

가연성액체로 인한 폭발 · 화재 방지대책에 관한 연구

1993. 12. 31



한국산업안전공단
KOREA INDUSTRIAL SAFETY CORPORATION
산업안전연구원
INDUSTRIAL SAFETY RESEARCH INSTITUTE

제 출 문

한국산업안전공단 이사장 귀하

본 보고서를 "산업안전연구 개발" 사업의 일환으로 수행한 "가연성액체로 인한 폭발·화재 방지대책에 관한 연구"의 최종 보고서로 제출합니다.

1993년 12월 31일

주관연구부서 : 산 업 안 전 연 구 원
화 학 연 구 실
책 임 자 : 실 장 정 동 인
연 구 자 : 책임연구원 정 판 석

目 次

第1章 序 論	5
1. 研究 目的	5
2. 研究 期間	6
3. 研究 範圍 및 內容6	
第2章 引火性 및 可燃性 液體의 定義	7
1. 産業安全保健法	7
2. 消防法	7
3. 美國의 産業安全保健法	8
第3章 引火性 및 可燃性液體의 特性 및 危險性	10
1. 引火 및 發火性	10
2. 爆發性	15
3. 蒸氣의 滯留性	18
4. 其他 危險性	22
5. 可燃性液體의 燃燒特性 및 火災舉動	29
第4章 引火性 및 可燃性液體 取扱實態 調査	35
1. 實態調査 概要	35
2. 引火性 및 可燃性液體 取扱設備 保有現況 및 設置實態	36
3. 引火性 및 可燃性液體 取扱 및 安全管理 實態	42
4. 實態調査 結果에 의한 推定	46
第5章 引火性 및 可燃性液體의 爆發·火災로 인한 重大災害 事例	47
1. 業種別 分類	47
2. 勤勞者數別 分類	60

3. 作業別 分類	60
4. 着火源別 分類	61
第 6 章 制度上の問題點 및 對策	64
1. 危險物質中の 引火性物質 定義 改定	64
2. 可燃性液體의 種類別 貯藏 및 取扱基準等 制定	65
第 7 章 爆發·火災 防止對策 概要	66
1. 發火防止對策	66
2. 被害抑制對策	70
第 8 章 탱크貯藏(Tank Storage) 安全指針	73
1. 탱크의 設計 및 製作	73
2. 外部 地上탱크의 設置	76
3. 地下탱크의 設置	85
4. 屋內탱크의 設置	90
5. 탱크의 基礎 및 支持	92
6. 着火源	95
7. 試驗	95
第 9 章 配管, 밸브 및 피팅류 設置指針	96
1. 概 要	96
2. 配管, 밸브 및 피팅류의 材質	96
3. 配管 連結部(Pipe Joints)	97
4. 支持(Support)	98
5. 防蝕處理(Corrosion Protection)	98
6. 밸브(Valves)	98
7. 試驗	98
第 10 章 容器 및 移動式 탱크貯藏 安全指針	99

1. 適用 範圍	99
2. 容器의 設計 및 製作	100
3. 貯藏캐비닛 設計 및 製作	105
4. 内部 貯藏室의 設計	109
5. 建物内部 貯藏	112
6. 建物外部 貯藏	115
第 11 章 플랜트(Plants)별 安全指針	118
1. 産業플랜트(Industrial Plants)	118
2. 벌크플랜트(Bulk Plants) 및 터미날(Terminals)	125
3. 工程플랜트(Processing Plants)	132
第 12 章 取扱作業時 安全指針	141
1. 概 要	141
2. 建物內 取扱	141
3. 引火性 및 可燃性液體에 의한 洗滌	145
4. 容器 充填設備 取扱	146
5. 充填 및 荷役作業	148
6. 火災豫防 및 制御	153
第 13 章 結 論	157
參考 文獻	160

여 백

第 1 章 序 論

1. 研究 目的

引火性 및 可燃性液體는 化學工場 뿐만 아니라 各種 製造業體에서 흔히 사용되고 있으며 취급액체의 종류나 취급설비가 최근에는 더욱 多樣化 및 大形化되어 가고 있는 추세에 있다.

특히 安全側面에서는 이들 물질을 대량으로 취급하는 化學製品 製造業體 보다도 오히려 機械.金屬, 電氣.電子, 印刷, 纖維加工, 木製品 製造業등 非化學製品 製造業體에서 이들 물질에 대한 取扱設備上의 결함이나 安全知識의 부족등으로 爆發.火災의 위험성이 높으며 이로 인한 重大被害가 실제로 많이 발생되고 있다.

당 연구원에서 최근 3년('91~'93년)간 발생한 爆發.火災로 인한 重大災害 중에서 當公團이 조사를 실시한 103건의 重大災害 자료를 분석한 결과 引火性 또는 可燃性液體로 인하여 발생한 재해가 40건(사망 42명, 중경상 66명)으로서 38.8 %를 차지하고 있는 것으로 조사되었다. 이들 재해의 특징을 분석해 보면 첫째, 引火性 또는 可燃性溶劑 드럼을 용접기로 鎔斷하거나 加壓하는 등의 작업 부적절로 인하여 야기된 재해가 21건으로서 52.5 %를 차지하고 둘째, 化學裝置産業이나 化學.醫藥製品 製造業이 아닌 機械.金屬, 電氣.電子, 纖維加工, 木製品 製造業등 기타 사업장에서 발생한 재해가 67.5 %로 많으며 셋째, 50인 미만의 영세사업장에서 발생한 재해가 55.3 %를 차지하고 있음을 알 수 있다. 따라서 災害를 방지하기 위해서는 먼저 이들 업체에 대한 설비및 취급상의 安全對策을 마련하는 것이 시급한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 이들 업종을 중심으로 설비 및 취급상의 문제점을 분석하고 爆發.火災를 豫防 및 防護하기 위한 저장 및 취급관련 安全指針과 각종 안전시스템 그리고 안전작업방법 등을 연구 보급하여 引火性 또는 可燃性液體로 인한 爆發.火災를 방지하고 그 被害를 최소화함으로써 重大災害防止에 기여하고자 한다.

2. 研究 期間

1993년 1월 ~ 1993년 12월

3. 研究 範圍 및 內容

본 연구에서는 引火性 및 可燃性液體로 인한 爆發.火災를 방지하기 위하여 이들 액체를 대량으로 취급하는 化學製品 製造業은 물론 이들 액체를 부수적으로 취급 사용하는 機械製品 製造業等, 電氣.電子製品 製造業, 金屬製品 製造業 및 家具等 木製品 製造業등 다양한 업종을 대상으로 취급설비 및 작업실태를 調査, 把握함으로서 문제점을 분석하고 또한 국내에서의 重大災害 事例等を 조사하였으며 아울러 외국의 각종 관련 문헌 및 安全基準등을 수집조사하였다.

이를 토대로하고 引火性 및 可燃性液體의 특성 및 위험성을 고려하여 탱크저장, 용기 및 이동식탱크 저장 그리고 산업 및 공정플랜트 등에서의 안전대책과 移送, 分配, 混合등 작업시의 안전대책을 제시하고자 하였으며, 또한 引火性 및 可燃性液體와 관련한 제도상의 문제점을 지적하고 용기 및 이동식탱크 취급기준 그리고 移送, 分配, 混合等 作業基準등의 제정에 기초자료로 활용되게 하고자 하였다. 따라서 설비제작 및 사용업체등에서 이를 활용함은 물론 當公團의 現場技術指導 및 事前安全性審査時 등에 활용할 수 있도록 하고자 하였다.

第2章 引火性 및 可燃性液體의 定義

1. 産業安全保健法

引火性 및 可燃性液體와 관련하여 産業安全保健法 産業安全基準에 관한 規則 별표 1. 危險物質에서 引火性物質을 大氣壓下에서 引火點이 섭씨 65도 이하인 可燃性液體로서 다음과 같이 정의하고 있다.

(1) 에틸에테르, 가솔린, 아세트 알레히드, 산화프로필렌, 이황화탄소 기타 引火點이 섭씨 零下 30도 미만인 물질

(2) 노르말 헥산, 산화에틸렌, 아세톤, 메틸에틸케톤, 기타 引火點이 섭씨 零下 30도 이상 0도 미만인 물질

(3) 메틸알코올, 에틸알코올, 크실렌, 아세트산 아밀 기타 引火點이 섭씨 0도 이상 30도 미만인 물질

(4) 등유, 경유, 테레핀류, 이소벤질 알코올(이소아밀 알코올), 아세트산 기타 引火點이 섭씨 30도 내지 65도 이하인 물질

또한 可燃性物質은 爆發限界濃度의 하한이 10 퍼센트 이하 또는 상하한의 차이가 20 퍼센트 이상인 가스로 규정하고 있다.

따라서 引火性物質은 引火點이 섭씨 65도 이하인 可燃性液體로서 그리고, 可燃性物質은 앞에서 규정된 가스로 규정하고 있으나 可燃性液體에 관한 특별한 규정이 없다.

2. 消防法

消防法에서는 시행령 제12조와 관련하여 별표 3.에 위험물을 자세하게 규정하고 있으며 여기서 引火性 및 可燃性液體類는 제4류로 분류하고 있는 바 그 품명 및 품목은 다음과 같다.

(1) 특수인화물류 : 디에틸에테르, 이황화탄소 및 클로디온 그 밖의 1 기압에서 액체로 되는 것으로서 발화점이 섭씨 100도 이하인 것 또는 引火點이 섭씨 零下

20도 이하로서 沸點이 40도 이하인 것을 말한다.

(2) 제 1석유류 : 아세톤 및 휘발유 그 밖의 액체로서 引火點이 섭씨 21도 미만인 것.

(3) 제 2석유류 : 등유, 경유 그 밖의 액체로서 引火點이 섭씨 21도 이상 70도 미만인 것. 다만 塗料類 그 밖의 품목에 있어서는 引火性液體量이 40 容量퍼센트 이하이고 引火點이 섭씨 40도 이상, 연소점이 섭씨 60도 이상인 것은 제외한다.

(4) 제 3석유류 : 중유, 클레오소오트유 그 밖의 액체로서 引火點이 섭씨 70도 이상 200도 미만인 것. 다만, 塗料類 그 밖의 물품에 있어서는 引火性液體量이 40 容量퍼센트 이하인 것을 제외한다.

(5) 제 4석유류 : 기계유, 실린더유 그 밖의 액체로서 섭씨 200도 이상인 것. 다만 塗料類 그 밖의 품목에 있어서는 引火性液體量이 40 容量퍼센트 이하인 것은 제외한다.

(6) 알코올류 : 1분자내의 炭素原子數가 5개 이하인 포화 1가 알코올(퓨젤유 및 변성알코올을 포함한다)로서 알코올 수용액의 농도가 60 容量퍼센트 이상인 것을 말한다.

(7) 동식물유류 : 1기압과 섭씨 20도에서 액체로 되는 동식물유를 말하며 불연성 용기에 수납밀전되고 저장·보관되어 있는 것을 제외한다.

3. 美國의 産業安全保健法

미국의 경우 OSHA §1910.106(Flammable and Combustible Liquids)에서 引火性 및 可燃性液體를 다음과 같이 定義하고 있으며, 이는 美防火協會의 NFPA 321(Standard on Basic Classification of Flammable and Combustible Liquids)에서의 규정과 동일하다. 그 내용은 다음과 같다.

가. 引火性液體(Flammable liquid)

引火點이 100 °F(37.8 °C)미만인 액체로서 100 °F(37.8 °C) 이상의 引火點을 갖는 조성의 혼합물은 제외한다. 引火性液體는 Class 1 액체라 하며 Class 1 액체

는 다음 3종류로 구분된다.

(1) Class IA 액체는 73 °F (22.8 °C) 미만의 引火點을 갖고 100 °F (37.8 °C) 미만의 沸點을 갖는 액체를 포함한다.

(2) Class IB 액체는 73 °F (22.8 °C) 미만의 引火點을 갖고 100 °F (37.8 °C) 이상의 沸點을 갖는 액체를 포함한다.

(3) Class IC 액체는 73 °F (22.8 °C) 이상 100 °F (37.8 °C) 미만의 引火點을 갖는 액체를 포함한다.

나. 可燃性液體(Combustible liquid)

100 °F (37.8 °C) 이상의 引火點을 갖는 액체로서 可燃性液體는 다음과 같이 2 종류로 구분된다.

(1) Class II 액체는 100 °F (37.8 °C) 이상 140 °F (60 °C) 미만의 引火點을 갖는 액체를 포함한다. 200 °F (93.3 °C) 이상의 引火點을 갖는 조성을 갖는 혼합물은 제외한다.

(2) Class III 액체는 140 °F (60 °C) 이상의 引火點을 갖는 액체를 포함한다. 이는 다음 2 종류로 구분된다.

(가) Class IIIA 액체는 140 °F (60 °C) 이상 200 °F (93.3 °C) 미만의 引火點을 갖는 액체를 포함한다. 200 °F (93.3 °C) 이상의 引火點을 갖는 조성을 갖는 혼합물은 제외한다.

(나) Class IIIB 액체는 200 °F (93.3 °C) 이상의 引火點을 갖는 액체를 포함한다.

상기 定義에서 나타난 바와 같이 産業安全保健法에서는 引火性 및 可燃性液體에 대한 定義가 포괄적으로 규정되고 있지 않다. 따라서 본 연구에서는 引火性 및 可燃性液體를 美國의 OSHA 및 NFPA 등에 준하여 기술하고 對策을 提示하고자 하였으며 여기서 Class IIIB 액체는 除外시켰다.

第3章 引火性 및 可燃性液體의 特性 및 危險性

引火性 및 可燃性液體는 공기중에서 개방상태에 있는 경우에는 引火點 이상의 온도에서 着火에 의해 발화되며 밀폐상태의 경우는 引火點 이상의 어느 온도 범위내에서 액면상의 蒸氣-空氣混合物이 着火에 의해 폭발을 일으킨다.

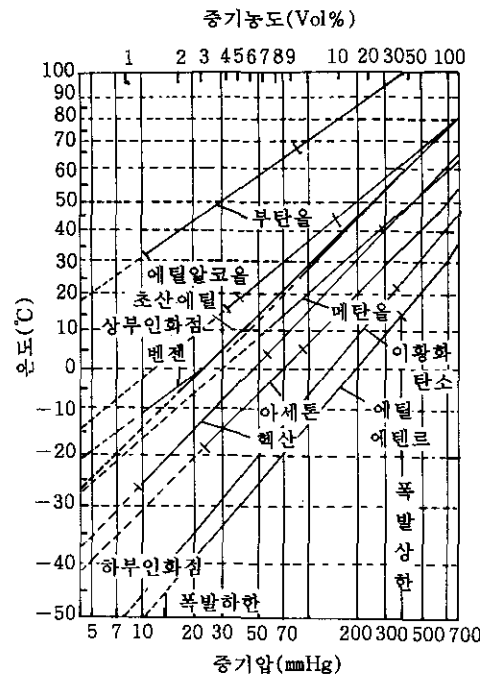
引火性 및 可燃性液體는 종류에 따라 그 특성이 다양하나 가스 및 고체 위험물과 달리 액체라는 특성을 고려하여 취급에 유의하여야 한다. 한 예로서 이들 액체는 常溫에서 蒸發-氣化하는 성질이 있고 가연성가스와 같이 공기중에 擴散하여 爆發性 混合氣를 생성, 着火에너지에 의해 폭발할 수 있으며 또한 완전 연소시 까지 연소가 지속되기 때문에 漏出로 인한 연소시 대형의 爆發-火災로 전이할 수 있는 위험이 높다. 引火性 및 可燃性液體의 위험성은 일반적으로 引火點, 發火點, 爆發限界(燃燒範圍), 發熱量, 比重, 沸點, 溶解性, 蒸氣密度, 最小着火에너지 및 電氣傳導度 등과 關係가 있는 바 다음에 이들에 대한 주요한 공통적인 위험특성과 화재성상에 대해서 기술하고자 한다.

1. 引火 및 發火性

가. 引火點(Flash point)

可燃性液體의 引火性은 引火點(Flash point)으로서 나타낸다. 引火點은 可燃性液體가 공기중에서 爆發限界에 달하는데 필요한 蒸氣를 발생할 수 있는 最低溫度이다. 즉 可燃性液體의 표면상의 蒸氣濃度가 爆發下限界에 달하는 온도를 의미하며 반면에 爆發上限界에 달하는 온도를 上部 引火點이라 한다. 밀폐용기 내부공간이 爆發限界에 이르는 것은 引火點과 上部 引火點 사이에 있음을 뜻한다. 이 관계를 참고로 [그림 3-1]에 나타내었다. 引火點에서 가열을 계속하여 5초 이

상 연소가 진행될 때, 이때의 온도를 燃燒點(Burning point)이라고 한다. 여기서 燃燒點은 引火點 보다 항상 높으며 引火點과 마찬가지로 측정조건에 따라 변하므로 物理定數는 없으며 가열원 및 연소조성 조건에 따라 결정되는 것이 특징이다.



[그림 3-1] 引火點과 爆發限界의 관계

흔히 사업장에서 사용되고 있는 引火性液體 중에는 引火點이 상온 이하의 것이 많다. 이것은 통상사용 상태에서도 引火의 위험성이 있다는 것을 의미한다. 또한 引火點이 상온 이상의 액체에 있어서도 가열하여 사용하는 경우에 그 가열 온도가 引火點 부근까지 근접하면 위험성이 크게 된다. 예로서 燈油의 引火點은 일반적으로 40~50 °C로서 상온에서 비교적 안전하지만 이것을 引火點 이상으로 가열하면 可燃性蒸氣를 발생하여 착화한다. 따라서 可燃性液體를 취급할 경우는 취급하는 可燃性液體의 引火點을 정확하게 조사하고 현재 취급되고 있는 可燃性液體의 온도가 어느정도인 지를 파악하여 관리하여야 한다. 또한 燈油, 輕油, 重

油와 같이 引火點이 높은 액체도 미세한 分散狀態, 즉 霧相狀態의 경우는 引火點 이하에서도 용이하게 착화될 수 있다. 특히 이 경우에는 가연성가스와 같은 폭발의 위험이 있으므로 주의하여야 한다. 이와 같은 폭발사고는 油壓機作動油 계통에서의 漏泄에 의해 야기되는 경우가 많다. 作動油는 引火點이 230 °C 전후의 터어빈유가 사용되고 있지만 油壓機의 運轉壓力이 보통 70~150 kg/cm²이고 비상시에 압력이 더욱 증가되어 높은 압력으로 운전되고 있어 機器配管에서 漏泄될 경우 위험성이 높다.

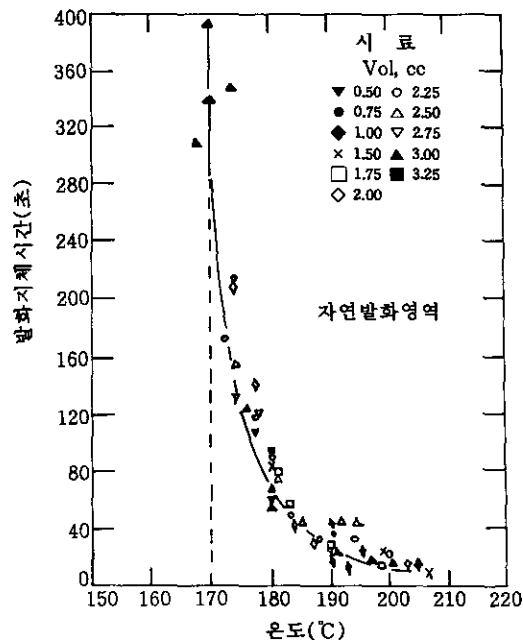
油類等 可燃性液體에 의한 화재를 계절별로 보면 일반화재의 최성기가 겨울부터 초봄 까지이나 여름에 발생하는 건수도 적지 않다. 특히 외국의 사고사례에 의하면 기름으로 인한 화재가 점유하는 비율은 겨울보다도 여름이 더 많은데 이는 여름이 되면 蒸氣 발생량이 많게 되고 引火의 기회가 많아지게 되는 것도 원인중의 하나라 할 수 있다. 또한 流動性이 있어 한번 發火되면 일정장소에 국한되지 않고 火面이 광범위하게 확대될 위험성이 크다.

나. 發火溫度(Ignition temperature)

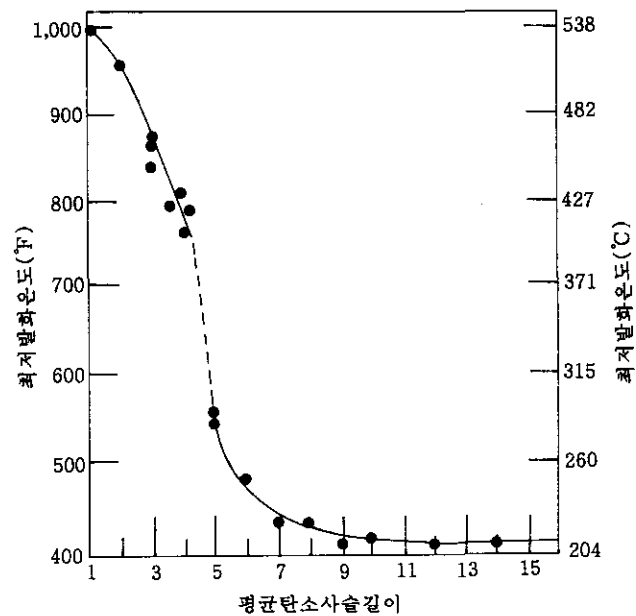
發火溫度는 착화원이 없이도 물질이 自然發火하는 온도를 말하며 熱發火理論에서는 “熱의 發生速度와 擴散速度가 平衡을 나타내는 點”으로 정의하고 있다. 그러나 일반적으로 물질이 그 온도 환경하에서 自然發火하는 최저온도를 측정하여 이 온도를 發火溫度로 하고 있다. 이에 따라 측정된 發火溫度는 시료의 상태, 양 및 가열방법등에 따라 달라지기 때문에 측정장치에 의해 發火溫度를 나타내고 있다. 可燃性液體에 대한 自然發火溫度는 일반적으로 밀폐된 또는 거의 밀폐된 용기에 액체가 용기속으로 주입될 때 자연적으로 착화 및 연소되기 위해서 가열되어야 하는 온도이다.

일반적으로 발화점 측정에 있어서 혼합물의 온도가 상승된 시간 부터 화재가

발생하는 순간 까지에 경과되는 시간을 發火遲滯時間이라 하며 이 遲滯時間은 온도가 상승하면 감소한다. 이 시간이 어느 정도 이상이 되면 발화온도는 거의 일정하게 되는데 이 값을 最低自然發火溫度(Minimum spontaneous ignition temperature) 또는 自然發火溫度라 하며 일반적인 발화점으로 사용되고 있다. 참고로 [그림 3-2]에 프로필 아세테이트의 發火遲滯時間과 溫度와의 관계를 나타내었다. 또한 發火溫度는 分子量과도 밀접한 관계가 있다. 즉 메탄(Methane)에서 데칸(Decane)까지 직선사슬화합물의 炭化水素 계열내에서 發火溫度는 분자량 또는 탄소사슬의 길이 증가에 따라 감소([그림 3-3] 참조)하는데 그 예로서 분자량 72.1인 펜탄($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$)은 분자량 86.2인 헥산($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$)보다 發火溫度가 더 높다.

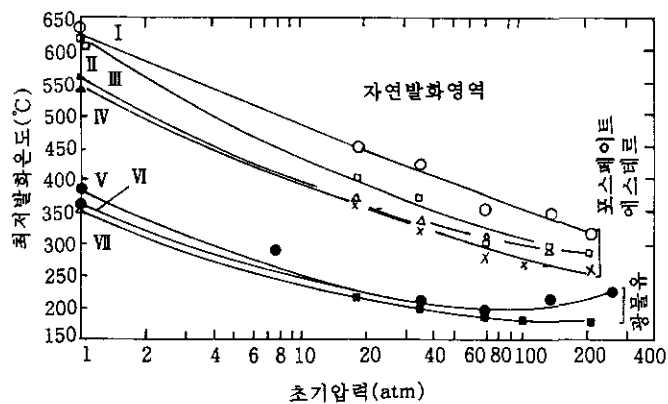


[그림 3-2] 공기중의 프로필 아세테이트의 發火遲滯時間과 溫度와의 관계 (압력 1,000 psig, 온도 150~210 °C)



[그림 3-3] 다양한 사슬炭化水素에 대한 最低發火溫度

그리고 발화온도는 압력에 따라서도 큰 영향을 받는 데 그 예로서 [그림 3-4]에 포스페이트 에스테르(Phosphate ester) 및 潤滑油의 發火溫도와 壓力의 관계를 나타내었다. 이와 같이 고압에서는 發火溫度가 낮아지는 경향이 있다.



[그림 3-4] 포스페이트 에스테르(Phosphate ester) 및 潤滑油의發火溫度에 미치는 壓力의 영향(450 cm³ 스테인레스鋼 容器 사용)

일반적으로 공장내부에는 煖爐, 乾燥設備等 각종의 高溫物體가 흔히 존재하고

있으며 이들 주위에서는 引火性 또는 可燃性液體를 취급하지 않는 것이 바람직하다. 흔히 공장내 高溫物體는 保溫材로서 단열시킴으로서 직접 可燃物과 접촉할 기회는 적으나 수리 및 보수 작업시 이들 보온재가 제거된 스팀라인, 熱媒라인, 스팀터빈 및 熱媒펌프등 高溫物體는 可燃性物質에 대한 着火源으로 작용될 수 있다. 따라서 高溫物體 부근에서의 작업시는 可燃性液體의 漏出에 대비하여 충분한 안전조치를 강구하여야 한다.

2. 爆發性

蒸氣는 공기와 爆發性混合氣를 형성하고 이것이 밀폐용기등의 내부에서 인화되면 폭발(비정상연소)을 일으킴으로써 爆風에 의해 기물이 破壞되거나 또는 화재가 확대되는 등 물적손실이 크게 된다. 引火點이 상온 이하의 것은 항상 爆發性混合氣를 형성할 수 있기 때문에 폭발위험성이 언제나 내재되어 있다고 할 수 있다. 일반적으로 爆發限界가 넓을수록 또한 爆發下限界가 낮을수록 폭발위험성이 크게 된다.

가. 爆發限界

可燃性液體의 爆發.火災 위험성을 나타내는 주요한 인자로서 흔히 爆發限界 또는 燃燒限界를 들 수 있다. 공기 또는 산소와 더불어 가연성혼합물을 형성하는 가스 또는 蒸氣등은 공기 또는 산소내에서 點火源을 접촉시켜도 불꽃을 형성시키지 않는 最小蒸氣濃度 및 最大蒸氣濃度를 갖게 된다. 이를 각각 연소하한값(LFL, Lower flammability limit) 및 연소상한값(UFL, Upper flammability limit) 또는 폭발하한값(LEL, Lower explosive limit) 및 폭발상한값(UEL, Upper explosive limit)이라 한다. 연소한계값을 이용하여 가연성가스 및 蒸氣의 위험성을 판정하는 방법은 다음과 같다.

$$H = \frac{UFL - LFL}{LFL}$$

여기서 H는 물질의 위험성을 가늠하는 尺度中의 하나로 H값이 높을수록 위험성은 증가하게 된다. 한편 작업장내에서는 가연성가스 및 蒸氣가 한가지 이상으로 複合되어 있는 경우가 있다. 이 경우에 혼합가스에 대한 燃燒限界는 Le Chatelier법칙을 이용하여 구할 수 있으며 다음과 같다.

$$L_m = \frac{100 \text{ vol}\%}{C_1/L_1 + C_2/L_2 + C_3/L_3 + \dots + C_n/L_n}$$

여기서 L_m 은 혼합가스 및 蒸氣의 연소한계값이고 C_i 은 전체 가연성가스 및 蒸氣에 대한 각 가연성가스 및 蒸氣의 濃度(vol %)이며 L_i 은 각 성분의 연소한계값이다.

지금까지 논의된 연소하한값은 상온·상압하에서의 조건을 기준으로 한 것이다. 그러나 전술한 바와 같이 화학물질은 溫度 및 壓力이 매우 다른 조건에서 취급되는 경우가 많기 때문에 연소한계값도 압력, 온도, 중력장 및 연소 전개방향등에 따라 변하게 된다. 이러한 變數들에 대한 영향은 實驗的으로 얻어지고 있다.

압력에 대한 영향으로서 먼저 압력이 1기압 이하로 감소하게 되면 燃燒範圍가 좁아지게 되어 어느 압력 이하에서는 연소하한값과 연소상한값이 일치하게 된다. 이때의 압력에서는 어느 조성에서도 연소가 불가능하고 반면에 압력이 증가하게 되면 일반적으로 연소범위가 급격히 증가하게 된다. 이는 압력증가에 따라 分子間距離가 좁아지게 되므로 可燃性分子와 酸素間의 접촉이 용이하게 되어 反應工學的으로 燃燒反應速度가 촉진되기 때문이다.

燃燒範圍는 또한 온도에 의해서도 영향을 받게 되는 데, 온도가 증가하게 되면 燃燒範圍도 확장된다. 연소한계값과 온도에 대한 관계를 정량적으로 표현한 Zabetakis-Lambiris-Scott Model을 소개하면 다음과 같다. 이 식은 가연성가스 및 蒸氣에 대해 전반적으로 잘 부합되고 있다. 즉

$$\frac{L_t}{L_{25}} = 1 - \frac{0.75}{\Delta H_c}(t-25)$$

$$\frac{U_t}{L_{25}} = 1 + \frac{0.75}{\Delta H_c}(t-25)$$

여기서 L_t , L_{25} 는 각각 t °C 및 25 °C 에서의 연소하한값, U_t , U_{25} 는 각각 t °C 및 25 °C에서의 연소상한값, t 는 온도(°C) 그리고 ΔH_c 는 純燃燒熱(Net heat of combustion : Kcal/mol)을 나타낸 것이며 대부분의 물질에 대한 ΔH_c 값이 밝혀져 있기 때문에 온도변화에 따른 可燃性蒸氣 및 가스의 연소한계값이 예측가능하다.

이상과 같이 可燃性液體를 취급함에 있어 중요한 危險尺度중의 하나인 연소한계값은 온도, 압력, 조성등에 의해 크게 변하게 되는 데 특히 온도와 압력이 증가할수록 연소범위가 확장되고 연소하한값이 감소하게 되어 앞 식의 H값이 증가하는 만큼 위험성도 증가한다는 것을 알아야 한다.

실제 현장에서 可燃性液體를 취급할 경우에는 漏出에 유의하여야 하며 통풍 및 환기가 가능한 곳에서 취급하여야 한다. 특히 引火點이 낮은 액체에 있어서는 爆發限界의 범위가 좁은 경우에도 주의하여 취급하여야 하며 또한 탱크내부에서는 액체와 평형에 있는 可燃性蒸氣가 爆發限界의 상한을 초과하는 경우가 많아 이 경우에는 특별한 문제가 없지만 오히려 引火點이 낮은 可燃性液體를 탱크車 등에 충전할 경우 爆發性混合氣를 형성함으로써 폭발.화재의 위험성이 높다.

충전작업시 외부에서 點火源이 없더라도 流體의 流動에 의하여 발생하는 靜電氣가 點火源이 되어 사고가 야기 되는 경우가 많다. 따라서 탱크車에 引火性 液體를 충전할 경우 接地 및 본딩을 필히 실시하고 연결부 호스의 위치, 형상, 충전속도 등에도 세심한 주의를 기울여야 한다. 또한 가솔린 탱크車에 燈油가 충전되는 경우 초기 油類탱크내에 존재하고 있는 가솔린蒸氣와 燈油가 혼합되어 爆發限界內의 농도를 유지할 수 있어 着火危險性이 매우 높다.

그리고 可燃性液體 저장탱크, 드럼 등을 보수하고자 개방하여 점검 및 보수를 행할 경우는 필히 가스검지기등으로 탱크내 가연성가스의 濃度를 측정한 후에 작업하여야 하며 引火性液體를 貯藏 혹은 取扱하는 장소부근에서 화기를 사용하는 작업을 실시할 경우는 특별히 주의하여야 한다.

3. 蒸氣의 滯留性

가. 蒸氣密度比(Vapor density ratio)

일반적으로 可燃性液體 蒸氣는 공기보다 무거워서 바닥, 피트등의 낮은 장소에 체류하기 쉽다. 특히 바닥에서 먼곳으로 확산됨으로서 생각지도 않은 장소에서 폭발.화재가 야기되는 경우가 많아 안전측면에서는 상당히 중요한 성질로 들 수 있다. 蒸氣密度(Vapor density)는 순수한 가스나 蒸氣의 단위부피당 무게이며 안전측면에서는 이를 공기의 부피무게에 대한 동일 온도와 압력하에서 蒸氣의 동일 부피의 상대적 무게의 비로서 사용되고 있다.

이와같은 관점에서 蒸氣密度比(Vapor density ratio)는 액체의 비중과 유사하다. 즉 蒸氣密度는 공기와의 비로서 나타내며 蒸氣密度 3은 蒸氣가 공기보다 3배 무겁다는 것을 가르킨다.

$$\text{蒸氣密度比} = \frac{\text{物質의 分子量(M.W)}}{\text{空氣의 組成 分子量}} = \frac{\text{M.W}}{29}$$

蒸氣密度比는 동일 온도 및 大氣壓 조건하에서 나타내며 비동일 또는 변화되는 조건하에서는 이 蒸氣密度가 상당히 변화하게 된다.

일반적으로 순수한 蒸氣는 액체가 그것의 沸點 이상으로 저장되지 않을 경우에도 발생되며 沸點 이하에서 저장 또는 취급되는 이들 액체에 있어서도 액체상부는 蒸氣 및 공기의 혼합기를 형성하게 된다.

그리고 대기압에서 沸點이 실온 이상인 액체에 대해서 蒸氣密度가 오도되는 형태가 있을 수 있다. 예를 들면 에틸아세테이트(Ethyl acetate)는 沸點이 171 °F (77 °C)이고 70 °F(21 °C)에서 그것의 蒸氣壓이 약 2.35 psi(16.2 kPa) 또는 0.16 atm인데 밀폐된 베셀의 경우 70 °F(21 °C)에서 에틸아세테이트 蒸氣와 공기의 平衡混合物은 에틸아세테이트 16 %와 공기 84 %의 조성을 갖게 된다. 따라서 에틸아세테이트의 理論的인 蒸氣密度는 3.0 이나 70 °F(21 °C) 및 대기압하에서 에틸아세테이트에 의해 생성되는 “蒸氣-空氣混合物”의 實際密度는 다음과 같다.

$$0.16 \times 3.0 + 0.84 \times 1 = 1.32$$

나. 蒸氣壓(Vapor pressure)

액체가 액체표면 위에 蒸氣-空氣混合物의 분위기를 갖는 차단된 용기내에 존재하면 混合物內에 蒸氣의 %는 蒸氣壓으로 부터 얻어질 수 있다. 蒸氣 %는 액체의 蒸氣壓과 混合物의 全壓 사이의 관계에 직접 비례한다.

예를 들면 100 °F(38 °C)의 온도하에 아세톤은 7.6 psia(52 kPa)의 蒸氣壓을 갖는다. 전압을 14.7 psia(101 kPa)로 가정하면 아세톤蒸氣의 存在比率은 14.7에 의해 나누어진 7.6/14.7 또는 52 %일 것이다.

石油液體(Petroleum liquids)의 蒸氣壓은 ASTM에 의해 권장되는 “Reid method”에 의해 흔히 결정된다. 이방법은 100 °F(38 °C)에서 psia(kPa)으로 蒸氣壓을 나타내며 이는 실제 蒸氣壓과 약간 다르다. 많은 물질에 대한 蒸氣壓은 화학 핸드북에서 찾을 수 있다. 만일 어떤 액체의 密閉式(Closed-cup)引火點과 引火點에서의 蒸氣壓이 알려지면 정상 대기압에서 부피에 의한 %로서 蒸氣에 대한 燃燒下限界(引火點 기준)가 다음과 같이 계산될 수 있다.

$$LFL = \frac{V}{0.147}$$

$$LFL = \frac{V}{1.01} \text{ (S1 단위)}$$

여기서 LFL은 燃燒下限界에서 부피에 의한 蒸氣 %, V는 引火點에서의 psia (kPa)單位 蒸氣壓이다. 그리고 다른 압력에서는 다음 식에 의해 계산될 수 있다.

$$LFL = \frac{100V}{P}$$

여기서 P는 psia(kPa)단위의 분위기 압력이다.

揮發性인 引火性液體 混合物에서 蒸氣壓의 효과는 일반적으로 액체가 완전하게 섞이는지, 일부만 섞이는지 또는 완전하게 섞이지 않는지에 의존된다. 만일 두 액체가 완전하게 섞이게 되면 그들은 각기 서로의 蒸氣壓 보다 낮게 되고 반면에 그들이 거의 완전하게 섞이지 않으면 혼합물의 蒸氣壓은 각 液體層의 分壓의 합이 된다(달톤의 分壓의 法則). 그러나 양 액체가 부분적으로 섞이게 되면 그 관계는 더 복잡하게 된다.

다. 蒸發速度(Evaporation Rate)

蒸發速度는 액체가 어떤 주어진 압력과 온도에서 蒸氣상태로 전환되는 속도이다. 가연성액체의 경우 이 증발속도가 빠르면 증기의 확산으로 爆發,火災의 위험 범위가 확대된다. 반면에 밀폐용기 내에서는 爆發限界濃度를 초과하는데 소요되는 시간이 적어짐으로서 안전성이 높게된다. 액체의 증발량은 沸點에 비례하는 것으로서 이와 같은 蒸發速度는 화재방호시 고려되어야 한다. 일반적으로 沸點이 감소하면 蒸氣壓과 蒸發速度는 증가한다.

라. 溶劑蒸氣量 計算

착화될 수 있는 混合物의 생성을 방지하기 위해서 설비설계시 공급되어야 하는 공기의 부피를 계산하는 것이 중요하다. 예를 들면 건조기에 대한 환기시스템 설계시에 사용되는 溶媒의 양을 합리적으로 推算하여 이를 고려해야 한다.

