



精油工場에 있어서의 安全對策

孫 正 敏
(極東石油 技術部)

I. 머리말

안 전대책은 현장에 근무하는 기술자에게 있어서 무엇보다도 가장 중요한 직무이다. 공장재해의 발생은 선진공업국에 있어서도 공업발달의 초기에 무수히 많이 발생하였고, 기술이 고도로 진보를 가져온 현재에 있어서도 역시 대소의 공장재해가 세계도처에서 일어나고 있는 실정이다. 특히 석유정제공장은 대량의 석유류 및 가연성가스를 제조하는 제조소, 저장소 취급소의 기능을 수행기 위해 대규모로 복잡한 각종정제장치와 부대시설을 갖고 있을 뿐만 아니라, 고온 고압작업을 행하고 있는 장치도 많고, 작업내용도 복잡하기 때문에 재해의 방지에는 특별한 고려가 되어지지 않으면 안되며, 이들의 재해는 화재 폭발등의 대참사를 초래하는 경우가 있기 때문에 여기에 대처하는 예방대책 소화설비 및 종업원에 대한 교육훈련이 요구된다.

지난 83년 8월 英國 AMOCO정유공장 원유저장탱크 화재, 84년 11월 멕시코의 LNG 터미널 폭발사고, 84년 12월 印度 보팔시 살충제 농약공장 폭발참사, 85년 1월의 美國 텍사스 정유공장 대화재등은 인명 등의 막대한 피해를 가져왔는 바, 본고에서는 정유공장에 있어서의 각종 재해에 대하여 원인, 대책, 설계, 운전, 보수작업에 이르기까지의 안전대책에 대하여 관련사의 전종업원은 이에 관하여 누구보다도 잘 알고 있으리라 사료되나, 차제에 회고해 보기 위하여 약술코자 한다.

II. 精油工場の 災害

재해는 물적 재해와 인적 재해의 두가지로 대별되지만, 물적재해와 인적재해는 동시에 일어나는 경우가 많다. 또한 통계적으로 보면, 인적·물적 재해의 범위 88% 이상이 인적 원인에 의해 발생하고 있다.

1. 物的災害

물적 재해는 다음과 같이 분류할 수 있다.

- 장치, 기구, 기계의 고장 파손
- 기름의 유출사고
- 화재
- 폭발·파열
- 누전등의 전기재해
- 태풍, 지진, 홍수, 해일등의 천재

최근의 공장 재해를 보면, 설비상의 잘못이나 불가항력적인 것은 적고, 대개가 사람의 불안전 행위(너무 안다, 정신이 해이한 상태, 무의식 행동, 미숙련, 작업 기준 불이행등)에 원인이 있다. 설비기기의 결함에 기인하는 사고도 설계단계에서 충분한 검토를 하고 운전 중에 관리가 잘 되면 미연에 방지가 되는 것도 있으며, 불가항력적이라고 생각하는 천재에 따른 피해도 사전 예상하여 대비대책을 강구해 놓으면 어느 정도는 방지가 된다고 생각되어 진다.

그러므로 재해는 대부분이 사람의 행위에 원인이 있으며, 안전작업은 사람의 행위에 따라 좌우된다고 하겠다.

2. 人的災害

정유공장에 있어서 인적 재해는 일반의 산업재해와 같고, 작업행동 재해가 대부분으로서 보다 많은 것은 고온유 수증기 등에 의한 화상 高所작업중의 추락, 운반작업중의 넘어짐, 타박, 가스중독, 질식, 극약에 의한 피해 등이 있다.

중상재해는 건설 보수공사중의 하청업체 작업종사자에 많으며, 또한 물적 재해에 따른 부상사고는 대개 중상사고를 일으키기 쉽다. 재해가 발생하는 사정은 복잡하므로 여러가지 원인이 있으나 조건의 복합으로 재해가 발생하는 경우가 많은데 이를 분석하여 보면, 대개 다음 5가지의 원인으로 분류된다.

〈인적 재해〉

1. 생리적 원인(질병, 두통, 신체의 경직, 간질, 수면부족 등)
2. 심리적 원인(초조, 불안, 긴장, 공포, 태만 등)
3. 기술적 원인(장치, 기계설비, 배치, 조명, 환기 등)
4. 교육적 원인(경험부족, 훈련미숙, 무지, 나쁜습관 등)
5. 관리적 원인(작업기준불명확, 인사적정배치 불이행, 연락불충분 등)

Ⅲ. 重要的 災害의 原因 및 對策

1. 火 災

정유공장 안전대책중 제일 중요한 것은 화재방지에 있다. 정유공장은 대량의 가연물을 보유하고 있는 관계상 경우에 따라서는 어느 순간에 공장에 치명적인 손해를 가져다 주기 때문에 화기사용 및 화원의 배제 취급에는 엄중한 행동을 하지 않으면 안된다. 화기원을 대별하면 다음과 같다.

- ① 화기, 고열물
- ② 충격, 마찰
- ③ 자연발화
- ④ 정전기

- ⑤ 전기불꽃, 전기기기, 배선
- ⑥ 단열압축
- ⑦ 벼락
- ⑧ 광선, 방사선 등으로 나눈다.

(1) 火氣 및 高熱物

대체적으로 작업상 또는 작업에 관계없이 사용하거나 이용하는 裸火 연소물 전기스파크 고열물등을 가리키는 것이며, 이것은 매우 보편적으로 발화의 원인이 될 수 있는 것이다. 이에 해당하는 중요한 것을 통계에서는 다음과 같이 분류하고 있다.

○작업상의 화기 : 토오치램프, 용접기, 절단기, 작업용곤로

○작업외의 화기 : 난로, 곤로, 모닥불, 성냥, 담배

○화로 : 보일러, 소각로, 가열로, 전기로

○건조장치 : (직화 또는 전열에 의한 건조장치)

○굴뚝연돌 : 굴뚝 또는 연도의 과열, 불티 또는 불꽃의 비산

○전기설비 : 배전반, 스위치, 회로, 모우터, 전동, 코오드, 변압기, 전열기등 전기설비의 접촉불량 또는 절연불량에 의한 방전불꽃과 과열

○기계설비 : 내연기관의 배기관, 벨트의 슬립 또는 접촉에 의한 과열, 베어링의 과열등 벨트와 플리에 의하여 생긴 정전기 불꽃

○자연발화 : 자연발화성 물질의 산화, 분해, 흡습에 의한 자연발화, 인화성 액체의 유동에 의한 정전기 불꽃

○기타 화원 : 벼락, 방화, 비화 등에 의한 것

특히 용접절단작업중에 비산하는 불뿔은 풍속에 따라 차이가 있지만, 높은 장소의 작업에 있어서 비산거리 는 10m 이상에 달하는 수도 있다. 용접금속편은 섭씨 1,500~2,000도에 달하는 고열물체이므로 용접, 절단 작업은 엄중한 경계하에서 행하지 않으면 안된다. 불꽃(炎)은 아무리 작은 것일지라도 섭씨 1,200도 이상 육안으로 빛이 보일 정도의 불꽃은 약 550도, 담배는 흡연할 시 650도, 방치시에도 450도 정도나 되어 인화성 가스가 있는데서의 불(裸火) 사용 및 흡연은 지극히 위험하다.

