

연구보고서

위험물 제조·취급 작업장 비상구 설치기준 개선방안 마련

최영보·강찬규·장봉조·정성훈·손현우·김은지·박영은·장혁진

제 출 문

산업안전보건연구원장 귀하

본 보고서를 “위험물 제조·취급 작업장 비상구 설치기준
개선방안 마련”의 최종보고서로 제출합니다.

2022년 10월

연구진

연구기관 : **충북대학교 산학협력단**

연구책임자 : 최영보 (교수, 충북대학교 안전공학과)

연구원 : 강찬규 (교수, 한경대학교 사회안전시스템공학부)

연구원 : 장봉조 (대표이사, 주식회사 릴라이어블)

연구원 : 정성훈 (연구원, 충북대학교 국가위기관리연구소)

연구보조원 : 손현우 (박사과정, 충북대학교)

연구보조원 : 김은지 (석사과정, 충북대학교)

연구보조원 : 박영은 (석사과정, 충북대학교)

연구보조원 : 장혁진 (학사과정, 충북대학교)

요약문

- 연구기간 2022년 04월 ~ 2022년 10월
- 핵심단어 비상구 설치기준, 화재대피, 성능위주설계, 위험물
- 연구과제명 위험물 취급·제조 작업장 비상구 설치기준 개선방안 마련

1. 연구배경

산업안전보건법은 산업안전보건기준에 관한 규칙(약칭:안전보건규칙) 제17조에서 위험물질 제조·취급 작업장의 비상구 설치기준을 규정하고 있다. 하지만 소규모 작업장은 구조적인 이유로 안전보건규칙 제17조에 따라 비상구를 설치하기 어렵다는 문제점이 지속해서 제기되어 왔다. 따라서 비상구 관련 국내외 규정과 기준을 비교·분석하여, 규제 수준의 적정성을 검토하고, 위험물 제조·취급 작업장의 실태를 파악하고, 위험물질의 특성 및 성능위주설계 등을 고려하여 비상구 설치기준의 합리적인 개선 방안 마련하는 것이 필요하다. 또한, 개선 방안에 따른 문제점을 예상하여 이를 최소화하는 것이 중요하다.

2. 주요 연구내용

비상구와 관련된 국내 건축법, 다중이용업소법, 미국 OSHA 1910 코드, 미국 NFPA 101 코드, 캐나다 및 영국 건축법을 조사한 결과, 모든 규정은 출입구 외에 1개 이상의 비상구를 설치하는 것을 원칙으로 하며, 안전보건규칙과 비상구 크기 규정이 유사하다. 다만, 국외 규정은 용이한 탈출이 가능하

도록 비상구 폭을 다양하게 규정한다. 비상구 위치와 관련하여, 안전보건규칙은 출입구와 같은 방향에 비상구를 설치할 수 없도록 하나 다중이용업소법은 부득이한 경우 같거나 다른 방향에 설치하는 것을 허용한다. 안전보건규칙은 비상구와 출입구 사이의 이격거리를 3 m 이상으로, 건축법, 다중이용업소법, NFPA 101, 캐나다 건축법은 사업장(거실) 구역의 최대 대각선 치수의 1/2 이상으로, 영국 건축법은 거실의 각 부분에서 바라본 피난로 사이의 각도를 45° 이상으로 다르게 규정한다. 한편, 안전보건규칙은 수평거리를 기준으로 작업장의 각 부분으로부터 출입구 또는 비상구까지의 거리를 50 m 이하로 규정하나, 국내 건축법, NFPA 101, 캐나다 및 영국 건축법은 보행거리를 기준으로 18 m ~ 46 m 이하로 규정한다. 또한, 안전보건규칙은 작업장 바닥면 가로, 세로 길이를 기준으로 비상구 설치 면제를 규정하지만, 다중이용업소법은 면적을 기준으로 규정하며, 국외 규정은 작업장의 바닥면적, 보행거리 등 많은 조건 충족 시 단일 피난로를 허용하여 국내 법령에 비해 엄격하게 규제한다.

비상구 설치 예외를 위한 위험물질의 기준량 적용 가능 여부를 검토하고자, 여러 법령의 위험물질 기준량을 비교·분석한 결과, 안전보건규칙 [별표 9]의 위험물질 분류가 안전보건규칙 [별표 1]과 가장 유사하나, 기준량 적용 대상이 다르고, [별표 1]에 규정된 혼합물질의 기준량이 없어 차용하는 것은 무리가 있다. 이에 ALOHA 프로그램을 활용하여 안전보건규칙 [별표 9]의 규정량 또는 그 이하의 질량으로 순간 누출되는 피해 영향범위를 분석하였다. 그 결과, [별표 9] 규정량의 10%에 해당하는 양만 누출되어도, 25 m 이상의 범위에서 폭발하한(LEL)의 25% 농도로 증기운이 형성되며, 11 m 이상의 범위까지 심각한 부상과 사망자가 발생할 수 있는 폭발 과압(3 psi)이 미치는 것으로 계산되었다. 특히 에탄올, 아세톤 등 소규모 사업장에서 많이 사용되는 가연성 물질은 1 kg만 누출되어도 약 10 m ~ 11 m 범위에서 가연성 증기운이 형성되고, 폭발 과압이 미칠 수 있는 것으로 나타났다. 따라서 소량의 위험물질 취급 시 비상구 설치를 면제하는 것은 신중할 필요가 있다.

위험물 제조·취급 사업장 의견 조사를 위한 온라인 실태조사에 응답한 사업

장은 44개소로 대부분 인화성 액체·가스를 주로 사용하는 것으로 나타났다. 이들은 비상구와 출입구의 이격거리 기준과 비상구의 위치 기준을 준수하기 어렵다고 답하였다. 비상구 설치 예외 대상 확대를 위한 바닥면적 기준은 50 m² 이하가 적합하다는 의견이 많았다. 하지만 응답 사업장 중 68.2%는 설치 예외 대상 확대 시 대피 어려움 발생을 예상하며 부작용을 염려하는 것을 알 수 있었다. 한편, 6곳의 기업을 방문하여 비상구 실태를 확인하고 현장 인터뷰를 진행한 결과, 소규모 사업장은 기존 건물을 임대하는 경우가 많고, 3면이 내력벽인 작업장이 많아 구조적으로 비상구의 추가 설치가 어렵다고 답하였다. 또한 중소, 중견기업은 사용 중인 위험물질의 종류와 양을 정확하게 파악하지 못하고 있었으며, 설비 등의 설치 공간을 확보를 위해 비상구를 사용할 수 없는 상태로 관리하는 경우도 목격되었다. 대기업의 경우에도 50 m의 수평거리 기준을 준수하지 못하는 경우가 있다고 답하였다.

소방법의 성능위주설계는 전문 지식과 인력이 부족한 중소, 중견기업은 활용이 어렵다. 또한, 신축 건물에 대해서만 성능위주설계를 적용하기 때문에, 기존 작업장에 적용하기 어렵다. 아울러 성능위주설계 적용 대상이 될 수 있는 사업장은 전체 사업장의 0.03%에 불과하다. 따라서 안전보건규칙의 비상구 설치기준에 성능위주설계 제도를 도입하는 것은 어렵다고 판단된다.

분석 결과를 종합하면, 출입구와 다른 방향에 비상구를 설치하여 양방향 탈출이 가능하게 하는 것이 바람직하나, 건물 구조로 인해 다른 방향에 설치하기 어려운 경우, 예외를 인정할 필요가 있다. 비상구와 출입구의 이격거리는 타 국내외 규정과 유사하게 바닥면 최대 대각선 길이의 1/2 이상으로 변경하는 것이 바람직하다. 하지만 기존 사업장의 혼란을 방지하고, 안전 규제가 강화된다는 오해를 방지하기 위해 건물 구조로 인해 출입구와 다른 방향에 비상구를 설치할 수 없는 경우에만, 최대 대각선 길이의 1/2 이상으로 이격된 거리에 설치할 수 있도록 하는 예외 조항을 신설하는 것이 바람직하다고 판단된다. 수평거리를 보행거리로 변경할 경우, 보행거리의 측정이 어려워 규정 준수 여부 판단이 어렵고, 시설 배치의 변경 등으로 규정 위반 사례가 발생할

우려가 있다. 아울러, 건축법과 유사하게 최소 50 m의 수평거리를 최소 75 m의 보행거리로 확대하는 예외를 인정하는 것은 실익이 적고, 새로운 부작용을 불러올 가능성이 있다. 국내외 규정들과 현장 의견을 고려할 때, 비상구 설치 예외 기준을 바닥 면적으로 변경하는 것이 바람직하다고 판단된다. 아울러 화재 및 대피 시뮬레이션 수행 결과, 바닥면적 33 m² 이하 작업장은 비상구를 2개에서 1개로 감소하였을 때, 대피효율이 약 6% 정도 감소하는 것으로 나타났지만, 42 m² ~ 50 m²의 넓은 작업장은 대피 효율이 크게 저하되는 것으로 분석되었다. 따라서 비상구의 설치 예외 기준을 기존의 가로, 세로 3 m 이하에서 작업장의 바닥 면적 18.6 m² 또는 33 m² 이하로 변경하는 것이 적당하다고 판단된다.

3. 연구 활용방안

본 연구를 통해 위험물질 제조·취급 작업장의 비상구 설치기준의 적정성을 체계적으로 분석하고 검토하여 합리적인 개선방안을 마련한다면 안전 정책에 대한 국민들의 신뢰와 이해도를 높일 수 있다. 아울러, 위험물질 취급량에 대한 구체적인 적용기준 검토와 시뮬레이션 분석 등을 통해, 위험물질 제조·취급 사업장의 비상구 설치 기준에 대한 기술적 근거를 구축하여 위험물질 안전 관리에 관한 수준을 더욱 발전시키는 데 기여할 수 있다.

4. 연락처

- 연구책임자 : 충북대학교 안전공학과 교수 최영보
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 위험성연구부 연구위원 최이락
 - ☎ 042) 869-0334
 - E-mail : yirac@kosha.or.kr

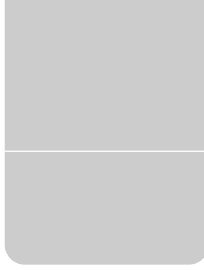
목 차

I. 서 론	2
1. 연구목적 및 필요성	2
2. 연구목표	9
3. 관련 선행 연구에 대한 내용 분석	9
II. 연구내용 및 방법	17
1. 연구내용	17
1) 비상구 설치기준의 타당성 및 개선 필요사항 검토	17
2) 국내외 타 기준과의 비교를 통한 현 규제수준의 검토	18
3) 비상구 설치기준(산업안전보건기준에 관한 규칙 제17조) 개선안 마련	18
2. 연구방법	18
1) 국내외 비상구 설치 관련 기준 조사	18
2) 위험물질 취급량 적용기준 및 범위에 대한 검토	21
3) 위험물 제조·취급 작업장의 비상구 설치 관련 실태조사	23
4) 비상구 설치기준의 성능위주설계 도입 타당성 검토	25
5) 비상구 설치기준 타당성 및 현장 적용성 검토	26

목 차

Ⅲ. 연구결과	34
1. 국내 비상구 관련 법령 분석	34
1) 비상구의 개수	36
2) 비상구의 크기	36
3) 비상구의 위치	38
4) 비상구 설치 면제 조건	42
5) 국내법 소결	43
2. 해외 비상구 관련 법령 분석	45
1) 비상구의 개수	47
2) 비상구의 크기	48
3) 비상구의 위치	49
4) 비상구 설치 면제 조건	54
3. 위험물질 취급량 적용기준 및 범위에 대한 검토	57
1) 위험물질 취급량 적용기준 검토	57
2) 비상구 설치기준의 위험물질 기준량 도입 타당성 검토	64
3) 위험물질 취급량 적용 시 문제점	71
4) 소결	72

4. 위험물 제조·취급 사업장 실태조사	74
1) 위험물 제조·취급 사업장 실태조사	74
2) 위험물 제조·취급 사업장 현장방문 및 인터뷰	81
3) 소결	93
5. 비상구 설치기준의 성능위주설계 타당성 검토	95
1) 성능위주설계 도입 대상 적정성 검토	95
2) 소결	100
6. 비상구 설치기준 타당성 및 현장 적용성 검토	100
1) 화재 대피 시뮬레이션을 통한 비상구 설치기준 검토	100
2) 방 면적별 비상구 개수 및 비상구 설치 방향에 따른 RSET 변화 ...	105
3) 비상구의 수평거리 기준 검토	113
4) 소결	115
7. 비상구 설치기준 개선안 제시	116
1) 현행 유지사항	116
2) 개정 필요사항	118



목 차

IV. 결론	121
참고문헌	126

표 목차

〈표 II-1〉 안전보건규칙 제17조 검토사항	17
〈표 II-2〉 국내 비상구 및 피난시설의 설치 대상	19
〈표 II-3〉 국외 법령에서의 비상구 의무 설치 대상	21
〈표 II-4〉 실태조사 설문 문항	24
〈표 II-5〉 현장방문 대상 사업장	25
〈표 II-6〉 Pyrosim 화재 시뮬레이션 입력 요소	28
〈표 II-7〉 화재 시뮬레이션 ASET 산정 시 재실자 인명안전기준	28
〈표 II-8〉 소방시설 등의 성능위주설계 평가 가이드라인의 피난지연시간 산정 방법	29
〈표 II-9〉 소방시설 등의 성능위주설계 방법 및 기준의 수용인원 산정 방법	30
〈표 II-10〉 화재 및 대피 시뮬레이션 시나리오의 공통 조건 및 변수	31
〈표 III-1〉 국내 비상구 및 피난시설의 정의 비교	37
〈표 III-2〉 국내 비상구의 크기 규정 비교	37
〈표 III-3〉 국내 비상구와 출입구간의 방향 규정 비교	38
〈표 III-4〉 국내 출입구 간 이격거리 규정 비교	40
〈표 III-5〉 국내 보행거리 규정 비교	42
〈표 III-6〉 국내 비상구 설치 면제 조건 비교	43
〈표 III-7〉 국내 규정 비교	44
〈표 III-8〉 국외 법령에서의 피난로 및 비상구 정의 비교	46
〈표 III-9〉 국외 법령의 비상구 설치 개수 비교	48
〈표 III-10〉 국외 법령에서의 비상구의 크기 비교	49
〈표 III-11〉 국외 법령의 출입구 간 이격거리 비교	51

표 목차

〈표 III-12〉 NFPA 101의 보행거리 기준(산업용 건물)	52
〈표 III-13〉 NFPA 101에서의 보행거리(저장용 건물)	53
〈표 III-14〉 영국 건축법에서의 보행거리 규정	54
〈표 III-15〉 NFPA 101에서의 공통 이동 경로(산업용 건물)	55
〈표 III-16〉 NFPA 101에서의 공통 이동 경로(저장용 건물)	56
〈표 III-17〉 캐나다 건축법의 보행거리 기준	56
〈표 III-18〉 안전보건규칙 [별표 1], [별표 9] 위험물질	59
〈표 III-19〉 산업안전보건법 시행령에서의 위험물질 기준량	61
〈표 III-20〉 위험물안전관리법 시행령에서의 위험물 및 지정수량	62
〈표 III-21〉 ALOHA 프로그램으로 계산 가능한 위험물질	65
〈표 III-22〉 가연성 증기운 생성 범위 계산 결과	66
〈표 III-23〉 독성 범위 계산 결과	67
〈표 III-24〉 증기운 폭발 과압이 미치는 범위 계산 결과	68
〈표 III-25〉 극소량 누출 시 사고 영향 범위 계산 결과	70
〈표 III-26〉 법령별 위반 현황	72
〈표 III-27〉 현장방문 대상(케이블 제조 중소기업) 소규모 작업장 정보	83
〈표 III-28〉 현장방문 대상(자동차 부품 제조 중견기업) 소규모 작업장 정보	85
〈표 III-29〉 현장방문 대상(자동차 부품 제조 중소기업) 소규모 작업장 정보	87
〈표 III-30〉 현장방문 대상(냉간 압연 및 압출 제품 제조 중견기업)	89
〈표 III-31〉 현장방문 대상(이동전화기 제조업) 작업장 정보	91
〈표 III-32〉 현장방문 대상(발광다이오드 제조업) 작업장 정보	92

〈표 Ⅲ-33〉 성능위주설계를 해야 하는 특정소방대상물의 범위	96
〈표 Ⅲ-34〉 소방시설법에서 지정하는 특정소방대상물	96
〈표 Ⅲ-35〉 성능위주설계 제출 도서	99
〈표 Ⅲ-36〉 시뮬레이션 시나리오 설정	101

그림 목차

[그림 Ⅰ-1] 2016 ~ 2020년 위험물 취급·제조 사업장의 화재발생 현황	2
[그림 Ⅰ-2] 이천 물류센터 화재 상황	3
[그림 Ⅰ-3] 제천 스포츠센터 화재상황	4
[그림 Ⅰ-4] ‘비상구는 생명의 문’ 포스터	4
[그림 Ⅰ-5] 2018년 비상구 설치거리 예외 적용에 관한 규제정보포털 등록 내용	7
[그림 Ⅰ-6] 2020년 비상구 설치 기준 완화에 관한 규제정보포털 등록 내용	8
[그림 Ⅰ-7] ‘화재·폭발 안전기준의 규제수준에 대한 합리적 조정방안’ 연구보고서	10
[그림 Ⅰ-8] 건물 밖으로 대피 시 사용한 출구	12
[그림 Ⅰ-9] 선택한 출구 선호 이유	13
[그림 Ⅰ-10] 익숙하지 않은 출구를 사용할 가능성 비율	13
[그림 Ⅰ-11] 고시원 피난 시뮬레이션 예시	15
[그림 Ⅱ-1] 성능위주설계 관련 국내 규정	26
[그림 Ⅱ-2] 피난허용시간 및 피난완료시간의 개념	27
[그림 Ⅲ-1] 건축법에서의 피난시설	34
[그림 Ⅲ-2] 소방용어집에서 피난구, 비상구, 피난통로의 정의	35
[그림 Ⅲ-3] 반대방향에 비상구를 설치할 수 없을 경우 예시(다중이용업소법)	39
[그림 Ⅲ-4] 출입구와의 이격거리 예시(건축법)	39
[그림 Ⅲ-5] 보행거리 산정 개념(건축법)	41
[그림 Ⅲ-6] 피난로(means of egress) 구조	45

[그림 Ⅲ-7] NFPA 101 출입구 간 이격거리 a)비상구, 비상구 접근로의 문, 접근로에 대한 이격거리, b) 특이한 모양의 영역의 이격거리	50
[그림 Ⅲ-8] 영국 건축법에서의 대체 피난로 간 이격거리	51
[그림 Ⅲ-9] 이소아밀알코올 사고 영향 범위 a)가연성 증기운 생성 범위 b) 증기운 폭발로 인한 과압이 미치는 범위	69
[그림 Ⅲ-10] 응답 사업장 기초 정보 a)업종, b)기업 규모, c)근로자 수	75
[그림 Ⅲ-11] 사업장 취급 위험물질 종류 및 취급량	76
[그림 Ⅲ-12] 준수하기 어려운 비상구 설치 기준	77
[그림 Ⅲ-13] 개정이 필요한 비상구 설치 기준	78
[그림 Ⅲ-14] 합리적인 비상구 설치 예외 대상	79
[그림 Ⅲ-15] 비상구 설치 예외 대상 확대 시 근로자 대피 어려움 초래 여부 예측	80
[그림 Ⅲ-16] 성능위주설계 도입 시 성능위주설계 실시 의향	80
[그림 Ⅲ-17] 시뮬레이션 프로그램 사용 경험 유무	81
[그림 Ⅲ-18] 현장방문 대상(케이블 제조 중소기업) 작업장 모습	84
[그림 Ⅲ-19] 현장방문 대상(자동차 부품 제조 중견기업) 작업장 모습	86
[그림 Ⅲ-20] 현장방문 대상(자동차 부품 제조 중소기업) 작업장 모습	88
[그림 Ⅲ-21] 현장방문 대상(냉간 압연 및 압출 제품 제조 중견기업) 작업장 모습	90
[그림 Ⅲ-22] 현장방문 대상(이동전화기 제조업) 작업장 모습	91
[그림 Ⅲ-23] 현장방문 대상(발광다이오드 제조업) 작업장 모습	92
[그림 Ⅲ-24] 국내 공장 건축면적에 따른 공장 비율	97
[그림 Ⅲ-25] 성능위주설계의 심의절차 및 방법	98

그림 목차

[그림 Ⅲ-26] 시간에 따른 비상구 1.8 m의 온도 ASET 산정 예시	103
[그림 Ⅲ-27] 시간에 따른 비상구 1.8 m의 가시거리 ASET 산정 예시	103
[그림 Ⅲ-28] 시간에 따른 비상구 1.8 m의 CO농도 ASET 산정 예시	104
[그림 Ⅲ-29] #1~#3 시나리오 시행 결과	105
[그림 Ⅲ-30] #4~#6 시나리오 시행 결과	106
[그림 Ⅲ-31] #7~#9 시나리오 시행 결과	107
[그림 Ⅲ-32] #10~#12 시나리오 시행 결과	108
[그림 Ⅲ-33] #13~#15 시나리오 시행 결과	109
[그림 Ⅲ-34] #16~#18 시나리오 시행 결과	110
[그림 Ⅲ-35] #19~#21 시나리오 시행 결과	111
[그림 Ⅲ-36] 정사각형 작업장 면적별 비상구 개수에 따른 RSET 변화	112
[그림 Ⅲ-37] 직사각형 작업장 면적별 비상구 개수에 따른 RSET 변화	112
[그림 Ⅲ-38] 정방형 구조 작업장의 수평거리와 보행거리 비교	114
[그림 Ⅲ-39] 장방형 구조 작업장의 수평거리와 보행거리 비교	114

I. 서론

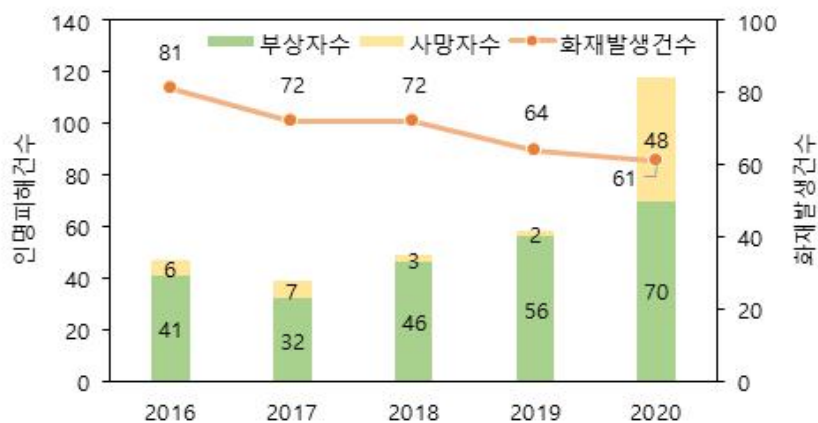
.....

I. 서론

1. 연구목적 및 필요성

소방청의 「최근 5년간 위험물 사고 현황」에 따르면, 2016 ~ 2020년 인화성, 발화성 물품을 취급하는 사업장에서 총 350건의 화재 사고가 발생하였고, 이로 인한 인명피해는 311명에 달하는 것으로 나타난다. 구체적으로 ▲2016년 화재 81건·인명피해 47건 ▲2017년 화재 72건·인명피해 39건 ▲2018년 화재 72건·인명피해 49건 ▲2019년 화재 64건·인명피해 58건 ▲2020년 화재 48건·인명피해 118명이 발생했다.²⁶⁾

위험물 제조·취급 사업장의 화재 사고 발생 건수는 점차 줄어드는 반면, 인명 피해 건수는 증가하는 추세로, 2020년 화재 발생 건수는 2016년에 비해 약 59% 감소하였지만, 인명피해는 같은 기간 약 3배가량 증가하였다. 이에 따라 화재 사고의 발생 위험이 높은 시설에 대한 화재 예방과 비상 대응 대책을 강화해야 한다는 목소리가 커지고 있다.



[그림 I-1] 2016 ~ 2020년 위험물 취급·제조 사업장의 화재발생 현황

이천 물류센터 화재와 제천 스포츠센터 화재는 비상 대피의 중요성에 대해 많은 경각심을 주었다. 2020년 4월에 발생한 경기도 이천 물류센터 화재는 지하 2층에서 시작되어 빠른 속도로 확산되었으며, 현장 근로자들은 순식간에 번진 화염과 유독 가스로 인해 탈출에 어려움을 겪고, 총 38명의 사망자가 발생하였다.



[그림 I -2] 이천 물류센터 화재 상황²²⁾

또한, 2017년 12월에 발생한 제천 스포츠센터 화재 사고는 29명의 사망자를 발생하여 사회적으로 큰 이슈가 되었고, 화재 대피 시설의 관리 부실과 미흡한 화재 대피 절차 등이 피해를 키웠다는 지적이 있다. 특히 비상 대피용 탈출로가 적치물로 막혀 있었고 그마저도 잠겨 있어, 2층 시설에 고립되어 있던 사람들은 대피하지 못해 다수의 사망자가 발생한 것으로 보고되었다.



[그림 I-3] 제천 스포츠센터 화재상황²⁰⁾

이와 같이, 화재로 인한 인명피해가 증가하는 문제를 개선하기 위하여 소방청에서는 ‘불나면 대피 먼저’라는 안전 의식 전환에 집중하고 있다. 또한 비상구에 대한 안전관리를 최우선 과제로 선정하여 ‘비상구는 생명의 문’이라는 로고와 함께 비상구 폐쇄 등 소방시설 유지 관리 위반행위에 대한 신고 포상제를 운용하며 비상구에 대한 관리체계를 강화하고 있다.⁸⁾



[그림 I-4] ‘비상구는 생명의 문’ 포스터²³⁾

비상구는 화재와 같은 위급 상황에서 주 출입구를 이용할 수 없을 때 탈출구로 사용되는 최소한의 안전시설이다. 따라서 건축법과 소방법을 비롯한 다양한 법률은 비상구 관련 규정을 통해 적절한 비상구의 설치와 관리를 의무화하고 있다.

산업안전보건기준에 관한 규칙

제17조(비상구의 설치)

① 사업주는 별표 1에 규정된 위험물질을 제조·취급하는 작업장과 그 작업장이 있는 건축물에 제11조에 따른 출입구 외에 안전한 장소로 대피할 수 있는 비상구 1개 이상을 다음 각 호의 기준을 모두 충족하는 구조로 설치해야 한다. 다만, 작업장 바닥면의 가로 및 세로가 각 3 m 미만인 경우에는 그렇지 않다. <개정 2019. 12. 26.>

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

② 사업주는 제1항에 따른 비상구에 문을 설치하는 경우 항상 사용할 수 있는 상태로 유지하여야 한다.

산업안전보건법 역시 산업안전보건기준에 관한 규칙 제17조를 통해 사업장의 비상구에 관해 규정하고 있다. 이 규정에 따르면, 위험물질을 제조·취급하는 작업장과 그 작업장이 있는 건축물에 출입구 외에 안전한 장소로 대피할 수 있는 비상구 1개 이상을 설치해야 한다.

이때, 비상구의 구조는 다음 4가지 조건을 만족해야 한다. 먼저 i) 출입구와 같은 방향에 있지 아니하고, 출입구로부터 3 m 이상 떨어져 있어야 하고, ii) 작업장의 각 부분으로부터 하나의 비상구 또는 출입구까지의 수평거리가 50 m 이하가 되어야 하며, iii) 비상구의 너비는 0.75 m 이상, 높이는 1.5 m 이상이어야 한다. 또한, iv) 비상구의 문은 피난 방향으로 열리도록 하고, 실내에서 항상 열 수 있는 구조로 해야 한다. 아울러 사업주는 비상구에 문을 설치하는 경우 항상 사용할 수 있는 상태로 유지하여야 한다.

그런데, 작업장의 규모가 크지 않은 곳에는 구조적으로 비상구를 설치하기 어렵다는 지적이 있어 왔다. 특히 2018년 7월 규제정보포털에 소규모 실 비상구 설치 거리 예외 적용을 건의하는 청원이 등록되었다. 해당 청원에서 비상구가 출입구로부터 반대 방향에 3 m 이상 떨어져 있어야 하는 규정에 대해 소규모실에서는 현실적으로 실행이 불가능하고, 이를 위해 복도를 추가로 설치해야 하는 등 비효율적인 구성으로 생산효율이 저하된다는 문제점이 지적되었다.⁴⁾

이를 해결하기 위해서, 2019년 12월 26일 산업안전보건기준에 관한 규칙의 개정을 통해, 제17조 후단에 “작업장 바닥면의 가로 및 세로가 각 3 m 미만인 경우”에는 비상구의 설치를 면제하는 단서 조항이 신설되었다.

하지만 2019년 단서 조항의 신설에도 불구하고 비상구 설치 면제의 기준으로 작업장 바닥면의 길이만을 고려하고, 그 기준이 가로 세로 3 m 미만으로 엄격하기 때문에, 단서 조항을 적용받을 수 있는 대상이 많지 않다는 의견이 제시되었다.

[기업 현장으로 개선과제]소규모실 비상구 설치거리 예외 적용 완료

· 건의분야 : · 건의일자 : 2018.07.10

건의

(현황 및 문제점)

- 비상구는 출입구와 같은 방향에 있지 아니하고, 출입구로부터 3미터 이상 이격
- 소규모실에서도 3미터를 이격해야 함
- 현실적으로 소규모실에서는 3미터 이격 불가능
- 반대방향으로 비상구를 설치하기 위해 목도를 추가 설치
- 비효율적인 평면 구성으로 생산효율 저하

· 주관부처 : 고용노동부 [담당] 임세종 (044-202-7731) · 완료예정 : 2019.12.31

개선방안

(건의사항)

- 소규모실 등 특수 상황에 대한 예외조항 필요

(조치사항) 수용

- 소규모실의 경우 비상구 설치를 위한 이격거리 확보의 어려움이 발생한다는 의견 수용
- 다만, 실 규모가 협소하거나 실의 기능상 이격거리 확보가 어렵다는 내용은 여러 의미로 해석될 수 있어 정확한 실의 규모를 정하여 추진 예정
- 현재 산업안전보건법 전면개정 중으로 개정 완료후, 하위규정 개정(산업안전보건기준에 관한 규칙 제17조 제1항 제1호)시 반영예정('19.말)

진행상황 및 계획

- 안전보건 시행규칙 개정안 마련하고, 입법예고 완료('19.4.22~6.3.)
- 법제처 심사('19.8~9월)
- 안전보건 시행규칙(제17조제1항제1호) 개정('19년 하반기)

[그림 I -5] 2018년 비상구 설치거리 예외 적용에 관한 규제정보포털 등록 내용⁴⁾

실제로 2020년 9월 또다시 규제정보포털에 의약품 취급실과 같은 소규모 작업장에서는 위험물질이 포함된 약물을 사용하지만, 취급장소 면적이 작아 출입구 외에 별도로 비상구 설치가 어렵다는 문제점이 제기되었다.⁵⁾

[기업 현장으로 개선과제](재)출입구 외 비상구 설치 기준 완화

진행중

건의분야 : -
건의일자 : 2020.09.01

건의

(현황)

- 위험물질을 제조·취급하는 작업장과 그 작업장이 있는 건축물에는 출입구 외에 별도로 비상구가 1개 이상 설치되어야함

(문제점)

- 의약품 취급실(병실, 주사실, 약제실 등)에서는 위험물질(에탄올 등)이 포함된 약품을 사용하나 취급장소의 면적이 작아 출입구 외 비상구 설치가 어려움

주관부처 : 고용노동부 [담당] 서충한 (044-202-8858)
완료예정 : 2022.12.31

개선방안

(조치사항) -일부수용

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제17조 개정

진행상황 및 계획

(추진상황)

- 타당성 검토 및 연구용역 중('21.下~)
- 연구용역 결과를 토대로 위험물의 종류에 따른 최소 농도 및 취급량 기준을 정해 법령 개정(~'22.下)

[그림 I -6] 2020년 비상구 설치 기준 완화에 관한 규제정보포털 등록 내용⁵⁾

따라서 이러한 문제점을 근본적으로 해결하기 위한 노력이 필요하다. 특히, 소규모 작업장의 현실을 정확하게 파악하고, 위험물 작업장의 크기 이외에도 취급하는 위험물의 특성(종류, 농도 및 취급량 등) 및 피난시뮬레이션에 기초한 성능위주설계 등을 고려하여, 비상구 설치 기준에 대한 합리적인 개선방안을 마련할 수 있는지 검토하는 것이 필요하다.

아울러 규제 완화로 인해 근로자의 안전이 희생되는 것을 방지하기 위해서, 국내외 관련 법규 및 기준과 비교하여 현재 규제 수준이 적절한지 여부를 검토하고, 개선 방안에 따른 새로운 문제점을 예상하여 이를 최소화하는 것이 중요하다.

2. 연구목표

본 연구는 이러한 시대적 요구사항을 해결하기 위하여 i) 산업안전보건 기준에 관한 규칙 제17조에 규정된 위험물 제조·취급 작업장 및 건축물의 비상구 설치기준의 적정성을 검토하고, ii) 기업의 부담을 낮추면서 동시에 근로자의 안전을 확보하는 데 부족함이 없는 합리적인 수준의 비상구 설치 기준 개선방안을 마련하는 것을 목적으로 한다.

구체적으로, 비상구 설치기준의 타당성 및 개선 필요 사항을 판단하기 위해, 국내 및 다양한 외국의 비상구 설치기준에 관한 법령 및 유사 제도의 비교분석과 사업장 실태조사를 수행하는 것을 목적으로 한다.

또한, 위험물의 종류, 취급량 등을 고려하여 비상구 설치기준의 개선 여부와 적절한 완화 기준은 무엇인지 검토하는 것을 목표로 한다. 아울러 비상구 설치기준의 적정성 검토를 위해 성능위주설계 등 시뮬레이션 분석을 도입하는 것에 대한 타당성 검토를 시행하고자 한다. 그리고 이러한 연구 결과를 종합하여 비상구 설치기준에 관한 합리적인 개선안 마련을 목표로 한다.