예를들면 아세톤 취급 공정의 경우 아세톤蒸氣의 공기중에서 燃燒範圍가 容積比로 2.6~12.8 %이라면 97.4 % 이상의 공기를 함유하는 混合物은 너무 묽어서 착화될 수 없다. 따라서 만일 蒸氣의 부피가 推算될 수 있으면 요구되는 공기 부피를 결정하는 것은 간단한 문제이다. 液體溶媒 1 gal으로 부터 생성되는 蒸氣의 부피는 다음식에 의해 액체의 比重과 蒸氣密度로 부터 계산될 수 있다. 즉,

$$\text{蒸氣의 부피(ft}^3\text{)} = \frac{8.33 \times \text{液體의 比重(H}_2\text{O}=1)}{0.075 \times \text{液體의 蒸氣密度(Air}=1)}$$

여기서 8.33은 물 1 gal의 lb單位 무게 그리고 0.075는 공기 1 ft³의 lb單位 무게를 나타낸다. 더 간단하게 나타내면

$$\text{蒸氣의 부피(ft}^3\text{)} = 111 \times \frac{\text{Sp.G.}}{\text{V.D.}}$$

만일 蒸氣密度가 알려져 있지 않으면 그것은 分子量으로 부터 쉽게 계산될 수 있다. 다시 아세톤(比重=0.792, 蒸氣密度=2)을 예를들면

$$1 \text{ gal에 해당하는 蒸氣의 부피} = 111 \times \frac{0.792}{2} = 44 \text{ (ft}^3\text{)}$$

따라서 아세톤 1 gal으로 부터 발생되는 蒸氣를 燃燒下限界 이하로 묶히는데 요구되는 공기의 부피는 $44 \times 37 = 1,682 \text{ ft}^3$ 이다. 만일 주어진 공간에서 아세톤의 蒸發速度가 1 gpm이라면 燃燒下限界 이하로 蒸氣濃度를 유지하기 위해서 비오염된 환기공기 1,628 cfm이 요구될 것이다. S1單位로 溶媒 1 ℓ에 의해서 생성되는 蒸氣의 부피는 액체 및 蒸氣密度의 比重으로 부터 계산되어야 한다. 즉 액체 1 ℓ에 해당하는 蒸氣는 m³로서

$$L = 0.83 \times \frac{\text{Sp.G.}}{\text{V.D.}}$$

따라서 아세톤 1 ℓ에 해당하는 蒸氣의 부피는

$$L = \frac{0.83 \times 0.792}{2} = 0.33 \text{ (m}^3\text{)}$$

S1單位로서 燃燒下限界 이하로 아세톤 1 ℓ를 묶히기 위하여 요구되는 공기 부피는 $0.33 \times 37 = 12.2 \text{ m}^3$ 가 된다.

마. 沸點(Boiling point)

일정 압력하에서 飽和蒸氣와 그 液相이 平衡으로 共存할 수 있는 온도, 즉 액체의 平衡蒸氣壓力이 표면에서 全壓과 같은 온도를 沸點이라 한다. 沸點은 전적

으로 압력증가에 따라 증가하며 이론적으로 어떤 액체의 전압을 변경함으로서 임의의 온도에서 그 액체를 끓게 할 수 있다.

그러나 대부분의 引火性液體 및 가스는 혼합되어 있고 순수한 물질에 준한 物理法則에 따르지 않는다. 따라서 混合物의 沸點은 蒸溜曲線으로 나타낼 수 있다.

일반적으로 可燃性液體의 引火點은 沸點과 직접 관계되지는 않지만 石油 및 타르제품등 初溜點이 37~290 °C인 液化炭化水素의 경우 다음 관계식에 의해 근사적으로 引火點을 推定할 수 있다.

$$A = 0.73 \times (B - 100)$$

여기서 A는 引火點(°C), B는 初溜點(°C)을 의미한다.

일반적으로 引火性液體는 氣化가 容易하므로 爆發性混合氣의 형성이 용이하게 된다. 일반적으로 沸點이 낮은 경우 引火點도 낮아지는 경향이 있다. 한 예로서 가솔린은 沸點範圍가 대략 30~200 °C, 引火點은 -40 °C이며 燈油의 沸點範圍는 대략 150~250 °C, 引火點은 30~70 °C이다. 이와 같이 沸點이 높은 물질과 낮은 물질을 비교할 경우 沸點이 낮은 可燃性液體가 위험성이 더 높다.

4. 其他 危險性

가. 液體의 比重 및 물에 대한 不溶性

引火性 및 可燃性液體는 물보다 가볍고 물에 不溶性인 것이 많기 때문에 水面에 流出 또는 부유될 경우에는 水面上에 광범위하게 擴散되거나 경우에 따라서는 排水路등을 통하여 먼 곳까지 擴散될 수 있어 예기치 않은 點火源에 의해 發火 하거나 火災이 광범위하게 확산될 위험성이 높다. 그러나 可燃性液體로서 물과 혼합하기 쉬운 것은 다음 관점에서 안전성이 높다고 할 수 있다.

- (1) 물과 혼합됨으로서 증기압을 저하시켜 증발량을 감소시킬 수가 있다.
- (2) 물에 의해 소화활동이 용이하다.
- (3) 靜電氣의 발생 위험성이 적다.

이는 화재진화에도 관계되는 성질로서 물에 용해하는 액체에서의 화재는 물과 액체의 혼합에 의해서 또는 消火를 위한 알콜타입 폼(Foam)의 사용에 의해서 燒滅될 수 있다.

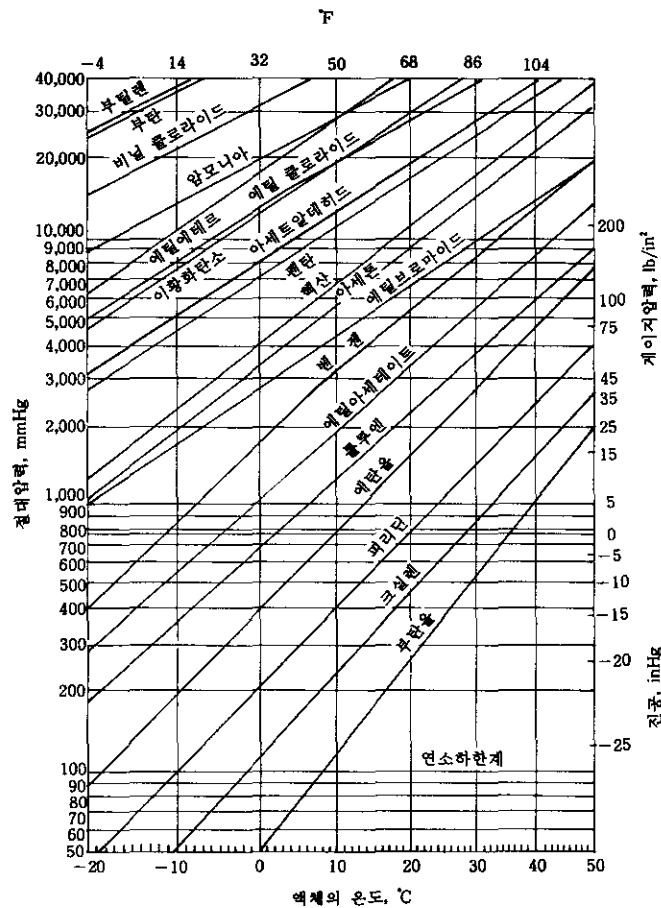
그러나 일반적으로 탄화수소류는 물에 용해하지 않는 성질이 있으며 알콜류 중 $C_1 \sim C_3$ 는 물에 잘 용해되나 분자량이 증가할 수록 난용으로, 특히 고급의 것은 고체로 된다. 또한 에테르류는 알콜에 비하면 용해도에는 큰 차이가 없고 고급의 것은 역시 고체이다. 알데히드 및 케톤류는 저급인 것은 물에 용해되나 고급의 것은 난용성이다.

나. 溫度 및 壓力

특정액체에 주어지는 온도와 압력은 앞서서도 언급한 바와같이 흔히 引火性液體의 發火와 관련하여 중요한 인자가 되기 때문에 항상 이에 유의하여야 한다. 한 예로서 液體의 蒸發量은 액체상부 蒸氣空間에서의 압력이 증가 또는 감소됨에 따라서 변한다. 즉 압력이 더 낮아질수록 더 많은 蒸氣가 증발된다.

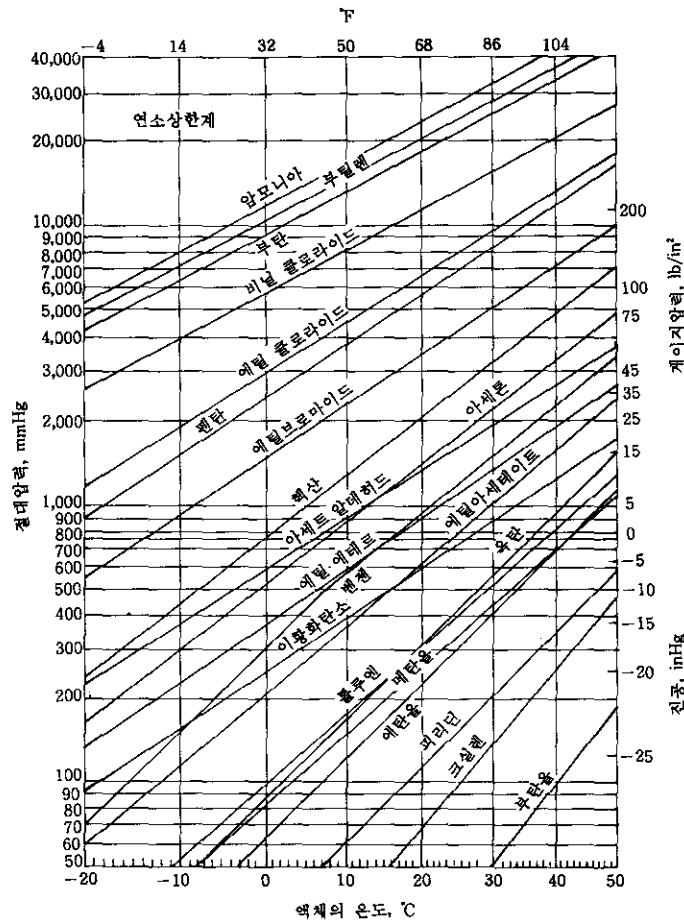
또한 액체는 온도가 높을수록 더 높은 蒸氣壓을 갖고 더 많은 양이 蒸發하게 될 것이다. 즉 주어진 온도 및 압력하에서 액체의 조건이 변화되지 않는한 더 이상의 증발이 발생하지 않는 한계까지 증발할 것이다. 다시말하면 平衡狀態에 달할 때까지 증발하게 된다. 平衡은 밀폐된 시스템이 아닌 경우는 존재할 수 없으며 개방된 공간에서는 액체의 공급이 고갈될 때까지 蒸發이 계속된 것이다. 따라서 壓力-溫度效果는 단지 液體 및 蒸氣-空氣 混合物이 평형에 달하는 탱크, 파이프 및 취급장치 내에서 적용된다. [그림 3-5] 및 [그림 3-6]은 燃燒限界에서 온도와 압력의 효과를 나타낸 것으로서 F. C. Mitchell과 M. C. Vernon에 의해 제시된 것이다.

여기서 어떤 온도에서 액체가 공기와 함께 壓力容器로 주입될 때 蒸氣-空氣 混合物이 燃燒上限 以上으로 충분히 蒸發하여 이 조건에 달하는 데는 상당한 시간이 경과할 것이며 그 사이에 混合物은 인화 또는 폭발할 수 있을 것이다.



[그림 3-5] 溫度 및 壓力과 燃燒下限界의 變化

상기 [그림 3-5]는 密閉된 容器內에서 평형에 달해있는 引火性液體 또는 가스에 적용되는 것으로 공기와 蒸氣의 混合物은 어떤 물질에 대해서 그림 선상에 나타난 온도이하 및 압력이상에서는 그 농도가 낮아서 着火되지 않을 것이다. 즉 각 線上에서 왼편 및 위쪽에 있는 영역은 非着火性 영역이며 斜線이 0게이지 壓力線(760mmHg, 絶對壓)을 가로지르는 지점은 정상 대기압력에서 引火點을 가르킨다.



[그림 3-6] 溫度 및 壓力과 燃燒上境界의 變化

그리고 [그림 3-6]은 [그림 3-5]와 같이 密閉된 容器內에서 평형상태에 있는 引火性液體 또는 가스에 단지 적용되며 공기와 蒸氣의 混合物은 어떤 물질에 대해서 그림 선상에 나타난 압력이하 및 온도이상에서는 그 농도가 너무 높아서 착화되지 않을 것이다. 즉 각線上에서 오른편 및 아래쪽에 있는 영역은 非着火性을 나타낸다.

뿐만 아니라 발생된 압력 또는 爆發의 強度는 蒸氣-空氣混合物의 初期壓力에 따라 변하게 되는데 初期壓力이 높으면 가솔린 엔진에서의 실험과 같이 폭발압력이 더 높고 初期壓力이 낮으면 폭발압력은 비교적 더 낮게 된다.

이상의 각종 관련자료는 설비설계 및 취급시에 반드시 고려되어야 하며 온도

의 경우를 예를 들면 공업용 건조설비를 설계할 경우 다음 식에 의해서 燃燒下限界를 보정해 주어야 한다.

$$L_t = L_{25}[1 - 0.0078(t - 25^{\circ}\text{C})]$$

여기서 L_t 는 건조설비 온도에서의 燃燒上限界, L_{25} 는 25°C 에서의 燃燒下限界 그리고 t 는 건조설비의 온도이다.

참고로 온도에 대한 燃燒下限界의 변화를 <표 3-1>에 나타내었다.

다. 混合液體

混合液體의 特性은 액체의 物理的特性과 주위조건에 따라 상당히 변화한다. 그러나 混合液體의 蒸氣壓力과 蒸發速度는 爆發·火災와 관련하여 주요한 인자가 된다. 한 예로서 충분한 량의 四鹽化炭素를 가솔린에 첨가하면 그 혼합물은 引火點을 가지지 않는다. 하지만 開放容器의 경우에는 그 四鹽化炭素는 가솔린 보다 더 빠르게 증발하여 일정시간이 경과한 후에 殘留液體는 처음 보다도 引火點이 현저하게 낮아지게 된다.

이러한 液體混合物의 화재위험을 평가하기 위해에 분별종류 테스트가 開放容器에서 室溫下에서 수행될 수 있다. 즉 최초 샘플이 10, 20, 40, 60 및 90 %분율로 蒸發한 후에 殘留物에 대해서 引火點이 테스트될 수 있다. 따라서 液體混合物를 취급할 경우에는 이와 같은 特性도 考慮되어야 한다.

라. 물에 의한 消火

물에 의한 消火는 주로 冷却效果에 의한다. 可燃性液體 중에는 引火點이 상온 이하의 것이 많음으로 常溫의 물로서 냉각하여도 蒸氣의 발산을 방지할 수 없다.

또한 물에 不溶인 경우는 稀釋效果도 적고 또한 比重이 작을 경우는 注水에 의해 火面이 확산될 위험성이 있다.

〈표 3-1〉 可燃性溶媒의 온도에 대한 燃燒下限界 變化

용	매	인화점 (Closed Cup)	초기 온도[F(°C)]에서 증기의 연소하한계, %(용적기준)						
			실 온	212 (100)	392 (200)	437 (225)	482 (250)	579 (300)	662 (350)
아세톤		3	2.67	2.40	2.00	—	—	—	—
아밀아세테이트		77	—	1.00	0.82	—	0.76	—	—
벤젠		-4	1.32	1.10	0.93	—	—	0.80	—
부틸알코올		100	—	1.56	1.27	1.22	—	—	—
크레졸(m, p)		202	—	1.06	0.93	—	0.88	—	—
시클로헥산		-4	1.12	1.01	0.83	—	—	—	—
시클로헥사논		111	—	1.11	0.96	0.94	0.91	—	—
에틸알코올		54	3.48	3.01	2.64	—	2.47	2.29	—
에틸락테이트		131	—	1.55	1.29	—	1.22	—	—
가솔린		-45	1.07	0.94	0.77	—	—	—	—
헥산		-15	1.08	0.90	0.72	—	—	—	—
석유납사		36	1.00	0.89	0.74	0.72	0.69	—	—
메틸알코올		52	6.70	5.80	4.81	—	4.62	4.44	—
메틸에틸케톤		21	1.83	1.70	1.33	—	—	—	—
메틸락테이트		121	—	2.21	1.86	1.80	1.75	—	—
미네랄스피리트(No.10)		104	—	0.77	0.63	—	—	—	—
톨루엔		48	1.17	0.99	0.82	—	—	0.72	—
터펜틴		95	—	0.69	0.54	—	—	—	—
V.M & P.납사		28	0.92	0.76	0.67	—	—	—	—

마. 傳導性

可燃性液體는 유동시 靜電氣를 발생하며 傳導率이 낮을 경우는 靜電氣가 축적될 수 있고 축적된 靜電氣는 대기중에서 방전하여 스파크를 발생하고 이것이 點火源으로 되는 경우가 많다. 액체의 충전·계량등의 작업시 靜電氣에 의한 폭발·화재의 위험성이 높다.

특히 引火性液體가 管內에 유입되거나 용기에서 이동될 때에 靜電氣가 발생됨으로서 액체 및 용기배관에서 대전된다. 이 때에 발생한 靜電氣量은 액체의 電氣抵抗値와 밀접한 관계가 있고 固有抵抗이 $10^{12} \sim 10^{13}(\Omega \text{ cm})$ 으로 대단히 높은 물질의 경우에 대전하기 쉽다. 이와 같이 높은 抵抗値를 갖는 대표적인 물질의 예를 들면 다음 <표 3-2>와 같다.

결과적으로 靜電氣 축적이 많아지면 스파크(點火源) 발생이 가능하며 引火性液體의 蒸氣濃度가 爆發限界內에 존재하는 장소에서는 폭발위험이 존재하게 된다. 그러므로 이러한 물질을 취급할 경우에는 流速制限, 接地 및 본딩등 필요한 조치를 하여야 한다.

<표 3-2> 引火性液體의 固有 抵抗値

引 火 性 液 體	固 有 抵 抗 ($\Omega \text{ cm}$)	備 考
航 空 機 燃 料	1.5×10^{15}	90 % 濃度
디 젤 油	1.8×10^{12}	
石 油 벤 젠	2.7×10^{12}	
헵 탄	4.9×10^{13}	
제 트 燃 料	9.2×10^{13}	
벤 젠	1.6×10^{13}	
옥 탄	1.9×10^{13}	
솔 벤 트 · 납 사	9.2×10^{13}	
톨 루 엔	2.5×10^{13}	
크 실 렌	2.8×10^{13}	
헥 산	1.0×10^{13}	

5. 可燃性液體의 燃燒特性 및 火災舉動

可燃性液體로 인한 火災는 저장탱크내에서나 漏出時에 흔히 발생하는 바 이 현상을 분명히 하는 것은 대책을 고려할 때 중요한 의미를 갖는다. 그러나 그 거동은 상황에 따라 상당히 달라질 수 있으며 여기서는 참고로 液面上的의 燃燒擴大 및 流出을 수반한 화재에 대하여 기술한다.

가. 液面上的의 燃燒擴大

可燃性液體의 液面上的의 한점에서 착화가 일어나면 火災는 액면을 따라서 일정한 속도로 번져간다. 이 현상을 火災의 燃燒擴大라고 하며 그 거동은 그 액체의 온도가 引火點 보다 높은가 낮은가에 따라 변할 수 있다.

액체의 온도가 引火點보다 높을 경우에는 어떤 위치에서 액면상의 蒸氣는 燃燒限界의 濃度領域을 갖게되고 따라서 착화가 발생하면 火災는 그 蒸氣層을 통해서 傳播해 나가게 된다. 이 火焰傳播의 구조는 관속의 可燃性混合氣의 火焰傳播와 비슷하나 그 차이점은 단지 蒸氣空間에 농도구배가 있고, 또한 윗면이 대기에 개방되어 있다는 것이다. 이 형식의 燃燒擴大를 豫混合型傳播라고 하며 傳播速度는 액체종류에 따라 일정한 값을 가지며 액체온도와 함께 증가한다. 그러나 蒸氣相의 농도가 燃料蒸氣와 공기상의 化學量論混合比가 되는 액체온도를 넘으면 燃燒擴大速度는 그 이상 증가하지 않고 후에는 일정한 값을 유지한다. 그러므로 그 속도에는 最大值가 있어서 액체온도가 높아짐에 따라 계속 증가한다고 할 수 없다. 일반적인 炭化水素나 알콜에서 이 값은 200 cm/s 전후이며, 最大速度 V_m 과 같은 연료의 豫混合氣의 層流燃燒速度 S_u 사이에는 다음과 같은 관계가 있다.

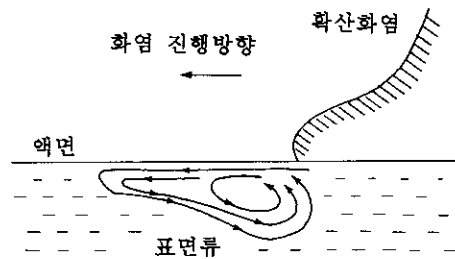
$$V_m = AS_u(\rho_u/\rho_l)^{1/2}, \quad A = 2 \sim 3$$

단 ρ_u 와 ρ_l 는 각각 液溫 및 火焰溫度에 있어서의 蒸氣의 密度이다.

반면에 液體의 온도가 引火點 보다도 낮은 경우에는 액면위에 燃燒限界의 농

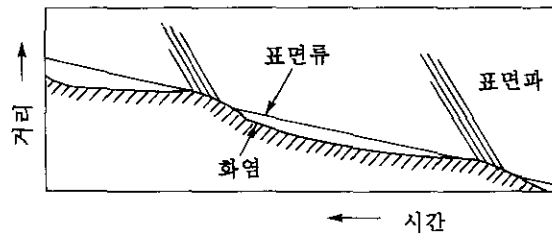
도를 갖는 蒸氣層이 형성되지 않으므로 부분적으로 액체를 가열해서 착화하여도 그대로 연소가 擴大되지 않는다. 그러나 약간 시간이 경과하면 스스로의 화염에 의하여 未燃燒面이 예열되므로 타면서 번지기 시작한다. 이는 引火點이 40 °C 부근인 백등유를 상온에서 착화할 경우 계속 연소하는 것에서도 알 수 있다. 이 형식의 燃燒擴大를 豫熱型傳播라고 한다. 예열을 위한 전열은 火焰前方과 같은 방향으로 진행하는 表面流에 의하지만, 이 흐름은 火焰의 맨 앞부분 부터 전방에 이르는 액면위의 表面張力の 勾配에 기인하므로 表面張力驅動流라고 한다.

[그림 3-7]에 표시한 것과 같은 구조를 가지고 火焰으로 부터 멀어짐에 따라 온도가 低下하여 浮力을 잃기 때문에 흐름은 순환한다. 燃燒擴大는 따뜻한 表面流에 의하여 차가운 未燃液體가 가열되어 引火點에 도달하면 火焰은 그 위치까지 이동하게 된다.



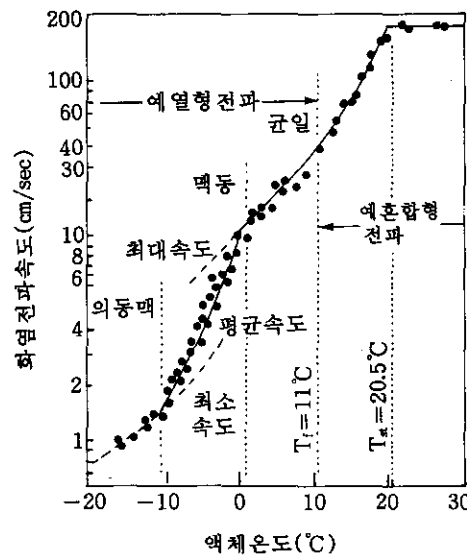
[그림 3-7] 液面上的의 火焰傳播에 선행하는 表面流

그러나 일반적으로 表面流의 이동에 비하여 氣相中の 火焰傳播가 빠르므로 이러한 상황하의 연소확대에서는 火焰은 곧바로 表面流의 맨 앞부분에 따라붙어 거기에서 다시 表面流의 발달을 기다려서 진행하게 된다. 이 때문에 液溫이 引火點보다 낮을 경우에는 火焰은 일정한 속도로 진행하지 않고 加速과 減速을 반복하여 脈動的이 된다. [그림 3-8]에 이 거동을 나타내었다.



[그림 3-8] 메틸알코올의 脈動的 燃燒擴散(흐름寫眞法, -0.3°C , 一次元 傳播)

이 그림에서 火焰이 表面流에 따라 붙어서 다시 表面流가 발달하는 모양을 알 수 있다. 또한 引火點이 11°C 인 메틸알코올에 대한 火焰傳播速度와 液溫關係를 폭넓은 온도범위에 걸쳐서 표시함과 동시에 그 거동을 분류하면 [그림 3-9]와 같다.



[그림 3-9] 液面上的의 火焰傳播速度와 分類(메틸알코올, 一次元 傳播)

나. 流出을 수반하는 火災

可燃性液體의 流出時에 착화가 일어나면 액체는 타면서 번져간다. 이 현상은 용기내와 같이 液體面積이 변하지 않는 液面火災나 액면위의 연소확대와 구분되며 流出火災 등으로 부른다.

流出火災를 정량적으로 고찰하려면 먼저 液面의 時間的 變化를 알지 않으면 안되며 이는 액체의 流出舉動에 의하여 변하게 된다. 예컨대 저장탱크등에 커다란 구멍이 생겨서 대량의 석유가 流出되는 경우와 배관의 작은 구멍 사이에서 소량의 액체가 계속 流出하는 경우는 서로 다르고 또한 구멍의 위치등에 따라서도 변하게 된다. 이 밖에도 상황의 차이는 다양하다.

이때문에 流出을 수반하는 可燃性液體 火災의 경우에는 非水溶性液體가 수면상을 흐른다는 가정하에 대량이 일시에 流出하는 경우와 소량이 계속 流出하는 경우를 나누어서 고찰하며 전자를 瞬間流出 후자를 連續流出이라고 부른다. 또한 擴大의 時間經過에 대해서는 현상이 관성과 重力의 平衡으로 지배되는 초기에 한정하는 것이 보통이다.

液面의 擴大를 예측하는 방법은 많이 시도되고 있으며 이들을 분류하면 에너지모델, 힘의 平衡모델, 重力흐름모델 등이 있다. 여기서는 重力흐름모델에 기초를 둔 Shaw-Briscoe의 이론을 언급한다.

이 이론에서는 流出液體는 圓筒型을 유지한 그대로 높이가 감소하는 만큼 半徑이 넓어지는 점은 다른 많은 모델과 같지만 액면 끝부분의 속도에 重力흐름이라고 하는 간단한 이론을 사용해서 전체를 구성한다. 원래 LNG 流出에 근거하여 제안된 것으로 非定常現象에 定常理論을 도입한 단점은 있지만 적용성이 넓은 점이 좋으며 다음과 같이 연립방정식으로 표현된다.

$$V(t) = At - m(t) \quad (1)$$

$$h(t) = V(t)/\pi\{R(t)\}^2 \quad (2)$$

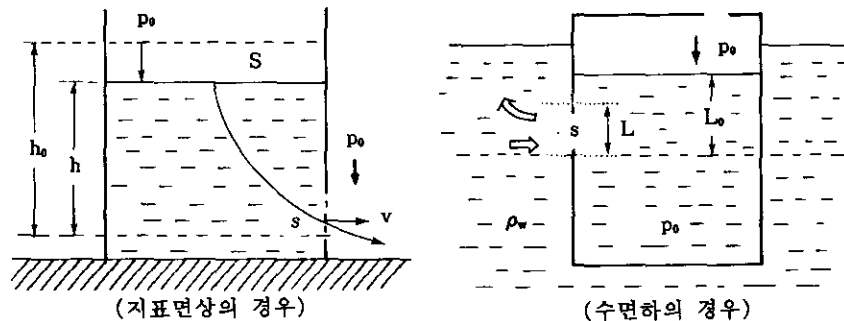
$$dR/dt = \{2g\Delta \cdot h(t)\}^{1/2} \quad (3)$$

$$dm/dt = \pi\{R(t)\}^2\rho_w \quad (4)$$

여기에서 $V(t)$ 는 t 인 시간에 있어서 流出液體의 體積, A 는 流出速度, $m(t)$ 는 t 시간까지의 蒸發量, $h(t)$ 는 流出液體의 두께, $R(t)$ 는 擴散의 半徑, g 는 重力加速度, Δ 는 流出液體의 密度 ρ 와 물의 密度 ρ_w 를 사용하여 $\Delta \equiv (\rho_w - \rho)/\rho_w$ 로 정의되는 淨力係數, w 는 증발 또는 연소에 의한 液面降下速度를 표시한다.

또한 상기 (1)식은 蒸發分을 뺀 시간 t 까지의 流出液量, (2)식은 시간 t 에 있어서 圓筒液柱의 높이, (3)식은 중력흐름에서 유도되는 원통 높이와 擴散速度의 관계, (4)식은 蒸發速度를 표시한다. 더욱 위의 식에서는 편의상 수면위로의 連續流出을 대상으로 하고 있지만 만약 瞬間流出의 경우는 (1)식 우변 제1항에 At 대신에 流出液體의 全量 V_0 를 넣으면 된다.

그런데 이들의 식을 사용하여 불이 붙은 석유 등의 확산을 예측함에는 연소에 의한 液面降下速度 w 와 液體流出速度 A 를 알 필요가 있다. 전자에 대하여는 이미 기술한 결과가 쓰여진다. 더구나 液面 降下速度는 연소면적이 작은 곳을 제외하고 변하지 않으므로 실제 대규모의 화재에서는 근사적으로 이를 일정하다고 생각해도 지장은 없다. 또한 액체의 流出速度에 대하여는 流出口가 水面上이나 水面下이냐에 따라서 [그림 3-10]과 같은 모델을 사용하여 각각 추정이 가능하다.



[그림 3-10] 開口部로 부터 液體의 流出모델

水面(地表面)上の 경우
$$\frac{dV}{dt} = Cs(2gh_0)^{1/2} - (C^2s^2/S)gt$$

$$= Cs(2gh_0)^{1/2}$$

水面下の 경우
$$\frac{dV}{dt} = (2/3)Cs[gL\{1 - (\rho_0/\rho_w)\}]^{1/2}$$

여기서 단 C 는 流出係數, h_0 는 액체의 처음 높이, s 는 開口部面積, S 는 저장탱크面積, L 는 開口部 높이, ρ_0 와 ρ_w 는 각각 石油과 물의 密度, 기타는 앞서와 같다.

또 그림 중의 p 는 壓力, v 는 流出액체의 線速度를 의미한다. 이들 식에 의하면 開口部로 부터 액체의 流出속도는 두가지 경우라도 크게는 시간에 의존되지 않는다고 생각할 수 있어 水面上에서는 開口面積, 水面下에서는 開口面積과 開口部の 높이 平均근의 곱에 비례하여 증가함을 알 수 있다.

第 4 章 引火性 및 可燃性液體 取扱實態 調査

1. 實態調査 概要

가. 調査目的

본 調査의 목적은 引火性 및 可燃性液體로 인한 爆發·火災 防止對策 研究의 일환으로 다음과 같이 取扱設備 및 作業實態를 調査, 把握함으로써 문제점을 분석하여 대책연구에 필요한 基礎資料로 활용하고자 한 것이다.

- (1) 引火性 및 可燃性液體 取扱設備 보유현황 및 설치실태
- (2) 取扱設備의 安全防護裝置 설치실태
- (3) 取扱 및 安全管理 실태
- (4) 貯藏 및 取扱方法上的 문제점 분석

나. 調査對象

조사대상은 引火性液體를 다량으로 취급하는 化學製品 製造業은 물론 機械製品 製造業, 電氣·電子製品 製造業, 金屬製品 製造業, 家具·木製品 製造業등 다양한 업종을 대상으로 하였다.

다. 調査方法 및 內容

조사대상 110개소에 說問紙를 발송하여 回信을 받은 34개 사업장에 대하여 실태조사를 행하고 이들 사업장 중 일부 사업장에 대해서는 現場訪問 調査를 병행하였다. 본 조사에서는 引火性 및 可燃性液體의 옥내 저장탱크, 이동식탱크 (Portable tanks), 저장캐비닛 및 옥내저장소 설치실태 그리고 取扱 및 安全管理 實態등을 주로 조사하고자 하였다. 조사항목은 산업안전보건법 및 외국의 安全基準等を 참고로하여 설정하였다.

2. 引火性 및 可燃性液體 取扱設備 保有現況 및 設置實態

가. 業種別 業體數 및 事業場 規模

실태조사 對象事業場 34 개소에 대한 업종별 사업장수와 규모는 다음 〈표 4-1〉 및 〈표 4-2〉와 같다.

〈표 4-1〉 業種別 事業場數 현황

業種	機械製品	輸送用機械	電氣電子製品	金屬製品	化學製品	醫藥品	木製・紙製品
數	4	2	3	2	15	3	5

〈표 4-2〉 事業場 規模 현황

従業員數	50名未満	50-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500名以上
事業場數	4	5	8	6	1	1	9

나. 屋內 貯藏탱크 보유현황 및 설치실태

34개 사업장중 屋內 貯藏탱크를 보유하고 있는 사업장은 15개소(44.1 %)로서 옥내에 저장탱크를 설치 사용하고 있는 사업장이 많은 실정이다. 그 설치실태는 다음과 같다.

(1) 이들 屋內 貯藏탱크 중에 설비 上部등 高所場所에 설치사용하고 있는 사업장이 6개소(40.0 %)로서 漏出時에 爆發・火災 위험이 높은 실정이다([사진 4-1] 참조).

(2) 地上 및 高所場所에 屋內 貯藏탱크를 설치 사용하는 13개 사업장중에 防護壁을 설치하지 않은 사업장이 5개소(38.5 %)로서 비교적 많은 실정이다.

(3) 屋內 貯藏탱크에 緊急遮斷밸브를 설치 사용하지 않는 사업장이 4개소(26.7 %)로서 누출시 긴급차단에 의해 被害擴散을 방지하기가 어려운 사업장이 많다.



[사진 4-1] 高所場所에 설치된 屋內 貯藏탱크 예

(4) 보일러, 乾燥機, 加熱爐등 열원이 존재하는 설비 주위에 기름탱크등 可燃性液體 저장탱크가 설치되어 있는 사업장은 6개소로서 위험성이 높은 사업장이 많다.

(5) 탱크상부에서 연결된 충전파이프의 주입구 끝 부분과 탱크 바닥과의 距離가 6인치 이내가 되게 설치한 사업장은 3개소이며 대부분 사업장이 이를 준수하지 않아 충전작업시 靜電氣등으로 인한 위험성이 높다.

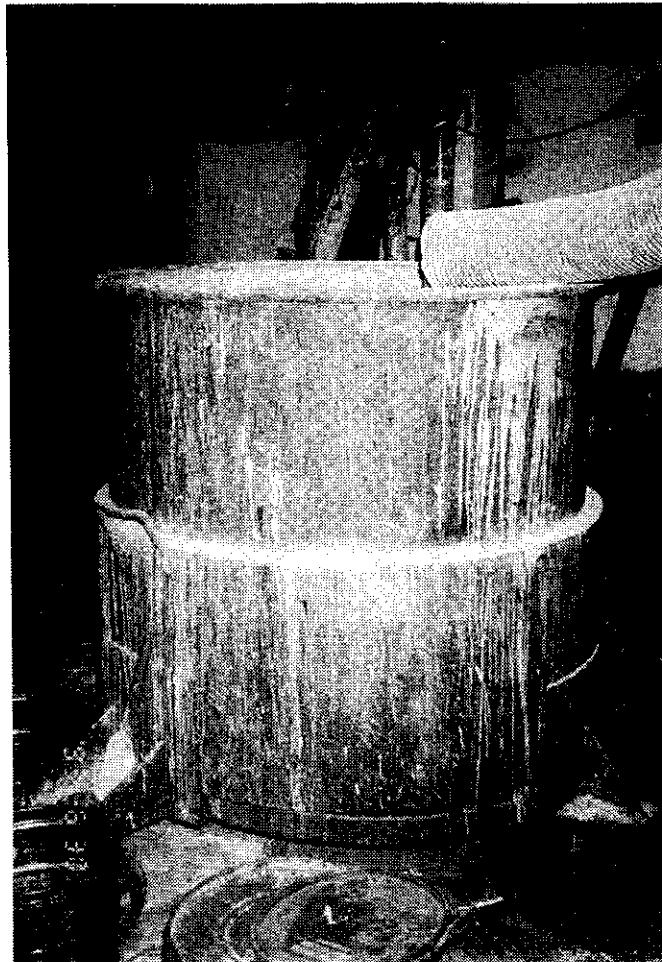
(6) 過充填防止를 위하여 설치되어 있는 계측 및 인터록장치등은 다음 <표 4-3>과 같으며 경보 및 인터록시스템이 부족한 사업장이 많다.

<표 4-3> 屋內 貯藏탱크의 계측 및 인터록장치 설치현황

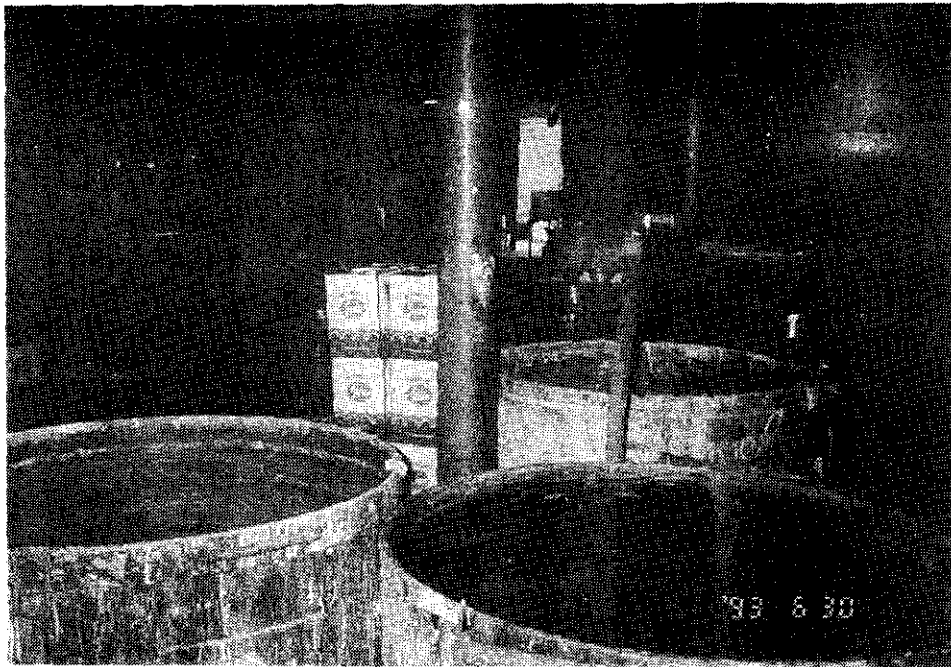
種 類	유리液面計	유리液面計 高水位警報	유리液面計 펌프인터록	高水位警報	펌프인터록	뚜 경 開方확인
事業場數	6	3	1	3	1	1

다. 移動式탱크(Portable tanks) 보유현황 및 설치실태

引火性 및 可燃性液體用 移動式탱크(227~2,498 ℓ)를 사용하는 사업장은 2개소(5.9 %)로서 일부 사업장에 한하여 사용되고 있으며 이 중 1개소는 密閉式을 나머지는 開放式을 사용하고 있으며 開放式의 경우 대부분 局所排氣裝置가 미흡([사진 4-2] 참조)하거나 미설치([사진 4-3] 참조)된 장소에서 사용하고 있어 溶劑蒸氣가 작업장에 暴露되고 있는 경우가 많으며 接地등이 미흡하다.



