



위험물 안전운송을 위한 포장

Packaging of Dangerous Goods for Safety Transport

김 충 일 / 한국해사위험물검사소 차장

1. 위험물 정의

일반적으로 물질의 화학적, 물리적 또는 생리적 성질상 그 물질 자체의 특성, 서로 다른 2종류 이상의 물질이 접촉 또는 특별한 상황 하에서의 마찰 등으로 인하여 폭발, 인화성, 유독성, 부식, 방사성, 질식, 자연발화, 전염, 중합, 동상 등을 초래하여 인간, 생명체 또는 환경에 위험을 야기시키는 물질 또는 제품을 말한다.

2. 국내·외 위험물 관련 법규 다양성

수많은 화학물질은 생활을 향상시키고 개선하기 위해 널리 이용되고 있다. 화학은 인류에게 지대한 공헌을 했지만, 이점에도 불구하고 인간의 생명과 재산에 피해를 주고, 나쁜 영향을 가져올 가능성이 있다.

화학물질의 편의성보다 사람, 환경에 피해를 주는 것을 막기 위해 국가별로 사용 및 반입을 제안하는 각종 법규를 제정하여 규제하고 있는데 여러 가지 법규로 인한 제조자, 취급자, 운송

자 등이 혼선을 빚고 있다.

국내 위험물 관련법에서만 보더라도 소방법, 유해화학물질관리법, 산업안전보건법 등 150여 가지로 다양하며, 위험물, 유해화학물질, 유해물질, 위험물질, 특정화학물질 등 관련기관마다 상이한 단어로 그 독자성을 유지하려고 하거나, 일반적인 개념과 구분하려고 하는 것을 볼 수 있다.

3. GHS 준비 및 시행

이와 같이 수많은 위험물 관련 법규의 혼란으로 전세계적인 화학물질의 분류, 표지제도의 통일화가 1992년 리우 유엔 환경개발회의(UNCED)에서 아젠다 21의 실천 과제로 선정되어, 유엔에서는 이를 시행하기 위해 2003년 화학물질의 분류, 표지에 관한 세계조화시스템(Globally Harmonized System ; GHS)에 대한 유엔 공식문서를 출판하였으며, 2008년도부터는 전 세계적으로 이행할 수 있도록 유엔(UN)의 주관하에 추진하고 있다.



이에 따라 우리나라도 유엔에서 정한 GHS를 2008년까지 차질없이 국내에 정착시키기 위해 노동부, 환경부, 농림부, 해양수산부, 산업자원부, 소방방재청의 6개 부처 전문가가 모여 준비하고 있다.

4. 위험물운송기준 유엔권고

대체적으로 각종 운송수단 및 각국별 위험물 운송(Transport), 분류(Classification)와 포장(Packaging) 등에 관한 법규 및 기준은 유엔 권고(UN Recommendation)를 모체(母體)로 하고 있다.

위험물 운송 수단은 일반적으로 해상(海上), 항공(航空), 도로(道路), 철도(鐵道) 및 내수로(內水路) 등이 있다. 운송수단에 따라 그 기준이 다를 경우, 특히 국제간 운송 및 복합운송(Combined Transport)에 있어서는 상당한 문제점이 발생될 수 있다.

그래서 UN 경제사회이사회의 위험물운송전

문가 위원회(COE)에서는 위험물을 모든 운송수단에 따라 동일하게 적용할 수 있는 기본골격을 제정하였으며 (UN 권고 : UN Recommendation on the Transport of Dangerous goods, 일명 Orange Book), 이 기본골격에 따라 각 운송수단의 특성을 살려 위험물 포장(Packaging)을 비롯한 운송기준을 정하고 있다.

복합운송(Combined transport)의 경우 한가지 운송수단에 적합하면 다른 운송수단에서도 동일하게 적용됨으로서 안전성 확보 및 간소화에 많은 기여를 하고 있다.

위험 물질 및 제품의 운송수단에 따라 다음과 같이 분류한다.

- 해상운송 : 국제해상위험물규칙(IMDG Code)

- 항공운송 : 위험물항공운송기술지침(TI)

- 철도운송 : 국제위험물철도운송규칙(RID)

- 도로운송 : 국제위험물도로운송규칙(ADR)

위험물분류는 UN 경제사회이사회의 위험물 운송전문가 위원회(COE)는 위험물 특성별 Class를 1부터 9까지 표준화하였으며, 아래와 같다.

