경우가 많다. 따라서 설치/관리기준을 통해 safety shower에 대한 성능을 확보하는 것이 필요하다. 이 논문에서는 safety shower의 설치 및 점검기준을 통해 safety shower의 신뢰도를 향상시키는 연구를 수행하였다.

**Abstract** - Currently chemical plant risk have been issued by occurring frequent accidents. Accidents can be generally composed of fire, explosion, release in chemical plant. In case of fire and explosion, accident victims are occurred immediately after accident but release accident, late emergency response cause damage to worker. Especially, there are many victims by late emergency response against chemical exposure to skin. In case of chemical exposure to skin, irreversible damage like death, blindness, burn can be prevented by washing immediately. Safety shower can provide the cleaning for chemical exposure to eye, skin. Most of chemical plants are built in 1980s so equipment become superannuated. In this reason, safety shower also cannot operate normally in emergency situation. Therefor safety shower should be managed by installation and management guideline. This study perform the establishment guideline for safety shower installation and inspection to increase the reliability.

**Key words** : safety shower, installation/management, legionella

### I. 서론

추락, 낙하, 끼임 등과 같은 일반적인 산업사고는

사고발생 즉시 작업자에게 큰 피해를 주지만 이와는 다르게 화학물질에 노출되는 사고는 화학물질의 특성에 따라 작업자에게 즉시 피해를 줄 수도 수 시간이 지난 후에 피해를 줄 수도 있다. 후자와 같이 체내에 잠복한 후 일정시간이 지나야 증상이 나타나는 화학물질에 노출되는 사고는 노출자에게 신

†Corresponding author: flyduck@korea.kr  
Copyright © 2018 by The Korean Institute of Gas

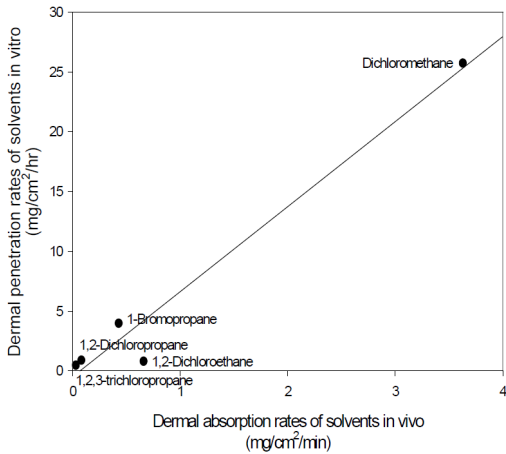


Fig. 1. Dermal absorption rates of chemicals

속한 응급처치와 치료가 이루어진다면 비가역적인 피해 없이 회복시킬 수 있다. 따라서 사고에 대한 비상대응은 모든 산업사고에 대해 중요하게 여겨지지만 화학물질에 노출되는 사고에 특히 대두된다.

화학물질은 피부를 통해 빠르게 흡수될 수 있다.

Fig. 1.과 같이 Dichloromethane의 피부흡수속도는  $25.73\text{mg}/\text{cm}^2 \cdot \text{hr}$ 이다[1]. 이는 만약 작업자의 전신 ( $10000\text{cm}^2$  가정)에 Dichloromethane이 노출된 상태로 10분이 경과하면 약  $42883\text{mg}$ 이 피부를 통해 흡수될 수 있음을 의미한다. 작업자의 체중이  $70\text{kg}$ 이라면 LD50 값( $2000\text{mg}/\text{kg}$ )의 약 1/3에 해당하는 양에 노출된 것으로 생명이 위태로울 수 있다.

화학물질에 노출된 경우 즉시 화학물질을 제거할 수 있는 응급조치가 필요하다. 이렇게 작업 현장에서 응급조치를 할 수 있는 곳이 바로 safety shower이다. 따라서 safety shower는 항상 그 성능이 확보되어야 한다. Safety shower는 아래와 같이 긴급샤워기와 세안설비로 구성된다[2].