[사진 4-2] 移動式탱크의 형식적인 局所排氣裝置 설치 예



[사진 4-3] 局所排氣裝置 미설치장소에서의 移動式탱크 사용 예

라. 貯藏케비닛 보유현황 및 설치실태

작업장내에 引火性 및 可燃性液體를 보관하기 위하여 작업장내 설비주위에 저장케비닛을 설치하여 사용하고 있는 사업장([사진 4-4] 참조)은 4개소(11.8%)로서 사용업체가 많지 않으며 대부분 설비주위 작업장내에 보관([사진 4-5] 참조)하고 있어 引火性液體의 경우 위험성이 높다. 이들 사업장의 실태는 다음과 같다.

(1) 液體 貯藏캔의 옆질러짐이나 누출시 외부 바닥으로의 확산을 방지할수 있도록 저장케비닛의 바닥이 주위 작업장의 바닥보다 낮거나 기밀성을 갖는 문지방이 부착된 케비닛을 사용하지 않는 사업장이 2개소(50%)로서 그 구조가 적합하지 않은 것이 사용되고 있다([사진 4-4] 참조).

(2) 貯藏케비닛을 接地하여 사용하는 사업장이 1개소로서 나머지 3개소는 接地를 하지 않고 사용하고 있다.



[사진 4-5] 작업장내 保管 예



[사진 4-4] 貯藏케비닛 설치 예

마. 屋內貯藏所 보유현황 및 설치실태

引火性 및 可燃性液體 드럼 또는 캔을 저장하기 위해 옥내저장소를 설치하여 사용하고 있는 사업장은 27개소(79.4 %)로서 이들 중 3개소는 타작업장과 연결된 구조로서 그 설치실태는 다음과 같다.

(1) 타작업장과 연결된 옥내저장소가 있는 사업장(3개소)의 경우 저장소의 바닥이 낮은 사업장 1개소, 문지방이 설치되어 타작업장으로 流出이 방지될 수 있는 사업장 1개소 그리고 流出 위험이 있는 사업장이 1개소로서 부적합한 저장소를 사용하고 있는 사업장이 있다.

(2) 저장소 바닥이 液體가 浸透할 수 없는 非浸透性材質로 설치된 사업장이 21개소(77.8 %)이고 浸透性材質로 설치된 사업장이 6개소(22.2 %)로서 적합하지 않은 사업장이 많은 실정이다.

(3) 저장소 내부에서 液體漏出時에 안전한 곳으로 漏出物을 처리할 수 있는 排水設備를 설치하지 않은 사업장이 8개소(29.6 %)로서 부적합한 저장소가 많다([사진 4-6] 참조).

(4) 저장소내에 드럼을 2단 이상 적재하는 사업장이 5개소(18.5 %) 그리고 캔을 3단 이상 적재하는 사업장이 7개소(25.9 %)로서 전도동으로 인한 위험성이 있는 사업장이 많다([사진 4-6] 참조).

(5) 引火性液體를 지하저장소에 저장하는 사업장이 2개소(7.4 %)로서 漏出으로 인한 爆發·火災의 위험성이 높은 사업장이 있다.

바. 安全 캔(Safety cans) 사용실태

引火性液體 취급시 안전캔을 사용하는 사업장이 5개소(14.7 %)로서 安全 캔을 사용하는 사업장이 많지 않은 실정이다.



[사진 4-6] 부적합 저장소의 사용실태 예

3. 引火性 및 可燃性液體 取扱 및 安全管理 實態

引火性 또는 可燃性液體로 인한 爆發·火災는 설비자체의 缺陷에 의해도 야기 되지만 국내 재해사례의 경우 취급잘못으로 인한 경우가 더 많은 실정으로서 취급 및 관리에 특히 유의하여야 한다. 취급실태를 요약하면 다음과 같다.

가. 分配 및 供給方法

(1) 引火性 또는 可燃性液體의 이동식탱크, 드럼 또는 캔을 현장에서 설비에 공급주입하는 방법은 <표 4-4>와 같다.

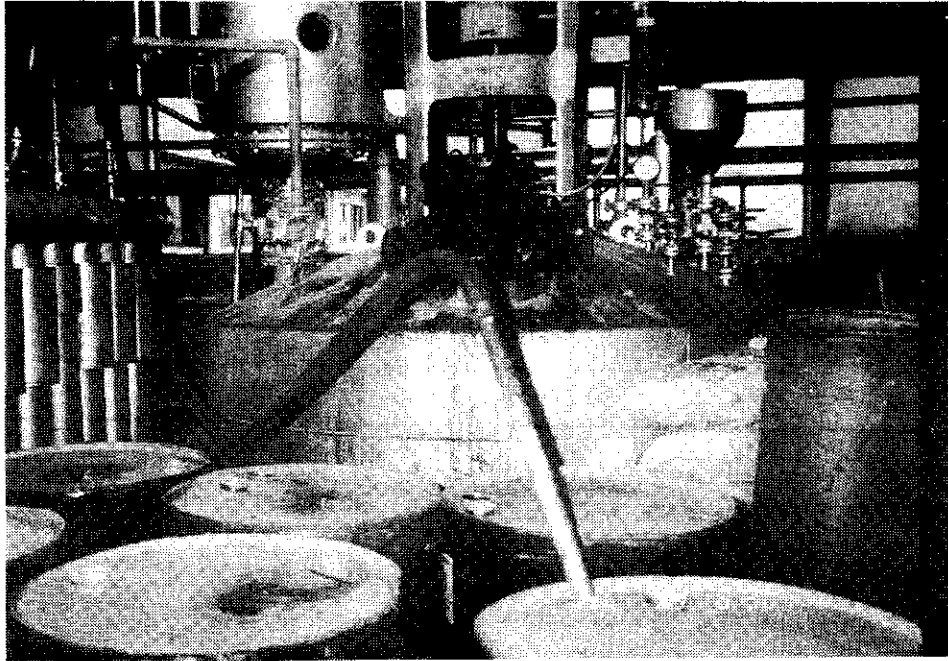
〈표 4-4〉 移動式탱크, 드럼 및 캔에 의한 공급방법 실태

(수 : 사업장수)

	이 동 식 탱 크	드 럼	캔
펌프에 의한 공급	1	8	3
窒素 또는 空氣로 加壓 공급	1	4	
手動으로 들어 공급		3	5
리프터로 공급		2	
소형용기로 공급		1	4

여기서 특히 유의해야 할 문제점으로서 〈표 4-4〉에 의하면 이동식탱크 및 드럼을 窒素 또는 空氣로 加壓하여 공급하는 사업장이 각각 1 및 4개소로서 이동식탱크의 경우 압력용기로 설계되지 않은 한 加壓에 의한 移送는 금지되어야 하며, 특히 드럼을 가압에 의해 移送하는 것은 더욱 위험하다. 국내의 경우 흔히 드럼의 加壓作業으로 인한 중대재해가 발생사례가 많은 데 '91~'93년도(〈표 5-1〉 참조)에 발생한 재해만 보아도 3건(7.5 %)으로서 취급작업시 특히 주의가 요망되고 있는 실정이다.

(2) 引火性 및 可燃性液體의 분배 및 공급시 사용되는 호오스를 非傳導性材質을 사용하고 본딩 및 接地하지 않는 사업장([사진 4-7] 참조)은 13개소(38.2 %)로서 靜電氣 축적으로 인한 爆發火災의 위험성이 높은 사업장이 많으며 특히 이로 인한 중대재해가 흔히 발생되고 있어 주의가 요망된다.



[사진 4-7] 非傳導性材質 및 未接地 移送 에

나. 容器的 保管

(1) 현장의 최종 사용장소에 引火性 및 可燃性液體 드럼 및 캔등을 통상 보관하는 량은 <표 4-5>와 같다.

<표 4-5> 최종 사용장소에 保管되는 량

通常 保管量	1일분	2일분	3일분	5일분	7일분
事業場 數	17	4	3	2	3

<표 4-5>에 의하면 당일 사용분만을 보관하는 사업장은 17개소(58.6 %)이며 나머지 12개 사업장은 2일분 이상 다량의 引火性 및 可燃性液體를 보관 사용하고 있어 爆發·火災는 물론 被害擴散의 위험성이 높은 실정이다.

(2) 최종 사용장소에서 일부 잔류용기 및 빈 移動式탱크, 드럼 및 캔을 완전 密閉된 상태로 보관하는 사업장은 24개소(70.6 %)로서 密閉 보관하지 않는 사업장이 많다([사진 4-8] 참조).



[사진 4-8] 移動式탱크의 開放保管 예

다. 폐기물 및 폐걸레등 보관

引火性 및 可燃性液體 폐기물, 폐걸레, 휴지등을 밀폐 또는 뚜껑이 있는 금속 용기에 보관하는 사업장은 28개소(82.4 %)로서 비금속용기를 사용하거나 용기를 개방된 상태로 보관하는 사업장이 많다([사진 4-9] 참조).



[사진 4-9] 밀폐되지 않은 폐기물보관용 비금속용기 사용에

4. 實態調査 結果에 의한 推定

본 실태조사 대상사업장 규모는 소규모 사업장을 비롯하여 고르게 조사하고자 하였으나 <표 4-2>에서와 같이 100인 이상의 큰 사업장이 73.5 %로서 많은데 이는 소규모 사업장에서는 說問調査에 많이 응하지 않았기 때문이라고 할 수 있다. 따라서 제5장의 引火性 및 可燃性液體의 爆發·火災 중대재해 사례에서 나타난 바와 같이 100인 미만의 사업장에서 일어난 재해가 12건(75.0 %) 그리고 20 인이하의 사업장에서 일어난 재해가 6건(37.5 %)으로서 소규모 사업장에서 많이 발생됨을 고려할때 국내의 引火性 및 可燃性液體 취급실태는 본 실태조사의 내용 보다는 아주 더 미흡할 것으로 推定되어져야 할 것이다.

第5章 引火性 및 可燃性液體의 爆發.火災로 인한 重大災害 事例

引火性 및 可燃性液體로 인한 爆發.火災 사고사례는 아주 많을 것으로 推定되나 統計化된 자료가 없으며 대부분 업체가 人命被害가 없는 사고는 대외에 노출을 꺼려하고 있어 정확한 원인 규명없이 재작업하고 있어 同種 또는 類似災害가 증가하고 있는 실정이다. 여기서는 '91년~'93년도에 當公團에서 調査를 수행한 爆發.火災로 인한 重大災害 103건 중 引火性 및 可燃性液體로 인하여 발생한 40건에 대해서 그 개요를 <표 5-1>에 요약하고 業種, 勤勞者數, 作業 및 着火源別로 분석하여 제시하고자 한다.

1. 業種別 分類

일반적으로 爆發.火災는 화학물질을 주로 취급하는 化學裝置産業이나 化學製品 製造業에서 많이 일어난다고 생각할 수 있으나 실제 引火性 및 可燃性液體에 의한 爆發.火災는 이들 물질을 부수적으로 사용하는 각종 일반 사업장에서 더 많이 발생되고 있다. <표 5-2>에 나타낸 業種別 發生 건수에 의하면 40건의 重大災害 사례중 石油化學製品이나 醫藥品 및 化學製品 製造業體에서 발생한 재해는 단지 13건(32.5 %)이며 오히려 電氣.電子, 機械.金屬, 纖維加工等 非化學製品 製造業體에서 더 많이 발생되고 있음을 알 수 있다.

이들 업체에서 爆發.火災 사례가 많은 이유는 이들 업체에 근무하는 근로자들이 화학공장에 근무하는 근로자 보다 대체로 爆發.火災에 대한 認識과 危險物에 대한 지식이 아주 부족하고 또한 설비상에 문제점이 많기 때문이라고 할 수 있다.

〈표 5-1〉 可燃性液體 취급시 발생된 爆發·火災로 인한 重大災害 사례('91~'93년)

번호	사업장명	근로자수	업종	발생개요	주요원인	재해자수	발생일시
1	(주)○○○	3,340	석유화학제품	크실렌탱크에서 제품분석을 위한 試料採取作業중에 爆發 그리고 탱크상부 飛散, 火災 -작업자 火傷 및 墜落	인체에서 발생된 靜電氣로 인하여 着火, 爆發推定	사망:1	91. 1. 4
2	○○금형	18	신발금형제조	電氣放電을 이용하여 신발금형을 제조하는 과정에서 放電加工機에서 발생한 스파크에 의해 放電油로 사용하는 燈油에 인화, 화재발생	引火性이 낮은 규정의 放電油를 사용하지 않고 저렴한 燈油를 사용, 스파크에 의해 引火	사망:1 중경상:2	91. 1.30
3	○○목공	7	목공제조	작업장내 난로에 불을 붙이기 위하여 작업대 위의 신나를 붓다가 몸에 引火	危險物管理 및 安全意識 不足	사망:1	91. 1.14
4	○○석유화학(주)	-	화학제품	CTA(원료 테레프탈산)工程의 酸化反應塔 주위에서 熱媒油로 인하여 화재발생	熱媒油가 漏泄되어 보온재에 침투되고 공기와 접촉, 酸化反應에 의한 自然發火로 추정	-	91. 3. 4
5	(주)○○○사	410	전기기기제조업	作動油 취급작업중 드럼에 들어있는 作動油를 배출하기 위하여 공기를 콤프레샤로 加壓 주입중 破裂	일반 저장용기에 5kg/cm ² 의 공기를 加壓, 破裂한 것으로 추정	사망:1	91. 3. 5
6	○○상사	4	철고물	우레탄수지(MEK 및 DMF 함유)공드럼(200ℓ)을 용접기로 鎔斷作業중 드럼 폭발	공드럼내 殘留可燃性物質을 확인하여 제거하지 않은 상태에서 鎔斷作業, 爆發	사망:1 중경상:1	91. 2. 1

번호	사업장명	근로자수	업종	발생개요	주요원인	재해자수	발생일시
7	○○산업(주)	21	기타제조업 (드럼재생)	洗滌液 저장탱크에서 洗滌液 (MEK, 메탄올)을 드럼에 수납, 직립상태로 야적중 드럼에서 洗滌液 漏出을 발견하고 드럼을 놓혀 들릴 때 洗滌液 飛散, 爆發	洗滌液 飛散時 일반 용 커버나이프 스윗치에 접촉, 단락에 의한 스파크로 폭발, 화재	사 망 : 1 중경상 : 5	91. 3.14
8	○○정밀	19	금속재료품	廢油난로에 불을 붙인 후 작업중 가열된 난로에 의하여 爆發, 화염이 공장내부로 전파	마당에서 신나계통의 溶劑를 이용하여 洗滌作業中 溶劑가 공장내부로 流入되어 爆發限界 조성, 난로 가열로 引火	중경상 : 15	91. 3.20
9	○○공업(주)	222	음식 및 숙박업	보일러의 메타링 펌프와 유수분리기의 경유 배관사이에 경유흐름 불량, 유수 분리기의 드레인 밸브에 산소 볼베의 壓力을 이용하여 관통 작업중 유수분리기 파열, 폭발	유수분리기와 배관내에 輕油가 잔존하는 상태에서 산소 볼베를 이용 가압함으로 급격한 용적팽창으로 破裂, 爆發	사 망 : 1	91. 4.28
10	○○전기(주)	61	전기 기계 기구	절단작업장에서 방청유의 빈 드럼통을 용접기로 용단작업중 드럼 폭발 -방청유: 아크릴수지 : 44.5% 아크릴모노바 : 0.5% 이하 방향족용제 : 55.0%	引火性物質이 함유된 드럼통을 洗滌하지 않고 밀폐된 상태에서 加熱, 鎔斷作業時의 열에 의해 爆發	사 망 : 1	91. 8.14
11	○○상사(주)	7	전자기기	콘트롤기판을 Flux에 담가 乾燥機에 올려 놓은 기판이 過熱되자 과열된 기판을 들어내는 순간 장갑에 引火, 옷으로 전파 -Flux성분 : Rosin과 稀釋濟인 Isopropyl alcohol	Control box 조작시 電氣스파크 또는 乾燥機 過熱에 의한 引火	중경상 : 2	91.10.19

번호	사업장명	근로자수	업종	발생개요	주요원인	재해자수	발생일시
12	동양○○	7	채석업	採石現場에서 Burner작업을 위하여 輕油탱크에 壓力을 가하던 중 탱크폭발	壓縮機를 이용 7~10 kg/cm ² 의 壓力을 가하여 輕油를 버너에 공급중, 탱크의 鎔接部에서 輕油가 漏出, 爆發 - 임의로 제작된 용기 사용, 安全裝置 미설치	사 망 : 1	91.10.30
13	○○석유(주)	31	수송업	탱크터미널 出荷場의 B-납사 출하 Rack에서 탱크로리에 충전 작업중 탱크로리에서 爆發, 火災	트레일러 Deck상에 묻은 유분을 걸레로 제거하던중 靜電氣가 발생하여 發火된 것으로 推定 - 합성섬유걸레 사용 - 충전시 누출	사 망 : 1 중경상 : 1	92. 7.15
14	○○공업(주)	34	금속제품제조 (공드럼재생)	체인 洗滌機에서 洗滌중인 드럼의 앞뒤면이 膨脹된 것을 발견하여 드럼을 외부로 옮기기 위하여 전도시키자 폭발	드럼에 20% NaOH 溶液을 가하여 洗滌中 드럼내부 殘留物(다량의 Al합유)과 反應, 전도시 爆發한 것으로 推定	사 망 : 1	92. 8.22
15	○○개발(주)	70	산업폐기물처리	수거해온 有機溶劑가 담겨져있는 廢液容器(유리병 3ℓ)를 2m 이격된 200ℓ 드럼통 안에 던져 넣고 파쇄작업중 폭발	드럼통내부에 可燃性 蒸氣가 滯留된 상태에서 유리용기와 드럼의 衝擊스파크 또는 작업자의 담배불에 의해 引火, 推定	사 망 : 2	92. 9.22

번호	사업장명	근로자수	업종	발생개요	주요원인	재해자수	발생일시
16	○○화이바(주)	60	유리섬유제품	폐놀수지가 들어있는 드럼에 배출되는 수지가 들어있는 드럼에 투입하던 중 폭발, 화재	Coating기에 설치되어 있는 취급작업중 파크스가 발생,着火한 것으로推定-비방폭 전기기구 사용	사망: 1 중경상: 1	92. 9.26
17	○○유화공업(주)	730	화학제품	중합반응기(Pilot Plant)를 세척하기 위하여 용매탱크에 스테인레스 비이크를 반허두고 드레인밸브 조작중 고압으로 용매분출인화, 화재발생	용제탱크의 압력이 상승이 되자 밸브가 자동 개방, 압력을 저하시키지 않고 계속 개방하여 발생되는 인화	중경상: 1	93. 1. 7
18	○○철강(주)	978	1차금속제품	제강공장 연속주조기의 Billet 유압하트작동유압배관의 플랜지 고압의 누출이 누출되면서 화재발생	볼트 절단시 내압의 Ring이 절단, 기압으로 분출되면서, LPG호스 고압유류배관 사용	사망: 4 중경상: 3	93. 2. 4
19	○○산업	5	섬유가공	유리섬유포를 코팅액 함침조(혹은 코팅통과 시켜 조) 후 건조하는 과정에서 코팅액의 과열, 화재발생	설비는 코팅액 함침조에서 LPG를 이용하여 가열되고 있으며, 상부에서 연료가 누출되어 화재 발생	사망: 2 중경상: 1	93. 2.23

번호	사업장명	근로자수	업종	발생개요	주요원인	재해자수	발생일시
20	(주)○○○	35	전자부품	원액(크실렌, 부틸알코올용제 함유)을 혼합하여 코팅기에 자동 공급, 코팅하는 라인에서 혼합탱크 하부의 급유 모터 주위 바닥에서 발화, 화재	혼합탱크에 덮개가 미설치되고 주입시 바닥에 누출된 용제가 폭발범위를 형성(국소배기 상부 설치), 교반모터 제어반에서의 스파크 또는 원액 급유모터의 과부하로 발화, 추정. -비방폭형 전기기계기구 사용	사망:1	93. 2.26
21	○○산업(주)	210	화학제품	Tricyclohexyltin Hydroxide (CYTIN)와 1,2,4-Triazole을 톨루엔을 용제로 하여 농약원제(Acitin)를 제조하는 축합반응기에서 CYTIN을 반응기의 원료 투입구로 투입중 반응기 내부에서 폭발	반응기 내부의 잔류 톨루엔 중기가 채류하는 상태(초기질소치환)에서 맨홀을 개방하여 본체 CYTIN을 주입 작업중 6번째 드럼(P.E 필름 내장)을 주입할 때 폭발. -P.E 필름으로 인한 정전기 스파크 추정	사망:1 중경상:2	93. 4. 4
22	○○침대(주)	22	가구제품	옥외 작업장에서 방화수조를 제작하기 위해 교류아아크 용접기로 밀폐된 드럼(200ℓ, 철재)을 용단 작업중 폭발, 화재 발생	신나 등 인화성액체가 잔존하는 밀폐된 드럼을 개방확인 또는 세척하지 않은 상태에서 용단작업 수행, 용접기 화염으로 폭발	사망:1 중경상:1	93. 4. 8

번호	사업장명	근로자수	업종	발생개요	주요원인	재해자수	발생일시
23	○○플라스틱	6	합성수지제품	압출기에서 생산되는 플라스틱 파이프를 관찰하면서 난방용 난로에 석유를 주입, 석유난로 주위 석유누출을 모르고 난로에 불 점화작업중 인화, 화재	인화성액체 취급 소홀로 인한 누출 및 미확인 상태에서의 점화로 인화	사망: 1	93. 4.15
24	○○고분자(주)	15	화학제품	접착제 제조용 반응기에 톨루엔을 계량, 투입하는 과정에서 이동식 선풍기 플러그의 접속전선 단락에 의한 전기 스파크로 인접 톨루엔 용기에 인화, 반응기로 화염이 전파되면서 반응기 폭발	인화성액체를 계량, 투입하는 방폭지역에 비방폭형 전기기계기구(제어반, 모터, 선풍기 등)를 사용하고 국소배기용 후드 등의 미설치로 폭발범위 형성, 전기스파크로 인화, 폭발	사망: 1 중경상: 1	93. 4.19
25	○○화학(주)	140	식품장지	인쇄잉크 회석용 용제탱크(용량 400ℓ : 톨루엔 70%, 아세톤 30%)에서 용제 누출, 용제공급을 차단하기 위해 제어반 스위치를 조작하는 순간 제어반 폭발	지하용제 혼합탱크에서 공급되는 용제탱크(서비스 탱크)가 제어반 상부 2층에 설치되어 있으며 수동공급시 오버플로우를 방지하기 위한 인터록이 미비하고 Vent 라인의 후단이 작업장내(탱크주위) 설치되어 있으며 오버플로우로 1층 제어반 위로 누출, 제어반 스위치 조작시의 전기스파크로 폭발	사망: 1 중경상: 1	93. 4.21

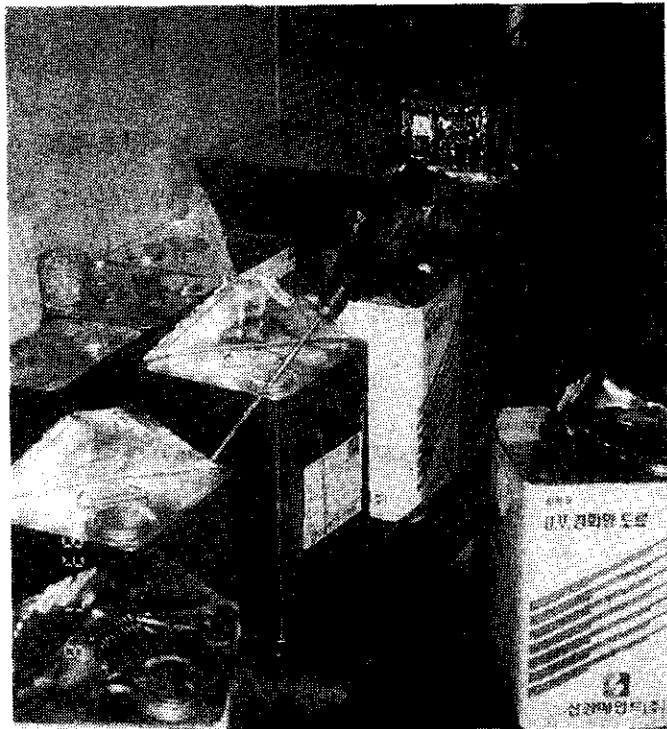
번호	사업장명	근로자수	업종	발생개요	주요원인	재해자수	발생일시
26	○○실업(주)	159	금속재료품	주행틀 예열용인 Torch lamp(석유)를 알루미늄 도가니로 윗부분에 접촉시켜 Lamp의 노즐을 예열시키던 중 연료통 폭발, 화염 비산	Torch lamp 연료통의 온도상승으로 내부압력 상승, 납땜용접부위의 파열에 의한 폭발 또는 연료통의 파열에 의한 폭발	사망: 1	93. 4.22
27	○○화학산업	9	FRP 제품	지하실 30톤 물탱크 작업(탱크 내부에서 접착제 도포작업)중 도포된 부위에 가스토오치로 가열, 탱크내부에서 화재 발생	탱크내부에서의 인화성물질(스티렌 모노머) 취급시 국소배기장치를 미사용, 가스토오치로 직화, 발화	사망: 1 중경상: 1	93. 5.21
28	○○나염	21	섬유제품	염료배합작업을 위하여 수성접착제와 물을 넣고 휴대용 교반기를 이용 교반([사진 5-1] 참조)하면서 혼합성능 탈상용 용제를 투입하는 순간 인화, 화재 발생	투입 용제가 인화점 17.5℃인 인화성액체로서 비방폭형 휴대용 교반기를 사용함으로써 야기되는 전기스파크 또는 작업자가 피우던 담배불에 의해 인화된 것으로 추정	사망: 2 중경상: 1	93. 6. 7
29	○○화학(주)	—	화학제품	사일로(Silo) 내부의 도장작업을 완료한 후 화기작업으로 탱크 폭발	밀폐장소에서 도장작업을 수행, 탱크내부의 인화성용제를 완전히 제거하지 않아 용제가 증발, 건조되고 있는 상태에서 산소용접기 사용, 용접기의 화염으로 폭발	사망: 1 중경상: 1	93. 6.15

번호	사업장명	근로자수	업종	발생개요	주요원인	재해자수	발생일시
30	○○도장	7	도장	도장작업 현장에서 피해자가 이동식 콤프레샤의 공기를 이용 드럼내부의 경유를 콤프레샤 천정 부위에 위치한 연료투입구(약 2m)에 주입하던 중 드럼이 파열	경유드럼(200ℓ, 철재)의 경유를 이송하기 위하여 콤프레샤 라인 에어리시버 탱크(간이용, 안전밸브무)-드럼-연료주입구 순으로 체결하여 밀폐한 후 콤프레샤의 압축공기(최고사용압력: 7 kg/cm ² , 통상 사용압력: 2 kg/cm ²)를 주입, 과압으로 파열 비례 -드럼의 설계압력 0.7kg/cm ²	사망: 1	93. 6.16
31	○○상사(주)	140	화학제품	분체도료 첨가제제조용 반응기에서 반응된 반응중간물중 n-Heptane과 물을 분리하기 위하여 반응기로부터 2 m 하단의 원심분리기에 고압호스를 이용, 이송(중력식)하여 원심분리작업중 인화, 폭발	원심분리기의 뚜껑과 몸체 접합부의 고무 Packing 파손부위 및 불활성 가스 주입구에서 인화성액체(n-Heptane)가 주위 바닥 및 원심분리기의 함에 누출된 상태에서 고속회전(모타회전속도 1,750 RPM)되는 원심분리기의 V-Belt와 Pulley 사이의 마찰에 의한 기계적 스파크로 인화, 원심분리기 폭발	중경상: 1	93. 6.19

번호	사업장명	근로자수	업종	발생개요	주요원인	재해자수	발생일시
32	○○금속(주)	136	수송용 기계기구	옥외작업장에서 산소용접기로 밀폐드럼(200ℓ, 철제)을 용단작 업중 드럼통 하단 파열, 비례	가연성액체인 방청유 (C수 10개이내, 석유 계 용매 70~80 % 합유)가 잔존하는 상 태에서 태양복사열에 의해 팽창된 상태의 밀폐용기를 용단, 용 접열에 의한 방청유 의 기화팽창으로 내 부압력상승드럼하단 부 파열	사 망 : 1	93. 6.23
33	○○화학공업 (주)	36	테이프 제조	접착제 교반기로부터 Tape제조 공정으로 접착제를 투입하기 위 한 펌프연결 작업중 교반기 하 부의 플랜지를 푸는 순간 인근 배관 용접작업중 발생된 용접불 꽃으로 인화, 폭발	위험물질을 취급하였 던 용기를 개방하면 서 잔류액(n-Hep- tane)의 유무를 미확 인함으로서 플랜지부 에서 인화성액체가 누출확산되고 4~5 m 거리에서 용접작업 수행, 불꽃비산 인화 폭발	사 망 : 1	93. 7. 7
34	○○화학(주)	98	인조피혁 제조	인조피혁 코팅작업장에서 종이 에 코팅물질을 도포하여 건조한 후, 접착제를 도포하고 원단을 접착하여 2차 건조중 건조기 폭 발	사고 건조기는 밀폐 형 Recycle식 건조기 로서 배기상태가 미 흡하여 인화성 유기 용제의 농도가 폭발 범위를 형성한 상태 에서 비방폭형 전기 기계기구의 사용 또 는 배기덕트 의 Damper조절시 스파 크에 의해 폭발 추정	사 망 : 2 중경상 : 7	93. 7.22

번호	사업장명	근로자수	업종	발생개요	주요원인	재해자수	발생일시
35	○○공업(주)	50	기계기구	용접작업장 내에서 작업장 바닥 도장작업중 창문을 닫는 순간 분전함내 합선으로 불티가 바닥으로 비산, 화재발생	건물내부 바닥 도장작업시 창문을 닫아 인화성증기가 폭발범위를 형성, 분전함내 CKS 점검상태 불량으로 스파크 발생, 폭발	사망:1 중경상:2	93. 7.30
36	○○섬유	59	염색가공	공업용수 저장탱크 내부 도장작업중 탱크배관 교체작업을 위하여 용접기(전기)를 들고 탱크하부로 이동중 스파크발생, 폭발	탱크내부 도장작업을 위하여 상부에서 콤프레샤로 공기를 주입하고 하부배관으로 배기(크실렌, 이소부틸알콜 등이 함유된 광명단용 신나)중 하부배관 교체작업을 위한 용접작업	사망:1	93. 8. 6
37	○○섬유	20	섬유가공	섬유코팅(아크릴수지)작업중 코팅기 1차 건조실에서 발생한 유기용제(톨루엔, 1PA)가 정전기 및 전기스파크로 인화, 코팅기 폭발	코팅기의 제전장치 설치위치 부적합 및 코팅기가 설치된 작업장 모든 전기기계기구가 비방폭형으로 스파크 발생, 폭발추정	사망:2 중경상:4	93. 8.20

번호	사업장명	근로자수	업종	발생개요	주요원인	재해자수	발생일시
38	(주)○○	700	의약품	무균합성실 지하를 관통하는 유틸리티 배관 및 전선용 피트부에서 폭발, 건물이 파손 및 비산	아세톤, 에탄올 등을 사용하여 설비 및 건물 세척작업을 실시할때 유기용제가 건물 틈 또는 피트 맨홀부 등을 통하여 유입되거나 배관이음매 등으로 부터 누출, 환기불량 및 비방폭형 전기기계기구의 사용으로 인한 폭발 추정	중경상 : 6	93. 8.27
39	○○페인트공업(주)	45	도료제조	분체도료 생산라인의 분체포집용 Cyclone설비를 청소하던중 세척제인 MEK에 인화, 폭발	Cyclone의 덕트를 분리하고 내부에 MEK와 고압공기를 이용세척중 MEK와 공기가 혼합 고속분사되면서 발생된 정전기 스파크에 의해 폭발 - 분사호스 비전도성 호스 사용, 미접지	사 망 : 1	93. 8.30
40	○○상사	8	제화업	스프레이(제화 도색용)설비의 스위치를 조작하는 순간 전기적 스파크에 의해 발화	스프레이 설비는 인화성 용제를 사용하는 작업장이나 비방폭형 스위치 및 전동기 등을 사용하고 환기설비가 미흡	사 망 : 1 중경상 : 4	93. 9.28



[사진 5-1] 비방폭형 휴대용 교반기 사용예

〈표 5-2〉業種別 發生件數

業 種	件 數	比 率 (%)
石 油 化 學 製 品	1	2.5
醫 藥 製 品	1	2.5
化 學 製 品	11	27.5
고 무 · 皮 革 製 品	2	5.0
纖 維 加 工 製 品	5	12.5
機 械 · 金 屬 製 品	6	15.0
木 製 品	2	5.0
電 氣 · 電 子 製 品	4	10.0
廢 棄 物 處 理	1	2.5
輸 送	1	2.5
其他製造業(空드럼再生等)	2	5.0
其 他	4	10.0
計	40	100

2. 勤勞者數別 分類

勤勞者數別 發生 건수는 〈표 5-3〉에 나타낸 바와 같이 未確認 사업장을 제외하면 100명 이상의 大規模 사업장에서 발생한 사례는 11건(27.5 %)이고 나머지 27건(67.5 %)는 모두 100인 미만의 사업장에서 발생되었으며 특히 20명 미만의 아주 小規模 사업장에서 발생한 사례가 12건 (30.0 %)을 차지하고 있음을 알 수 있다.

〈표 5-3〉 勤勞者數別 發生件數

勤 勞 者 數	件 數	比 率 (%)
500명 以上	4	10.0
200명 ~ 500명	3	7.5
100명 ~ 200명	4	10.0
50명 ~ 100명	6	15.0
30명 ~ 50명	5	12.5
20명 ~ 30명	4	10.0
20명 未滿	12	30.0
未 確 認	2	5.0
計	40	100

3. 作業別 分類

作業別 發生 건수는 〈표 5-4〉에 나타낸 바와 같이 다양한 작업중에 발생되고 있으며 이 중에서 특히 引火性 및 可燃性液體를 移送하는 分配, 輸送 및 加壓作業中에 발생한 사례(7건)와 이들 물질이 들어 있는 드럼 취급작업 중에 발생한 사례(4건)가 모두 11건으로서 27.5 %를 차지하고 있다. 특히 이들 작업중 空드럼의 鎔斷作業時(4건), 난로불 點火時(2건) 및 토치램프 取扱時(2건) 발생한 사

례가 8건으로서 20.0 %를 차지하는데 이와 같은 사례는 위험물에 관한 안전지식의 부족으로 발생한 대표적인 사례로서 이들은 모두 영세사업장 및 非化學製品 製造業體에서 발생한 사례가 대부분이다.

〈표 5-4〉 作業別 發生件數

原 因	件 數	比 率 (%)
原料投入・混合作業	4	10.0
試料採取作業	1	2.5
放電加工作業	1	2.5
난로불點火	2	5.0
熱媒油漏出(自然發火)	1	2.5
分配, 輸送, 加壓作業	7	17.5
드럼取扱	4	10.0
洗滌作業	4	10.0
塗裝作業	3	7.5
코팅作業	4	10.0
鎔接・鎔斷作業	2	5.0
空드럼鎔斷作業	4	10.0
乾燥作業	1	2.5
其他(토치램프取扱等)	2	5.0
計	40	100

4. 着火源別 分類

着火源別 발생 건수는 〈표 5-5〉에 나타난 바와 같이 電氣的인 스파크 및 鎔接・鎔斷時 火焰으로 인한 것이 각기 11건 및 8건으로서 가장 많으며 靜電氣 스

파크 및 煖爐火焰 또는 過熱로 인한 것이 각각 5건 그리고 加壓에 의한 破裂 및 爆發이 4건등으로 많은 편이며 이외에 乾燥機 過熱 및 點火, 自然發火 및 暴走反應 등 다양한 원인으로 발생되고 있다.

〈표 5-5〉 着火源別 發生件數

原 因	件 數	比 率 (%)
靜 電 氣	5	12.5
摩 擦 스 파 크	3	7.5
煖爐·토오치 火焰 및 過熱	5	12.5
自 然 發 火	1	2.5
加 壓, 破 裂 및 爆 發	4	10.0
鎔接·鎔斷 열 및 불 꽃	8	20.0
電氣·放電加工機스파크	11	27.5
乾 燥 機 過 熱 및 點 火	2	5.0
暴 走 反 應	1	2.5
計	40	100

상기 災害事例를 종합하여 보면 〈표 5-6〉과 같이 作業上의 문제점으로 발생 된 사례가 21건(52.5 %)으로서 가장 많으며 다음은 設備自體의 缺陷이 15건 (37.5 %), 설비의 點檢整備의 不良이 각 3건(7.5 %)등으로서 作業上 및 設備自體의 缺陷이 대부분을 차지하고 있음을 알 수 있다.

〈丑 5-6〉 發生事例 綜合

原 因	件 數	比 率 (%)
作業 不適切	21	52.5
原料 不適切	1	2.5
設備 點檢整備 不良	3	7.5
設備自體 缺陷	15	37.5
計	40	100

第 6 章 制度上の問題點 및 對策

1. 危險物質中の 引火性物質 定義 改定

引火性 또는 可燃性液體와 관련한 관계 법규는 産業安全保健法에서는 대기압 하에서 引火點이 섭씨 65도 이하인 可燃性液體를 危險物質로서 규정하고 있으며 消防法에서는 危險物 제4류에 引火點이 섭씨 200도 이상인 액체 또는 1 기압, 섭씨 20도에서 액체인 動植物油類등도 危險物로서 규정하고 있어 危險物의 정의에 아주 많은 차이점이 있다. 또한 미국등에서는 引火點이 섭씨 37.8도 미만인 액체를 引火性液體(Flammable liquid) 그리고 引火點이 섭씨 93.3도 이상인 액체(Class IIIB)까지도 可燃性液體(Combustible liquid)로 규정하여 저장 및 사용을 규제하고 있다. 引火點만을 기준하여 비교해 보면 <표 6-1>과 같다.