- Class 1 : 화약류(Explosives)

- Class 2 : 가스류(Gases)

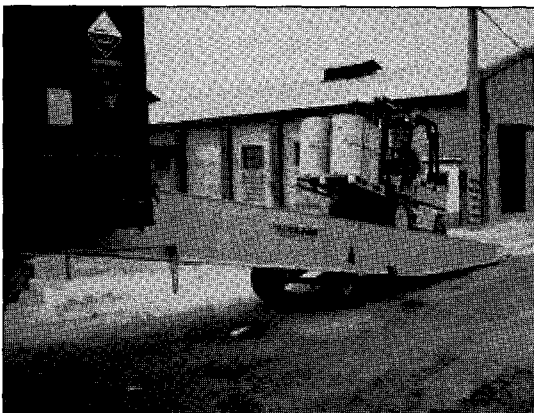
- Class 3 : 인 화 성 액 체 (Flammable liquids)

- Class 4 : 가 연 성 물 질 (Flammable substances)

- Class 5 : 산 화 성 물 질 (Oxidizing substances)

- Class 6 : 독물 및 전염성 물질(Toxic and

[사진 1] 위험물 컨테이너 수납



infectious substances)

- Class 7 : 방사성 물질 (Radioactive materials)
- Class 8 : 부식성 물질 (Corrosives substances)
- Class 9 : 기타의 위험물질 및 제품 (Miscellaneous dangerous subs./ articles)

또한, 위험물은 위험물의 특성에 따라 포장방법(包裝方法)이 다르다.

위험물의 안전을 확보하는 것은 UN 권고에도 각종 위험물에 대한 위험도(危險度)를 표기할 때 Packaging Group(포장등급) I(대)/II(중)/III(소)으로 사용되어지는 것을 봤을 때도 포장용기의 종류(種類), 강도(強度), 허용량(許容量) 등의 선택이 가장 중요하다는 것을 강조해도 과언이 아니다.

위험물 분야에서 포장은 각각이 갖고있는 위험성을 최소화시키는 것과 관련하여 가장 중요한 임무를 행하고 있는 것이다. 만일 위험물질이 포장용기로부터 누출(Spillage)이 없다면 화재, 폭발, 상해 및 환경오염 사고의 발생은 없을 것이다.

5. 위험물 포장

5-1. 일반사항

위험물도 일반화물과 같이 상자, 드럼, 중형산적용기(IBCs) 또는 탱크에 안전하게 포장된 상태로 유통되어 최종소비자의 손안에 들어가게 되는데, 안전한 위험물 운송을 위해서는 포장

핵심 중에 핵심요소이다. 하송인(荷送人)의 입장에서서는 화물을 안전한 상태로 신속하게 도착시키는 것이 매우 중요하다.

특히 위험물로 분류된 어떤 물질 또는 제품을 전달하는 경우는 규정집(IMDG Code 및 항공운송의 DGR)을 통해 정확한 포장방법을 알 수 있다.

여기에는 단위포장에 들어갈 수 있는 물품의 양(量)을 제안하기도 하고, 2중용기의 사용 및 흡수제의 사용을 지시하기도 한다.

위험물 포장용기의 파손 원인에는 부식 또는 온도에 따른 포장용기의 내압 팽창 등과 같은 화학적 요인과, 위험물 운송시의 충격 또는 과적재로 인한 포장제품의 파손 등과 같은 물리적 요인이 있다.

이러한 요인에 의한 사고는 광범위한 과거의 경험을 통하여 고도의 안전성이 확보된 포장용기를 사용함으로써 예방할 수 있다.

위험물 포장화물도 생산지에서 최종 소비자에 이르기까지 십여 차례 정도 취급되는데 유통 중 인력, 장비 및 운반수단에 의한 충격 등, 예측 불가능한 잠재위험에 직면하게 되므로 용기별로 각종 시험(Test)을 실시하여 누출 등이 없어야 한다.

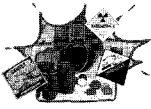
그 중 소형용기에 대한 몇 가지 시험을 요약하여 나열해 보면 다음과 같다.

