

위험물 수송의 분류체계 분석 및 분류체계 표준화에 관한 연구

A Study on Classification and Code Standardization of HAZMAT Transportation

이 원 태*·김 시 곤*·박 민 규*
Won tae Lee*· Si gon Kim*·Min kyu Park*

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

현대 사회의 산업화 및 도시화로 인해 위험물의 종류와 양은 날로 증가하는 추세이고 위험물 수송 사고가 발생하면 1차적인 인적·물적 피해는 물론이고, 위험물의 누출로 인한 자연생태계 오염 등 2차 사고 발생 가능성도 상존하고 있다.

국내의 대표적 위험물 수송 사고 중 하나로 꼽히는 허베이 스피릿호 사고는 2007년 12월 충남 태안군 만리포 해수욕장에서 서북쪽으로 8km 지점을 향해 중이던 홍콩 선적 14만 7000t급 유조선 '허베이 스피릿호'가 삼성중공업 소속 1만 2000t급 대형 해상 크레인선과 충돌해 원유 1만 5,800kl가 바다로 유출되는 최악의 해양사고로 기록되었다. 이토록 위험물 수송사고를 예방하기 위해 정부에서도 많은 투자와 정책을 시행하고 있지만, 단 한 건의 사고라도 위험물이 갖는 폭발력 및 심각성을 고려한다면 아직까지 그 효과는 미진하다 할 것이다.

위험물의 성상은 액체, 고체 등 다양하기 때문에 위험물 수송 시 사고가 발생하였을 경우 위험물의 종류별로 대응 방법이 달라야 하므로 수송 수단별로 통일되고 수송에 국한된 위험물 분류가 필수적이다.

따라서 본 논문에서는 위험물 수송 안전을 위해 효과적으로 관리하기 위한 방안 중 가장 우선 시 되어야 할 수송에 국한한 위험물 분류 체계를 선정하고 그 분류된 위험물을 코드화 하는 표준화 방안을 제시하고자 한다.

* 서울산업대학교 철도경영정책학과

2. 위험물 정의 및 분류체계 표준화 방안

2.1 국내 위험물의 정의 및 분류 체계

현재 국내에서 위험물의 정의는 위험물을 취급하는 부처별로 그 특성과 기능에 맞게 관련 법령으로 정의하고 있다. 일반적으로 소방방재청의 ‘위험물 안전관리법’에서 정의하는 위험물이 가장 일반적으로 이용되고 있으며, 그 외에 환경부의 ‘유해화학물질 관리법’, 지식경제부의 ‘고압가스 안전관리법’, 교육과학기술부의 ‘원자력법’ 그리고 경찰청의 ‘총포·도검·화약류 등 단속법’ 등이 있다. 그리고 위험물 분류체계에 있어서는 위험물 안전관리법에서 제시하는 6종류가 가장 대표적으로 활용되고 있지만, 이는 위험물 수송관점에서 충분한 분류라고 정의할 수는 없다.

<Table 1> 국내 위험물의 정의 및 분류체계

구분	법령	내용정의
소방 방재청	위험물 안전관리법	(정의) 인화성 또는 발화성 등의 성질을 가지는 것으로서 대통령령이 정하는 물품을 말한다. (분류체계) 제1류 산화성구체, 제2류 가연성고체, 제3류 자연발화성물질 및 금수성물질, 제4류 인화성 액체, 제5류 자기반응성물질, 제6류 산화성액체 등 유별 및 성질에 따라 대분류로 구분하고 각각의 유별에 대해 품명 및 수량을 지정한다.
환경부	유해화학 물질 관리법	(정의) “유해화학물질”이란 유독물, 관찰물질, 취급제한물질 또는 취급금지물질(이하 “취급제한·금지물질”이라 한다), 사고대비물질, 그밖에 유해성 또는 위해성이 있거나 그러할 우려가 있는 화학물질을 말한다. (분류체계) 유독물, 관찰물질, 사고대비물질 등 물질의 종류에 따라 각각 다르게 분류한다.
지식경제부	고압가스 안전관리법	(정의) - (분류체계) 성질에 따라 가연성가스, 독성가스, 액화가스, 압축가스 4종으로 구분한다
교육과학 기술부	원자력법	(정의) “방사성물질”이라 함은 핵연료물질·사용 후 핵연료·방사성동위원소 및 원자핵분열 생성물을 말한다. (분류체계) 방사성물질의 종류와 그 한도량에 따라 L형 운반물, IP형 운반물, A형 운반물, B형 운반물, C형 운반물, 핵분열성물질운반물로 구분한다.
경찰청	총포·도검· 화약류 등 단속법	(정의) “총포”라 함은 권총·소총·기관총·포·엽총, 금속성 탄알이나 가스등을 쏠수있는 장약총포, 공기총(압축가스를 이용하는 것을 포함한다. 이하 같다.) 및 총포신·기관부 등 그부품(이하 “부품”이라 한다)으로서 대통령령이 정하는 것을 말한다. (분류체계) 화약, 폭약, 화공품(화약 및 폭약을 써서 만든 공작물)의 3가지로 구분하고 그에 따라 포함되는 물질로 구분한다.