- 긴급샤워기(Emergency shower): 노출자의 몸 전체를 세척하는 목적으로 설치된 샤워꼭지와 샤워꼭지에 세척용수를 공급하는 조작 밸브로 구성된 설비
- 세안설비(Eye shower): 물을 상 방향으로 분사하여 눈을 세척하는 데 사용되는 기구

화학물질 누출사고는 용기의 개방, 배관의 분리 등 비정상작업 시 빈번하게 발생할 수 있다. 특히 노후화된 공장은 가동기간 동안 실시한 수차례의

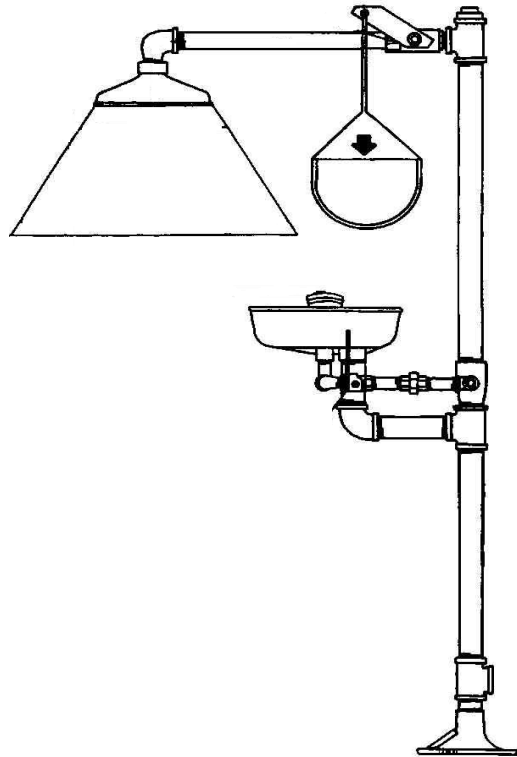


Fig. 2. Safety shower

변경관리로 인해 추가된 설비, 배관 등으로 초기보다 작업장이 복잡하여 작업자의 실수를 유발할 수 있으며 설비 자체의 건전성이 낮아 가스켓의 파열이나 pinhole로 인한 누출사고가 발생하기 쉽다. 또한 펌프의 효율감소, 배관 내 녹의 발생으로 safety shower 역시 제 기능을 발휘하지 못할 수 있다. 따라서 노후화된 공장일수록 safety shower의 관리가 중요하다.

## II. Safety shower 설치 기준

### 2.1 Safety shower 위치

Safety shower는 비상상황 시 신속하게 접근할 수 있는 곳에 설치되어야 한다. 따라서 safety shower 주변에는 장애물로 인해 접근에 제한을 주어서는 안되며 누구나 찾기 쉬운 장소에 있어야 한다. 공정 내 설비의 배치는 공정의 특성에 따라 좌우되며 일반화시키기 어렵다. 또한 설비는 잠재적인 누출의 위험이 있으므로 safety shower가 설비 주변에 있는 것은 바람직하지 않다. 통로의 경우 접근하기 쉬운

장점은 있으나 지게차나 중량물을 취급하는 기구에 의해 safety shower가 파손될 수 있으며 위급상황 시 작업자의 대피를 방해할 수 있다. 따라서 safety shower의 위치는 주변에 장애물이나 설비가 없고 접근이 용이한 비상구 주변이 적합하다. 비상구는 공정의 외면으로 통하고 있어 노출자에게 1차적인 조치 후 즉시 이송할 수 있으며 수평거리, 크기, 개폐 등 법적으로 접근성을 보장받기 때문에 비상구의 외면 또는 내면에 safety shower를 설치해야 한다. 비상구의 경우 아래와 같은 법적 기준에 따라 안전한 장소로 대피할 수 있는 비상구를 1개 이상 설치해야 한다[3].