3. 관련 선행 연구에 대한 내용 분석

2021년 산업안전보건연구원은 ‘화재·폭발 안전기준의 규제수준에 대한 합리적 조정방안’ 연구용역을 통해, 산업안전보건기준에 관한 규칙 중 규제 개선 또는 도입이 필요하다고 판단되는 화학 설비 및 안전 장치류, 화학 물질 등에 대한 합리적인 규제 수준을 제시하였다.²⁴⁾

연구보고서 화재·폭발 안전기준의 규제수준에 대한 합리적 조정 방안 최재욱 · 이창우 · 최유정 · 정말훈 · 김시윤 · 김성준 산업안전연구원 안전보건공단 산업안전보건연구원	I. 위험물 취급 작업장이 있는 건축물의 비상구 설치 기준 검토 및 개선방안(위험물질 취급량 등, 안전보건규칙 제17조) 1 1. 배경 및 검토 대상 1 1.1 배경 1 1.2 검토 대상 및 범위 2 2. 용어의 정의 3 2.1 피난시설(施設, Facility) 3 2.2 피난기구(器具, Instrument) 3 2.3 피난설비(設備, Installation) 3 2.4 피난로(避難路, Evacuation) 4 3. 피난에 관한 이론적 배경 5 4. 피난관련 국내·외 법령 및 기준 검토 6 4.1 피난관련 국내·외 법령검토 6 4.2 우리나라와 외국의 피난기준 18 5. 산업안전보건기준에 관한 규칙의 비상구 거리 기준 검토 28 5.1 비상구 관련 국내 법규 비교 28 5.2 산업안전보건법과 건축법의 비상구 관련 기준검토 28 5.3 국내·외 비상구 관련 법규 및 기준 41 5.4 국내·외 기준 검토 결과 51 5.5 산업안전보건기준의 위험물질 54 6. 소결론 58
--	--

[그림 I-기] '화재·폭발 안전기준의 규제수준에 대한 합리적 조정방안' 연구보고서

이 연구 영역은 「산업안전보건기준에 관한 규칙 제17조 비상구의 설치」와 「산업안전보건기준에 관한 규칙 제271조 안전거리」 등 8개의 규정을 규제 개선 또는 도입이 필요한 규정으로 선정하였다.

해당 연구는 국내외 여러 법령에서의 피난로, 보행거리, 막다른 복도 등에 대한 기준을 비교·분석하였지만, 출입구와 비상구 간의 이격거리 및 비상구 크기에 대한 기준의 비교·분석은 미흡하였다.

아울러, 작업장 각 부분에서 비상구까지의 거리 기준에 대해서만 합리적인 규제 수준을 제시하였으며, “각 물질에 대한 안전성 평가를 실시하여 이 규정과 관련된 위험물질의 최소 기준량을 정하는 추가 연구가 필요하다”고 언급하며, 위험물질의 기준량 등에 따른 비상구 관련 기준에 대한 구체적인 검토는 진행하지 않았다.

본 연구팀은 이러한 선행 연구의 미흡한 점을 보완하여 「산업안전보건기

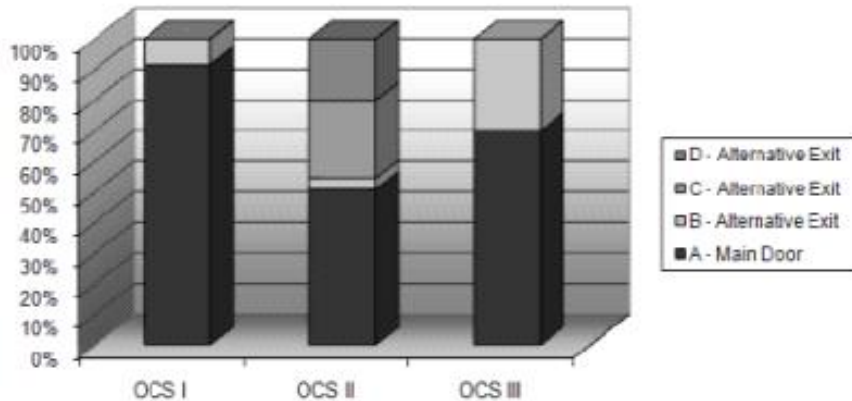
준에 관한 규칙 제17조 비상구의 설치」의 적정성을 객관적으로 검토하기 위해서, 더욱 다양한 국내외 법규 및 기준의 비교·분석을 실시하였다. 또한, 성능위주설계 등의 도입 타당성 검토를 실시하여 비상구 설치기준에 대한 합리적이고 종합적인 개선방안을 마련하고자 하였다.

한편 ‘건축물 피난시설 기준 간 문제점 도출을 통한 통합관리 방안 모색 연구’에서는 피난경로와 피난안전공간에 대한 건축법과 소방관계법령을 비교하여, 현재 건축법과 소방관계법령으로 이분화 되어 있는 피난 관련 기준을 산업 현장을 중심으로 분석하였다.²⁷⁾ 해당 연구에서는 건축물 피난시설 관계 법령에서 피난시설을 타 법령들과의 비교분석을 통해 현행 피난시설의 문제점을 도출하고 이를 토대로 건축물 피난시설의 기준 통합 및 연계 운영에 대한 제안을 하였다. 현재 건축법에서는 동일한 규정이어도 상이한 용어 및 기준설정으로 인하여 법령 운영상 혼란을 야기하여 설계자나 허가권자는 각 개별법령을 확인해야 하는 불편을 초래한다고 언급하였다. 예를 들어 피난안전구역을 산정할 때 초고층 특별법은 재실자 밀도 기준으로, 초고층 특별법 내의 복합건축물의 피난안전구역 면적기준을 산정할 경우는 자체적으로 규정해주고 있는 거주밀도를 적용한다. 또한, 비상구와 관련된 규정은 출구의 폭과 피난계단의 개수 및 유효 폭에 대해 다루었는데, 국내법은 모두 건축법 시행령과 건축물의 피난방화구조 등의 기준에 관한 규칙에 대한 내용만 언급하였다는 한계점이 있다. 다만, 영국 Approved Document B에서 피난 통로에 대한 부분을 재실자의 인원수에 따라 규정한다는 언급이 있어 본 연구에서도 해외 관련 규정으로 해당 부분을 참고한다.

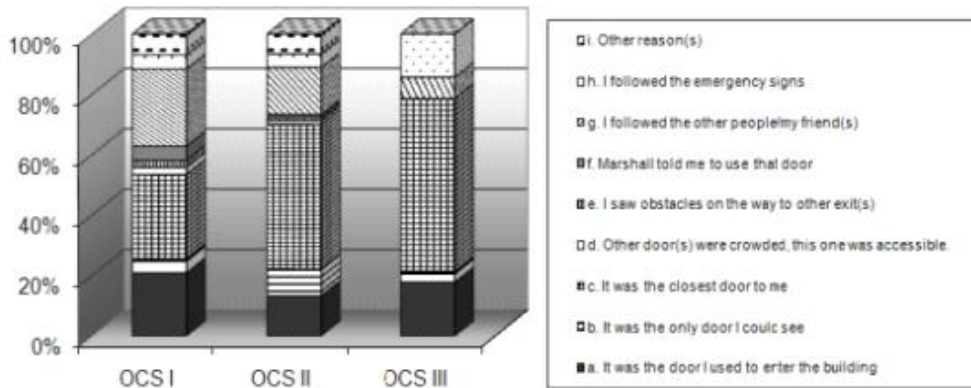
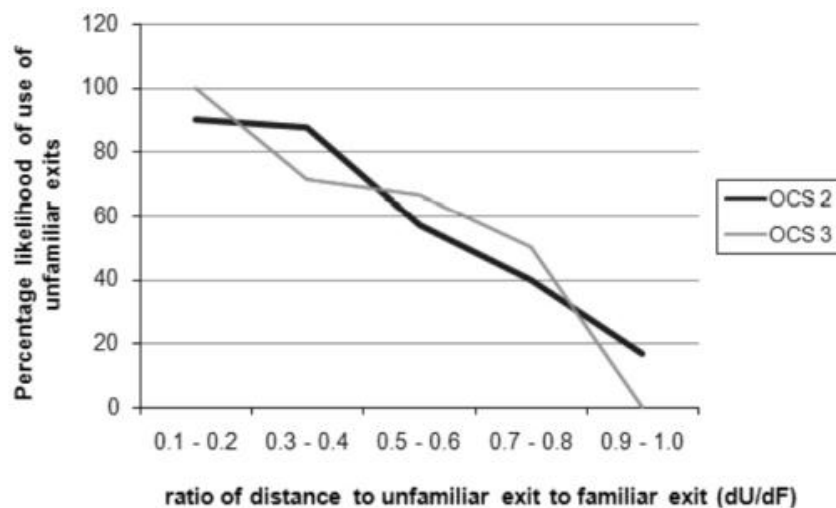
‘Designing Buildings to Cope with Emergencies: Findings from Case Studies on Exit Preferences’는 건물에서 대피하는 동안 사람들의 출구 선택을 관찰하는 Observation Case Studies(OCS)와 사무실 건물에 대한 다양한 대피 시나리오를 테스트하는 Simulation Case Studies(SCS)를 실시하여 비상 대피 중 건물 거주자의 출구 선호도를 파악하였다.³⁰⁾

각 건물에서 일상적으로 사용하는 출입문을 포함하여 각각 출구가 3개, 4개, 2개인 특성이 유사한 3개의 사무실 건물(OCS 1, OCS 2, OCS 3)에서 화재 대피 훈련을 실시하고, 설문조사를 하여 비상구에 대한 익숙함, 건물 밖으로 대피하는데 사용한 출구, 익숙하지 않은 출구의 사용, 병목 현상 문제 등을 분석하였다.

그 결과 i) 비상 대피 시 모든 출구를 균등하게 사용하지 않고, ii) 출구 선호도에서 가장 중요한 두 가지 요소는 출구와의 거리와 익숙성이고, iii) 친숙한 출구에 가까이 있는 경우, 친숙한 출구를 사용할 가능성이 높으며, iv) 익숙한 출구와 낯선 출구가 등거리에 있다면 익숙한 출구를 선택할 가능성이 높은 것으로 나타났다.



[그림 I-8] 건물 밖으로 대피 시 사용한 출구³⁰⁾

[그림 I-9] 선택한 출구 선호 이유³⁰⁾[그림 I-10] 익숙하지 않은 출구를 사용할 가능성 비율³⁰⁾

해당 연구는 건물이 크지 않고, 대피 훈련에 참여한 모든 사람이 일상적으로 건물을 이용하는 사람들이었기 때문에 모든 출구문의 위치를 알고 있으며, 서 있는 곳에서의 모든 출구까지의 거리를 대략 인지하고 있다. 즉, 건물 및 거주자 특성이 다양하지 않다는 한계점이 있다. 또한 비상구의 설

치 방향, 비상구 간의 거리 등을 고려하여 분석하지 않았기에 이러한 변수를 적용하였을 때의 결과를 명확히 알 수 없다는 어려움이 있다.

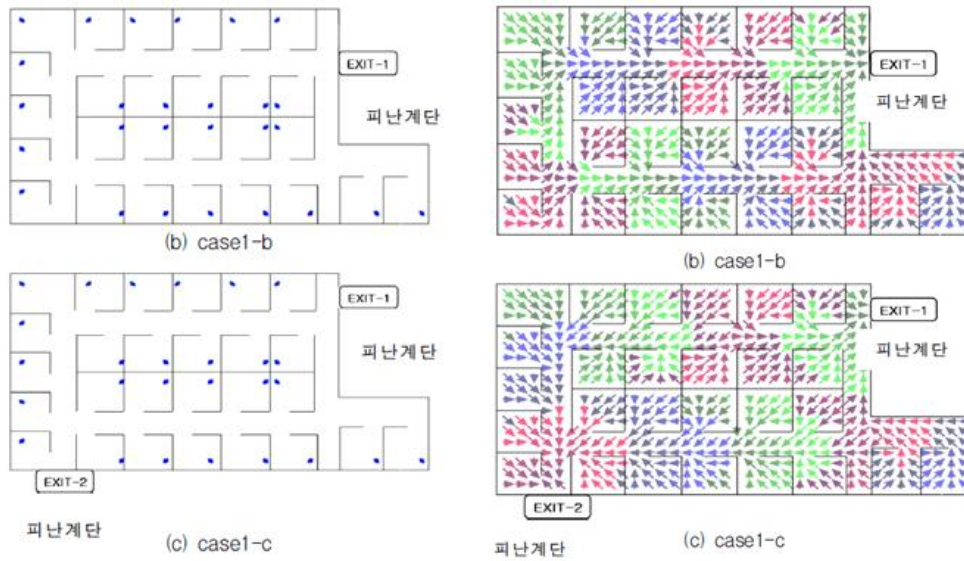
하지만 해당 연구의 작업장 및 작업자 특성이 위험물 제조·취급 작업장 및 작업자 특성과 유사하기 때문에 본 연구에서는 비상구의 설치 방향, 비상구 간의 거리 등을 고려하여 시뮬레이션 분석을 실시함으로써 대피 효율성이 높은 비상구 설치기준을 알아보하고자 한다.

석호태 등은 ‘고시원 화재 시 복도·비상구 폭 및 피난계단 수가 피난소요시간에 미치는 영향에 관한 연구’를 통해 화재 시 국민의 피난 안전성 확보를 위한 피난소요시간 개선의 일환으로 2009년 초부터 시행된 「다중이용업소 안전관리에 관한 특별법」과 관련하여 복도·비상구 폭 확대 방안의 효용성을 피난 시뮬레이션으로 분석하였다.¹²⁾

피난 안정성 확보를 위한 대안 중 정량화가 가능한 수치들을 변수로 하여 피난시뮬레이션을 통해 누적 대기시간, 피난소요거리, 피난소요시간을 분석하였다. 그 결과 피난계단의 수 증가는 누적 대기시간 및 피난소요거리를 단축시키며, 복도·비상구의 폭을 증가시킬 경우 피난소요시간을 감소시키는 것으로 나타났다.

하지만 해당 연구는 「다중이용업소 안전관리에 관한 특별법」 개정안과 관련된 연구로 다중이용업소의 피난시설에 집중되어 있기 때문에 고시원 시설에 한하여 분석이 진행되었다는 한계점이 있다. 고시원 시설은 다음 그림과 같이 일반적으로 공간이 많이 나누어져 있고, 재실자도 많은 편이기 때문에 위험물 제조·취급 작업장에 그대로 적용하기에는 어려움이 있다.

본 연구에서는 선행 연구의 방법 및 결과에 대한 이해를 바탕으로 위험물 제조·취급 작업장을 대상으로 적용할 수 있도록 응용하여 비상구 설치기준에 관한 연구를 수행하고자 한다.



[그림 I -11] 고시원 피난 시뮬레이션 예시¹²⁾

Ⅱ. 연구내용 및 방법

.....

II. 연구내용 및 방법

1. 연구내용

1) 비상구 설치기준의 타당성 및 개선 필요사항 검토

현행 위험물 제조·취급 작업장 및 건축물의 비상구 설치기준의 타당성 및 개선 필요 사항을 검토하기 위해서 「산업안전보건기준에 관한 규칙 제 17조」의 개선 필요 사항을 네 가지로 나누어서 검토하였다. i) 비상구의 수, ii) 비상구의 크기, iii) 비상구의 위치, iv) 비상구 설치 면제 조건을 기준으로 확인하였으며, 비상구 설치를 면제할 수 있는 작업장의 크기 기준(바닥면 길이 기준)의 적정성을 분석하고, 개선 방향을 도출하였다.

〈표 II-1〉 안전보건규칙 제17조 검토사항

검토사항		안전보건규칙 제17조(비상구의 설치) 규정
비상구의 개수		출입구 외 1개 이상(2개)
비상구의 위치	출입구와의 방향	출입구와 다른 방향
	출입구 간 이격거리	출입구로부터 3 m 이상 이격
	수평거리	작업장의 각 부분으로부터 출입구까지 수평거리가 50 m 이하
비상구의 크기		너비 0.75 m 이상, 높이 1.5 m 이상
비상구 설치 면제 조건		작업장 바닥면의 가로 및 세로가 3 m 미만인 경우 비상구 설치 면제 가능

또한 안전보건규칙 별표1에 규정된 위험물질에 위험물질 취급량을 도입하는 것에 대한 타당성을 확인하였으며, 성능위주설계를 도입한 사업장의

경우에 비상구 설치기준의 면제가 가능할지에 대한 여부를 확인하였다.

2) 국내외 타 기준과의 비교를 통한 현 규제수준의 검토

현행 규제 수준의 검토를 위하여 비상구의 의미를 폭넓게 해석하여 비상구와 피난 관련 규정을 비교·분석하였다. 국내 건축법과 다중이용업소법, 미국 OSHA 규정 및 NFPA 101, 캐나다와 영국의 건축법을 비교·분석하여 현 안전보건규칙 제17조를 검토하였다.

3) 비상구 설치기준(산업안전보건기준에 관한 규칙 제17조) 개선안 마련

국내·외 법령과의 분석 결과를 바탕으로 화재 대피 시뮬레이션을 통한 비상구 설치기준을 검토하였으며, 전문가 자문회의를 통해 비상구 설치기준의 개선안을 마련하였다.

2. 연구방법

1) 국내외 비상구 설치 관련 기준 조사

(1) 국내 비상구 설치 기준의 검토

국내 비상구 관련 법령인 안전보건규칙, 건축법, 다중이용업소법에서는 비상구를 설치해야 하는 대상을 다음과 같이 규정하고 있다. 안전보건규칙에서는 위험물질을 제조·취급하는 작업장을, 위험물 관리법에서는 위험물 제조소 및 그 외 위험물 취급소, 건축법에서는 대통령령으로 정하는 건축물 및 대지를, 소방관계법령에서는 대통령령으로 정하는 다중이용업소를 대상으로 비상구를 설치하도록 규정하고 있다.

〈표 II-2〉 국내 비상구 및 피난시설의 설치 대상

국내 법령	비상구 및 피난시설의 설치 대상
안전보건규칙 (제17조)	위험물질을 제조·취급하는 작업장 및 그 작업장이 있는 건축물에 비상구를 설치
건축법 (제49조)	대통령령으로 정하는 용도 및 규모의 건축물과 그 대지에는 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 복도, 계단, 출입구, 그 밖의 피난시설과 저수조, 대지 안의 피난과 소화에 필요한 통로를 설치
다중이용업소법 (제9조)	다중이용업주 및 다중이용업을 하려는 자는 영업장에 대통령령으로 정하는 안전시설 등을 행정안전부령으로 정하는 기준에 따라 설치
위험물관리법 (시행규칙 [별표4])	위험물 제조소 및 그 외 위험물 취급소(제 6류 위험물 취급 제조소는 제외)에 출입구와 안전보건규칙 제17조에 따라 비상구를 설치

안전보건규칙의 비상구 설치와 관련하여 위험물관리법과 대상이 공통된 것으로 확인되었으나, 위험물관리법의 비상구 설치 규정은 안전보건규칙을 따르고 있기 때문에 비교가 어렵다.

하지만 건축법 및 다중이용업소법과는 공통된 부분이 많지 않으며, 소수 작업장의 비상구에만 안전보건규칙과 건축법의 규정이 모두 적용되는 것으로 판단된다. 예를 들어, 의료시설, 연면적 5000 m²의 창고시설 등이 이에 해당한다.

이처럼 안전보건규칙에 따른 비상구 적용시설과 건축법 또는 다중이용업소법에 따른 비상구 관련 피난시설의 적용대상은 다소 차이가 있다. 본 연구의 주요 관심 대상인 위험물 제조·취급 작업장은 주로 산업안전보건법의 규제만 받을 것으로 판단된다. 하지만 비상구를 건물 내부 인원이 외부로 안전하게 대피하게 하는 시설의 일부로 넓게 해석할 수 있으므로, 합리적인 비교 연구를 위해 건축법과 다중이용업소법을 포괄적으로 비교하였다.

(2) 국외 비상구 설치 기준의 검토

비상구 설치기준의 합리적인 개정방안을 마련하기 위해 국내 법령뿐만 아니라 국외 법령과 기준 등을 폭넓게 분석하고자 하였다.

약 10여 개의 비상구와 관련한 국외 법령 및 기준을 발견하였고, 구체적인 명칭은 다음과 같다.

- OSHA 1910(미국)
- NFPA 101(미국)
- The Building Regulations 2010 APPROVED DOCUMENT(영국)
- National Building Code(캐나다)
- The Building Code(호주)
- GUIDELINES ON STORAGE OF HAZARDOUS CHEMICALS: A Guide for Safe Warehousing of Packaged Hazardous Chemicals (OSHA, 미국)
- CHEMICAL STORAGE(Lehman College, 미국)
- Storage of Hazardous Substances(BG RCI, 독일)
- Storage of Chemicals(ISSA, 스위스)
- Manual for Chemical and Hazardous Substances Storage(태국)
- Safe Storage of Dangerous Goods and Dangerous Substances(태국)

이러한 국외 법령 및 기준 중 비상구 설치기준에 대해 구체적으로 규정하고 있고, 위험물 제조·취급·저장 작업장에 대한 언급이 있는 미국의 NFPA 101과 캐나다의 National building code(이하 “캐나다 건축법”이라 한다), 영국의 The building regulations 2010 APPROVED DOCUMENT(이하 “영국 건축법(건축법 해설서)”이라 한다)를 중심으로 i) 비상구의 개수, ii) 비상구의 크기, iii) 비상구의 위치, iv) 비상구 설치 면제 조건을 분석하였다.

단, OSHA 1910의 경우, 비상구 설치기준을 구체적으로 규정하지 않고, 위험물 제조·취급·저장 작업장에 대한 언급이 없지만, 작업장을 대상으로 한 기준이므로 추가로 함께 분석하였다.

〈표 II-3〉 국외 법령에서의 비상구 의무 설치 대상

법령	비상구 의무 설치 대상	위험물 관련 건물 규정 유무
미국 OSHA 1910.36	작업장	X
미국 NFPA 101	신축 건물과 기존 건물 (특수 구조물 및 고층, 숙박용, 산업용, 저장용 건물 등 다양한 용도의 건물 및 구조물)	O
캐나다 건축법	① 모든 신축 및 기존 건물 (집회용, 치료용, 거주용 건물, 업무용, 상업용, 고위험 산업용, 중간위험, 저위험 산업용 건물) ② 모든 건설 현장 및 공장 건설 건물	O
영국 건축법 (건축법 해설서)	거주지(주택, 보호시설, 기타), 쇼핑 및 상업용, 집회, 산업용, 보관 및 기타 비주거용 건물 등	O

2) 위험물질 취급량 적용기준 및 범위에 대한 검토

비상구 의무 설치 대상에 위험물질 취급량 적용 시 i) 비상구 설치 면제를 위한 위험물질 기준량 선정, ii) 비상구 설치 면제를 위한 위험물질 기준량 타당성 검토, iii) 위험물질 취급량을 적용한 기준의 문제점 분석이 필요하다.

(1) 위험물질 취급량 적용기준 검토

현재 비상구 의무 설치 면제를 위한 위험물질 기준량이 없으므로 이를 마련하는 것이 필요하나, 위험물질 종류가 다양하기 때문에 새로운 기준량을 마련하는 것은 무리가 있다. 따라서, 안전보건규칙 [별표 9] 기준량, 산업안전보건법 시행령 [별표 13] 규정량, 위험물질안전관리법 시행령 [별표

1) 지정수량을 비교·분석하고 그 결과를 활용하여 비상구 설치 면제를 위한 위험물질 기준량을 마련하고자 하였다.

(2) 위험물질 기준량 선정 및 타당성 검토

비상구 설치 면제를 위한 위험물질 기준량의 타당성 검토를 위해서 기준량만큼 누출되었을 때의 위험성을 분석하고자 하였다. 비상구 설치 면제를 위한 위험물질 기준량의 의미는 누출되어 사고가 발생하여도 피난에 영향을 미치지 않고, 안전한 양을 의미한다. 따라서, 위험물질 제조·취급 작업장에서 발생하기 쉬운 위험물질 누출, 화재·폭발 위험성(독성 위험성, 화재 발생 위험성, 폭발 시 위험성)을 분석하고자 하였다.

위험성 분석은 미국의 EPA(Environmental Protection Agency)에서 제공하는 피해 예측 프로그램 ALOHA(Areal Locations of Hazardous Atmospheres)를 사용하여 실시하였다.

ALOHA의 경우, 실외에서 누출된 위험물질이 미치는 영향을 계산한 것이다. 하지만 위험물질이 실외에서 누출되었을 때보다 실내에서 누출되었을 때 위험성이 더 크므로, ALOHA 계산 결과보다 위험물 제조·취급 작업장에서의 위험성이 더 크다는 것을 고려해야 한다.

대기 조건은 풍속: 1.5 m/s, 대기안정도: F(매우 안정), 대기온도: 25℃, 대기습도: 50%로 하였으며, 짧은 시간에 전량 누출되는 것을 가정한 Direct model을 사용하였다. 또한, 증기운 폭발 모델 계산 시 밀집도(Congestion)를 높게 하였다. 밀집도가 높을 경우, 큰 난류 발생으로 인해 화염 면을 가속시켜 더 큰 폭발 과압을 발생시킨다. 즉, 모든 조건을 최악 조건으로 하여 계산하였다.

구체적으로 최악 조건에서의 독성 영향 범위(Toxic Area of Vapor Cloud), 가연성 증기운 생성 범위(Flammable Area of Vapor Cloud), 증기운 폭발의 폭발 범위(Blast Area of Vapor Cloud Explosion)를 계산하였다.

(3) 위험물질 취급량 적용 시 문제점

비상구 의무 설치 면제 여부를 위험물질 취급량을 고려하여 판단하는 경우, 또 다른 부작용을 가져올 수 있으므로, 이를 사전에 검토하는 것이 필요하다. 따라서, 현재 위험물질 기준량과 관련하여 발생하고 있는 문제를 조사하였다.

3) 위험물 제조·취급 작업장의 비상구 설치 관련 실태조사

위험물 제조·취급 사업장 현장 방문 인터뷰를 진행하기 전 비상구 설치와 관련하여 현장에서 겪고 있는 어려움을 확인하고, 비상구 설치기준 개정에 대한 의견을 조사하기 위해 온라인 실태조사를 진행하였다.

구체적으로 사업장 정보 및 위험물 취급 현황, 비상구 설치기준 개정 필요성 및 방향, 성능위주설계 도입 선호도에 대한 문항으로 구성된 설문지를 배포하여 의견을 수집하였다.

온라인 실태조사 대상 사업장은 화학물질을 취급하는 산업계, 공공기관이며, 사업장별로 1명의 안전 업무 담당자가 대표하여 실태조사에 참여하였다.

〈표 II-4〉 실태조사 설문 문항

설문 분류	문항
사업장 정보 및 위험물 취급 현황	1. 귀사의 업종은 어떻게 되십니까?
	2. 귀사의 기업 규모는 어떻게 되십니까?
	3. 귀사의 위험물 제조·취급 작업장에서 일하는 근로자는 평균 몇 명입니까?
	4. 귀사의 위험물 제조·취급 작업장의 크기(평 또는 m ²)는 어떻게 됩니까?
	5. 귀사는 다음 중 어떤 위험물질을 취급하고 있습니까?
	6. 귀사에서 취급하는 위험물질의 구체적인 종류와 취급량은 어떻게 됩니까?
비상구 설치 기준 개정 필요성 및 방향	7. 귀사는 안전보건규칙 제17조의 내용 중 어느 부분을 준수하기 어렵다고 생각하십니까?
	7-1. 어려움을 겪고 계신 사항을 구체적으로 기재해주시길 부탁드립니다.
	8. 안전보건규칙 제17조를 개정한다면, 어느 부분을 개정해야 한다고 생각하십니까?
	9. 작업장의 바닥면적 기준을 완화하여 비상구 설치 예외 대상을 확대한다면, 다음 중 가장 합리적인 바닥면적 기준은 무엇이라고 생각하십니까?
	10. 작업장에서 취급하는 위험물질의 양을 기준으로 비상구의 설치 예외 대상을 확대한다면, 다음 중 가장 합리적인 기준은 무엇이라고 생각하십니까?
	11. 비상구의 설치 예외 대상을 확대한다면, 재해 상황에서 근로자가 대피할 때 어려움을 겪을 것으로 생각하십니까?
성능위주설계 도입	12. 성능위주설계를 도입하여 비상구의 설치 예외 대상을 확대한다면, 귀사는 성능위주설계를 할 의향이 있으십니까?
	13. 귀사는 위험물 작업장이나 사업장의 설계 시 피난 대피 시뮬레이션 프로그램을 활용한 경험이 있으십니까?
	13-1. 프로그램을 사용하고 계십니까?

실태조사를 통해 선행 연구와 현행 비상구 관련 기준을 체계적으로 분석하고, 실무자의 의견을 수렴할 수 있는 인터뷰 문항을 구성하여 연구의 목적을 충실히 달성할 수 있도록 하였다.

구체적으로, 현행 비상구 설치기준을 적용할 때 발생 되는 문제점과 본 연구에서 제안한 개선방안에 대한 의견을 수렴하고자 하였다.

특히 사업장의 규모에 따라 비상구 설치기준에 대한 의견이 상이할 수 있는 점을 충분히 고려하여 규모가 작아 비상구 설치가 어려운 작업장을 포함하여 다양한 규모의 위험물 제조·취급 사업장을 대상으로 현장 방문 및 인터뷰를 진행하였다.

본 연구팀은 효과적인 연구 진행을 위해 현장 방문 및 인터뷰를 진행할 수 있는 다양한 규모의 위험물 제조·취급 사업장과 인터뷰 대상자를 다음과 같이 준비하였다.

〈표 II-5〉 현장방문 대상 사업장

기업구분	No.	업종	위치
대기업	1	전자제품, 반도체 제조업	경기도 평택
	2	발광 다이오드, 반도체 제조업	충북 청주
중견기업	3	자동차용 신품 동력전달장치 제조업	경북 문경
	4	냉간 압연 및 압출 제품 제조업	경남 창원
중소기업	5	기타 절연선 및 케이블 제조업	충북 충주
	6	자동차용 신품 부품 제조업	강원 원주

4) 비상구 설치기준의 성능위주설계 도입 타당성 검토

국내 성능위주설계와 관련된 규정은 소방청에서 시행되고 있으며, 최근 가이드라인을 제정하여 법의 해석을 돕고 있다.

본 연구에서는 안전보건규칙과 성능위주설계 관련 국내 규정과의 비교를 통해 대상 적정성을 확인하였으며, 성능위주설계의 심의절차를 검토함으로써 비상구 설치의 성능위주설계 도입 타당성을 확인하였다.

소방시설법 제9조의 3 (성능위주설계)
소방시설법 시행령 제15조의 3 (성능위주설계를 하여야 하는 특정소방대상물의 범위)
소방시설 등의 성능위주설계 방법 및 기준



[그림 II-1] 성능위주설계 관련 국내 규정

5) 비상구 설치기준 타당성 및 현장 적용성 검토

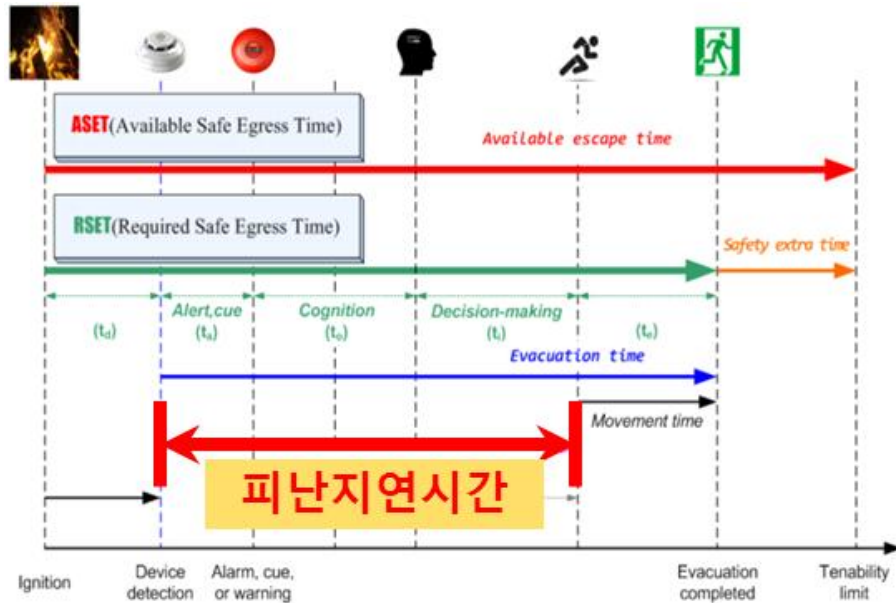
(1) 화재 및 대피 시뮬레이션

가) 화재 및 대피 시뮬레이션 개요

피난 안전성 평가는 화재 및 대피 시뮬레이션을 통해 피난허용시간(Available Safe Egress Time, ASET)과 피난완료시간(Required Safe Egress Time, RSET)을 산정 후 두 값의 크기 비교하여 ASET이 RSET보다 클 경우 피난 안전성이 확보된 것으로 판단한다.

성능위주설계에 사용되는 시뮬레이션은 ASET을 산정하는 화재시뮬레이션과 RSET을 산정하는 피난시뮬레이션으로 구분할 수 있다.

본 연구에서는 빠른 모델링으로 다양한 시나리오를 분석하기 용이한 점을 고려하여 미국의 Thunderhead Engineering에서 개발한 Pathfinder를 사용하여 RSET을 산정하였다. 아울러 Pathfinder와 같은 제작사에서 제작된 화재시뮬레이션인 Pyrosim을 사용하여 ASET을 산정하고자 한다.



[그림 II-2] 피난허용시간 및 피난완료시간의 개념³⁶⁾

특히 Pathfinder 및 Pyrosim은 같은 제작사에서 제작한 시뮬레이션이기 때문에 자유로운 연동이 가능한 세미커플링 방식이기 때문에 화재, 피난 시뮬레이션 모두가 요구되는 본 연구에 적합하다고 판단하였다.

나) 화재 시뮬레이션 방법

본 연구에서는 Pyrosim 화재 시뮬레이션을 통해 화재의 양상을 분석하여 ASET을 산정하였다.