① 낙하시험(Drop test)

위험등급에 따라 높이 0.8m, 1.2m 및 1.8m에서 낙하후 누출이 없어야 함

② 기밀시험(Leakproofness test)

용기내부에 공기압력을 20~30Kpa로 5분 동안 가한 상태에서 누출이 없어야 함



③ 수압시험(internal pressure or hydraulic test)

열(熱)에 의해 발생할 수 있는 압력상승을 견디고 변형이 없어야 함

④ 겹침적재시험 (Stacking test)

용기상부 표면에 시료를 포함한 3m 높이로 24시간 후 누출이 없어야 함(플라스틱용기의 경우 40℃에서 28일동안 적재시험 실시)

위와 같은 형식시험(Type Test)을 엄격히 실시하여, 합격한 용기만이 형식승인(Type approve)을 받을 수 있다.

국내의 경우 해상으로 운송되는 위험물용기 시험 및 승인기관은 "(사)한국선급(KR)"이며, 항공으로 운송되는 포장용기 시험 및 승인기관은 "한국생활환경연구원"에서 정부대행검사를 실시하고 있다.

승인을 받은 용기는 아래 그림과 같이 'UN표시'를 포장용기 윗 부분이나 옆면에 표시하는데, 이것은 국제적으로 동일한 표시로서 포장용기에 관한 중요한 정보(용기종류, 허용중기압력, 허용중량, 제조년도, 승인기관 등)를 위험물 취급자들에게 제공하는 것이다.

[사진 2] 개방형 스틸드럼용기(1A2)



5-2. 포장용기 종류

포장용기의 종류는 아래와 같이 위험물의 용도에 따라 구분되어진다.

① 소형용기(Packagings)

소량의 화물을 가장 보편적으로 포장하는 형태로 사용되며, 400Kg 또는 450 l 이하인 용기로서 중형산적용기 이외의 용기를 말하며, 단일용기 (Single packaging), 복합용기 (Composition packaging), 결합용기 (Combination packaging), 압력용기 (Pressure receptacle) 등이 있다.

② 중형산적용기 (Intermediate Bulk Containers : IBC)

액체 또는 고체 산적(Bulk cargoes)화물용으로 설계된 대형의 용기를 말한다. IBC는 최소 크기/부피에 제한이 없지만 기계적으로 취급하도록 설계되며, 일반적으로 용량이 3,000m³ (3,000 l) 이하이다.

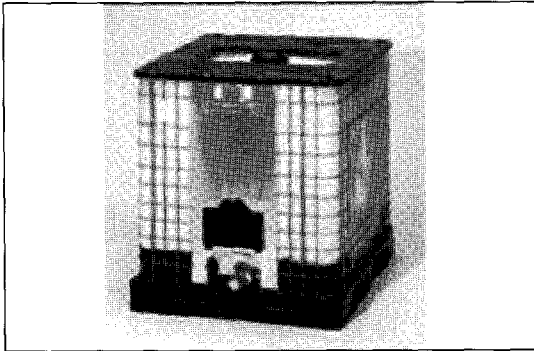
③ 대형용기(Large Packagings : LP)

제품이나 내장용기가 수납되는 외장용기로 구성되고, 기계적으로 취급하도록 설계되었으며, 400Kg 또는 450 l 를 초과하지만 부피가 3.0m³

[사진 3] 골판지상자를 이용한 위험물포장



[그림 4] Rigid IBC 용기



이하인 포장용기를 말한다.

④ 산적컨테이너(Bulk Container : BK)

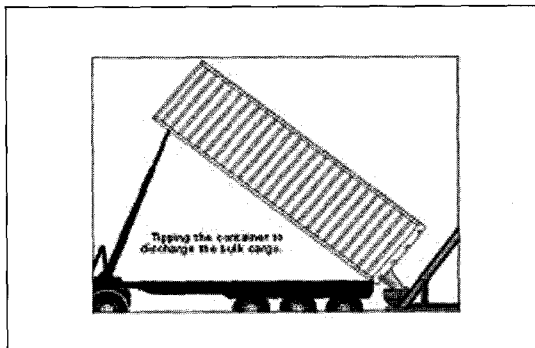
고체물질 운송용의 격납장치(내장 또는 코팅 포함)를 말하며, 수납되는 화물은 격납장치에 직접 접촉된다.