<표 6-1> 引火性 및 可燃性液體관련 국내외법 비교표 (引火點 기준)

産業安全保健法*1)		消防法*2)		美國 産業安全保健法*3)	
①	-30 ℃미만	특수인화물	-20 ℃이하	Class IA	22.8 ℃미만
②	0 ℃미만	제 1 석유류	21 ℃미만	Class IB	22.8 ℃미만
③	30 ℃미만	제 2 석유류	70 ℃미만	Class IC	38.8 ℃미만
④	65 ℃미만	제 3 석유류	200 ℃미만	Class II	60 ℃미만
		제 4 석유류	200 ℃이상	Class IIIA	93.3 ℃미만
		알코올류	—	Class IIIB	93.3 ℃이상
		동식물유류	—		

*1) ①~④ : 危險物中 引火性物質

*2) 特殊引火物~動植物油類 : 引火性危險物

*3) Class IA~Class IC : 危險物中 引火性液體

Class II~Class IIIB : 危險物中 可燃性液體

따라서 産業安全保健法上에 引火性液體 뿐만 아니라 可燃性液體도 인화 및 발

화에 의한 爆發.火災의 위험이 있으며 또한 화재발생시 被害擴大防止 측면을 고려하여 이들 물질도 危險物에 포함시켜 저장 및 사용시 危險物等級別로 설비를 설치하고 관리될 수 있도록 개정을 검토하여야 한다. 가능한 산업체의 경우 Class I에서 Class IIIB 까지로 분류하는 것이 바람직할 것이다.

2. 可燃性液體의 종류별 貯藏 및 取扱基準等 制定

産業安全保健法에서는 引火性 및 可燃性液體와 관련하여 섭씨 65도 이하의 引火性物質에 대해서는 기준량이나 취급과 관련한 각종 기준이 있으나 65도 이상의 可燃性液體에 대해서는 저장 및 취급과 관련한 기준이 전무한 실정으로서 消防法에서 언급되지 않은 사항에 대해서는 본 보고서의 내용을 참조하여 技術指針등을 제정함으로서 중대재해방지에 기여할 수 있어야 한다.

第7章 爆發·火災 防止對策 概要

引火性 및 可燃性液體는 특히 위험성이 큰 물질이기 때문에 防火對策을 계획할 경우에는 작업상 지장이 없는 한 可燃物, 着火源 및 酸素(空氣)의 화재발생 3요소를 제거하는 것을 기본방침으로 하여야 한다. 그렇지만 어느 한 요소만으로 완벽하게 발화를 방지한다는 것이 사실상 어렵기 때문에 豫防對策으로서 페일세이프(Fail-safe)가 고려된 여러 단계의 豫防對策을 강구하지 않으면 안된다. 뿐만 아니라 이들 액체로 인한 폭발·화재 발생시 그 피해를 최소화하기 위하여 폭발·화재 豫防對策과 동시에 防護對策도 수립되어야 한다.

引火性 및 可燃性液體와 관련한 豫防 및 防護對策을 수립할 경우에는 특히 다음의 재반사항을 충분히 파악하지 않으면 안된다. 즉 예로서 引火性 및 可燃性液體의 取扱量, 危險性(引火點, 爆發限界 등), 開放容器 및 密閉容器 사용의 有無, 漏出 가능성, 建物構造, 位置, 着火源의 존재 그리고 적합한 消火設備등을 들 수 있다. 따라서 이들 특성을 충분히 고려하여 사업장의 실정에 적합한 폭발·화재의 豫防 및 防護對策을 수립하여야 할 것이다. 본 보고서에서 제시된 대책은 이를 중심으로 기술하였는 바 그 개요는 다음과 같다.

1. 發火防止對策

引火性 및 可燃性液體에 의한 發火 防止對策으로서 앞에서 언급한 바와 같이 다음 3가지 대책을 들 수 있으나 이들 중 어느 하나를 완벽하게 制御한다는 것은 作業工程上의 問題 및 裝置類의 缺陷 또는 작업자의 誤操作이나 不注意等 각종 요인으로 인하여 사실상 어려운 실정이다. 따라서 설비나 작업의 특성을 고려하여 적절하게 다음 요소를 制御해야 할 것이다.

- ① 漏出 및 暴露防止
- ② 爆發性 混合가스의 形成防止(換氣)
- ③ 着火源의 除去

가. 漏出, 暴露 및 擴散防止

引火性 및 可燃性液體가 蒸氣 또는 液相으로 대기중에 漏出된 경우에는 液體 및 蒸氣에 의해 發火가 야기될 수 있는 한 가지 조건이 주어진다고 보아야 한다. 따라서 發火를 방지하기 위해 무엇보다도 먼저 강구되어야 할 사항은 可燃性液體 및 蒸氣의 漏出 또는 대기로의 暴露를 방지하여야 한다. 이를 위해서는 다음 제반사항이 요구된다.

(1) 密閉容器的 사용

漏出防止의 근본대책은 密閉容器를 사용하는 것이다. 浸漬탱크, 대형 혼합탱크 등 용도상 密閉될 수 없는 것은 후드를 설치하여 局所排氣를 행함으로서 發散된 蒸氣의 擴散을 방지하여야 한다. 그러나 앞의 實態調査에서 나타난 바와 같이 대부분 사업장에서 引火性 및 可燃性液體 저장용기등을 개방된 상태로 보관하는 경우가 많으며 또한 局所排氣裝置를 미설치하거나 형식적으로 설치사용하고 있어 위험성이 높은 실정이다.

(2) 配管의 사용

配管은 일종의 密閉容器로서 可燃性液體의 적절한 운반수단이 된다. 또한 危險物을 취급할 경우 貯藏所는 작업장과는 별도의 안전한 위치에 설치하고 작업장으로의 공급량은 가능한 최소량으로 하는 것이 중요하다. 따라서 貯藏所로부터 작업장으로의 반입은 가능한 配管을 사용하는 것이 바람직하다. 그러나 化學工場을 제외한 機械, 金屬, 電氣, 電子, 木製品 製造業等 일반 사업장에서는 대부분 대량의 引火性 및 可燃性液體를 용기나 드럼등으로 현장에 보관, 사용하고 있어 폭발, 화재의 위험성이 높은 실정이다. 配管에 의한 供給例로서 塗裝設備의 경우 작업에 사용되는 塗料 및 신나등을 별도 混合室에서 혼합하여 配管을 통하여 中央供給式으로 塗裝부스등으로 이송하는 것이 권장되고 있다. 따라서 사업장 특성을 고려하여 이에 대한 대책이 강구되는 것이 바람직할 것이다.

(3) 漏出의 局限化

만일의 경우 引火性 또는 可燃性液體가 漏出되었을 때 액체가 바닥 또는 피트 부등으로 擴散되지 않도록 작업장의 바닥은 위험물이 浸透되지 않는 구조로 합과 동시에 적당한 傾斜 또는 排水設備에 의해 안전한 장소로 수집 처리할 수 있어야 한다. 또한 옥외 장치의 경우 또한 상기외에 충분한 용량의 방유제를 설치하여야 한다. 그러나 實態調査에서 나타난 바와 같이 공장내 高所場所에 貯藏 또는 給油탱크를 설치하는 등 擴散防止對策이 미흡한 실정이다.

나. 爆發性 混合가스의 形成防止

密閉裝置 또는 容器의 사용은 바람직한 대책이나 실제 사용상에 있어서는 사실 불가능한 경우가 많다. 密閉裝置나 容器를 사용할 경우에는 換氣裝置를 설치하여 蒸氣濃度를 안전한 농도, 특히 爆發下限界의 25% 이하로 낮추거나 不活性가스를 공급하는 것이 필요하다. 換氣의 경우 引火點이 주위 장소의 최대 예상온도 보다 높은 액체의 경우에는 폭발성 혼합가스를 형성하지 않으므로 自然換氣로서도 가능하다. 그러나 引火點이 주위의 예상온도 보다 낮은 액체의 경우는 반드시 強制換氣를 하여야 하며 또한 引火點이 예상기온 이상일 지라도 인화점 이상으로 가열될 경우에는 당연히 強制換氣를 하여야 한다. 그리고 可燃性液體 증기는 통상 공기보다 무거움으로 낮은 장소에 滯留될 수 있다. 따라서 換氣裝置는 낮은 위치를 기준으로 하여 설계되지 않으면 안된다. 특히 排氣口는 증기 발생원에 근접한 낮은 장소 그리고 급기구인 높은 장소에 설치하는 것을 원칙으로 하는 것이 바람직하다.

폭발·화재 측면과는 달리 보건측면에서는 有機溶劑등 引火性 및 可燃性液體에 대한 許容濃度가 규정되어 있으며 일반적으로 許容濃度는 爆發下限界 보다는 낮은 농도임으로 許容濃度 이상으로 환기시키는 것이 바람직하다. 그리고 換氣裝置는 防爆電氣·機械器具를 사용하고 塗裝부스, 印刷機, 기타 開放容器등 사용시 액체가 대기중에 폭로되는 장치류에는 局所排氣裝置를 설치하여야 하며 액체증기가 실내에 확산되지 않도록 한다. 또한 설비 및 각종 취급장치와 排氣裝置는 가

능한 인터록하여 排氣裝置가 확실하게 작동될 수 있게 하여야 한다.

위험한 장치부근의 蒸氣濃度는 정기적으로 測定, 警報하는 것이 필요하고 濃度檢指計는 취급물질 및 공정에 적합한 것을 사용한다. 또한 특히 위험한 장치 또는 중요한 장치는 自動濃度分析計를 구비하여 농도의 記錄 및 警報는 물론 장치가 필요시 자동정지되게 인터록한다. 또한 液體蒸氣의 체류를 방지하고 확산을 촉진하는 적극적인 대책으로서 가능하면 通風이 좋은 옥외에 설비나 장치를 설치하는 것이 바람직하다.

다. 着火源의 제거

引火性 및 可燃性液體를 취급하는 작업장에서 着火源으로 작용할 수 있는 것은 다음과 같으며 그 요인이 많아 이를 制御하기 위해서는 설비 및 장치, 작업자 그리고 주변환경등을 고려하여 설치하고 관리하여야 한다.

- | | |
|---------------------------|---------------------|
| ① 裸火(Open flames) | ② 빛(Lightning) |
| ③ 뜨거운 表面 | ④ 輻射熱(Radiant heat) |
| ⑤ 吸煙 | ⑥ 鎔接·鎔斷 火焰 |
| ⑦ 自然發火 | ⑧ 摩擦熱 또는 摩擦스파크 |
| ⑨ 靜電氣(Static electricity) | ⑩ 電氣스파크 |
| ⑪ 漂遊電流(Stray currents) | ⑫ 乾燥機, 爐等 加熱裝置 |

(1) 離隔距離의 維持

현장의 취급설비 내외부에는 각종 着火源이 존재할 수 있기 때문에 설비 및 저장용기는 가능한 밀폐하여야 하며 항상 작업시는 離隔距離를 유지하도록 유의하여야 한다. 즉 주위에 引火性液體가 있는 장소에서는 鎔接·鎔斷 및 기타 스파크 발생작업은 금지되어야 하며 가열장치등 열원으로 부터 離隔距離가 유지되어야 한다.

앞의 重大災害 事例에서 鎔接·鎔斷作業時 열 및 불꽃으로 인한 재해 8건(20.0 %) 그리고 煖爐·토오치 過熱 및 불꽃으로 인한 재해 5건(12.5 %)등은 離隔距離

를 무시한 작업에 기인된 사례로서 재해사례중 가장 많은 비중을 차지하고 있는 실정이다.

(2) 靜電氣(Static electricity) 發生防止

貯藏탱크, 기계 및 배관등 모든 장치는 본딩 및 接地하여야 하고 靜電靴 및 除電服등을 착용하여야 한다. 또한 경우에 따라서는 설비를 설계할 때 靜電氣 발생을 억제할 수 있도록 구조를 設計하거나 除電氣를 설치하여야 한다. 앞의 중대재해 사례에서도 靜電氣로 인한 폭발·화재가 5건으로서 12.5 %를 차지하고 있는 실정이다.

(3) 防爆 電氣機械器具 및 防爆工具의 사용

引火性 또는 可燃性液體가 폭발·화재를 야기시킬 수 있는 농도로 존재하거나 존재할 우려가 있는 장소에 사용되는 모든 전기기계기구 防爆構造의 것을 사용하고 工具 또한 無火花性材質의 防爆工具를 사용하여야 한다. 앞의 重大災害事例에 의하면 전기적인 스파크가 着火源으로 작용한 경우가 11건(27.5 %)으로서 가장 많은 비중을 차지하고 있다.

2. 被害抑制對策

가. 作業場의 設置位置

화재발생시 그 被害를 최소화하기 위해서는 무엇보다도 可燃性液體 취급작업장을 독립된 전용건물로서 타건물과 충분히 이격된 장소에 설치하는 것이 바람직하다. 넓은 공장건물의 일부 파트에서 위험물을 취급하는 것은 가능한 피하여야 하며 이것이 불가능한 경우는 위험성이 있는 설비부분을 防護壁等으로 분리하여야 한다.

나. 作業장내 供給量의 제한

작업장내에 공급되는 액체량을 최소량으로 제한하기 위해서 대부분은 액체를

옥외 안전한 위치에 설치된 저장탱크에 보관하고 저장탱크로 부터 작업장으로는 배관에 의해서 移送한다. 예를 들면 다음과 같다.

(1) 反應機 만을 건물내에 설치하고 사용되는 可燃性液體는 屋外 貯藏탱크 (서비스탱크 등)에 수납하여 反應機에 공급시는 안전한 위치에서 적절한 인터록에 의하여 移送한다.

(2) 보일러용 重油 貯藏탱크 및 중간탱크를 보일러 실내에 설치하지 않고 屋外에 설치한다.

(3) 塗料 混合室과 塗裝室을 별도 건물 또는 실에 배치하고 배관에 의해 中央供給式으로 압송한다.

(4) 기계공장에서 機械油를 각 장소에 산재시키지 않고 1개소에 설치된 기름 펌프로써 공급한다.

그러나 實態調査 結果에 의하면 引火性 및 可燃性液體 容器나 드럼을 최종 작업장소에 다량으로 보관 사용하고 있는 사업장이 많은 실정이다.

다. 적합한 建物構造

(1) 건물의 벽, 기둥, 바닥은 不燃性構造 및 耐火構造로 하고 可燃性材料는 전혀 사용하지 않는다. 특히 연소가 일어날 수 있는 외벽은 耐火構造로 한다.

(2) 爆發口의 역할을 고려하여 지붕등은 가능한 輕量의 不燃性材料를 사용하고 爆壓放出時 피해를 억제하기 위하여 爆壓은 안전한 방향, 즉 側方(外壁)이 아닌 上方向으로 방출되도록 한다.

(3) 건물은 가능한 單層으로 하고 다층 건물내에서 可燃性液體를 취급할 경우는 1층에서 수행하도록 한다.

(4) 漏出液의 排出 및 換氣 그리고 防爆 및 消火등을 고려하여 지하작업실을 설치하지 않는다.

(5) 바닥은 액체가 浸透되지 않도록 하고 가능한 적당한 傾斜를 갖게 한다.

(6) 출입구에는 防火門을 설치하고窓에는 보통 유리를 사용하지 않고 金網이 들어간 유리를 사용한다.

라. 액체의 流出防止

機器自體가 다량의 기름을 갖는 설비(절삭기 등), 可燃性液體가 상시 공급되고 있는 설비(塗裝設備 등) 또는 저장탱크 및 저장소등에서는 기름이 漏出될 위험이 있다. 漏出液에 착화하면 화재가 확산됨으로 액체의 유출방지가 필요하다. 대책으로서는 이러한 설비 주위의 바닥에는 적절한 排水設備를 설치하여 한다.

마. 消火設備 설치

引火性 및 可燃性液體의 성질과 보유량을 고려하여 다음과 같은 적절한 消火設備를 적정 수량 및 용량으로 설치한다.

- (1) 스프링클러 설비
- (2) 물분무 소화설비
- (3) 泡消火設備
- (4) 이산화탄소 소화설비등

第 8 章 탱크貯藏(Tank Storage) 安全指針

引火性 및 可燃性液體의 저장과 관련하여 초래되고 있는 주요한 危險性中의 하나는 이들 액체가 사고에 의해 주변환경으로 漏出되는 경우라고 할 수 있다. 이와 같은 우발적인 漏出사고는 찢새, 화재에 暴露된 용기의 過壓 漏出, 용기의 취급 잘못에 기인한 破裂 세제, 포크리프트 트럭(Forklift trucks)등의 衝突에 의한 破裂 네제, 이송파이프의 破裂등에 의해 주로 발생되기도 있다. 여기서 화재발생시 야기되는 이러한 漏出은 인근 용기 또는 配管의 連鎖的인 破裂을 초래함으로써 대형화재를 유발하기 때문에 특히 유의하여야 한다.

국내의 경우 引火性 및 可燃性液體 저장탱크에 대해서는 消防法 消防施設の設置, 維持 및 危險物 製造所等 施設の 基準에 관한 규칙에 규정하고 있으나 引火性 및 可燃性液體 만을 한정하여 규정하고 있지 않고 있으며 産業安全保健法에서는 이와 관련하여 극히 일부의 기준이 있는 실정으로서 앞으로 많은 指針이 마련되어야 할 것이다. 따라서 법으로 규정되어 있는 사항에 대해서는 그에 준하여야 하며 규정되어 있지 않은 기타 사항에 대해서는 본 指針에 따르는 것이 바람직할 것이다. 일반적으로 引火性 또는 可燃性液體는 탱크, 移動式탱크, 드럼, 캔 또는 合成樹脂 및 소형 유리용기 상태로 저장된다. 따라서 다음에 이들에 대한 각 저장방법별로 外國의 각종 安全基準을 참조하여 安全指針을 기술하고자 한다.

1. 탱크의 設計 및 製作

引火性 또는 可燃性液體 저장탱크는 경제적 또는 취급 공정상의 이유로 대량 저장할 필요성이 있을 경우에 주로 사용되며 이는 지상, 지하 또는 건물내부등에 설치되고 있다. 저장탱크의 設計 및 製作時 고려되어야 할 사항은 다음과 같다.

가. 材質(Materials)

引火性 및 可燃性液體를 저장하는 데 사용되는 탱크는 공인된 적절한 공학적

기준(Engineering standards)에 따라 設計 및 製作되어야 하며 다음에 제시된 제한 및 예외 사항을 고려하여 철 또는 承認된 非可燃性材質을 사용하여야 한다.

(1) 탱크의 製作材質은 저장하고자 하는 액체에 적합하여야 한다. 저장되는 액체의 物性이 애매한 경우에는 해당 액체 제조자, 공급자 또는 기타 관련기관의 조언을 받아야 한다.

(2) 可燃性材質로 製作된 탱크는 관계당국의 承認을 받아야 하며 다음 경우에 한하여 사용이 가능하다.

(가) 地下設置

(나) 저장되는 액체의 物性으로 인하여 요구되는 곳

(다) Class I 또는 II 액체의 옆질러짐 또는 漏出에 暴露되지 않는 장소에서의 Class III B 액체의 地上貯藏 또는

(라) 自動消火시스템에 의해 방호되는 건물내부에서의 Class III B 액체 저장

(3) 라이닝(Linings)되지 않은 콘크리트 탱크(Unlined concrete tanks)는 比重 400° API 또는 그 이상인 액체의 경우 저장에 사용될 수 있다. 특별히 라이닝된 콘크리트 탱크는 충분한 공학적 실험을 거친 후에 설계될 경우에 한하여 기타 목적을 위하여 사용될 수 있다.

(4) 탱크는 可燃性 또는 非可燃性材質로서 라이닝(Linings)될 수 있다.

(5) 만일 저장되는 액체의 比重이 물의 比重을 超過하거나 또는 액체의 온도를 -17.8°C (0°F) 이하에서 저장되도록 탱크를 設計할 경우에는 특별하게 공학적으로 이를 고려하여 설치하여야 한다.

나. 製作(Fabrication)

(1) 탱크는 충분한 工學的 근거에 의해 적합한 모양과 타입으로 設計되어야 한다.

(2) 鐵材탱크는 鎔接, 리벳(Rivet) 그리고 코오크(Caulk), 땜질(Braze) 또는 보울트(Bolt)등에 의해 또는 이들 방법을 병행하여 製作되어야 한다. 땜질에 사

용되는 鎔可材(Filler metal)는 非鐵金屬 혹은 合金으로서 녹는점(m.p)이 1,000°F 이상이고 조인트되는 金屬의 녹는점 이하여야 한다.

다. 大氣탱크(Atmospheric tanks)

(1) 大氣탱크는 承認될 수 있는 적절한 設計基準에 따라 製作되어야 하는 바 大氣탱크는 다음에 준하여 製作, 設置 및 使用되어야 한다.

(가) Underwrites Laboratories Inc. : 引火性 및 可燃性液體用 鐵材 地上탱크 基準(UL 142-1981), 引火性 및 可燃性液體用 鐵材 地下탱크 基準(UL 58-1976) 또는 오일버너 燃料用 鐵材 屋內탱크 基準(UL 80-1980).

(나) American Petroleum Institute Standard : 오일 貯藏用 鎔接 鐵材탱크 基準(No. 650, 1980).

(다) American Petroleum Institute Specifications : 液體生産物 貯藏用 Bolted tanks(Spec. 12B,1977), 液體 生産物 貯藏用 Field Welded Tanks(Spec. 12D, 1982), 또는 液體生産物 貯藏用 Shop Welded Tanks((Spec 12F,1982).

(라) American Society for Testing and Materials : Glass-Fiber Reinforced Polyester 地下 石油貯藏탱크 基準(ASTM D 4021-81).

(마) Underwriters Laboratories Inc. : Glass-Fiber Reinforced Plastic 地下 石油 貯藏탱크 基準(UL 1316-83).

(2) 2,500 gal 용량을 超過하지 않는 地下供給用으로 設計된 탱크는 地上에 설치될 수 있다.

(3) 低壓탱크(Low-pressure tanks)와 壓力容器(Pressure vessels)는 大氣탱크로 사용될 수 있다.

(4) 大氣탱크는 引火性 또는 可燃性液體를 沸騰點 이상의 온도로 저장하는데 사용되어서는 안된다.

라. 低壓탱크(Low-pressure tanks)

(1) 탱크의 정상 運轉壓力은 탱크의 設計壓力을 超過해서는 안된다.

(2) 低壓탱크는 承認된 設計基準에 따라 製作되어야 한다. 低壓탱크는 다음에 준하여 製作될 수 있다.

(가) American Petroleum Institute : 鎔接된 대형 低壓 貯藏탱크의 設計 및 製作을 위한 勸獎 規則(Standard No. 620, 1982).

(나) The Principle of the Code for Unfired Pressure Vessels(ASTM 보일러 및 壓力容器 코오드, Section VIII, Division 1, 1983)

(3) 大氣탱크가 상기 다. (1)에 따라 製作된 경우 運轉壓力이 1 psig(6.9 kPa)를 超過하지 않을 경우에 한해서 사용될 수 있으며 非常放出 條件下에서 2.5 psig(17.2 kPa)를 超過하지 않도록 제한되어야 한다.

(4) 壓力容器(Pressure vessels)는 低壓탱크로서 사용될 수 있다.

마. 壓力容器(Pressure vessels)

(1) 용기의 정상 運轉壓力은 용기의 設計壓力을 超過하여서는 안된다.

(2) 壓力容器는 産業安全保健法 제34조 壓力容器의 製作基準과 安全基準 및 檢査基準에 따라야 한다.

바. 內部腐蝕에 대한 규정

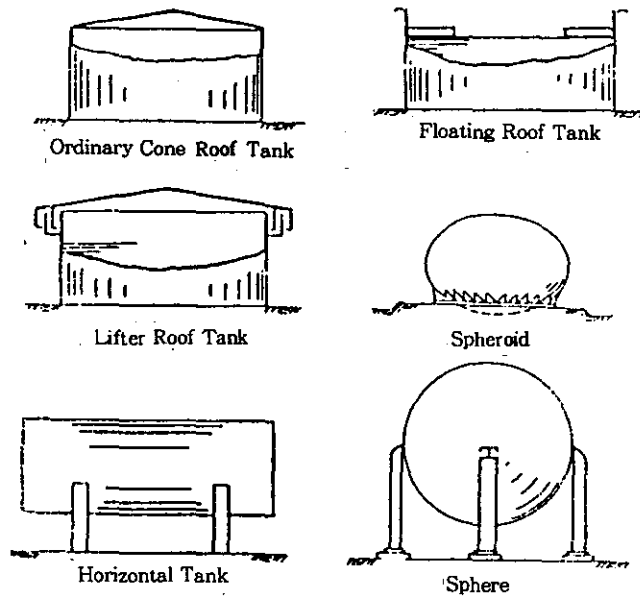
탱크가 API, ASME 혹은 Underwriters Laboratories Inc.의 기준에 따라 設計되지 않을 때 혹은 만일 腐蝕이 사용된 設計式에 의해 구해진 값을 超過하는 것이 예상될 경우에는 이를 고려한 금속두께 혹은 적절한 保護塗裝 혹은 라이닝에 의해 예상되는 腐蝕損失을 고려하여야 한다.

2. 外部 地上탱크의 設置

대량의 액체를 저장하기 위해서는 地下탱크 보다는 地上탱크를 주로 많이 사용하고 있다. 일반적으로 地上탱크는 0~0.5 psig의 內部壓力을 갖는 大氣탱크, 0.5~15 psig의 內部壓力을 갖는 低壓貯藏탱크 그리고 15 psig이상의 內部壓力을

갖는 壓力容器로 분류되고 있으며 그 타입으로는 [그림 8-1]과 같은 Cone roof tank, Lifter roof tank, Horizontal tank, Floating roof tank, Spheroid 및 Sphere tank등이 주로 사용되고 있다. 地上탱크를 외부에 설치할 경우에는 폭발·화재 및 누출시 그 被害擴散을 고려하여 생산시설이나 설비로부터 충분한 離隔距離가 유지되어야 한다.

이는 産業安全保健法 安全基準에 관한 規則 제 291조에 준하여 化學設備 및 施設의 安全基準에 관한 基準(勞働部 告示 93-16호)에 규정하고 있으며 消防法에서는 施設의 基準등에 관한 規則 174-192조에 저장 또는 취급하는 위험물의 최대수량에 따라 적절한 공지를 보유하도록 규정하고 있다. 상기에서 규정한 이외의 사항에 대해서는 다음에 따라야 한다.



[그림 8-1] 引火性 및 可燃性液體의 저장에 사용되는 탱크 형태

가. 地上탱크 사이(Shell과 Shell)의 공간

(1) 어떤 2대의 引火性 또는 可燃性液體 저장탱크 사이의 離隔距離는 3 ft 이상이어야 한다.

(2) 다음 (3)에 제시된 것을 제외하고 어떤 2대의 隣接된 탱크사이의 거리는 그들 直徑 合의 1/6 이상이어야 한다.

한 탱크의 直徑이 隣接탱크 直徑의 1/2 보다 적을 경우에 두 탱크사이의 거리는 적은 탱크 直徑의 1/2 이상이어야 한다.

(3) 原油(Crude petroleum) 저장탱크가 각기 126,000 gal(3,000 barrels)을 超過하지 않고 생산설비와 분리된 장소에 설치될 경우에는 이들 탱크 사이의 거리가 3 ft 이상 이격되지 않아도 된다.

(4) 不安定한 引火性 또는 可燃性液體가 저장되는 곳에서는 이같은 탱크 사이의 거리는 그들 直徑 合의 1/2 이상이어야 한다.

(5) 탱크가 3열(Rows) 이상 혹은 불규칙한 모양으로 팽들어차 있는 경우 내부에 설치된 탱크에는 소방활동 목적을 위하여 접근할 수 있도록 더 넓은 공간 또는 기타 수단이 제공되어야 한다.

(6) LPG용기와 引火性 또는 可燃性液體 저장탱크 사이에 最小離隔距離는 2.5 psig를 超過하는 압력으로 취급되거나 또는 여기 제시된 (1)과 (2)의 규정이 적용되는 경우 2.5 psig를 超過하는 압력을 허용하는 非常放出裝置가 설치된 引火性 또는 可燃性 液體 탱크의 경우를 제외하고 20 ft 이상이어야 한다. 인접 LPG 용기 아래에는 引火性 혹은 可燃性液體의 蓄積을 방지하기 위한 轉換커버(Diversion curbs) 혹은 그레이딩(Grading)등과 같은 적절한 수단이 주어져야 한다.

引火性 혹은 可燃性液體 저장탱크가 다이크가 설치된 장소내에 있을 때 LPG 용기는 다이크 밖에 있어야 하고 다이크 벽의 중심으로부터 적어도 10 ft 離隔되어야 한다. 앞의 규정은 125 gal 이하 용량의 LPG용기가 550 gal 이하 크기의 燃料油 공급탱크에 인접되어 설치될 경우에는 적용되지 않는다.

나. 地上탱크의 正常排氣(Normal Venting)

(1) 大氣 貯藏탱크는 Cone roof tank의 지붕을 뒤뜰기에 충분한 眞空 또는 압력의 발생 그리고 배출 및 대기온도 변화결과 때문에 大氣탱크의 경우 設計壓力 이상으로 압력이 超過되는 것을 방지하기 위하여 적절한 排氣口가 설치되어야 한다.

(2) 正常 排氣口는 다음 중 하나에 준하여 크기가 결정되어야 한다.

(가) API 기준 2,000(1982) 大氣 및 低壓 貯藏탱크의 排氣,

(나) 기타 許容基準 혹은

(다) 적어도 충전 또는 배출 연결부 이상이어야 한다.

어느 것이든지 呼稱內部直徑(Nominal inside diameter)이 1/4인치 이상이어야 한다.

(3) 低壓탱크와 壓力容器는 탱크 혹은 용기의 設計壓力을 超過하는 압력 혹은 眞空의 발생을 방지할 수 있도록 적절하게 排氣되어야 한다. 이같은 압력과 眞空은 충전 혹은 배출시 그리고 대기온도의 변화로부터 초래된다. 펌프 배출압력이 탱크나 용기의 設計壓力을 超過할 때 탱크 혹은 용기에서의 어떤 펌프배출로부터의 過壓을 방지하기 위하여 적절한 방호수단이 제공되어야 한다.

(4) 만일 탱크 혹은 壓力容器가 하나 이상의 충전이나 회수용 연결부를 가지고 있고 동시에 충전이나 회수가 실시될 경우 排氣口의 크기는 예상되는 동시흐름에 근거하여 최대로 하여야 한다.

(5) 排氣口가 內部壓力이 2.5 psi 이하로 제한되게 設計되어 있지 않으면 排氣口와 排氣드레인(Vent drains) 出口는 이같은 排氣口로부터 결국 증기가 발화되어 탱크의 어떤 부위가 국부적으로 과열되는 것이 방지될 수 있는 방식으로 排氣되도록 설치되어야 한다.

(6) Class IA 액체를 저장하는 탱크와 壓力容器는 압력이나 眞空조건에서 排氣될 때를 제외하고 정상으로 차단되는 排氣裝置가 설치되어야 한다. Class IB 및 IC 액체를 저장하는 탱크와 壓力容器는 압력 혹은 眞空 조건하에서 排氣될

때를 제외하고 정상적으로 차단되는 排氣裝置 또는 火焰防止器(Flame arrestors)가 설치되어야 한다.

예외로서 原油 생산장소에서 3,000 bbls 용량 이하의 原油를 함유하는 탱크 그리고 Class IA 引火性液體 이외의 것을 함유하는 1,000 gal 크기 이하의 외부 地上 大氣탱크는 개방된 排氣口를 가져도 된다.

(7) 상기 (6)에 요구된 火焰防止器 혹은 排氣裝置는 그들을 사용함으로써 장애가 발생되거나 탱크에 손상을 초래할 수 있는 조건이 주어질 경우에는 Class IB와 IC 액체에 한하여 생략될 수 있다.

이같은 장치의 생략을 정당화할 수 있는 액체의 성질로서는 凝縮, 腐蝕, 結晶, 重合, 氷結 또는 막힘등으로서 이같은 어떤 조건이 나타날 경우는 가열, 특별한 製作材質을 채택한 장치의 사용, 액체의 密閉使用 또는 不活性化등의 방법이 고려되어야 한다.

다. 地上탱크의 화재폭로에 대비한 非常放出(Emergency Relief Venting)

(1) 모든 地上 貯藏탱크는 화재 폭로시 야기되는 內部壓力 超過를 방출할 수 있는 어떤 형태의 구조 혹은 장치를 가져야 한다.

(2) 垂直탱크에 있어서 상기 (1)에서 언급된 구조는 Floating roof, Lifter roof, 셀 이음매가 약한 지붕 혹은 기타 承認된 壓力放出構造의 형태가 해당될 수 있다.

(3) 非常放出이 放出裝置에 전적으로 의존되고 正常 및 非常 排氣口의 전체 排氣容量이 만일 垂直인 경우 셀 또는 바닥 그리고 水平인 경우 셀과 헤드(Heads)의 破裂을 방지하기에 충분하여야 한다. 만일 불안정한 액체가 저장될 경우는 重合, 分解, 凝縮 혹은 自體反應으로 부터 초래되는 열이나 가스의 영향을 고려하여야 한다.

正常 혹은 非常放出裝置의 전체용량은 다음 (5) 혹은 (6)에 제시된 것을 제외하고 <표 8-1>에 제시된 것 이상이어야 한다. 이러한 장치는 自體遮斷 맨홀덮개 혹은 내부 압력하에서 덮개가 들어올려질 수 있도록 긴 볼트를 사용하거나 또는 릴리이프 밸브의 용량을 더 큰것으로 하거나 밸브를 추가하여야 한다. 탱크의

Wetted area는 球體 혹은 橢圓體의 전체 폭로된 면적의 55 %, 水平탱크의 전체 폭로된 면적의 75 % 그리고 垂直탱크의 폭로된 셀 면적의 그레이트 위에서 최소 30 ft에 근거하여 계산되어야 한다.

〈표 8-1〉 Wetted area에 대한 $\text{ft}^3(\text{Free air})/\text{hr}$
(14.7 psia 및 15.6 °C)

ft^2	CHF	ft^2	CHF	ft^2	CHF
20	21,100	200	211,000	1,000	524,000
30	31,600	250	239,000	1,200	557,000
40	42,100	300	265,000	1,400	587,000
50	52,700	350	288,000	1,600	614,000
60	63,200	400	312,000	1,800	639,000
70	73,700	500	354,000	2,000	662,000
80	84,200	600	392,000	2,400	704,000
90	94,800	700	428,000	2,800	742,000
100	105,000	800	462,000	이상	
120	126,000	900	493,000		
140	147,000	1,000	524,000		
160	168,000				
180	190,000				
200	211,000				

(4) 1 psig(6.9 kPa) 이상의 압력으로 設計된 탱크와 貯藏容器에 대한 전체 방출속도는 표면의 暴露된 Wetted area가 2,800 ft^2 이상일 때를 제외하고 〈표 8-1〉에 따라 결정되어야 한다. 전체 放出速度는 〈표 8-2〉에 따르거나 또는 다음 식에 의해 계산되어야 한다.

$$\text{CFH} = 1,107A^{0.82}$$

여기서 CFH : 要求되는 排氣量, $\text{ft}^3(\text{Free air})/\text{hr}$

A : 暴露된 Wetted area, ft^2

그리고 앞의 식은 $Q = 21,000A^{0.82}$ 에 근거된다.

〈표 8-2〉 2,800 ft² 이상의 Wetted area 및 1 psig 이상의 압력에 대한 CFH

ft ²	CHF	ft ²	CHF
2,800	742,000	9,000	1,930,000
3,000	786,000	10,000	2,110,000
3,500	892,000	15,000	2,940,000
4,000	995,000	20,000	3,720,000
4,500	1,100,000	25,000	4,470,000
5,000	1,250,000	30,000	5,190,000
6,000	1,390,000	35,000	5,900,000
7,000	1,570,000	40,000	6,570,000
8,000	1,760,000		

(5) 어떤 특정 안정한 액체에 대한 전체 非常放出 排氣容量은 다음 식에 의해 결정될 수 있다.

$$CFH = V \frac{1,337}{L\sqrt{M}}$$

여기서 V : ft³(Free air)/hr (〈표 8-1〉에 제시)

L : 특정 액체의 蒸發潛熱, Btu/lb

M : 특정 액체의 分子量

(6) 안정한 액체를 저장하는 탱크에 있어서는 상기 (3) 혹은 (5)에 요구된 空氣流量速度는 지적된 바와 같은 방호가 제공될 경우 다음 스케줄에 명시된 적절한 인자에 의해 곱하여질 수 있다. 그러나 하나의 탱크에 대해서는 하나의 인자만이 사용되어야 한다.

- ① Wetted area가 200 ft²를 超過하는 탱크에 대해서 다음 마. (2)에 준한 排水(Drainage) : 0.5
- ② 承認된 撒水(Water spray) : 0.3
- ③ 承認된 斷熱(Insulation) : 0.3

④ 斷熱 및 撒水 : 0.15

(7) 2.5 psig를 超過하는 압력을 허용하는 非常放出口가 설치된 탱크에 있어 모든 放出口와 放出드레인(Drains) 출구는 탱크의 국부적인 過熱과 이러한 排氣口로 부터 증기의 發火를 방지할 수 있도록 배출되게 설치되어야 한다.

(8) 통상 각 탱크 放出裝置에는 개방압력 즉, 밸브가 완전하게 열린 위치에 도달하는 압력 그리고 流量이 표시되어야 한다. 만일 개방 초기압력이 2.5 psig 이하이고 완전히 개방된 위치에서의 압력이 2.5 psig 이상이면 2.5 psig에서의 流量容量이 표시되어야 한다. 流量은 15.6 °C 및 14.7 psia의 압력하에서 공기의 ft³/hr로 나타내어야 한다.

(9) 呼稱파이프 크기로 12인치 이하인 탱크 放出裝置의 流量容量은 각 放出口의 형태 및 크기에 따라 시험에 의해서 결정되어야 한다. 긴 볼트 혹은 이와 유사한 것을 갖는 맨홀덮개를 포함하여 12인치 呼稱파이프 크기보다 더 큰 탱크 排氣裝置의 流量容量은 개방압력이 실제 측정될 때에 측정될 수 있다.

라. 地上탱크에 대한 放出配管(Vent piping)

(1) 放出配管은 다음에 제시된 配管, 밸브 및 피팅류의 설치지침에 따라 製作되어야 한다.

(2) Class I 액체를 저장하는 탱크에 있어서 放出配管出口가 건물이나 사람이 통행하는 통로에 인접할 경우에는 放出蒸氣가 건물의 외부 안전한 지점이나 인접한 지면에서 12 ft 이상의 높이에서 放出되도록 설치되어야 한다.