Pyrosim은 Navier-Stokes Equations에 기초하여 FDS에 의해 연산된 결과를 Smokeview라는 가시화 툴을 활용해 연기와 온도의 유동을 정량적으로 분석할 수 있다. Pyrosim은 다음 표와 같은 격자, 화원의 종류 및 크기, 환기, 열 방출 속도, 화원의 위치, 소방 설비 등의 정보를 입력하여 화재 시나리오를 분석한다.

〈표 II-6〉 Pyrosim 화재 시뮬레이션 입력 요소

입력요소	특징
격자	종횡비에 따른 격자설정, 기하학적 구조가 격자에 순응
환기	환기구의 크기, 강제배기 시스템
화원	연료물질의 조성비, 연소열, 단위면적당 열방출률(HRRPUA) 화재성장속도, 연소모델(mixture Fraction model)
소방설비	스프링클러설비, 제연설비, 방화문 등 설정가능 연기·열 감지기 설정가능

소방시설 등의 성능 위주 설계 방법 및 기준 시행령에 따르면 ASET을 산정할 때에는 다음 표와 같이 호흡 한계선, 열에 의한 영향, 가시거리에 의한 영향, 독성에 의한 영향을 모두 고려하여 기준치에 가장 빠르게 도달하는 값을 통해 재실자 인명 안전기준을 산정한다.

〈표 II-7〉 화재 시뮬레이션 ASET 산정 시 재실자 인명안전기준

구분	성능기준	
호흡 한계선	바닥으로부터 1.8 m 기준	
열에 의한 영향	60 ℃ 이하	
가시거리에 의한 영향	용도	허용가시거리 한계
	기타 시설	5 m
	집회시설, 판매시설	10 m
독성에 의한 영향	성분	독성 기준치
	CO	1,400 ppm
	O ₂	15% 이상
	CO ₂	5% 이하

다) 피난 시뮬레이션 방법

본 연구에서는 피난 시뮬레이션 Pathfinder를 통해 RSET(피난완료시간)을 분석하였으며, RSET은 시뮬레이션 결과를 토대로 다음 식과 같이 계산한다.

$$RSET = T_d + T_a + T_o + T_i + T_e$$

T_d : 발화로부터 감지까지 소요시간,
 T_a : 감지로부터 채실자 통보까지 소요시간,
 T_o : 통보로부터 채실자의 의사결정까지 소요시간,
 T_i : 결정으로부터 피난 개시까지 소요시간,
 T_e : 피난 개시로부터 완료까지 소요시간

이때, 피난 개시로부터 완료까지의 소요 시간을 제외한 발화로부터 피난 개시까지의 소요시간을 피난지연시간으로 계산한다.

피난지연시간은 다음 표와 같이 산정하는데, 피난지연시간이 30초 이하가 될 경우에는 피난지연시간을 30초로 가정하여 RSET을 산정한다.

〈표 II-8〉 소방시설 등의 성능위주설계 평가 가이드라인의 피난 지연시간 산정 방법

화재실	$aT_o = 2\sqrt{A}$ aT_o : 화재실의 피난 지연시간 [sec] A : 화재실의 면적 [m^2]
비화재실	$bT_o = 2aT_o$ bT_o : 비화재실의 피난 지연시간 [sec]

Pathfinder는 다음 표와 같은 격자, 화원의 종류 및 크기, 환기, 열 방출 속도, 화원의 위치, 소방 설비 등의 정보를 입력하여 화재 시나리오를 분석한다.

피난 시뮬레이션은 시나리오에 적합하게 수용인원, 대피자 특성(남녀노소), 신체 치수 및 보행속도 등을 설정하여 피난소요시간을 분석한다.

본 연구에서는 대피자의 특성을 성인 남성으로 하고, 수용인원은 다음 표와 같은 기준에 의해 “일반 및 고위험 공업”의 기준인 $9.3 \text{ m}^2/1\text{인}$ 으로 설정하였다.

〈표 II-9〉 소방시설 등의 성능위주설계 방법 및 기준의 수용인원 산정 방법

사용용도	m ² /인	사용용도	m ² /인
집회용도		상업용도	
고밀도지역	0.65	피난층 판매지역	2.8
저밀도지역	1.4	2층 이상 판매지역	3.7
		지하층 판매지역	2.8
취사장	9.3	의료용도	
		입원치료구역	22.3
서가지역	9.3	수면구역	11.1
열람실	4.6	교정, 감호용도	11.1
수영장	4.6(물 표면)	주거용도	
수영장 데크	2.8	호텔, 기숙사	18.6
헬스장	4.6	아파트	18.6
운동실	1.4	대형 숙식주거	18.6
무대	1.4	공업용도	
접근 출입구, 좁은 통로, 회랑	9.3	일반 및 고위험공업	9.3
카지노 등	1	특수공업	수용인원 이상
		업무용도	9.3

라) 화재 및 피난 시뮬레이션 시나리오

본 연구에서는 다음과 같은 화재 시나리오를 설정하여 화재 및 피난 시뮬레이션을 수행하였다.

사고 시나리오

1. 작업장 내부에 에탄올(40 L)이 누출되어 바닥에 Pool 형성
2. 원인불명의 점화원에 의해 누출된 에탄올에 화재가 발생
3. 화재에 의해 작업장 내부에 존재하는 화재감지기가 작동
4. 사고를 인지한 작업자가 비상구를 통해 대피

이때, 다음 표와 같이 화재 및 대피 시뮬레이션의 공통 조건을 설정하고, 작업장의 면적과 비상구의 개수, 비상구 설치 방향, 출입구와의 이격거리를 변수로 화재 시나리오를 작성하여 화재 시뮬레이션을 수행하였다.

〈표 II-10〉 화재 및 대피 시뮬레이션 시나리오의 공통 조건 및 변수

공통 조건	
비상구 크기	0.9 m × 2.3 m
연소 물질	에탄올
물질의 양	40 L(31.56 kg)
화원의 크기	0.3 m × 0.6 m × 0.4 m
물질의 연소열	2678 kJ/ kg
스프링클러 및 환기시스템	X(최악의 사고 가정)
근로자 이동속도	1.19 m/s
근로자 어깨너비	0.45 m
설정 변수	
비상구의 개수	1개 또는 2개
작업장 면적	9 m ² , 18.6 m ² , 33 m ² , 50 m ² * 작업장은 정사각형으로 설정(18.6 및 33 m ² 은 직사각형 포함)
출입구와의 방향	같은 방향, 반대 방향, 다른 방향 * 반대 방향 비상구 설치 시 비상구 위치는 벽의 중심으로 설정
출입구 간 이격거리	3 m 또는 바다면 대각선 길이의 1/2 * 이격거리는 각 비상구의 중심 간 거리로 설정
수용인원	2명(9 m ²), 2명(18.6 m ²), 4명(33 m ²), 5명(41.3 m ²), 6명(50 m ²) * 9.3 m ² 당 1명 수용 * 작업자는 비상구에서 보행거리 최대 지점에 배치
화원의 위치	작업장의 중심 또는 비상구 근처

물질의 연소열(에탄올), 근로자의 이동속도 및 어깨너비(성인 남성)는 Pyrosim 및 Pathfinder 프로그램에서 제공하는 Data를 참고하여 설정하였다.

비상구의 설치 기준에 따른 피난 안전성을 명확하게 판단하기 위해 스프링클러와 환기시스템은 없다고 가정했으며, 물질의 양은 현장 방문 결과 소규모 작업장 내부에 흔히 보관되는 양인 20 L의 드럼통 2개를 가정하였다.

작업장 모양의 경우 사업장마다 매우 다양하지만, 모양에 따른 피난 안전성 변화를 방지하기 위해 정사각형을 기본 형태로 하여 18.6 m² 및 33 m² 크기의 경우 직사각형 형태도 추가하였으며, 출입구는 벽의 중앙에 위치하도록 설정하였다.

또한, 작업장 내의 대피자는 최악의 사고를 가정하여 출입구와 가장 먼 곳에서 작업하고 있는 상황을 적용하여, 비상구에서 보행거리 최대 지점에 배치하였다.

(2) 전문가 의견 수렴 및 자문 회의

각 분야의 전문가들과 자문회의를 3회 이상 진행하였다. 자문회의 일정은 연구 착수 보고 직후 및 중간보고, 최종보고를 기점으로 진행하였다.

자문회의를 통해 비상구 설치기준의 적정성을 평가하고, 구체적인 개선안을 마련하였다.

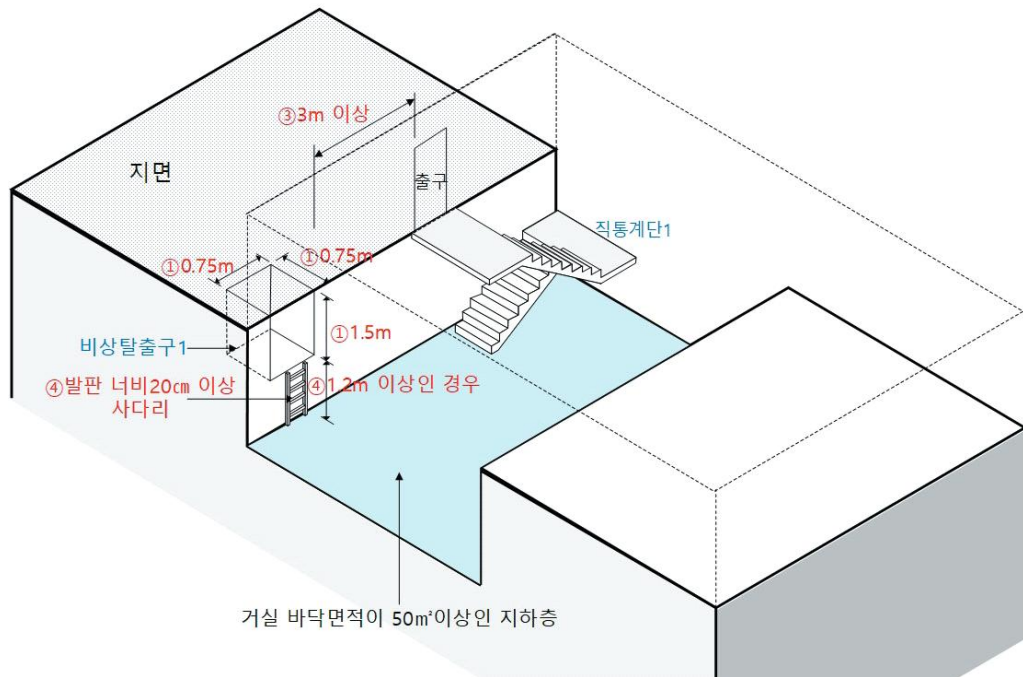
Ⅲ. 연구결과

.....

Ⅲ. 연구결과

1. 국내 비상구 관련 법령 분석

현재 국내에서는 산업안전보건기준에 관한 규칙(약칭:안전보건규칙) 외에도 국토교통부의 건축법, 소방청의 다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법(약칭:다중이용업소법), 위험물안전관리법 등에서 비상구 및 피난시설에 관한 사항을 규정하고 있는 것으로 확인되었다. 하지만, 법령에서 정의하는 비상구의 개념이 일부 차이가 존재한다. 안전보건규칙에서의 비상구는 출입구 외에 안전한 장소로 대피할 수 있는 구조물로 규정하고 있으며 그에 대한 설치기준이 존재한다.



[그림 Ⅲ-1] 건축법에서의 피난시설¹⁰⁾

건축법에서는 비상구를 명확하게 정의하지 않았지만, 아래의 그림에서 나타난 것과 같이 비상탈출구, 피난층으로 통하는 직통계단, 출구, 복도 등을 모두 피난시설로 규정하고 있다.(건축법 제49조) 이러한 피난 시설들은 모두 연결된 문 또는 입구가 존재하기 때문에 넓은 의미에서 비상구의 개념을 포괄한다.

다중이용업소법의 경우 비상구를 “주된 출입구와 주된 출입구 외에 화재 발생 시 등 비상시 영업장의 내부로부터 지상·옥상 또는 그 밖의 안전한 곳으로 피난할 수 있도록 건축법 시행령에 따른 직통계단·피난계단·옥외피난계단 또는 발코니에 연결된 출입구”로 정의한다.(다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법 시행령 별표 1의2)

추가로 소방청에서 고시하는 소방 용어집에 따르면 피난구(Emergency exit)란 ‘긴급사태 발생 시 출구로 사용될 수 있는 모든 문이나 창문, 슈트 등’으로 정의한다. 또한 소방 용어집에 따르면, 비상구와 피난통로를 모두 Exit로 보고 있으며, 이들을 ‘건물 또는 구조물의 내부로부터 지상의 외부로 연결된 탈출로’로 정의하며, 피난 경로에는 비상구, 피난통로, 수평 피난로, 구획된 피난계단과 피난 경사로가 포함된다고 한다.

소방용어집

제목	비상구, 피난통로(exit)				
작성자	소방관리자	등록일	2006-03-03	조회수	10281
내용	비상구, 피난통로(exit) 1)건물 또는 구조물의 내부로부터 지상의 외부로 연결된 탈출로. 피난경로에는 비상구, 피난통로, 수평 피난로, 구획된 피난계단과 피난경사로가 포함된다. 2)피난 지역.(탈/egress, fire escape)				
제목	피난구(emergency exit)				
작성자	소방본부	등록일	2006-03-07	조회수	7947
내용	피난구(emergency exit) 긴급사태 발생시 출구로 사용될 수 있는 모든 문이나 창문, 슈트 등.				

[그림 III-2] 소방용어집에서 피난구, 비상구, 피난통로의 정의

이와 같이 각 법령에 정의하는 비상구의 의미를 폭넓게 해석하면, 안전보건규칙 및 다중이용업소법의 비상구와 건축법의 피난시설은 성능, 형태 및 개념적인 측면에서 상호 연계성이 매우 높다. 따라서 문언적으로 동일한 표현에 얽매이지 않고, 안전보건규칙의 비상구와 각 법령의 비상구와 피난 관련 규정을 폭넓게 비교 분석하였다.

1) 비상구의 개수

현행 안전보건규칙은 출입구 외에 1개 이상의 비상구를 설치해야 한다고 규정되어 있다. 이는 비상구와 출입구를 바깥 공간으로 나갈 수 있는 문의 형태로 정의했을 때 2개의 비상구를 설치해야 한다고 규정할 수 있다.

다중이용업소법에서도 출입구 외에 비상구를 설치해야 한다는 규정이 있어 2개의 비상구를 설치해야 하며, 건축법 또한 직통계단이나 관람실로부터의 출구(건축물 내부 출구), 건축물 바깥쪽으로의 출구 모두 2개소 이상 설치해야 한다는 규정이 있다.

따라서 안전보건규칙의 출입구를 제외하고 1개 이상의 비상구를 설치하는 규정은 타 법령과 비교하여 타당한 규정으로 확인된다.

2) 비상구의 크기

안전보건규칙에서의 비상구의 크기는 너비 0.75 m 이상, 높이 1.5 m 이상으로 규정되어 있다. 이는 건축법이나 다중이용업소법과 동일한 규정으로 확인되었다.

또한, 기성 문의 크기인 너비 0.9 m, 높이 2.1 m보다 비상구의 최소 크기가 작은 것으로 확인되기 때문에 해당 법령을 개정할 경우 기존보다 규제 강화가 될 수 있다.

〈표 Ⅲ-1〉 국내 비상구 및 피난시설의 정의 비교

법령	비상구 및 피난시설의 정의
안전보건규칙 (제17조 및 제11조)	주된 목적이 보행자용인 출입구 외에 안전한 장소로 대피할 수 있는 비상구
다중이용업소법 (시행령 [별표1의2])	주된 출입구와 주된 출입구 외에 화재 발생 시 등 비상시 영업장의 내부로부터 지상·옥상 또는 그 밖의 안전한 곳으로 피난할 수 있도록 「건축법 시행령」에 따른 직통계단·피난계단·옥외피난계단 또는 발코니에 연결된 출입구를 비상구로 정의
건축법 (시행령 제34조~제39조)	• 직통계단 : 건축물의 모든 층에서 피난층 또는 지상으로 직접 연결되는 계단 • 피난계단 : 건축물의 5층 이상 또는 지하 2층 이하의 층으로부터 피난층 또는 지상으로 통하는 계단 • 건축물 내부 출구(관람실로부터의 출구) : 건축물 내의 거실에서 대피할 수 있는 출입구 • 건축물 바깥쪽으로의 출구 : 피난통로의 최종 목적 지점으로 실외로 나갈 수 있는 출입구 • 비상탈출구 : 지하층에서 직통계단 외에 탈출할 수 있는 통로

〈표 Ⅲ-2〉 국내 비상구의 크기 규정 비교

법령	비상구의 크기
안전보건규칙 (제17조)	너비 0.75 m 이상, 높이 1.5 m 이상
건축법 (건축물방화구조규칙 제 10조, 제 25조)	• 단독주택 : 유효 너비 0.9 m 이상 • 바닥 면적의 합계가 500 m² 이상인 문화 및 집회시설, 종교 시설, 의료시설, 위락시설 또는 장례시설 : 유효 너비 3 m 이상 • 그 밖의 용도로 쓰는 건축물 : 유효 너비 1.5 m 이상 • 비상탈출구 : 유효 너비 0.75 m 이상, 유효 높이 1.5 m 이상
다중이용업소법 (시행규칙 [별표 2])	너비 0.75 m 이상, 높이 1.5 m 이상(비상구 문틀은 제외)

3) 비상구의 위치

비상구의 위치 관련 규정은 비상구의 방향, 출입구 간 이격거리, 보행거리로 나누어서 해석할 수 있다. 이에, 각각 구분에 따라 법을 해석하여 비상구의 위치 규정을 해석하였다.

(1) 비상구의 방향

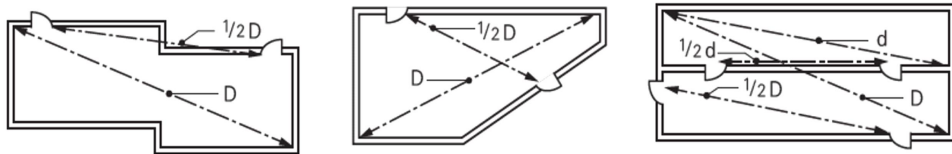
비상구의 방향이란 비상구와 출입구 간 방향이다. 비상구의 위치가 출입구와 위치하는 방향으로 규정하고 있으며, 국내에서 시행되고 있는 법령은 아래와 같다.

〈표 III-3〉 국내 비상구와 출입구간의 방향 규정 비교

법령	비상구와 출입구간의 방향
안전보건규칙 (제17조)	출입구와 같은 방향에 있지 않을 것
다중이용업소법 (시행규칙 [별표1의2])	주 출입구와 반대방향에 설치. 다만, 건물구조로 인하여 반대방향에 설치할 수 없는 경우 이격거리조건만 적용 가능
건축법	별도 규정 없음

안전보건규칙의 비상구는 출입구와 같은 방향에 있지 아니해야 한다는 규정이 있다. 이는 각각의 출입구가 같은 벽면에 위치하지만 않으면 가능한 조건이다.

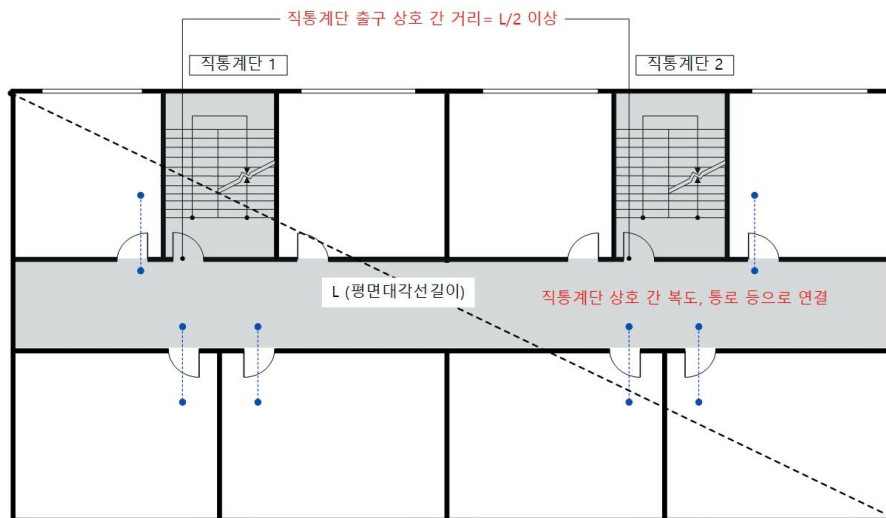
다중이용업소법은 비상구를 출입구 반대 방향에 설치하도록 하지만, 건물 구조로 인해 반대 방향에 설치할 수 없을 경우 다른 방향이나, 같은 방향에 설치하는 예외를 인정하고 있다. 다만 이 경우에는 출입구 간 이격거리를 만족해야만 예외 상황이 적용되어, 그림 III-4과 같이 그에 대한 예시를 업무처리 지침을 통해 알 수 있다.



[그림 III-3] 반대방향에 비상구를 설치할 수 없을 경우 예시(다중이용업소법)

(2) 출입구 간 이격거리

출입구 간 이격거리는 출입구와 비상구 사이의 거리를 말한다. 현행 안전보건규칙은 비상구의 위치를 출입구로부터 3 m 이상 떨어진 위치로 규정하였다.



[그림 III-4] 출입구와의 이격거리 예시(건축법)¹⁰⁾

반면 다중이용업소법과 건축법의 경우 위 그림과 같이 건축물 평면의 최대 대각선 길이의 1/2 이상으로 규정하고 있다.

〈표 Ⅲ-4〉 국내 출입구 간 이격거리 규정 비교

법령	출입구 간 이격거리
안전보건규칙 (제17조)	출입구로부터 3 m 이상 떨어진 위치
다중이용업소법 (시행규칙 [별표1의2])	주된 출입구로부터 가장 긴 대각선 또는 최대길이 값의 1/2 이상 떨어진 위치
건축법 (시행령 제34조 건축물방화구조규칙 제8조~제11조)	• 직통계단 : 건축물 평면의 최대 대각선 거리의 1/2 이상, 스프링클러 또는 자동식 소화설비 설치 시 1/3 이상 • 비상탈출구(지하층): 출입구로부터 3 m 이상

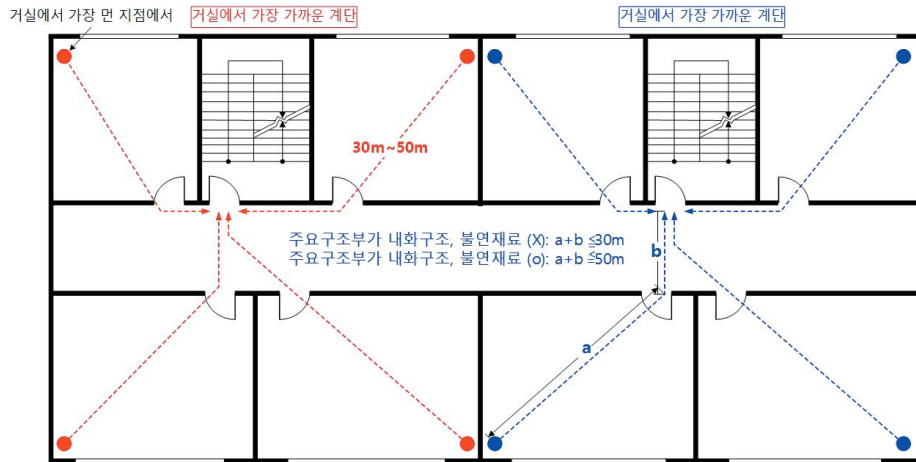
또한 건축법에서는 스프링클러와 자동식 소화설비와 같은 화재나 위험물질 누출에 대해 대응할 수 있는 시설이 있을 경우 이격거리에 대한 규정을 완화하는 조건이 있는 것으로 확인된다.

다중이용업소법에서도 건물구조로 인하여 주된 출입구와 같은 방향에 있지 않도록 설치할 수 없는 경우에는 출입구 간 이격거리를 만족할 경우 비상구의 방향에 대한 규정은 면제할 수 있다.

따라서, 안전보건규칙 또한 다중이용업소법과 같은 완화 규정을 참고하여 규제 완화가 필요할 것으로 확인된다.

(3) 수평거리

수평거리는 작업장의 각 부분으로부터 하나의 비상구 또는 출입구까지의 거리를 말한다. 이러한 거리 산정 개념은 각 법령에 따라 다른 것을 알 수 있다.



[그림 III-5] 보행거리 산정 개념(건축법)¹⁰⁾

위 그림에서 보는 것처럼 건축법의 경우 작업장(거실) 끝에서 출입구까지의 거리(A)와 출입구에서 직통계단까지의 거리(B)를 합하여 보행거리(A+B)를 산정한다.

하지만 안전보건규칙의 경우 작업장 끝에서 출입구까지의 거리(A)만 산정하기 때문에 안전보건규칙의 수평거리는 건축법에서 정의하는 보행거리보다 짧은 경우가 많아 규제 완화 시 해당 거리를 고려하여 개정할 필요가 있다.

건축법의 경우 각 건축물의 주요 구조부나 재료에 따라 보행거리를 다르게 규정하고 있으며, 안전보건규칙의 보행거리와 같은 50 m는 주요구조부가 내화구조 또는 불연재료로 된 건축물일 경우 규정하고 있다.

안전보건규칙의 대상인 위험물 제조·취급 작업장은 위험물 관리법에서 내화구조의 벽으로 하고, 벽, 기둥, 바닥, 보, 서까래 및 계단을 불연재료로 하여야 한다는 규정이 있어, 건축법에서 50 m 기준으로 규정하는 바는 일치하는 것을 알 수 있다.

〈표 III-5〉 국내 보행거리 규정 비교

법령	보행거리
안전보건규칙 (제17조)	작업장의 각 부분으로부터 하나의 비상구 또는 출입구까지의 수평거리가 50 m 이하
건축법 (시행령 제34조~제39조)	• 보행거리 30 m 이하 : 주요구조부가 내화구조 또는 불연재료로 건축되지 않는 건축물 • 보행거리 40 m 이하 : 주요구조부가 내화구조 또는 불연재료로 된 16층 이상 공동주택 • 보행거리 50 m 이하 : 주요구조부가 내화구조 또는 불연재료로 된 건축물 • 보행거리 75 m 이하 : 자동화 생산시설에 스프링클러 등 자동식 소화설비를 설치한 반도체 및 디스플레이 패널을 제조하는 공장 • 보행거리 100 m 이하 : 자동화 생산시설에 스프링클러 등 자동식 소화설비를 설치한 반도체 및 디스플레이 패널을 제조하는 무인화 공장
다중이용업소법	별도 규정 없음

따라서 안전보건규칙에서도 건축법의 스프링클러나 자동식 소화설비와 같은 소방시설에 대한 완화 규정을 참고하여 초대형 작업장에서도 납득할 수 있도록 개정하는 방안을 참고하는 방향이 타당한 것으로 판단된다.

4) 비상구 설치 면제 조건

현재 안전보건규칙의 비상구 설치 면제 조건은 비교적 최근인 2019년에 개정되었으나, 이러한 조항은 정사각형이 아닌 형태의 동일 면적의 작업장에서 불합리함을 느낄 수 있어, 추가 개정이 필요하다.

국내 타 법령과 비교했을 때, 건축법과 다중이용업소법은 면적을 기준으로 최소 면적을 지정하였다. 하지만, 안전보건규칙에서 현재 비상구 설치 면제 조건을 면적 기준으로 변경하여도 9 m²(약 3평)로 좁은 면적이기 때문에 이에 대한 비상구 추가 설치의 어려움이 제기될 것으로 예상된다.

〈표 III-6〉 국내 비상구 설치 면제 조건 비교

법령	비상구 설치 면제 조건
안전보건규칙 (제17조)	작업장 바닥면의 가로, 세로가 각 3 m 미만인 경우 비상구 설치 면제
건축법 (시행령 제34조~ 제39조, 건축물방화구조 규칙 제25조)	• 1개의 피난시설만 설치해도 되는 바닥면적 기준 ① 직통계단 : 200 m²(건물의 형태에 따라 달라질 수 있음) ② 건축물 내부 출구, 건축물 바깥쪽으로의 출구: 300 m² ③ 지하 비상탈출구 : 50 m²
다중이용업소법 (시행규칙 [별표 2])	• 피난층에 설치된 영업장(영업장으로 사용하는 바닥 면적이 33 m² 이하인 경우로서 영업장 내부에 구획된 실(室)이 없고, 영업장 전체가 개방된 구조의 영업장을 말한다)으로서 그 영업장의 각 부분으로부터 출입구까지의 수평거리가 10 m 이하인 경우 비상구 설치 면제 • 법 15조 4항에 따라 시행령 제13조의 [별표 4]에 따른 화재위험 유발지수가 A등급 미만인 다중이용업소에 대해서는 소방시설·비상구 또는 그 밖의 안전시설 등의 설치 면제 가능

5) 국내법 소결

국내 비상구 관련 규정에서 현행 안전보건규칙과 상이한 규정은 출입구 간 이격거리 조건과 비상구 설치 면제 조건으로 확인되었다. 출입구 간 이격거리와 보행거리는 건축법에서 스프링클러 또는 자동식 소화설비에 따라 규정을 완화하고 있어 규제 완화의 방향에 해당 규정을 참고하였다.

〈표 Ⅲ-7〉 국내 규정 비교

	안전보건규칙	건축법	다중이용업소법
출입구 및 비상구의 개수	출입구 외 비상구 1개 이상	2개 이상	2개 이상
출입구와 의 방향	출입구와 반대방향에 설치	별도 규정 없음	출입구와 반대방향에 설치(이격거리 충족 시 면제 가능)
출입구 간 이격거리	출입구로부터 3 m 이상 떨어진 위치	건축물 평면의 최대 대각선 거리의 1/2 이상, 스프링클러 또는 자동식 소화설비 설치 시 1/3 이상	주된 출입구로부터 가장 긴 대각선 또는 최대 길이 값의 1/2 이상 떨어진 위치
보행거리	50 m 이하	• 30 m ~ 50 m 이하 : 주요구조부의 내화구조 또는 불연재료에 따라 정함 • 75 m, 100 m 이하 : 스프링클러 등 자동식 소화설비 설치여부 및 무인화 공장 여부에 따라 정함	별도 규정 없음
비상구의 크기	너비 0.75 m 이상 높이 1.5 m 이상	너비 0.75 m 이상 높이 1.5 m 이상	너비 0.75 m 이상 높이 1.5 m 이상
비상구 설치 면제 조건	작업장 바닥면의 가로, 세로가 각 3 m 미만일 경우	• 직통계단 : 200 m² 이하 • 건축물의 출구 : 300 m² 이하 • 비상탈출구 : 50 m² 이하	바닥면적 33 m ² 이하인 경우로서 영업장의 각 부분으로부터 출입구까지의 수평거리가 10 m 이하인 경우

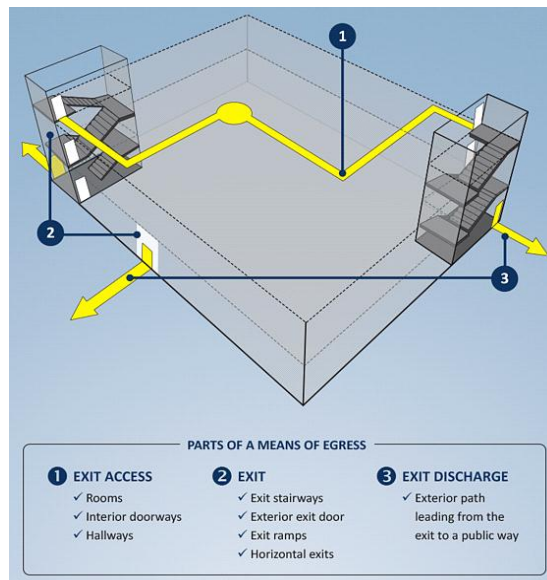
2. 국외 비상구 관련 법령 분석

합리적인 비상구 설치기준 개정방안을 마련하기 위해 국내 법령뿐만 아니라 외국의 비상구 관련 법령까지 분석하였다.

앞선 국내 법령 분석을 통해 산업안전보건법 및 소방관계법령의 비상구와 건축법의 피난시설은 성능, 형태 및 개념적인 측면에서 상호 연계성이 매우 높은 것을 알 수 있었다.

국외 법령에서는 국내 법령의 피난시설과 비슷한 개념으로 피난로(means of Egress)를 정의하고 있다.

미국 NFPA 101은 피난로를 건물이나 구조물의 어떤 지점에서부터 공공 도로로 이어지는 연속적이고 방해받지 않는 이동 경로로 정의하고 있으며, 피난로는 비상구 접근로(Exit access), 비상구(Exit), 옥외로의 출구(Exit discharge)로 구성되어 있다고 언급하고 있다.



[그림 Ⅲ-6] 피난로(means of egress) 구조

캐나다 건축법은 피난로를 건물 내 어느 지점에서든 사람이 탈출할 수 있도록 제공되는 지속적인 이동 경로로 정의하고 있으며, 비상구(Exit)와 비상구 접근로(Exit access)로 구성되어 있다고 언급하고 있다.

영국 건축법(건축법 해설서)은 피난로를 정의하고 있지 않다. 다만 대체 피난로(Alternative escape route)를 한쪽이 화재의 영향을 받는 경우에도 사용할 수 있도록 방향과 공간 또는 내화 구조에 의해 충분히 분리되어 있는 피난로로 정의하고 있다. 이는 산업안전보건법에서의 비상구 정의(비상구는 출입구 외에 안전한 장소로 대피할 수 있는 구조물)와 비슷하다.