- 출입구와 같은 방향에 있지 아니하고, 출입구로부터 3미터 이상 떨어져 있을 것
- 작업장의 각 부분으로부터 하나의 비상구 또 출입구까지의 수평거리가 50미터 이하가 되도록 할 것
- 비상구의 너비는 0.75미터 이상으로 하고, 높이는 1.5미터 이상으로 할 것
- 비상구의 문은 피난 방향으로 열리도록 하고, 실내에서 항상 열 수 있는 구조로 할 것

또한 공정내부 바닥이나 벽에는 유도선 또는 표지판을 설치하여 safety shower를 쉽게 찾을 수 있도록 유도해야 한다. Safety shower는 일반적으로 노출자의 작업복을 탈의한 상태에서 사용한다. 만약 겨울철이라면 낮은 기온으로 인하여 노출자의 체온을 떨어뜨릴 수 있으며 여름철이라 하더라도 여벌의 옷이 없다면 safety shower의 사용을 주저할 수 있다. 따라서 safety shower 주변에 수건, 여벌옷 등을 보관할 수 있는 구급함 등을 비치하여 비상시 safety shower를 즉시 사용하고 체온을 유지할 수 있어야 한다.

## 2.2 Safety shower 수압

Safety shower에 공급되는 물의 수압이 너무 낮거나 높으면 safety shower가 기능을 유지하기 어렵다. 수압이 너무 낮은 경우 세안설비의 물높이가 너무 낮고 긴급샤워기의 유량이 작아 세척이 어려우며 수압이 너무 높은 경우 세안설비의 물높이가 너무 높아 노출자의 눈에 상해를 입힐 수 있다. 또한 세안설비의 양쪽 분사구의 차압이 불균일할 경우 물높이의 불균형으로 제 기능을 발휘하지 못한다. 세안설비의 적정 물높이는 약 10cm ~30cm 이다[4].

Safety shower에 대한 국제기준에 따르면 Table 1.과 같이 긴급샤워기에는 60~75L/min의 유량이



Fig. 3. Route marking to safety shower on floor



Fig. 4. Inappropriate water height by high pressure



Fig. 5. Inappropriate water height by low pressure

세안설비에는 6L/min의 유량이 공급되어야 세안, 세척성을 유지할 수 있다. 배관에 흐르는 유량과 이에 따라 요구되는 압력은 아래와 같이 정의할 수 있다.

$$Q = A \times V$$

$$P = \frac{\rho}{2} \left( \frac{Q}{A} \right)^2$$

긴급사위기와 세안설비가 동시에 작동한다고 하



Fig. 6. Inappropriate water height by different pressure resistance.

면 필요한 유량은 각 60L/min, 6L/min으로 약 66L/min 이상이 필요하다. 만약 배관 내경이 1inch(2.54cm)라고 하면 물의 밀도는 0.001 kg/cm<sup>3</sup> 임으로 유량 66L/min (1100cm<sup>3</sup>/s) 공급을 위한 필요압력을 아래와 같이 계산할 수 있다.

$$P = \frac{0.001kg/m^3}{2} \left( \frac{1100cm^3/s}{20.258cm^2} \right)^2$$

$$= 1.474kg/cm^2$$

하지만 위 수식은 배관에 흐르는 유량을 대략적으로 정의하기 위한 단순 계산이다. 실제로는 safety shower가 설치된 높이에 의한 수두, 배관 내 마찰에 의한 손실 등에 의해 safety shower에 도달하는

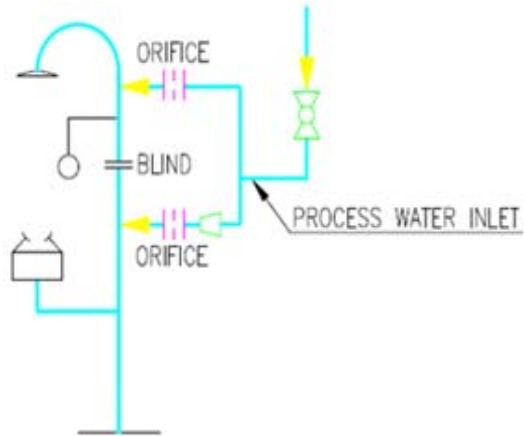


Fig. 7. Valve and orifice for pressure control.