(2) 衝擊 · 摩擦

가스위험지구에 있어서는 콘크리트 파괴작업이나 끌(鑿), 해머, 전기드릴 등의 사용 및 금속의 마찰 충격

에 의한 스파크가 화재의 원인인 경우가 있기 때문에 불꽃의 발생방지를 위하여 사용공구 기계류의 선정, 사용방법 등에 주의를 요할 뿐만 아니라, 특히 가연성가스가 있는 장소에 금속편 또는 공기구 등을 떨어뜨리거나 던져서 충격불꽃으로 폭발하는 경우도 있고, 고압가스 배관을 통하여 압송중에 배관내면의 스케일이 기류와 함께 유동하여 배관벽과 마찰에 의해 고온도의 입자가 되어 가스의 착화원이 되는 경우도 있다.

또한 배기팬이나 송풍기의 금속제 날개가 편심 또는 파괴에 의하여 닥트의 내벽에 접촉할 때, 가연성가스를 포함하는 배기가 폭발하는 경우도 왕왕 일어난다. 특히 폐쇄된 장소(PIT, MANHOLE 등)의 내부에 산소가스가 충전하는 경우에는 공기구의 충격에 의하여 쉽게 작업복에 붙어 옮겨 붙는 일이 있으며, 이 때문에 화상으로 인한 사망을 당한 보고도 있다.

가스류 및 초경질유를 취급하는 장소에 있어서는 철제공구에 의한 충격은 일반적으로 발화원이 되기 쉬운 것이다. 인화성 액체의 증기가 체류하기 쉬운 작업개소에서는 철제공구류의 사용을 피하고, 철제정을 막은 구두의 사용을 엄금함은 물론, 철제류 공구대신에 베릴륨(Be)-구리(Cu) 합금제의 해머, WRENCH, 스패너, 드라이버, CUTTERS, WEDGE, PICKAXE 등이 방폭용 안전공구(SAFETY TOOLS)로서 사용된다(JIS-M7615~7622, 7628~7631), BERYLLIUM COPPER ALLOY란 2~3% Be과 0.35~0.65% COBALT를 포함하는 구리합금으로서 다른 구리합금에 비해 NON-SPARKING, NON-MAGNETIC, NON-CORROSIVE이며, 경도가 높고(BRINELL HARDNESS 300~400POINTS) 강도(TENSILE STRENGTH 90,000~130,000LB/IN²)가 대단히 크다.

(3) 自然發火

자연발화(SPONTANEOUS IGNITION)라는 것은 「외부에서 아무런 착화원도 없는 상태에서 물질이 공기 중의 상온에서 자연히 발열하고 그 열이 축적되어 마침내 발화점에 도달해서 연소를 일으키게 되는 현상」이라고 정의한다. 자연발화성을 갖는 물질이 자연발열을 일으키는 원인으로서 분해열, 산화열, 흡착열, 중합열, 발효열 등이 생각될 수 있다. 일반적으로 자연발화는 물질의 자연발열의 속도와 열의 逸散速度 사이에 평형이 파괴되어 열의 축적이 일어나서 발생하는 것이므로 열

의 逸散을 방해하는 인자는 당연히 자연발화를 촉진하는 것이 된다. 다공질 분말상태 또는 섬유상태의 물질이 자연발화를 일으키기 쉬운 것은 공기에 접촉하는 면적이 커서 산화를 받기 쉽고 아울러 열전도가 적으므로 보온효과가 커서 열이 축적되기 때문이다. 어떤 종류의 위험물은 화기 전기불꽃 등의 직접착화원인 없이 즉 자연발화 한다.

예를 든다면 황린은 자연발화 온도가 섭씨 30도이기 때문에 공기와 접촉을 하게 되면 발화연소를 시작한다. 많은 질산염 니트로화합물 과산화물은 불안정하여 자연 발화 현상을 보이는 수가 있으며, 약품단독인 경우 이외 종종 두가지 이상의 약물 접촉혼합에 의해서도 발화한다. 특히 산화제와 환원제가 혼합할 때 두드러져서 예를 든다면 진한 질산과 일반유기약품 염소산칼리움과 유기물 진한과산화수소와 환원성유기물의 접촉 등은 극히 위험하며, 혼합하면 폭발하는 것도 있다. 정유공장의 경우에는 기름이나 도료를 닦아낸 걸레를 통풍이나 뽀곳에 쌓아두어 축적하는 경우, 자연발화하는 일이 있고, 백토 정제후의 함유백토 함유여과포 등의 油浸物을 비롯하여 탱크청소후의 유화철슬라지나 탈황장치에서 발생하는 유화소다슬라지 및 함유활성분들은 공기중에서 자연발화가 일어나기 쉬우며, 더욱 고온다습하면 촉진되는 효과가 있으므로 후속조치에 신경을 써야 한다. 윤활유가 고압산소가스와 접촉하면 산소는 윤활유 속에 용해되어가며, 그 용해량은 대체로 산소의 압력에 비례하므로 예를 들어 150기압의 고압산소에 접촉하는 윤활유는 대단히 위험한 폭발성위험물로 되어 있다. 이것은 극히 적은 마찰로도 발화하여 폭발하는 경우가 있다. 최근 유기금속류가 석유정제나 석유화학공업의 중합촉매나 원료로서 널리 사용되고 있는데 그중에는 발화온도가 대단히 낮아서 공기와 접촉하면 쉽게 발화하는 것이 많다. 예를 들면 $(CH_3)_3Al$, $(C_2H_5)_3Al$, $(C_3H_7)_3Al$, $(ISO-C_4H_9)_3Al$ 등의 알킬알루미늄은 어느 것이나 상온에서 무색의 액체이지만, 공기와 접촉하면 자연발화 한다. 이것을 방지하기 위해서는 벤젠과 같은 용매로 10~20% 이하의 농도로 희석하여 사용함이 안전하다.

(4) 靜 電 氣

① 靜電氣의 發生原因

정전기현상은 이미 그리스 시대부터 마찰전기로서 알

려져 있었으나, 정전기와 화재에 대한 연구는 비교적 새로운 것으로 유럽에서는 20세기초 부터이다.

정전기의 발생원리에 대해서는 아직도 완전히 해명되고 있지는 않으나, 고체, 액체를 중심으로 그 원인이 되는 것에 대해서 다음과 같은 것을 들 수 있다.

- 접촉전위차 ○온도차에 의한 전위차
- 압력에 의한 전위차 ○전기화학 현상
- 계면전기 2중층

원인이야 무엇이든 정전기의 帶電현상은 두가지의 물체표면이 밀접한 접촉과 계속되는 분리, 또는 박리에 의한 운동작용으로 발생되는 현상이라고 할 수 있다.

두 가지의 물체중 한쪽 또는 양쪽이 절연체인데가 또는 땅으로부터 절연된 상태에 있으면 앞에서 말한 운동작용으로 점차 電荷가 축적되어 수천볼트 때로는 수만볼트 까지도 이르는 경우가 있다. 이와 같은 운동 작용에서 오는 대전의 ⊕⊖를 조사하여 이들 물질을 일렬의 대전서열로 나열하면 다음 <표-1>과 같다. 그러나 이 순위는 표면흡습의 정도와 불순물의 유무등 여러가지 조건에 따라서 반드시 일치하지는 않는다.

