

방향족 탄화수소 화학물질 제조사업장의 MSDS 신뢰성 평가 연구

이권섭[†] · 최진희 · 조지훈 · 최성봉 · 이종한 · 양정선

한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원

MSDSs Reliability Evaluation in Workplaces Manufacturing Aromatic Hydrocarbon

Kwon Seob Lee[†] · Jin Hee Choi · Jihoon Jo · Sung Bong Choi · Jong Han Lee · Jeong Sun Yang

Occupational Safety & Health Research Institute, Korea Occupational Safety & Health Agency

Reliable hazard and risk communication is needed to prevent the safety accident & occupational disease through right use of chemicals and MSDS(Material Safety Data Sheet) is mainly used as such a tool of communication.

MSDS policy has been put into effect in order to prevent the safety accident & occupational disease through right use of chemicals and fulfill workers' right to know. If information on MSDS lacks reliability due to its inaccuracy, prevention of the various effects related with environmental safety & health in advance is not possible to achieve.

The most essential thing regarding authoring MSDS is to exactly evaluate the composition and ingredients of the chemical and include reliability-guaranteed information.

Therefore, in this study reliability was evaluated on MSDSs

in 15 aromatic hydrocarbons(benzene, toluene, xylene, etc.) manufacturers and ways to secure reliability of MSDS were suggested.

The results showed 93.5% of composition agreement rate and 89% of reliability on each section in MSDSs. In order to curb MSDSs with low reliability, examination on CBI(confidential business information) in MSDS, certification of MSDS, collection and verification of MSDS are suggested.

Key Words : Agreement rate, Aromatic Hydrocarbon, Hazard and risk communication, Material Safety Data Sheet(MSDS), Reliability evaluation, Workers' right to know,

I . 서 론

국내 화학산업은 다른 분야에 비해 빠르게 성장하여 국내 제조업 생산액의 14%, 고용의 9%를 차지하고 있고, 특히 석유화학산업은 에틸렌 생산 규모가 세계 3위에 이르는 등 국제적으로도 큰 비중을 차지하고 있다(환경부, 2006). 환경부에서 화학물질관리 정책 수립의 기반자료 확보를 위한 목적

으로 매 4년마다 실시하고 있는 화학물질별 제조·수입·사용 등의 화학물질 유통량의 2006년도 조사결과 국내 유통 화학물질의 수는 25,449종으로 2002년 (21,513종)에 비하여 18.2%가 증가되었으며, 화학물질 유통량은 417.9백만 톤으로 2002년(287.4백만 톤)에 비하여 45.4%가 증가되었다(환경부, 2007).

화학물질은 생활주변과 산업현장에서 다양한 용도로 사용되고 있다. 가정에서 사용하는 가전·가구제품, 의복 및

접수일: 2009년 7월 30일, 채택일: 2009년 11월 20일

† 교신저자: 이권섭(대전광역시 유성구 문지동 104-8번지,

Tel: 042-869-0313, Fax: 042-863-8361, Email: lks0620@hanmail.net)

위생용품은 물론 농약과 비료, 식품과 의약품, 자동차, 종이, 요업 등 각종 산업의 원료, 소재 및 중간처리제 등으로 다양하게 사용되고 있다. 그러나 이러한 화학물질은 여러 가지 사용상의 이점에도 불구하고 그 유해·위험성으로 인하여 작업장 근로자의 각종 직업병과 안전사고의 발생 및 주변 주민의 건강을 위협하고 환경을 해치는 주원인으로 지목되고 있다(이권섭 등, 2008). 2005년 이후 국내에서 발생된 n-hexane, trichloroethylene, N-dimethylformamide, methylbromide 취급 근로자의 화학물질 중독에 의한 직업병의 발생은 화학물질에 대한 국민의 관심과 인식을 향상하는 요인이 되었으며, 국내 정부와 공공기관 및 사업장에서 작성하여 유통하고 있는 각종 화학물질 정보에 대한 질적인 향상을 요구하는 이유가 되고 있다(이권섭 등, 2009).