Table 1. Safety shower guideline

Elements		AEN 15154	DIN 12899-3: 2009	ANSI Z358.1 / AS4775:2007
Flow Rate	Emergency shower	60L/min for 15 mins	Splits into 3 separate classes with 2 different flowrate bands (between 30 and over 100L/min)	75.7 L/min for 15 mins
	Eye wash	6L/min for 15 mins	6L/min for 15 mins	1.5 L/min for 15 mins
Temperature		15° - 37° C	15° - 37° C	16° - 38° C
Water Quality		Potable water / similar quality of water	Local drinking standard	Potable
Water Pressure at Inlet Supply		NA	NA	210 kPa

압력은 더 작을 수 있다. 따라서 실제로는 계산값보다 더 큰 양정이 필요하다. 압력손실은 펌프로부터의 거리, 높이에 따라 결정됨으로 펌프에 가까이 설치된 safety shower에는 과압이 형성될 수 있으며 반대로 펌프에서 멀리 설치된 safety shower에는 압력이 모자랄 수 있다. 따라서 펌프는 가장 저항이 많은 safety shower를 기준으로 설계해야 하며 각 safety shower에 Fig. 7.과 같이 밸브, 오리피스 등 압력을 조절할 수 있는 장치를 설치하여 유량, 압력을 적절히 조절해야 한다.

### 2.3 설치도면

일반적으로 safety shower 공급하는 물은 공정에서 사용하는 물과 독립적으로 구성한다. 만약 safety shower의 신규 설치 시 수원을 잘 못 연결하면 수질을 확보할 수 없다. 따라서 신규설치나 기존 safety shower의 유지보수를 위해 P&ID 등과 같이 도면을 작성하여 관리해야 한다.

### 2.4 작동상태 유지 및 확인

Safety shower는 비상상황을 대비하여 항상 작동되어야 한다. 따라서 규격에 맞는 설치뿐만 아니라 작동상태를 유지해야 한다. 우리나라의 겨울철 평균기온은 약 -3℃로 실외에 설치되는 배관은 동파될 수 있으며 동파되지 않는다 하더라도 샤워나 눈을 세척하기에는 너무 차가울 수 있다. Table 1.와 같이 safety shower에 공급되는 물의 온도는 15~38℃가 적절하다. 따라서 공급배관에는 보온 및 electric tracing을 적용하여 항상 일정한 온도를 유지해야 한다.

Safety shower의 전단에는 유량조절, 설비의 유

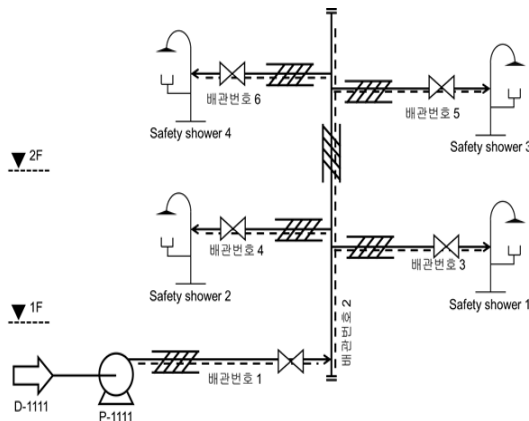


Fig. 8. P&ID for safety shower

지보수를 위해 밸브를 설치한다. 이 밸브가 잠길 경우 safety shower에 물을 공급할 수 없기 때문에 개방상태를 항상 유지할 수 있도록 CSO를 체결해야 한다.

Safety shower가 작동했다는 것은 비상상황이 발생했음을 의미한다. 화학물질에 노출된 사람은 정상적인 판단을 내리기 어려우며 자신의 상황을 주변에 전파하기 어렵다. 따라서 safety shower 사용 시 작동하는 알람을 설치하여 주변에 비상상황이 발생하였음을 알려야 한다. 이 알람은 safety shower 주변에 설치하거나 작업장에 사람이 상주하지 않을 경우 조종실 등 사람이 항상 상주하는 곳에 연동시켜야 한다.