② 液体的 流動에 의한 帶電

인화성액체의 대부분은 전기절연성이 높는데, 그 중에서도 고유저항이 $10^{12}\Omega \cdot \text{cm}$ 보다 큰 액체(表-2 참조)는 유동에 의해서 대전하기 쉽다. 즉 탄화수소계 용제는 지방족과 방향족에서 $10^{13}\Omega \cdot \text{cm}$ 정도의 대단히 높은

<表 - 1> 帶電序列의 例

⊕ ↑	石	綿		셀로판	
	人	毛		젤라틴	
	유	리	유 리	유리	
	雲	母	나 일 론	酢酸셀룰로오즈	
	羊	毛	羊 毛	폴리메틸	Cd
	絹	絹	나 일 론	메타크릴레이트	Zn
	亞	鉛	레이온	폴리카보네이트	Al
	종	이	綿	폴리스틸렌	Fe
	에보나이트	麻	루위사이트	銀박지	Cu
	銅	銅	폴리스틸렌	폴리에틸렌	Au
	硫	黃	합성고무	鹽化비닐	Pt
	고	무	폴리에틸	테플론	
			폴리에틸렌	사란	
			테플론		
⊖ ↓	例 1	例 2	例 3	例 4	例 5

<表 - 2> 引火性液体的 固有抵抗

引火性液体	固有抵抗 ($\Omega \cdot \text{cm}$)
航空機燃料	1.5×10^{13}
디 이 질 油	1.8×10^{12}
石 油 벤 진	2.7×10^{13}
미네랄스피리트	2.6×10^{13}
헵 탄	4.9×10^{13}
제 트 燃料	9.2×10^{13}
벤 첸 (90%)	1.6×10^{13}
옥 탄	1.9×10^{13}
솔 벤 트 나 프 타	9.2×10^{13}
톨 루 엔	2.5×10^{13}
크 실 렌	2.8×10^{13}
헥 산	1.0×10^{13}

고분자물질에 필적하는 값이며, 가솔린의 정전기 발생 능력을 1로 하면 제트油는 4, 등유는 6에 해당한다. 문헌에 의하면, 고유저항이 $10^{12}\Omega \cdot \text{cm}$ 보다 큰 액체에서는 반드시 대전현상이 나타나고, 이에 반하여 $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 보다 적은 액체에서는 대전현상은 거의 나타나지 않는다고 한다.

즉 벤젠, 가솔린, 이황화탄소, 건조에테르, 식초산비닐모노머 등과 같이 절연성이 높은 액체를 파이프나 호오스로 다른 그릇에 옮길 때, 또는 부드러운 가죽·견·펠트·백토·금속망(철, 동, 니켈, 아연등) 및 금속 분말을 채운 필터로 가솔린과 벤젠등으로 여과시킬 때나 진동 교반할 때에 정전기가 발생하여 위험하게 되는 일이 적지 않다.

마찰면으로서는 금속중에 특히 철, 황동 등이 위험성이 큰 데, 비닐이나 고무의 경우에도 정전기가 발생한다. 일반적으로 동일량의 액체를 동일시간에 유하시킬 때는 배관직경이 작은 쪽이 대전하기 쉽고, 액체를 여과포로 여과할 때는 여과포를 1, 2, 3, 4 매로 겹쳐감에 따라서 여과포의 대전전압이 그 매수에 비례하여 높아진다. 또한 여과포의 눈금이 가는 것일수록 여과시에 대전이 현저하다. 이와 같은 이유에서 액체의 유동에 의한 대전은 일정시간내에 액과 고체가 접촉하는 면적이 클수록 크다는 결론이 얻어진다. 대전전압은 그 전기용량에 반비례하므로 용량이 작은 것일수록 높은 전압이 나타난다.

예를 들면 파이프내를 액이 충만하여 흐르고 있을 때

보다도 액이 흘러간 최후의 순간에 전기용량이 급격하게 감소하기 때문에 이때 급격하게 대전전압이 상승하게 되므로 이런 때에 실제로 발화를 일으킬 위험이 많은 것이다. 탱크롤리나 유조기차의 폭발사고도 정전기가 원인이 되어 일어나는 일이 많다. 특히 가솔린을 수송한 빈 탱크로리에 등유를 싣는 경우에는 빈 탱크 속에 가득찬 휘발유 증기가 등유 속에 급속하게 녹아들게 되므로 탱크 속의 공기를 흡인하여 폭발성 혼합가스를 만든다. 등유는 송유관을 흘러가는 사이에 대전하여 탱크속의 액면 부근에 靜電荷가 축적된다. 탱크롤리 위에서 작업원이 금속제의 검량자를 삽입해 액면을 측정할 때 검량자에 電荷가 모이고, 이것이 탱크벽에 방전하여 불꽃이 튀어 탱크내의 폭발성 혼합가스에 인화하여 가스폭발이 일어난다. 그러므로 탱크롤리 충전 작업중에 검량하는 것은 금지해야 한다. 또한 충전용의 송유관에 고무호스를 사용하는 것은 대전을 현저하게 만든다. 얼마전 정유공장의 출하용잔교에서 가솔린을 충전중인 소형탱커의 HATCH(艙口)에서 발화하여 화재를 일으킨 일이 있었다. 충전중에는 항상 육상과 본딩케이블로 접속하여 접지를 하게 되어 있지만, 송유호스를 통해 탱크내로 보내는 가솔린은 帶電되어 있으므로 탱크내 유면의 정전기 축적은 피할 수가 없다. 그리고 유면의 중심부가 가장 높은 電位를 나타내며, 수만 볼트를 기록하는 수가 많다.

탱크 중앙부에 맨홀이 있어서 열린 입구에서 공기가 들어가 일부에 폭발성 혼합가스가 형성됐으며, 맨홀 하부에 빔의 절단개소가 빈틈난 곳에 가까워졌을 때 유면의 波頭에서 방전하여 발화가 일어난 것으로 추정되고 있다.

③ 靜電氣 豫防対策

〈接 地〉

정전기에 의한 재해를 예방하기 위하여는 우선 정전기가 축적 않을 필요가 있으며, 정전기를 발생하고 있는 주유관의 노즐, PIPING, 탱크로리, RAIL TANK-CAR TOWER, VESSEL 등을 완전히 접지하여 발생된 전하를 대지에 흡수시킨다. 그리고 주입용호스, 파이프등은 가능한 넓은 쪽 용기의 바닥까지 넣든가, 측벽에 대어서 액체가 벽을 따라 흘러들어가게 하여 될 수 있는 대로 액체의 와류를 막는 것이 필요하다. 그리고 액면을 측정하기 위한 검량조작은 액체의 충전 또는

배출이 끝난 수십분 후에 하는게 좋다. 부득이 바로 검량을 해야할 때에는 검량자도 탱크와 같이 완전히 접지해 둘 필요가 있다. 또 유면상의 전하를 제거하기 위하여 접지된 금속망을 액면에 접촉시켜서 방전하는 방법도 효과가 있다.

〈濕度の調節〉

습도를 높게 하면 물체 표면에 수분이 극히 적은 막상으로 응축되고 공기속에 탄산가스가 용해하여 전리되어서 표면의 도전성이 증가한다. 따라서 발생한 정전기는 축적되는 일이 없이 표면을 따라서 땅으로 누설되므로 대전을 방지할 수가 있다(단 액체의 대전 방지에는 효과가 없다). 정전기는 습도가 낮은 경우에 축적이 쉽기 때문에 습도를 조절함에 따라 어느 정도 그의 위험성을 방지할 수가 있다. 통상 60% 이상의 습도가 될 때는 안전한 이유가 이 때문이다.