국내 화학물질정보 제공의 근간을 이루고 있는 물질안전보건자료(Material Safety Data Sheets, MSDS) 제도는 국제노동기구(International Labour Organization, ILO) 조약 170호「화학물질의 작업장내 안전사용에 관한 협약」의 내용(화학물질로 인한 산업재해를 예방하기 위하여 MSDS 제도시행과 최신의 정확한 모든 화학물질의 MSDS 자료를 근로자에게 제공하여 안전하고 쾌적한 작업환경을 조성토록 권고)과 국제표준화기구(International Organization for Standardization, ISO)의 「화학물질을 위한 안전데이터 지침」인 ISO 11014-1: 1994E의 내용을 배경으로 하고 있으며(ILO, 1990; ISO, 1994), 우리나라에서는 1996년 7월 1일부터 관련 제도를 도입하여 시행하고 있다(노동부, 2009a).

화학물질의 올바른 사용을 통한 안전사고 및 질병발생을 예방하기 위해서는 정확하고 신뢰성 있는 유해·위험성 정보 전달(hazard & risk communication)이 필요하며, 이러한 정보전달의 도구로 MSDS가 많이 이용되고 있다. MSDS의 핵심은 정보의 정확성이다. MSDS에 제공된 정보가 정확하지 않아 신뢰성이 떨어진다면 MSDS에 의해 산업안전보건과 관련된 각종 영향들을 사전에 예방하려는 성과달성은 불가능하다. 정확한 MSDS정보의 확보는 사업주가 지켜야 할 가장 기본적인 의무로써 근로자의 안전과 건강상의 장애 예방 활동에 매우 유용하게 활용된다(이권섭 등, 2005). 그러나 사업장에서 유통하고 있는 MSDS에 대한 신뢰성 확보에 대한 체계적인 노력이 미흡한 실정이다(최재욱 등, 2002). 국내에서 연구된 MSDS 신뢰성의 조사결과에 따르면 MSDS의 비치율(provision rate)은 다소 높은 편이었으나 구성성분의 일치율(agreement rate)과 MSDS 16개 항목별 작성내용의 신뢰성은 아직까지 매우 낮아 국내에서 제공되거나 유통되고 있는 MSDS 정보에 대한 근로자들의 불신이 가중되는 원인이 되기도 하였다(김형아 등, 1998; 윤종국 등, 2000; 정규혁 등, 2001; 이권섭 등, 2003; 이권섭 등, 2004; 이권섭 등, 2005). 이와

같이 국내 사업장에서 유통되고 있는 MSDS의 정보가 정확하지 않고 신뢰성이 낮은 이유로는 화학물질에 대한 제조자의 영업비밀, 사업주의 유해위험에 대한 정보제공 기피, 제조자와 사업주의 정보에 관한 인식 부족 등이 있다(이권섭 등, 2005).

국내외에서 benzene, toluene, xylene 등의 방향족 탄화수소(aromatic hydrocarbons) 화학물질을 대상으로 MSDS의 신뢰성을 평가한 연구는 없었다. 그동안 국내에서 실시된 MSDS의 신뢰성에 대한 연구는 무기안료(김형아 등, 1998), 대체 세정제(윤종국 등, 2000), 혼합 유기용제(정규혁 등, 2001), 도료희석제(이권섭 등, 2003), 분체도료(이권섭 등, 2004), 수용성 절삭유(이권섭 등, 2005) 등 복합 혼합물질을 대상으로 실시되었다. 연구방법도 MSDS에 기재해야 할 정보내용의 신뢰성을 평가하는 수준이었으며, 구체적으로 신뢰성을 확보할 수 있는 대책 제안은 미흡하였다.

화학물질 및 화학제품에 대한 MSDS의 정확한 정보의 제공은 근로자의 건강상의 장애를 예방하는 활동의 시작으로 중요하다. 따라서 본 연구에서는 benzene, toluene, xylene 등의 방향족 탄화수소 화학물질을 제조하는 사업장에서 작성·비치 관리하고 있는 MSDS의 작성내용에 대한 신뢰성 평가를 실시하였으며, 국내 유통 MSDS의 신뢰성을 확보할 수 있는 대책을 제안하여 신뢰성이 낮은 MSDS의 사업장 유통을 억제하고, 정확한 화학물질정보가 근로자에게 올바르게 제공될 수 있도록 기여하고자 하였다.