## III. 수질관리

### 3.1 Safety shower 수원

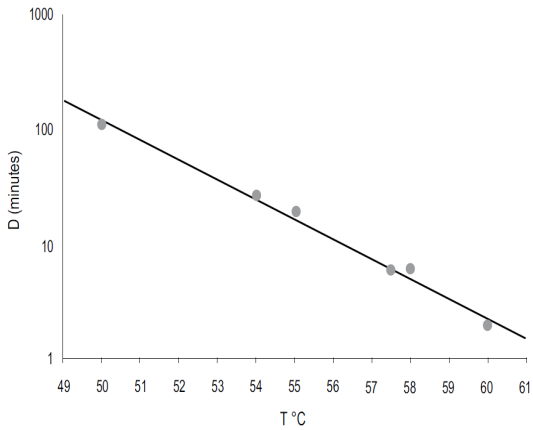
Safety shower에서 분출되는 물은 사람에게 직접 분사되며 일부는 섭취할 수도 있다. 따라서 Table 1.에서와 같이 safety shower에 사용되는 물은 먹는 물에 준하여 관리되어야 한다. 따라서 미생물, 건강상 유해영양 무기물질, 건강상 유해영양 유기물질, 소독제 및 소독부산물질, 심미적 영향물질, 방사능에 대한 기준에 적합한 물을 사용해야 한다[8,9]. 일반적으로 상수도의 수질은 safety shower에 사용하기 적합하다. 수원에서의 수질이 적합하더라도 배관의 노후화로 인해 녹, 중금속 등의 이물질이 물에 포함될 수 있다. 따라서 세안설비에는 이물질을 걸러줄 수 있는 필터를 삽입해야 한다.

### 3.2 레지오넬라균

지하수, 호수, 하천 등과 같은 자연적인환경이나 냉각탑, 소방용수, 공업용수 등의 인공적인 환경에 레지오넬라균이 번식할 수 있다. 레지오넬라 균은 박테리아의 일종으로 환경수계에 이미 존재하고 있는 담조류, 아메바 등을 영양으로 증식하고 있다가



Fig. 9. Eye washer filter



D=time in minutes to kill 90% of the population

**Fig. 10.** Decimal reduction times for *L. pneumophila* serogroup 1 at different temperatures

에어로졸이 발생하였을 때 사람의 호흡기를 통하여 폐포까지 들어가 증식하여 아래와 같은 질병을 일으킨다.

- 폐렴형(레지오넬라증): 2~10일의 잠복기가 있으며 고열, 두통 및 착란과 같은 중추신경계 증상을 일으키며 입원환자의 경우 40~80% 치명률을 보임
- 독감형(폰티악열): 24~48시간의 잠복기가 있으며 고열, 오한, 두통의 증상을 일으키며 대부분 1주일 안에 회복

레지오넬라 균은 20°C 이하에서 휴면상태로 존재하며 30~40°C에서 이상적으로 증식한다. Safety showers는 항상 상온이 유지되며 작동 시 사람의 호흡기 주변으로 물이 흩뿌러지기 때문에 사람이 흡입할 수 있으므로 레지오넬라균에 대한 위험성이 특히 높다고 볼 수 있다. 또한 에어로졸은 바람을 타고 3.2~20km까지 전파될 수 있으므로 safety shower를 직접 사용하는 노출자뿐만 아니라 주변의 다른 사람까지도 감염시킬 수 있다[5].

수계에서 레지오넬라균을 완전히 박멸하는 것은 불가능하다. 따라서 안전한 범위 이내로 균수를 조절하는 것이 필요하다. 레지오넬라균의 위험성은 Table 3.와 같이 집락형성단위에 따라 결정된다. Safety shower system은 레지오넬라균이 증식하기 이상적인 환경이며 측정 시 청소 및 소독 등으로 레지오넬라균이 발견되지 않았다 하더라도 10일을

**Table 2.** Growth of legionella in each temperature

Temperature	Status of legionella
70°C	Immediately death
60°C	Death within 2 min
48°C~50°C	Cell proliferation is limited
32°C~42°C	Idle cell proliferation
25°C~45°C	Cell proliferation
20°C 이하	Domant state

**Table 3.** Recommendation by legionella CFU

Range	CFU/liter	Countermeasure
Recommendation	under $1 \times 10^3$	Not required
Observation	$1 \times 10^3 \sim 1 \times 10^4$	Observation by inspection after 2~3weeks
Caution	$1 \times 10^4 \sim 1 \times 10^6$	Observation by inspection after 2~3weeks, consideration of cleaning, disinfection
Emergency	over $1 \times 10^6$	Perform the cleaning, disinfection immediately and check

전후하여 원래상태로 돌아가기 때문에 주기적인 측정이 필요하다. 만약 측정 시 레지오넬라균이 발견되었다면 레지오넬라균을 사멸하는 조치가 필요하다. Safety shower의 물은 사람에게 직접 살수하기 때문에 염소, 화학약품에 의한 소독보다 drain 및 가열을 통한 방법이 더 효과적일 수 있다. Fig. 10.과 같이 60°C 이상으로만 가열해도 수 분내 모두 사멸하기 때문에 만약 레지오넬라균이 자주 측정된다면 저장탱크 등 safety shower system을 주기적으로 가열시키는 조치가 필요하다[5,6,7].