〈流速의制限〉

파이프중을 흐르는 기름에서 발생하는 電荷는 유속의 2승에 비례하여 증대한다. DUST, MIST가 혼입하면 따라서 증대하는 수가 있다. 그러므로 등유나 제트연료의 경우에 폭발혼합기를 만들기 쉽고, 그 위에 정전기를 축적하기 쉬운 것은 탱크등에의 공급속도를 제한하지 않으면 안된다. 예를 들면 가연성 액체의 이송 같은 때에는 유속을 일반적으로 안전하다고 생각되고 있는 1m/Sec 이하로 억제하고, 유량도 파이프 구경에 따른 시간당 허용적재량을 준수해야 한다. 獨逸化學工業會에서는 액체의 안전속도의 기준을 다음과 같이 정하고 있다.

● 등유·제트연료·세척용 벤젠등 석유류의 유속한계치 $V^2d=0.64[m^2/Sec^2]$ 여기서 V : 유속(m/Sec) d : 파이프직경(m)

이 식으로 부터 구한 파이프계에 대한 유속의 한계치는 다음과 같다.

파이프구경(인치)	유속(m/Sec)
3/8	8
1	4.9
2	3.5
4	2.5
8	1.8
16	1.3
24	1.0

●ETHER 경우는 관구경이 12mm, cS₂의 경우는 관구경 24mm까지에서 최대유속은 1~1.5m/Sec 이하를 유지하여야 한다.

●ESTERS·KETONES·ALCOHOLS의 최대유속은 9~10m/Sec가 안전하다고 본다.

그러나 이들의 제한유속은 정상상태에서 정상적인移送이 행하여지는 경우 채택되는데 배관계통의 펌프·필터·밸브·배관곡각부 등에 따라 정전기의 발생도 직관부보다 많다. 과대유속을 피할 수 없는 경우는 방출부의 수m 이전에 「靜流部」(파이프의 단면적을 키워서流速을 낮추는 部分)를 설치하는 경우도 있다.

다음에 탱크입구의 구경에 따른 허용적재량에 대하여 참고로 적는다.

탱크입구의 구경(인치)	허용적재량(Bbl/Hr)
2	42
3	95
4	168
6	377
8	670
10	1,000
12	1,000
18	1,000

●人体에 蓄積된 靜電氣의 除去

작업원이 전기저항이 높은 고무신을 신고 습도가 낮을 때(습도 40% 이하) 합성수지 타일·리노륨·유단 또는 대리석과 같이 전기저항이 높은 곳을 걸어가거나 뛰어가면 작업원의 몸은 1,000~1,500볼트로 대전되는 일이 있다. 작업화를 황동제의 전극판 위에 놓고 신발 속에 황동제의 원통형 전극을 넣어 여기에 하중을 걸어서 양극간의 저항을 측정하면 신바닥의 저항이 측정된다. 가죽신발은 대부분 1~10MΩ의 저항밖에 없지만, 신발의 고무창을 댄 신은 1,000MΩ을 넘는 전기저항을 갖고 있다. 이것을 신은 사람의 몸은 지면에 대하여 완전한 절연상태에 놓이게 된다. 정유공장에 근무하는 작업원이 고무장화류를 신고 나일론 비닐 등의 화학섬유 의복을 입고 급속한 운동을 할 경우 인체에는 상당히 높은 정전기가 축적되어 1만볼트 이상의 정전기가 대전하게 되는데, 보통 스파크는 4,000~5,000볼트에서 튀는 이유 때문에 가스위험지구에서 이 사람이 있다면 작은 불꽃이 날아서 착화할 가능성이 있다. 그래서 가연성 가스가 있는 곳에서 작업을 할 때는 합성섬유의 의복, 고무장갑, 고무장화 등의 착용을 가능한 피하고 작

업개시전에는 가스 위험구역외에서 가스봉에 불을 붙이며, 인체에 축적된 정전기를 방전해 줄 필요가 있다.

●靜電氣 中和裝置의 設置

대전되어 있는 靜電氣를 적극적으로 제거하는 방법도 근년 생각되고 있다. 이것은 물체에 대전되어 있는 정전기와 역극성의 ION을 이용하여 중화시켜 주는 법이다. 美國의 A. O. SMITH CO가 개발한 정전기의 중화장치가 이에 해당된다.

(5) 電氣불꽃 및 電氣器機 配線

일반적으로 전기불꽃이라고 부르는 것은 이들의 방전 기구에 따라서 분류하면 다음 세가지로 나눌 수 있다.

① 高電圧의 불꽃放電

전극이 높은 전위로 대전되면 주위의 공기가 일부 절연파괴를 일으켜 코로나 방전이 생기고, 더욱 전위가 높아지면 불꽃방전이 나타난다. 보통의 공기중에서 불꽃방전이 일어나려면 적어도 약 400볼트 이상의 전압이 필요하다.

② 단시간의 弧光(SPARK)

회로의 개폐 전기배선의 단선 접촉불량 短絡 누전 또는 전구의 파괴 등이 일어날 때 생기는 극히 단시간의 호광방전이다.

③ 접점에서의 微小불꽃

자동조절용 릴레이의 접점 전동기의 정류자 또는 SLIP RING 등에서 접점의 개폐에 따라서 낮은 전압에서도 육안으로 확인할 수 있을 정도의 미소불꽃이 생긴다. 이와 같은 전기불꽃에 의한 방전에너지는 대단히 적으므로 착화에너지가 매우 적은 가연성가스, 인화성 액체의 증기 폭발성분진 퇴적된 섬유티끌 등이 이 경우에 발화대상으로서 문제가 된다. 이러한 위험장소 안에서 동력 조명등의 목적으로 전기기기를 사용하는 경우에는 전기불꽃의 발생으로 인화, 또는 폭발사고를 일으킬 위험률이 대단히 높다. 따라서 사용하는 전기기기 및 배선은 재료를 선택하고, 시공하는데 있어 세심한 주의를 기울여야 한다. 그러나 때로는 절연성의 저하·단선 또는 진동에 의한 접점의 이완 등에 의하여 전기불꽃을 발생하는 것은 피할 수 없고 또한 개폐기, 전동기 등과 같이 사용중에 항상 전기불꽃을 동반하는 것이

있으므로 전기불꽃의 발생을 완전히 방지한다는 것은 매우 곤란하다. 그러므로 정유공장내의 가스위험구역에 있어서 각종 전기기기는 내압방폭구조를 하지 않으면 안되며, 변압실내 변압기 차단기등과 각종공장 작업장내의 전동기 개폐기 배선 창고안의 전등 등은 화재의 원인이 될 때가 있으므로 설치 사용 보수에 세심한 주의가 필요하다.

(6) 斷熱壓縮

일반적으로 주위에서 열이 미치지 않는 상태에서 기체를 압축하면 압축에 사용된 것 만큼의 열이 발생된다. 이 열이 기체내에 축적되면 기체의 온도는 상승한다. 이와 같이 주위로 부터의 열의 출입을 차단하고 기체를 압축하는 것을 단열압축이라 한다. 압축전의 기체용적을 V_1 , 절대온도를 T_1 , 압축후의 용적을 V_2 로하면

$$T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1}$$

γ : 상수 5/3 (1원자분자때), 7/5 (2원자분자때), 3/6 (3원자분자때)

단열압축에서 오는 발화나 폭발의 예는 기포를 함유하는 액체에 많은데, 니트로글리세린, 니트로글리콜, 질산에스테르등 폭발감도가 높은 액체 이산화탄소등 발화온도가 낮은 액체의 발화예가 많다.