II. 연구대상 및 방법

1. 대상

본 연구에서 MSDS정보의 정확성을 평가하는 대상물질로 benzene, toluene, xylene, styrene, phenol 등의 방향족 탄화수소 화학물질을 선정한 이유는 다음과 같다. 첫째, 산업안전보건법 보건기준에 관한 규칙(노동부, 2009b)에 의거 관리대상 유해물질로 지정되어 있으며, benzene에 의한 급성 및 만성 골수성 백혈병, toluene에 의한 급성 기관지염 및 만성 유기용제 중독, styrene에 의한 기관지 천식, phenol에 의한 백반증 등의 직업병 사례가 보고된(이권섭 등, 2009) 건강유해성이 매우 높은 물질이기 때문이다. 둘째, 국내 석유화학산업에서 생산되는 화학물질 중 그 생산량이 많으며(한국석유화학공업협회, 2009), 도료희석제 및 경화제 제조 등의 기초 화학물질로 많이 사용되고 있어 노출되는 근로자수가 많을 것으로 추정된다.

2. 방향족 탄화수소 화학물질에 대한 국내 생산현황의 자료조사

조사대상 방향족 탄화수소 화학물질에 대한 생산현황의 자료조사는 한국석유화학공업협회에서 제공하는 석유화학 산업의 수급 현황 통계자료(한국석유화학공업협회, 2009)를 이용하여 조사하였다.

3. 분석용 원액 시료채취 및 MSDS 수집

Benzene 및 toluene 등의 방향족 탄화수소 화학물질을 제조하고 있는 전국의 15개 화학공장을 직접 방문하여 40종의 분석용 원액시료 500 ml와 해당 MSDS를 현장에서 수집하였으며, 시료 채취시 MSDS에 기록되어 있는 구성성분의 명칭과

함유량에 대한 자료를 함께 조사하여 실제 분석된 자료와의 일치율 평가에 사용하였다.

4. 구성성분과 함유량의 분석 및 물리화학적 특성 시험

조사대상 시료의 구성성분 및 함유량 분석을 위해 원액시료 2 ml를 syringe filter(pore size 0.2 μ m, Millex-SR 25 mm, Millipore Co.)로 여과하여 불순물을 제거한 후 gas chromatography (Hewlett Packard, 6890N) mass selective detector(Hewlett Packard, 5973N Series)를 이용하여 scan mode에 의한 정성분석을 실시하여 시료 내 화학물질의 구성 성분을 확인 하였으며, gas chromatography(Hewlett Packard 6890 plus)를 이용하여 함유량(%)에 대한 정량분석을 실시하였다.

Table 1. Systems and operating conditions of gas chromatography mass selective detector (GC-MSD) and gas chromatography(GC)

Parameter	Analytical condition	
	GC-MSD	GC
Analytical Method	GC-MSD	OSHA No. 111 GC
Instrument	(Hewlett packard 5983N) MSD	(Hewlett packard 6890 plus) FID
Detector	(mass selective detector) Split (190:1)	(Flame Ionization Detector) Split (100:1)
Injection mode	0.1 μ l	1 μ l
Injection volume	He 1.0 ml/min	Nitrogen 1.0 ml/min
Carrier Gas	Injection 220 $^{\circ}$ C	Injection 230 $^{\circ}$ C
Temperature	Detector 250 $^{\circ}$ C	Detector 280 $^{\circ}$ C
Oven temperature programming	40 $^{\circ}$ C to 250 $^{\circ}$ C ramp	50 $^{\circ}$ C to 220 $^{\circ}$ C ramp
Column	HP-1 (0.25 mm \times 0.25 μ m \times 30 m)	HP-1 (0.25 mm \times 0.25 μ m \times 30 m)
Electric energy	70 eV	-
Resulting EM voltage	1435	-
Database for searching	Wiley 138 Library	-
Detection limit		Benzene : 0.0378 μ g/ml Toluene : 0.0157 μ g/ml o-Xylene : 0.776 μ g/ml p-Xylene : 1.399 μ g/ml Styrene : 0.0149 μ g/ml Phenol : 0.0140 μ g/ml

Table 2. Systems and operating conditions of boiling point and flash point test

Parameter	Boiling Point	Flash Point
Test method	EN	KS M 2010
	(Photocell detection)	(Tag closed tester)
Instrument	Mettler FP90	Petrotest
	FP81	TAG 4
Lab. Condition	Temp : 20±5 °C	Temp : 20±5 °C
	Humidity : 50±20%	Humidity : 50±20%

분석조건은 Table 1과 같다.