#### IV. 점 검

Safety shower는 비상시 항상 사용할 수 있도록 초기 설치기준에 따른 상태를 지속적으로 유지해야

**Table 4.** Safety shower checklist

Checklist	Criteria	Measurement	Period
valve closing status	CSO	visual	weekly
water height of eye shower	10~30cm	operation	weekly
eye shower filter	status	visual	weekly
water quality	solid, debris	visual	weekly
water temperature	15~38°C	operation	weekly
operation alarm	alarm	operation	weekly
emergency kit	quantity	visual	weekly
legionella	$1 \times 10^3$ CFU/liter	sampling	quarterly

한다. 따라서 safety shower의 상태를 확인하기 위해 Table 4.에 따른 점검항목을 주기적으로 점검해야 한다. 점검주기는 해당 사업장의 상태, 상황에 따라 변경할 수 있지만 밸브의 잠금 상태, 물높이 등 기본적인 점검항목의 경우는 가능한 자주 점검해야 한다.

### V. 결론 및 고찰

Safety shower의 설치 및 관리 기준에 대하여 연구하였다. Safety shower가 정상작동하기 위해서는 배관 직경에 따른 유량 및 수압이 중요하며 이를 위해 펌프의 용량, 유량조절밸브, 오리피스 등을 설치해야 한다. Safety shower의 신뢰도를 높이기 위하여 밸브 등의 차단 장치는 항상 개방된 상태를 유지해야 한다. 또한 동파방지, 사용자의 체온유지 등을 위해 일정온도를 유지해야 하며 작동 시 주변

에 비상상황을 알릴 수 있는 알람을 설치해야 한다. Safety shower의 사용으로 인해 2차 사고를 발생시켜서는 안된다. 따라서 safety shower에 사용하는 물은 먹는 물 기준에 적합해야 하며 필터 등을 설치해 눈에 이물질이 분사되는 것을 방지해야 한다. 물에 레지오넬라균의 수가 많으면 이로 인해 2차 감염을 일으킬 수 있으므로 레지오넬라균 수를 측정하고 safety shower system을 drain/가열하는 등의 조치를 통해 레지오넬라균의 수를 억제해야 한다. Safety shower의 성능을 유지하기 위해 상기 항목을 사업장의 상태, 상황에 따라 주기적으로 점검해야 한다. Safety shower는 사고 발생 시 노출자를 보호하는 최후의 보루이다. Safety shower의 설치 및 관리기준을 통해 안전조치를 실시함으로써 보다 안전한 사업장을 만들 수 있을 것이다.

### REFERENCES

- [1] KOSHA, "H-RD-I-2000-33-158 액상용제의 피부 흡수와 증기상용제의 전신폭로에 의한 흡수연구", (1999)
- [2] KOSHA, "D-44-2016 세안 설비 등의 성능 및 설치에 관한 기술지침", (2016)
- [3] 고용노동부, "산업안전보건기준에 관한 규칙", (2018)
- [4] BASF, "N-S-PI 220, Emergency Showers and Eye/Face Wash Stations, (2017)
- [5] WHO, "LEGIONELLA and the prevention of legionellosis, (2007)
- [6] BASF, "A-GP-IHY-050, Legionella Management Program", (2017)
- [7] 질병관리본부, "11-1352159-00575-14 레지오넬라증 관리지침, (2016)
- [8] 환경부, "먹는 물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙", (2017)
- [9] DIN "12899-3 EMERGENCY SAFETY SHOWERS - PART 3: BODY SHOWERS FOR PRODUCTION AND LOGISTIC SITES, (2009)