※ : 사고대비물질은 사고대비·대응계획이 필요한 위험물로 포름알데히드를 위시한 56가지 종류가 있다.

2.2 국외 위험물의 정의 및 분류 체계

2.2.1 미국

미국 운수성(DOT :Department of Transportation)의 위험물 분류는 화약류, 방사성 물질 등 사고 발생 시 피해 영향권별로 분류하여 총 14종류로 구분하고 있고, 이중 육상 수송수단별로 수송여부는 다음 <Table 2> 표와 같다.

또한 위험물 수송에 관한 규칙인 CFR Title 49(Title 49 of the Code of Federal Regulation)에서 위험물품 수송에 관한 규칙은 IMDG Code와 같으며, 위험물의 정의, 용기, 포장, 표시, 표찰, 적재방법 등에 대해 규정한다. 그리고 도로, 철도, 선박 및 비행기에 의한 위험물 수송의 규제 및 육해공의 일관된 수송을 용이하게 하기 위해 활용되고 있다.

<Table 2> DOT의 위험물 분류

번호	구분	도로	철도
1	화약류(Explosive)	○	○
2	방사성 물질(Radioactive Material)	○	○
3	유독물 A(Poison A)	○	○
4	가연성 가스(Flammable Gas)	○	○
5	불연성 가스(Nonflammable Gas)	×	×
6	인화성 액체(Flammable Liquid)	○	○
7	산화체(Oxidizer)	×	×
8	가연성 고체(Combustible Solid)	×	×
9	부식성 액체(Corrosive Liquid)	×	×
10	유독성 B(Poison B)	○	○
11	부식성 고체(Corrosive Solid)	○	○
12	자극성 물질(Irritation Material)	×	×
13	가연성 액체(Combustible Liquid)	×	×
14	기타 통제된 물질(Oder Regulated Materal)	○	○

※ 출처 : 위험물질 관리체계개선에 관한 연구, 구동철, 2008

<Table 3> 미국 위험물 수송에 관한 규칙상의 위험물 분류

번호	구 분
1	화약류(A, B, C 급 구분)
2	고압가스(가연성 gas와 비가연성 gas 구분)
3	인화성 액체류 - 인화성 액체(인화점 100°F 미만) - 가연성 액체(인화점 100°F 이상 200°F 미만)
4	가연성 고체류 - 자연발화성 물과의 접촉에 의해 가연성 가스를 방출하는 것에는 복수의 라벨에 의해 표시
5	산화성 물질
6	유기과산화물
7	독가스(독성가스 : 소량으로 생명위험)
8	독물(동물실험에 의해 기준치 이상의 액체, 고체)
9	자극성 물질
10	병독을 일으키기 쉬운 물질
11	방사성 물질
12	부식성 물질(경험상의 기준치에 의함)
13	기타 규제물질(ORM) - A : 불쾌감 - B : 부상부식성 - C : 선적 시에 특별한 주의를 요하는 것 - D : 일용품으로 위험성이 한정된 것 - E : 환경오염물질

2.2.2 영국

영국 역시 미국의 DOT와 같이 위험물 수송에 국한하여 「위험물 육상수송 규칙」에서 별도의 위험물 분류체계가 갖추어져 있고, 탱크로리나 탱크 컨테이너에 의한 유해위험물질의 육상수송을 규제 대상물인 화약류와 방사성 물질을 제외한 11가지로 분류하고 있다.