(7) 벵 락

벼락의 크기는 구름의 전하 구름크기와 높이 雷雲의 방전시간 등에 의해서 달라지는데, 벵락에 의해서 생기는 온도는 순간적이긴 하나, 약 섭씨 10,000도, 압력은 100기압 정도에 이른다. 벵개의 방전은 大電流短시간형(수만 A이상의 전류가 수십 μ s 계속되는 것)과 小電流長시간형(수백A의 전류가 수ms 이상 계속되는 것)의 2종류로 대별할 수 있으나, 어느 쪽이나 다같이 대전류가 땅에 이르는 사이에 순간적으로 방대한 열을 발생하여 이것이 가연물을 발화시켜 화재가 된다. 雷雲은 이동하면서 소멸되기 까지에 일어나는 수회에서 수십회의 방전을 일으키므로 벵락과 구름간 방전의 구별이 안되는 것도 있고, 관측지점으로부터 멀리 떨어진 위치에서의 벵락은 확인이 안된다. 석유설비에서는 벵락에 의해 손해를 보는 경우는 목제지붕을 가진 강제탱크나 콘크리트로 된 저장소의 경우가 많다. 드물게는 강제 고정지붕식탱크가 발화되는 수가 있는데, 이것은 고정지붕이 인화성 증기에 대하여 완전히 밀봉이 되

지 못한 때문이다. 일반적으로 강제탱크 장치등에서는 벵락에 의한 발화는 거의 드물고, 때로는 RELIEF-VALVE 등에서 방출되는 증기가 발화되는 경우가 있으나 드물다. 雷害의 종류는 ① 직격벼락 ② 축격벼락 ③ 유도벼락 ④ 침입벼락으로 분류되며 ①②의 경우는 피뢰침의 설비로 ③의 경우는 물건의 접지 송전선의 경우 피뢰기 架空地線의 설치, 철탑 塔脚의 접지저항의 저하를 위한 매설지선의 설치 ④의 경우 피뢰기의 설비, 또는 受電停止 등으로 그 방지책을 하고 있으나, 공통된 대책은 열과 파괴력에 대해서 강하고, 또 전류저항이 낮은 금속(Cu, Al, Zn등)으로 미리 벵락의 통로를 설치해 두는 것으로서 피뢰침이 그 대표적인 설비인 바, 이 기준에 대하여는 한국공업규격(KSC 9609)에서도 규정하고 있다.

2. 爆發破裂

정유공장에서는 석유류용제 기타 가연물을 대량으로 취급하고 있으므로 폭발한계에 있는 가스는 각종의 화원에 의해 착화돼 밀폐용기 밀폐개소에서는 폭발현상을 만든다. 무엇보다도 겁다는 것은 탱, 용기류 탱크에 있어 특히 경질유류나 용제등의 가스가 존재하는 경우 내부청소작업이나 수리작업을 실시할 때는 폭발사고방지를 위하여 만전의 대책과 신중한 작업이 필요하다. 또한 용기 기타에 내압강도 이상의 압력을 가할 경우에는 파열되며, 거기에 공기압 다시 가스압이 있는 경우 가연성가스의 폭발로 피할 수 없는 재해를 동반하는 수가 있다.

파열재해의 중요한 것으로는 다음 2가지가 있다.

① 가압누설시험에 의한 사고

정유공장의 장치전부에서는 사용압력 온도 등의 작업 조건에 견디도록 계산 설계되어 충분한 안전율을 보여 주고 있다.

통상 누설검사의 목적으로 수압(액압)에 의한 내압 테스트 공압(가스압)에 의한 기밀시험을 행하지만, 잘못하면 파괴압력 이상으로 압을 가하면 특히 기밀시험의 경우는 폭발로 피할 수 없는 맹렬한 파괴현상을 발생하기 때문에 검사요령에 따라서 신중히 행하지 않으면 안된다.

② 고압가스기기 용기에 의한 재해

고압가스의 기기용기의 파열사고의 중요한 원인은 ○ 내압력의 부족 ○내압이상상승 ○내부에 있어서 폭발성 혼합가스의 발화로 요약될 수 있다. 기기의 내압력 부족의 원인으로서는 내부부식 재질의 피로 용접개소의 불량 등으로 생각되며 내압 이상 상승의 원인에는 과잉 충전 가열가온에 의한 내부온도의 상승 및 내용물의 중합 또는 분해반응 등으로 생각된다. 파열에 의한 고압 가연성 가스가 분출한 경우에는 특히 화원이 없어도 정전기 발생에 의한 대부분의 경우 착화폭발을 일으키는 것도 생각하지 않으면 안된다.

3. 電氣災害

정유공장에 있어서 전기재해에는 전기불꽃의 발생에 의한 火災와 다음으로 감전사고가 있다. 감전의 상태는 각자의 체질이나 건강상태에 따라서 다르지만, 보통의 교류를 인체에 통과한 경우에 대개의 표준은 다음과 같다.

1 mA : 약간 느낄 정도

5 mA : 상당한 고통을 느낌

10~20mA : 근육이 수축하며 근육의 지배력을 상실

50mA : 상당히 위험스러우며, 사망하는 수가 있음.

즉 10mA 정도까지가 되면 생명에는 관계되지는 않지만, 10~20mA가 되면 근육이 수축하여 그의 지배력을 잃기 때문에 전극에서 손을 뗄 수가 없는 경우가 많고, 통전시간이 길어지면 사망하는 수가 있다. 그러므

로 10mA 이상은 일반적으로 위험하다고 생각되어 진다. 인체의 통전 경로에 따라 피해가 차이가 있으며, 전류가 심장부를 통과할 경우 사망률이 제일 높다.

4. 가스中毒

정유공장에서는 염소, 암모니아, 아황산가스 등의 유독한 가스를 사용하고 있으며, 경우에 따라서는 액체유기화합물도 사용하는데 증기가 많은 유독성을 갖고 있으며, 그것들의 누설은 작업자의 건강에 중대한 영향을 입힌다. 또한 직접 인체에 대하여 독성을 지니지 않는 가스도 있는데 호흡에 필요한 농도의 산소를 차단하는 수가 있어 질식사고를 일으킨다. 경질유나 용제등이 들어 있는 탭 용기류 탱크등 내부의 청소작업이나 유독물을 빼내고, 기기의 분해수리작업을 할 때에는 사전에 철저히 이들 물질을 배제하지 않으면 안된다. 가스누설은 100% 방지하기는 곤란하여 다소의 가스가 새어 나와 존재한다고 항상 생각하지 않을 수 없으므로 취급하는 가스 및 유독증기의 허용량을 항상 염두에 두어 불의의 피해를 방지할 필요가 있다.

현재 가장 정비가 잘 되어 있고, 일반적으로 강한 영향력을 갖고 있는 것이 ACGIH(미국산업위생감독관회의, AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL HYGIENISTS)인 바, 이곳에서 규정하고 있는 정유공장계통의 물질의 유해농도를 <表-3>에 표시한다.