〈표 III-8〉 국외 법령에서의 피난로 및 비상구 정의 비교

법령	피난로(means of egress) 정의	비상구(Exit) 정의
미국 OSHA 1910.36	-	-
미국 NFPA 101	건물이나 구조물의 어떤 지점에서부터 공공 도로로 이어지는 연속적이고 방해 받지 않는 이동 경로로 (1) 비상구 접근로(Exit access), (2) 비상구(Exit), (3) 옥외로의 출구(Exit discharge) 세 부분으로 구성	옥외로의 출구(Exit discharge: 대피로의 일부로 비상구 종료 지점과 공공 도로의 종료 지점 사이를 말함)까지 보호된 이동 경로를 제공하기 위해 다른 공간으로부터 분리되어있는 대피로의 일부
캐나다 건축법	건물 내 어느 지점에서든 사람이 탈출할 수 있도록 제공되는 지속적인 이동 경로 또는 건물에서 화재 노출로부터 보호되는 별도의 건물, 개방된 공공도로 또는 외부 개방 공간으로 가는 개방 공간으로 (1) 비상구(Exit)와 (2) 비상구 접근로(Exit access)를 포함	화재 노출로부터 보호되고, 개방된 공공도로에 접근할 수 있는 출입구를 포함한 탈출 수단의 일부
영국 건축법 (건축법 해설서)	대체 피난로*는 한쪽이 화재의 영향을 받는 경우에도 사용할 수 있도록 방향과 공간 또는 내화 구조에 의해 충분히 분리되어 있는 피난로 * 영국의 경우, 피난로가 아닌 대체 피난로에 대해 정의되어 있음	

즉, 국외 법령에서는 비상구를 피난로의 일부로 해석하고 있으며, 피난로는 국내 법령의 피난시설과 유사한 개념이므로 비상구(Exit) 관련 규정과 함께 피난로(means of egress, Escape route) 관련 규정까지 폭넓게 분석하였다.

1) 비상구의 개수

영국 건축법(건축법 해설서)을 제외한 나머지 국외 법령은 일부 허용된 경우를 제외하고 기본적으로 비상구 또는 피난로를 2개 이상 설치하도록 규정하고 있다.

구체적으로 미국 OSHA 1910은 직원 수, 건물 규모 및 용도 또는 작업장 배치가 비상시 모든 직원이 안전하게 대피할 수 없는 조건인 경우, 2개 이상의 피난로를 설치하도록 규정하고 있다.

구체적인 직원 수, 건물 규모 및 점유, 작업장의 배치 조건이 제시되어 있지 않지만, NFPA 101-2009와 IFC- 2009를 참고하였음을 언급하고 있으므로 미국 NFPA 101에 언급되어 있을 것으로 예상된다. 실제로 미국 NFPA 101의 비상구 설치 예외 기준에 직원 수, 건물 규모 등의 조건이 제시되어 있다.

미국 NFPA 101은 산업용 건물, 저장용 건물의 모든 층 또는 구간에 원칙적으로 2개 이상의 피난로를 설치하도록 규정하며, 고위험 물질 보관 장소 또한 원칙적으로 2개 이상의 피난로를 설치하도록 한다.

영국 건축법(건축법 해설서)은 타 법령과 다르게 최대 인원수에 따라 원칙적인 개수를 1개 ~ 3개로 정하고 있으며, 보행거리 및 기타 고려사항에 따라 피난로 및 비상구 개수를 증가시킬 수 있음을 언급하고 있다.

〈표 Ⅲ-9〉 국외 법령의 비상구 설치 개수 비교

법령	비상구 및 피난로 설치 개수
미국 OSHA 1910.36	작업장은 최소 2개의 피난로가 필요
미국 NFPA 101	산업용 건물, 저장용 건물의 모든 층 또는 구간은 원칙적으로 2개 이상의 피난로가 필요하며, 특히, 고위험 물질 보관 장소 또한 원칙적으로 2개 이상의 피난로가 필요
캐나다 건축법	입주 예정 층마다 2개 이상의 비상구가 필요
영국 건축법 (건축법 해설서)	• 피난로와 비상구의 수는 거주자 수와 보행거리 기준에 따라 상이 • 다양한 거주자 수에 따른 최소 피난로와 비상구 수는 다음과 같으나, 보행거리 및 기타 고려사항에 따라 증가 가능 ① 최대 인원수 60명 : 1개 이상 ② 최대 인원수 600명 : 2개 이상 ③ 최대 인원수 600명 이상 : 3개 이상

대부분의 국외 법령은 양방향 대피를 기본으로 하므로 비상구 설치 개수를 2개 이상으로 규정하고 있다. 다만 작업장 면적, 보행거리 등 조건에 따라 1개 또는 3개 이상으로 규정하기도 한다.

2) 비상구의 크기

국외 법령은 비상구 높이에 대한 기준이 없는 경우가 다수였으며, 미국 OSHA 1910만 피난로 천장 높이를 규정하고 있다.

비상구 너비는 국내 기준과 유사하나 사용 대상, 최대 인원 등에 따라 너비 기준이 조금씩 달라진다.

미국 OSHA 1910은 피난로의 천장 높이는 2.3 m 이상, 너비는 0.711 m 이상으로 규정한다. 미국 NFPA 101은 원칙적으로 문의 최소 너비를 0.81 m 이상으로 하나, 면적, 피난 통로 사용 대상 등에 따라 0.61 m 이상, 0.71 m 이상 등으로 규정한다.

캐나다 건축법은 고위험, 중간위험, 저위험 산업용 건물의 출입구 최소 너비를 0.8 m로 규정한다.

영국 건축법(건축법 해설서)은 피난로와 비상구의 최소너비를 최대 인원수에 따라 0.75 m, 0.85 m 등으로 다르게 규정한다. 단, 최대 인원수가 220명 이상인 경우, 인원수와 인당 너비를 곱한 값으로 규정한다.

〈표 III-10〉 국외 법령에서의 비상구의 크기 비교

법령	비상구의 크기
미국 OSHA 1910.36	• 피난로(Escape route) 천장 높이 : 2.3 m • 비상구 접근로(Exit access)의 너비 : 0.711 m
미국 NFPA 101	문(door leaf)의 최소 너비 : 0.81 m 이상
캐나다 건축법	출입구의 최소 너비 : 0.8 m (고위험, 중간위험, 저위험 산업용 건물의 경우)
영국 건축법 (건축법 해설서)	• 피난로와 비상구의 최소 너비는 최대 인원수에 따라 상이 ① 최대 인원수 60명 : 0.75 m ② 최대 인원수 110명 : 0.85 m ③ 최대 인원수 220명 : 1.05 m ④ 최대 인원수 220명 이상 : 인당 5 m

이와 같이 국외 법령은 비상구 및 피난로의 너비를 0.61 ~ 1.05 m로 규정하고 있다. 즉, 안전보건규칙 제17조에서의 비상구의 너비 기준(0.75 m 이상)과 유사하다는 것을 알 수 있다.

3) 비상구의 위치

국내 법령과 마찬가지로 국외 법령도 출입구(비상구, 피난로) 방향, 출입구 간 이격거리, 보행거리(작업장의 각 부분으로부터 비상구까지의 거리)를 통해 비상구 위치를 규정하고 있다.

(1) 비상구의 방향 및 출입구 간 이격거리

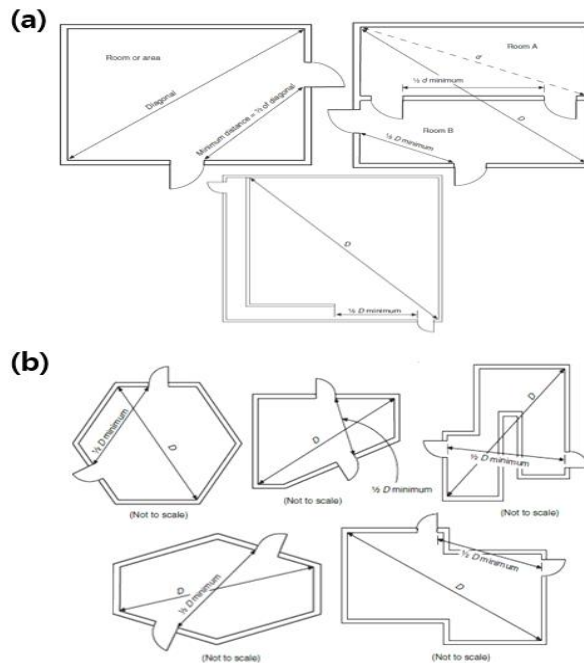
안전보건규칙 제17조에서는 일괄적으로 비상구를 출입구와 같은 방향에

있지 않고, 출입구와 3 m 이상 이격하도록 규정하고 있다.

하지만, 국외 법령은 비상구 방향을 규정하지 않으며, 출입구 간 이격거리를 일괄적으로 규정하지 않는다. 또한, 스프링클러 유무, 공용 복도 유무에 따라 이격거리 기준을 완화하기도 한다.

미국 OSHA 1910은 비상구의 방향과 피난로 간 이격거리를 명확하게 규정하고 있지 않으나 가능한 한 서로 멀리 이격하도록 규정하고 있다.

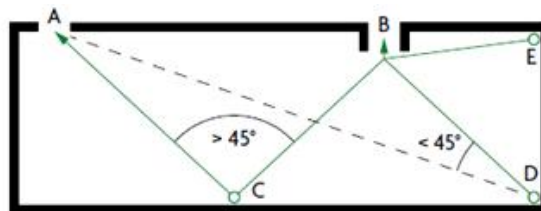
미국 NFPA 101은 피난로 간 이격거리를 건물 또는 구역의 최대 대각선 길이에 따라 달라지도록 규정하고 있다. 2개의 피난로가 필요한 경우, 피난로 간 이격거리를 건물 또는 구역의 최대 대각선 길이의 1/2 이상으로 규정하며, 스프링클러 시스템이 존재하는 건물의 경우, 건물 또는 구역의 최대 전체 대각선 길이의 1/3 이상으로 규정한다.



[그림 Ⅲ-7] NFPA 101 출입구 간 이격거리 a)비상구, 비상구 접근로의 문, 접근로에 대한 이격거리, b) 특이한 모양의 영역의 이격거리

캐나다 건축법 또한 비상구 간 이격거리를 거실 영역의 최대 대각선 길이에 따라 달라지도록 규정하고 있다. 비상구 간 이격거리를 거실 영역의 최대 대각선 길이의 1/2 이상으로 규정한다. 다만, 공공 복도 유무에 따라 비상구 간 이격거리의 최솟값과 최댓값이 정해진다. 구체적으로 공공 복도가 있는 거실 영역의 경우, 비상구 간 이격거리가 9 m를 초과할 필요가 없으나 이외의 모든 다른 거실 영역의 경우, 9 m 이상이어야 한다.

영국 건축법(건축법 해설서)은 타 법령과 다르게 대체 피난로 간 각도를 통해 대체 피난로 설치 방향과 이격거리를 규정하고 있다. 구체적으로 대체 피난로는 서로 45° 이상 이격되어 있어야 하며, 내화 구조로 서로 분리되어 있는 경우에만 45° 이하로 이격할 수 있다.



[그림 III-8] 영국 건축법에서의 대체 피난로 간 이격거리

〈표 III-11〉 국외 법령의 출입구 간 이격거리 비교

법령	출입구 간 이격거리
미국 OSHA 1910.36	2개의 피난로는 가능한 한 서로 멀리 이격
미국 NFPA 101	피난로 간 거리는 건물 또는 구역의 최대 대각선 길이의 1/2 이상 단, 자동 스프링클러 시스템에 의해 보호되는 건물의 경우, 건물 또는 구역의 최대 대각선 길이의 1/3 이상 허용
캐나다 건축법	비상구 간 거리는 거실 영역의 최대 대각선 길이의 1/2 이상 그러나 공공 복도가 있는 거실 영역의 경우, 9 m를 초과할 필요가 없으며, 이외의 다른 거실 영역의 경우, 9 m 이상
영국 건축법 (건축법 해설서)	대체 피난로는 서로 45° 이상으로 이격되어 있거나 45° 이하로 떨어져 있을 경우, 내화 구조로 서로 이격

국의 법령의 경우 안전보건규칙 제17조와 같이 이격거리를 하나의 값으로 정해놓기보다 작업장에 따라 이격거리가 달라지도록 규정하고 있다. 이는 이격거리를 하나의 값으로 규정할 때보다 다양한 구조의 작업장에 적용이 쉬울 것으로 예상된다.

(2) 수평거리

미국 OSHA 1910은 수평거리를 규정하고 있지 않으며, 미국 NFPA 101, 캐나다 건축법, 영국 건축법(건축법 해설서)은 국내 건축법과 같이 보행거리를 건물 용도에 따라 다르게 규정하고 있다.

미국 NFPA 101은 건물 용도(산업용 건물/저장용 건물)에 따라 보행거리가 달라지며, 더 나아가 산업의 종류와 저장하는 위험물질 종류에 따라 보행거리가 달라진다.

〈표 Ⅲ-12〉 NFPA 101의 보행거리 기준(산업용 건물)

보호 레벨	일반 산업 용도	특수 목적 산업 용도	고위험 산업 용도
자동스프링클러 시스템에 의해 전체적으로 보호	76* m 이하	122 m 이하	23 m 이하
자동 스프링클러 시스템에 의해 전체적으로 보호되지 않음	61 m 이하	91 m 이하	Not permitted

* 단층건물에서는 성능 기반 분석을 통해 안전한 비상구라는 것이 입증될 경우, 보행거리를 122 m로 허용

〈표 III-13〉 NFPA 101에서의 보행거리(저장용 건물)

보호 레벨	저위험 물질 저장 용도	일반위험 물질 저장 용도	고위험 물질 저장 용도
자동스프링클러 시스템에 의해 전체적으로 보호	Not Limited	122 m 이하	30 m 이하
자동 스프링클러 시스템에 의해 전체적으로 보호되지 않음	Not Limited	61 m 이하	23 m 이하
NFPA 30에 따라 보관 및 보호되는 인화성 및 가연성 액체 제품	Not Limited	Not Applicable	46 m 이하

캐나다 건축법은 2개 이상의 비상구가 필요한 고위험 산업 용도 건물의 경우, 거실 영역의 어떤 지점에서 적어도 1개 이상의 비상구까지의 보행거리가 25 m 미만이 되도록 규정한다.

영국 건축법(건축법 해설서)은 건물 용도(산업 시설/저장 및 다른 비거주 시설/ 특별 화재 위험 공간)에 따라 보행거리가 달라지며, 더 나아가 공정 및 자재의 화재 위험 수준(일반위험/고위험), 양방향 피난 가능 여부에 따라 보행거리가 달라진다.

〈표 III-14〉 영국 건축법에서의 보행거리 규정

그룹	부지 또는 부지의 일부 사용		최대 보행거리	
			한 방향으로만 이동가능	한 방향 이상으로 이동가능
6	산업 시설	일반위험	25 m 이하	45 m 이하
		고위험	12 m 이하	25 m 이하
7	저장 및 다른 비거주 시설	일반위험	25 m 이하	45 m 이하
		고위험	12 m 이하	25 m 이하
2-7	특별 화재 위험 공간		9 m 이하	18 m 이하

고위험 물질 취급·저장 작업장이고, 자동스프링클러 시스템에 의해 건물이 보호되고 있으며, 양방향 피난이 가능하다고 가정하면 보행거리 기준은 법령별로 다음과 같다.

미국 NFPA 101에 따르면 산업용 건물은 23 m 이하, 저장용 건물은 30 m 이하여야 한다. 캐나다 건축법에 따르면 산업용 건물은 25 m 미만이어야 한다. 영국 건축법(건축법 해설서)에 따르면 산업 시설은 25 m 이하이고, 저장 시설은 25 m 이하이며, 특별 화재 위험 공간은 18 m 이하여야 한다.

즉, 작업장의 각 부분으로부터 하나의 비상구 또는 출입구까지의 수평거리를 50 m 이하로 규정하는 안전보건규칙 제17조에 비해 국외 법령이 더욱 엄격하므로 이를 준용한다면 규제 강화가 될 수 있다.

4) 비상구 설치 면제 조건

미국 OSHA 1910, 미국 NFPA 101, 캐나다 건축법은 기본적으로 비상구 및 피난로를 2개 이상 설치하도록 하나, 제시된 조건을 만족하는 경우 1개만 설치할 수 있도록 규정하고 있다.

미국 OSHA 1910은 근로자 수, 건물 크기, 용도 또는 작업장의 배치가 비상시 모든 근로자가 안전하게 대피할 수 있는 조건인 경우, 단일 피난로

를 허용한다. 구체적인 조건이 제시되어있지 않으나 피난로 수 결정 시 NFPA 101과 IFC-2009를 참조하고 있음을 언급하고 있으므로, 비상구 설치 면제 조건이 NFPA 101과 유사할 것으로 예상된다.

미국 NFPA 101은 고위험 물질을 사용하는 건물을 위한 특별규정에서 i) 객실 또는 공간이 18.6 m^2 이하이고, ii) 방이나 공간의 수용 인원이 3명 이하이며, iii) 객실 문까지의 보행거리가 7.62 m 이하인 경우, 피난로를 1개만 설치할 수 있도록 규정하고 있다.

고위험 물질 사용 건물 외 저위험 및 일반 위험 산업용 건물, 저위험 물질 보관 장소 역시 단일 피난로를 허용하기도 한다.

저위험 및 일반 위험 산업용 건물의 경우, 비상구까지의 거리가 공통 이동 경로 제한 거리 이하일 경우 단일 피난로를 허용한다.

〈표 III-15〉 NFPA 101에서의 공통 이동 경로(산업용 건물)

보호 레벨	일반 산업 용도	특수 목적 산업 용도	고위험 산업 용도
자동스프링클러 시스템에 의해 전체적으로 보호	30 m	30 m	고위험 물질 사용을 위한 특별 규정에서 허용하는 경우 외에 금지
자동 스프링클러 시스템에 의해 전체적으로 보호되지 않음	15 m	15 m	

저위험 물질 보관 장소의 경우, 조건 없이 단일 피난로를 허용하지만, 일반 위험 보관 장소는 공통 이동 경로 제한 거리 내로 비상구에 도달할 수 있는 경우에만 단일 피난로를 허용한다.

〈표 Ⅲ-16〉 NFPA 101에서의 공통 이동 경로(저장용 건물)

보호 레벨	저위험 물질 저장 용도	일반위험 물질 저장 용도	고위험 물질 저장 용도
자동스프링클러 시스템에 의해 전체적으로 보호	Not limited	30 m	고위험 물질 사용을 위한 특별 규정에서 허용하는 경우 외에 금지
자동 스프링클러 시스템에 의해 전체적으로 보호되지 않음		15 m	

캐나다 건축법은 고위험 산업용 건물을 제외하고, 2층 이하의 건물이고, 비상구에 의해 제공되는 총 수용인원이 60 이하이며, 최대 거실 영역 면적과 최대 보행거리가 제시된 값 이하일 때 1개의 비상구만 설치하는 것을 허용한다.

〈표 Ⅲ-17〉 캐나다 건축법의 보행거리 기준

거실 영역의 용도	스프링클러가 없는 경우		스프링클러가 있는 경우	
	최대 거실 면적 [m ²]	최대 보행거리 [m]	최대 거실 면적 [m ²]	최대 보행거리 [m]
중간위험 산업	150	10	200	25 m 이하
저위험 산업	200	15	300	

캐나다 건축법은 위험물 취급 작업장의 최대 면적이 150 m² 또는 200 m² 또는 300 m² 이하일 경우, 비상구 1개만 설치하는 것을 허용한다. 이는 안전보건규칙 제17조보다 규제 수준이 낮은 것처럼 보이지만 면적과 함께 보행거리를 10 m, 15 m, 25 m 이하로 규정하므로 실질적으로 규제 수준이 낮다고 보기 어렵다.

영국 건축법(건축법 해설서)은 고위험 산업 및 저장 시설의 경우, 보행거리가 12 m 이하이고, 60명 이하인 층에 있어 1개의 피난로를 허용하며, 일반위험 산업 및 저장 시설의 경우에는 보행거리가 25 m 이하이고 60명 이하인 층에 있어 1개의 피난로를 허용한다.

국외 법령은 바닥면의 가로 및 세로가 각 3 m 미만인 경우에만 비상구

설치를 면제시켜주는 안전보건규칙 제17조에 비해 면적, 보행거리 등 다양한 면을 고려하므로 규제 수준이 더 높은 것을 알 수 있다.

3. 위험물질 취급량 적용기준 및 범위에 대한 검토

산업안전보건법상 재해 발생 시 근로자의 신속한 대피를 위해 위험물질 제조·취급하는 작업장에 비상구를 설치하도록 규정하고 있다.

이때 위험물질의 취급량 등을 고려하지 않고 안전보건규칙 [별표 1]에 제시된 위험물질을 제조·취급하는 작업장과 그 작업장이 있는 건축물이라면 모두 비상구를 설치하도록 하고 있다.

하지만 위험물질 종류 및 취급량에 따라 화재·폭발 위험성이 다르므로 현장에서 취급하는 위험물질 종류와 양을 고려하지 않고 비상구 설치기준을 일괄적으로 적용할 시 과잉 규제가 될 수 있다는 의견이 제기되고 있다.

이에 따라 위험물질 취급량 적용기준 도입에 대한 검토를 하였다. 구체적으로 비상구 설치 면제를 위한 위험물질 기준량 마련과 적용의 타당성을 검토하였다.

1) 위험물질 취급량 적용기준 검토

비상구 의무 설치 대상 기준에 위험물질 취급량을 적용하는 것에 대한 검토를 위해 안전보건규칙 [별표 9], 산업안전보건법 시행령 [별표 13], 위험물안전관리법 시행령 [별표 1]을 비교 및 분석하였다.

안전보건규칙 [별표 9]에 제시된 위험물질의 기준량은 안전보건규칙 제 273조의 계측장치 설치 대상을 결정하기 위한 기준이지만 안전보건규칙 [별표 1]과 유사하게 위험물질을 분류하고 있다.

다만, 안전보건규칙 [별표 1]의 위험물질은 안전보건규칙 [별표 9]에 제시된 위험물질뿐만 아니라 위험물질을 함유한 물질, 같은 정도의 위험성을 가지는 물질을 모두 포함한다. 즉, [별표 1]에 제시된 위험물질이 [별표 9]

에 제시된 위험물질보다 범위가 넓다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 : 제273조(계측장치 등의 설치)

사업주는 별표 9에 따른 위험물을 같은 표에서 정한 기준량 이상으로 제조하거나 취급하는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 화학설비(이하 “특수화학설비”라 한다)를 설치하는 경우에는 내부의 이상 상태를 조기에 파악하기 위하여 필요한 온도계·유량계·압력계 등의 계측장치를 설치하여야 한다.

1. 발열반응이 일어나는 반응장치
2. 증류·정류·증발·추출 등 분리를 하는 장치
3. 가열시켜 주는 물질의 온도가 가열되는 위험물질의 분해온도 또는 발화점보다 높은 상태에서 운전되는 설비
4. 반응폭주 등 이상 화학반응에 의하여 위험물질이 발생할 우려가 있는 설비
5. 온도가 섭씨 350도 이상이거나 게이지 압력이 980킬로파스칼 이상인 상태에서 운전되는 설비
6. 가열로 또는 가열기

〈표 III-18〉 안전보건규칙 [별표 1], [별표 9] 위험물질

안전보건규칙 [별표 1] 위험물질	안전보건규칙 [별표 9] 위험물질	기준량
1. 폭발성 물질 및 유기과산화물	1. 폭발성 물질 및 유기과산화물	
가. 질산에스테르류	가. 질산에스테르류	10 kg
	니트로글리콜·니트로글리세린·니트로셀룰로오스 등	
나. 니트로 화합물	나. 니트로 화합물	200 kg
	트리니트로벤젠·트리니트로톨루엔·피크린산 등	
다. 니트로소 화합물	다. 니트로소 화합물	200 kg
라. 아조 화합물	라. 아조 화합물	200 kg
마. 디아조 화합물	마. 디아조 화합물	200 kg
바. 하이드라진 유도체	바. 하이드라진 유도체	200 kg
사. 유기과산화물	사. 유기과산화물	50 kg
	과초산, 메틸에틸케톤 과산화물, 과산화벤조일 등	
아. 그 밖에 가목부터 사목까지의 물질과 같은 정도의 폭발 위험이 있는 물질	-	-
자. 가목부터 아목까지의 물질을 함유한 물질	-	-
(이하 생략)		

산업안전보건법 시행령에서 “유해·위험물질”은 인화성 가스, 인화성 액체와 함께 아래 표에서 제시하는 물질을 유해·위험물질로 정의하고 있다. 산업안전보건법 시행령에서는 유해·위험물질의 제조·취급·저장 규정량을 제시하고 있으며, 이는 공정안전보고서 제출 대상 여부를 판단하는 기준이 된다.

산업안전보건법 시행령 : 제43조(공정안전보고서의 제출 대상)

① 법 제44조제1항 전단에서 “대통령령으로 정하는 유해하거나 위험한 설비”란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사업을 하는 사업장의 경우에는 그 보유설비를 말하고, 그 외의 사업을 하는 사업장의 경우에는 별표 13에 따른 유해·위험물질 중 하나 이상의 물질을 같은 표에 따른 규정량 이상 제조·취급·저장하는 설비 및 그 설비의 운영과 관련된 모든 공정설비를 말한다.

1. 원유 정제처리업
2. 기타 석유정제물 재처리업
3. 석유화학계 기초화학물질 제조업 또는 합성수지 및 기타 플라스틱물질 제조업. 다만, 합성수지 및 기타 플라스틱물질 제조업은 별표 13 제1호 또는 제2호에 해당하는 경우로 한정한다.
4. 질소 화합물, 질소·인산 및 칼리질 화학비료 제조업 중 질소질 비료 제조
5. 복합비료 및 기타 화학비료 제조업 중 복합비료 제조(단순혼합 또는 배합에 의한 경우는 제외한다)
6. 화학 살균·살충제 및 농업용 약제 제조업[농약 원제(原劑) 제조만 해당한다.
7. 화약 및 불꽃제품 제조업

③ 법 제44조제1항 전단에서 “대통령령으로 정하는 사고”란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사고를 말한다.

1. 근로자가 사망하거나 부상을 입을 수 있는 제1항에 따른 설비(제2항에 따른 설비는 제외한다. 이하 제2호에서 같다)에서의 누출·화재·폭발 사고
2. 인근 지역의 주민이 인적 피해를 입을 수 있는 제1항에 따른 설비에서의 누출·화재·폭발 사고

〈표 III-19〉 산업안전보건법 시행령에서의 위험물질 기준량

No.	유해· 위험물질	CAS번호	규정량 [kg]
1	인화성 가스	-	제조·취급: 5,000 (저장: 200,000)
2	인화성 액체	-	제조·취급: 5,000 (저장: 200,000)
3	메틸 이소시아네이트	624-83-9	제조·취급·저장: 1,000
4	포스겐	75-44-5	제조·취급·저장: 500
5	아크릴로니트릴	107-13-1	제조·취급·저장: 10,000
6	암모니아	7664-41-7	제조·취급·저장: 10,000
7	염소	7782-50-5	제조·취급·저장: 1,500
8	이산화황	7446-09-5	제조·취급·저장: 10,000
9	삼산화황	7446-11-9	제조·취급·저장: 10,000
10	이황화탄소	75-15-0	제조·취급·저장: 10,000
11	시아나화수소	74-90-8	제조·취급·저장: 500
12	불화수소(무수불산)	7664-39-3	제조·취급·저장: 1,000
13	염화수소(무수염산)	7647-01-0	제조·취급·저장: 10,000
14	황화수소	7783-06-4	제조·취급·저장: 1,000
15	질산암모늄	6484-52-2	제조·취급·저장: 500,000
16	니트로글리세린	55-63-0	제조·취급·저장: 10,000
17	트리니트로톨루엔	118-96-7	제조·취급·저장: 50,000
18	수소	1333-74-0	제조·취급·저장: 5,000
19	산화에틸렌	75-21-8	제조·취급·저장: 1,000
20	포스핀	7803-51-2	제조·취급·저장: 500
21	실란(Silane)	7803-62-5	제조·취급·저장: 1,000
22	질산(중량 94.5% 이상)	7697-37-2	제조·취급·저장: 50,000
23	발연황산(삼산화황 중량 65% 이상 80% 미만)	8014-95-7	제조·취급·저장: 20,000
24	과산화수소(중량 52% 이상)	7722-84-1	제조·취급·저장: 10,000

(이하 생략)

위험물안전관리법 시행령에서 “위험물”은 인화성 또는 발화성 등의 성질을 가지는 것으로 정의하며, 위험물의 종류를 성질에 따라 제1류 ~ 제6류

(산화성 고체, 가연성 고체, 자연발화성 물질 및 금속성 물질, 인화성 액체, 자기반응성 물질, 산화성 액체)로 분류한다. 또한 위험물의 위험성을 고려한 지정 수량을 위험물 종류별로 제시하고 있으며, 지정 수량은 제조소 등의 허가 등에 있어서의 기준이 된다.

위험물안전관리법 : 제2조(정의)

① 이 법에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

1. “위험물”이라 함은 인화성 또는 발화성 등의 성질을 가지는 것으로서 대통령령이 정하는 물품을 말한다.
2. “지정수량”이라 함은 위험물의 종류별로 위험성을 고려하여 대통령령이 정하는 수량으로서 제6호의 규정에 의한 제조소등의 설치허가 등에 있어서 최저의 기준이 되는 수량을 말한다.

〈표 Ⅲ-20〉 위험물안전관리법 시행령에서의 위험물 및 지정수량

위험물			지정수량
유별	성질	품명	
제1류	산화성 고체	1. 아염소산염류	50 kg
		2. 염소산염류	50 kg
		3. 과염소산염류	50 kg
		4. 무기과산화물	50 kg
		5. 브롬산염류	300 kg
		(중략)	
제2류	가연성 고체	1. 황화린	100 kg
		2. 적린	100 kg
		3. 유황	100 kg
		4. 철분	500 kg
		5. 금속분	500 kg
		(중략)	
제3류	자연 발화성 물질 및	1. 칼륨	10 kg
		2. 나트륨	10 kg

	금수성 물질	3. 알킬알루미늄	10 kg
		4. 알킬리튬	10 kg
		5. 황린	20 kg
		(중략)	
제4류	인화성 액체	1. 특수인화물	50 L
		2. 제 1 석유류	비수용성액체 200 L
			수용성액체 400 L
		3. 알코올류	400 L
		4. 제 2 석유류	비수용성액체 1,000 L
			수용성액체 2,000 L
		5. 제 3 석유류	비수용성액체 2,000 L
			수용성액체 4,000 L
		(중략)	
제5류	자기 반응성 물질	1. 유기과산화물	10 kg
		2. 질산에스테르류	10 kg
		3. 니트로화합물	200 kg
		4. 니트로소화합물	200 kg
		5. 아조화합물	200 kg
		(중략)	
제6류	산화성 액체	1. 과염소산	300 kg
		2. 과산화수소	300 kg
		3. 질산	300 kg
		4. 그 밖에 행정안전부령으로 정하는 것	300 kg
		5. 제1호 내지 제4호의 1에 해당하는 어느 하나 이상을 함유한 것	300 kg

안전보건규칙, 산업안전보건법 시행령, 위험물안전관리법 시행령에서의 위험물질 정의 및 분류, 최소 수량을 분석한 결과, 법령마다 위험물질 정의, 분류, 규정량과 분류 목적에 차이가 있었다.

그중 안전보건규칙 [별표 9]가 안전보건규칙 [별표 1]과 위험물질 분류가 가장 유사하였다. 하지만 계측장치 설치 대상을 결정하기 위한 기준이므로 안전보건규칙 [별표 9]의 기준량을 그대로 차용하는 것은 쉽지 않다.

따라서, 안전보건규칙 [별표 9] 기준량과 기준량의 10%, 50% 등의 양만큼 누출되었을 때의 위험성을 분석하여 비상구 설치 면제를 위한 위험물질 기준량을 마련하고자 하였다.

2) 비상구 설치기준의 위험물질 기준량 도입 타당성 검토

비상구 설치의 주된 목적은 화재 등 비상 상황 시 원활한 피난에 도움을 주는 것이다. 위험물 제조·취급 작업장에서 주로 발생하는 비상 상황은 위험물질 누출, 화재·폭발이므로 이러한 사고 발생 시 피난에 어려움이 없는 경우에만 비상구 설치를 면제하는 것이 합리적이다.

즉, 비상구 설치 면제 기준에 위험물 취급량 적용 시 비상 상황에 피난 어려움이 없는 위험물질 양을 계산하는 것이 필요하다.

이에 따라 ALOHA를 활용하여 안전보건규칙 [별표 9] 기준량과 기준량의 10%, 50% 등이 누출되었을 때 위험성을 파악하고자 하였다.

구체적으로 화재 발생 위험 파악 및 폭발 시 위험성 파악을 위해 가연성 증기운 생성 범위와 증기운 폭발로 인한 과압이 미치는 범위를 계산하였다. 가연성 물질이 아닌 산화성 액체 및 산화성 고체는 독성 영향 범위를 계산하였다.

안전보건규칙 [별표 1]에 제시된 156개의 물질 중 62개의 물질이 ALOHA에서 계산이 가능하다. 이 중 위험물질 종류별로 대표 물질을 선정하여 위험성을 계산하였다.

〈표 III-21〉 ALOHA 프로그램으로 계산 가능한 위험물질

분류	위험물질
폭발성 물질 및 유기과산화물	니트로벤젠, 트리니트로벤젠, 트리니트로톨루엔, 하이드라진유도체(메틸하이드라진)
물반응성 물질 및 인화성 고체	금속의 수소화물(펜타보란)
산화성 액체 및 산화성 고체	과염소산, 과산화수소
인화성 액체	아세트알데히드, 산화프로필렌, 아세톤, 메틸에틸케톤, 탄소, 크실렌, 이소아밀알코올, 아세트산, 하이드라진, 에탄올
인화성 가스	수소, 아세틸렌, 에틸렌, 메탄, 에탄, 프로판, 부탄
부식성 물질	질산, 아세트산
급성 독성 물질	시아니화수소, 플루오르아세트산, 디보란, 포스핀, 이산화질소, 메틸이소시아네이트, 디클로로아세틸렌, 케텐, 1,4-디클로로-2-부텐, 메틸비닐케톤, 벤조트라이클로라이드, 황화수소, 질산 등

※ 밑줄 친 물질은 ALOHA 계산을 실시한 물질

가연성 증기운 생성은 화재 발생 가능성 증가를 의미하므로, 화재 발생 위험을 파악하기 위해 가연성 증기운 생성 범위를 계산하였다. 다만, 산화성 액체인 과산화수소와 과염소산의 경우, 인화성이 없으므로 가연성 증기운 생성 범위가 계산되지 않아 독성 영향 범위를 계산하였다.