또한 分散效果를 고려하여 증기는 상부 혹은 밀접하게 인접한 벽으로 부터 수평으로 멀리 배출되어야 하는 바 放出口의 출구는 가연성증기가 처마(Eaves) 혹은 기타 障礙物에 의해 차단되지 않도록 설치되어야 하고 건물의 開口部로 부터 적어도 5 ft 離隔되어 설치되어야 한다.

(3) 탱크 放出配管이 多岐管(Manifold)일 경우 탱크는 火災暴露時에 대비하여 파이프 크기는 그 시스템의 壓力限界以內로 증기를 배출할 수 있는 크기여야 한다.

마. 地上탱크에 대한 排水路 및 防流堤(Dikes)

(1) 排水路 및 防流堤(Dikes) 설치장소

탱크 혹은 탱크군을 둘러싼 장소는 다음 (2)와 같이 배수가 되게 하여야 하고 인접 소유물을 위태롭게 하거나 일반 水路로 흘러가는 등 액체의 배출로 인한 사고를 방지하기 위하여 다음 (3)에 제시된 바와 같은 防流堤가 설치되어야 한다.

(2) 排水(Drainage)

(가) 인접한 소유물이나 水路의 방호는 자연 또는 인공적인 排水시스템에 의해야 한다. 排水시스템은 비어있는 땅이나 기타 장소 또는 가장 큰 저장탱크용량 이상의 크기를 갖는 수집용 웅덩이에 최종 연결되어야 한다.

(나) 이 최종 배출장소와 排水시스템의 통로는 만일 排水시스템에서 引火性 혹은 可燃性液體가 발화하면 화재가 탱크 혹은 인접한 시설물에 심각하게 露出되지 않는 곳에 위치되어야 한다.

(3) 防流堤 설치면적

인접 시설물 혹은 水路의 방호는 防流堤에 의해 탱크 주위에 액체를 수용함으로써 이루어질 수 있다. 防流堤 설치면적의 크기는 다음 조건에 따라야 한다.

(가) 다음 (나)에 제시된 것을 제외하고 防流堤 면적의 용량크기는 防流堤內 가장 큰 저장탱크의 최대저장량을 수용할 수 있어야 한다. 防流堤內에 한대 이상의 저장탱크가 설치될 경우 防流堤 면적의 크기는 防流堤 높이 아래 가장 큰 탱크 이외의 탱크부피를 공제하여 계산하여야 한다.

(나) 보일오버(Boilover) 특성이 있는 원유를 저장한 고정된 지붕을 갖는 하나의 탱크 혹은 탱크군에 대해서 防流堤 설치면적의 용량크기는 최대저장량을 기준하여 밀폐에 의해 주어진 가장 큰 탱크의 용량이상이어야 한다. 防流堤 크기는 防流堤內 모든 탱크의 防流堤 높이가 이하의 부피를 공제하여 계산하여야 한다.

(다) 防流堤의 벽은 액의 누출이 없고 충만시 靜水頭(Hydrostatic head)에 견딜 수 있도록 設計된 흙, 강철, 콘크리트 또는 벽돌이어야 한다. 높이가 3 ft

이상인 흙벽은 폭이 2 ft 정도로 상부가 평면이어야 한다. 흙벽의 기울기는 벽이 제작된 材質의 안정한 각으로 구성되어야 한다.

(라) 防流堤의 벽은 평균 6 ft 높이 이하로 하여야 한다.

(마) 빈 또는 채워진 드럼이나 바렐(Barrel) 그리고 기타 가연성물질이 防流堤內에 방치되어서는 안된다.

바. 地上탱크의 대한 排氣口 이외의 탱크 開口部

(1) 계측용 개구부에는 증기밀폐 뚜껑 또는 덮개가 설치되어야 한다.

(2) 원유, 가솔린 및 아스팔트 이외의 Class IB 또는 Class IC 액체에 있어서 충전용 파이프는 靜電氣 발생 가능성을 최소화하도록 設計하여 설치되어야 한다. 탱크상부로 들어가는 충전용 파이프는 과도한 振動을 피할 수 있도록 설치되고 탱크 바닥에서 6인치 이내가 되도록 설치되어야 한다.

(3) 충전 혹은 배출작업용 연결부는 발화원으로 부터 격리되어 건물외부에 설치되어야 한다. 그리고 건물 開口部로 부터 적어도 5 ft 이상 이격되어야 한다. 아울러 이같은 연결부는 사용하지 않을 때 遮斷되어 액체의 漏出이 없도록 하여야 한다.

3. 地下탱크의 設置

안전측면에서는 건물외부 地下에 水平탱크를 매설하는 것이 引火性 또는 可燃性液體를 저장하는 가장 안전한 방법이라고 할 수 있다. 그러나 설치시는 다음에 준하여 안전하게 설치되어야 한다.

가. 位 置

地下 貯藏탱크에 대한 구덩이는 기 존재하는 구조물의 기초아래 부분을 파지 않도록 하여야 한다. 地下탱크 혹은 건물 아래 탱크는 건물에 의해서 주어진 荷重이 탱크로 전달되지 않도록 건물기초와 서포트를 고려하여 설치되어야 한다.

Class I 액체를 저장하는 탱크로부터 어떤 地下室이나 피트부의 가장 가까운 벽까지의 거리는 적어도 1 ft 이상이어야 하고 増築되어질 수 있는 어떤 소유물 경계까지는 적어도 3 ft 이상이어야 한다. 그리고 Class II 또는 III 액체를 저장하는 탱크로부터 어떤 地下室, 피트 혹은 소유물 라인까지의 거리는 1 ft 이상이어야 한다.

나. 깊이 및 덮개

地下탱크는 단단한 기초위에 잘 다져진 깨끗한 모래, 흙 혹은 글래블(Gravel) 같은 非腐蝕性 不活性物質로서 적어도 6인치 이상 둘러싸야 한다. 탱크는 드립핑(Dripping) 또는 롤링(Rolling)등으로 鎔接部の 損傷, 탱크연결 배관의 破損 혹은 塗裝된 保護코팅등의 損傷이 초래되지 않도록 이를 이를 고려하여 설치하여야 한다. 탱크는 최소 2 ft 흙으로 덮혀지거나 혹은 적어도 4인치 두께의 鐵筋콘크리트 슬라브가 설치되고 상부에는 적어도 1 ft의 흙이 덮혀져야 한다. 地下탱크가 도로에 인접하여 설치될 경우에는 그 위로 지나가는 운반차량으로부터의 손상을 방호할 수 있어야 하는 바 적어도 3 ft 흙 또는 6인치 鐵筋콘크리트 또는 8인치 아스팔트 콘크리트를 부가하여 18인치 잘 다져진 흙으로 덮혀져야 한다. 鐵筋콘크리트 또는 아스팔트 콘크리트 포장에 사용될 경우에 탱크는 모든 방향으로 탱크의 외각에서 수평으로 적어도 1 ft 확장되어야 한다.

다. 防蝕處理(Corrosion protection)

탱크 및 附屬配管에 대한 防蝕은 다음 방법중 하나에 의해 실시되어야 한다.

- (1) 保護用 코팅 혹은 랩핑(Wrappings)
- (2) 陰極防蝕시스템(Cathodic protection system)
- (3) 구조물의 耐腐蝕性材質 사용

여기서 耐腐蝕性材質은 특별한 合金, 하이버그라스, 強化플라스틱 또는 하이버글라스 強化플라스틱 코팅등을 포함한다.

라. 排氣口(Vents)

(1) Class 1 액체에 대한 排氣口의 위치선정 및 배치와 관련하여 Class 1 액체를 저장하는 탱크의 排氣파이프 배출지점은 건물 밖에 위치되어야 하고 충전배관의 개구부 보다도 더 높아야 하며 또한 인접지면 보다도 적어도 12 ft 높은 곳에 설치되어야 한다. 또한 排氣파이프는 증기를 分散하기 위하여 상부로 배출되게 하여야 한다. 呼稱內部直徑이 2인치 혹은 그 이하인 排氣파이프는 과대한 背壓(Back pressure)를 야기할 수 있는 장치에 의해 방해 받지 않아야 한다. 排氣파이프 출구는 引火性蒸氣가 건물의 개구부로 확산되지 않는 위치에 설치되어야 하고 처마(Eaves) 혹은 기타 障礙物 아래에 트랩되지 않아야 한다. 만일 排氣파이프의 길이가 10 ft 이하이거나 呼稱內部直徑이 2인치 이상이면 출구는 眞空 및 壓力放出裝置가 제공되거나 혹은 火焰防止器가 출구 排氣라인 혹은 출구로부터 적절한 거리에 설치되어야 한다.

(2) 각 탱크는 탱크가 충전되고 있는 동안 충전개구부를 통한 증기나 액체의 逆流擴散을 방지할 수 있도록 적절한 크기의 配管을 통하여 排氣되어야 한다. 排氣파이프는 呼稱內部直徑이 $1\frac{1}{4}$ 인치 이상이어야 하며 요구되는 排氣容量은 충전 또는 배출속도 그리고 排氣라인의 길이에 따라 다르다. <표 8-3>에 따라 크기가 정해진 排氣파이프는 2.5 psig(17.2 kPa)를 超過함으로서 탱크에 주어지는 背壓을 방지할 수 있다.

〈표 8-3〉 排氣라인의 直徑(Diameters)

최 대 흐 름 GPM	파이프 길이		
	50 ft	100 ft	200 ft
	(인치)	(인치)	(인치)
100	1 1/4	1 1/4	1 1/4
200	1 1/4	1 1/4	1 1/4
300	1 1/4	1 1/4	1 1/2
400	1 1/4	1 1/2	2
500	1 1/2	1 1/2	2
600	1 1/2	2	2
700	2	2	2
800	2	2	3
900	2	2	3
1,000	2	2	3

(3) Class II 또는 III 액체에 대한 排氣口의 위치 및 배치와 관련하여 Class II 또는 III 液體를 저장하는 탱크의 排氣파이프는 건물 밖으로 유도되어야 하고 충전파이프의 개구부 보다도 더 높아야 한다. 또한 排出口는 통상 積雪基準(Snow level) 이상이어야 하고 외부물질의 투입을 최소화하기 위하여 밑으로 구부린 구조로서 거친 스크린(Coarse screens) 또는 기타 장치가 부착되어야 한다.

(4) 排氣파이프는 상기 (3)에 따라서 製作되어야 한다. 排氣파이프는 액체가 蓄積될수 있도록 중간이 휘거나 트랩되지 않아야 하며 물리적인 손상이 야기되지 않는 곳에 설치되어야 한다. 그리고 排氣파이프는 탱크상부를 통하여 탱크로 들어가야 한다.

(5) 탱크 排氣파이프가 分岐管일 때 파이프 크기는 多岐管탱크가 동시에 충전될 때 시스템의 壓力限界以內로 증기가 배출될 수 있어야 한다.

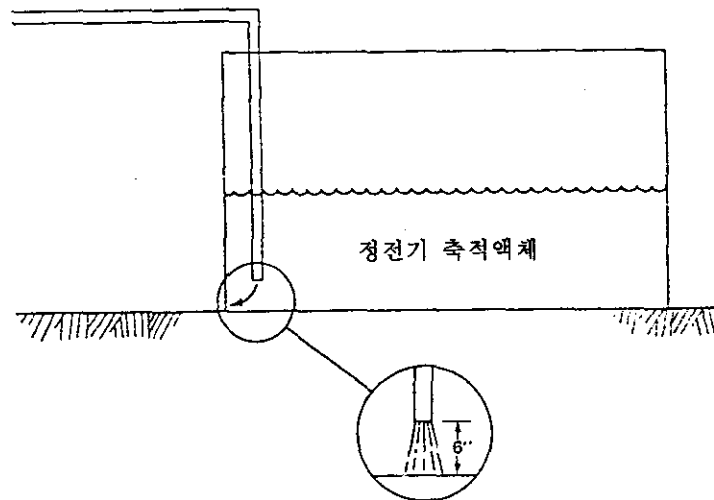
마. 排氣口 이외의 탱크 개구부

(1) 모든 탱크 개구부에 대한 연결부는 蒸氣 혹은 液體에 대하여 기밀을 유지하여야 한다.

(2) 手動計測을 위하여 개방할 때 만일 충전파이프가 독립되어 있다면 액체 漏出防止 뚜껑 혹은 덮개가 부착되어야 하고 덮개는 계측을 하지 않을 때는 密閉되어 있어야 한다. 만일 건물내부에 있다면 이러한 각 개구부는 Spring loaded check vales 혹은 기타 장치에 의해 蒸氣漏出 가능성과 넘쳐 흐름을 방지할 수 있어야 한다.

(3) 충전 및 排出라인은 단지 상부를 통하여 탱크에 연결되어야 하며 충전라인은 탱크를 향하여 경사져야 한다.

(4) 원유, 가솔린 및 아스팔트 이외의 Class IB 및 IC 액체에 대해서 충전파이프는 탱크의 바닥에서 6인치 이내까지 확장시킴으로서 靜電氣 발생 가능성을 최소화하도록 設計 및 設置되어야 한다([그림 8-2] 참조).



[그림 8-2] 탱크상부에 연결된 충전파이프의 배출구 위치

(5) 締結되거나 解體되는 충전 및 배출용 연결부는 着火源이 없는 장소로서 건물의 외부에 설치되어야 한다. 그리고 건물 개구부에서 적어도 5 ft 이상 離隔되어야 한다. 이러한 연결부는 사용되지 않을 때 차단되어 액체가 漏出되지 않아야 한다.

4. 屋內탱크의 설치

가. 설치 장소

건물내부에 탱크를 설치하는 것은 安全側面에서는 좋지 못한 방법중의 하나로써 가능한 피해야 한다 그러나 취급공정상 설치하여야 할 경우가 많으며 이때 설치잘못으로 인한 폭발, 화재 발생사태가 많으며 최근 국내에서도 頻繁하게 발생되고 있어 특히 주의가 요망된다. 따라서 탱크는 다음 각 장에서 허용된 경우를 제외하고 건물내부에 許容되지 않는 것이 바람직하다.

만일 외부 地上탱크 또는 地下탱크에서의 액체저장이 관계당국의 규정, 온도 또는 생산 문제등을 고려할 때 설치가 곤란하다면 탱크는 본 지침을 참고하여 건물 또는 구조물내부에 허용될 수 있다.

나. 排氣口(Vents)

탱크에 이음매가 약한 지붕을 사용함으로써 非常放出이 허용되지 않는 것을 제외하고 건물내부의 탱크에 대한 排氣口는 앞의 地上, 地下탱크의 해당 규정에 준하여야 한다. 또한 排氣口는 건물의 외부 안전한 곳으로 증기가 排出되게 하여야 한다.

다. 排氣파이프

排氣用 配管은 다음 제9장 配管, 밸브 및 피팅류의 설치지침에 준하여 설치되어야 한다.

라. 排氣口 이외의 탱크 개구부

(1) 모든 탱크 개구부에 대한 연결부는 증기 또는 액체에 대하여 기밀성을 가져야 한다.

(2) 탱크의 각 연결부는 탱크의 胴體(Shell)에서 가능한 근접한 위치에 내부 혹은 외부 밸브가 설치되어야 한다. 외부 밸브 설치시 이같은 밸브와 그들 탱크

의 연결부는 저장되는 액체의 화학적특성이 鐵에 적합하지 않는 경우를 제외하고 鐵을 사용하여야 한다. 鐵 이외의 材質이 필요할 때 그들은 압력, 構造的 應力 그리고 화재 폭로시의 예상온도에 적절한 것을 사용해야 한다.

(3) 引火性 또는 可燃性液體를 저장하기 위해 설계 및 방호된 1층 건물을 제외하고 건물내부에 설치된 引火性 또는 可燃性液體 탱크는 비상시 廢棄(Disposal)에 사용되는 연결부를 제외하고 탱크부근에서의 화재 발생에 대비하여 액체 레벨 아래 각 引出用 連結部에 遠隔遮斷밸브 또는 自動遮斷 熱作動밸브(Auto-matic-closing heat-actuated value)가 설치되어야 한다. 상기 (2)에 요구된 밸브가 이 기능을 갖일 수 있다. 그리고 만일 세퍼레이트밸브(Separate valve)가 있으면 상기 (2)에 요구된 밸브에 인접하게 설치되어야 한다.

(4) 만일 충전파이프가 독립되어 있으면 手動計測을 위한 개구부는 증기가 새지 않도록 뚜껑 혹은 덮개가 설치되어야 한다. 각기 이같은 개구부는 체크밸브(Check valve) 혹은 기타 承認된 장치에 의해 액체의 넘쳐흐름과 蒸氣漏出 가능성에 대하여 방호되어야 한다.

(5) 원유, 가솔린 및 아스팔트 이외 Class IB 및 Class IC 액체에 대하여 충전파이프는 탱크 바닥에서 6인치 이내까지 확장시킴으로서 靜電氣 발생 가능성을 최소화하도록 設計 및 設置되어야 한다.

(6) 탱크내부 충전파이프는 파이프의 과도한 振動을 방지할 수 있도록 설치되어야 한다.

(7) 충전파이프의 입구는 着火源이 배제된 장소인 건물외부에 설치되어야 하고 건물 개구부로 부터 적어도 5 ft 정도 이격되어야 한다. 또한 충전파이프의 입구는 사용되지 않을 때에는 遮斷되어 액체의 漏出이 없게 하여야 한다.

(8) 건물내부에 설치된 탱크는 건물내부로 흘러넘침을 방지하기 위한 장치 혹은 기타 수단이 제공되어야 한다.

마. 기 타

건물내부의 저장탱크는 적절한 排水裝置를 갖고 傾斜가 완만한 장소에 단지

설치되어야 한다. 그리고 적어도 2시간의 耐火度를 갖는 구조물에 의해 건물의 다른 파트와 분리되어야 한다. 일상 탱크, 운전용 탱크(Running tank) 그리고 서어지 탱크(Surge tank)는 공정내 장소에 허용된다. 그리고 다른 실 또는 건물로의 통로는 적어도 4인치 높이의 문지방(Sills) 또는 램프(Ramps)를 설치 하여 액체가 漏出되지 않도록 하거나 또는 저장장소의 바닥이 적어도 주위바닥 보다 4인치 낮게 하여야 한다.

5. 탱크의 基礎 및 支持

가. 개 요

탱크의 기초는 탱크가 바르지 않게 고정될 수 있는 가능성을 최소화하도록 設計하여야 하고 기초위 탱크의 모든 부분은 腐蝕을 최소화할 수 있도록 設計하여야 한다. 탱크 서포트는 단단한 기초위에 설치되어야 하고 탱크 서포트는 콘크리트, 벽돌 혹은 鐵을 사용해야 한다.

나. 耐火度(Fire resistance)

鋼材지지대 또는 노출된 파일(Piles)은 産業安全保健法 위험물 저장·취급 설비에 관한 耐火基準에 따라 보호되어야 한다. 그러나 鋼材지지대의 높이가 30 cm 이하인 것은 제외되어도 된다. 그러나 지지대를 보호하기 위해 自動撒水設備등 폭발·화재발생시 즉시 소화할 수 있는 設備를 設置한 경우에는 耐火構造로 하지 않을 수 있다.

다. 球形탱크

球形탱크에 대한 서포트構造物를 設計할 때는 공학적인 고려가 주어져야 한다.

라. 荷重分布(Load distribution)

모든 탱크는 胴體(Shell)의 지지분포상 과도하게 荷重이 집중되는 것을 방지하

도록 지지되어야 한다.

마. 基礎(Foundations)

탱크는 콘크리트, 석조, 파일 또는 鐵로 구성된 지면위나 혹은 기초위에 설치해야 한다. 탱크기초는 탱크가 평탄하지 않게 고정될 가능성을 최소화할 수 있도록 設計해야 하며 기초위에 설치하는 탱크의 모든 부분은 腐蝕을 최소화할 수 있도록 設計하여야 한다.

바. 浸水地域에서의 탱크

탱크가 洪水에 浸水되기 쉬운 장소에 설치될 경우 설비는 탱크내에 액체가 충전되어 있거나 비어 있거나 탱크가 最大洪水水位에 달할 때에 遊動(Floating)이 없도록 설치되어야 한다.

(1) 地上탱크

(가) 각 垂直탱크는 最大洪水水位가 그 탱크의 許容貯藏容量의 적어도 30 % 이내에 미치도록 위치가 선정되어야 한다.

(나) 水平탱크는 탱크 저장용량의 70 % 이상이 最大洪水水位에 위치할 경우 단단하게 固定(Anchor)되어야 한다. 즉 引火性 또는 可燃性液體가 충전되었을 때 그리고 확정된 洪水段階에서 洪水에 의해 浸水될 때 탱크에 주어지는 荷重에 견딜 수 있도록 충분한 무게의 鋼材 및 콘크리트 기초 위에 固定되어야 한다. 그렇지 않을 경우에는 다른 수단에 의해 浮動이 방지될 수 있어야 한다. 밀폐되지 않아 액체가 漏出될 수 있는 탱크 排氣口 또는 기타 개구부는 最大洪水水位 이상이 되도록 설치되어야 한다

(다) 빈 또는 부분적으로 채워진 탱크의 충전을 위하여 물 공급설비가 설치되어 있어야 한다. 단 물로서 탱크를 채우는 것이 탱크의 내용물 때문에 비현실적이거나 위험할 경우는 제외한다. 그리고 탱크는 움직이거나 崩壞되는 것에 대비하여 기타 수단에 의해 보호되어야 한다.

(라) 球形(Spherical) 또는 橢圓體(Spheroid)탱크는 垂直 또는 水平탱크에 준하여 보호되어야 한다.

(2) 地下탱크(Underground tanks)

(가) 풍부하게 물 공급이 가능한 장소에서 引火性 또는 可燃性液體를 저장하는 地下탱크는 그들 貯藏容量의 70 % 이상이 最大洪水段階에서 浸水되는 곳에 놓여지면 물로서 채우고 荷重을 받을 때 및 浸水에 대비하여 움직임이 없도록 고정 또는 보호되어야 한다. 액체가 漏出될 수 있는 탱크 排氣口 또는 기타 개구부는 最大洪水水位 이상이 되게 하여야 한다.

(나) 물 공급이 여의치 않은 장소 또는 물로서 地下탱크를 충전하는 것이 저장내용물 때문에 문제가 될 경우에는 기타 수단에 의해 보호되어야 한다. 그리고 이러한 탱크는 만일 浸水될 때 외부압력에 안전하게 견딜 수 있게 製作 및 설치되어야 한다.

(3) 물 충전

물 충전에 의해 방호되는 탱크의 충전은 洪水가 危險水位에 달할 것이 예상될 때 시작되어야 하고 탱크의 밸브는 물 충전이 완료되는 때에 차단되어야 한다.

(4) 操作指示

(가) 洪水로 인한 非常時에 수행되는 작업지침 및 절차는 손쉽게 이용할 수 있어야 한다.

(나) 非常節次를 수행하도록 지정된 작업자는 이 조작에 필요한 밸브 및 기타 장치의 위치 및 취급에 대하여 사전에 잘 알고 있어야 한다.

사. 地震地域(Earthquake areas)

地震의 위험이 있는 장소에서는 탱크서포트와 연결부등은 이같은 衝擊에 의한 損傷에 견딜 수 있도록 設計하여야 한다.

6. 着火源

引火性液體가 존재하는 장소에서는 着火源을 제거하고 제어함으로서 발화를 방지하도록 유의해야 한다. 着火源은 裸火, 담배불, 鎔接.鎔斷 火焰, 뜨거운 표면, 摩擦熱, 빛, 스파크(靜電氣, 전기, 기계등), 自然發火, 물리화학적반응 그리고 輻射熱등을 포함한다.

7. 試 驗

가. 개 요

현장에 설치되는 모든 탱크는 製作된 코오드에 따라 설치되고 사용되기 전에 강도가 테스트되어야 한다.

나. 強度(Strength)

充填 및 排氣파이프의 수직 길이가 액체로 채워질 때 탱크의 바닥에 부과된 靜水頭(Static head)는 10 lb/in²를 超過한다. 탱크와 관련된 配管은 이러한 부과된 靜水頭に 일치하는 압력으로 靜水壓試驗되어야 한다. 그리고 탱크상부 배기라인의 높이가 너무 높은 특별한 경우에는 靜水壓試驗壓力은 공학적으로 이를 고려하여 결정되어야 한다.

다. 氣密性(Tightness)

상기 가. 및 나.에서 요구되는 強度試驗에 추가하여 모든 탱크 및 연결부는 氣密性試驗이 실시되어야 한다. 地下탱크를 제외하고 탱크가 설치, 사용되기 전에 이 氣密性試驗은 공기, 不活性가스 혹은 물로서 加壓하여 실시되어야 한다. 현장에 설치된 탱크의 경우에 強度試驗은 탱크기밀을 위한 시험으로 고려되어야 한다. 地下탱크와 配管은 사용장소에 설치되어 밀폐되기 전에 靜水壓的으로 氣密성이 테스트되거나 또는 3 lb/in²~5 lb/in²의 공기압력으로 테스트되어야 한다.

第9章 配管, 밸브 및 피팅류 設置指針

1. 概 要

가. 範 圍

이 조항에서 사용되는 配管시스템은 파이프, 튜빙, 후렌지, 볼팅, 가스켓, 밸브, 피팅류로 구성되며 伸縮이음(Expansion joints)과 스트레이너(Strainers) 같은 기타 구성품 그리고 混合, 分離, 分配, 計量 혹은 流量調節과 같은 목적으로 사용되는 장치로 구성된다. 그리고 이 지침은 보일러와 壓力容器코오드의 영역내에 있는 배관등에는 적용되지 않는다.

나. 設計(Design)

引火性 및 可燃性液體를 취급하는 配管시스템의 設計(재질선정을 포함), 製作, 組立, 試驗 및 檢査는 예상되는 作業壓力과 構造的應力에 대하여 적절해야 한다.

2. 配管, 밸브, 피팅류의 材質

가. 要求되는 材質

配管·밸브 혹은 피팅류에 대한 材質은 鋼, 노들러鐵(Nodular iron) 혹은 可鍛鐵(Malleable iron)이어야 한다. 그러나 다음 나.~라.에 제시된 것은 예외로 한다.

나. 例 外

鐵, 노들러鐵(Nodular iron) 또는 可鍛鐵(Malleable iron) 이외의 재질이 地下 혹은 취급되는 引火性 혹은 可燃性液體의 성질에 의해 요구될 경우에 한하여 사용될 수 있다. 鐵, 노들러鐵 또는 可鍛鐵 이외의 재질은 사용되는 물질에 대하여 공학적인 실험을 거쳐 이를 수용할 수 있는 사양으로 설계되어야 한다.

다. 라이닝(Linings)

配管, 밸브 및 피팅류는 可燃性 또는 非可燃性材質로서 라이닝할 수 있다.

라. 底融點材質(Low-melting materials)

알루미늄 및 黃銅 같은 底融點材質 또는 플라스틱과 같이 화재에 폭로시 軟化되는 재질 그리고 주철과 같이 延性이 없는 재질이 필요할 때는 그들이 화재에 폭로시 미치는 영향을 충분히 고려를 하여야 한다. 만일 이같은 재질이 地上 配管시스템이나 건물내에 사용된다면 그들은 화재폭로에 대비하여 적절하게 방호되어야 하며 이들 재질의 결함으로 부터 초래되는 漏出物이 사람이나 주요건물 또는 구조물에 暴露되지 않는 위치에 설치되거나 遠隔遮斷밸브에 의해 쉽게 制御되어질 수 있어야 한다.

마. 貯藏탱크 밸브

貯藏탱크에서 밸브는 저장되는 액체의 화학적특성이 鋼에 적합하지 않을 때 또는 탱크내부에 설치될 때는 鋼 또는 노듈러鐵 이외의 것이 사용될 수 있다. 외부에 설치될 때는 재질은 화재폭로시의 온도나 應力에 견딜 수 있도록 鋼 또는 모듈러鐵에 상당하는 延性(Ductility)과 녹는점(m.p)을 가져야 한다. 그렇지 않으면 2시간 이상의 耐火度를 갖는 재질등에 의해 방호되어야 한다.

3. 配管 連結部(Pipe Joints)

연결부는 액체가 漏出되지 않게 하여야 하고 鎔接, 후렌지 연결 또는 나사연결 되어야 한다. 나사로 연결되거나 이어진 것은 적절한 나사 실런트 또는 윤활에 의해 氣密性이 유지되어야 한다. 가능한 Class I 액체를 취급하는 配管시스템의 연결부가 건물내 감추어진 공간에 위치할 경우에는 鎔接되어야 한다.

배관의 氣密性 또는 기계적인 連續性を 위하여 可燃性材質의 摩擦特性 또는 彈力性이 요구되는 파이프 연결부는 건물내부에 사용되어서는 안된다. 그들은 건물외부 地上 혹은 地下에 사용될 수 있다. 만일 地上에 사용되면 配管시스템의 離脫로 부터 초래되는 漏出物에 사람이나 주요건물 또는 구조물에 심하게 暴露

되지 않도록 설계하여야 한다. 그리고 遠隔遮斷밸브에 의해 쉽게 制御되어질 수 있어야 한다.

4. 支持(Support)

配管시스템은 물리적인 損傷이나 浸下, 振動, 膨脹 혹은 收縮으로 부터 야기되는 過剩應力에 견딜 수 있도록 지지되고 보호되어야 한다.

5. 防蝕處理(Corrosion Protection)

引火性 또는 可燃性液體에 대한 모든 地上 또는 地下配管은 외부의 腐蝕을 방지하기 위하여 塗裝되거나 또는 기타 방법으로 보호되어야 한다.

6. 밸브(Valves)

配管시스템은 시스템을 적절하게 운전하기 위하여 그리고 플랜트를 보호하기 위하여 충분한 수량의 밸브가 설치되어야 한다. 또한 펌프 연결부의 配管시스템은 정상운전시 그리고 물리적인 損傷 발생시 액체의 流量을 적절하게 제어할 수 있도록 충분한 수량의 밸브가 적절하게 연결되어야 한다. 탱크車 혹은 탱크車輛 등에서 펌프에 의해 貯藏탱크 까지 액체를 배출할 때 파이프라인의 각 연결부는 만일 배관배치가 그 시스템으로 부터 逆流가 가능하다면 逆流를 방지하기 위하여 체크밸브(Check valves)를 설치하여야 한다.

7. 試 驗

사용장소에 설치되어 덮개가 설치되고 密閉되기 전에 모든 배관은 그 시스템의 最大豫想壓力의 150 % 로 靜水壓試驗되거나 또는 最大豫想壓力의 110 %로 壓縮空氣에 의해 試驗되어야 한다. 그러나 그 압력은 적어도 5 psig(34.5 kPa) 이어야 한다. 이 試驗은 모든 이음매와 연결부의 완전한 肉眼檢査를 위하여 충분한 시간 즉, 적어도 10분 동안 유지되어야 한다.

第 10 章 容器 및 移動式 탱크貯藏 安全指針

1. 適用 範圍

가. 概 要

이 지침은 引火性 또는 可燃性液體를 저장할 경우 單一容量이 60 gal(227 ℓ)을 超過하지 않는 드럼 또는 기타 용기(引火性 에어졸을 포함하는) 그리고 單一容量이 660 gal(2,498 ℓ)을 超過하지 않는 移動式 탱크에 적용되어야 한다. 移動式 탱크는 60 gal을 超過하는 액체를 취급할 경우에 흔히 사용되고 있으며 특히 化學 및 食品製造工業과 塗料製造工業 등에서 많이 사용되고 있다.

또한 많은 산업체에서 引火性液體는 55 gal(208 ℓ) 드럼(Drums)으로 판매 또는 구입되어 직접 또는 더 작은 용기에 분배되어 사용된다. 일반적으로 購入 상태의 密封된 드럼을 저장하는 것은 안전하다고 생각하지만 저장중 이들 드럼은 화재 및 폭발에 대비하여 방호되어야 하고 또한 가득찬 드럼은 태양의 직사광선 또는 기타 열원으로 부터 차단 및 보호되어야 한다.

少量의 引火性液體를 취급할 경우 가장 적합한 것은 移動式 安全罐(Potable safety cans)으로서 이 安全罐은 0.5 ℓ에서 19 ℓ(5 gal)의 각종 크기를 갖고 그 종류 또한 分配밸브, 注入대롱(Pouring spouts) 또는 分配호스를 갖는 것등 여러 가지가 있다. 그리고 고무 接着劑나 重油 같은 粘性液體의 사용에 적합한 安全容器도 사용되고 있다.

나. 例 外

이 지침은 다음 경우는 적용되지 않는다.

(1) 大規模 플랜트, 注油所, 精製設備, 化學플랜트 그리고 蒸溜設備에서의 容器 貯藏

(2) 自動車, 航空機, 보트 및 移動式 또는 固定式 엔진燃料탱크에서의 Class I 또는 II 액체

- (3) 크기가 1 gal을 超過하지 않는 單一容器에 包裝된 飲料
- (4) 木材배럴(Wooden barrels) 또는 통(Casks)내의 蒸溜酒精 및 술

2. 容器의 設計 및 製作

가. 크 기

引火性 및 可燃性液體 容器와 移動式 탱크의 크기는 〈표 10-1〉에 준하여야 한다. 그러나 Class IA 혹은 IB 引火性液體 중 금속과 接觸함으로써 그 용도에 나쁜 영향을 미치거나 또는 금속용기를 過渡하게 腐蝕시킴으로서 漏出을 초래할 수 있는 액체의 경우는 1 gal 용량 이하의 유리 또는 플라스틱 용기가 사용될 수 있다.

〈표 10-1〉 容器 및 移動式탱크의 最大許容크기(Maximum allowable size)

容器的 타입	引火性液體			可燃性液體	
	Class IA	Class IB	Class IC	Class II	Class III
유리 또는 승인된 플라스틱용기	1 pt	1 qt	1 gal	1 gal	1 gal
금속용기	1 gal	5 gal	5 gal	5 gal	5 gal
安全캔	2 gal	5 gal	5 gal	5 gal	5 gal
금속드럼(DOT사양)	60 gal	60 gal	60 gal	60 gal	60 gal
승인된 移動式탱크	660 gal	660 gal	660 gal	660 gal	660 gal
폴리에틸렌(DOT사양)	1 gal	5 gal	5 gal	60 gal	60 gal

* SI Unit : 1 pt=0.473 ℓ ; 1 qt=0.95 ℓ ; 1 gal=3.8 ℓ

나. 容器에 대한 防護裝置

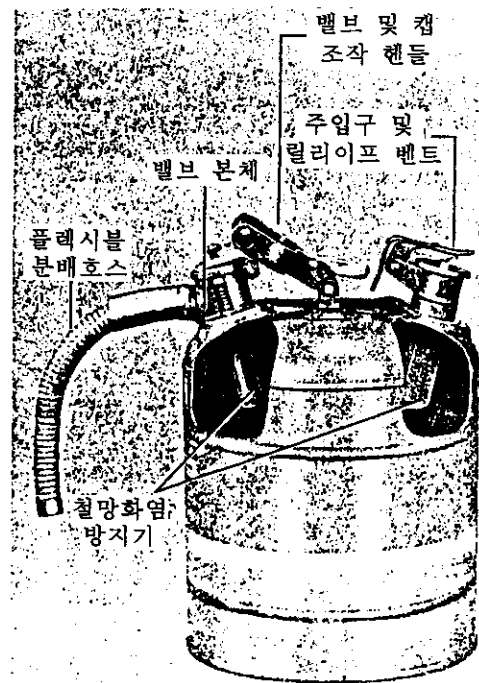
폭발·화재에 대비하여 引火性液體 용기를 보호하고 이들 물질을 안전하게 취급 및 저장하기 위하여 다양한 장치가 사용되고 있다. 이들 장치는 自動密閉 덮개

또는 밸브, 壓力 및 眞空放出裝置 그리고 火焰防止器(Flame arrestors) 등으로서 다음을 참조하여 사용시 반드시 이를 고려하여야 한다.

(1) 自動密閉 덮개(Self-closing covers)

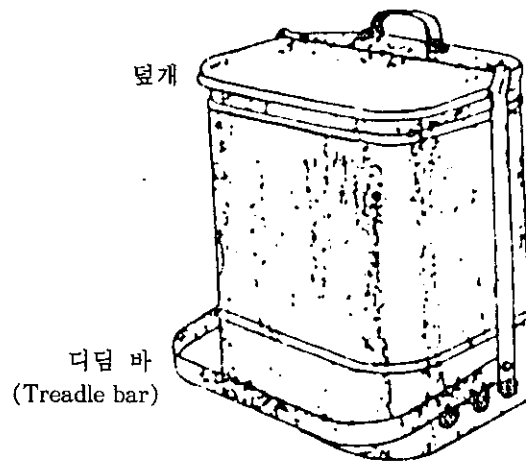
自動密閉 덮개는 저장중에 액체의 증발을 억제하고 외부공기를 차단함으로써 화재의 발생을 방지한다. 일반적으로 引火性液體 용기에서의 自動密閉 덮개는 그들을 密閉하는 방법에 따라 3가지 형태로 분류된다. 즉 重力(Gravity), 스프링作動(Spring action) 그리고 重力과 可融링크 메카니즘(Fusible link mechanism)에 의해 작동되는 스프링作動을 병행한 방법이 있다.

(가) 스프링作動 덮개(Spring-action cover)는 移動式 安全容器로서 가장 흔히 사용되는 것으로서 3가지 유용한 안전기능을 갖는다. 즉 過壓放出의 技能, 漏出에 대한 용기의 密閉技能 그리고 증기의 蒸發과 放出을 최소화하는 기능을 갖고 있다. 스프링作動 容器의 덮개는 분배 또는 충전중에 손의 압력으로 개방되고 손의 압력이 제거될 때 덮개가 자동으로 덮혀진다([그림 10-1] 참조).



[그림 10-1] 스프링作動 덮개가 설치된 安全容器의 예

(나) 重力타입 덮개(Gravity-type covers)는 일반적으로 洗滌탱크(Washer tanks) 및 덤탱크(Dip tanks)에 사용되며 폐걸레 保管容器 또는 일부 큰 탱크의 경우 디딤 바(Treadle bar)를 눌림으로서 개방되는 重力타입 덮개가 사용되기도 한다. [그림 10-2]는 安全 廢棄用容器(Safety disposal cans)의 한 예를 나타낸 것이다.



[그림 10-2] 安全 廢棄用容器的 예

(다) 組合形 덮개(Combination-type cover)는 세척 및 청소작업을 위한 용기개방시 安全裝置로서 그리고 廢棄用容器나 드럼의 내용물을 안전하게 밀봉하기 위하여 可融링크 메카니즘을 갖는다. 덮개가 열리는 可融連結部는 비교적 낮은 온도인 대략 160 °F(71 °C)에서 녹게 되는바 만일 화재가 용기내 또는 부근에서 발생되면 可融링크 連結部가 녹아 프링作用 및 重力에 의해서 덮개가 닫혀지도록 설계된다. 이는 용기내부 화재를 빠르게 덮어 消火하거나 또는 외부 화재를 차단하는 효과가 있다.