<表-3> 物質의 유해농도

物 質	사람의 感知能力(濃度) ¹⁾	許容濃度 ²⁾	致死濃度 ¹⁾
유 화 수 소	냄새 (0.03~1.0ppm)	10ppm	1,000~2,000ppm(즉사)
아 황 산 가 스	냄새 (0.1~1.0ppm)	5ppm	400~ 500ppm(단시간)
염 소	자극 (0.1~0.2ppm)	1ppm	900ppm(즉사)
염 화 수 소	자극 (0.5~1.0ppm)	5ppm	1,000ppm(위험)
암 모 니 아	냄새 (5~10ppm)	25ppm	5,000~10,000ppm(단시간)
일 산 화 탄 소	1 시간에서 氣分惡化 (600ppm)	50ppm	1,500ppm以上(위험)
이 산 화 탄 소	—	5,000ppm	—
原 油	냄새 (1,000ppm) ³⁾	—	2%(인사불성)
휘 발 유	냄새 (300ppm) ³⁾	500ppm	—
4 알 킬鉛	—	0.1mg/m ³	—

<資料> 1) 日本 中央協會 근로위생 검사센터 편의원간지 노동위생 16卷 11號에 의함

2) 美國 産業衛生監督官會議(ACGIH)의 데이터에 의함

3) 國際海運會議所(ICS)의 데이터에 의함

〈表-4〉 事故原因의 비율

5. 流出事故

유출사고는 경우에 따라서는 바다와 하천을 오염시키며, 해상화재, 해태 어패류 등에 손해를 가져다 주어서 사회문제가 된다. 최근 탱커의 대형사고가 상당히 발생하여 다수의 사상자를 내기도 하여 그 소화의 곤란한 점 등이 사회일반의 비상한 관심을 불러 일으키고 있다. 정유공장의 유출사고에는

- 탱카등의 충돌 좌초에 의한 사고로 기인한 것
- 적하 및 양화작업시 부주의에 기인한 것
- 운전중에 일어나는 것 등으로 구분할 수가 있겠는데, 이들의 원인은 장치기기의 부식, 마모, 부풀어오름 (특히 DRAIN이 철저히 못해서), 설계상의 원인에 의한 누설, 밸브의 오조작, 탱크의 계량잘못등의 인위적 착오로 나눌 수 있다. 방지대책으로는 플랜트 탱크야드의 순회, 기기의 점검, 송유검량작업을 신중히 행하거나 사고의 조기발견에 힘써야 한다. 만일 사고가 발생한 경우에는 즉각 유출원을 폐쇄하는데 힘을 쓰고 OIL FENCE를 깔아 유출의 확대방지에 전력을 다하며, 유출유의 회수 및 유화침강처리를 행한다. 수온 이상의 인화점을 갖는 유종은 유출시에도 인화의 위험은 없다고 생각되지만, 가솔린 원유등의 저인화점의 유출사고는 인화의 가능성이 있기 때문에 주변의 화기규제는 물론 유효한 경보 및 이것을 전달하는 조직과 훈련이 필요하다.

IV. 設計時에 있어서 安全對策

석유에 의한 재해방지를 위해 법으로도 고압가스안전관리법·소방법·독물 및 극물에 관한 법률·산업안전보건법·에너지이용합리화법·전기사업법·공업배치법·건축법 등에 정해 있으며, 제유소, 저장소, 취급소 등의 설비의 구조 배치 방화 소화설비 등에 대하여 기준이 정해져 있을 뿐 아니라, 석유의 저장이나 수송방법 용기 취급수량 등에 있어서도 일정한 제한을 행하며, 또한 각종장치는 우선 이들의 각종입법조치에 의한 기준에 따라서 설계하지 않으면 안된다. 설비상의 불의에 의한 사고가 없게 하기 위하여 설계의 단계에 있어 일체 모든 형태의 사고를 가상하여 그것에 대한 안전조치를 강구할 필요가 있다.

다시 말하면 위험방지의 수단에 있어서 ① 재해를 최

	사고 원인	U.S.A KELLOGG Co	U.K ICI Co
1	설계상 잘못	10%	10%
2	건설상 잘못	20%	16%
3	기기·장치·제작불량	40%	61%
4	감시및조작잘못	30%	13%
	계	100%	100%

소로 또는 중화하기 위한 수단 ② 재해가 일어났을 경우 손해를 최소한으로 줄이기 위한 조치를 강구할 필요가 있다. 이하에 설계 건설등의 원인으로 사고가 발생하는 비율을 외국의 예를 〈表-4〉에 보기로 들며, 주의할 점을 다음에 쓴다.

1. 裝置材料의 選定

장치재료의 선정은 플랜트의 안전성에 큰 관계가 있다. 재질은 사용장소에 응한 재료의 강도 허용상한은 열이력의 영향 스트레스의 영향등을 고려해 넣어 선정하며, 특히 내식성에 있어서도 충분한 고려가 필요하다. 정유공장의 각기기는 많은 적든 부식적 분위기에 응당 있다고 말할 수 있다. 즉 각기기는 외측으로는 공기중의 수분 미량의 부식성 가스 산소등에 의한 부식을 받으며, 내측으로는 냉각수, 해수, 부식성성분 및 약품 등에 의한 부식을 받는다. 부식에 의한 재질의 강도 열화는 대소의 재해에 직접 결부되기 때문에 기기의 재료를 선정할 경우에는 부식의 본질을 구명하여 이에 대한 대책에 따른 재질을 취하지 않으면 안된다. 내식재료의 선정에 있어서는 문헌에 따라 적당한 재료를 선정 사용하여 빈번한 부식검사를 TRY & ERROR 방법으로 실시하여 자기네 조건에 맞는 재료를 선정함이 바람직하다고 생각한다. 일반적으로는 평균침식 깊이의 측정결과로부터 0.1mm/year 이내 : 충분한 내식성 있음
1.0mm/year까지 : 사용가능함
2.0mm/year이상 : 부적당함

이라고 판정하지만 금속의 손실에 관계없이 적당한 기간 지나도 기기가 필요한 강도를 갖는 부식재료를 선택할 필요가 있다.

2. 電氣設備

정유공장에서는 전동기, 전등, 조명기기, 계기, 기타의 각종 전기기기가 사용되고 있는데, 이들은 다른 산업과 달라 항상 인화성가스와 접촉하고 있다고 생각되기 때문에 전기불꽃은 절대로 가스와 접촉해서는 안된다. 공장 사업장등에 있어서 가스폭발 분진폭발의 위험성이 특히 큰 장소에 대해서는 근로안전관리규정 및 전기공사업법에 따라 방폭구조의 전기기기를 사용하도록 규정되어 있고 또 각각 고시로서 방폭구조의 종류와 구조의 명세가 제시되고 있다. 가스 수증기를 대상으로 하는 전기기기의 방폭구조로서는 현재 耐壓防爆구조(기호d), 油入防爆구조(기호o), 內壓防爆구조(기호f), 安全增進防爆구조(기호e), 本質安全特殊防爆구조(기호Si), 特殊防爆구조(기호S) 등으로 나누어 인정되고 있는데, 각각 대상으로 하는 가스 증기의 위험도에 따라서 구조가 정해지고 있다.

3. LAY OUT상의 注意

플랜트의 LAY OUT를 할 경우

① 프로세스의 흐름 ② 건설비를 최소한으로 한 배치
 ③ 운전관리상의 편의성을 중심으로 생각하지 않으면 안되지만, 특히 안전성에 대한 배려를 충분히 감안하지 않으면 안된다. 안전상의 견지에서 기본적인 고려에 대하여 아래에 열거한다.

○불에 약한 정유공장에서는 역시 많은 화기를 취급하는데 가열로 후레아스택 등의 배치에는 충분한 고려로써 바람방향을 검토하여 인화성의 가스가 접촉하는 것을 극력 방지하지 않으면 안된다.

○재해가 발생해도 피해를 최소범위로 하기 위하여 각 장치 기기간의 보안거리는 충분하게, 하나의 장치 사고가 타의 장치에 직접 피해를 주지 않는 배치를 생각한다.

○사고발생시는 플랜트의 주요부분에 용이한 접촉이 될 수 있는 도로배치를 실시한다.