가연성 증기운 생성 범위 계산 결과에 따르면 위험물질 기준량의 10%만 누출되어도 LEL 25%(폭발 위험이 있다고 판단하는 기준)가 생성되는 범위가 25 m 이상인 것으로 나타났다.

LEL 60%가 생성되는 범위는 LEL 25%가 생성되는 범위의 약 60% ~ 75%이지만 16 m 이상으로 먼 거리까지 가연성 증기운이 생성된다는 것을 알 수 있다.

특히, 펜타보란의 경우, 기준량의 10%만 누출되어도 LEL 25%가 생성되는 범위가 183 m, LEL 60%가 생성되는 범위가 132 m으로 화재 발생 위험이 크다.

〈표 III-22〉 가연성 증기운 생성 범위 계산 결과

분류	위험물질	물질량	기준량	Flammable Area of Vapor Cloud		
				60% LEL	25% LEL	10% LEL
폭발성 물질 및 유기과산화물	니트로벤젠	200 kg	100%	84 m	116 m	165 m
		100 kg	50%	61 m	83 m	115 m
		20 kg	10%	27 m	42 m	58 m
물반응성 물질 및 인화성 고체	펜타보란	300 kg	100%	310 m	428 m	601 m
		150 kg	50%	241 m	332 m	465 m
		30 kg	10%	132 m	183 m	257 m
산화성액체 및 산화성고체	과산화수소	300 kg	100%	-	-	-
		150 kg	50%	-	-	-
		30 kg	10%	-	-	-
	과염소산	300 kg	100%	-	-	-
		150 kg	50%	-	-	-
		30 kg	10%	-	-	-
인화성 액체	아세트 알데히드	200 L	100%	60 m	95 m	143 m
		100 L	50%	44 m	67 m	105 m
		20 L	10%	18 m	30 m	50 m
	아세톤	400 L	100%	96 m	144 m	207 m
		200 L	50%	71 m	106 m	153 m
		40 L	10%	31 m	49 m	73 m
	에탄올	400 L	100%	93 m	141 m	207 m
		200 L	50%	66 m	103 m	154 m
		40 L	10%	29 m	48 m	74 m
	이소아밀 알코올	1000 L	100%	181 m	254 m	355 m
		500 L	50%	134 m	187 m	262 m
		100 L	10%	61 m	90 m	128 m
인화성 가스	수소	50 m ³	100%	95 m	135 m	191 m
		25 m ³	50%	70 m	103 m	147 m
		5 m ³	10%	32 m	49 m	76 m
부식성물질	아세트산	300 kg	100%	75 m	117 m	169 m

급성독성물질	시안화수소	150 kg	50%	56 m	82 m	124 m
		30 kg	10%	22 m	38 m	25 m
		5 kg	100%	25 m	40 m	63 m
		2.5 kg	50%	18 m	28 m	45 m
		2 kg	10%	16 m	25 m	40 m

산화성 액체인 과산화수소, 과염소산의 독성 영향 범위를 계산한 결과, ERPG-2(거의 모든 사람이 1시간 동안 노출되어도 보호 조치를 취할 수 있는 능력을 손상시킬 수 있는 회복이 불가능하거나 심각한 건강상의 영향이 나타나지 않는 공기 중의 최대 농도) 농도가 생성되는 범위가 641 m 이상이고, ERPG-3(거의 모든 사람이 1시간 동안 노출되어도 생명의 위험을 느끼지 않는 공기 중의 최대농도) 농도가 생성되는 범위가 327 m 이상이다. 즉, 독성 영향 역시 크다는 것을 알 수 있다.

〈표 III-23〉 독성 범위 계산 결과

분류	위험물질	물질량	기준량	Toxic		
				ERPG-3	ERPG-2	ERPG-1
산화성액체 및 산화성고체	과산화수소	300 kg	100%	983 m	1.3 km	2.6 km
		150 kg	50%	790 m	1.1 km	2.1 km
		30 kg	10%	471 m	641m	1.3 km
	과염소산	300 kg	100%	735 m	1.5 km	3.8 km
		150 kg	50%	561 m (PAC-3)	1.1 km (PAC-2)	3.0 km (PAC-1)
		30 kg	10%	327 m (PAC-3)	691 m (PAC-2)	1.9 k m (PAC-1)

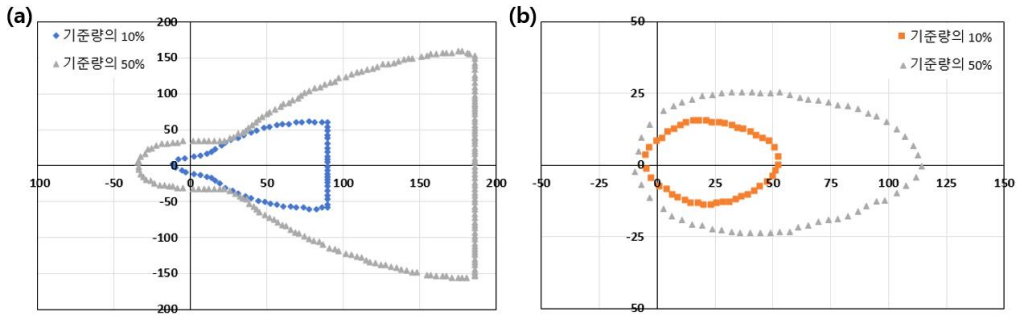
증기운이 생성된 범위 내에서 화재가 아닌 폭발이 발생하기도 하는데 이때 폭발 과압으로 인해 피해가 미치는 범위를 계산하였다.

‘Explosions and Refuge Chambers’에 따르면 3 psi의 폭발과압은 주로 심각한 부상을 일으키며, 사망자가 발생할 수 있는 압력이다.³¹⁾

증기운 폭발로 인한 과압이 미치는 범위 계산 결과에 따르면 8 psi가 미치는 범위는 계산되지 않았지만, 위험물질 기준량의 10%만 누출되어도 폭발과압 3.5 psi가 미치는 범위가 11 m 이상임을 알 수 있었다.

〈표 Ⅲ-24〉 증기운 폭발 과압이 미치는 범위 계산 결과

분류	위험물질	물질량	기준량	Overpressure from vapor cloud explosion		
				8.0 psi	3.5 psi	1.0 psi
폭발성 물질 및 유기과산화물	니트로벤젠	200 kg	100%	LOC 미초과	72 m	100 m
		100 kg	50%	LOC 미초과	52 m	77 m
		20 kg	10%	LOC 미초과	19 m	37 m
인화성 액체	아세트알데히드	200 L	100%	LOC 미초과	51 m	76 m
		100 L	50%	LOC 미초과	31 m	53 m
		20 L	10%	LOC 미초과	11 m	26 m
	아세톤	400 L	100%	LOC 미초과	80 m	110 m
		200 L	50%	LOC 미초과	55 m	86 m
		40 L	10%	LOC 미초과	21 m	40 m
	에탄올	400 L	100%	LOC 미초과	LOC 미초과	80 m
		200 L	50%	LOC 미초과	LOC 미초과	60 m
		40 L	10%	LOC 미초과	LOC 미초과	24 m
	이소아밀알코올	1000 L	100%	LOC 미초과	154 m	193 m
		500 L	50%	LOC 미초과	113 m	146 m
		100 L	10%	LOC 미초과	54 m	78 m
인화성 가스	수소	50 m ³	100%	LOC 미초과	51 m	76 m
		25 m ³	50%	LOC 미초과	31 m	53 m
		5 m ³	10%	LOC 미초과	11 m	26 m
부식성물질	아세트산	300 kg	100%	LOC 미초과	80 m	110 m
		150 kg	50%	LOC 미초과	55 m	86 m
		30 kg	10%	LOC 미초과	21 m	40 m
급성독성물질	시안화수소	5 kg	100%	LOC 미초과	LOC 미초과	80 m
		2.5 kg	50%	LOC 미초과	LOC 미초과	60 m
		2 kg	10%	LOC 미초과	LOC 미초과	24 m



[그림 III-9] 이소아밀알코올 사고 영향 범위 a)가연성 증기운 생성 범위 b) 증기운 폭발로 인한 과압이 미치는 범위

안전보건규칙 [별표 9] 기준량과 기준량의 10%, 50%가 누출되었을 때의 사고 영향 범위(독성 영향 범위, 가연성 증기운 생성 범위, 증기운 폭발의 폭발 과압 영향 범위)를 계산한 결과, 기준량의 10%만 누출되어도 화재, 폭발 및 부상 위험이 크다는 것을 도출했다.

아울러 화학물질 유통 단위가 약 1 kg ~ 20 kg임을 고려하면 위험물 취급 작업장에서도 최소한 1 kg ~ 20 kg 정도의 위험물질을 보관하거나 사용할 가능성이 존재한다. 따라서 니트로벤젠, 이소아밀알코올 등과 같이 폭발성, 가연성이 큰 물질이 1 kg 전량 누출되었을 때 가연성 증기운 생성 범위 또는 증기운 폭발의 폭발 과압이 미치는 범위를 계산하였다.

ALOHA는 근거리에서 분산 예측의 신뢰성이 떨어져 10 m 미만의 Threat zone을 예측할 수 없으므로 피해 영향 범위가 10 m 미만인 경우 정확한 거리가 아닌 10 m 미만으로 표시된다.

증기운 폭발로 인한 과압이 미치는 범위 계산 결과에 따르면 8 psi가 미치는 범위는 계산되지 않았지만, 위험물질 기준량의 10%만 누출되어도 폭발과압 3.5 psi가 미치는 범위가 11 m 이상임을 알 수 있었다. 그 결과 1 kg만 누출되어도 LEL 25%가 생성되는 범위가 11 m 이상이며, 특히 수소는 75 m까지 생성된다. 또한, 폭발과압 3.5 psi가 미치는 범위가 10 m 미만이거나 11 m 이상이며, 수소는 40 m까지 영향을 미친다.

〈표 Ⅲ-25〉 극소량 누출 시 사고 영향 범위 계산 결과

분류	위험 물질	물질량	기준량 [%]	Flammable Area of Vapor Cloud [m]			Overpressure from vapor cloud explosion [m]		
				60% LEL	25% LEL	10% LEL	8.0 psi	3.5 psi	1.0 psi
폭발성 물질 및 유기과 산화물	니트로 벤젠	1 kg (0.8 L)	0.5	11	11	11	-	10 m 미만	18
	아세트 알데 히드	1 kg (1.3 L)	0.65	11	11	11	-	10 m 미만	17
인화성 액체	아세톤	1 kg (1.3 L)	0.33	11	11	12	-	10 m 미만	19
	에탄올	1 kg (1.3 L)	0.33	11	11	13	-	-	12
	이소 아밀 알코올	1 kg (1.3 L)	0.13	11	11	17	-	11	20
인화성 가스	수소	1 kg (14.1 L)	0.03	50	75	111	38	40	59
부식성 물질	아세 트산	1 kg (1.0 L)	0.35	11	11	11	-	10 m 미만	15

이와 같이 사고가 최악의 시나리오로 발생할 경우, 소량이 누출되더라도 사고 영향 범위(독성 영향 범위, 가연성 증기운 생성 범위, 증기운 폭발의 폭발 과압 영향 범위)가 건물 면적을 초과할 수 있으므로 비상구 의무 설치 면제 기준에 위험물 취급량을 적용하는 것은 신중하게 고려할 필요가 있다.

3) 위험물질 취급량 적용 시 문제점

한편, 위험물질 취급량을 비상구 설치 기준에 적용하면 예상치 못한 새로운 부작용이 발생할 수 있다. 특히 실제로는 해당 기준량의 위험물질을 제조·취급하여 비상구 설치 적용 대상이나, 제조·취급량을 허위 신고하여 비상구 설치 규정을 회피하는 등의 부작용에 대한 우려가 있다.

소방청에서 발표한 2019~2021년 소방관계법령 위반 사항 조사 결과를 살펴보면, 이러한 우려가 단순한 기우가 아닐 수 있다는 것을 보여준다. 위험물안전관리법 위반 사항이 타 법령 위반 사항에 비해 많으며, 특히 2020년 및 2021년 상반기에는 위험물안전관리법 위반 사항이 가장 높게 조사되었다.

구체적으로 연도별 위반 건수를 살펴보면, 2019년 총 1,469건의 위반 사항 중 소방시설 설치유지법 위반 534건, 위험물안전관리법 위반 505건, 소방시설공사업법 위반 222건이 기록되었다. 2020년에는 총 위반 건수 1,700건 중 위험물안전관리법 위반이 764건을 차지했으며, 2021년 상반기에는 전체 위반 사항 864건 중 위험물안전관리법 위반이 289건으로 나타났다.

〈표 III-26〉 법령별 위반 현황

구 분	계	소방 기본법	소방시설 공사업법	소방시설 설치 유지법	위험물 안전 관리법	다중이용 안전 관리법	119 구조 구급법
2021년 상반기	869	73	206	282	389	-	14
2020년	1,700	95	367	441	764	1	32
2019년	1,469	170	222	534	505	-	38

가장 많이 위반한 법률인 위험물안전관리법의 위반 사범은 연도별로 다음과 같다. ▲ 2020년에는 허가받지 않은 장소에서 위험물을 취급하거나 저장한 경우가 404건으로 가장 많았으며, 제조소 등의 위치와 구조 등을 허가 없이 변경한 경우 76건, 안전관리 감독 소홀 53건 등의 순이었다. ▲ 2021년에는 허가받지 않은 장소에서 위험물을 취급하거나 저장한 경우가 164건으로 가장 많았으며, 법적 처벌이 미흡한 경우가 62건, 안전관리 감독 소홀 14건 등의 순이었다.

즉 허가받지 않은 장소에서 지정수량 이상의 위험물을 취급하거나 저장하는 경우가 매우 빈번하게 일어나고 있음을 알 수 있다. 이를 통해 비상구 설치기준에 위험물질 취급량을 적용하였을 때, 위험물질 취급량과 저장량을 허위로 신고하여 비상구 설치를 회피하는 문제가 있을 것으로 예상된다.

4) 소결

위험물질의 취급량을 고려하지 않고 안전보건규칙 [별표 1]에 제시된 위험물질을 제조·취급하는 작업장이라면 모두 비상구를 설치하도록 하고 있으나 위험물질 취급량에 따라 화재·폭발 위험성이 다르기 때문에 과잉 규제가 될 수도 있다는 의견이 제기되었다.

이에 따라 비상구 설치 면제를 위한 위험물질 기준량 가능 여부를 검토

하고자 안전보건규칙 [별표 9], 산업안전보건법 시행령 [별표 13], 위험물 안전관리법 시행령 [별표 1]을 비교·분석하였다.

그 결과, 법령마다 위험물질 정의, 분류, 분류 목적, 규정량에 차이가 있었으나 이들 중 안전보건규칙 [별표 9]의 위험물질 분류가 안전보건규칙 [별표 1]과 가장 유사하였다. 하지만 이는 계측장치 설치 대상을 결정하기 위한 기준이므로 [별표 9]의 기준량을 그대로 차용하는 것은 무리가 있다.

따라서, 안전보건규칙 [별표 9] 기준량을 활용하여 화재, 폭발, 누출 사고 발생 시 대피에 영향을 주지 않는 위험물질 양을 파악하고자 하였다.

이를 위해 안전보건규칙 [별표 1]의 위험물질 종류별로 대표 물질을 선정하였다. 이후 ALOHA를 이용하여 이들이 안전보건규칙 [별표 9] 기준량과 기준량의 10%, 50%만큼 누출되었을 때 독성 영향 범위, 가연성 증기운 생성 범위, 증기운 폭발의 폭발 과압 영향 범위를 계산하였다.

계산 결과, 안전보건규칙 [별표 9] 기준량의 10%만 누출되어도 LEL 25%(폭발 위험이 있다고 판단하는 농도)가 생성되는 범위가 25 m, 3 psi 이상의 폭발과압(주로 심각한 부상을 일으키며, 사망자가 발생할 수 있는 압력)가 미치는 범위가 11 m 이상으로 넓은 범위까지 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다.

산화성 액체 독성 범위의 경우, ERPG-2(거의 모든 사람이 1시간 동안 노출되어도 보호 조치를 취할 수 있는 능력을 손상시킬 수 있는 회복이 불가능하거나 심각한 건강상의 영향이 나타나지 않는 공기 중의 최대 농도) 농도가 생성되는 범위가 641 m 이상으로 계산되었다.

특히, 폭발성, 가연성이 큰 위험물질은 극소량(1 kg)만 누출되어도 LEL 25%가 생성되는 범위가 11 m 이상이며, 폭발과압 3.5 psi가 미치는 범위가 10 m 미만이거나 11 m 이상으로 계산되었다.

이는 위험물질이 소량만 누출된 경우에도 화재, 폭발, 부상 위험이 커 피난에 어려움을 가져온다는 것을 시사하므로 위험물질 취급량이 적을 시 비상구 의무 설치 면제를 허용하는 것은 신중할 필요가 있다.

이뿐만 아니라 현재 허가받지 않은 장소에서 지정수량 이상의 위험물을 취급하거나 저장하는 경우가 빈번하게 일어나고 있으므로 비상구 설치기준에 위험물질 취급량 적용 시 위험물질 취급량 및 저장량을 허위로 신고하여 비상구 설치를 회피하는 문제가 발생할 것으로 예상된다. 따라서 비상구 설치기준에 위험물질 취급량 적용 시 이러한 문제를 해결할 수 있는 방안을 함께 마련하는 것이 필요할 것으로 보인다.

4. 위험물 제조·취급 사업장 실태조사

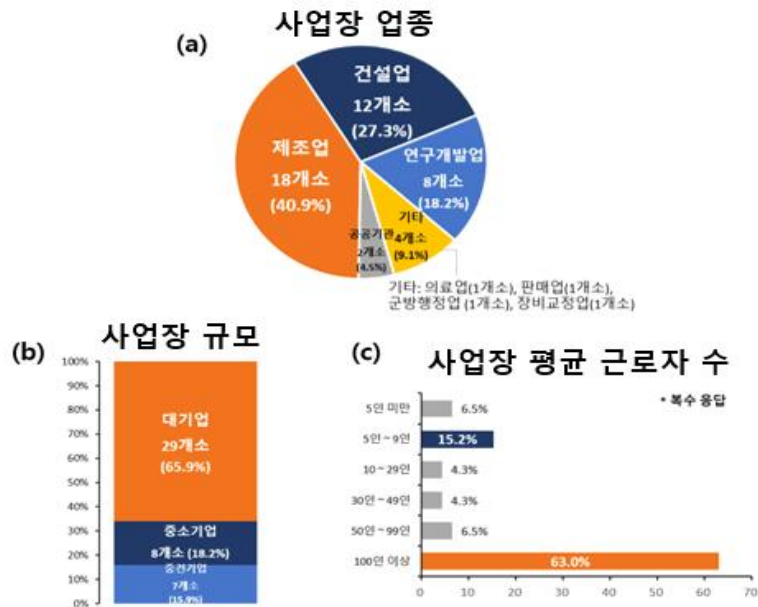
1) 위험물 제조·취급 사업장 실태조사

위험물 제조·취급 사업장의 위험물 취급 현황, 비상구 설치 현황 및 어려움, 비상구 설치기준 개정에 대한 의견을 분석하기 위해 실태조사를 진행하였다.

(1) 응답 사업장 정보

실태조사 응답 사업장은 총 44개소이다. 그중 40.9%(18개소)가 제조업으로 가장 많았으며, 건설업이 12개소, 연구개발업이 8개소이었다.

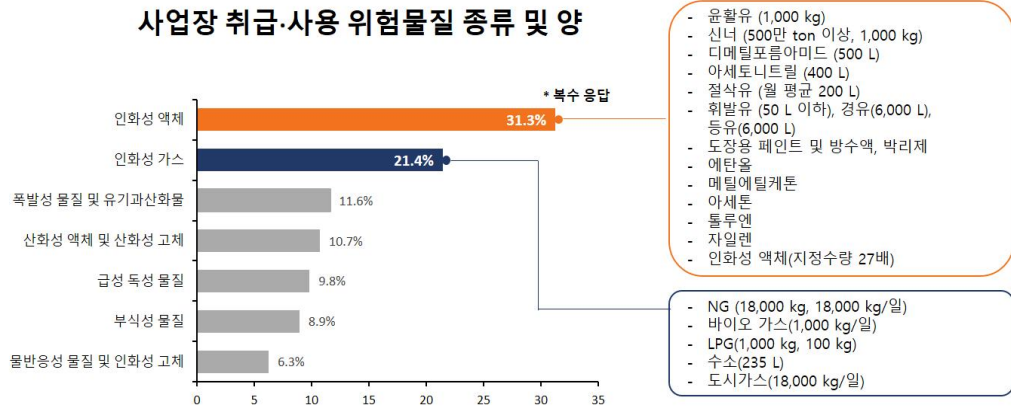
응답 기업의 65.9%(29개소)가 대기업이며, 이는 평균 근로자 수가 100인 이상인 사업장이 63.0%인 것에서도 알 수 있다.



[그림 III-10] 응답 사업장 기초 정보 a) 업종, b) 기업 규모, c) 근로자 수

사업장에서 취급하는 물질은 다양하지만 인화성 액체(31.3%)와 인화성 가스(21.4%)를 주로 많이 취급·사용한다.

인화성 액체는 윤활유, 신너, 휘발유 등을 사용하며 인화성 가스는 NG, 바이오 가스, LPG 등을 사용한다. 이들의 취급량, 사용량은 대부분 안전보건규칙 [별표 9]의 기준량 이상인 경우가 많은 것으로 나타났다.



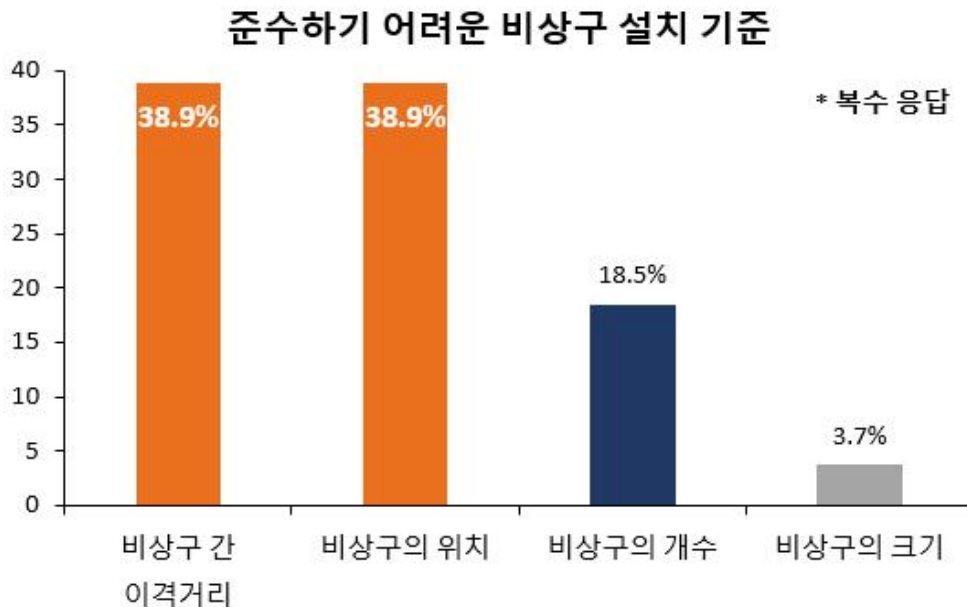
[그림 Ⅲ-11] 사업장 취급 위험물질 종류 및 취급량

(2) 비상구 설치기준 개정에 대한 의견

비상구 설치기준 중 준수하기 어려운 사항으로 비상구 간 이격거리 기준 (38.9%)과 비상구의 위치(38.8%)가 많이 선택되었다.

비상구 간 이격거리 기준 준수가 어려운 이유를 종합하면 작업장의 협소함과 작업장의 구조이다. 이격거리 기준 준수가 어려운 작업장의 구조의 예로는 화약공장의 구조가 있다. 이는 3면이 방벽으로 막혀있어 출입구와 같지 않은 방향에 비상구를 설치하기가 어렵다는 답변이 있었다.

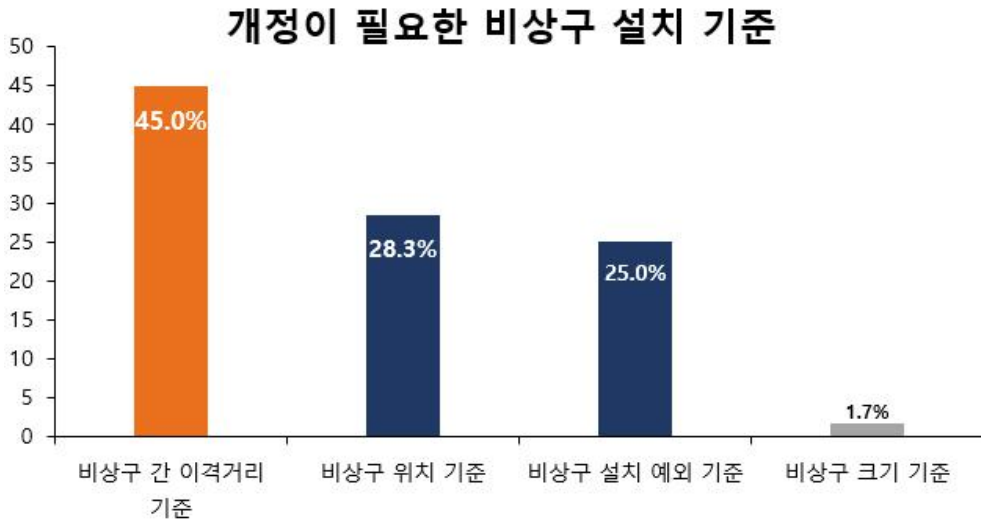
비상구의 위치(보행거리) 기준 준수가 어려운 이유를 종합하면 작업장의 방대함과 작업장의 구조이다. 구체적으로 작업자의 동선을 고려하여 설비, 기계·기구를 배치하고 설계하면 보행거리 기준 준수가 어렵다는 답변이 있었다.



[그림 Ⅲ-12] 준수하기 어려운 비상구 설치 기준

이 외에 비상구 설치 기준을 전반적으로 준수하기 어려운 경우가 있다. 예를 들면 기존에 있는 건물의 경우, 비상구 설치 기준을 준수하려면 재건축이 필요한 경우가 생긴다.

비상구 간 이격거리 기준과 비상구의 위치 기준이 준수하기 어려운 만큼 이들의 개정이 필요하다는 의견이 많았다. 특히 비상구 간 이격거리 기준 (45.0%)의 개정 필요성 제기가 월등히 많았다.

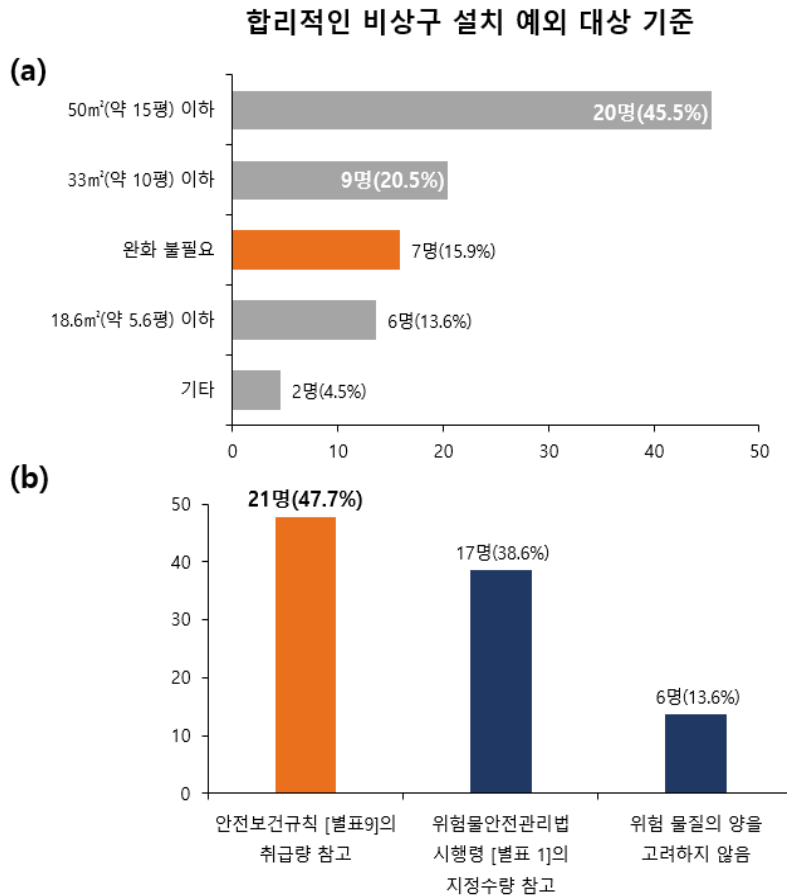


[그림 Ⅲ-13] 개정이 필요한 비상구 설치 기준

비상구 위치 기준(28.3%)과 비상구 설치 예외 기준(25.0%)은 비슷한 수준으로 개정 필요성을 제기하였으며, 비상구의 크기 기준(1.7%)은 개정 필요성 제기가 가장 적었다.

작업장 바닥면적을 기준으로 비상구 설치 예외 대상을 확대할 시 ‘바닥 면적 50 m² 이하인 경우 비상구 설치 예외 대상으로 포함하는 것이 가장 합리적이라는 의견이 많았다. 하지만 응답 결과를 분석하면 바닥면적이 넓을수록 합리적이라고 생각하는 경우가 많았으며, 완화 불필요에 대한 의견도 적지 않았다.

취급·사용하는 위험물질의 양을 기준으로 비상구 설치 예외 대상을 확대할 시 안전보건규칙 [별표9]의 취급량을 참고하는 것이 가장 합리적이라는 의견이 많았다.

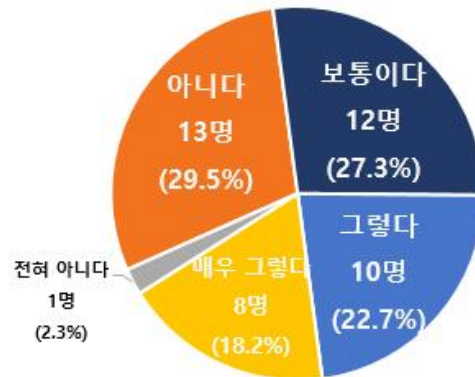


[그림 III-14] 합리적인 비상구 설치 예외 대상

a) 작업장 바닥면적 기준, b) 위험물질 취급량 기준

비상구 설치 예외 대상의 확대 시 근로자 대피 어려움을 초래하지 않을 것이라는 의견(전혀 아니다, 아니다)이 31.8%였으나 어려움을 초래할 것이라는 의견(매우 그렇다, 그렇다, 보통이다)이 68.2%로 과반수 이상이였다. 즉, 비상구 설치 예외 대상 확대 시 위험성에 대한 우려가 있음을 예측할 수 있다.

비상구 설치 예외 대상 확대에 따른 대피 어려움



[그림 Ⅲ-15] 비상구 설치 예외 대상 확대 시
근로자 대피 어려움 초래 여부 예측

(3) 성능위주설계도입에 대한 의견

성능위주설계를 도입하여 비상구 설치 예외 대상을 확대할 경우, 성능위주설계를 실시한다는 의견이 90.9%로 대다수를 차지하였다.

성능위주설계 실시 의향



[그림 Ⅲ-16] 성능위주설계 도입 시 성능위주설계 실시 의향

하지만 전체 응답자의 79.5%가 피난 대피 시뮬레이션 프로그램을 포함한 시뮬레이션 프로그램을 사용한 경험이 없다.



[그림 III-17] 시뮬레이션 프로그램 사용 경험 유무

2) 위험물 제조·취급 사업장 현장방문 및 인터뷰

본 연구에서는 위험물 제조·취급 사업장에 적용되는 현행 비상구 설치 기준의 적정성과 비상구 설치 관련 실태조사를 위해 대기업 2개, 중견기업 2개, 중소기업 2개를 대상으로 각 작업장을 방문하여 인터뷰를 진행하였다.

현장 방문은 설문 문항을 기반으로 진행된 인터뷰 후, 현행 비상구 관련 기준에 대해 현장에서 근무하는 안전관리자의 의견을 수렴하였다.

이후 현재 사용되고 있는 소규모 작업장의 면적과 비상구 설치 현황, 위험물질 보관 여부 등의 실태를 확인하는 절차로 진행되었다.

본 연구팀이 방문한 케이블 제조 중소기업의 경우 완성된 제품의 품질을 검사하는 검사실을 1개 보유하고 있다. 검사실 내부에 위험물을 보관하고 있지는 않지만, 검사 진행 시 제품에 따라 윤활유, 세척액 등을 가져와 사용할 때가 있다. 검사실은 출입구가 있는 벽면 외의 3면은 내력벽으로 구조상 다른 방향에 비상구를 설치할 수 없기 때문에, 비상구의 방향에 대한 규정을 준수하기 어렵다.

본 연구팀이 방문한 자동차 부품 제조 중견기업의 경우 완성된 제품의 품질을 검사하는 검사실을 1개와 측정실 2개를 보유하고 있다. 이러한 작업장은 대부분 협소한 공간이며 작업장 최외곽에 위치하는 것으로 확인되어 주된 출입구가 있는 벽을 제외하고는 내력벽으로 구성된 것을 알 수 있었다. 규모가 비교적 작은 측정실과 검사실의 경우 주된 출입구 외에 비상구가 설치되어 있지 않았으며, 작업장 내부에 위험물질을 보관하고 있으며, 특히 위험물의 위치가 출입구와 매우 근접해 있는 것을 확인할 수 있다. 반면 작업장이 외곽에 위치하지 않아 내력벽이 아닌 경우 주된 출입구 외에 비상구를 설치하여 양방향 대피가 가능한 구조이다. 하지만, 한쪽 출입구 바로 앞에 대량의 위험물을 적재해두고, 사용량만큼 작업장 내부로 가져와 사용하는 구조이기 때문에, 작업장의 보관량은 적지만 위험물에 의한 실질적인 위험은 높을 것으로 예상된다.