MSDS 9항의 물리화학적 특성 기재내용의 정확도 평가를 위해 인화점 및 끓는점의 2개 항목에 대한 물리화학적 특성 시험을 실시하였다. 시험조건은 Table 2와 같다.

5. MSDS 분석방법

MSDS 분석은 16개 MSDS 전체항목에 대하여 작성된 내용의 정확성을 중심으로 검토하였으며, 그중 특히, 1항. 화학제품과 회사에 관한 정보, 2항. 구성성분의 명칭 및 함유량, 3항. 유해·위험성, 4항. 응급조치 요령, 5항. 폭발·화재시 대처방법, 8항. 노출방지 및 개인보호구, 11항. 독성에 관한 정보, 15항. 법적 규제현황에 관한 사항 등을 중점적으로 검토하였다.

방향족 탄화수소 제조회사에서 제공하고 있는 MSDS에 기재된 구성성분의 명칭 및 함유량의 내용을 gas chromatography를 이용하여 분석한 구성성분 함유량(%)의 정량분석 결과와 비교하는 방법으로 화학물질 성분의 일치율과 함유량의 정확도 차이율(difference rate)을 분석하였다.

$$\text{구성성분의 일치율(\%)} = \frac{\text{시료분석 결과 검출물질 중 MSDS에 표시된 물질의 수}}{\text{시료분석 결과 검출물질의 수}} \times 100$$

$$\text{함유량의 정확도 차이율(\%)} = \frac{\text{시료분석 결과 검출물질 중 MSDS에 표시된 물질의 함유량}}{\text{시료분석 결과 검출물질의 함유량}} \times 100$$

독성에 관한 정보의 조사 및 database 검색을 통한 유해물질의 잠재적 유해성 평가를 위해 방향족 탄화수소 화학물질 제조회사에서 제공하고 있는 MSDS에 독성에 관한 정보가 바르게 기재되었는지를 검토하였고, 누락된 사항이 없는지를 검토하였으며, 분석결과 검출된 물질에 대한 잠재적 유해성 평가는 UNEP-SIDS, ECB-UCLID, NTP-chemical health and safety data 등의 독성자료 database를 이용하여 실시하였다

(ECB, 2009; NTP, 2009; UNEP, 2009).

III. 결 과

1. 방향족 탄화수소 화학물질의 국내 생산현황

한국석유화학공업협회에서 제공하는 석유화학산업의 수급 현황 통계자료(한국석유화학공업협회, 2009)를 이용하여 조사한 국내 방향족 탄화수소 화학물질에 대한 생산현황은 Table 4와 같다.

방향족 탄화수소 화학물질은 1990년 이후 2008년까지 증가하는 추세이었다. 조사대상 방향족 탄화수소의 2008년 기준 국내 생산현황은 p-xylene, benzene, styrene, toluene의 순이었다.

2. MSDS 구성성분에 대한 일치율과 함유량의 정확도 차이율(의) 평가결과

분석결과 각각의 방향족 탄화수소 화학물질에서 검출된 물질과 MSDS에 기재된 구성성분 화학물질의 일치율을 비교 평가한 결과는 Table 5와 같다.

분석결과와 MSDS에 기록된 구성성분의 일치율을 평가한 결과 15개 사업장에서 제공하고 있는 MSDS의 구성성분 일치율은 약 93.5% 수준이었다. 조사결과 방향족 탄화수소 화학물질을 제조하는 사업장에서 제공하는 단일 화학물질에 대한 MSDS에 기재된 구성성분 화학물질의 일치율은 화학물질의 올바른 사용에 필요한 정확한 화학물질 정보제공의 MSDS 목적에 비해 그 일치율이 낮은 수준이었으며, 특히 J사, L사, H사에서 제공하고 있는 MSDS의 경우 그 일치율이 각각 50%, 58.3%, 75%로 매우 낮은 수준이었다.