○사고발생시에도 수증기 동력 급수등의 확보가 손쉬운 배치로 실시한다.

○태풍 지진등의 자연피해가 많은 경우에는 그에 대처될 수 있는 대책도 필요하다. 이상의 경우외에 정유공장에서의 장래 장치의 확장예정지구를 갖고 있는 경

우에는 확장공사시 운전중의 장치에 위험을 파급하지 않는 점 등을 고려해 둘 필요가 있다. 안전상의 견지로부터 레이아웃에 있어서는 「SAFETY IN P-

(表 - 5) 裝置周圍의 保有거리

(單位 : m)

裝 置 的 種 類	同種의 裝置와 의거리	다른運轉裝置와 의거리	貯藏탱크의거리	連續的으로타고있는 裸火와 의距離
Pipe-Stil式原油蒸留	8	8	16	33
減 壓 蒸 留	8	8	16	8
單 獨 蒸 留	0	8	25	33
輕質炭化水素의 蒸留 또는 Rerum	8	8	33	67
熱 分 解	8	8	33	33
Delayed-Coking	8	8	33	33
流動接觸分解	16	25	50	25
接 觸 改 質	8	16	33	25
Gas-Cracking	8	8	16	25
Hydroforming	16	33	50	33
Alkylation	33	50	50	67
接觸重合(磷酸法)	8	8	25	33
接觸重合(冷또는溫酸法)	16	16	33	50
Gas-Compressor	8	8	25	67
가스回收(壓縮·吸取를 포함)	8	16	25	67
Stabilizer	8	16	25	50
Absorber	8	16	25	50
Doctor treating	8	8	25	33
硫酸세척(휘발유)	16	16	25	50
硫酸세척(潤滑油·燈油)	8	16	16	25
溶劑處理(휘발유)	16	16	25	33
소오다洗淨(휘발유)	8	8	8	33
脫 蠟	8	25	25	67
Contactfilterating	0	8	16	33
Diozol抽出	8	25	50	67
Furfural抽出	8	16	25	33
Phenol抽出	8	16	25	33
프로판脫溼	8	25	50	67
Boiler	0	33	16	0
冷却水 Pump室	0	33	33	0
消防用 Pump室	0	50	50	0
廢水處理槽(可燃物除去用)	0	25	33	25
Blow-Down Stack	0	16	50	67

〈表-6〉 탱크의 安全保有거리

指定數量：第 1 石油類(가소린) 100ℓ
 第 2 石油類(등, 경유, 중유) 500ℓ
 第 3 石油類(윤활유) 2,000ℓ

指定수량의 저장범위	1 基의 경우	2 基以上 병렬의 경우
10배 이상~ 500배 미만	3 m	3 m
500배 이상~1,000배 미만	5 m	3 m
1,000배 이상~2,000배 미만	9 m	3 m
2,000배 이상~3,000배 미만	12m	4 m
3,000배 이상~4,000배 미만	15m	5 m
4,000배 이상	탱크직경 (最小 15m)	탱크직경의 1/3 (最小 15m)

ETROLEUM REFINING AND RELATED INDUSTRIES, 2nd EDITION」(COMPILED BY GEORGE ARMISTED, JR)에 비교적 상세하게 논하여 있다. 일반적으로 채택되고 있는 최소보유거리의 일례를 〈表-5〉에 표시한다. 또한 〈表-6〉에 소방법에 의한 안전보유거리를 적는다.

4. 消火設備

정유공장에 만일 화재가 발생했을 경우에는 그것을 소화하여 피해를 최소한으로 막지 않으면 안된다. 석유 화재 소화의 원칙은 ○연료의 공급을 차단한다. ○공기를 즉각 차단한다. ○냉각한다.

① 연료의 공급을 막는 방법

가연물을 멀리하는 것으로서 위험구역의 연료를 다른 곳으로 이송하는 방법이 있다. 탱크의 화재등에도 지금 연소하고 있는 탱크의 저부로 부터 기름을 끌어내 다른 탱크로 옮겨야 화재를 최소한으로 막을 수가 있다.

② 공기를 즉각 차단하는 방법

석유화재에는 무엇보다도 일반적으로 사용하는 방법으로서 대규모의 화재에는 AIR FOAM, LIGHT WATER 등이 이용되며, 탱크에는 고정식 또는 반고정식의 것을 설치한다. 소규모의 화재에는 DRY CHEMICAL, 할론, Ccl₄, WATER, 수증기가 이의 목적에 이용된다. 어떤 경우도 약제가 유표면을 덮어 산소의 공급을 즉각 차단하는 것으로 가연성 가스의 발생을 방

지하는 소화방법이다. 이들 약품의 사용방법은 화재의 성질에 따라서 각각 이득득실이 있기 때문에 사용방법을 숙지해 놓을 필요가 있다.

③ 냉각하는 방법

살수에 의해 연소열을 급속하게 제거하여 가연물에 대한 열의공급을 방해함으로써 온도를 발화점 이하로 냉각하는 방법이다. 물의 비열과 증발잠열이 큰 특성을 이용하는 것으로서 즉 물과의 접촉에 의해 대량의 열을 탈취하여 온도를 낮추며, 따라서 수증기가 되면서 다량의 잠열을 빼앗아 가연물을 발화점 이하로 낮추는 것이다.

V. 運轉上の 注意

1. 試運轉

사전교육, 작동테스트등 여러가지 운전예비조작을 행한 후 본격적인 시운전에 들어가지만, 이 단계에 있어서는 예비조작시 생각해보지도 않았던 TROUBLE 이 많이 발생하므로 운전원 개개인이 다음과 같은 점에 충분한 주의를 갖지 않으면 안된다. ① 밸브의 개폐, 기기의 시동정지등 모든 조작은 운전지휘자의 지시없이 독단적으로는 절대 조작을 해서는 안되며, 또한 실시한 조작은 실시후 반드시 지휘자에게 복명한다.

② 각자의 작업분담을 명확히 하며 운전원 상호연락을 충분히 취하는 등 작업의 중복 및 공백이 없도록 한다.

③ 異象을 발견했을 때는 그 상태에서 보고하여 지시를 받는다.

④ 시운전 조작은 처음 조작인 바, 확인을 계속하며, 각종의 측정은 초기단계이므로 확실히 파악한 후 다음 조작으로 옮긴다. 순서의 생략이나 조작의 미확인 상태에서 다음 조작을 진행하는 것은 절대로 삼가하여야 한다.

⑤ 시운전 기간중은 심신 모두가 극도로 피로하므로 충분한 휴식과 영양을 취하는 마음을 가져야 한다. 사고는 심신의 피로시에 일어나므로 주의를 요한다. 특히 시운전시에 있어서 운전지휘자는 공장의 가동기간에 얽매어 잠깐 무리한 조작을 하는 경우가 있을 수도 있고, 기간이 늦어진다고 서두르다가 사고가 일어나는 수가 있으므로 신중히 행동하지 않으면 안된다.

2. 既存裝置의 運轉靜止 및 運轉開始 作業

운전정지 및 운전개시 작업시에는 단시간내에 각종 복잡한 조작을 상호 시간적 관련을 갖고 진행하기 때문에 확실히 행하지 않으면 안된다. 처음의 誤조작은 전반의 정세에 심각한 영향을 주는 수가 있으며, 이것이 직접 사고에 결부되는 수도 있으므로 조작순서의 결정과 실시는 상당히 중대하다. 최근에는 장치의 연속운전기간이 점차 장기화 하고 있으므로 운전원이 운전정지 및 운전개시 조작에 숙련될 기회가 감소되고 있다. 그래서 조작순서를 확립하여 WINDOW STUDY를 통한 충분한 교육과 반복훈련을 하여 사고방지를 위한 필요한 조건을 갖추워 놓아야 한다.