대기업의 경우 벽이 없고 작업장이 구획화 되어 있어 대피 동선이 직관적이며, 비상구 설치에 큰 어려움이 없다는 의견이 지배적이었다. 또한, 폐액처리실과 가스공급실의 경우에도 출입문과 위험물질을 충분히 이격시켜 둔 상태이며, 양방향 대피가 충분히 가능한 구조이기 때문에 비상구를 설치하는데 큰 어려움이 없었다. 다만, 작업장이 대형화 됨에 따라 수평거리 기준 50 m를 준수하기 어려운 경우가 발생할 우려가 있다.

〈표 Ⅲ-27〉 현장방문 대상(케이블 제조 중소기업) 소규모 작업장 정보

검사실			
크기	3.3 m × 8.7 m × 3.3 m	출입문 수	1개
위험물	-	근로자 수	1명
비고	위험물을 보관하고 있지 않지만, 검사실 구조상 다른 방향에 비상구를 설치할 수 없음.		
작업장			
크기	23 m × 55 m × 7.2 m	출입문 수	2개
위험물	방청유(400 L) 4개	근로자 수	3명
비고	위험물을 작업장 밖 출입구 인근에 보관하고 있음.		
현장 근로자 주요 의견			
- 일반적으로 소규모 사업장의 경우 공장을 현재 사용중인 사업체가 설계하여 사용하는 것이 아닌, 기존의 공장을 매입하여 사용하는 경우가 많음. - 그렇기 때문에 사업체에서 사용하려는 설비에 따라 현행 비상구 위치 규정을 완벽히 준수할 수 없는 경우가 발생함. - 비상구의 수는 건축법, 다중이용업소법에 따라 공장 설계단계에서부터 준수하여 제작되지만, 비상구의 위치 기준 등은 상이한 부분이 있기 때문에 준수하기 어려움.			



[그림 Ⅲ-18] 현장방문 대상(케이블 제조 중소기업) 작업장 모습

〈표 Ⅲ-28〉 현장방문 대상(자동차 부품 제조 중견기업) 소규모 작업장 정보

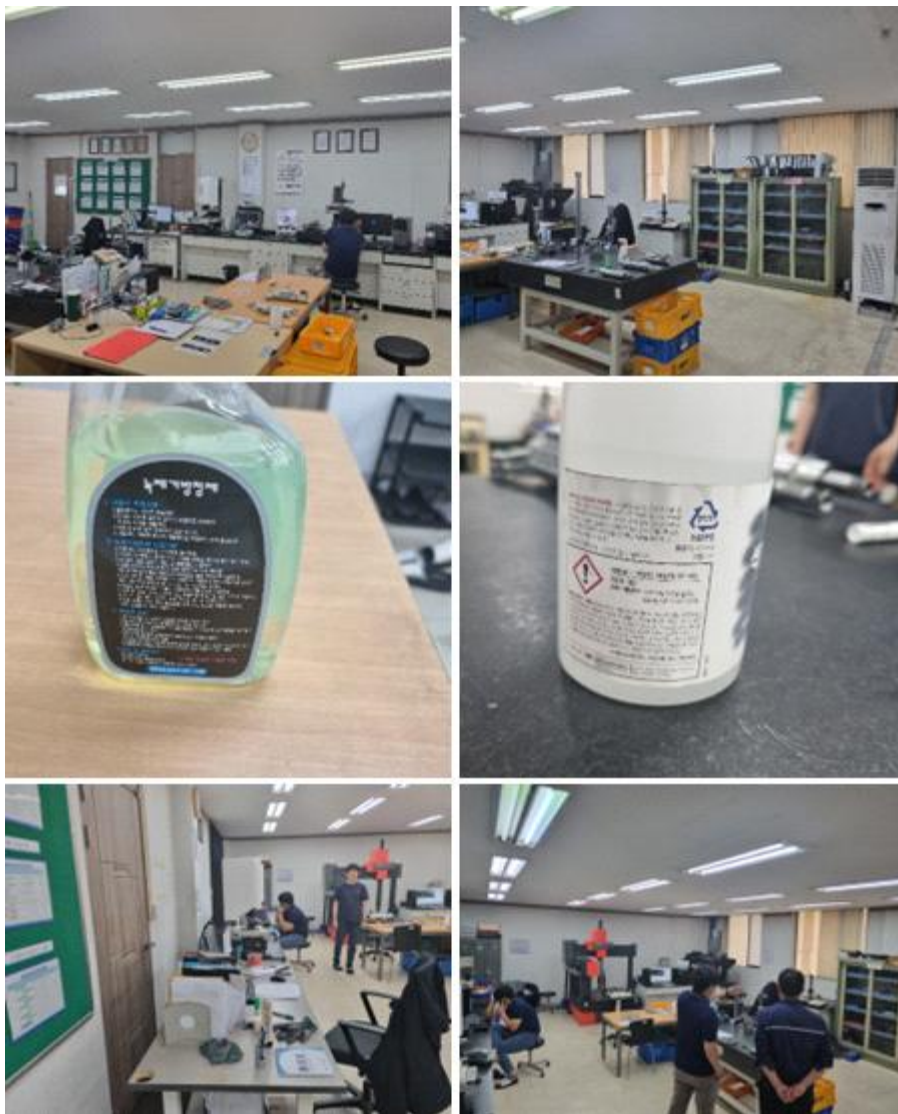
측정실 A			
크기	5 m X 5 m X 2.7 m	출입문 수	1개
위험물	방청유(20 L) 1개	근로자 수	1명
비고	출입문과 인접한 곳에 위험물이 보관되어 있음		
측정실 B			
크기	5.5 m X 10 m X 2.7 m	출입문 수	1개
위험물	방청유(20 L) 2개	근로자 수	3명
비고	출입문과 인접한 곳에 위험물 보관되어 있으며, 출입문을 제외한 3면이 내력벽이기 때문에 다른 방향에 비상구 설치가 어려움.		
검사실			
크기	7 m X 9 m X 2.7 m	출입문 수	2개
위험물	방청유(10 L / 1day)	근로자 수	3명
비고	• 출입문과 반대편에 비상구가 설치되어 양방향 대피가 가능함. • 검사실 내부에 위험물을 보관하지 않고, 검사실 외부 비상구 바로 앞에 위험물을 보관하고 있음.		
현장 근로자 주요 의견			
• 작업장 일부를 분리하여 측정 및 검사실로 사용하고 있으나, 이러한 공간은 대부분 협소한 공간이며, 내력벽이 있는 작업장 최외곽에 위치함.			
• 그렇기 때문에 비상구 설치 시 출입구와의 이격거리(3 m)나 설치 방향에 대한 기준을 만족하기 어려움.			
• 출입구 외에 별도의 비상구를 설치하여 근로자의 안전을 증진시키고 싶으나 현재 비상구 설치 규정을 모두 만족하도록 설치하는데 어려움이 있음.			



[그림 Ⅲ-19] 현장방문 대상(자동차 부품 제조 중견기업) 작업장 모습

〈표 III-29〉 현장방문 대상(자동차 부품 제조 중소기업) 소규모 작업장 정보

검사실			
크기	7 m X 11 m X 2.6 m	출입문 수	3개
위험물	녹 제거 및 세척용 알코올	근로자 수	3명
비고	• 출입문과 같은 방향에 비상구를 2개 설치함. • 출입문이 있는 벽을 제외하면 모두 내력벽이기 때문에 다른 방향에 설치할 수 없음. • 검사실의 구조상 비상구가 있는 위치에 설비를 둘수밖에 없기 때문에 현재 비상구 2개는 설비로 막혀 있기 때문에 실질적으로 사용하기에는 어려움이 있음. • 위험물(녹 제거 및 세척을 위한 알코올)을 약 500 g ~ 1 kg 가량 보관하여 사용중임.		
	현장 근로자 주요 의견		
• 검사실 내부에서 사용하는 위험물이 매우 극소량이기 때문에 안전점검 시에도 위험물과 관련된 별다른 지적사항이 없었음. • 주 출입구 외에 비상구를 사용하려 해도 설비에 의해 검사실 구조상 비상구를 사용할 수 없음. • 현재에는 비상구 규정을 준수할 수 없지만, 적용이 가능한 비상구 위치 규정이 있을 경우, 규정을 준수하여 비상구를 설치할 의향이 있음.			



[그림 Ⅲ-20] 현장방문 대상(자동차 부품 제조 중소기업) 작업장 모습

〈표 Ⅲ-30〉 현장방문 대상(냉간 압연 및 압출 제품 제조 중견기업) 소규모 작업장 정보

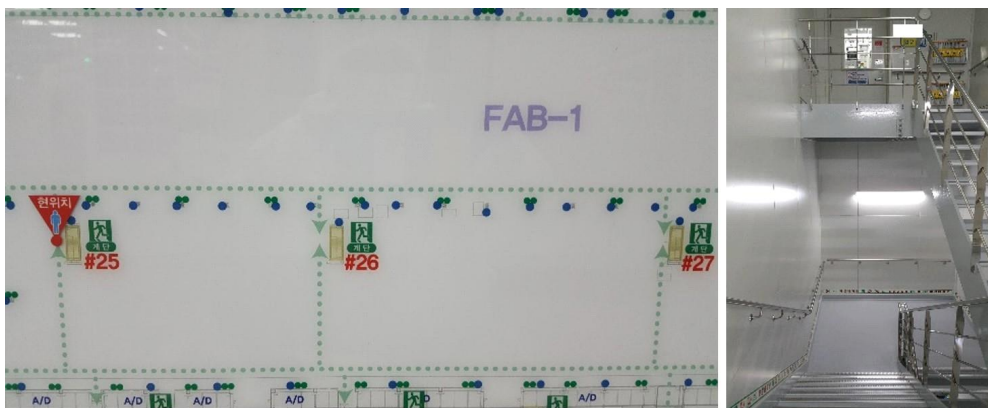
측정실 A			
크기	7 m X 12 m X 3 m	출입문 수	3개
위험물	-	근로자 수	5명
비고	출입문과 다른 방향에 비상구가 2개 있으며, 현행 비상구 설치기준을 만족하고 있음.		
측정실 B			
크기	5 m X 6 m X 3 m	출입문 수	2개
위험물	절삭유(40 L), 세정유(40 L)	근로자 수	3명
비고	출입문과 다른 방향에 비상구가 1개 설치되어 있으며 현행 비상구 설치기준을 만족하고 있음. 하지만, 출입문 중 1개는 측정실 A와 연결된 구조이기 때문에 피난 안전구역으로의 실질적인 탈출은 아님.		
현장 근로자 주요 의견			
• 사업장이 크기 때문에 현행 보행거리 50 m 규정을 준수하는데 어려움이 있음. • 화학물질의 양을 고려하여 비상구 설치기준을 변경할 경우 위험물에 의한 화재 외의 사고를 대비할 수 없기 때문에 물질의 양은 고려하면 안됨. • 소규모 작업실의 경우 비상구를 설치하게 되면, 설비 등에 의해 동선이 복잡해지기 때문에 오히려 피난에 악영향을 미칠 수 있음.			



[그림 Ⅲ-21] 현장방문 대상(냉간 압연 및 압출 제품 제조 중견기업) 작업장 모습

〈표 III-31〉 현장방문 대상(이동전화기 제조업) 작업장 정보

FAB(반도체 생산공장)			
크기	630 m X 200 m X 80 m	출입문 수	10개
위험물	-	근로자 수	500명
비고	벽이 없고 기둥으로 구성된 대형 건축물로 다양한 설비가 배치되어 있고, 상부에 이송 시스템이 구성되어 있음.		
FAB 하부층			
크기	630 m X 200 m X 80 m	출입문 수	10개
위험물	-	근로자 수	200명
비고	- 반도체 생산장비에 공급하는 화학물질 공급장치와 생산설비에서 나오는 폐가스/케미칼을 처리하는 설비가 구성되어 있음. - 반도체 공장은 복수층으로 구성된 대형건물로 직통계단이 피난 동선에 필수적으로 포함됨.		
현장 근로자 주요 의견			
- 벽체가 없고 설비의 배치가 중앙통로와 bay별로 구성되어 있어 이동 및 대피 동선이 직관적이고, 상시 운전을 위한 근로자가 존재하지 않는 반도체 제조현장은 자동화 소화설비 등의 방호체계가 우수함. - 건축법에 따른 피난거리는 반도체 공장의 특성을 반영하여 세분화 되어 있어 안전보건 기준에 관한 규칙을 건축법의 해당규정을 준용하도록 개선이 필요함.			



[그림 III-22] 현장방문 대상(이동전화기 제조업) 작업장 모습

〈표 Ⅲ-32〉 현장방문 대상(발광다이오드 제조업) 작업장 정보

폐액처리실			
크기	20 m X 10 m X 7 m	출입문 수	3개
위험물	-	근로자 수	1명
비고	• 1 ton ~ 4 ton 크기의 폐액탱크가 있으며, 상시 근로자는 없음. • 출입문과 위험물질의 거리가 충분히 이격되어있으며, 양방향 대피가 가능하도록 비상구가 각기 다른 방향에 위치함.		
가스공급실			
크기	30 m × 20 m × 7 m	출입문 수	4개
위험물	-	근로자 수	3명
비고	• 자동화설비의 가스공급실로 상시 근로자는 없으며, 유지, 보수를 위한 점검팀이 수시로 존재함. • 약 80개의 가스캐비닛이 설치되어 있으며, 가스캐비닛은 모두 비상구에서 10 m 이상 이격되어 있으며, 양방향 대피가 충분히 가능하도록 비상구가 각기 다른 방향에 위치함.		
현장 근로자 주요 의견			
• FAB 및 FAB 하부층을 제외한 가스공급실, 폐액처리실등은 구획이 나누어져 있기 때문에 비상구를 설치하는데 큰 어려움은 없음. • 다만, 공간을 구획할 때 건물의 구조상 비상구를 다른 방향에 설치하기 어려운 경우가 발생할 수 있음.			



[그림 Ⅲ-23] 현장방문 대상(발광다이오드 제조업) 작업장 모습

3) 소결

실태조사 응답 사업장은 총 44개소로 제조업 사업장 18개소(40.9%), 건설업 사업장 12개소, 연구개발업 8개소, 그 외 업종 사업장 6개소이었다. 응답 사업장 중 대기업은 29개소(65.9%), 중소기업 8개소, 중견기업 7개소이었으며, 사업장 평균 근로자 수가 100인 이상인 사업장이 63.0%로 가장 많았다. 즉, 규모가 큰 사업장의 응답이 가장 많았다.

사업장 취급·사용 빈도가 높은 위험물질은 인화성 액체(31.3%)와 인화성 가스(21.4%)이었으며, 이들의 취급량 및 사용량은 안전보건규칙 [별표 9]의 기준량 이상인 경우가 많았다.

안전보건규칙 17조 중 준수하기 어려운 사항으로 비상구 간 이격거리 기준(38.9%)과 비상구의 위치 기준(38.8%)을 가장 많이 선택하였으며, 비상구 간 이격거리 기준(45.0%), 비상구 위치 기준(28.3%), 비상구 설치 예외 기준(25.0%) 순으로 개정 필요성 제기가 많았다. 반면 비상구 크기 기준(1.7%) 개정 필요성 제기는 월등히 적었다. 이러한 결과를 반영하여 비상구 간 이격거리, 비상구의 위치, 비상구 설치 예외 기준을 중점적으로 개정 방안을 마련할 필요가 있다.

작업장 바닥면적을 기준으로 비상구 설치 예외 대상 확대 시 합리적인 바닥면적 기준은 50 m² 이하라는 의견이 가장 많았다. 하지만 응답을 분석한 결과, 단순히 바닥면적이 넓을수록 합리적이라고 생각하는 경향을 보였다. 따라서 화재 대피 시뮬레이션 등을 활용하여 합리적인 기준을 추가로 검토하는 것이 필요하다.

위험물 저장·취급량을 기준으로 비상구 설치 예외 대상 확대 시 안전보건 규칙 [별표 9]의 기준량을 참고하는 것이 가장 합리적이라는 의견이 많았다. 이에 따라 비상구 설치 예외 규정에 안전보건규칙 [별표 9]를 적용할 수 있는지 검토해야 한다.

비상구 설치 예외 대상 확대 시 근로자 대피 어려움을 초래할 것으로 예상한 인원이 68.2%로 과반수 이상이었다. 이를 통해 현장에서는 비상구

설치 예외 대상 확대 시 발생할 수 있는 문제에 대한 우려가 있음을 예측할 수 있다.

마지막으로 ‘성능위주설계를 도입하여 비상구 설치 예외 대상을 확대한다면 성능위주설계를 하겠다’는 의견이 90.9%로 대다수였으나, 전체 인원의 79.5%가 시뮬레이션 프로그램을 사용한 경험이 없었다. 즉, 많은 응답자가 시뮬레이션 프로그램을 실제로 사용해본 경험이 없기 때문에 성능위주설계 시행에 대한 긍정적인 응답이 많은 것으로 판단된다.

소규모 작업장을 가진 현장을 방문하여 비상구 관련 인터뷰를 진행한 결과, 공통적으로 모든 현장에서 비상구의 필요성에 대해 긍정적인 의견을 보였다. 다만, 비상구의 설치 기준에 대하여 설치 방향과 이격거리 기준을 만족하는 데 많은 어려움이 있다고 하였다.

현재 산업안전보건기준 비상구 설치 예외 기준인 가로 3 m 세로 3 m 이하에 부합하는 작업장은 흔치 않은 것으로 예상되며, 소규모 작업장의 경우 한쪽 벽면이 긴 직사각형의 구조가 많은 것으로 나타났다.

구체적으로 대부분의 소규모 작업장은 사업장 외곽에 위치하기 때문에 내력벽에 둘러싸여 있는 경우가 많아 출입구와 다른 방향에 비상구를 설치하기 어려운 작업장이 대다수였다.

비상구를 설치한 작업장에서도 설비가 대부분 벽면에 위치하기 때문에 비상구 쪽의 통행을 막고 있거나, 사용할 수 없는 경우도 많았다.

아울러 위험물을 작업장 내에서 보관하는 경우도 많았지만, 작업장 입구 바로 앞에 보관하며 필요량만 내부로 옮겨 사용하는 경우도 있었다. 이러한 경우 산업안전보건기준에 따라 비상구 설치 대상은 아니지만, 실제 위험물에 의한 위험성은 높을 것으로 예상된다.

현장 방문 인터뷰 결과를 종합적으로 고려하였을 때 현장의 안전관리자들은 산업안전보건기준의 비상구 설치 예외 대상의 확대보다는 비상구 설치 위치에 대한 기준에 대한 완화를 더 중요시 하는 것으로 나타났다.

아울러 현재 산업안전보건기준의 비상구 설치예외 기준을 다양한 작업장

의 형태를 반영할 수 있도록 길이 기준이 아닌 면적으로 변경할 필요가 있으며, 시뮬레이션 분석 등 합리적인 방안을 통해 비상구 설치 위치 기준을 완화할 필요가 있다고 판단된다.

5. 비상구 설치기준의 성능위주설계 타당성 검토

1) 성능위주설계 도입 대상 적정성 검토

성능위주설계는 “소방시설 등의 성능위주설계 방법 및 기준”을 근거로 하여 과학적이고 합리적인 최적의 소방시스템을 구축하기 위해 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」 및 화재안전기준 등에 따라 제도화된 법규위주설계를 대체하여 설계하는 경우를 말한다.¹³⁾

소방청 고시에 따라, 성능위주설계 대상이 되는 건축물에 대하여 화재안전기준 등 법규에 따라 설계된 화재안전성능보다 동등 이상의 화재안전성능을 확보하도록 설계하여야 한다.

성능위주설계를 시행하는 설계자의 자격은 「소방시설공사업법 시행령」에 따라 i)소방시설공사업법 제4조에 따른 전문 소방시설설계업을 등록한 자 또는 ii)전문 소방시설설계업 등록기준에 따른 기술 인력을 갖춘 자로서, 소방청장이 정하여 고시하는 연구기관 또는 단체이다.

하지만 이러한 설계자의 자격에는 안전보건규칙의 비상구 설치 대상인 위험물 취급과 관련된 사항이 없어, 소방시설공사업법을 따라갈 경우 문제가 될 우려가 있다.

또한 성능위주설계의 적용대상 및 범위는 다음과 같다.

〈표 III-33〉 성능위주설계를 해야 하는 특정소방대상물의 범위
(소방시설법 시행령 제15조의 3)

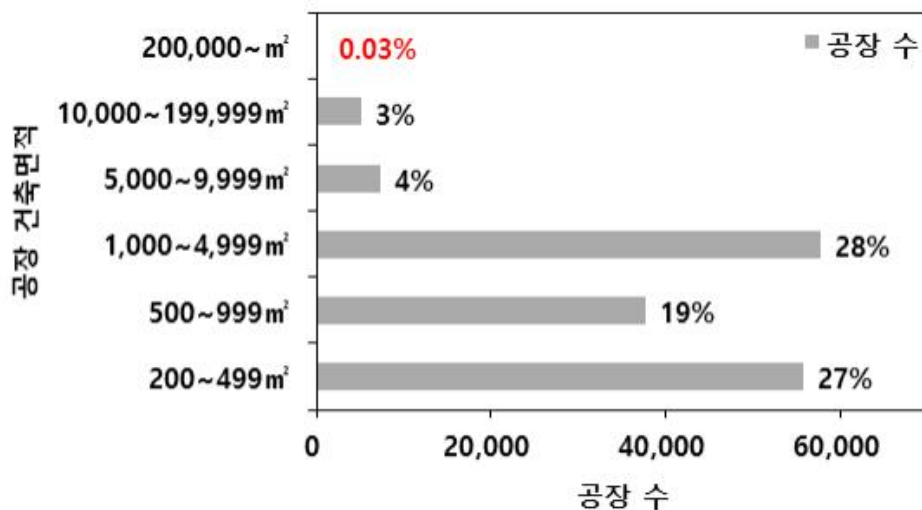
면적 기준	연면적 20만 제곱미터이상	특정소방대상물
	연면적 3만 제곱미터이상	철도 및 도시철도 시설, 공항시설
높이 기준	50층 이상(지하층 제외)이거나 지상으로부터 높이가 200미터 이상	아파트 등 (층수가 5층 이상인 주택)
	30층 이상(지하층 포함)이거나 지상으로부터 높이가 120미터 이상	특정소방대상물 (아파트 등 제외)
기타	영화상영관이 10개 이상인 특정소방대상물	
	지하연계복합건축물 (층수가 11층 이상이거나 1일 수용인원이 5천명 이상인 건축물로서 지하부분이 지하역사 또는 지하도상가와 연결된 건축물)	

〈표 III-34〉 소방시설법에서 지정하는 특정소방대상물

특정소방대상물(소방시설을 설치해야 하는 소방대상물)
공동주택, 근린생활시설, 문화 및 집회시설, 종교시설, 판매시설, 운수시설, 의료시설, 교육연구시설, 노유자시설, 수련시설, 운동시설, 업무시설, 숙박시설, 위락시설, 공장, 창고시설, 위험물 저장 및 처리시설, 항공기 및 자동차 관련 시설, 동물 및 식물 관련 시설, 자원순환 관련 시설, 교정 및 군사시설, 방송통신시설, 발전시설, 묘지 관련 시설, 관광 휴게시설, 장례시설, 지하가, 지하구, 문화재, 복합건축물

이와 같이 성능위주설계는 신축하는 건물을 대상으로 하며, 초대형 건물 및 초고층 건물 위주로 시행하고 있다.

이 중 안전보건규칙에 해당하는 대상이 되기 위해서는 200,000 m² 이상의 공장, 창고시설, 위험물 저장 및 처리시설이거나, 30층 이상이거나 높이가 지상으로부터 120 m 이상인 아파트형 공장과 같은 형태여야 한다.



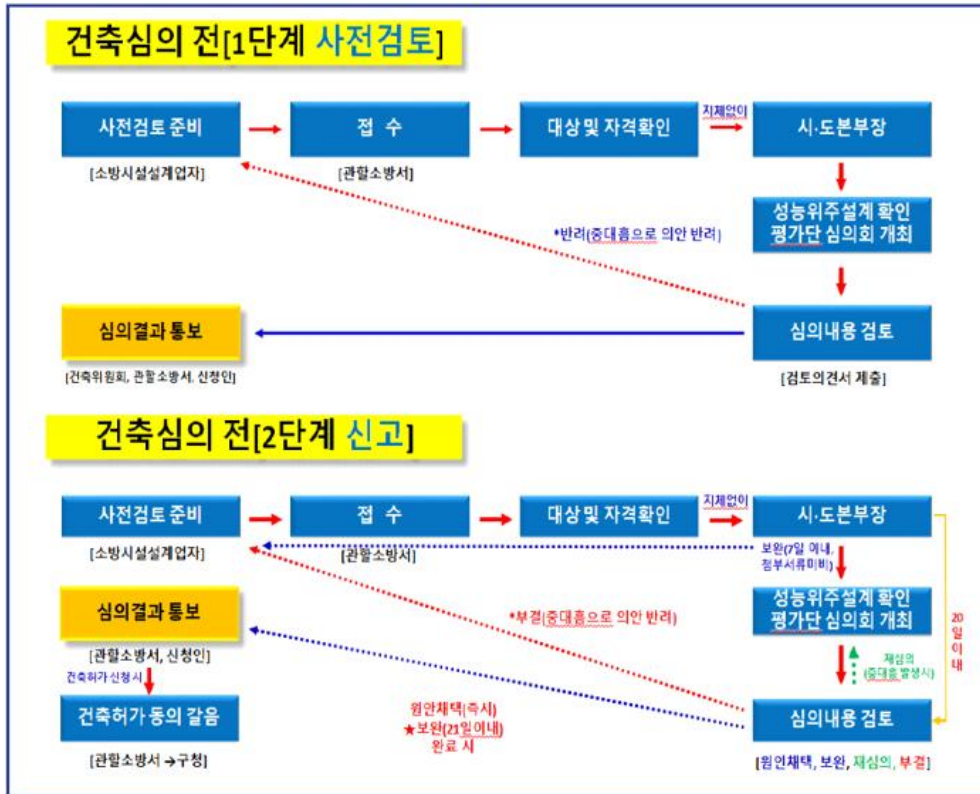
[그림 Ⅲ-24] 국내 공장 건축면적에 따른 공장 비율

한국산업단지공단에서 반기마다 제공하는 공장등록 현황 통계정보(2022년 6월 말 기준)에 따르면 성능위주설계 시행 대상인 면적 200,000 m² 이상의 공장은 71개소이며, 전체 공장 비율의 0.03%로 확인된다.

하지만 이마저도 성능위주설계의 시행 대상이 신축 건물에 대해서만 해당하기 때문에 비상구 설치 규정에 성능위주설계를 도입할 경우 적용 받는 사업장이 거의 없을 것으로 확인된다.

그렇기 때문에 본 연구의 목적인 소규모 작업장에 성능위주설계를 그대로 적용하기에는 다양한 문제가 발생할 수 있다.

아울러 성능위주설계에 대한 평가를 위해 건축심의 전 시행하는 사전검토 단계와 건축허가 신청 전 시행하는 신고 단계를 진행해야 한다. 이러한 심의절차 진행을 위해서는 별도의 평가단을 구성하고 운영해야 하는데 평가단원은 평가단장을 포함한 7~9명 이내(분야별 전문가 1~2명)로 선정한다.



[그림 III-25] 성능위주설계의 심의절차 및 방법

이와 같이 심의 절차 단계가 복잡하고 별도의 평가단도 운영해야 하기 때문에 성능위주설계를 시행하게 될 경우 해당 사업장의 새로운 부담이 될 염려가 있다.

특히 성능위주설계 시 다음 표와 같은 도서를 제출해야 하는데, 구체적인 성능을 제시하고 평가하여 정량화된 안정성을 확보해야 하기 때문에 시뮬레이션을 수행하고 그 결과를 제출하는 것이 필수적으로 요구된다.

이러한 시뮬레이션 역시 소규모 사업장에서 시행하는 것은 비용적인 측면에서 큰 부담이 될 우려가 있다.

〈표 III-35〉 성능위주설계 제출 도서

사전검토 단계	
• 다음 각 목의 사항이 포함된 건축물의 기본 설계도서 - 건물의 개요(위치, 규모, 구조, 용도) - 부지 및 도로 계획(소방차량 진입동선을 포함한다)(단지내 조경 및 조형물 등 칼라 표시) - 화재안전계획의 기본방침 - 건축물의 기본 설계도면 (주 단면도, 입면도, 용도별 기준층 평면도 및 창호도 등을 말한다) - 건축물의 구조 설계에 따른 피난계획 및 피난동선도 - 건축물 내·외장재료 마감계획 - 방화구획 계획도 및 화재확대 방지계획 (연기의 제어방법을 포함한다)	- 수계소화설비 수리 흐름도 - 제연설비 D·A 위치 평면도 - 종합방재실 장비 배치 평면도 - 소방시설 계통도 및 용도별 기준층 평면도 - 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령」 별표 1의 소방시설의 설치 계획 및 설계 설명서 - 별표 1의 시나리오에 따른 화재 및 피난 시뮬레이션 - 성능위주설계 심의 가이드라인 반영 상세 검토서 • 성능위주설계 설계업자 또는 설계기관 등록증 사본 • 성능위주설계 용역 계약서 사본
신고 단계	
• 건물의 개요(위치, 구조, 규모, 용도) • 부지 및 도로계획(소방차량 진입동선을 포함 한다) - 단지내 조경 및 조형물 등 칼라 표시 • 화재안전기준과 성능위주설계에 따라 소방 시설을 설치하였을 경우의 화재안전성능 비교표 • 화재안전계획의 기본방침 • 건축물 계획·설계도면 - 주단면도 및 입면도 - 건축물 내장재료 마감계획 - 용도별 기준층 평면도 및 창호도 - 방화구획 계획도 및 화재확대 방지계획 (연기의 제어방법을 포함한다) - 피난계획 및 피난동선도 - 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령」 별표 1의 소방시설의 설치계획 및 설계 설명서 • 그 밖에 성능위주설계를 증빙할 수 있는 자료	• 소방시설 계획·설계도면 - 수계소화설비 수리 흐름도 - 소방시설 계통도 및 용도별 기준층 평면도 - 소화용수설비 및 연결송수구 설치위치 평면도 - 종합방재실의 운영 및 설치계획(종합방재실 장비 배치 평면도) - 상용전원 및 비상전원의 설치계획 - 제연설비 D·A 위치 평면도 • 소방시설에 대한 부하 및 용량계산서 • 적용된 성능위주설계 요소 개요 • 성능위주설계 요소 설계 설명서 • 성능위주설계 요소의 성능 평가 (별표 1의 시나리오에 따른 화재 및 피난 시뮬레이션을 포함한다) • 성능위주설계 설계업자 또는 설계기관 등록증 사본 • 성능위주설계 용역 계약서 사본

2) 소결

성능위주설계를 안전보건규칙의 비상구 설치 기준에 적용해야 할 경우 심의 절차에 위험물 관련 사항을 추가해야 하며 그에 따른 평가단의 구성도 달라져야 한다. 하지만 이러한 성능위주설계의 과정 또한 사업장에 새로운 부담이 될 수 있다.

또한, 성능위주설계의 시행 대상 또한 소방시설법을 그대로 따를 경우 신축하는 건물에 대해서만 적용받기 때문에 기존 시설에는 적용이 어렵다.

또한 성능위주설계의 대상이 되는 200,000 m² 이상의 공장은 현재 71개소로 전체 약 20만 개소의 공장 중 0.03%에 해당하기 때문에 성능위주설계를 도입할 경우 적용받는 사업장이 거의 없을 것으로 확인된다.

따라서 안전보건규칙 제17조 비상구 설치기준의 성능위주설계 도입은 어려울 것으로 판단된다.

6. 비상구 설치기준 타당성 및 현장 적용성 검토

1) 화재 대피 시뮬레이션을 통한 비상구 설치기준 검토

본 연구에서는 시뮬레이션 분석을 통해 방 면적별 비상구의 수 및 비상구 방향에 따른 피난효율을 분석하였다. 이때 다음 표와 같이 방의 면적, 비상구의 설치 방향, 비상구의 수를 변수로 하여 총 12개의 시나리오를 산정했다.

〈표 Ⅲ-36〉 시뮬레이션 시나리오 설정

시나리오	방 면적(m ²)	수용인원(명)	비상구 수(개)	비상구 방향
#1	9	2	1	-
#2			2	다른
#3				반대
#4	18.6	2	1	-
#5			2	다른
#6				반대
#7	33	4	1	-
#8			2	다른
#9				반대
#10	41.3	5	-	-
#11			2	다른
#12				반대
#13	50	6	1	-
#14			2	다른
#15				반대
#16	33 (직사각형)	4	2	-
#17				다른
#18				반대
#19	41.3 (직사각형)	5	2	-
#20				다른
#21				반대

시뮬레이션 분석시 방 면적의 경우 현재 산업안전보건기준인 9 m²와 NFPA 기준인 18.6 m², 다중이용업소법 기준인 33 m², 그 이상의 크기인 41.3 m², 50 m²를 기준으로 하였다.

수용인원은 소방시설 등의 성능위주설계 방법 및 기준의 수용인원 산정 방법의 공업용도를 참고하여 각 방 면적에 따라 2명~6명을 배치하였다.

이때, 1명의 수용인원으로는 양방향 대피 측정이 불가능해 최소 인원을 2명으로 산정하였고, 그렇기 때문에 방 면적이 9 m^2 에도 수용인원을 2명으로 하였다.

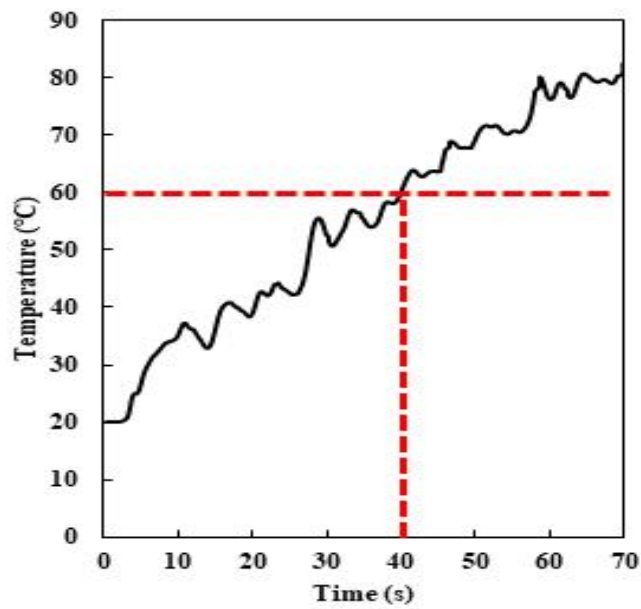
피난 안전성 평가는 화재 및 대피 시뮬레이션을 통해 피난허용시간(Available Safe Egress Time, ASET)과 피난완료시간(Required Safe Egress Time, RSET)을 산정 후 두 값의 크기 비교하여 ASET이 RSET보다 클 경우 피난 안전성이 확보된 것으로 판단한다.