소형용기, 중형산적용기(IBCs), 대형용기 및 이동식 탱크는 산적 컨테이너에 포함되지 않는다.

⑤ 탱크컨테이너(Tank Container)

고체, 액체 또는 액화가스 충전용 이동식 탱크 또는 도로용 탱크차량, 철도용 탱크차량, 제2급의 가스운송용은 450 l 이상의 용량을 가지는

[사진 5] Flexible IBC 용기



[사진 6] Bulk container



것을 말한다.

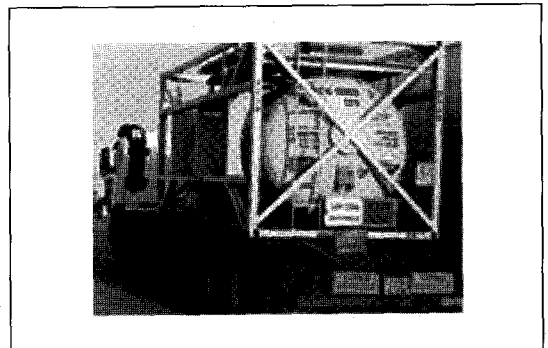
⑥ 집합형가스컨테이너(Multiple-Element Gas Container : MEGC)

실린더, 튜브 및 실린더 다발의 복합 조립품으로서, 상호 연결되어 있고 또한 하나의 골조 내에 조립되어 있는 것을 말하며, MEGC에는 가스의 운송에 필요한 부속설비와 외부 구조물을 포함한다.

5-3. 위험물포장 요건

일반적으로 위험물은 운송 중 안전한 상태를 유지해야 하는 필수조건이 많이 있는데, 그 중 2

[사진 7] Tank container





[표 1] 용기재질별 내약품성(Chemical Resistance)

포장용기 재질 위험물 종류	PE (70℃)	PP (70℃)	PVC	ABS	NYLON	CAST IRON	SS (316)	ALUMI- NIUM
아세트산	B	B	C	D	D	C	A	B
벤젠	D	D	D	D	A	B	A	B
시아나이드류	B	A	A	-	A	B	-	D
가솔린	D	C	C	D	A	A	A	A
염산(37%)	A	A	A	C	D	D	D	D
불산	C	B	C	-	D	D	D	D
과산화수소	B	A	A	-	B	D	B	A
케톤류	D	D	D	-	A	A	A	B
톨루엔	D	D	D	D	A	A	A	A
가성소다(80%)	C	A	A	C	C	C	D	D
황산(10-75%)	C	A	A	B	D	D	D	D
크실렌	D	D	D	D	A	A	A	A
메틸에틸케톤 (MEK)	D	A	D	D	A	-	A	A
질산(50%)	C	D	A	D	D	D	A	D

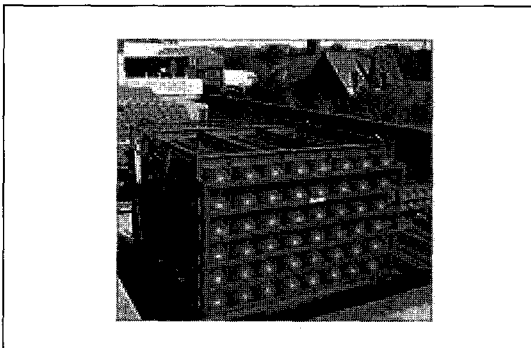
A : Excellent(No-Effect) B : Good(Minor-Effect) C : Fair(Moderate Effect) D : Unsuitable(Severe Effect)

가지만 살펴보기로 한다.

첫 번째, 대부분의 화학품은 포장용기 내부표면에 영향을 줄 수 있다.