Table 6은 분석결과 각각의 방향족 탄화수소 화학물질에서 검출된 물질에 대한 MSDS 구성성분 화학물질의 함유량의 차이를 나타낸 것이다. 현재 노동부(2008)에서는 혼합물의

Table 3. Amount of aromatic hydrocarbons produced in Korea by year

(Metric tons, M/T)

Chemical names	Output(Amount of aromatic hydrocarbons by year)							
	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Benzene	310	1,303	2,804	3,486	3,642	3,851	4,221	4,107
Toluene	365	952	1,440	1,834	1,792	1,779	1,893	1,534
Xylene	461	1,883	2,189	2,107	2,269	2,450	2,673	2,206
o-Xylene	55	153	378	384	343	319	428	355
p-Xylene	242	906	3,186	3,980	3,975	4,320	4,338	4,127
Styrene	432	1,356	2,430	2,608	2,722	2,964	2,923	2,749
Phenol	-	-	130	127	327	477	530	531

* Data source : Statistical data about the petrochemical industry supply and demand present condition of Korea petrochemical industry association

Table 4. Agreement rate of hazardous agents between in MSDSs and in results with gas chromatography analysis

Manufacturer of aromatic hydrocarbons	No. of Samples	Agreement rate of hazardous agents(%)
A	2	100
B	3	100
C	4	100
D	3	100
E	3	88.9
F	1	100
G	5	100
H	2	75
I	3	100
J	1	50
K	3	100
L	3	58.3
M	3	100
N	3	100
O	1	100
Total	40	93.5

MSDS 작성과 관련하여 혼합물 제품의 구성성분이 같으며, 각 구성성분의 함량변화가 10% 이내이고, 비슷한 유해성을 가진 물질체재인 경우 각각의 제품을 대표하여 하나의 MSDS를 작성할 수 있도록 하고있다. 분석결과 MSDS 구성성분의 함유량이 0.5% 이상 차이가 있는 물질은 벤젠 7종(63.6%), 톨루엔 8종(61.5%), 크실렌 9종(69.2%)이었으며, 5.1%에서 10% 이상 차이가 있는 물질은 벤젠과 페놀 각각 1

종이었고, 10.1% 이상 차이가 있는 물질은 톨루엔 2종(15.4%)이었다.

3. 인화점 및 끓는점에 대한 물리화학적 특성시험 결과

인화점 및 끓는점의 2개 항목에 대한 물리화학적 특성시험

Table 5. Comparison of weight percent composition by MSDS and GC analysis

Chemicals	No. of Samples	Change of weight percent composition(%)					
		Total	0.5≤~>1.0	1.1≤~>5.0	5.1≤~>10	10.1≤~>20	20.1<
Benzene	11	7(63.6)	1	5	1	-	-
Phenol	1	1(100)	-	-	1	-	-
Styrene	2	2(100)	-	2	-	-	-
Toluene	13	8(61.5)	5	1	-	1	1
Xylene(m, o, p-isomer)	13	9(69.2)	5	4	-	-	-
Total	40	27(67.5)	11	12	2	1	1

Table 6. Difference in flash points and boiling points between described on MSDSs and tested

Gap in temperature	Test items	
	Flash point	Boiling point
< ±1 °C	18(45.0)	29(72.5)
> ±1.1 °C ~ < ±3 °C	17(42.5)	4(10.0)
> ±3.1 °C ~ < ±5 °C	5(12.5)	1(2.5)
> ±5.1 °C	4(10.0)	1(2.5)
Not described on MSDSs	-	1(2.5)
Not assessable due to broad band description on MSDSs	2(5.0)	4(10.0)
Total samples	40(100)	40(100)

을 실시하여 MSDS 기재내용의 정확도를 시험 값과 비교하여 검토한 결과는 Table 7과 같다.

MSDS에 기재된 인화점과 끓는점의 온도 값이 1 °C 이상 차이가 있는 물질은 각각 26종(65%), 6종(15%)이었으며, 5 °C 이상 차이가 있는 물질은 각각 4종(10%)과 1종(2.5%)이었다. 1종의 화학물질에 끓는점이 기재되어 있지 않았으며, 인화점 2종, 끓는점 4종은 온도범위 값으로 기재되어 있어 시험 값과 비교하여 정확도를 검토하기 어려웠다.

4. MSDS 항목별 작성내용에 관한 신뢰성의 평가 결과

주요 MSDS 작성항목의 내용에 대한 신뢰성을 검토한 결과는 Table 8 및 figure 1에서와 같다.