(2) 壓力放出裝置(Pressure-relief devices)

引火性液體는 휘발성이 있기 때문에 증기압 방출을 위하여 배기가 고려되어야

한다. 가열시스템, 화재 또는 기타 열원에 용기가 暴露될 때 용기내의 蒸氣膨脹으로 인하여 압력이 상승될 수 있으며 만일 이러한 압력을 방출할 수 있는 장치가 없다면 증기의 발화 및 주위 장소에서의 화재확산으로 인하여 용기가 파괴될 수 있다. 또한 壓力放出裝置는 용기내에 압력의 過剩上昇을 방지함으로서 용기를 개방하는 사람의 옷이나 얼굴에 증기가 噴出되는 것을 방지할 수 있다.

(가) 安全容器

移動式 安全容器를 密封하기 위하여 사용된 스프링作動 덮개는 그 자체가 壓力放出에 활용된다. 상기 [그림 10-1]의 安全容器는 용기내 압력이 상승될 경우 어느 압력 이상에서 증기가 放出되도록 스프링 덮개가 열리고 어느 한계 이하에서는 기밀을 유지하기 위하여 자동적으로 닫혀지게 된다. 증기누출의 잠재적인 위험 때문에 安全容器는 密閉場所에 저장되어서는 안되며 漏出된 증기를 묻히고 분산할 수 있도록 換氣가 고려되어야 한다.

(나) 드 럽

저장드럼에 대한 安全마개 배기구(Safety bung vent)도 유사한 방법으로 작동된다. 내부압력 상승시 코일 스프링(Coil spring)의 작동에 의해 밸브가 열리고 內部壓力이 放出된 후 밸브는 자동적으로 차단된다.

(다) 移動式탱크

移動式 탱크에는 火災暴露 조건하에서 내부압력을 10 psig(68.9 kPa) 또는 탱크 破裂壓力의 30 % 이하로 抑制하기 위하여 충분한 放出容量을 갖는 하나 이상의 非常放出裝置가 상부에 설치되어야 한다. 全體放出容量은 상기 제 8 장. 2. 다. (3) 또는 (5)에 규정된 것 이상이어야 하며 적어도 시간당 6,000 ft³(free air, 14.7 psig 및 15.6 °C)의 最少容量을 갖는 하나의 壓力作動 放出口가 사용되어야 한다. 그리고 이는 적어도 5 psig(34.5 kPa)에서 작동되도록 設定되어야 한다. 만일 可融放出口(Fusible vents)가 사용된다면 이것은 148.9 °C를 超過하지 않도록 그 이하의 온도에서 작동되어야 한다. 壓力作動 放出口를 막을 수 있는 페인트, 건조 오일 및 기타 물질이 사용될 때는 火災暴露時 최대 148.9 °C에서 작동에 문제를 야기하지 않는 可融放出口가 사용되어야 한다.

(3) 眞空放出裝置(Vacuum-relief devices)

眞空放出을 위한 배기구는 技能 및 安全上의 이유로 필요한 것으로서 이는 액체가 密閉된 용기로 부터 연속적으로 흘러 分配될 수 있게 액체에 의해 비워진 공간이 眞空狀態가 되지 않도록 배기하는 기능을 가지며 또한 眞空放出은 갑작스러운 冷却에 기인하여 引火性液體 容器가 損傷되는 것을 방지할 수 있다([그림 10-1] 참조).

(가) 安全容器

眞空放出은 移動式 安全容器에 있어서는 문제가 되지 않는 데 이는 큰 배출구를 통하여 공기가 자유롭게 들어갈 수 있기 때문이다. 일반적으로 眞空放出 開口部는 보통 작은 배출구를 갖는 용기에 필요하다.

(나) 저장드럼에 대한 眞空放出은 흔히 壓力放出 排氣口와 콤바인된다. 手動 眞空放出은 공기가 드럼으로 들어갈 수 있도록 마개 배기구(Bung vent)를 훌륭하게 하거나 들어 올림으로서 행해진다. 自動 眞空放出에 있어서는 액체가 드럼으로 부터 배출될 때 대기압에 의해 역지로 개방되고 드럼내의 압력이 대기압과 같을때 自動 眞空放出밸브는 기밀을 유지하기 위하여 차단된다.

(4) 火焰防止器(Flame arrestors)

火焰防止器를 引火性液體 容器의 배기구 또는 개구부에 설치함으로서 용기속으로 火焰이 傳播되는 것을 방지한다([그림 10-1] 참조). 火焰防止器의 기본적인 기능은 열을 吸收하고 發散하는 것으로서 이는 외부 발화원에 의해 용기내의 증기가 연소되는 것을 방지한다. 火焰防止器 스크린은 적절한 위치에 부착되어야 하며 引火性液體, 蒸氣 및 空氣를 자유롭게 통과할 수 있게 하여야 한다.

火焰防止器는 전형적으로 하나 이상의 金屬스크린 또는 多孔金屬層으로 제작된다. 二重壁 실린더 형태에 있어서 火焰防止器는 분배와 충전을 위하여 移動式 安全容器의 개구부에 설치된다. 火焰防止器는 또한 드럼, 洗滌탱크, 플런저 캔(Plunger cans) 및 기타 특정용기에 대한 분배, 충전 및 방출 악세사리 설계에 통합되어야 한다.

3. 貯藏캐비닛 設計 및 製作

흔히 사업장에서 引火性液體를 최종 사용장소인 작업장내에 보관하는 경우가 많으며 소량의 引火性 또는 可燃性液體를 저장할 경우에는 승인된 貯藏캐비닛 ([사진 10-1] 참조)에 보관, 관리하여야 한다. 저장량 또한 당일 사용할 수 있는 양으로 한정하는 것이 바람직하다. 뿐만 아니라 貯藏캐비닛을 임의로 제작 사용하는 경우가 많은 데 이를 설치할 경우에는 다음 基準에 적합한 것을 사용하여야 한다.



[사진 10-1] 引火性 또는 可燃性液體 貯藏캐비닛의 예

가. 最大 크기

貯藏캐비닛에 저장될 수 있는 量은 Class I 및 II 액체는 최대 60 gal 그리고 Class III 액체는 120 gal 이하로 하여야 한다.

나. 製 作

(1) 金屬캐비닛(Metal cabinets)

金屬캐비닛은 다음에 준하여 제작된 것을 사용하여야 한다([그림 10-3] 참조).

(가) 캐비닛의 바닥, 문, 상면 및 측면은 적어도 0.042인치(1.07 mm) 두께의 金屬시이트여야 한다.

(나) 1 1/2인치(38 mm) 공기공간을 갖는 二重壁으로 제작되어야 한다.

(다) 모든 조인트는 리벳(Rivet), 鎔接 또는 동등 효과를 갖는 방법으로 제작되어야 한다.

(라) 문은 3점 결쇠(Three-point latch)에 의해 고정되어야 한다.

(마) 문지방(Doorsill)은 캐비닛내에서의 液體漏出에 대비하여 적어도 캐비닛의 바닥 보다 2인치 높아야 한다.

(바) 캐비닛의 외부의 바닥에 接地線이 설치되어야 한다.

(사) 캐비닛은 防火目的으로 배기구를 설치할 필요가 없다. 그러나 기타 이유로 배기구를 설치할 경우에는 외부 안전한 곳으로 배기되게 하여야 한다. 또한 배기되지 않을 때는 배기구는 적절한 금속마개로서 密閉되어야 하며 필요시는 換氣시스템에 연결되어야 한다.

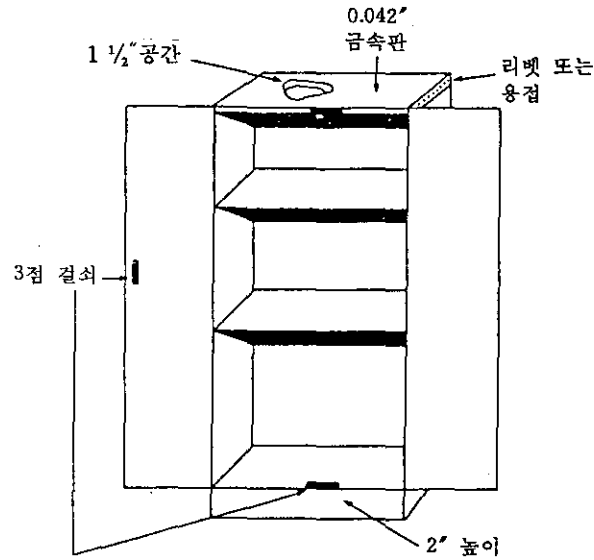
(2) 木材캐비닛(Wooden cabinets)

木材캐비닛은 다음 방법으로 제작된 것을 사용하여야 한다([그림 10-4] 참조).

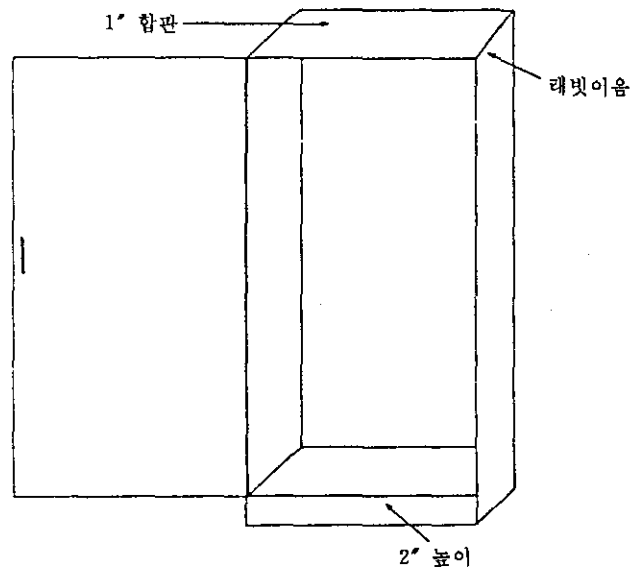
(가) 측면 및 상부는 두께가 적어도 1인치 이상의 合板(Plywood)으로 제작되어야 하며 破壞되거나 얇은 조각으로 쉽게 갈라지지 않아야 한다.

(나) 모든 조인트는 래빗이음(Rabbeted joint)으로 하거나 납작머리 목재나사(Flat head woodscrews)로 두 방향에서 고정되어야 한다.

(대) 하나 이상의 문이 사용될 때는 1인치 이상 重疊하여 래빗이음으로 하여야하며 힌지(Hinges)는 發火試驗을 수행할 때 스크루의 윗머리나 연소에 기 인하여 그들이 締結能力을 잃지 않는 방법으로 설치되어야 한다.



[그림 10-3] 金屬캐비닛 구조 개략도



[그림 10-4] 木材캐비닛 구조 개략도

다. 耐火度(Fire resistance)

貯藏캐비닛은 NFPA 251, 건물구조 및 재질의 標準 發火試驗方法(Standard Methods of Fire Tests of Building Construction and Materials)에 제시된 標準時間-溫度曲線을 사용 10분 동안 發火試驗을 실시할 때 내부온도가 325 °F(162.8 °C) 이하로 제한되도록 설계 및 제작되어야 한다. 모든 조인트 및 이음부는 빈틈이 없어야 하고 문은 發火試驗中에 완전하게 차단되어야 한다. 캐비닛에는 확실하게 보이는 글체로 “인화성-화기엄금”이라는 표지를 부착해야 한다.

4. 内部 貯藏室의 設計

引火性 또는 可燃性液體를 저장하는 가장 적절한 방법은 격리된 단독 건물내에 저장하는 것이라 할 수 있다. 만일 이것이 불가능할 경우에는 耐火構造의 壁, 문, 천정 및 바닥을 갖는 특정실에 저장되어야 한다. 다음에 이에 대하여 자세하게 기술하고자 한다.

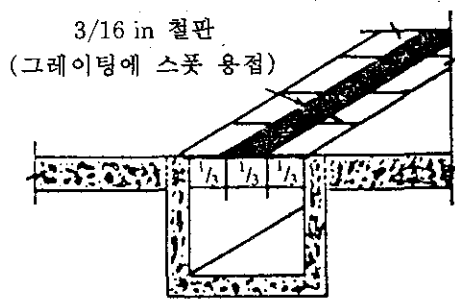
가. 構造

(1) 内部 貯藏室은 요구되는 耐火度等級에 따라 제작되어야 한다. 이러한 구조는 NFPA 251, 건물구조 및 재질의 標準發火 試驗方法(Standard Methods of Fire Tests of Building Construction and Materials)에 준한 시험사양에 일치하여야 한다.

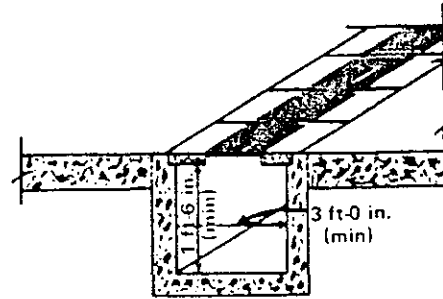
(2) 자동 스프링클러등 자동 火災消火시스템이 설치될 경우에 이들 시스템은 적절한 기준에 따라 설계 및 설치되어야 한다.

(3) 인접한 다른 실 또는 건물에 대한 내부벽의 通路는 적어도 4인치 높이의 非可燃性材質로서 액체가 浸透되지 않는 문지방(Sills) 또는 램프(Ramps)를 설치하거나 또는 저장장소내의 바닥을 주위 바닥보다 적어도 4인치가 낮게 함으로써 인접 장소로 액체가 흘러가는 것을 방지할 수 있어야 한다.

만일 오픈쇠격자 트렌치(Open-grated trench)를 설치하고자 할 경우에는 [그림 10-5]와 같은 트렌치를 실내 전 출입구 주위에 설치하고 漏出된 액체를 안전한 곳으로 배출하여 처리할 수 있도록 하여야 한다.



(A) 철판 및 그레이팅 덮개



(B) 사전 제작된 콘크리트 및
철판 그레이팅 덮개

[그림 10-5] 排水用 트렌치(Drainage trench) 개략도

(4) 通路는 승인된 自動遮斷防火門(Self-closing fire doors)이어야 한다. 排水路를 제외하고 바닥은 액체에 대하여 非浸透性이어야 하고 실의 벽과 바닥을 연결하는 연결부도 非浸透性이어야 한다.

(5) 건물 혹은 기타 시설물의 다른 부분으로 露出되면 창문은 消防法 및 NFPA No.80, 防火門 및 窓門에 대한 기준(Standard for Fire Doors and Windows)에 따라 방호되어야 한다. 그리고 기타 耐火基準에 관한 사항은 消防法 및 産業安全保健法の 위험물저장.취급설비에 관한 耐火基準 등에 따라야 한다.

(6) 최소 1인치 呼稱두께의 木材는 선반(Shelving), 짐갈개(Dunnage) 및 기타 유사한 설비에 사용될 수 있다.

나. 等級別 貯藏量

내부 저장실에서의 貯藏量은 다음 〈표 10-2〉에 따라야 한다.

〈표 10-2〉 内部 貯藏室에서의 貯藏

自動防火設備*	耐火度	最大바닥面積	全體 許容量 (gal/ft ² /바닥面積)
設置	2 時間	500 ft ²	10
未 設置	2 時間	500 ft ²	5
設置	1 時間	150 ft ²	4
未 設置	1 時間	150 ft ²	2

* 防火시스템은 스프링클러(Sprinkler), 撒水(Water spray), 二酸化炭素, 할론 또는 기타 消火시스템을 의미한다.

다. 電氣設備

내부 저장실에 설치된 電氣配線과 電氣機械·器具등은 사업장 防爆構造 電氣機械·器具·配線등의 選定·設置 및 補修에 관한 基準(勞働部 告示 제93-19호)에 따라 설치되어야 한다.

라. 換氣(Ventilation)

(1) 모든 내부 저장실은 自然 또는 機械 換氣시스템이 설치되어야 한다. 만일 Class I 액체가 실내에서 분배된다면 반드시 機械 換氣시스템이 사용되어야 한다.

(2) 機械 換氣시스템은 바닥면적 ft^2 및 분당 배기량은 적어도 1 ft^3 (3 m^3 당 1 m^3/min)여야 한다.

(3) 만일 기계 換氣시스템이 사용된다면 그 換氣시스템의 스위치는 문의 외부에 설치되고 콘트롤되어야 한다.

(4) 배기는 발생하는 증기의 密度를 고려하여야 하며 공기 보다 무거운 증기에 대해서 배기구는 바닥에서 12인치 이내에 설치되어야 하고 공기 급기구는 바닥의 12인치 이내의 반대편 벽에 하나 이상을 설치하여야 한다. 공기의 움직임은 바닥이나 실내에 증기가 蓄積되는 것을 방지할 수 있도록 바닥의 모든 부분을 통과하도록 설계되어야 한다.

(5) 배기공기는 再循環 없이 건물외부로 배기되어야 한다. 그러나 농도를 연속적으로 모니터하여 증기-공기혼합기의 농도가 燃燒下限界의 1/4이상이 될 때 이를 檢出하여 자동적으로 경보를 발하고 再循環을 정지할 수 있는 경우에는 再循環이 허용될 수 있다.

(6) 分配場所(Dispensing areas)에서의 機械 換氣시스템은 換氣시스템의 정지 또는 이상발생시 경보를 발하도록 인터록되어야 한다.

마. 貯藏 및 配置

모든 내부 저장실에는 최소 3 ft 폭의 通路(Aisle)가 하나 이상 유지되어야 한

다. 30 gal을 넘는 용기는 다른 용기 위에 쌓아 올려서는 안된다.

5. 建物内部 貯藏

가. 出 口

引火性 또는 可燃性液體는 출구, 계단 혹은 통상 사람의 待避口로서 사용되는 장소에 저장하여서는 안된다.

나. 容器(Containers)

容器 또는 移動式탱크 내에서의 引火性 또는 可燃性液體의 저장은 다음 다.~마.에 따라야 한다.

다. 事務室

건물의 유지 및 관리를 위한 塗裝(Painting) 또는 장비의 操作등을 위하여 일시적으로 사용되는 경우를 제외하고 引火性 또는 可燃性-液體의 저장은 금지되어야 한다. 부득이 저장하여야 할 경우에는 貯藏캐비닛에 密閉된 금속용기 또는 安全캔(Safety cans)으로 보관되거나 작업자가 상주하는 건물쪽으로 문이 없는 내부 저장실에 보관되어야 한다.

NFPA에서는 다음과 같이 규정하고 있다.

(1) 격리된 내부 저장소 외부에 저장할 경우 Class I 액체는 安全캔의 경우 2 gal(7.6 ℓ) 그리고 기타 용기는 1 gal(3.8 ℓ)의 용량을 超過하여서는 안된다.

(2) 貯藏캐비닛 또는 격리된 내부 저장소 외부 한 Fire area에 安全캔을 사용하지 않고 저장할 경우 Class I 및 II 액체는 10 gal(37.8 ℓ) 이하여야 한다.

(3) 貯藏캐비닛 또는 격리된 내부 저장소 외부 한 Fire area에 安全캔을 사용하여 저장할 경우 Class I 및 II 액체는 25 gal(94.6 ℓ) 이하여야 한다.

(4) 貯藏캐비닛 또는 격리된 내부 저장소 외부에 저장할 경우 Class IIIA 액체는 60 gal(227 ℓ) 이하여야 한다.

라. 일반목적 공공 저장소

저장은 〈표 10-3〉 또는 〈표 10-4〉에 따라야 한다. 그리고 標準 防火壁(Fire-walls)에 의해 遮斷되는 건물 또는 건물내 일정장소에 저장되어야 한다. 引火性 또는 可燃性液體에 火災暴露의 위험을 야기하지 않는 물질은 같은 장소에 저장되어질 수 있다.

〈표 10-3〉 建物内部 容器貯藏

액체 Class	貯藏 레벨	파일당 最大貯藏量(gal)	
		自動防火시스템 設置	自動防火시스템 未設置
IA	地面 및 바닥 위	2,750(50)	660(12)
	地下室	許容不	許容不
IB	地面 및 바닥 위	5,550(100)	1,375(25)
	地下室	許容不	許容不
IC	地面 및 바닥 위	16,500(300)	4,125(75)
	地下室	許容不	許容不
II	地面 및 바닥 위	1,650(300)	4,125(75)
	地下室	5,500(100)	許容不
III	地面 및 바닥 위	55,000(1,000)	13,750(250)
	地下室	8,250(450)	許容不

- 주 1) 2종 이상의 Class 물질이 단일 파일(Pile)에 저장될 때 그 파일내에 허용되는 최대 갠런양은 각 갠런양 중 가장 적은 것을 기준으로 하여야 한다.
- 2) 通路를 설치할 경우 용기가 通路로 부터 12 ft 이내에는 없게 한다. 메인 通路는 적어도 8 ft 폭이어야 하고 사이드 通路는 적어도 4 ft 폭이어야 한다.
- 3) 각 파일은 적어도 4 ft 서로 이격되어야 한다.
- 4) 괄호 안의 숫자는 55 gal 드럼에 상당하는 수를 가리킨다

〈표 10-4〉 建設内部 移動式 탱크貯藏

액체 Class	貯藏 레벨	파일당 最大 貯藏量(gal)	
		自動防火시스템 設置	自動防火시스템 未設置
IA	地面 및 바닥 위	許容不	許容不
	地下室	許容不	許容不
IB	地面 및 바닥 위	20,000	2,000
	地下室	許容不	許容不
IC	地面 및 바닥 위	40,000	5,500
	地下室	許容不	許容不
II	地面 및 바닥 위	40,000	5,500
	地下室	20,000	許容不
III	地面 및 바닥 위	60,000	22,000
	地下室	20,000	許容不

- 주 1) 2층 이상의 Class 물질이 단일 파일(Pile)에 저장될 때 그 파일내에 허용되는 최대 갠런량은 각 갠런양 중 가장 적은 것을 기준으로 하여야 한다.
- 2) 通路를 설치할 경우 용기가 通路로 부터 12 ft 이내에는 없게 한다. 메인通路는 적어도 8 ft 폭이어야 하고 사이드通路는 적어도 4 ft 폭이어야 한다.
- 3) 각 파일은 적어도 4 ft 서로 이격되어야 한다.

마. 引火性 및 可燃性液體 저장소 또는 저장건물

(1) 만일 저장건물이 어떤 건물 또는 増築되어질 수 있는 인접하는 소유물경계로 부터 50 ft 이하에 설치될 경우 暴露된 벽은 적어도 2시간의 耐火度을 갖고 창이나 출입구가 없는 벽이어야 한다.

(2) 건물내에서 액체의 전체량은 제한되지는 않는다. 그러나 저장배치는 다음 〈표 10-5〉 또는 〈표 10-6〉에 따라야 한다.

(3) 파일(Piles) 내에서 용기는 安全性을 주기 위하여 그리고 용기벽에 과도한 應力을 방지하기 위하여 필요한 팔레트(Pallet) 혹은 짐갈개(Dunnage)에 의

해 분리되어야 한다.

(4) 한 층(Tire) 높이 이상으로 저장된 移動式탱크는 짐갈개 없이 안정되게 포갤 수 있도록 설계하여야 한다. 그리고 그 높이에서 안전하게 탱크를 취급하고자 할 경우는 적절한 취급장치가 사용되어야 한다.

(5) 파일은 가장 가까운 빔(Beam), 대들보 또는 기타 장애물에서 3 ft 이상 근접되어서는 안된다. 그리고 스프링클러 디플렉터 또는 살수설비의 배출 오리피스(Discharge orifices) 또는 기타 일반 防火시스템 아래에서 3 ft이어야 한다.

(6) 적어도 3 ft 폭의 통로가 문, 창문 혹은 垂直管連結部(Stand pipe connections)에 접근을 위하여 필요할 경우 제공되어야 한다.

6. 建物外部 貯藏

가. 概 要

建物外部에 容器 또는 移動式탱크를 저장할 경우에는 〈표 10-5〉 또는 〈표 10-6〉 그리고 다음 나. 및 라.에 따라야 한다.

〈표 10-5〉 建物外部 容器貯藏

액체 Class	파일당 최대량 (gal)	파일의 높이 (ft)	파일 사이 의 거리 (ft)	설치될 수 있는 시 설물 경계까지 거리 (ft)	도로, 소로, 공공도 로까지 거리 (ft)
IA	1,100	10	5	20	10
IB	2,200	12	5	20	10
IC	4,400	12	5	20	10
II	8,800	12	5	10	5
III	22,000	18	5	10	5

주 1) 2종 이상의 Class 물질이 단일 파일에 저장될 때 그 파일에서의 최대 겹
련량은 각 겹련양 중 가장 적은 것을 기준으로 하여야 한다.

2) 각 용기의 200 ft 이내에는 화재 콘트롤장치의 접근을 허용하기 위하여
12인치 폭의 通路가 있어야 한다.

- 3) 리스트된 거리는 자동 스프링쿨러등의 防火設備를 갖는 시설물에 적합하다. 만일 防火設備가 갖추어져 있지 않으면 칼럼(Columns) 5에서의 거리는 2배가 되어야 한다.
- 4) 저장되는 전체량이 파일당 최대량의 50 %를 超過하지 않을 때 칼럼 5와 6에서의 거리는 50 % 감소될 수 있다. 그러나 최소 3 ft 이상이어야 한다.

〈표 10-6〉 建物外部 移動式 탱크貯藏

액체 Class	파일당 최대량 (gal)	파일의 높이 (ft)	파일 사이 의 거리 (ft)	설치될 수 있는 시 설물 경계까지 거리 (ft)	도로, 소로, 공공도 로까지 거리 (ft)
IA	2,200	7	5	20	10
IB	4,400	14	5	20	10
IC	8,800	14	5	20	10
II	17,600	14	5	10	5
III	44,000	14	5	10	5

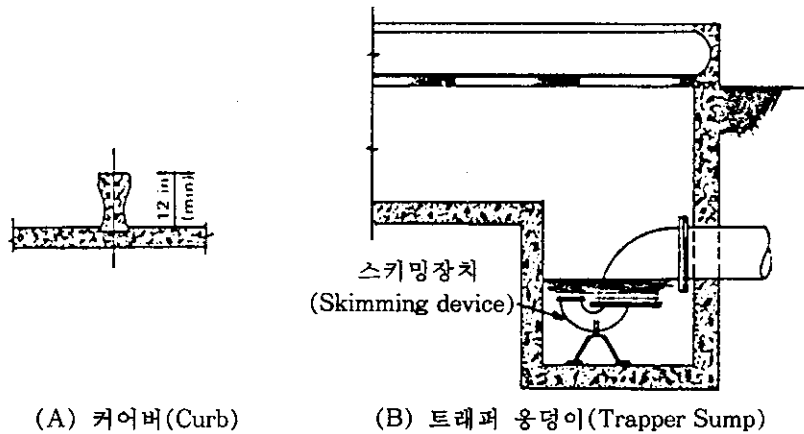
- 주 1) 2종 이상의 Class 물질이 단일 파일에 저장될 때 그 파일에서의 최대 겔런량은 각 겔런량 중 가장 적은 것을 기준으로 하여야 한다.
- 2) 각 용기의 200 ft 이내에는 화재 콘트롤장치의 접근을 허용하기 위하여 12인치 폭의 通路가 있어야 한다.
 - 3) 리스트된 거리는 자동 스프링쿨러등의 防火設備를 갖는 시설물에 적합하다. 만일 防火設備가 갖추어져 있지 않으면 칼럼(Columns) 5에서의 거리는 2배가 되어야 한다.
 - 4) 저장되는 전체량이 파일당 최대량의 50 %를 超過하지 않을 때 칼럼 5와 6에서의 거리는 50 % 감소될 수 있다. 그러나 최소 3 ft 이상이어야 한다.

나. 最大貯藏(Maximum storage)

引火性 및 可燃性液體는 최대 1,100 gal(4,163 ℓ)이 같은 토지내에 설치된 건물에 인접하게 저장될 수 있다. 그리고 저장되는 량이 1,100 gal을 超過하면 건물과 引火性 또는 可燃性液體의 가장 가까운 용기사이에 10 ft의 최소거리가 유지되어야 한다.

다. 옆질러짐 對鎖(Spill containment)

저장장소는 건물 또는 기타 暴露場所로 부터 가능한 멀리 그리고 옆질러진 것을 轉換할 수 있도록 완만한 傾斜를 갖게하거나 또는 적어도 6인치 높이의 커어버(Curb)에 의해 포위되어야 한다. 커어버가 사용될 때 설비는 빗물 혹은 引火性 및 可燃性液體 누출물이 蓄積되지 않도록 排水될 수 있어야 한다. 배수구는 안전한 장소에서 종결시키고 화재발생시 적절하게 조치할 수 있도록 접근이 용이하여야 한다([그림 10-6] 참조).



[그림 10-6] 커어버(Curb) 및 排水시스템 개략도

라. 保護(Security)

저장장소는 함부로 조작하거나 불법침입자로 부터 保護되어야 하고 저장에 필요하지 않은 雜草, 殘留物(Debris) 및 기타 가연성물질이 없어야 한다.

第 11 章 플랜트(Plants)별 安全指針

1. 産業플랜트(Industrial Plants)

가. 概要

(1) 適 用

이 指針은 다음 産業플랜트에 적용되어야 한다.

(가) 引火性 또는 可燃性液體가 주업무에 부수적으로 사용하는 곳

(나) 引火性 또는 可燃性液體가 混合, 乾燥, 蒸發, 濾過, 蒸溜등과 같은 유니트의 物理的操作 그리고 化學反應이 포함되지 않는 유사한 조작에 단지 취급 및 사용하는 곳

(2) 예 외

酸化, 還元, 할로젠화, 水素化, 알킬화, 重合등과 같은 化學反應 그리고 기타 화학 프로세스를 포함하는 이같은 화학플랜트 부분은 다음 工程플랜트 지침에 따라야 한다.

나. 引火性 및 可燃性液體의 부수적인 貯藏 및 使用

(1) 適 用

이 지침은 自動車, 機械器具, 電氣裝置 및 家具製造業등과 같이 주업무에 단지 부수하여 引火性 또는 可燃性液體를 사용 및 저장하는 産業플랜트 분야에 적용되어야 한다.

(2) 容 器

引火性 또는 可燃性液體는 탱크 또는 密閉된 容器에 저장되어야 한다.

(가) 다음 (나)와 (다)에 제시된 것을 제외한 기타 저장은 앞의 제 8장에 따라야 한다.

(나) 내부 저장실 또는 건물내 어떤 한 장소내에서 貯藏캐비닛 외부에 비치

되어 질수 있는 액체의 양은 다음을 초과하지 않아야 한다.

1) 용기로서 Class IA 액체는 25 gal

2) 용기로서 Class IB, IC, II 또는 III 액체는 120 gal

3) 단일 이동식탱크로서 Class IB, IC, II 또는 III 액체는 660 gal

(다) 대량의 引火性 또는 可燃性液體가 필요한 곳에서는 앞에 제시된 제 8 장의 적용조건에 따라 탱크에 저장되어야 한다.

(3) 分配場所의 隔離 및 防護

(가) 引火性 또는 可燃性液體가 한 탱크나 용기로 부터 다른 용기로 分配되는 장소는 적절한 距離 또는 적절한 耐火度(Fire resistance)를 갖는 구조물에 의해 건물의 다른 작업과 隔離되어야 한다.

(나) 옆질러짐을 제어하기 위하여 排水(Drainage) 또는 기타 수단이 제공되어야 한다.

(다) 적절한 自然 또는 機械 換氣시스템이 갖추어져야 한다.

(4) 최종 사용장소에서의 액체취급

(가) 引火性液體는 사용되지 않을 때 덮개가 닫혀진 용기에 보관되어야 한다.

(나) 密閉된 용기를 제외한 引火性 또는 可燃性液體가 사용되거나 취급되는 곳은 漏出 또는 옆질러짐을 신속하게 그리고 안전하게 처리할 수 있는 수단이 제공되어야 한다.

(다) Class I 액체는 蒸氣의 移動可能 경로내에 火災 또는 기타 着火源이 주어지지 않는 곳에서 만이 사용되어야 한다.

(라) 引火性 또는 可燃性液體는 베셀, 용기 또는 차단된 配管시스템을 통하여 단지 건물내 이동식탱크로 移送되거나 分配되어야 한다. 이는 상부에 연결된 排出裝置에 의해 또는 自體遮斷밸브를 이용한 重力에 의하여야 한다. 용기나 이동식탱크에 공기압력을 가하여 移送하는 것은 금지되어야 한다.

다. 유니트의 物理的操作

(1) 適 用

이 조항은 引火性 또는 可燃性液體가 混合, 乾燥, 蒸發, 濾過, 蒸溜 및 기타 化學反應을 포함하지 않은 유니트의 物理的操作등을 이용하는 産業플랜트에 적용되어져야 한다. 예를들면 化粧品, 製藥, 溶媒, 洗滌油劑, 殺蟲劑등을 합성하는 플랜트와 기타 유사 플랜트 등이다.

(2) 位置(Location)

産業플랜트의 각 건물 또는 장치의 유니트는 鎮火 및 火災制御時 지장을 주지 않도록 적어도 한 측면에서 접근이 용이한 곳에 설치되어야 한다.

(3) 化學工程(Chemical Processes)

불안정한 액체가 취급되는 장소 또는 화학 프로세스가 수행되는 작은 규모의 유니트는 최소 2 시간의 耐火度를 갖는 防火壁(Fire wall)에 의해 다른 플랜트로부터 분리되어야 한다.

(4) 排水(Drainage)

(가) 引火性 또는 可燃性液體의 漏出物 및 防火水を 안전한 장소까지 유도하기 위하여 非常 排水시스템(Emergency drainage systems)이 설치되어야 한다. 즉 커브(Curbs), 排水口(Scuppers) 혹은 기타 火災擴散을 제어하기 위한 특별한 排水시스템이 설치되어야 한다.

(나) 만일 公共下水口 또는 公共水路에 非常 排水시스템이 설치될 경우에는 트랩(Traps) 또는 分離器(Separator)가 장치되어야 한다([그림 10-6] 참조).

(5) 換氣(Ventilation)

(가) 開放시스템 및 工程

Class I, II 또는 IIIA 액체가 開放시스템 및 工程에 사용 및 저장되는 건물, 실 또는 기타 밀폐장소는 換氣되어야 한다. 引火性蒸氣의 蓄積을 방지하기 위하여

自然換氣가 충분하지 못할 경우에는 機械換氣裝置가 설치되어야 한다.

(4) 設 計

- 1) 換氣시스템의 設計는 증기의 높은 比重이 고려되어야 한다. 自然換氣를 위한 通風口는 바닥에서 6인치 높이어야 하며 통풍구에는 루우버(Louvers) 및 굵은 스크린(Coarse screen)을 제외하고 障礙物이 없어야 한다.
- 2) Class I 액체를 사용하는 상기 가.에서 정의된 곳과 같은 장소는 바닥면적의 ft^2 및 분당 1 ft^3 ($\text{ft}^3/\text{ft}^2 \cdot \text{min}$) 이상의 속도로 換氣되어야 한다. 그리고 自然 또는 機械 換氣裝置에 의해 건물의 외부 안전한 위치로 排氣할 수 있어야 한다. 換氣는 引火性蒸氣가 모일 수 있는 모든 바닥이나 피트부를 포함하도록 설계되어야 한다.
- 3) 건물내에서 사용되는 장치와 건물의 換氣는 정상작업 조건하에서 장치 내부 및 Class I 액체가 大氣에 暴露되는 장치로부터 5 ft 이내까지 引火性蒸氣-空氣混合氣를 억제할 수 있도록 設計하여야 한다. 이러한 장치의 예로서는 分配所, 開放 遠心分離器(Open centrifuges), 플레이트 및 프레임 필터, 開放 眞空필터(Open vacuum filters) 및 기타 개방장치의 표면을 들 수 있다.

(6) 貯藏 및 取扱

액체의 貯藏, 移送 및 取扱은 다음 3. 사. 및 제 12 장에 따라야 한다.

라. 充填 및 荷役

탱크車輛 및 탱크車의 充填 또는 荷役設備는 지상탱크, 저장소, 기타 플랜트 건물 또는 인접시설물의 경계로 부터 이격되어야 하는데 가장 가까운 주입구(Fill spout) 또는 연결부에서 Class I 액체의 경우 25 ft 그리고 Class II 및 III 액체의 경우 15 ft 이격되어야 한다. 이 거리는 防火시스템, 放流堤, 防火壁등이 고정설치된 경우에는 감소될 수 있다.

마. 火災制御(Fire control)

(1) 이동식 및 특수장비(Portable and special equipment)

移動式消火器와 制御裝置는 저장 및 취급특성을 고려하여 충분한 종류와 수량이 준비되어야 한다.

(2) 물 공급(Water supply)

물은 호스, 폼(Foam) 생성장비, 自動 스프링클러 또는 撒水시스템에 물을 공급하기 위하여 적절한 압력으로 적정용량이 공급될 수 있도록 설계되어야 한다.

(3) 특수 消火器(Special extinguishers)

예컨대 폼(Foam), 不活性가스 혹은 기타 化學藥品이 이용되는 특수 소화장치는 분산조작과 저장시의 특정 위험성을 고려하여 지시된 구비요건에 따라 설치 및 관리되어야 한다.

(4) 특정 위험성(Special hazards)

작업에 특별한 위험성이 고려될 필요가 있는 곳은 引火性 혹은 可燃性液體 취급장비, 주요 배관 및 支持用 鐵(Supporting steel)등은 승인된 撒水시스템, 耐火塗料, 斷熱등에 의해 또는 이들을 병행하여 방호되어야 한다.

(5) 維持管理

모든 플랜트의 防火設備는 적절하게 유지관리되고 정기적으로 檢査, 試驗됨으로서 만족스러운 운전조건을 언제나 유지할 수 있어야 하고 비상시 그들의 목적을 충분히 발휘할 수 있어야 한다.