<Table 3> 위험물 육상수송규칙에 따른 위험물 분류

번호	위험성 구분	위험성 정도
1	가스류	- 임계온도 50℃ 이하 또는 증기압이 3bar (절대압, 50℃)이상 - 비인화성 압축가스(대기압 500bar 이상의 액체), 독가스, 인화성가스
2	인화성 가스	- 인화점이 50℃ 이하, 단 인화점이 21~55℃에 있어서도 - LRG측에 의해서 폭발성이 없는 것은 제외
3	인화성 기체	
4	자연발화물질	- 합인화합물, 자가열발생물질
5	물과 접하여 가연성 가스를 방출하는 물질	- 1 litre/kg/hour 이상
6	산화성 물질	- 유기과산화물과는 다름
7	유기과산화물	- 이중결합을 포함하는 유기화합물 _0_0_ 구조
8	독물	- OECD 지침을 따름
9	유해물질	- 구강: 50<LD50≤200(고체), 50<LD50≤500(액체), 피부: 200<LD50≤1000, 호흡: 2<LD50≤10(분진이나 미스트)<LD50≤5000(증기나 가스)
10	부식성 물질	- 동물과 접촉(4시간동안)으로 가시적인 괴사 - 철이나 알루미늄 표면에서 6.25mm/년 이상의 부식이 발생
11	기타 위험성 물질	- 화학적 성질 또는 100℃정도에서 운반되는 것

2.2.3 IMDG Code

UN의 위험물 운송전문가 위원회의 특성별로 위험물을 Class1~9로 표준화하여 각 Class에 포함된 개별 물질과 품목의 특성을 고려하여 부여한 고유번호인 IMDG(International Maritime Dangerous Goods)코드로써 위험물을 정의하고 분류하고 있다. 그리고 국내법인 위험물 선박운송 및 저장규칙에서는 위험물을 IMDG Code에서 분류하는 기준에 적용되는 물질로 각 등급의 위험물을 나열하고 있고, IMDG Code의 규정에 따르는 물질 및 제품은 해당 물질이 갖는 주된 위험성에 따라 제1급에서 제9급 중의 하나 혹은 그 이상으로 그 위험특성을 지정하고 있다.

<Table 4> IMDG Code의 위험물 분류체계

Class	물질	비고
Class 1	화약류	6등급
Class 2	가스류	3등급
Class 3	인화성액체류	
Class 4	가연성고체	자연발화성 물질, 물반응성 물질
Class 5	산화성 물질 및 유기과산화물	
Class 6	독물 및 전염성 물질	
Class 7	방사성 물질	
Class 8	부식성 물질	
Class 9	유해성 물질	

2.2.4 GHS(화학물질의 분류·표시 등에 관한 세계조화시스템)

GHS(Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals)는 화학물질의 분류·표시 등에 관한 세계조화시스템으로써 국제표준으로 사용되나 화학물질에 국한되어 있어 방사선 물질 등은 포함되어 있지 않다. GHS 분류는 물리적 위험성에 따라 16가지 항목으로 유해/위험성에 따른 표지요소 및 분류기준을 제공한다.

<Table 5> 16가지 유해/위험성에 따른 분류

번호	분류	번호	분류
1	폭발성 물질	9	자연발화성 액체
2	인화성가스	10	자연발화성 고체
3	인화성 에어로졸	11	자기발열성 물질 및 혼합물
4	산성화 가스	12	물반응성 물질 및 혼합물
5	고압가스	13	산화성 액체
6	인화성 액체	14	산화성 고체
7	인화성 고체	15	유기과산화물
8	자기반응성 물질 및 혼합물	16	금속부식성 물질

3. 위험물 수송 수송관점에서의 표준화 방안

앞서 살펴본 미국의 DOT와 영국의 위험물 육상수송 규칙에 따른 위험물 분류를 참조하여 국내 현황에 적용 가능하도록 위험물 분류 체계를 구성하고, DOT의 14가지 위험물 분류 및 영국 위험물 육상수송 규칙에 따른 13가지 위험물 분류를 종합하여 국내 현황에 적합하도록 총 15가지로 위험물을 분류하였다. 그리고 국내에서 두 가지 이상의 수송수단을 이용하여 수송되는 위험물을 위험물 분류체계의 항목으로 정하고, 도로를 통해 수송되는 위험물 분류는 인화성액체, 산화성액체, 산화성고체, 가연성고체, 자연발화성고체, 자연발화성액체, 물반응성고체, 물반응성액체, 유기과산화물, 기타 위험성물질 등 10가지 항목을 검토하였다. 철도를 통해 수송되는 위험물 분류는 폭발성 물질, 가연성가스, 인화성가스, 독성가스, 인화성액체, 가연성고체, 가연성액체, 부식성 물질, 독물류, 방사성물질, 기타 위험성물질 등 11가지 항목을 검토하였다. 그리고 해운을 통해 수송되는 위험물 분류는 18가지 전 항목을 검토하며, 항공을 통해 수송되는 위험물 분류는 폭발성물질, 가연성가스, 인화성가스, 독성가스, 인화성액체, 산화성고체, 산화성액체, 가연성고체, 가연성액체, 부식성물질, 독물류, 방사성물질, 기타 위험성물질 등 13가지 항목을 검토하였다.