사업장에서 작성한 방향족 탄화수소 화학물질의 MSDS에 기재된 세부 항목별 작성내용의 신뢰성에 관한 일치율은 약 89% 수준이었다. 세부 항목별 일치율이 비교적 높은 항목은 『10항. 안정성 및 반응성(96.9%)』, 『3항. 위험·유해성(96.2%)』, 『8항. 노출방지 및 개인보호구(93.6%)』, 『9항. 물리·화학 특성(92.8%)』순이었으며, 가장 낮은 항목은 『13항. 폐기

시 주의사항(77.5%)』 및 『16항. 기타 참고사항(77.5%)』이었다.

전체 세부 항목의 MSDS 내용 중에서 신뢰성에 관한 일치율이 70%이하인 항목은 『1항. 화학제품과 회사에 관한 정보 내용 중 유해성 분류정보(50%)』, 『11항. 독성에 관한 정보 중 급성독성 등의 각종 독성정보의 부분적인 누락(57.5%)』, 『9항. 물리·화학적 특성의 분배계수에 관한 정보(62.5%)』, 『2항. 구성성분의 명칭 및 함유량의 구성성분 화학물질명의 일부 미 기재(65%)』 등이었다.

IV. 고찰

물질안전보건자료는 화학물질의 안전한 사용을 위한 설명서이며, 화학물질 정보공개 제도의 핵심이다(이권섭 등, 2004; UN, 2007). 즉 물질안전보건자료는 화학물질의 유해·위험성을 공개하여 안전하게 취급함으로써 사고 및 직업병을 예방하고 근로자의 알 권리 충족을 위한 대표적인 정보제공의 수단으로 인식되고 있다(Kolp et al., 1993; Clayton et al., 1994; OSHA, 1998; UNEP, 2006; 이권섭 등, 2007).

사업주는 화학물질 또는 화학물질을 함유한 재제를 제조

Table 7. Result of checked subjects in MSDS for aromatic hydrocarbons

Checked items	Result of checked subjects(40)		Agreement rate(%)** (B)=(100-A)	
	No. of case	Rate(%)* (A)		
Chemical product and company identification	Unsuitable record of product name	1	2.5	97.5
	Omission of hazard classification	2	5.0	95.0
	Unsuitable record of hazard classification	20	50.0	50.0
	Omission of general characteristic	4	10.0	90.0
	Omission of company identification	2	5.0	95.0
	Unsuitable record of creation data	6	15.0	85.0
	Unsuitable record of revision data	3	7.5	92.5
	Subtotal	38	13.6	86.4
Composition/information on ingredients	Part list of chemical composition	14	35.0	65.0
	Wrong list of chemical substance name	1	2.5	97.5
	Unsuitable record of CAS number	1	2.5	97.5
	Subtotal	16	13.3	86.7
Health and hazards	Unsuitable record of NFPA ratings	3	7.5	92.5
	Unsuitable record of effect on human body	-	-	100
	Subtotal	3	3.8	96.2
First aid measures	Unsuitable record of first aid measures	8	20.0	80.0
Fire-fighting measures	Unsuitable record of flashing point and auto-ignition temperature	9	22.5	77.5
	Subtotal	8	7.5	92.5
Accidental release measures	Unsuitable record of personal precautions	3	7.5	92.5
	Unsuitable record of environmental precautions	3	7.5	92.5
	Unsuitable record of containment and cleaning up	4	10.0	90.0
	Subtotal	10	8.3	91.7
Handling and storage	Unsuitable record of precautions for safe handling	7	17.5	82.5
	Unsuitable record of conditions for safe storage	2	5.0	95.0
	Subtotal	9	11.3	88.7
Exposure controls/ personal protection	Omission of TLV	-	-	100
	Part list of TLV	-	-	100
	Unsuitable record of TLV	7	17.5	82.5
	Omission of engineering method	-	-	100
	Unsuitable record of engineering method	-	-	100
	Unsuitable record of personal protection	-	-	100
	Omission of hygiene considerations	11	27.5	72.5
Subtotal	18	6.4	93.6	
Physical and chemical properties	Omission of solubility	1	2.5	97.5
	Omission of melting point and freezing point	-	-	100
	Omission of initial boiling point and boiling range	1	2.5	97.5
	Omission and unsuitable record of vapor pressure	1	2.5	97.5
	Omission and unsuitable record of relative density	-	-	100
	Omission and unsuitable record of partition coefficient	15	37.5	62.5
	Omission and unsuitable record of vapor density	-	-	100
	Omission and unsuitable record of viscosity	8	20.0	80.0
	Omission and unsuitable record of molecular weight	-	-	100
Subtotal	26	7.2	92.8	
Stability and reactivity	Omission and unsuitable record of chemical stability	-	-	100
	Omission and unsuitable record of conditions to avoid and incompatible materials	-	-	100
	Omission and unsuitable record of hazardous decomposition products	-	-	100
	Omission and unsuitable record of possibility of hazardous reactions	5	12.5	87.5
	Subtotal	5	3.1	96.9