RSET은 12개의 시나리오 모두 피난지연시간이 30초 이하가 되어 피난지연시간을 30초로 가정하여 RSET을 산정했다. ASET은 온도, 가시거리, CO농도 등을 기준으로 산정하는데, 시뮬레이션 분석 결과 가장 작은 값을 기준으로 ASET을 결정하게 된다.

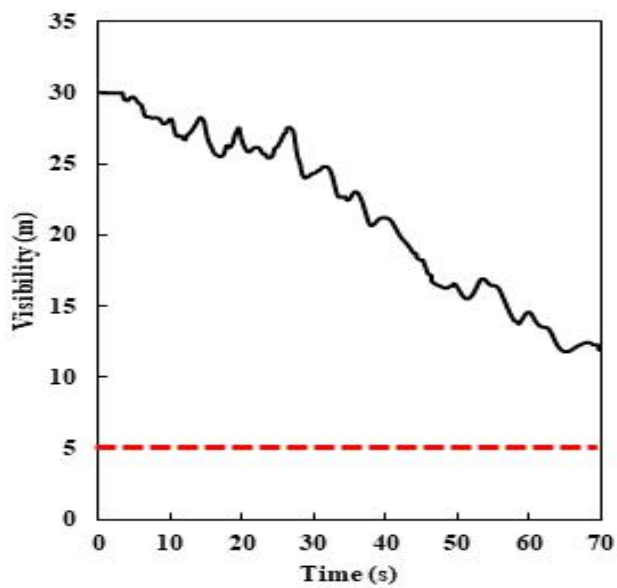
본 연구에서 분석한 시나리오의 경우 연소물질을 에탄올로 하였기 때문에 다음 그림과 같이 연기 발생량이 적고, CO농도는 크게 증가하지 않으며 온도가 가장 먼저 기준치에 도달하여 온도를 기준으로 ASET을 산정하였다. 이때 온도, 가시거리, CO농도는 사람의 호흡한계선인 1.8 m와 탈출 경로인 비상구 위치에서 측정하였다.

단, 본 연구에서 수행한 시뮬레이션의 결과는 각 변수간의 차이를 명확하게 확인하기 위해 연소물질인 에탄올이 연소에 의해 소멸되지 않으며, 일정한 면적에서 지속적으로 연소되는 것으로 가정하였다.

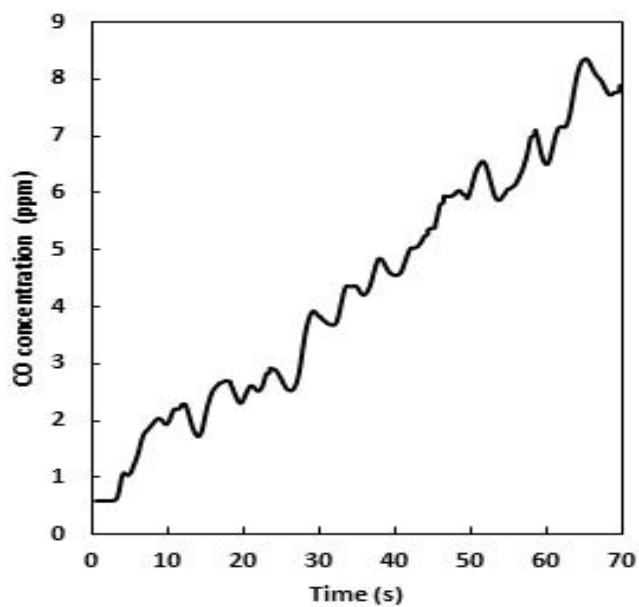
따라서 모든 작업장 및 사고 시나리오에서 적용되기는 어려우며 실제 작업장에서 적용 시 각 작업장에 적절한 화재 시나리오를 선정하여 시뮬레이션 분석을 수행해야한다.



[그림 III-26] 시간에 따른 비상구 1.8 m의 온도 ASET 산정 예시

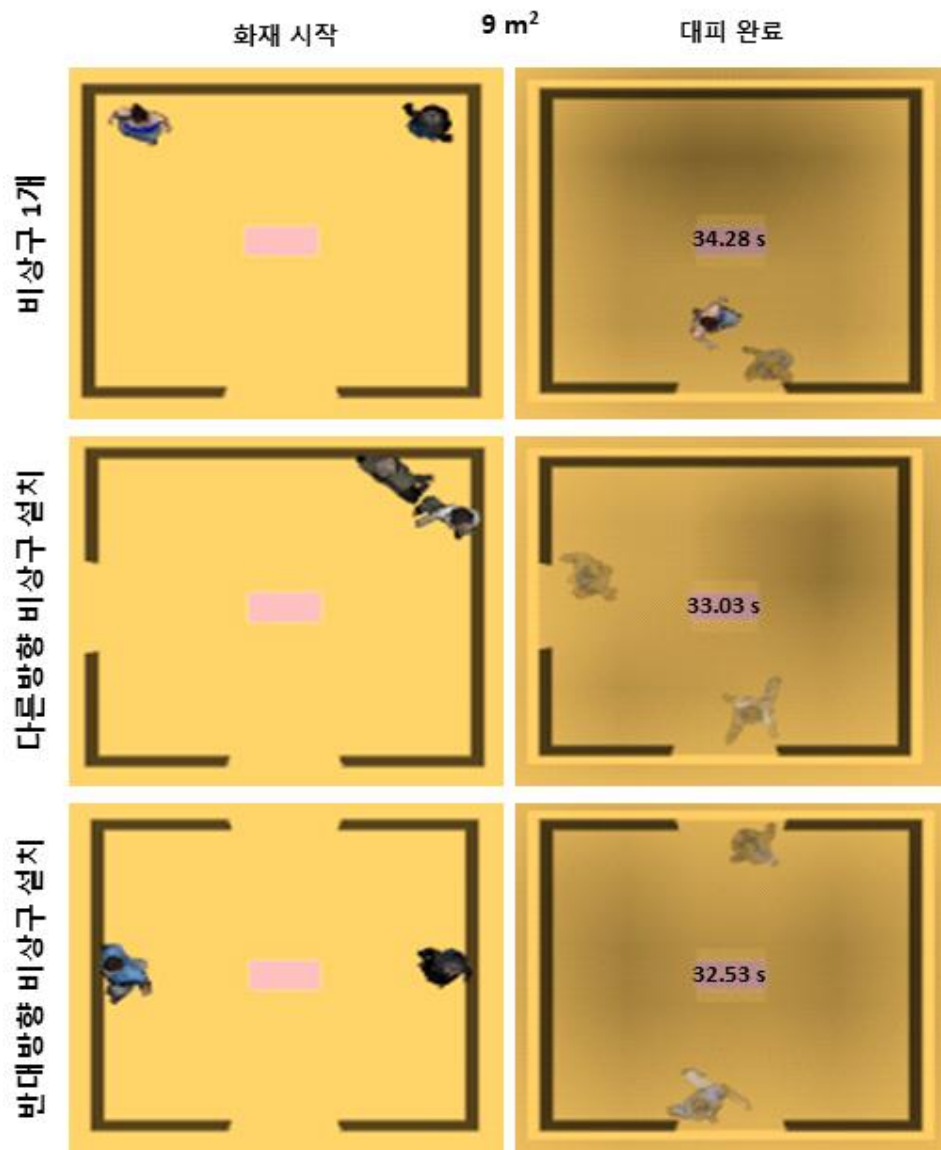


[그림 III-27] 시간에 따른 비상구 1.8 m의 가시거리 ASET 산정 예시



[그림 Ⅲ-28] 시간에 따른 비상구 1.8 m의 CO농도 ASET 산정 예시

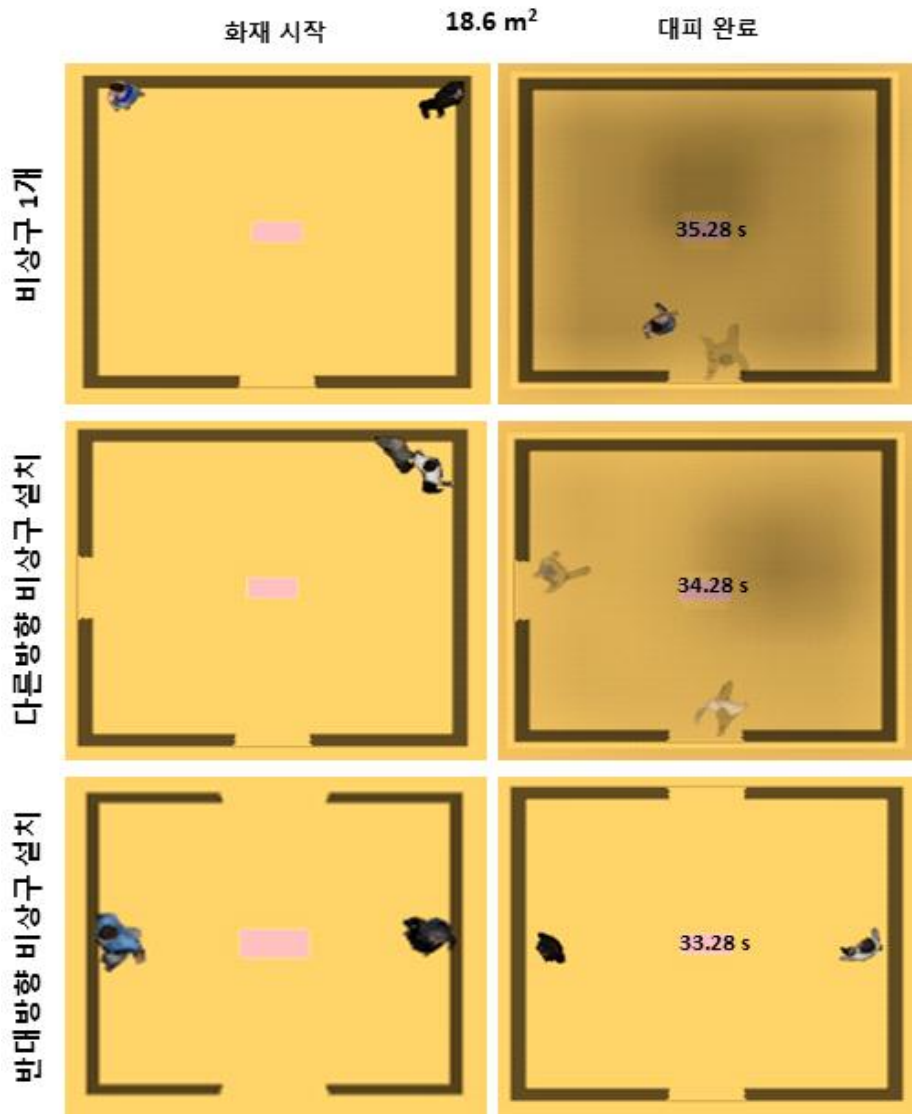
2) 방 면적별 비상구 개수 및 비상구 설치 방향에 따른 RSET 변화



[그림 Ⅲ-29] #1~#3 시나리오 시행 결과

방 면적 9 m²에 비상구 1개 설치 시 RSET은 34.28초, 2개를 다른 방향으로 설치 시 33.03초, 반대 방향으로 설치 시 32.53초로 1개 설치 시

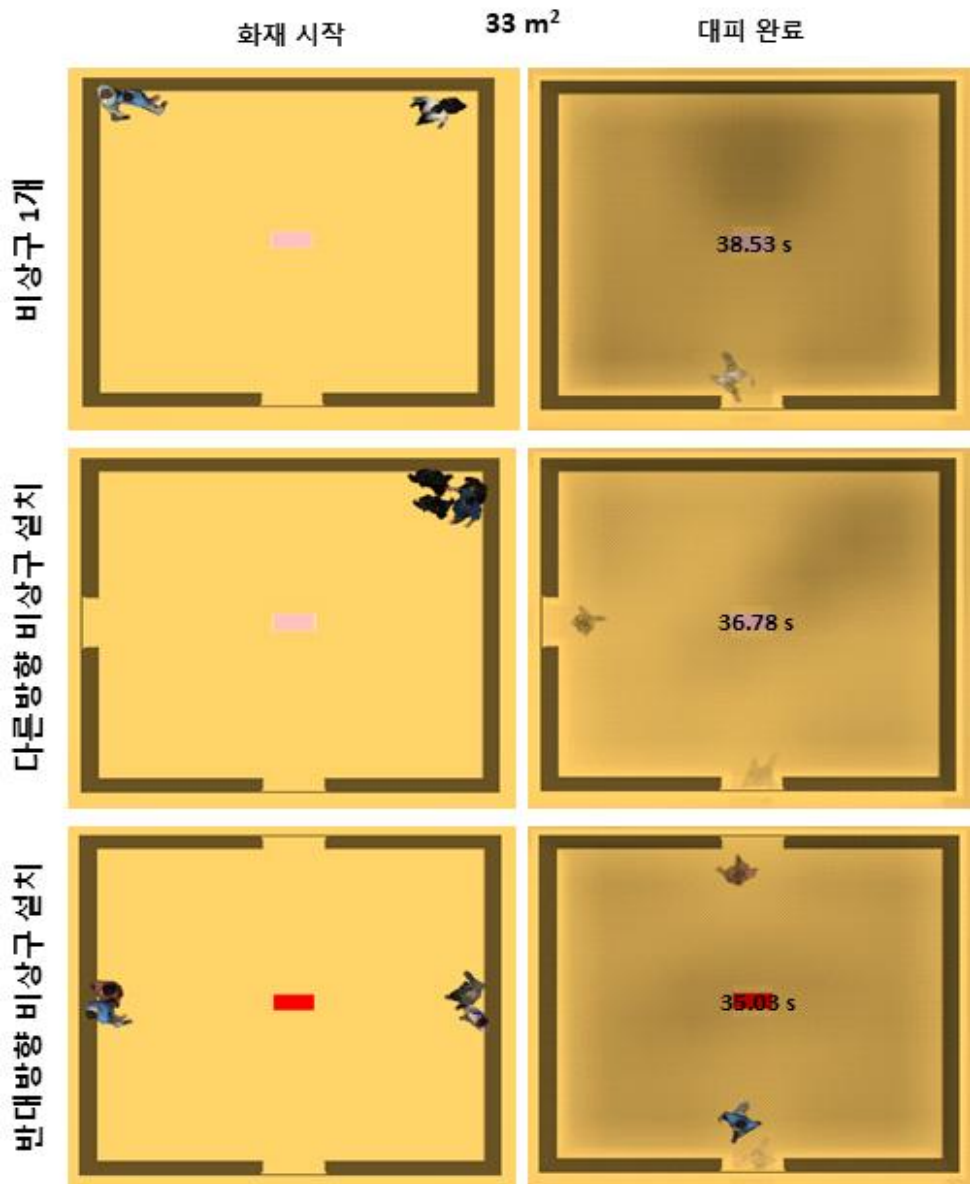
RSET에 비해 다른 방향으로 설치 시 약 4% 감소했고, 반대 방향으로 설치 시 약 5% 감소했다.



[그림 III-30] #4~#6 시나리오 시행 결과

방 면적 18.6 m^2 에 비상구 1개 설치 시 RSET은 35.28초, 2개를 다른 방향으로 설치 시 34.28초, 반대 방향으로 설치 시 33.28초로 1개 설치

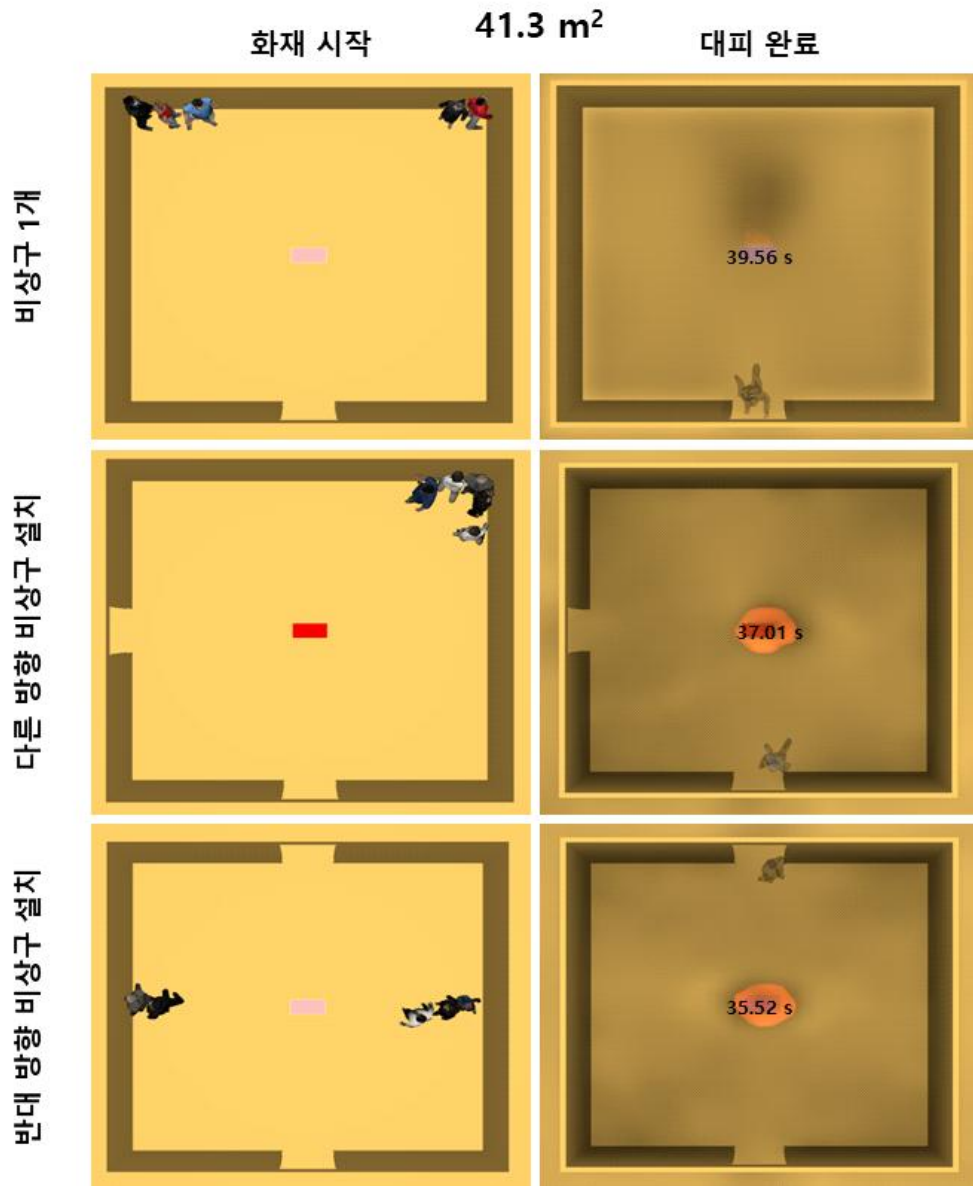
시 RSET에 비해 다른 방향으로 설치 시 약 3% 감소했고, 반대 방향으로 설치 시 약 6% 감소했다.



[그림 III-31] #7~#9 시나리오 시행 결과

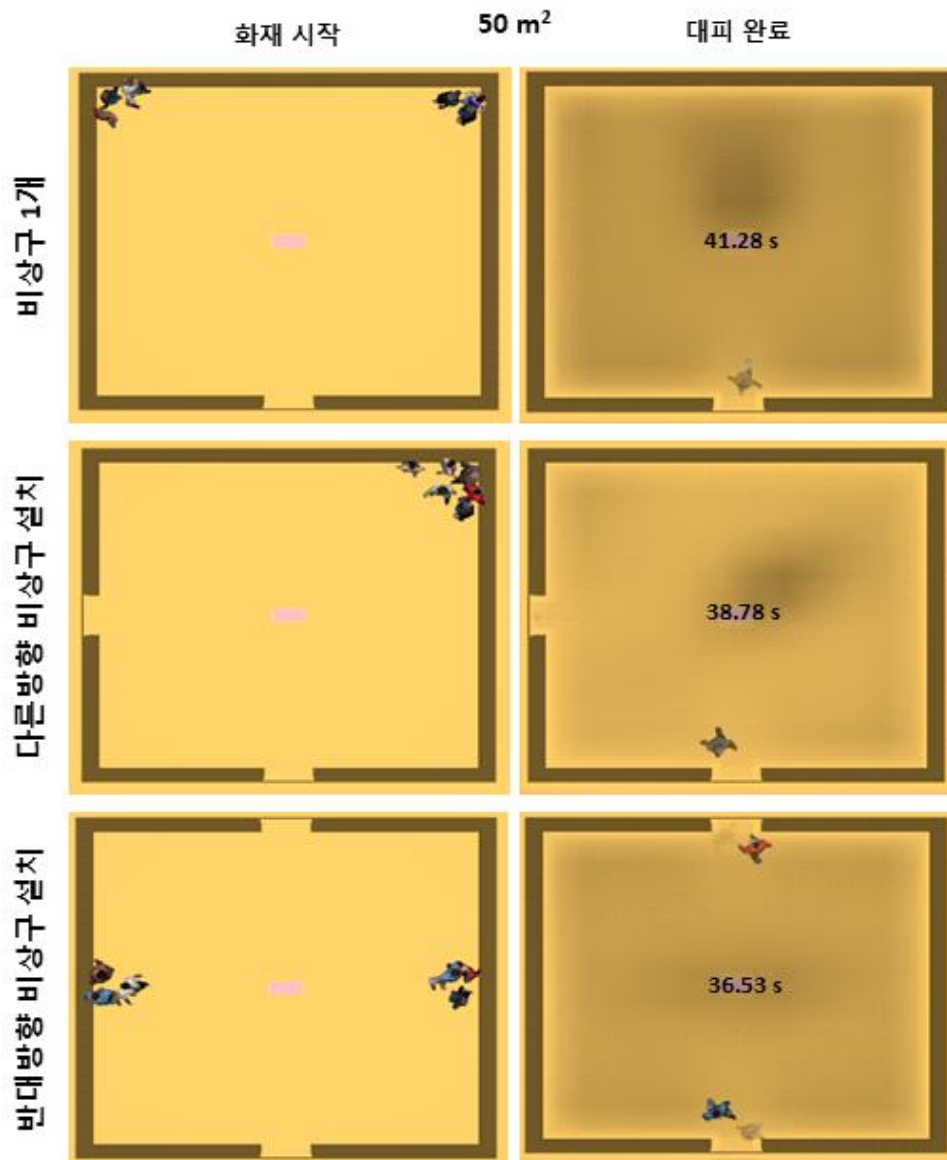
방 면적 33 m²에 비상구 1개 설치 시 RSET은 38.53초, 2개를 다른 방

향으로 설치 시 36.78초, 반대 방향으로 설치 시 35.03초로 1개 설치 시 RSET에 비해 다른 방향으로 설치 시 약 5% 감소했고, 반대 방향으로 설치 시 약 9% 감소했다.



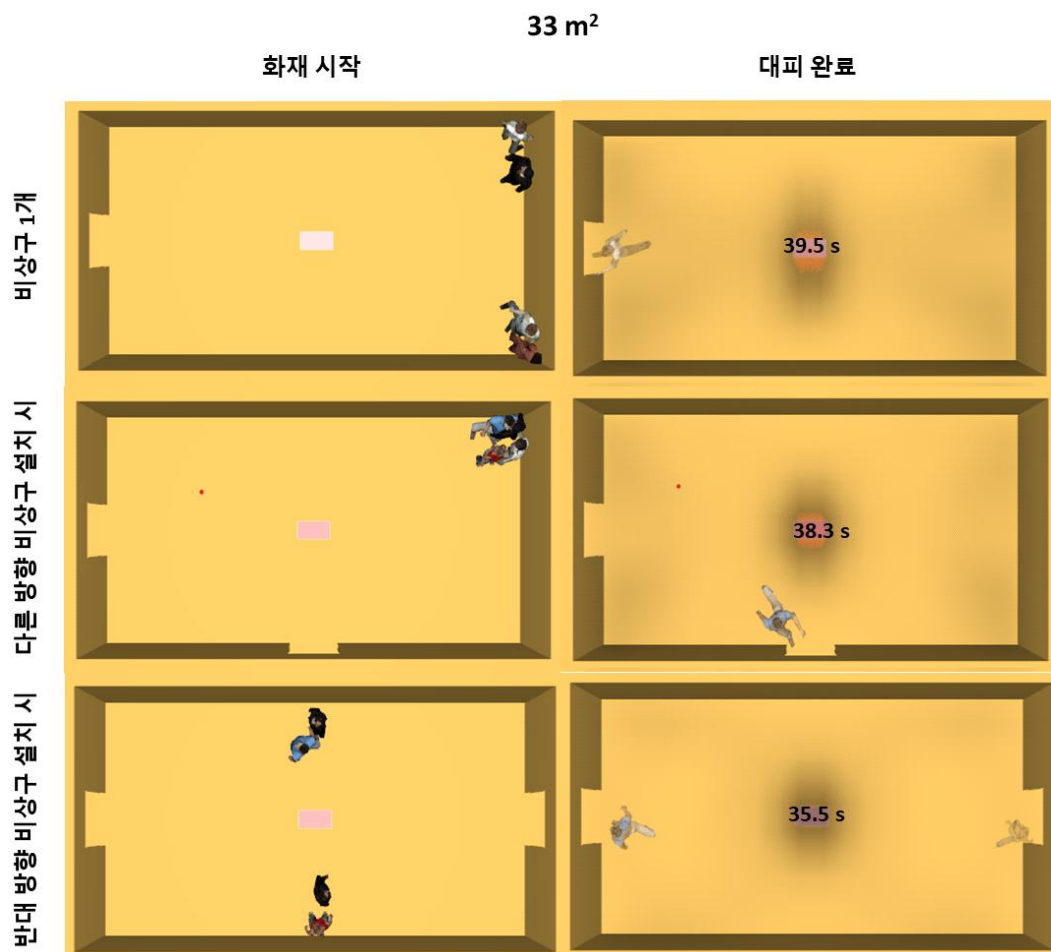
[그림 III-32] #10~#12 시나리오 시행 결과

방 면적 41.3 m^2 에 비상구 1개 설치 시 RSET은 39.56초, 2개를 다른 방향으로 설치 시 37.01초, 반대 방향으로 설치 시 35.52초로 1개 설치 시 RSET에 비해 다른 방향으로 설치 시 약 6% 감소했고, 반대 방향으로 설치 시 약 10% 감소했다.



[그림 III-33] #13~#15 시나리오 시행 결과

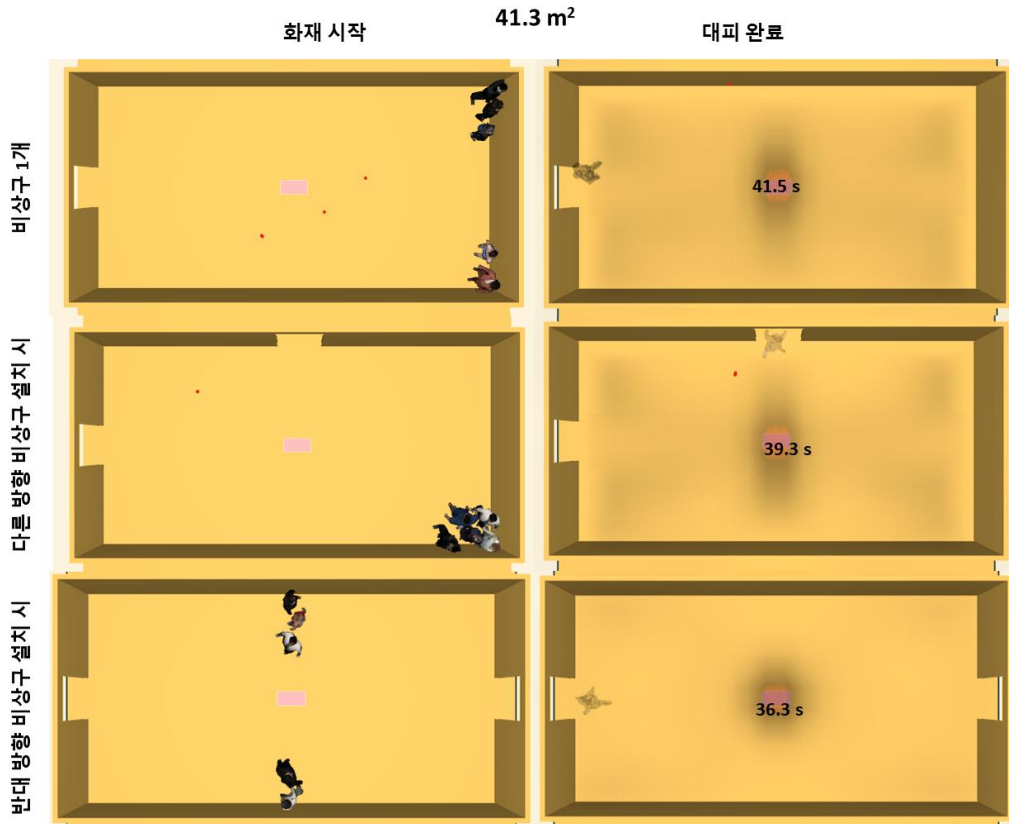
방 면적 50 m²에 비상구 1개 설치 시 RSET은 41.28초, 2개를 다른 방향으로 설치 시 38.78초, 반대 방향으로 설치 시 36.53초로 1개 설치 시 RSET에 비해 다른 방향으로 설치 시 약 6% 감소했고, 반대 방향으로 설치 시 약 12% 감소했다.



[그림 III-34] #16~#18 시나리오 시행 결과

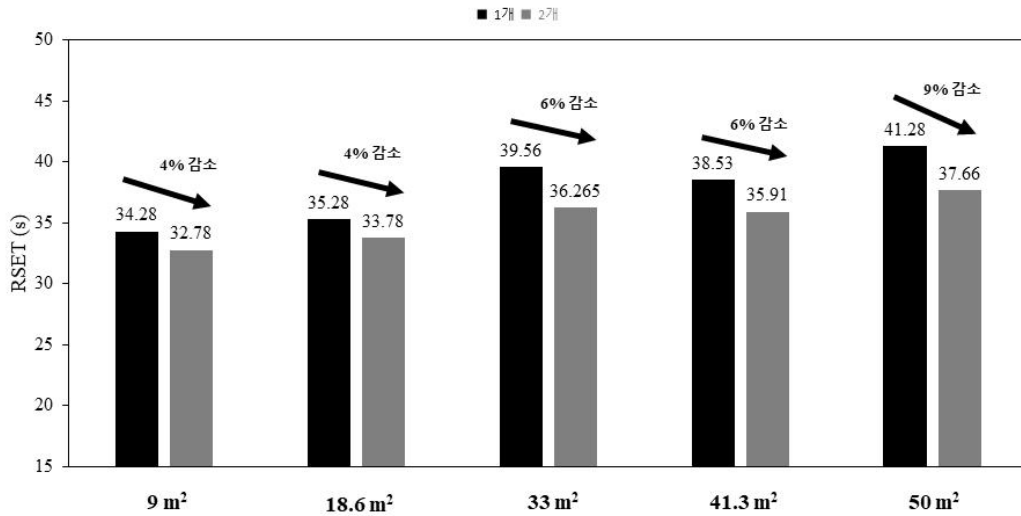
직사각형 방 면적 33 m²에 비상구 1개 설치 시 RSET은 39.50초, 2개를 다른 방향으로 설치 시 38.30초, 반대 방향으로 설치 시 35.50초로 1개 설치 시 RSET에 비해 다른 방향으로 설치 시 약 3.04% 감소했고, 반대

방향으로 설치 시 약 10.13% 감소했다.

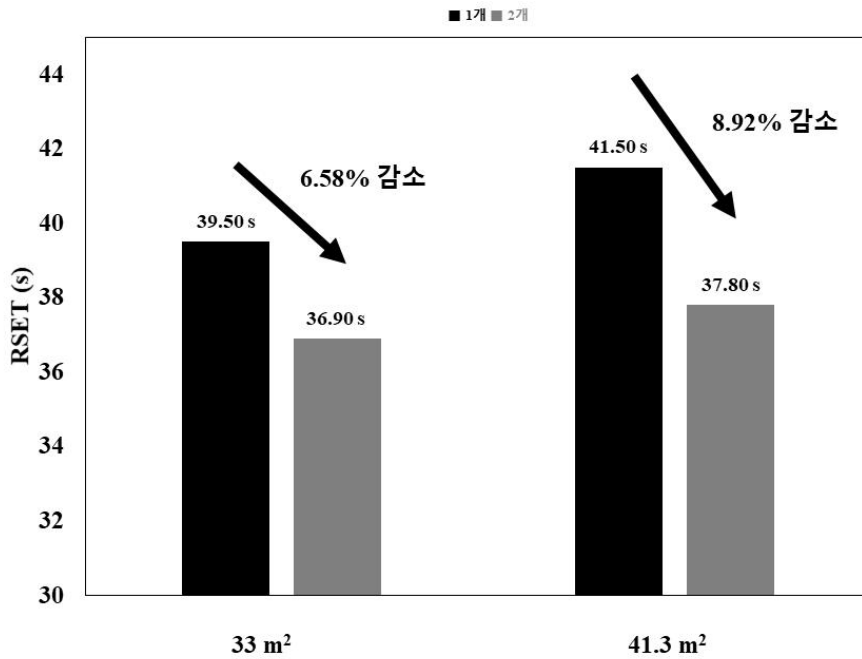


[그림 III-35] #19~#21 시나리오 시행 결과

직사각형 방 면적 41.3 m²에 비상구 1개 설치 시 RSET은 41.50초, 2개를 다른 방향으로 설치 시 39.30초, 반대 방향으로 설치 시 36.30초로 1개 설치 시 RSET에 비해 다른 방향으로 설치 시 약 5.3% 감소했고, 반대 방향으로 설치 시 약 12.53% 감소했다.