바. 着火源(Sources of Ignition)

(1) 概 要

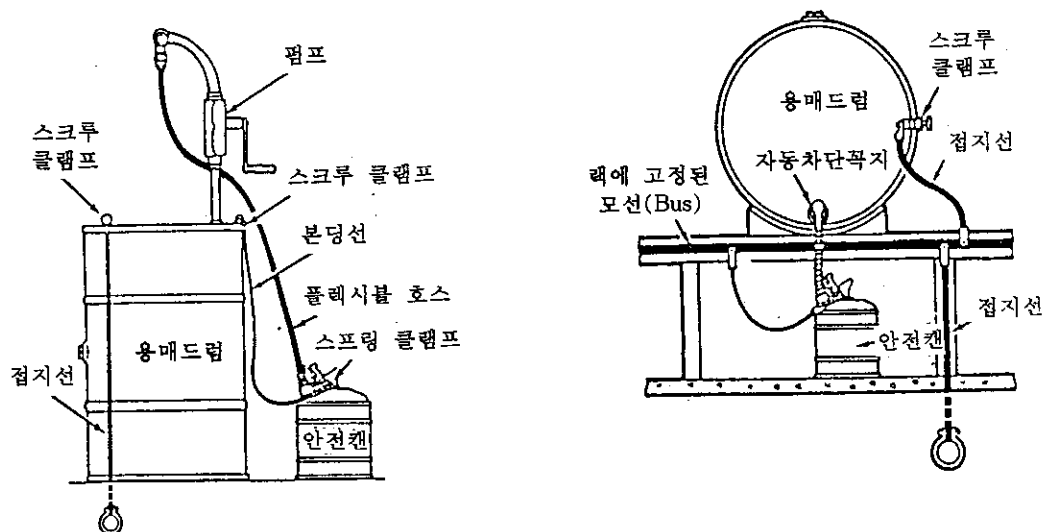
引火性蒸氣의 着火를 방지하기 위해서 적절한 주의가 주어져야 한다. 着火源은 裸火, 빛, 담배, 鎔接.鎔斷 火焰, 加熱表面, 摩擦熱 및 스파크, 靜電氣 및 電氣的 스파크, 自然發火, 熱生成을 수반하는 화학반응 그리고 輻射熱(Radiant heat) 등

을 포함한다.

Class Ⅰ 또는 Ⅱ 액체증기를 착화할 수 있는 온도를 발생하는 裸火, 加熱裝置 및 프로세스는 Class Ⅰ 액체가 개방되어 사용되는 장소 또는 Class Ⅱ 또는 ⅢA 액체가 浸透, 코팅 또는 기타 취급되는 건물, 실 또는 제한된 공간내에 위치하여서는 안된다.

(2) 接地(Grounding)

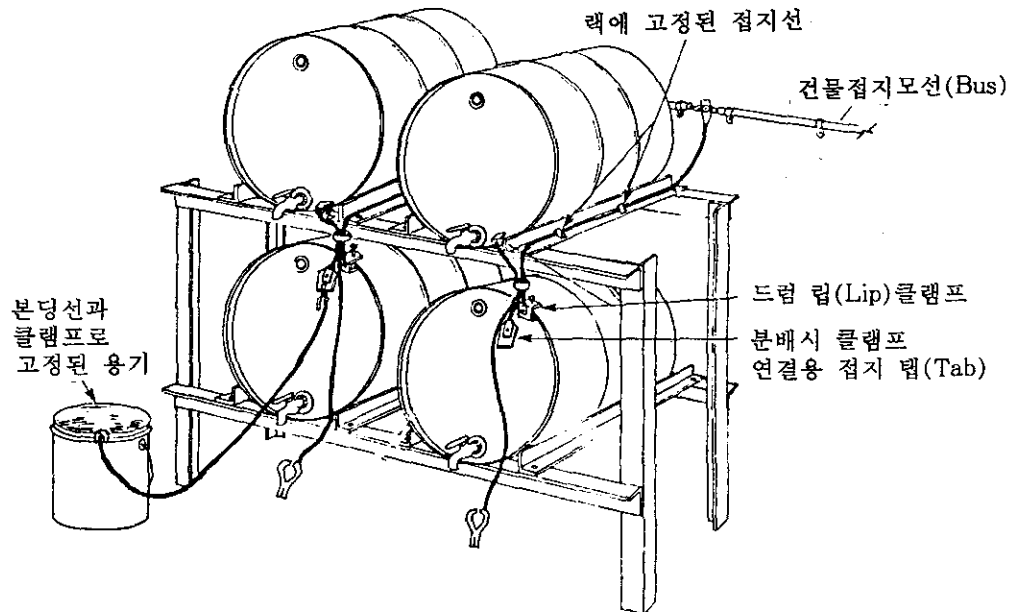
Class Ⅰ 액체는 노즐(Nozzle) 및 용기가 전기적으로 상호 연결되지 않는 한 용기에 分配되어서는 안된다. 分配중 금속 바닥판은 전기적으로 필 스템(Fill stem)에 연결되거나 또는 필 스템(Fill stem)은 接地線에 의해 分配作業中에 용기에 연결되어야 한다([그림 11-1] 및 [그림 11-2] 참조).



[그림 11-1] 容器 分配時의 接地 및 본딩 예

사. 電氣裝置(Electrical equipments)

引火性 또는 可燃性液體를 취급하는 장소에서의 電氣機械器具등은 産業安全保健法 産業安全基準에 관한 規則 및 事業場 防爆構造 電氣機械器具配線등의 選定設置 및 補修등에 관한 基準에 準하여야 한다.



[그림 11-2] 드럼 貯藏랙(Storage rack)에서의 分配을 위한 接地 및 본딩 예

아. 裝置 修理

鎔接·鎔斷作業等 화기작업, 연삭기등 스파크 발생 電氣工具의 사용 그리고 칩핑(Chipping) 작업등은 담당 책임자의 감독하에 반드시 수행되어야 한다. 책임자는 작업이 안전하게 수행되는 지 그리고 작업규정에 의해 안전 작업절차가 지켜지는 지를 확인하기 위해 이를 감시하여야 한다.

자. 管 理

(1) 概 要

작업 및 현장관리는 引火性 또는 可燃性液體의 漏出을 制御할 수 있도록 그리고 우발적인 漏出을 방지할 수 있도록 규정된 절차에 따라야 한다. 또한 漏出物은 즉시 안전한 방법으로 청소되어야 한다.

(2) 通 路

작업자의 이동에 장애가 되지 않도록 적절한 通路가 관리되어야 한다. 흔히 통로에 원료 또는 제품을 보관 및 방치함으로서 긴급한 상황시 鎮火 또는 待避에

지장을 주는 경우가 많다.

(3) 廢棄 및 殘留物

건물 또는 작업장소 내에 可燃性 廢棄物과 殘留物은 덮개가 있는 金屬容器에 항상 저장 및 보관되어야 하며 그량은 가능한 최소로 하고 매일 안전하게 처분하여야 한다.

(4) 야아드(Yards) 관리

건물 또는 작업장소 주위 지면은 雜草, 쓰레기 혹은 기타 불필요한 可燃性物質이 없도록 항상 청결하게 관리되어야 한다.

2. 벌크플랜트(Bulk Plants) 및 터미널(Terminals)

가. 概 要

인화성 및 가연성액체를 配管라인, 탱크車輛 또는 탱크車에 의해서 공급받는 그리고 이러한 액체가 配管라인, 탱크車, 탱크車輛 또는 용기에 의해 대량으로 저장 및 혼합되는 각종 시설물들은 이 지침에 따라야 한다.

나. 貯藏(Storage)

(1) Class I 액체

Class I 액체는 密閉된 용기 또는 屋外 地上貯藏탱크 또는 地下貯藏탱크에 저장되어야 한다.

(2) Class II 및 III 액체

Class II 및 III 액체는 용기 또는 屋內 혹은 屋外 地上탱크 또는 地下탱크에 저장되어야 한다.

(3) 용기의 쌓아올림(Piling)

용기위에 용기를 쌓아올릴 때 引火性 혹은 可燃性液體 저장용기는 안전성을 고려하여 그리고 용기벽에 주어지는 過度한 應力(Stress)을 방지하기 위해서 적

절한 짐깔개(Dunnage)에 의해서 분리되어야 한다. 쌓아올린 높이는 용기의 안전 분 51 초성과 강도에 적절해야 한다.

다. 建 物

(1) 出口(Exits)

引火性 또는 可燃性液體가 펌프에 의해 저장되거나 취급되는 실은 화재발생시 작업자가 트랩(Trap)되는 것을 방지하기 위해 출구시설이 설치되어야 한다.

(2) 加熱(Heating)

Class 1 액체가 저장되거나 취급되는 실에서는 加熱熱源으로 스팀 또는 뜨거운 물을 사용함으로써 熱源이 着化源으로 작용되지 않도록 하여야 한다. 着化源이 될 수 있는 乾燥機등 加熱裝置를 갖는 실은 引火性蒸氣에 폭로되지 않아야 하는 바 이들 장치는 적절한 장소에 배치하여야 한다.

(3) 換氣(Ventilation)

(가) Class 1 액체가 펌프로 공급되거나 또는 분배되는 모든 실, 건물 또는 密閉된 장소에는 換氣시스템이 설치되어야 한다. 換氣시스템은 비교적 높은 증기의 比重을 고려하여 설계하여야 한다. 換氣用 通風口는 루우버(Louvers) 또는 굵은 스크린(Coarse Screens)을 제외한 기타 障礙物이 없도록하고 바닥 높이의 외부벽에 설치되어야 한다. 自然換氣가 부적합한 곳은 기계적인 換氣가 제공되어야 한다.

(나) Class 1 액체는 引火性蒸氣가 滯留될 수 있는 지하 또는 피트를 갖는 건물내에서 저장 또는 취급되어서는 안된다. 이러한 장소에서는 引火性蒸氣의 축적을 방지할 수 있도록 설계된 換氣設備가 반드시 설치되어야 한다.

(다) Class 1 액체용기는 引火性蒸氣가 爆發下限界 이상으로 축적되는 것을 방지하기 위한 설비가 없는 경우 건물내에서 분배 또는 주입되어서는 안된다. 機械的 換氣가 요구되는 곳에서는 引火性液體가 취급되는 동안 換氣裝置가 가동되게 하여야 한다.

다. 充塡 및 荷役設備

(1) 隔離(Separation)

탱크車輛 및 탱크車의 充塡 및 荷役은 지상탱크, 저장소, 기타 플랜트 건물 또는 인접시설물의 가장 가까운 경계로 부터 격리되어야 한다. 인접 시설물의 가장 가까운 경계와 주어진 注入口(Fill spout) 사이의 거리는 Class I 액체에 대해서는 25 ft 그리고 Class II 액체에 대해서는 15 ft 이격되어야 한다.

(2) Class 制限

貯藏탱크와 로딩 랙>Loading rack)의 필 스템(Fill stem) 사이의 Class I 액체 移送를 위해 사용된 배관, 펌프 및 計量器(Meters)등의 장치는 Class II 또는 III 액체의 移送에 사용되어서는 안된다.

(3) 밸브(Valves)

탱크車輛을 充塡하기 위해 최종 콘트롤투에 사용되는 밸브는 自動遮斷타입(Self-closing type)이어야 한다. 그리고 차량이 가득차거나 또는 설정된 량이 充塡되었을 때 흐름을 차단할 경우를 제외하고 수동으로 열어두어야 한다.

(4) 靜電氣 防護

靜電氣의 축적을 방지하기 위하여 靜電氣 발생위험이 있는 引火性 또는 可燃性液體 취급설비는 産業安全保健法 安全基準에 관한 規則 및 靜電氣 災害防止를 위한 技術上의 指針과 다음 내용을 참고하여 적절한 조치를 하여야 한다.

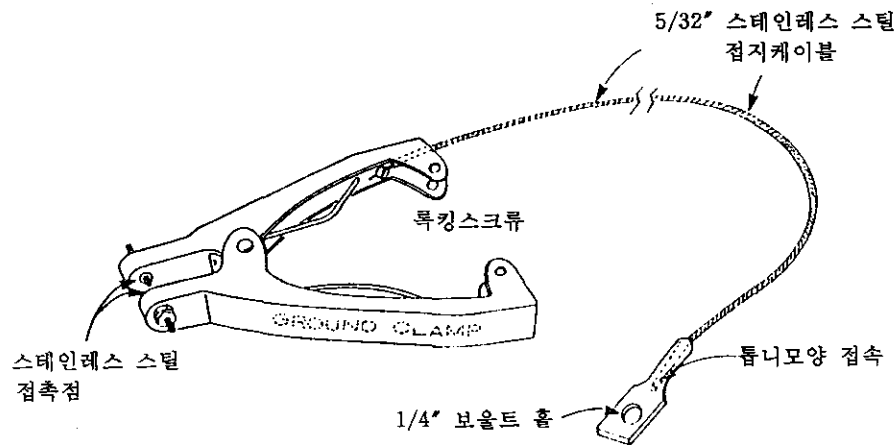
(가) 開放된 도움(Domes)을 통한 탱크車輛의 充塡중에 靜電氣 발생방지를 위하여 다음의 경우 본딩(Bonding)하여야 한다.

1) Class I 액체가 充塡되는 곳

2) Class II 또는 III 액체가 Class I 액체증기가 잔존하는 차량으로 充塡되는 곳

(나) 상기 (가)의 본딩은 필 스템(Fill stem) 또는 필 스템과 전기적으로 접촉되는 랙구조의 어떤 부위에 금속 본딩선으로 전기적으로 연결 고정하여야 한

다. 이러한 전선의 끝 부분은 탱크車輛과의 전기적 연결을 편리하게 하기 위하여 적절한 클램프(Clamps)가 사용되어야 한다([그림 11-3] 참조).



[그림 11-3] 接地클램프 예

(다) 이러한 본딩 연결은 도움덮개가 열리기 전에 차량 또는 탱크에 고정되어야 한다. 그리고 充填이 완료되고 도움덮개가 닫혀질 때까지 고정되어 있어야 한다.

(라) 다음 경우는 앞의 (가) (나) (다)에서 규정된 것과 같은 본딩이 요구되지 않는다.

- 1) 대부분의 原油, 아스팔트, 殘餘오일, 水溶性液體등과 같이 靜電氣蓄積 경향이 없는 물질이 車輛에 充填되는 곳
- 2) Class I 액체가 充填設備에서 취급되지 않고 充填된 탱크車輛이 Class II와 Class III 액체에 한하여 사용되는 곳
- 3) 바닥에 근접하게 또는 상부 연결부를 통하여 車輛이 充填 또는 荷役 되는 곳

(마) 燃燒範圍內의 蒸氣-空氣混合物을 함유하는 또는 充填되는 액체가 이러한 混合物을 형성할 수 있는 탱크車輛 또는 탱크車의 탱크로부터 개방된 도

움을 통한 充填時에 注入配管의 끝은 앞의 [그림 8-2]와 같이 탱크의 바닥에서 6인치 이내 까지 확장되어야 하며 심한 振動을 피할 수 있도록 설치되어야 한다. 단 靜電氣電荷가 蓄積되지 않는 액체가 充填될 경우에는 예외로 한다.

(5) 漂遊電流(Stray currents)

Class I 액체가 도움(Domes)의 개방에 의해 充填되는 탱크車 充填設備는 적어도 한 레일(Rail) 그리고 만일 금속이라면 랙구조물에 파이프를 본딩함으로서 漂流電流에 대하여 방호되어야 한다. 즉 랙지점으로 들어가는 다중라인은 서로 전기적으로 본딩되어야 한다. 다시말하면 과도한 漂遊電流가 존재한다고 알려진 지점에서는 랙장소에 들어가는 모든 파이프가 파이프라인으로 부터 랙파이핑을 전기적으로 격리하기 위해 絶緣되어야 한다. 탱크車와 랙 혹은 배관 사이에 본딩은 Class II 및 III 액체의 充填 또는 荷役에는 요구되지 않는다.

(6) 容器 充填設備

Class I 액체는 노즐 및 용기가 전기적으로 상호연결되지 않은 상태에서 분배되어서는 안된다. 充填中에 용기가 위치한 금속 바닥판이 전기적으로 필 스템(Fill stem)에 연결되거나 필 스템이 본딩선에 의해 充填 작업중에 용기에 연결되면 전기적으로 상호연결된 것으로 간주된다.

라. 船艙(Wharves)

(1) 概 要

船艙(Wharf)은 부두(Pier), 벌크헤드(Bulkhead) 또는 벌크플랜트와 연결되어 사용되는 물에 접촉하거나 그 위에 설치된 기타 구조물등을 의미하고 주요한 기능은 벌크 플랜트와 탱크베셀, 선박, 바아지, 경보오트등 사이에 대량으로 引火性 또는 可燃性液體 貨物을 이송하는 곳이다.

(2) 設計 및 製作

기초공사와 덱(Deck)은 의도되는 용도를 위해 적절하게 설계하여야 하며 덱은

柔軟性, 衝擊抵抗性, 耐久性, 強度 및 耐火性を 갖춘 재질을 사용하여 한다.

(3) 펌프

· 카고호스(Cargo hose) 또는 로딩암>Loading arms)의 安全作業壓力을 초과하는 압력상승을 야기할 수 있는 充填펌프는 바이패스(Bypasses), 릴리이프 밸브 또는 過壓力에 대비하여 充填설비를 보호할 수 있는 기타 방법이 설치되어야 한다. 放出裝置는 設定된 압력하에서의 작동여부가 1년 이내 간격으로 테스트되어야 한다.

(4) 호스 및 커플링(Couplings)

모든 압력 호스와 커플링은 사용시 적절한 주기로 검사되어야 한다. 호스 및 커플링은 호스가 뻗혀진 상태에서 “作業時 最大運轉壓力”을 사용하여 테스트되어야 하며 이상이나 결함 발생시 交替 또는 廢棄하여야 한다.

(5) 配管 및 피팅(Fittings)

配管, 밸브, 피팅류는 앞의 제 9 장에 따라야 한다.

(가) 배관의 柔軟性은 적절한 레이아웃 및 배관서포트의 배치에 의해 보장되어야 한다. 즉 波濤, 海流(Current), 潮水(Tides)등으로 부터 초래되는 선창구조물의 움직임은 彈性限界(Elastic limit)를 超過하는 반복되는 스트레인(Strain)에 파이프가 영향을 받지 않아야 한다.

(나) 可燃性材質의 摩擦特性에 좌우되는 또는 배관의 기계적인 연속성을 위하여 파이프 끝을 그루빙(Grooving)하는 파이프연결이 사용되어서는 안된다.

(다) 스위블 관 이음쇠(Swivel joints)는 호스가 연결되는 배관에 사용될 수 있다.

(라) 配管시스템은 적절한 시스템의 작동 및 정상운전을 위해서 그리고 물리적 손상 사고시에 액체의 흐름을 제어하기 위해서 충분한 수량의 밸브를 가져야 한다.

(레) 상기 (라)에 부가하여 부두에서 引火性液體를 이송하는 각 라인온 부두

에 가장 가깝게 근접한 海岸 및 어떤 다이크 장소의 외부에 쉽게 접근할 수 있는 블록밸브가 설치되어야 한다.

(배) 부두 덱(Deck) 아래에 위치한 카고라인 밸브(Cargo line valves)는 접근이 용이하도록 설치되어야 한다.

(사) 부두위 引火性 혹은 可燃性液體 파이프라인은 적절하게 본딩되고 接地되어야 한다. 만일 과도한 漂遊電流(Stray currents)가 帶電되었다면 絶緣조인트(Insulating joints)가 설치되어야 한다.

(아) 카고移送(Cargo transfer)을 위해 사용되는 호스 또는 관절 스위블 관이음 파이프 연결은 드래프트(Draft) 및 最大 潮水範圍(Tidal range)에서의 변화에 의한 효과를 수용할 수 있어야 한다.

(자) 호스는 꼬임이나 損傷을 피할 수 있도록 支持되어야 한다.

마. 電氣裝備

引火性 또는 可燃性液體를 취급하는 장소에서의 電氣機械器具等은 産業安全保健法 産業安全基準에 관한 規則 및 事業場 防爆構造 電氣機械器具配線등의 選定.設置 및 補修등에 관한 基準에 준하여야 한다.

바. 着化源

Class 1 액체는 그 蒸氣가 着化源에 노출될 수 있는 장소에서는 취급 또는 분배되어서 안된다. 담배는 지정된 장소를 제외하고 금지되어야 한다. 引火性液體의 위험이 존재하는 장소에는 “禁煙” 표지가 부착되어야 한다.

사. 排水 및 廢棄物 廢棄

引火性 또는 可燃性液體가 充填 및 荷役地點에는 漏出 및 확산을 방지할 수 있는 설비가 갖추어져야 한다. 引火性 또는 可燃性液體가 漏出로 인하여 흘러갈 수 있는 下水道, 排水口 또는 기타 水路의 연결부에는 이러한 漏出物의 유입을 방지할 수 있는 트랩(Traps) 또는 分離器(Separators)가 장치되어야 한다.

아. 火災制御

화재가 쉽게 발생될 수 있는 장소에는 작은 호스 및 移動式消火器등 적절한 火災鎮壓裝備가 활용되어야 한다. 50,000 gal 용량 이상의 탱크에 Class 1 액체를 저장하거나 시설물 주위에 비정상적인 暴露危險이 존재하는 장소에는 별도의 화재콘트롤 장비가 요구된다. 이같은 부가적인 火災鎮壓裝備는 가장 큰 탱크에서 발생하는 화재를 충분히 消火할 수 있어야 하며, 이러한 장비의 설계와 수량은 법정 규정에 따라야 한다.

3. 工程플랜트(Processing Plants)

가. 概 要

이 조항은 酸化, 還元, 할로겐화, 水素化, 알킬화, 重合 및 기타 化學工程 (Chemical Processes)등과 같이 化學操作을 행하는 플랜트 또는 건물에 적용되어야 한다.

나. 位置 選定

(1) 인접시설물 또는 동일 시설물상의 가장 가까운 주요건물에서 프로세스 베셀(Process vessel)까지의 最小距離는 액체의 안정성과 베셀의 크기에 근거되어야 하며 다음 (2)에서 제시된 것을 제외하고 <표 11-1>에 따라야 한다. 여기서 동일 시설물상의 가장 가까운 주요한 건물이란 프로세스에 직접 관계되지 않는 시설물상의 건물을 의미한다. <표 11-1>의 각 항은 앞의 제8장에서 이미 논의된 내용으로서 프로세스 베셀의 最大取扱 液體容量은 貯藏탱크의 最大容量과 유사하나 일부 프로세스 베셀은 액체가 단지 부분적으로 채워지고 나머지는 가스 또는 증기로 채워져 취급되도록 설계된다.

〈표 11-1〉 暴露에 대한 防護시스템이 설치된 동일 시설물상의 시설물

경계 및 가장 주요한 건물로 부터 프로세싱 베셀의 위치

	公共道路의 반대편을 포함, 세워질 수 있는 시설물 경계로 부터 最小距離(ft)				公共道路의 가장 가까운 측면 또는 프로세스의 집합부분이 아닌 동일 시설물상의 가장 가까운 주요건물로 부터 最小距離(ft)			
베셀의 최대 취급액체 容量(gal)	안전한 액체, 비상방출		불안정한 액체, 비상 방출		안전한 액체, 비상방출		불안정한 액체, 비상방출	
	2.5psig		2.5 psig		2.5 psig		2.5 psig	
	미만	이상	미만	이상	미만	이상	미만	이상
275이하	5	10	15	20	5	10	15	20
276-750	10	15	25	40	5	10	15	20
751-12,000	15	25	40	60	5	10	15	20
12,000-30,000	20	30	50	80	5	10	15	20
30,000-50,000	30	45	75	120	10	15	25	40
50,000-100,000	50	75	125	200	15	25	40	60
100,000이상	80	120	200	300	25	40	65	100

* 暴露에 대하여 防護시스템이 설치되지 않는 곳에서는 상기 거리의 2배

(2) 프로세스 베셀이 건물내에 배치되고 暴露處(설치될 수 있는 인접시설물의 경계 또는 같은 시설물상에 가장 가까운 주요건물)에 접하는 외부벽이 暴露處로 부터 25 ft(7.6 m) 이상이고 2시간 이상의 耐火度를 갖는 壁이 설치된 곳에서는 〈표 11-1〉에 요구된 거리 이상으로 하지 않아도 된다. 또한 4 시간 이상의 耐火度를 갖는 壁이 설치될 경우에는 요구거리가 유보될 수 있다. 그러나 Class I 또는 불안정한 액체가 취급될 경우 壁은 耐爆性を 가져야 한다.

(3) 펌프, 加熱器, 필터, 熱交換機등과 같은 다른 액체 프로세싱 장치는 인접 시설물이 있거나 또는 세워질 수 있는 시설물 경계 또는 프로세스의 집합부가 아닌 동일 시설물 상의 가장 가까운 중요 건물로 부터 25 ft(7.6 m) 이내에 설치

되어서는 안된다. 그러나 이것도 상기 (2)에 제시된 것과 같이 防護시스템이 설치된 곳에서는 유보될 수 있다. 그러나 1,000 psig 이상의 壓力으로 운전되는 장치는 더 큰 공간이 요구되어야 한다.

(4) 불안정한 액체가 취급되는 프로세싱 장치는 액체가 사용 또는 취급되는 관계없는 플랜트시설로 부터 25 ft의 이격거리 또는 2시간 이상의 耐火度를 갖는 벽에 의해 분리되어야 한다. 또한 벽은 耐爆性을 갖어야 한다.

(5) 액체 프로세싱 장치를 갖는 각 프로세스 유니트 또는 건물은 消防 및 火災鎮壓을 위하여 적어도 한 측면은 접근이 용이하도록 되어야 한다.

다. 工程建物(Processing building)

(1) 프로세싱 건물과 구조물은 耐火 또는 非可燃性構造物이어야 한다. 그러나 자동 스프링클러 또는 이와 동등한 防護시스템이 설치될 경우는 可燃性構造物이 사용될 수 있다.

(2) 다른 점유물 또는 시설물경계로 부터 프로세싱 작업을 격리하는 벽이 설치될 경우에 그들은 적어도 2시간의 耐火度를 갖어야 한다. 또한 Class IA 또는 불안정한 액체가 저장되거나 취급될 경우 隔離壁은 耐爆性을 가져야 한다.

(3) Class I 액체는 지하에서 취급 및 사용되어서는 안된다. Class I 액체가 지하 또는 引火性蒸氣가 이동될 수 있는 密閉된 피이트를 갖는 건물내에서 취급 또는 사용될 경우 이러한 하부장소에는 引火性蒸氣의 蓄積을 방지할 수 있도록 설계된 機械換氣裝置가 설치되어야 한다. 그리고 액체의 洩洩時 漏出時 하부장소로 흘러가지 않는 구조로 하여야 한다.

(4) 장소는 화재발생시 작업자를 보호하기 위하여 적절한 逃避施設을 갖추어야 한다. 逃避口는 다음 언급된 排水施設에 暴露되어서는 안되며 작업자의 출입 및 火災鎮壓用裝備등의 이동에 지장을 주지 않도록 적절한 通路가 유지관리되어야 한다.

(5) Class I 액체 또는 불안정한 액체가 취급되는 장소에는 다음 방법에 따라 하나 이상의 爆壓放出(Explosion Relief)을 위한 爆發口가 설치되어야 한다.

- (가) 大氣 開放構造
- (나) 輕量の 壁 및 지붕
- (다) 기타 爆發壓力放散口

라. 換氣(Ventilation)

(1) Class I, II 또는 III 액체가 引火點 이상으로 취급 및 사용하는 密閉된 장소는 이들 액체의 燃燒下限界 濃度の 25 % 이하로 蒸氣濃度を 유지할 수 있도록 충분한 용량의 換氣시스템이 설치되어야 한다. 換氣시스템은 다음 방법에 준하여 설치되어야 한다.

- ① 豫想되는 放出量에 근거한 계산
- ② 정상작업 조건하에서 실제 샘플링에 의한 蒸氣濃度の 측정

샘플링은 密閉된 취급장소의 바닥 및 상부에 걸쳐 각 잠재 蒸氣源으로부터 5 ft 半徑에서 실시되어야 한다. 요구되는 換氣速度를 결정하기 위하여 사용되는 蒸氣濃度は 샘플링에 의해 측정된 가장 높은 濃度を 基準으로 하여야 한다.

그리고 바닥면적 ft^2 및 분 당 1 ft^3 이상의 속도($0.3 \text{ m}^3/\text{min} \cdot \text{m}^2$)로 換氣되도록 설계되어야 한다. 이는 재순환 없이 건물의 외부 안전한 장소로 排出 또는 排氣할 수 있는 自然 또는 機械 換氣設備에 의하여 한다.

(2) 換氣回路가 차단되지 않도록 공기의 給氣口가 설치되어야 하며 또한 引火性蒸氣가 蓄積될 수 있는 모든 바닥장소 또는 피트부 까지 換氣될 수 있도록 설계되어야 한다. 自然換氣가 부적절한 경우에는 機械換氣가 설치되어야 하고 이 경우에는 引火性液體가 취급되는 동안 반드시 작동되어야 한다.

(3) 건물내에 사용되는 장치 및 건물의 換氣시스템은 정상운전하에서 장치내부 그리고 Class I 액체가 공기중에 暴露되는 장치로부터 5 ft 이내에 引火性蒸氣-空氣混合氣의 濃度を 제어할 수 있도록 설계되어야 한다. 여기서 장치는 分配스테이션, 開放 遠心分離機, 플레이트 및 플레임 濾過器, 開放 眞空濾過器 그리고 기타 개방장치의 표면등을 들 수 있다.

마. 排水(Drainage)

(1) 引火性 또는 可燃性液體 漏出物 및 防火水를 안전한 곳으로 유도하기 위하여 非常排水시스템(Emergency drainage systems)이 설치되어야 한다. 이것은 커브(Curbe), 排水口(Scuppers) 혹은 火災擴散을 制御하기 위한 기타 특수 排水 시스템일 수 있다.

(2) 非常 排水시스템이 만일 公共下水道 또는 公共水路에 연결될 경우에는 트랩(Traps) 또는 分離器(Separator)가 설치되어야 한다([그림 10-6] 참조).

바. 電氣裝置(Electrical equipments)

Class I 액체가 저장 및 취급되는 장소 그리고 Class II 및 III 액체가 그들의 引火點 이상의 온도로 저장 및 취급되는 장소에는 産業安全保健法 産業安全基準에 관한 規則 및 事業場 防爆構造 電氣機械.器具.配線등의 選定.設置 및 補修등에 관한 基準에 따라 전기장치를 설치하여야 한다.

사. 液體 取扱

(1) 貯 藏

(가) 탱크에 의한 引火性 또는 可燃性液體의 저장은 앞의 제 8 장에 따라야 한다.

(나) 만일 외부지상 또는 지하탱크에서의 引火性 또는 可燃性液體의 저장이 온도 또는 생산성을 고려할 때 적합하지 않다면 저장탱크가 앞의 제 8 장에 준하여 건물 또는 구조물내부에 설치될 수 있다.

(다) 屋內 저장탱크는 누출에 대비하여 적절한 배수시스템을 갖춘 傾斜部에 설치되어야 하며 적어도 2시간의 耐火度를 갖는 구조물에 의해 취급장소로부터 隔離되어야 한다.

(라) 용기내에서의 引火性 또는 可燃性液體의 저장은 앞의 제 8 장에 따라야 한다.

(2) 배관, 밸브 및 피팅류

(가) 배관, 밸브 및 피팅류는 앞의 제 9 장에 따라야 한다.

(나) 振動이 있거나 또는 잦은 움직임이 요하는 장소에는 플렉시블 연결구가 사용될 수 있으며 또한 移送ステ이션에서는 호스가 사용될 수 있다.

(다) 引火性 또는 可燃性液體를 취급하는 배관은 구별될 수 있어야 한다.

(3) 移送(Transfer)

(가) 引火性 또는 可燃性液體의 大量移送은 펌프에 의해 배관을 통하여 移送되어야 하며 공정장치에서 요구되는 경우를 제외하고 重力을 이용한 이송은 금지되어야 한다. 또한 移送媒體로서 壓縮空氣를 사용하는 것은 금지된다.

(나) 容積形펌프(Positive displacement pump)는 탱크 또는 펌프 吸入部 또는 기타 적절한 위치에 역으로 배출되는 壓力放出口가 설치되어야 한다.

(4) 裝 置

(가) 장치는 액체와 蒸氣의 비의도적인 排出을 방지하고 우발적인 漏出時 그 漏出量을 최소화할 수 있도록 설계 및 배치되어야 한다.

(나) 장치의 蒸氣空間이 引火性蒸氣의 爆發限界內에 항상 있는 경우에는 장치를 不活性化하거나 爆發抑制시스템 또는 爆發放出口를 설치하여 폭발시 最大爆發壓力을 수용하도록 설계함으로서 被害를 抑制하여야 한다.

아. 탱크車輛 및 탱크車 充填 및 荷役

탱크車輛 및 탱크車 充填 및 荷役設備는 지상탱크, 저장소, 기타 플랜트 건물 또는 중축될 수 있는 인접시설물의 가장 가까운 경계는 필 스템(Fill stem)의 가장 가까운 위치를 기준하여 Class I 액체의 경우 25 ft 그리고 Class II 및 III 액체의 경우 15 ft 이상 이격되어야 한다.

자. 火災制御

(1) 移動式消火器

적절한 크기, 타입 및 수량의 移動式消火器가 비치되어야 한다.

(2) 기타 制御

操作時 특히 위험한 경우에는 다음 화재제어 설비가 제공되어야 한다.

(가) 물공급설비는 가능한 火災鎮壓에 적절한 압력과 양이 사용되어야 한다.

(나) 給水槽에 연결된 호스는 모든 베셀, 펌프 그리고 기타 引火性 또는 可燃性液體를 수용하는 기타 장치가 적어도 한 호스 흐름에 도달할 수 있도록 설치되어야 한다. 또한 물을 스프레이할 수 있는 노즐이 주어져야 한다.

(다) 工程플랜트는 승인된 자동 스프링쿨러시스템 또는 이에 상당하는 消火시스템에 의해 방호되어야 한다. 만일 폼, 탄산가스 혹은 기타 化學藥品등 특별한 消火시스템이 설치된다면 규정에 적합하게 설치 및 사용되어야 한다.

(3) 警報시스템

플랜트 및 소방 관계기관에 화재를 早期에 알리기 위한 수단이 구비되어야 한다.

(4) 維持管理

플랜트의 모든 防護設備는 그들이 언제나 만족스러운 作動條件을 유지하도록 적절하게 유지관리 및 정기적으로 검사 및 시험되어야 한다.

차. 着化源

(1) 概 要

(가) 引火性蒸氣의 着火를 방지하기 위하여 설비 및 작업상에 특히 주의가 주어져야 한다. 포함하는 着化源은 裸火, 빛, 담배불, 鎔接, 鎔斷火焰, 加熱表面, 摩擦熱, 靜電氣, 電氣 및 機械的 스파크, 熱의 生成을 수반하는 화학반응 그리고 輻射熱 등을 포함한다.

(나) Class 1 액체는 노즐 및 용기가 전기적으로 연결되지 않는한 용기에 분배되어서는 안된다. 充填중에 용기가 비치된 금속 바닥면은 전기적으로 필 시스템에 연결되어야 한다.

(2) 維持管理 및 補修

(가) 引火性 또는 可燃性液體를 취급하는 장소에서 작업을 수행할 경우에는 관리책임자의 참여 또는 지시하에 수행되어야 한다.

(나) 鎔接·鎔斷등 加熱作業, 스파크가 발생되는 전기기구 그리고 칩핑(Chipping) 작업은 그 작업이 안전하게 수행되는지 그리고 안전절차가 작업지침에 따라 수행되는 지를 작업장에서의 확인이 가능하도록 책임이 부여된 감독자의 관리하에 수행되어야 한다.

(3) 電氣設備

引火性 또는 可燃性液體를 취급하는 장소에서의 電氣機械器具등은 産業安全保健法 産業安全基準에 관한 規則 및 事業場 防爆構造 電氣機械器具配線등의 選定·設置 및 補修등에 관한 基準에 준하여야 한다.

카. 間接管理

(1) 概 要

유지관리 및 운전작업시는 引火性 또는 可燃性液體의 漏出을 制御하기 위하여 규정된 절차에 따라야 한다. 그리고 漏出 汚染物은 신속하게 청소되어야 한다.

(2) 出 入

적절한 通路가 작업자의 통행에 지장을 주지 않도록 유지되어야 하고 또한 火災鎮壓用 裝置등의 이동 및 취급에 지장을 주지 않아야 한다.

(3) 廢棄 및 殘留

건물 또는 작업장소내에는 可燃性 廢棄物質과 殘留物質을 최소화하여야 하며 또한 金屬密閉된 용기에 저장 보관하고 이들은 매일 廢棄, 處理되어야 한다.

(4) 야아드 관리

건물 및 작업장소 주위 지면에는 雜草, 쓰레기 혹은 기타 불필요한 可燃性物質이 없어야 한다.

第 12 章 取扱作業時 安全指針

引火性 및 可燃性液體를 사용할 경우에는 設備上의 안전대책 뿐만 아니라 이들 물질의 移送, 分配, 混合 및 기타 取扱과 관련한 作業上의 안전대책이 강구되어야 한다. 이들 액체 取扱作業은 폭발·화재로 인하여 인명이나 시설물 또는 동일 플랜트내의 주요건물 혹은 설비에 損傷을 주지 않도록 적절한 위치에서 올바르게 수행되어야 한다.

생산현장에서 引火點 이상으로 취급되거나 가열되는 引火性 또는 可燃性液體의 移送, 分配 및 混合등의 操作은 아주 위험한 것으로 간주되거나 가열되지 않는 可燃性液體 취급작업은 일반적으로 高壓 配管시스템을 포함할 때를 제외하고 위험성이 그렇게 높지는 않다. 그러나 移送 및 分配作業時 흔히 야기되는 작업장에서의 液體漏出이나 暴露에 항상 유의하여야 하며 특히 사고발생시 被害擴大防止를 위한 대책이 강구되어야 한다.

1. 概 要

이 指針은 引火性 및 可燃性液의 分配, 混合등 취급작업과 充填, 荷役등 移送作業등에 적용되어야 하며 여기서 제시되지 않은 사항에 대해서는 앞장에서 제시된 각종 指針에 준하여야 한다. 여기서는 주로 引火性 또는 可燃性液體로 인한 폭발·화재를 방지하는 데 중점을 두었으며 이들 물질의 暴露로 부터 초래되는 보건상의 문제점에 대해서는 언급하지 않았다.

2. 建物內 取扱

引火性 및 可燃性液體를 건물내에서 使用하거나 分配 및 混合作業等を 수행할 경우에는 다음에 따라야 한다.

가. 保管 및 使用

(1) Class I 액체는 실제 사용되지 않을 경우 密閉된 탱크 또는 용기에 보관되어야 한다. Class II 및 III 액체는 주위 또는 프로세스의 온도가 그들의 引火點 또는 그 이상일 때 密閉된 탱크 또는 용기에 보관되어야 한다.

(2) 액체는 옆질러짐 또는 누출시 이를 안전하게 그리고 신속하게 廢棄할 수 있는 설비가 제공되지 않은 장소에서 취급되어서는 안된다.

(3) Class I 액체는 裸火 또는 기타 着火源이 주어질 수 있는 장소에서 사용되어서는 안된다.

(4) 액체가 한 탱크 또는 용기로 부터 다른 용기로 移送되는 장소는 着火源이 존재할 수 있는 다른 작업장소와 離隔距離가 유지되거나 耐火構造物의 隔壁에 의해서 遮斷되어야 한다.