이상의 내용을 종합하여 위험물 수송 사고 시 비슷한 형태를 보이는 것은 그룹핑하되 액체와 고체는 분리하여 총 15가지의 위험물 분류체계를 도출하였다.

<Table 6> 위험물 수송에 관한 분류체계

차레	명칭	약어
1	화약류/폭발성물질 (Explosive Substances)	EXP
2	고압가스 (High-pressure Gas)	HPG
3	독성가스 (Toxicity Gas)	TXG
4	가연성고체 (Fammable Solids)	FS
5	인화성액체 (Flammable Liquids)	FL
6	산화성고체 (Oxidizing Solids)	OXS
7	산화성액체 (Oxidizing Liquids)	OXL
8	자연발화성고체 (Spontaneous Combustion Solids)	SCS
9	자연발화성액체 (Spontaneous combustion Liquids))	SCL
10	자기반응성 고체 (Self-Reactive Solids)	SRS
11	자기반응성 액체 (Self-Reactive Liquids)	SRL
12	물반응성물질 (Water-reactive Substances)	WAR
13	부식성물질 (Corrosive Substances)	COR
14	방사성물질 (Radioactive Substances)	RAD
15	독극류 (Poison)	POI

4. 위험물 수송 통합 코드 표준화 방안

앞에서 도출한 수송에 국한한 위험물 분류체계를 효율적으로 관리하고자 위험물 통합 수송코드의 표준화 방안을 마련하고자 한다.

이를 위해 먼저 위험물 수송 코드를 수송수단간 그리고 위험물 분류의 영문 약어를 종합하였다. 먼저 수송수단은 R(도로 : Road), T(철도 : Train), S(해상 : Sea), A(항공 : Air)로 정의하였다. 그리고 복합수송일 경우에는 두 자리 이상으로 표기하여 우선적으로 수송되는 수단을 앞에 놓도록 하고, 위험물의 약어는 해당하는 분류의 영문을 2~3자리로 선택하여 나타내도록 하였다.

코드번호		수송수단		약어				
		R	-	○	○	○		
번호	분류	약어	번호	분류	약어	번호	분류	약어
1	화약류/폭발성물질	EXP	6	산화성고체	OXS	11	자기반응성액체	SRL
2	고압가스	HPG	7	산화성액체	OXL	12	물반응성물질	WAR
3	독성가스	TXG	8	자연발화성고체	SCS	13	부식성물질	COR
4	가연성고체	FS	9	자연발화성액체	SCL	14	방사성물질	RAD
5	인화성액체	FL	10	자기반응성고체	SRS	15	독극물	POI

<Figure. 2> 위험물 수송 통합 코드 표준안

예컨대 철도로 수송되는 폭발성 물질의 경우는 T-EXP로 표기할 수 있고, 도로와 해운을 통해 수출되는 가연성 고체 물질은 RS-FS로 표기할 수 있다. 마지막으로 항공을 통해 수입되어 철도를 이용하여 수송되는 방사성물질은 AT-RAD 코드로 이해하기 쉽도록 표기할 수 있다.

5. 결 론

본 논문은 효율적 위험물 수송 안전 관리를 위해 수송에 국한한 위험물 분류체계를 도출하고, 그 분류체계를 코드화하기 위한 표준화 방안을 마련하였다.

먼저 수송에 국한한 위험물 분류체계는 국내의 위험물 안전관리법 등을 충분히 검토한 후 국제적으로 통용되고 있는 GHS(화학물질의 분류, 표시 등에 관한 세계조화시스템) 기준을 적용하되 화학물질에 국한되어 있어 화약류, 가스류, 방사성물질, 독극물 등을 추가하였다. 이를 통해 총 15개로 수송에 국한하여 위험물을 분류하였다.

그리고 수송수단별로 위험물 통합 수송 코드를 표준화하기 위해 수송수단별로 위험물 분류 약어를 종합했다. 즉, 수송수단별 영문 이니셜 첫 문자로 정하고, 위험물 약어를 2~3자리로 정의하여 수송수단별로 수송 가능한 모든 위험물의 종류의 표기가 가능하도록 하였다.

따라서 본 연구의 결과를 가장 효율적으로 활용하기 위해서는 현재 국회 입법 중인 ‘위험물 운송관리법안’이 시행되면, 수송에 국한한 위험물 분류체계와 코드화 방안을 해당 조문에 반영하는 제도화가 필요하리라 생각된다.