3. 定常運轉時의 注意

각종 정유장치는 장기간의 연속운전을 행하고 있는중 장치내의 파손 누설 기타의 고장이 발생했을 때도 비상소화 하지 않으면 안되는 수가 있다. 이러한 경우 기기의 손실은 물론 운전정지에 의한 생산정지는 경제적으로도 큰 손실이 된다. 그러므로 운전중의 기기의 고장을 방지하는 운전을 계속하여야 한다고 말하는게 정상운전시의 최대관심사라고 볼 수 있다. 이를 위하여는 항상 세심한 주의를 갖고 장치의 보수점검을 하지 않으면 안된다. 운전기간의 장기화에 따라서 운전중의 장치 고장 파손의 빈도도 상승하기 때문에 각 기기의 작동상황, 진동, 누설 등에 대하여 늘 신경을 가질 필요가 있다. 이의 보수 점검에서 빠뜨려서는 안될 것으로는 예비기기의 점검으로 일정기간 마다 점검하여 작동테스트를 행함과 고장이 없이 작동될 수 있도록 하기 위하여 예비기기의 설비관리에 철저를 기하여야 한다.

4. 非常措置

비상상태가 되는 원인으로는 외부적인 것과 장치기기 자체의 TROUBLE 두가지로 크게 나눌 수 있다. 외부적 요인에 의한 것으로서는,

- ① 냉각수, 전력, 수증기등 유틸리티의 공급정지에 의한 것.
- ② 지진, 태풍, 돌풍, 낙뢰, 해일인접지 화재등의 재

해발생에 의한 것.

장치기기 자체의 TROUBLE로서는

- ◎ 플랜트 각부의 누설
- ◎ 기기의 고장
- ◎ 내부에서의 화재

비상상태는 시간과 장소를 가리지 않고 발생하며 또한 상당히 위험한 상태에 있기 때문에 지휘명령에 따라 처리할 경우에는 시간적인 여유가 없는 경우가 많다. 또한 운전원이 당황하여 순간처리를 잘못하면 예기하지 않았던 사고를 일으키는 경우가 있다. 그래서 미리 각종의 요인에 따라서 상세한 대책과 응급전환 조작등에 충분히 숙지 훈련하여 비상상태 발생시에는 즉각 운전원 각자가 신속정확하게 사고에 대처하지 않으면 안된다.

VI. 補修作業時의 安全對策

1. 定期大修理

장치내 전기기의 분해점검, 소재, 수리, 조정을 전제로 하기 때문에 운전 정지후 가연물, 위험물을 취급하는 장치 기기의 분해 용접 절단공사에는 가름씩 화재 폭발, 가스중독 등의 사고가 일어나기 때문에 완전한 예방정비와 신중한 공사의 실시가 요망된다. 이를 위하여는 수리요원 운전요원의 교육지도와 실시전의 충분한 검토가 필요하다.

위험공사를 대별하면, 다음의 3 가지로 된다.

① 화기사용 공사

가스에 의한 용접 절단 절열기의 사용, 정(플) 등에 의한 작업, 연마등에 연관된 종류의 화재, 불꽃의 발생을 동반하는 공사로서 이들을 행할 때에는 사전에 담당부서 관계부서에 신청, 또는 연락하여 예방조치 주위의 상황검사 실시상의 주의사항을 확립한 후 실시 이행한다. 이 경우 일반적인 대책으로는 소화기·수·수증기·모래 등을 준비하여 화기사용 부분과 인화성 물질이 존재하여 걱정스러움이 있는 부분과는 격벽등을 설치하여 완전 격리한다. 배관, 탭, 용기등에서는 밸브 후렌지부에 SPECTACLE FLANGES을 끼워서 타와 격리하며 하수는 철관 모래 석면포 등으로 SEAL을 한다. 공사중에는 정기적으로 가스분석을 행하여 부근의 가스농도를 측정하며 풍향을 고려하여 상황에 따

라서는 예방조치의 강화 및 공사의 중지등을 행한다.

② 위험작업

화기사용 이외의 작업으로서 사람 기기에 피해를 미치게 하는 작업으로서 예를 든다면 가스중독을 일으킬 공산이 큰 탭, 용기내의 청소나 유독물을 취급한 기기의 분해 점검의 경우에는 사전에 내용물을 완전히 제거하여야 하며, 동시에 적당한 보호구를 착용하지 않으면 안된다(탱크내 작업의 안전지침에 필히 따를 것).

③ 굴착작업

정유공장내에는 지하배관, 하수구, 전기배선 등이 매설되어 있기 때문에 필요에 따라서는 파거나 절단하거나 해야 하므로 前記火氣 사용공사와 동일한 방법을 취하지 않으면 안된다.

2. 定期小修理

장치내에 있는 기기에서 볼 수 있는 것에 한하여 예를 들면 운전중 누설되어 응급조치를 실시한 장소의 보수리나 오염이 현저한 기기의 분해 소제등을 행하기 위한 소화공사를 지칭한다. 이 경우는 원칙으로 수리를 행하지 않는 다른 기기에는 해당이 안되지만, 운전정지 기간중에 장치내 잔류물의 응고, 압력상승, 압력강하(감압이 되어 공기를 흡인하는 위험성) 등에도 신경을 쓰지 않으면 안된다.

3. 日常保全

장기연속운전을 하고 있는 플랜트에서는 기기가 파손

누설되어도 운전을 중지할 수 없고, 이것을 응급수리하는 경우가 때때로 있다. 또한 운전기간을 연장하기 위하여 혹은 소화공사기간을 단축하기 위하여 예비기기가 있는 것에 대하여는 OM(ON STREAM MAINTENANCE)을 행하지만, 이러한 경우에는 운전원이 보다 더 신경을 써서 안전에 만전을 기하여야 한다.

특별히 화기사용과 위험개소(高所, 유독물, 가연물이 있는 장소)에서의 작업은 인명 및 재해발생의 확률이 높기 때문에 그 실시 수속 방호조치에 관하여 실수가 없도록 주의하지 않으면 안된다.

VII. 맺는 말

이상과 같이 정유공장에 있어서의 재해에 대하여 검토하고 설계시의 안전대책, 운전상의 주의점, 보수작업시의 안전대책에 대하여 지면관계상 간단히 요약하였다. 정유공장의 안전대책으로는 TROUBLESHOOTING REFINERY PROCESS(NORMAN, P. LIEBERMAN, PENNWELL) 化學裝置實務讀本(山口, 藤井 共著, 일간공업신문사) 등에 잘 쓰여져 있지만, 무엇보다도 중요한 것은 각 정유공장의 현실에 맞는 교육과 훈련이 절대적으로 중요하다고 사료되는 바이며, 교육과 훈련은 어느 특정인이나 특정부서만의 참여로 성취되는 것이 아닐 뿐만 아니라, 또한 단시일만에 끝나는 것도 아니므로 꾸준히 반복, 되풀이 함으로써 각종 재해를 사전 예방할 수 있다고 생각한다.

本稿가 특히 정유공장 및 이와 관련 독자의 업무에 조금이나마 도움이 됐으면 한다. *

절약하는 국민앞에

석유파동 피해간다