[그림 Ⅲ-36] 정사각형 작업장 면적별 비상구 개수에 따른 RSET 변화



[그림 Ⅲ-37] 직사각형 작업장 면적별 비상구 개수에 따른 RSET 변화

방 면적이 $9 \text{ m}^2 \sim 50 \text{ m}^2$ 로 증가함에 따라 비상구를 추가로 설치 시 RSET의 변화량이 커지는 것으로 보아 방의 면적이 클수록 비상구 추가 설치 시 피난효율이 증가하는 것으로 판단하였다.

비상구를 출입구와 다른 방향에 설치한 경우에 비해 반대 방향에 설치한 경우에 RSET이 작게 나타났다.

비상구가 출입구와 반대 방향에 있을 경우 작업장 내 수용인원의 대피동선이 짧아지기 때문에 반대 방향에 설치한 경우가 다른 방향에 설치한 경우에 비해 RSET이 작게 나타났다고 판단된다.

비상구 설치 방향에 따라 RSET이 감소하는 현상은 작업장의 면적이 커질수록 증가한다.

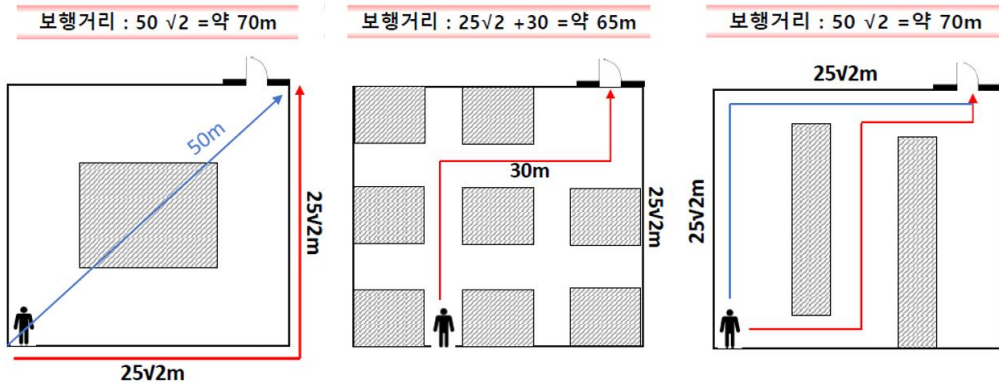
3) 비상구의 수평거리 기준 검토

건축법에 의하면 자동화 생산시설에 스프링클러 등 자동식 소화설비를 설치한 반도체 및 디스플레이 패널을 제조하는 작업장의 경우, 보행거리 기준을 75 m로 완화하여 규정하고 있다.

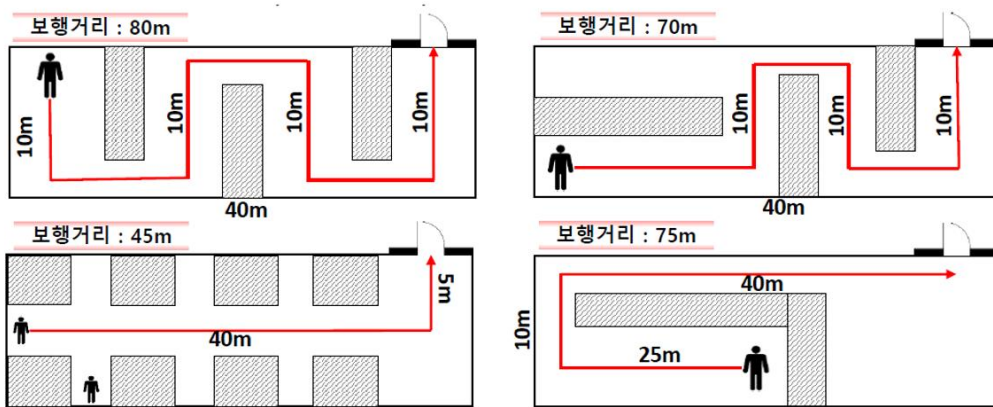
따라서 반도체 및 디스플레이 사업장에서 건축법의 보행거리 기준을 참고하여 안전보건규칙의 수평거리 기준을 기존 50 m에서 75 m로 확대하는 것에 대한 의견을 제기하고 있다.

다만 건축법에서의 보행거리와 안전보건규칙의 수평거리는 다소 차이가 있어 이를 고려할 필요가 있다. 보행거리는 작업장의 각 부분으로부터 출구까지 실제 사람이 대피하는 경로의 길이이나 수평거리는 작업장의 각 부분으로부터 출구까지의 직선 길이이다.

이를 고려하여 수평거리가 50 m인 정방형 구조의 작업장과 장방형 구조의 작업장 내에 설비 등 장애물이 존재하는 경우 보행거리를 계산하였다.



[그림 Ⅲ-38] 정방형 구조 작업장의 수평거리와 보행거리 비교



[그림 Ⅲ-39] 장방형 구조 작업장의 수평거리와 보행거리 비교

그 결과 수평거리 50 m인 정방형/장방형 작업장 내 장애물이 존재하는 경우 보행거리는 약 45 m ~ 80 m로 평균 68 m이다. 즉, 건축법의 보행거리 75 m와 대동소이함을 알 수 있다.

오히려 안전보건규칙의 수평거리를 75 m로 완화하면 작업장 내부 구조에 따라 보행거리가 75 m를 초과하는 경우가 발생할 가능성이 있으므로 건축법의 보행거리 기준을 그대로 준용하는 것은 신중한 접근이 필요하다.

또한, 건축법의 보행거리나 피난로 기준은 일반적으로 화재 발생 시 안

전성에 초점이 맞추어져 있으나 산업안전보건법은 화재뿐만 아니라 독성물질 누출 시 안전성까지 고려해야 한다.

건축법은 화재에 초점이 맞추어져 있어 자동식 소화설비 유무에 따라 보행거리 완화 여부가 결정되지만, 자동화 소화설비는 독성가스 누출 시 피해를 저감하거나 대피 효율을 높이는 설비로 보기 어렵다. 따라서 산업안전보건법에 건축법의 보행거리 완화 조건을 그대로 준용하는 것 또한 신중한 필요가 있다.

4) 소결

방 면적이 일정 수준 이하일 경우 비상구의 추가 설치에 따른 화재 대피 효과의 변화가 크지 않기 때문에 현행 예외 기준인 9 m²를 18 m²나 33 m²로 바꾸어도 시뮬레이션 분석 결과에서의 피난 효율은 크게 변화가 없는 것으로 나타났다.

또한 시뮬레이션 분석 결과에서 비상구를 출입구와 다른 방향에 설치하여도 RSET 감소 효과는 있지만, 대피 동선에 따라 반대 방향에 설치하는 것이 RSET 감소에 더 효과적인 것으로 나타났다.

건축법의 보행거리와 안전보건규칙의 수평거리 측정 방법의 차이를 고려하여 수평거리가 50 m인 정방향/장방향 작업장 내 장애물이 존재하는 경우의 보행거리를 계산하였다.

그 결과 보행거리가 평균 68 m로 건축법의 보행거리 75 m와 대동소이하였으며, 오히려 작업장 내부 구조에 따라 75 m를 초과할 가능성이 있다는 것을 알 수 있었다. 따라서 건축법의 보행거리 기준을 그대로 준용하는 것은 신중한 접근이 필요하다

뿐만 아니라 건축법은 화재 발생 시 안전성에 초점이 맞추어져 있는 반면, 산업안전보건법은 화재뿐만 아니라 독성물질 누출 시 안전성까지 고려한다는 차이가 있다.

따라서 독성가스 누출 시 피해를 저감하거나 대피 효율을 높이는 설비로

볼 수 없는 자동식 소화설비 유무에 따라 보행거리 완화 여부를 결정하는 건축법을 그대로 준용하는 것은 신중할 필요가 있다.

7. 비상구 설치기준 개선안 제시

1) 현행 유지사항

(1) 비상구의 개수

국내 다중이용업소법과 건축법, 국외 다른 법령 모두 비상구와 출구를 포함한 수가 2개 이상 되도록 규정하고 있다.

사업장 실태조사 및 전문가 자문 회의에서도 비상구 개수와 관련된 별다른 이견이 없었다. 현행 비상구 개수 기준을 유지하는 것이 바람직하다고 판단되었다.

(2) 비상구의 크기

국내 다중이용업소법과 건축법에서 비상구의 크기는 너비 0.75 m 이상, 높이 1.5 m 이상 되도록 규정하고 있다.

또한 전문가 자문 회의에서 비상구 크기와 관련하여 시장에 유통되는 비상구의 표준 규격은 너비 0.9 m 높이 2.1 m이므로 현 비상구 크기 규정을 만족하는 규격을 사용하고 있어, 비상구의 크기 기준은 개선할 필요가 없다는 의견이 제시되었다.

다만, 큰 비상구가 대피에 유리하므로, 비상구의 크기 기준을 상용 비상구의 표준 규격으로 상향하는 것을 권장할 필요가 있다.

(3) 수평거리

현재 안전보건규칙의 수평거리 기준은 작업장의 각 부분으로부터 하나의

비상구 또는 출입구까지의 수평거리가 50 m 이하가 되도록 규정하고 있다. 실태조사 결과 대기업 및 규모가 큰 작업장에서 보행거리와 관련된 규정을 지키기 어렵다는 응답이 다수 있는 것으로 확인되었다.

건축법에서는 보행거리 규정을 건축물에 따라 구분하며, 반도체 및 디스플레이 패널을 제조하는 작업장인 경우 스프링클러와 같은 자동식 소화설비를 설치했을 때 보행거리를 완화할 수 있는 규정을 최근 도입하였다.

다만, 건축법의 보행거리나 피난로는 일반적으로 화재 대피에 필요한 기준을 설정하는 것에 초점이 맞추어져 있으나, 안전보건규칙은 화재뿐만 아니라 독성물질 누출 사고까지 고려해야 한다. 이와 관련하여, 자동화 소화설비는 독성물질 누출 시 피해를 저감하거나 대피 효율을 높이는 설비로 보기는 어렵다.

국의 규정의 경우에도, 위험물 취급 산업에서 스프링클러가 설치되어 있어도, 보행거리를 짧게 제한하는 경우가 있는 것으로 조사되었다. 따라서 안전보건규칙에 건축법의 수평거리 규정을 그대로 준용하는 것은 신중한 접근이 필요하다.

또한, 안전보건규칙에서 사용된 ‘수평거리’를 건축법과 같이 ‘보행거리’로 변경하지 않는 것은 실익이 적고 새로운 부작용을 가져올 수 있다.

보행거리는 작업장 한 부분에서부터 직통계단까지 사람이 이동해야 하는 실제 거리를 말한다. 따라서 보행을 방해하는 시설이나 장애물이 있으면, 피해 돌아가야 하는 거리까지 포함되기 때문에, 안전보건규칙의 수평거리보다 길게 측정된다.

따라서 초기에 보행거리에 맞도록 사업장을 관리하더라도 작업장 내부의 기구 배치나 물품의 위치, 작업 조건 등의 변경으로 인해 보행거리 규정을 준수하지 못하는 상황이 발생할 수 있다. 또한 보행거리를 적용할 경우, 현장에서 법 이행 여부의 관리 감독에 많은 어려움이 발생할 수 있다.

아울러 시뮬레이션 분석 결과에서 나타난 것과 같이, 건축법의 보행거리 75 m와 안전보건규칙 수평거리의 50 m는 대동소이하며, 오히려 현재의

수평거리 기준을 보행거리로 변경하면, 75 m를 초과하는 경우가 발생할 수 있다. 따라서 기존의 수평거리 50 m 규정을 그대로 유지하는 것이 적절한 것으로 판단된다.

2) 개정 필요사항

(1) 비상구의 위치

가) 비상구의 방향

현행 안전보건규칙은 비상구가 출입구와 다른 방향에 있어야 한다고 규제하고 있으며, 예외를 인정하지 않는다.

하지만, 위험물 사업장 실태조사에서 소규모 작업장은 건축물의 구조나 기계 기구의 배치로 인하여 출입구와 다른 방향에 비상구를 배치할 수 없는 경우가 많으며, 근본적인 해결이 어렵다. 대형 사업장도 유사한 어려움을 호소하고 있다.

이와 관련하여, 다중이용업소법은 건축물의 구조로 인하여 비상구를 주된 출입구와 반대 방향에 설치할 수 없는 경우, 이격거리를 충족한다면 비상구의 방향에 대한 기준을 적용하지 않는 예외를 인정하고 있다.

다만, 비상구를 출입구와 같은 방향에 설치하도록 전면적으로 허용하면, 비상 대피가 어려운 상황이 발생할 우려가 높다. 따라서 같은 방향에 설치된 출입구와 비상구 사이의 이격거리를 충분히 확보하여 실질적인 양방향 대피가 가능하도록 유도할 필요가 있으며 건물 구조로 인해 비상구를 다른 방향에 설치하기 어려운 경우에는 예외를 인정할 필요가 있다.

나) 출입구와 비상구의 이격거리

현행 안전보건규칙에서는 비상구가 출입구로부터 3 m 이상 떨어져야 한다는 이격거리 규정이 있다. 반면 다중이용업소법 및 국외 기준에서는 바닥면의 대각선 길이 혹은 가장 긴 변의 1/2 이상으로 이격거리를 규정한다.

이러한 이격거리 규정은 실태조사를 통해 3면 내력벽과 같은 구조로 인해 준수하기 어렵다는 응답이 가장 많았다.

다만 이격거리 기준을 일괄적으로 변경하면, 경과 조치를 활용하더라도 기존의 사업장이 혼란을 겪을 우려가 있다. 특히, 규모가 큰 사업장은 최대 대각선의 1/2 이상이 3 m를 초과하는 경우가 많으므로, 안전 규제가 강화되는 것으로 오해할 우려가 크다.

따라서 출입구의 방향과 이격거리에 대한 규정은 그대로 유지하되, 신설 조항을 만들어 건물 구조로 인하여 출입구와 다른 방향에 비상구를 설치하기 어려운 경우에는 작업장 바닥면 최대 대각선 길이의 1/2 이상 떨어진 위치에 비상구를 설치할 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

(2) 비상구 설치 면제 조건

현행 안전보건규칙의 비상구 설치 면제 조건은 작업장 바닥면의 가로 및 세로가 3 m 미만일 경우이다. 이러한 기준은 실제 사업장의 구조를 고려하지 않은 기준으로, 구조적으로 지키기 어려운 사업장이 많다. 또한 국내외 기준에서는 바닥면의 크기를 기준으로 적용하므로, 이와 유사하게 비상구 설치 예외의 기준을 작업장의 바닥 면적으로 변경하는 것이 필요하다.

다만 현재의 기준을 면적으로 환산한 9 m²는 너무 작아 실효성이 떨어진다. 한편, 피난 시뮬레이션 결과를 참고하면, 18.6 m²는 대피 효율이 약 4% 감소하며, 다중이용업소법과 같은 크기인 바닥면적 33 m² 이하의 공간은 비상구가 2개에서 1개로 감소했을 때, 대피효율이 약 6% 정도 감소하는 것으로 나타났다. 하지만 42 m² ~ 50 m²의 넓은 공간은 비상구 수가 2개에서 1개로 줄면 대피 효율이 크게 저하되는 것으로 분석되었다.

따라서 비상구의 설치 예외 기준을 기존의 가로, 세로 3 m 이하에서 작업장의 바닥 면적이 18.6 m² 또는 33 m² 이하 면적으로 변경하는 것이 가능하다고 판단된다.

IV. 결론

.....

IV. 결론

본 연구의 목적은 위험물질 제조·취급 작업장의 비상구 설치기준에 관한 안전보건규칙 제17조의 합리적인 개선안을 마련하는 것이다. 이를 위해서, 비상구와 관련된 국내외 법령과 기준을 조사하여, 현재 규제 수준의 타당성을 분석하고, 개선이 필요한 사항을 도출하였다. 아울러 6곳의 사업장을 방문하여 비상구 현황을 조사하고, 인터넷 실태조사를 병행하여 현장의 어려움과 개선 요구사항에 대한 의견을 청취하였다. 또한 비상구 설치 예외 기준을 설정할 때, 위험물질의 취급량과 성능위주설계를 적용할 수 있는지를 검토하였다. 또한 화재 및 대피 시뮬레이션을 통해 다양한 방안들의 타당성을 분석하여 합리적인 개선안을 도출하였다.

국내 건축법과 다중이용업소법, 미국 OSHA 1910 코드, 미국 NFPA 101 코드, 영국 건축법 및 캐나다 건축법을 조사한 결과, 국내외 규정들은 안전보건규칙과 유사하게 출입구 외에 1개 이상의 비상구를 설치하는 것을 원칙으로 한다. 또한 비상구의 크기에 관해 국내외 규정들에는 큰 차이가 없지만, 사용자가 많은 경우에는 비상구의 폭을 늘려 용이한 탈출이 가능하게 하고 있다.

비상구의 위치와 관련하여, 안전보건규칙은 출입구와 같은 방향에 비상구를 설치할 수 없도록 하며 예외를 인정하지 않는다. 반면 다중이용업소법은 출입구의 반대 방향에 비상구를 설치하는 것을 원칙으로 하지만, 건축물의 구조로 인해 부득이한 경우에는 출입구와 같거나 다른 방향에도 비상구를 설치할 수 있도록 예외를 인정한다.

안전보건규칙은 비상구와 출입구 사이의 이격거리를 3 m 이상으로 규정하지만, 건축법과 다중이용업소법, NFPA 101과 캐나다 건축법은 사업장(거실) 구역의 최대 대각선 치수의 1/2 이상을 이격거리의 기준으로 적용하고 있다. 한편 영국 건축법은 거실의 각 부분에서 바라본 피난로 사이의 각도가 45° 이상이 되도록 한다.

안전보건규칙은 수평거리를 기준으로 작업장의 각 부분으로부터 출입구 또

는 비상구까지의 거리가 50 m 이하가 되도록 규정한다. 하지만 국내 건축법, NFPA 101, 캐나다 건축법 및 영국 건축법은 보행거리를 기준으로 사용하며, 국외 기준들은 고위험 산업용 건물의 최대 보행거리가 18 ~ 46 m 이하가 되도록 규정하고 있다. 한편, 국내 건축법은 반도체 및 디스플레이 패널을 제조하는 유인 작업장 또는 무인 작업장에 자동식 소화설비가 설치되면 수평거리 기준을 각각 75 m 또는 100 m까지 완화하는 규정을 최근 도입한 바 있다.

비상구의 설치 예외를 인정하는 기준과 관련하여, 다중이용업소법은 바닥면적이 33 m² 이하일 때 비상구의 설치를 면제할 수 있도록 하며, OSHA 1910은 근로자 수, 건물 크기, 용도 또는 작업장의 배치가 비상시 모든 근로자가 안전하게 대피할 수 있는 조건인 경우, 단일 피난로를 예외적으로 허용한다. 또한 NFPA 101은 고위험 산업용 건물과 고위험 저장 시설에 대해 i) 객실 또는 공간이 18.6 m² 이하이고, ii) 방이나 공간의 수용 인원이 3명 이하이며, iii) 객실 문까지의 보행거리가 7.62 m 이하일 때 1개의 피난로를 설치하는 예외를 두고 있다.

비상구 설치 예외를 위한 위험물질의 기준량을 지정할 수 있는지 검토하고자, 안전보건규칙 [별표 9], 산업안전보건법 시행령 [별표 13], 위험물안전관리법 시행령 [별표 1]을 비교·분석하였다. 법령마다 위험물질의 정의, 분류 등에 차이가 있으나, 안전보건규칙 [별표 9]의 위험물질 분류가 안전보건규칙 [별표 1]과 가장 유사하였다. 하지만 [별표 9]는 계측장치 설치 대상을 결정하기 위한 것이고, [별표 1]에 규정된 혼합물질에 대한 규정량이 [별표 9]에 없으므로 그대로 차용하는 것은 무리가 있다.

따라서 비상시 피난을 돕는 비상구의 목적을 해치지 않는 위험물질의 취급량을 추정하고자, ALOHA 프로그램을 활용하여 [별표 9]의 규정량이 누출되는 사고의 피해 영향범위를 가연성 증기운 생성 범위와 증기운 폭발의 폭발 과압 범위로 분석하였다. [별표 9] 규정량의 10%에 해당하는 양만 즉시 누출되어도, 25 m 이상의 범위에서 폭발하한(LEL)의 25% 농도에 해당하는 증기운이 형성되며, 심각한 부상과 사망자가 발생할 수 있는 3 psi의 폭발 과압이

미치는 범위는 11 m 이상인 것으로 계산되었다.

특히 이소아밀알코올, 에탄올, 아세톤과 같이 소규모 사업장에서 많이 사용되는 가연성 물질이 1 kg의 소량으로 누출되더라도 약 10 m ~ 11 m 범위에서 가연성 증기운이 형성되고, 폭발 과압이 미칠 수 있는 것으로 나타났다. 따라서 위험물질의 취급량이 적더라도 최악의 경우에는 상당한 규모의 화재, 폭발 사고가 발생할 수 있고, 근로자의 피난이 쉽지 않다는 것을 알 수 있으며, 위험물질을 소량 취급한다는 이유로 비상구의 설치 예외를 인정하는 것은 신중할 필요가 있다.

제조업 18개, 건설업 12개, 연구개발업 8개 및 기타 업종 6개의 총 44개 소 사업장을 대상으로 온라인 실태조사를 실시한 결과, [별표 9] 기준량 이상의 인화성 액체(31.3%)와 인화성 가스(21.4%)를 주로 사용하는 것으로 나타났다. 이들은 비상구와 출입구의 이격거리 기준(38.9%)과 비상구의 위치 기준(38.8%)을 준수하기 어렵다고 응답했다. 또한 안전보건규칙 제17조를 개정한다면, 비상구와 출입구의 이격거리 기준(45.0%), 비상구 위치 기준(28.3%), 비상구 설치 예외 기준(25.0%) 순으로 개정 필요성이 높다고 대답했다. 또한 비상구 설치 예외 대상을 확대를 위한 바닥면적 기준은 50 m² 이하가 타당하다는 의견이 많았다. 하지만 사업장의 과반수(68.2%)가 비상구 설치 예외 대상을 확대하면, 근로자의 대피 어려움이 발생할 것으로 예상하여 비상구 설치 예외 확대에 의한 부작용을 염려하는 것을 알 수 있다.

한편, 6곳의 기업(중소기업, 중견기업 및 대기업 각각 2곳)을 방문하여 비상구 실태를 확인하고 현장 인터뷰를 진행한 결과, 소규모 사업장은 위험물 제조·취급을 위해 설계된 시설이 아닌 기존 건물을 임대하는 경우가 많아, 비상구를 추가하기 어려우며, 3면이 내력벽인 작업장이 많아 구조적으로 안전보건규칙에 적합한 비상구를 설치하기 어려운 상황이라고 대답하였다.

또한 중소, 중견기업은 작업장에서 실제 사용 중인 위험물질의 종류와 양을 정확하게 파악하지 못하고 있었으며, 생산 설비 등을 설치할 공간을 확보하기 위해 비상구를 폐쇄하거나, 사용할 수 없는 상태로 관리하는 경우가 목격되었

다. 대기업의 경우에도 비상구의 위치와 이격거리 기준을 준수하기 어려운 작업장이 다수 있다는 것을 확인할 수 있었다. 아울러 대기업 사업장의 규모를 확대할 때, 50 m의 수평거리 기준을 준수하지 못하는 경우가 발생할 수 있어 이에 대한 우려를 표시하였다.

한편, 소방법의 성능위주설계는 법에서 요구하는 것보다 동등 이상의 피난 안전성을 확보한 것으로 평가되는 경우에 예외적으로 법에서 규정하는 설계를 대체할 수 있도록 하는 제도이므로, 전문 지식과 인력이 부족한 중소, 중견기업은 성능위주설계를 활용하기 어렵다. 또한, 소방법은 신축 건물에 대해서만 성능위주설계를 적용하기 때문에, 기존 작업장에 적용하려면, 산업안전보건법의 체계 안에 성능위주설계에 관한 별도 규정을 마련하고, 엄격한 심의 절차와 평가단을 새롭게 구성하여 운영해야 하는 부담이 발생한다. 아울러 성능위주설계의 적용 대상이 될 수 있는 200,000 m² 이상의 사업장은 전체 사업장의 0.03%에 불과하기 때문에, 성능위주설계를 도입하더라도 실제 활용이 가능한 사업장의 수는 매우 작다. 따라서 안전보건규칙에 성능위주설계 제도를 도입하는 것은 어렵다고 판단된다.

이상의 연구 결과를 종합하면, 출입구와 다른 방향에 비상구를 설치하여 양방향 탈출이 가능하게 하는 것이 바람직하다. 하지만 3면 내력벽과 같은 건물 구조로 인해, 비상구를 다른 방향에 설치하기 어려운 경우에는 예외를 인정할 필요가 있다. 또한 비상구와 출입구의 이격거리는 국내외 규정과 유사하게 바닥면 최대 대각선 길이의 1/2 이상으로 변경하는 것이 바람직하다.

다만 기존 사업장의 혼란을 방지하고, 안전 규제가 강화된다는 오해를 막기 위해서, 건물 구조로 인해 출입구와 다른 방향에 비상구를 설치할 수 없는 경우에만, 최대 대각선 길이의 1/2 이상으로 이격된 거리에 비상구를 설치할 수 있도록 하는 예외 조항을 신설하는 것이 바람직하다고 판단된다. 신규 조항은 출입구와 같은 방향에 비상구를 설치하더라도 충분한 이격거리를 확보하여 탈출 용이성이 저하되는 것을 방지하는 효과도 있다.

한편, 건축법과 유사하게 최소 50 m의 수평거리를 최소 75 m의 보행거리

로 확대하는 예외를 인정하는 것은 실익이 적고, 새로운 부작용을 불러올 가능성이 있다. 또한 보행거리의 측정이 어려워 규정 준수 여부를 판단하기 어렵고, 시설 배치의 변경 등으로 사업장의 의도와 관계없이 규정 위반 사례가 발생할 우려가 있다.

국내외 규정들과 현장의 의견을 고려할 때, 비상구 설치 예외의 기준을 바닥 면적으로 변경하는 것이 바람직하다고 판단된다. 아울러 화재 및 대피 시 물레이션을 수행한 결과, 바닥면적 33 m^2 이하 작업장은 비상구가 2개에서 1개로 감소하였을 때, 대피효율이 약 6% 정도 감소하는 것으로 나타났다. 하지만, $42 \text{ m}^2 \sim 50 \text{ m}^2$ 의 넓은 작업장은 비상구의 수가 2개에서 1개로 줄어들면 대피 효율이 크게 저하되는 것으로 분석되었다. 따라서 비상구의 설치 예외 기준을 기존의 가로, 세로 3 m 이하에서 작업장의 바닥 면적이 18.6 m^2 또는 33 m^2 이하 면적으로 변경하는 것이 가능하다고 판단된다.

참고문헌

- 1) 건축법.
- 2) 건축법 시행령.
- 3) 공장설립온라인지원시스템 토리온.(2022.06월말기준)_전국등록공장현황; 2022년 7월 4일[2022년 7월 28일 인용]. URL: <https://www.factoryon.go.kr>
- 4) 규제정보포털. [기업 현장애로 개선과제]소규모실 비상구 설치거리 예외 적용; 2018년 7월 10일[2022년 7월 29일 인용]. URL: <https://www.better.go.kr/rz.task.TaskSIPL.laf>
- 5) 규제정보포털. [기업 현장애로 개선과제](재)출입구 외 비상구 설치 기준 완화; 2020년 9월 1일[2022년 7월 29일 인용]. URL: <https://www.better.go.kr/rz.task.TaskSIPL.laf>
- 6) 김종윤, 전용한. 화재 시뮬레이션 FDS와 피난시뮬레이션 Pathfinder 사례분석. 벤처창업연구. 2015;10(6):253-260 p.
- 7) 다중이용업소의 안전관리에 대한 특별법 시행규칙.
- 8) 대한민국 정책브리핑. 비상구는 ‘생명의 문’이다; 2016년 12월 5일[2022년 7월 28일 인용]. URL: <https://www.korea.kr/news/policyNewsView.do?newsId=148825617>
- 9) 산업안전보건기준에 관한 규칙.
- 10) 서울특별시장. 그림으로 이해하는 건축법. 서울특별시 주택건축본부 건

축기회과. 2020. 294 p.

- 11) 서울신문, [제천 스포츠센터 화재 대참사] 2층 목욕탕서만 20명 사망… 유독가스·탈출로 막혀 질식사; 2017년 12월 22일[2022년 7월 28일 인용]. URL: <https://www.seoul.co.kr/news/newsView.php?id=20171222002015>
- 12) 석호태, 양정훈, 김진호. 고시원 화재 시 복도·비상구 폭 및 피난계단 수가 피난소요시간에 미치는 영향에 관한 연구. 대한건축학회 논문집. 2009;25(4):287-294 p.
- 13) 소방청. 소방시설등 성능위주설계 평가 운영 표준 가이드라인. 소방청; 2010. 9-14 p.
- 14) 소방시설법 시행령.
- 15) 소방시설공사업법 시행령.
- 16) 소방시설 등의 성능위주설계 방법 및 기준.
- 17) 소방청 보도자료. 2020년 8월 5일[2022년 7월 28일 인용]. “소방특사경 단속결과 위험물관리법 위반 사례 다수 적발”
- 18) 위험물안전관리법.
- 19) 조용선, 김동민, 임경태. 국내 화력발전소의 주제어실 화재 및 피난 시물레이션을 통한 위험도평가. 한국화재소방학회지. 2021;35(6):68-74 p.
- 20) 중앙일보. 제천 복합상가 건물 화재 상황; 2017년 12월 23일[2022년 7월 28일 인용]. URL: <http://news.naver.com/main/hotissue/read.nhn?mid=hot&sid1=102&cid=1074560&iid=2524037&oid=025&aid=0002784112&ptype=052>
- 21) 이재영, 공하성. 고속도로 휴게소 화재 시 출입문의 구조와 개폐에 따른

- 피난안전성 분석. 문화기술의 융합. 2021;7(2):419-425 p.
- 22) 중앙일보, "안전 무시한 용접작업 중 불꽃"...이천 물류창고 화재, 결국 인 재였다; 2020년 6월 15일[2022년 7월 28일 인용]. URL: <https://www.joongang.co.kr/article/23801697#home>
 - 23) 충청신문, 태안소방서 '비상구'는 생명의 문입니다, 2018년 5월 29일 [2022년 7월 28일 인용]. URL: <http://www.dailycc.net/news/articleView.html?idxno=430838>
 - 24) 최재욱 외 5명. 화재·폭발 안전기준의 규제수준에 대한 합리적 조정 방안. 안전보건공단 산업안전보건연구원; 2021. 28-58 p.
 - 25) 태백소방서. 소방용어집; 2006년 3월 3일[2022년 7월 28일 인용]. URL: https://cc119.gwd.go.kr/tb119/partici/partici_law/partici_law_terms
 - 26) 한국디지털뉴스. [국감]최근 5년간 위험물 사고로 인한 인명피해 311명 에 달해; 2021년 10월 5일[2022년 7월 28일 인용]. URL: http://www.koreadigitalnews.com/board/view.php?&bbs_id=sub_03&page=7&doc_num=16006
 - 27) 황은경. 건축물 피난시설 기준 간 문제점 도출을 통한 통합관리 방안 모색 연구. 한국방재학회논문집. 2014;14(3):209-218 p.
 - 28) 한국산업안전보건공단, KOSHA GUIDE P-26-2012 인화성 액체의 혼 합작업에 관한 기술지침.
 - 29) 화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률.
 - 30) Aysu Sagun, Chi may J. Anu mba, Dino Bouchlaghe m. Designing Buildings to Cope with Emergencies: Findings fro m Case Studies on Exit Preferences. Buildings. 2013.442-461 p.

- 31) R. Karl Zipf et al. explosions and refuge chambers, Center for Disease Control(CDC). URL: <https://www.cdc.gov/niosh/docket/archive/pdfs/NIOSH-125/125-ExplosionsandRefugeChambers.pdf>
- 32) National Fire Protection Association. NFPA 101. 2018.
- 33) National Building Code of Canada. 2015.
- 34) Occupational Safety and Health Administration. OSHA 1910. 2014.
- 35) HM Government. The Building Regulations 2010 APPROVED DOCUMENT B. 2010.
- 36) 송영주. 피난 지연시간의 적용과 방화문 개방 정도에 따른 피난 안전성 확보에 관한 고찰 : 주거형태를 중심으로. 한국화재소방학회논문지. 2020;34(2):156-165 p.

연구진

연구기관 : 충북대학교 산학협력단

연구책임자 : 최영보(교수, 충북대학교)

연구원 : 강찬규(교수, 한경대학교)

연구원 : 장봉조(대표이사, 주식회사 릴라이어블)

연구원 : 정성훈(연구원, 충북대 국가위기관리연구소)

연구보조원 : 손현우(박사과정, 충북대학교)

연구보조원 : 박영은(석사과정, 충북대학교)

연구보조원 : 김은지(석사과정, 충북대학교)

연구보조원 : 장혁진(학사과정, 충북대학교)

연구상대역 : 최이락(연구위원, 산업안전보건연구원)

연구기간

2022. 04. 14. ~ 2022. 10. 31.

본 연구는 산업안전보건연구원의 2022년도 위탁연구 용역사업에 의한 것임

본 연구보고서의 내용은 연구책임자의 개인적 견해이며,
우리 연구원의 공식견해와 다를 수도 있음을 알려드립니다.

산업안전보건연구원장

위험물 제조·취급 작업장 비상구 설치기준 개선방안 마련
(2022-산업안전보건연구원-668)

발 행 일 : 2022년 10월 31일

발 행 인 : 산업안전보건연구원 원장 김은아

연구책임자 : 충북대학교 교수 최영보

발 행 처 : 안전보건공단 산업안전보건연구원

주 소 : (44429) 울산광역시 중구 종가로 400

전 화 : 042-869-0334

팩 스 : 042-863-9003

Homepage : <http://www.kosha.or.kr/oshri>

I S B N : 979-11-92138-99-2