* No. of cases/40 (total MSDSs) × 100

** 100 - Rate(A), means reliability on each item described in 40 MSDSs

Table 7. Continued

Checked items	Result of checked subjects(40)		Agreement rate(%)**	
	No. of case	Rate(%)* (A)	(B)=(100-A)	
Toxicological information	Omission of record	-	100	
	Part list of toxicological information	17	57.5	
	Subtotal	17	78.7	
Ecological information	Omission and unsuitable record of aquatic and terrestrial ecotoxicity	3	92.5	
	Omission and unsuitable record of persistence and degradability	7	82.5	
	Omission and unsuitable record of bioaccumulative potential	3	92.5	
	Omission and unsuitable record of mobility in soil	9	77.5	
	Subtotal	22	86.2	
	Subtotal	22	86.2	
Disposal considerations	Omission of disposal method	9	77.5	
	Omission and unsuitable record of disposal precaution	9	77.5	
	Sub total	18	77.5	
Transport information	Omission and unsuitable record of transport precaution	9	77.5	
	Other requirements in domestic and other countries	4	90.0	
	Subtotal	13	83.7	
Regulation information	Unsuitable record of industrial safety and health act	7	82.5	
	Omission of dangerous material safety control act	5	87.5	
	Unsuitable record of harmfulness chemical control act	-	100	
	Subtotal	12	90.0	
Other information	Omission and unsuitable record of information source and references	9	77.5	
	Subtotal	9	77.5	
Total		234	11.0	89.0

* No. of cases/40 (total MSDSs) × 100

** 1 - Rate(A), means reliability on each item described in 40 MSDSs

· 사용 · 수입 · 운반 또는 저장하고자 할 때에는 미리 MSDS를 작성하여 취급 근로자가 쉽게 볼 수 있는 장소에 게시 또는 비치하고, 취급 근로자의 안전 · 보건을 위하여 유해 그림의 경고표지를 부착하여야하며, 근로자에 대한 교육을 실시하는 등 적절한 조치를 하도록 관리하고 있다(노동부, 2009a). 이러한 MSDS 제도의 성공적인 정착을 위해서는 현재 사용되고 있는 화학물질들에 대한 정확한 구성성분의 확인과 유해 · 위험성 평가 및 최신의 신뢰성 있는 화학물질정보를 활용한 MSDS의 작성 · 게시가 요구된다. 또한 정기적인 MSDS 신뢰성 평가를 통한 정보내용의 확인 및 최신화(update) 작업을 통한 잘못된 정보내용의 수정의 과정이 필요하다(Kolp et al., 1993; Paul과 Kurz, 1994; 최재욱, 2002; 이권섭, 2005).

캐나다, 미국 등 선진국가에서 공통적으로 경험한 MSDS의 주요 문제점은 MSDS에 기재된 정보의 정확성과 신뢰성이 낮다는 점이다(Karstadt, 1988; Ignatowski와 Rosenthal, 1993;

Kolp et al., 1993; Paul과 Kurz, 1994; Ignatowski와 Weider, 1995; Kolp, 1995; Henricks-Eckerman과 Kamerva, 1997; Anonymous, 1998; Welsh et al., 2000). 국내에서 보고된 MSDS와 관련된 연구도 화학물질의 종류, 사용량, 빈도 등과 상관없이 MSDS정보에 대한 신뢰성은 전반적으로 낮은 것으로 보고하고 있다(김형아 등, 1998; 윤종국 등, 2000; 정규혁 등, 2001; 이권섭 등, 2003; 이권섭 등, 2004; 이권섭 등, 2005). 그러나 그동안 국내 · 외에서 연구되었던 MSDS 신뢰성과 관련된 연구에서는 신뢰성이 낮은 결과만을 지적하고 원인분석이나 신뢰성을 확보할 수 있는 구체적인 대책을 제안한 경우가 드물었다. 선진외국과 우리나라는 MSDS 제도를 시행한 시기는 다르지만 MSDS 정보의 신뢰성 저하 등 직면하고 있는 문제점은 비슷하기 때문에 선진국의 경험을 바탕으로 MSDS 정보의 신뢰성을 확보할 수 있는 대책을 수립하기는 어려운 실정이지만, MSDS 정보의 정확성을 달성할 수 있도록 제도와 시스템을 개선하는 조치가 요구된다(Kolp et al., 1993; 이권섭 등,