따라서 위험물이 해당 포장용기 또는 탱크 재

[사진 8] MEGC



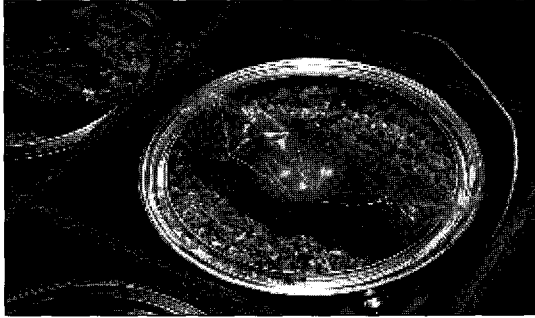
질에 영향을 초래할지의 여부를 사전에 파악하는 것이 중요하며, 포장용기는 절대로 내용물과 반응하지 말아야 한다.

위험물이 포장용기와 접촉되면 용기 재질 본래의 성질이 상실되는 현상이 발생할 수 있다.

강재(Steel)용기의 경우, 산화된 후 생성된 피막은 거칠고 약하기 때문에 용기내부까지 침해되어 강도저하를 일으킬 수 있다. [표 1]은 위험물과 몇 가지 용기재질과의 적합 여부를 나타낸 것이다.

두 번째는 인화점이 낮고 유리용기를 사용하여야 하는 물질(예: 트리클로로실란, 인화점 -50℃)은 외장용기(Outer packaging)안에 완충제(Cushioning materials)를 넣어야 한다.

[사진 9] 질석을 사용한 흡습 및 완충용기



내용기가 파손되어 내용물이 누출되어도 내용물을 흡수(Absorption)해야 하며, 완충제가 쉽게 분해되거나 연소되지 말아야 한다.

5-4. 위험물포장 표시사항

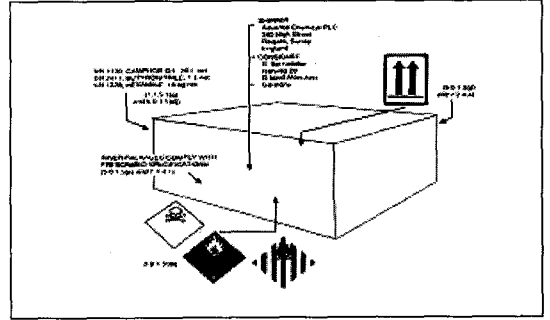
위험물을 해상 운송할 때에는 모든 관련 종사자들로 하여금 필요한 주의 및 사고예방조치를 강구할 수 있도록, 그리고 사고 발생 시 적절한 대책을 수립할 수 있도록 그 위험물을 확인시켜 주는 것이 필수적이다.

위험물을 확인시키는 방법으로는 위험물 선적 서류(船積書類)를 작성하는 것 이외에, 위험물이 담겨져 있는 포장화물에 위험물을 확인할 수 있는 적정선적명(Proper shipping name : 위험물명) 및 유엔번호(UN No. : 위험물 고유번호 4자리)를 기재하고, 해당 위험물의 표시 및 표찰을 부착하며, 해양오염물질인 경우에는 해양오염물표시를 행하는 것 등이 있다.

5-5. 환경을 고려한 위험물포장 설계

이전에는 위험물포장 설계에 있어서 운송과 보관, 적재 등에 필요한 포장강도, 제품파손 방

[사진 10] 위험물포장의 표시·표찰



지를 위한 물리·화학적 특성 및 최종소비자의 사용편의 효율성에만 초점이 맞추어졌었다.

1990년대 이후는 위험물 용기 사용 후 폐기에 있어서 환경보호를 최우선시 하는 중요한 분야로서 설계의 가장 핵심적인 사안으로 맞추어져 있다.

그 중에 용기 속에 남아있는 잔존 위험물을 최소화시키는 것이 가장 핵심적인 내용인데, 예를 들면 경질(Rigid) 중형산석용기(IBCs)의 경우 밑바닥이 경사지고, 배출밸브 또는 구멍이 있는데, IBCs는 액체뿐만 아니라, 고체물질도 99.9%가 모두 흘러내려 잔존해 있는 내용물이 거의 없다. 이러한 포장설계 전략을 간단히 요약하면 아래와 같이 요약할 수 있다.

- 용기 사용재료의 감량, 그러나 완전무결한 구조의 유지
- 포장용기를 사용할 때 옆으로 내용물이 새거나 튀는 잠재적인 요소 제거
- 비었을 때, 용기속에 남아있는 잔존물이 없거나 최소화
- 용기 사용 후 환경을 고려한 폐기 (K)