(5) 옆질러짐등을 制御하기 위하여 排水 혹은 기타 수단이 설치되어야 하며 위에서 언급한 自然 혹은 機械 換氣시스템이 갖추어져야 한다.

(6) 貯藏케비닛 외부, 내부저장실, 차단된 실 및 인접된 건물, 일반 저장소, 액체저장소 또는 그 밖의 일반 플랜트 지역으로 부터 적어도 2시간의 耐火度를 갖는 隔壁으로 차단된 특정 취급장소에 비치되어질 수 있는 액체의 양은 다음 ① 또는 ②, ③, ④ 및 ⑤를 합한 양을 초과하지 않아야 한다.

① 일일 사용량

② 容器로서 Class IA 액체 25 gal(95 ℓ)

③ 容器로서 Class IB, IC, II 또는 III 액체 120 gal(454 ℓ)

④ Class IB, IC, II 또는 IIIA 액체 660 gal(2,498 ℓ)을 각각 超過하지 않는 2대의 이동용탱크

⑤ Class IIIB 액체 660 gal(2,498 ℓ)을 각각 超過하지 않는 20대의 이동용탱크

상기 容量限界를 超過하는 액체량이 필요한 곳에서는 저장탱크를 이용하여야 하며 이는 앞의 제 8 장에 따라야 한다.

나. 容量限界(Quantity limits)

(1) 한 콘트롤 장소에서 引火性 및 可燃性液體를 실내에서 分配 및 混合할 경우에는 <표 12-1>에 제시된 限界量을 超過해서는 안된다. 여기서 콘트롤 장소란 限界量이 貯藏, 分配, 使用 및 取扱될 수 있는 건물내의 한 공간을 의미한다.

<표 12-1> 引火性 및 可燃性液體의 使用, 分配 및 混合作業時 限界量

液體의 等級	最大量(gal)*1)	
	使用-密閉	使用-開放, 分配 및 混合
引火性液體		
Class IA	30	10
Class IB	60	15
Class IC	90	20
Class IA, Class IB 및 Class IC 조합	120	30
可燃性液體	120	30
Class II	330	80
Class IIIA	13,200*2)	3,300*2)
Class IIIB		

*1) 自動 스프링쿨러시스템에 의해서 防護되는 건물내에서는 100 % 증가 허용.

*2) 스프링쿨러가 설치된 건물내에서는 制限되지 않는다.

(2) 한 콘트롤 장소에서 容量限界를 超過하는 引火性 및 可燃性液體를 실내에서 分配 및 混合할 경우에는 분배 및 혼합실내에서 수행되어야 한다.

다. 分配方法 및 裝置

(1) Class I 및 II 액체는 단지 다음 방법에 의하여 베셀, 용기 또는 이동식 탱크로 分配되거나 移送되어야 한다.

- ① 5 gal 또는 그 이하의 크기를 갖는 初期 購入容器(Original containers)로 부터
- ② 安全캔(Safety can)으로 부터
- ③ 密閉된 配管시스템을 통하여
- ④ 탱크 또는 용기상부의 開口部를 통한 승인된 펌프등 드로잉장치(Drawing equipment)에 의한 이동식탱크 또는 용기로 부터
- ⑤ 自動遮斷밸브(Self-closing valve) 또는 自動遮斷꼭지((Self-closing faucet)를 이용한 重力에 의해
- ⑥ 만일 移送作業에서 호스가 사용되면 그것은 出口밸브 외에 홀드오픈 래치(Hold-open latch) 없는 自動遮斷밸브가 설치되어야 한다.

(2) 引火性 및 可燃性液體 저장탱크 또는 드럼등은 壓力容器(Pressure vessel)인 경우를 제외하고 加壓하는 장치에 의해 분배되어서는 안된다. 壓力容器의 경우도 공기 및 산소가 加壓에 이용되어서는 안되며 不活性가스의 壓力을 이용하여 액체를 移送할 경우에도 壓力放出裝置를 포함하는 콘트롤장치에 의해 베셀, 탱크, 용기 및 배관이 設計壓力을 超過하지 않도록 제어할 수 있는 경우에 한하여 단지 허용된다.

(3) 容積形펌프(Postive displacement pump)는 탱크, 펌프 吸入部 또는 기타 적절한 위치에 逆으로 排出되는 壓力放出裝置가 설치되거나 또는 過壓을 방지하기 위한 인터록장치가 설치된 경우에 사용하여야 한다.

(4) 배관, 밸브 및 피팅류는 앞의 제 9 장에 제시된 지침에 따라야 한다.

(5) 振動이 주어지는 곳에는 플렉시블 연결구 및 호스를 사용하여야 한다.

라. 混合베셀(Mixing vessels)의 密閉

Class I 액체를 混合 및 調製하기 위하여 사용되는 베셀은 베셀내에서 화재를

制御할 수 있는 自動遮斷(Self-closing) 및 기밀성이 유지되는 非可燃性 덮개(Lids)가 있는 것이어야 한다. 그러나 이러한 장치가 비실용적일 경우에는 자동 또는 수동으로 콘트롤되는 火災消火裝置가 설치되어야 한다.

마. 배셀(Vessels)의 본딩

배셀은 電位差가 靜電氣電荷의 蓄積에 의해서 생성될 수 있는 곳은 본딩선(Bonding wires), 배관 또는 기타 유사한 수단에 의해 전기적으로 연결되어야 한다.

바. 앞질러짐(Spill) 및 排水(Drainage) 콘트롤

앞질러짐이나 배수시 이를 콘트롤할 수 있는 설비가 제공되지 않은 곳에서는 引火性 및 可燃性液體의 使用, 分配 및 混合作業을 수행하여서는 안된다.

3. 引火性 및 可燃性液體에 의한 洗滌

引火性 및 可燃性液體를 이용한 洗滌作業은 다음에 따라야 한다. 그러나 드라이클리닝(Dry cleaning) 및 스프레이 노즐클리닝은 제외한다.

가. Class I 및 II 액체

Class I 및 II 액체는 바닥 또는 壁을 洗滌하는 데 사용되어서는 안된다. Class I 및 II 액체로서의 洗滌은 다음에 따라야 한다.

- (1) 승인된 기계를 사용한다.
- (2) 分配 및 混合室內에서 사용한다.

나. 승인된 기계

승인된 기계로 수행되는 部品洗淨 및 脫脂(Degreasing)는 다음에 따라야 한다.

- (1) 溶媒(Solvent)는 구분되어야 하고 사용되는 기계에 적합한 것을 사용한다.

(2) 機械 容量(Capacities) 즉, 기계에 사용되는 溶媒의 량은 기계의 設計容量을 超過해서는 안된다.

(3) 容量限界는 다음과 같아야 한다.

(가) 遠隔 溶媒貯藏所가 없는 기계에 사용되는 溶媒의 량은 앞에서 제시된 容量限界 지침에 따라 제한되어야 한다.

(나) 遠隔 溶媒貯藏所를 갖는 기계에 사용되는 Class I 液體溶媒의 량은 앞에서 제시된 容量限界 지침에 따라 제한되어야 한다. 遠隔 溶媒貯藏所를 갖는 기계에 사용되는 Class II 液體溶媒의 량은 기계 당 35 gal을 초과하지 않아야 한다. 전체량은 自動 스프링쿨러시스템에 의해 防護되지 않은 건물내 콘트롤 장소 당 총 240 gal 그리고 自動 스프링쿨러시스템에 의해 防護된 건물내 콘트롤 장소 당 총 480 gal을 초과해서는 안된다.

(4) 멀티플 기계(Multiple machines)는 30 ft 이상의 距離에 의해 서로 隔離 설치하여 사용해야 한다.

(5) 기계는 蒸氣의 蓄積을 방지하기 위하여 적절하게 換氣되는 장소내에 설치 및 사용되어야 한다.

4. 容器 充填設備 取扱

용기의 接地는 傳導性매트 또는 金屬板등을 사용하여 용기를 소정의 위치에 놓으면 자동적으로 接地되도록 한다. 만일 용기류의 接地에 접속기구 및 接地用 導體를 사용할 경우에는 帶電物體를 주입하기 전에 이것을 접속해서 작업하고 종료 후에는 靜置時間이 경과한 후에 解體하여야 한다. 手動 및 自動作業時の 유의사항은 다음과 같다.

가. 手動作業

(1) 金屬製드럼등 傳導性容器에 引火性物質을 주입하는 작업의 경우 다음 각 호의 靜電氣 緩和措置를 하여야 한다.

(가) 인입배관, 용기등이 모두 전기적으로 접속되도록 본딩시키고 接地를 할 것.

(나) 상기 (가)의 규정은 閉鎖 배관계통의 경우 본딩을 생략하여도 무방하다.

(다) 마이크로 필터를 사용할 경우 주입노즐을 가능한 멀리 위치하도록 하고 필터를 거쳐 드럼으로 주입되는 배관은 傳導性材質로 할 것.

(2) 非傳導性容器에 引火性液體를 주입할 경우에는 다음 각호의 조치를 하여야 한다.

(가) 주입시 하부주입 방법으로 할 것.

(나) 드럼주변에 接地밴드를 체결하여 액체표면에 帶電된 靜電氣를 緩和시키도록 할 것.

(다) 靜電氣 除電用接地極을 주입시에 용기내에 위치하게 하고 주입이 끝난 후 30초 이상 경과한 후 제거할 것.

(라) 깔대기등 모든 傳導性物體는 주입시 모두 接地시킬 것.

나. 自動作業

컨베이어 벨트 또는 기타 자동공급조작을 포함하는 Class I 액체에 대한 용기 充填作業은 靜電氣蓄積을 방지할 수 있도록 적절하게 설계되어야 한다. 참고로 回轉體의 接地方法을 기술하면 다음과 같다.

(1) 回轉軸의 接地

回轉軸의 接地는 베어링의 潤滑油로서 가능한 傳導性이 높은 것을 사용하고 베어링을 接地하여야 하며 만일 回轉軸의 漏洩抵抗이 $10^6 \Omega$ 을 초과할 우려가 있는 경우에는 回轉軸에 카본 브러시(Carbon brush) 또는 슬립 링(Slip-ring)등을 이용하여 接地하여야 한다.

(2) 벨트의 接地

벨트류는 가능한 傳導性이 있는 것을 사용하고 풀리등을 통하여 接地하여야 하는데 벨트가 絶緣性이며 이것을 接地할 수 없을 때에는 벨트의 이음 부분에도

不導體를 사용하고 금속제 벨트커버는 벨트가 帶電되어지면 靜電誘導에 의하여 帶電되므로 이도 반드시 接地하여야 한다.

5. 充填 및 荷役作業

가. 탱크車輛 充填

(1) 位置選定

(가) Class I, II 또는 IIIA 액체를 分配하는 車輛 充填랙은 탱크, 저장소, 다른 플랜트 건물 또는 어떤 시설물 중 가장 가까운 시설물 경계로부터 Class I 액체의 경우 25 ft, Class II 및 III 액체의 경우 15 ft 이격되게 하여야 한다.

(나) 상기 거리는 가장 가까운 주입구 또는 移送 연결부로 부터 측정된 거리이며 이들 거리는 고정된 火災防護시스템, 다이크, 耐火壁 또는 이들을 병행하여 설치할 경우에는 감소될 수 있다. 펌프 또는 充填作業者의 거주를 위한 건물은 充填랙의 일부로 간주된다.

(라) 充填랙 및 充填랙이 설치된 시설물은 鐵網, 단단한 金屬지붕널(Metal sheathing) 또는 벽들로 제작된 높이 5 ft이상의 防護울(Fencing)에 의해 포위되어야 하는 바 탱크車輛은 이같은 차량이 울내에 완전하게 진입되지 않는 한 充填 또는 荷役作業이 수행되어서는 안된다.

(2) 靜電氣 防護

(가) 充填랙은 트럭 주입작업 중에 靜電氣電荷의 蓄積을 방지할 수 있도록 설치되어야 한다.

(나) 오픈도움(Open domes)을 통하여 Class I 액체가 充填될 경우 또는 Class II 및 III 액체가 Class I 액체 증기가 잔존하는 車輛으로 充填될 경우 接地 및 본딩되어야 한다.

(다) 필 스템 또는 랙 구조의 어떤 파트에 영구적인 전기적 연결을 위하여 金屬 본딩선을 사용하여야 한다.

(라) 필 스템 파이프 어셈블리는 본딩 지점으로 부터 다운 스트림을 통하여

전기적으로 傳導되어야 한다. 이러한 본딩선의 나머지 끝을 탱크車輛의 카고트럭과 전기적으로 접촉시키고 금속 부분에 편리하게 부착하기 위해서 클램프등 기타 접속구가 사용되어야 한다.

(마) 예상되는 작업을 고려하여 적절한 강도의 柔軟性이 있는 본딩선을 사용하여야 한다. 그리고 전기저항은 1 MΩ을 초과하지 않아야 한다.

(바) 이같은 본딩 연결은 도움덮개가 열리기 전에 차량 또는 탱크에 단단하게 연결되어야 하고 주입이 완료되기 까지 소정의 위치에 연결되어 있어야 한다. 그러나 다음의 경우는 본딩을 생략할 수 있다.

① 車輛이 아스팔트, 컷백(Cutback) 아스팔트, 대부분 原油, 殘留오일 및 水溶性液體 같은 靜電氣蓄積 경향을 갖지 않는 물질만이 充填되는 곳

② Class I 액체가 充填設備에서 취급되지 않고 充填된 탱크車輛이 Class II 및 III 액체에 한하여 사용되는 곳

③ 車輛이 호스 또는 파이프가 傳導성이거나 非傳導성이든 密閉된 바닥 또는 상부 연결부를 통하여 充填 또는 荷役되는 곳

(사) 탱크車輛의 상부 개방도움을 통한 주입시 탱크가 燃燒範圍의 濃度로 蒸氣-空氣를 함유하거나 또는 주입시 액체가 이러한 混合物을 형성할 수 있는 경우에는 탱크의 바닥부근 까지 배관이 확장되어야 한다.

(3) 톱 로딩(Top loading)

증기 콘트롤시스템이 없이 Class I 및 II 액체로서 탱크車輛을 톱 로딩할 때 최종 유량콘트롤에 사용되는 밸브는 自動遮斷타입이어야 하고 차량이 완전히 充填될 때 흐름을 차단할 수 있는 自動手段이 설치될 경우를 제외하고 수동으로 개방되어야 한다. 自動遮斷시스템은 만일 自動시스템이 작동되지 않을 경우 흐름을 정지하기 위해 충전노즐로부터 안전한 거리에 手動遮斷밸브가 설치되어야 한다. 증기 콘트롤을 갖는 탱크車輛을 톱 로딩할 때 유량콘트롤은 다음 (4)에 따라야 한다.

(4) 보텀 로딩(Bottom loading)

증기가 콘트롤되거나 콘트롤되지 않는 탱크車輛을 보텀 로딩할 때 過充填을 방지하기 위한 2차 自動遮斷콘트롤을 병행하여 미리 設定된 량을 充填할 수 있도록 충분한 수단이 제공되어야 한다. 2차 콘트롤이 요구되는 로딩 랙>Loading rack)과 탱크車輛 사이에 연결부는 기능적으로 적합하여야 한다. 증기 콘트롤이 장치된 탱크車輛을 보텀 로딩할 때 증기 콘트롤이 사용되지 않으면 탱크는 압력 상승을 방지하기 위하여 大氣로 排氣되어야 한다. 이러한 排氣口는 차량 위 카고 탱크(Cargo tank)의 높이 이상이어야 한다. 탱크車輛을 보텀 로딩할 때 액체 充填호스 또는 파이프 그리고 트럭 배관 사이에 커플링(Coupling)은 건조한 斷路 커플링(Disconnect coupling)이어야 한다. 그리고 플랜트 증기 콘트롤시스템까지의 연결부는 탱크車輛에 연결되지 않을 때 대기중으로 증기의 放出을 방지할 수 있도록 설계되어야 한다. 증기 프로세싱 장치는 지상탱크, 저장소, 다른 플랜트 건물, 充填 및 荷役設備 또는 인접시설물의 가장 가까운 경계로 부터 이격되어야 하며 遠隔配置, 가아드레일, 커버(Curbe) 또는 울에 의해 물리적인 손상으로 부터 보호되어야 한다.

(5) 스위치 로딩(Switch loading)

앞서 Class I 액체를 저장했던 탱크車輛은 탱크車輛, 모든 배관, 펌프, 호스 및 그기에 연결되었던 計量器등에 잔존하는 액을 排水시키지 않은 한 Class II 및 III로 充填되어서는 안된다.

나. 탱크車 充填

(1) 位置選定

이는 상기 가.(1)에 준하여야 한다.

(2) 靜電氣 防護

탱크車의 레일을 통한 接地抵抗은 25 Ω 이상이어야 한다. 본딩에 관한 사항은 상기 가.(2)에 따라야 한다.

(3) 漂遊電流(Stray current) 防護

漂遊電流를 防護하기 위해서 引火性 또는 可燃性液體가 개방도움(Open domes)을 통하여 充填 또는 荷役되는 탱크車 설비는 적어도 한 레일(Rail) 및 랙(Rack)구조에 주입 파이프(Fill pipe)를 영구적으로 본딩하여야 한다. 랙 장소로 들어가는 멀티 파이프(Multiple pipe)는 서로 영구적으로 연결되어야 한다. 다시말하면 과도한 漂遊電流가 존재하는 것으로 알려진 장소에서 랙 장소로 들어가는 모든 파이프는 그 파이프라인으로 부터 랙 배관이 전기적으로 絶緣되도록 絶緣部가 주어져야 한다.

漂遊電流는 充填 및 荷役設備에서 어떤 電氣設備에 결함이 있는 경우 초래될 수 있다. 따라서 영구적으로 레일과 파이프 랙 사이는 언제나 본딩되어 있어야 한다. 漂遊電流는 고무타이어가 적절한 絶緣役割을 하기 때문에 탱크車輛에는 문제가되지 않는다.

(4) 스위치 로딩(Switch loading)

앞서 Class I 액체를 저장했던 탱크車은 탱크車, 모든 배관, 펌프, 호스 및 그기에 연결되었던 計量器등에 잔존하는 액을 排水시키지 않은 한 Class II 및 III 액체로 充填되어서는 안된다.

다. 荷役作業

(1) 移送裝置

引火性 또는 可燃性液體의 移送에 사용되는 장치는 승인된 제품을 사용하여야 한다.

(2) 貯藏탱크

Class I, II 및 III 액체는 탱크車輛 및 탱크車로 부터 단지 大氣탱크 또는 移動式탱크에 移送되어야 한다.

(3) 時間制限

탱크車輛 및 탱크車는 公給지점에 도착하자 마자 가능한 곧 荷役되어야 하며

저장탱크로서 사용되어서는 안된다.

(4) 車輛모터

탱크車輛의 모터는 호스 연결부의 締結 및 解體時 그리고 荷役作業 중에는 停止하여야 한다.

(5) 接地 및 본딩

(가) 위험물을 고무타이어가 있는 탱크 로울리, 탱크車 및 드럼등에 주입하는 설비의 경우 다음 각호의 靜電氣 緩和措置를 하여야 한다.

- 1) 운반체와 주입파이프간에 電位差가 없도록 상호 본딩 및 接地를 하여야 한다.
- 2) 하부 주입방식의 경우 低流速을 유지하거나 表面 渦流生成을 최소화하기 위하여 噴出되는 현상을 緩和시킬 수 있는 기구를 부착하여 사용하여야 한다
- 3) 주입파이프의 모든 金屬製部分은 전기적으로 접속되어야 하며 플랜지 접속부분이 있을 경우 플랜지 좌우 배관을 본딩시켜야 한다. 다만, 하부 주입방식의 경우에는 예외로 한다.
- 4) 본딩되지 않은 金屬體가 탱크중에 들어가지 않도록 하여야 하며, 주입전에 탱크 내부를 점검하여 본딩되지 않은 金屬體가 탱크내에 있는 지를 확인하여야 한다.
- 5) 마이크론 단위의 粒子를 제거하는 필터를 통하여 주입이 될 때에는 주입후 30초 이상의 靜電氣 淨置時間을 주어야 한다.
- 6) 傳導性添加劑를 사용할 때에는 유속제한이나 靜電氣등의 제한을 두지 않아도 좋으나 본딩 및 接地를 하여야 한다.

(나) 본딩 및 接地

- 1) 본딩 및 接地는 개구부(해치)를 열기전에 탱크 및 車輛에 수행하고 充填作業이 완료되어 개구부를 닫고나서 제거하여야 한다.
- 2) 본딩용 電線은 한쪽 끝이 주입파이프 또는 그와 연결된 金屬體등 기

타 接地된 金屬體에 고정 접속시킨다. 본딩용 電線은 탱크와의 전기적인 연결을 위하여 金屬體 파트에 편리하게 부착할 수 있는 클램프(Clamp) 또는 기타 유사한 장치가 사용되어야 한다.

3) 接地 클램프는 본딩을 풀지 않은 상태로 운반체가 움직였을 경우에도 손상을 받지 않는 구조이어야 한다.

(다) 본딩 및 接地 제외

1) 차량이 靜電氣 축적경향을 갖지 않는 물질, 즉 아스팔트(Asphalts), 대부분의 原油(Crude oil), 殘留오일 및 水溶性液體등으로 充填될 경우

2) Class I 액체가 充填施設에서 취급되지 않는 곳 그리고 充填된 탱크車輛이 Class II 및 Class III 액체만을 사용할 때

3) 스파크가 발생될 수 있는 장소에 증기의 放出이 없는 閉鎖 配管系統(引火性物質을 주입하기 전에 접속되고 주입이 완전히 遮斷된 후 解體하는 방식)인 경우, 즉 호스 또는 파이프가 傳導性 또는 非傳導性이든 근접된 바닥 또는 상부연결부를 통하여 充填 또는 荷役될 경우

5. 火災豫防 및 制御

가. 概要

이 지침은 액체 취급설비에서 액체의 폭발·화재를 방지하고 損失을 최소화하기 위하여 적용될 수 있다. 액체 취급설비에 대하여 제공되는 火災豫防 및 制御程度는 운전에 대한 공학적 평가에 의하여 결정되어야 한다. 평가에는 다음 사항이 포함되어야 한다.

(1) 액체 취급시의 폭발·화재 위험성 분석

(2) 危險物質, 危險化學藥品 또는 취급시의 危險反應 그리고 이러한 위험물질이나 화학약품 또는 반응을 制御하기 위해 주어지는 안전장치의 분석

(3) 앞 장에서 제시된 설비설계 요건의 분석

(4) 본 장에서 제시된 액체 取扱, 移送 및 使用要件의 분석

(5) 시설물 또는 인접시설물에서 야기되는 문제, 洪水 위험성 또는 地震 위

협성의 분석

(6) 消防署 또는 인근 업체와의 상호협조체제의 고려

나. 着火源의 制御

(1) 引火性液體의 着火를 방지할 수 있도록 각종 着火源 防止對策이 강구되어야 한다. 着火源은 다음과 같다.

- | | |
|-----------------------------|-----------------------|
| (가) 裸火(Open flames) | (나) 雷(Lightning) |
| (다) 뜨거운 表面 | (라) 輻射熱(Radiant heat) |
| (마) 吸煙 | (바) 鎔接·鎔斷 火焰 |
| (사) 自然發火 | (야) 摩擦熱 또는 스파크 |
| (자) 靜電氣(Static electricity) | (차) 電氣스파크 |
| (카) 漂遊電流(Stray currents) | (타) 乾燥機, 爐 및 加熱裝置 |

(2) 吸煙은 지정된 안전한 장소에서 만이 허용되어야 한다.

(3) 鎔接·鎔斷 및 기타 스파크 발생작업은 주위에 引火性液體가 있는 장소에서 허용되어서는 안된다. 앞의 재해사례에서도 나타난 바와 같이 可燃性液體가 존재하는 장소에서의 鎔接·鎔斷作業으로 인한 재해가 20.0 %로서 많은 비중을 차지하고 있다. 작업시 특히 유의하여야 할 사항은 다음과 같다.

(가) 작업장소 또는 그 주위에 引火性 또는 可燃性液體의 존재여부를 확인하여야 한다.

(나) 密閉된 설비나 드럼등을 鎔接·鎔斷할 경우에는 내부에 잔존하는 可燃性液體類를 완전히 洗淨한 후 開口部를 개방하여 작업하여야 한다.

(다) 가능한 鎔接·鎔斷作業은 이 작업을 위하여 설계된 장소 즉 不燃性 혹은 耐火構造로 격리된 장소 또는 可燃性物質이 없는 장소에서 작업하여야 한다.

(라) 發火 우려가 있는 引火性 또는 可燃性液體가 작업장 바닥에 잔존하는 경우에는 11 m 半徑까지 깨끗하게 청소 및 換氣한 후에 작업하여야 한다.

(마) 작업장소에서 半徑 11 m 이내의 벽, 바닥, 지붕, 닥트 등의 개구부나 틈은 완전히 차단한 후에 작업하여야 한다.

(바) 작업장소 주위에 鎔接불꽃 등을 운반할 수 있는 컨베이어등이 있는 경우에는 주위에 차단막을 설치하여야 한다.

(사) 金屬材質의 벽, 천정, 지붕위 등에서의 작업시는 반대편에 있는 可燃性物質이 熱傳達에 의해 發火할 위험이 있는 바 이를 제거하거나 제거가 불가능한 경우에는 화재감시인을 배치하여야 한다.

(아) 화재감시인이 필요하지 않은 장소에서는 鎔接·鎔斷作業이 완료된 후 30분 동안 화재발생 여부를 확인하여야 한다.

(자) 斷熱材등 可燃性物質이 내부에 들어있는 판넬구조의 金屬壁이나 천정 등은 그 상태로 鎔接하여서는 안된다.

(차) 벽, 천정, 지붕 등과 접촉되어 있는 파이프등 금속을 용접할 경우 熱傳達에 의해 발화위험이 있으면 그 상태로 작업하여서는 안된다.

(4) 着火할 수 있는 混合氣가 존재하는 탱크, 기계 및 배관등 모든 장치는 본딩 및 接地되어야 한다. 금속 배관 또는 장치가 전기적으로 절연된 부분은 靜電氣의 축적 위험성을 방지하기 위하여 시스템의 다른 부분과 본딩하고 각기 接地되어야 한다.

다. 검사 및 보수

(1) 모든 防火裝置는 적절하게 유지관리되어야 한다. 그리고 안전기준 및 장치 제조자의 지침에 따라 주기적으로 검사 및 테스트되어야 한다.

(2) 유지관리 및 작업시는 引火性液體의 漏出을 제어하고 옆질러짐을 방지하여야 한다.

(3) 작업장에서의 可燃性 廢棄物質과 殘留物質은 최소량으로하고 덮개가 있는 금속용기에 보관되어야 하고 매일 廢棄하여야 한다.

(4) 액체가 저장, 취급 또는 사용되는 설비 주위의 지면은 雜草, 쓰레기 또는 불필요한 可燃性物質등이 없어야 한다.

(5) 작업자의 이동을 위한 通路는 장애물이 없이 관리됨으로서 待避 및 火災 鎮火 活動時 接近등에 지장을 초래하지 않도록하여 한다.

라. 非常計劃 및 訓練

(1) 유용한 장비 및 사람으로 구성된 非常行動計劃은 화재 또는 기타 비상사태 발생시 대처를 위하여 확립해 두어야 한다. 이 계획은 다음과 같다.

(가) 警報, 消防署等 非常連絡, 待避 및 火災鎮火 및 制御 같은 화재발생시의 대처절차

(나) 화재진화 의무를 수행하는 작업자의 지정 및 훈련

(다) 防火裝置의 유지관리

(라) 火災鎮火 訓練

(마) 液體漏出을 감소하기 위한 장치의 정지 또는 遮斷

(2) 防火裝置의 사용 및 조작을 담당하는 작업자는 그 장치의 사용을 위하여 훈련되어야 한다. 재훈련은 적어도 매년 수행되어야 한다.

(3) 효과적인 火災 制御計劃은 지역비상대책 부처와 연계되어야 한다.

(4) 비상사태시 안전한 작업중지 절차가 확립되어야 한다. 주기적인 훈련, 검사 그리고 관련 警報器, 인터록 및 制御器의 테스트에 관한 규정이 제정되어야 한다.

(5) 비상절차는 쉽게 사용될 수 있어야 하고 주기적으로 보완되어야 한다.

마. 檢指 및 警報

(1) 화재 또는 비상사태를 신속하게 인지하기 위한 수단이 제공되어야 한다.

(2) 건물을 포함하여 引火性液體가 漏出될 수 있는 潛在危險이 있는 장소는 다음 방법등에 의해 감시되어야 한다.

(가) 작업자의 觀測 및 巡察

(나) 漏出 또는 옆질러짐이 야기되는 것을 지시할 수 있는 공정 모니터링 장치

(다) 巡察되지 않는 장소를 연속적으로 모니터링할 수 있는 가스 檢指器의 설치

바. 移動 및 固定 消火裝備

이동 및 고정 소화장비는 상기 가.의 분석에 따라 특정 작업 및 저장시 위험성에 대비하여 적절한 타입, 크기 및 수량의 것으로 설비에 제공되어야 하는 바 이는 消防法에서 규정한 기준에 따라야 한다.

第 13 章 結 論

사업장에서 취급되는 危險物 중에서 가장 대량으로 그리고 가장 흔하게 사용되는 물질인 引火性 및 可燃性液體는 化學工場 뿐만 아니라 대부분의 모든 사업장에서 사용되고 있는 물질로서 공업의 발달로 그 사용량이 急増하고 있는 실정이다.

그러나 앞의 實態調査에서 나타난 바와 같이 국내 사업장의 경우 이들을 사용하는 設備 및 取扱方法上에 많은 문제점이 있는 것으로 지적되고 있으며, 실제로 인한 重大災害가 계속 증가되고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 引火性 및 可燃性液體로 인한 爆發·火災를 豫防하고 그被害를 억제함으로서 重大災害를 방지하기 위하여 取扱設備 및 作業에 대한 문제점과 사고사례를 分析하여 對策을 제시하고자 하였는 바 그 중요한 문제점은 다음과 같다.

(1) 引火性 및 可燃性液體로 인한 重大災害는 化學裝置産業이나 化學製品 製造業이 아닌 機械·金屬, 電氣·電子 및 家具·木材品 製造業등 일반 사업장에서 발생된 재해가 67.5 %를 점유하고 있으며 또한 50명 미만의 零細事業場에서 발생된 災害가 52.5 %를 차지하고 있는 실정으로서 이들 업체에 대한 設備 및 取扱上의 安全對策이 시급한 실정이다.

(2) 屋內 貯藏탱크를 보유하고 있는 사업장은 15개소(44.1 %)로서 屋內 貯藏탱크를 사용하고 있는 사업장이 많으나 屋內 貯藏탱크를 設備上部등 高所場所에 설치한 사업장이 40.0 %, 防護壁을 설치하지 않은 사업장이 38.5 % 및 貯藏탱크에 緊閉遮斷밸브를 설치 사용하지 않는 사업장이 26.7 %등 설비상에 문제점이 많아 漏出시 爆發·火災의 위험성이 높으며 사고발생시 被害擴大 危險性이 높은 실정이다.

(3) 屋內 貯藏탱크의 경우 과충전으로 인한 漏出時 옥내공간에서의 漏出로 증기의 농도가 爆發限界에 달하기 용이하고 작업장내 각종 장치나 설비가 着火源

으로 작용함으로서 爆發.火災의 위험성이 높다. 그러나 高水位警報 및 펌프 인터록장치등 安全裝置의 설치실태가 미흡한 실정이다.

(4) 작업장내에서 引火性 및 可燃性液體를 보관하기 위해 저장캐비닛을 사용하고 있는 사업장이 4개소(11.8 %)로서 사용업체가 많지 않으며 대부분 설비주위 작업장에 보관하고 있고 설치 사용되고 있는 저장캐비닛의 경우도 구조등의 부적절로 옆질러짐이나 漏出時 외부 바닥으로 擴散될 위험성이 높다.

(5) 引火性 및 可燃性液體 드립 또는 캔을 저장하기 위해 屋內貯藏所를 설치하여 사용하고 있는 사업장은 27개소(79.4 %)로서 일부 저장소의 경우 바닥의 높이나 구조의 부적절, 排水設備의 未設置, 地下貯藏所 設置使用등 설치상에 문제점이 많은 실정이다.

(6) 引火性 및 可燃性液體로 인한 爆發.火災는 設備自體의 결함에 의해서도 야기되지만 국내 재해사례의 경우 취급잘못으로 인한 경우가 더 많은 실정으로서 취급 및 관리에 특히 유의하여야 한다. 그러나 壓力容器가 아닌 이동식탱크나 드립의 加壓作業, 分配 및 供給時 사용되는 호오스등 非傳導性材質 사용, 未接地 및 본딩, 殘留 또는 빈 탱크, 드립 및 캔의 非密閉 그리고 현장에 다량의 引火性液體를 저장하는 등 작업 및 안전관리상에 문제가 많다.

이상과 같은 문제점에 비추어 볼 때 引火性 및 可燃性液體와 관련된 폭발.화재로 인한 재해, 즉 重大災害가 아닌 일반재해나 經濟的 손실재해는 아주 많은 것으로 推定되며 이에 대한 대책으로서 다음 사항이 고려되는 것이 바람직할 것이다.

(1) 引火性 및 可燃性液體가 잔존하는 드립등의 鎔接.鎔斷 및 加壓등에 의한 爆發.火災나 破裂로 인한 重大災害등 위험물 및 취급설비에 대한 안전지식의 부족으로 인한 재해가 많이 발생됨을 고려하여 이와 관련된 법정교육 및 자체교육을 강화해 나가야 한다.

(2) 引火性 및 可燃性液體와 관련된 폭발.화재는 특히 非化學製品 製造業體 그

리고 零細事業場에서 많이 발생되고 있는 바 이들 사업장에 대한 當公團의 技術指導가 강화되어야 한다.

(3) 引火性液體 뿐만 아니라 可燃性液體도 發火에 의한 폭발·화재의 위험성이 높으며 이로 인한 重大災害가 많이 발생되고 있고 또한 화재발생시 被害擴大防止等を 고려하여 이들 물질도 産業安全保健法上の 위험물질에 포함시켜 관리되도록 개정이 검토되어야 한다.

아울러 引火性 및 可燃性液體를 취급하거나 關聯設備를 製作 및 設置하는 사업장에서는 상기에서 지적한 問題點과 對策을 충분히 考慮하고 본 報告書에提示된 各種 指針을 檢討하여 對策을 마련해 나가기를 기대하며 장차 본 報告書의 內容을 토대로 國內實情에 適合한 安全基準이 제정되고 본 內容이 現場技術指導 및 診斷時에 활용됨으로서 災害防止에 기여할 수 있기를 기대한다.

參 考 文 獻

1. 金容旭, 産業安全工學, 螢雪出版社, PP. 30~32 (1991)
2. 韓國産業安全公團, 産業安全 業務便覽(上,下) (1991)
3. 韓國消防安全協會, 消防關係法規集 (1992)
4. 北川徹三, 化學工業安全, コロナ社, 東京, PP. 25~41 (1983)
5. 山口降章, 化學・石油工場の災害防止, 日本石油コンサルタント(株), 東京, PP. 81~139 (1983)
6. 化學工學協會, 化學裝置便覽, 丸善(株), 東京, PP. 509~548 (1989)
7. 崔星洛, 火災・爆發 및 燃燒現象, 螢雪出版社, PP. 51~60 (1982)
8. 總合安全工學研究所, 火災・爆發危險性の測定法, 東京, PP. 137~149 (1977)
9. A. M. Stevens, "Safe Storage and Handling of Flammable and Combustible Liquids", Professional Safety, 20, 24 (1975)
10. National Safety Council, "Flammable and Combustible Liquids in Small Containers ", Natl. Saf. News, 130, 68 (1984)
11. F. A. Robinson, "Taking the Spark out of Electrostatics ", Industrial Finishing, 59, 36 (1983)
12. National Fire Protection Association, "NFPA 30. Flammable and Combustible Liquids Code ", National Fire Code (1990)
13. Robert P. Benedetti, Flammable and Combustible Liquids Code Handbook, National Fire Protection Association (1991)
14. International Fire Code Institute, Uniform Fire Code, PP. 255~356 (1991)
15. Occupational Safety and Health Admin., "Code of Federal Regulations ", CFR 1910.105 (1990)
16. 勞動省勞動基準局安全衛生部, 勞動安全衛生規則の逐條詳解, 中央勞動災害防止協會, PP. 154~193 (1993)
17. 安全工學協會, 爆發, 海文堂, 東京, PP. 112~150 (1985)

18. 金昌殷, 化學工學便覽, 大光書林, PP. 26~50 (1989)
19. International Labour Office, Major Harzard Control, Switzerland, PP. 1~23 (1988)
20. National Institute for Occupational Safety and Health, "Working Safety with Flammable and Combustible Liquids", National Technical Information, PP. 1~31 (1978)
21. Underwriters Laboratories Inc., "UL 1275. Standard for Flammable Liquids Storage Cabinets" (1985)
22. Factory Mutual Engineering Corp., "Flammable Liquids in Drums and Smaller Containers", Loss Prevention Data 7-29 (1989)
23. Underwriters Laboratories Inc., "UL 58. Steel Underground Tanks for Flammable and Combustible Liquids" (1985)
24. National Fire Protection Association, "NFPA 329. Recommended Practice for Handling Underground Leakage of Flammable and Combustible Liquids", National Fire Code (1987)
25. Factory Mutual Engineering Corp., "Flammable Liquids Mixing Operations", Loss Prevention Data 7-36 (1974)
26. Factory Mutual Engineering Corp., "Storage Tanks for Flammable and Combustible Liquids", Loss Prevention Data 7-88 (1976)
27. Orville M. Sly, "Flammable and Combustible Liquids", Fire Protection Handbook, PP. 3.34~3.35 (1990)
28. F. T. Bondurtha, Industrial Explosion Prevention and Protection, McGraw-Hill, PP.45~67 (1980)
29. National Fire Protection Association, "NFPA 327. Standard Procedures for Cleaning or Safeguarding Small Tanks and Containers", National Fire Code (1990)
30. Health and Safety Executive, "HS(G)52. The Storage of Flammable Liquids in Fixed Tanks" (1991)

가연성액체로 인한 폭발·화재 방지대책에 관한 연구
연구보고서(화학연 93-6-29)

발행일 : 1993년 12

발행인 : 원 장 서 상 학

연구자 : 책임연구원 정 판 석

발행처 : 한국산업안전공단

산업안전연구원

화 학 연 구 실

주 소 : 인천직할시 북구 구산동 34-4

전 화 : (032) 518-6484 / 6, 502-0031