2007).

MSDS의 정보가 정확하지 않고 신뢰성이 낮은 이유는 화학물질 및 화학제품 제조자의 영업비밀의 남용, 사업주의 화학물질정보 및 유해·위험성 정보전달(hazard & risk communication)에 대한 인식 부족, 화학물질 및 화학제품에 대한 유해·위험성 정보의 부족에 의한 MSDS의 부실한 작성 및 정보 제공의 기피 등을 들 수 있다. 즉, MSDS 정보를 정확하게 기록해야 할 화학물질의 제조자, 수입자, 사용 사업장의 사업주들이 그 의무를 방기하거나 소홀히 하고 있는 것이다(이권섭 등, 2005).

본 연구에 의한 방향족 탄화수소 화학물질 제조사업장 15개소에서 제공하고 있는 40종 MSDS에 대한 구성성분 일치율의 평가결과 약 93.5% 수준으로 확인되어 국내에서 실시된 여러 연구결과와 비교하여 다소 높은 편이었으나(김형아 등, 1998; 윤종국 등, 2000; 정규혁 등, 2001; 이권섭 등, 2003; 이권섭 등, 2004; 이권섭 등, 2005), 화학물질의 올바른 사용에 필요한 정확한 화학물질 정보제공의 MSDS 목적에 비해 그 일치율이 낮은 수준이었으며, 특히 J사, L사, H사에서 제공하고 있는 MSDS의 경우 그 일치율이 각각 50%, 58.3%, 75%로 매우 낮은 수준이었다. J사, L사, H사 등에서 제공하고 있는 MSDS의 경우 그 일치율이 각각 50%, 58.3%, 75%로 매우 낮은 수준이었다. 노동부(2008)에서는 MSDS 작성과 관련하여 각 구성성분의 함량변화가 10% 이상인 경우 새로운 MSDS를 작성하도록 조치하고 있으며, 구성성분의 함유량을 기재하는 경우 함유량의 $\pm 5\%$ 의 범위내에서 함유량의 범위(하한값~상한값)로 표시토록 하고 있다. 화학물질 시료의 정량 분석에 의한 MSDS 구성성분 함유량의 차이를 비교한 결과 0.5% 이상 차이가 있는 물질은 벤젠 7종(63.6%), 톨루엔 8종(61.5%), 크실렌 9종(69.2%)이었으며, 5.1%에서 10% 이상 차이가 있는 물질은 벤젠과 페놀 각각 1종이었고, 10.1% 이상 차이가 있는 물질은 톨루엔 2종(15.4%)이었다.

MSDS 전체 세부 항목의 신뢰성에 관한 일치율 평가 결과에서도 2항의 구성성분의 명칭 및 함유량에 대한 정보내용의 작성시 구성성분의 누락과 일부 화학물질명의 미기재 등에 의하여 1항의 화학제품과 회사에 관한 정보내용 중 유해성 분류정보 잘못 기재와 11항의 독성에 관한 정보에 대한 각종 독성정보의 부분적인 누락 등으로 이어져 해당 항목의 신뢰성이 50%와 57.5%로 낮게 평가되었다.

정확한 MSDS 작성을 위해서는 1차적으로 2항의 화학물질 구성성분 및 함유량이 정확히 기재되어야 한다. 구성성분 및 함유량의 정보가 잘못 작성되면 나머지 15개항의 정보내용의 잘못 작성되게 된다. 현재 산업안전보건법 제41조 제2항 단서의 규정에 의하여 법이 정한 제조 등의 금지 유해물질, 허가대상 유해물질, 관리대상 유해물질, 유해화학물질관리

법에 의한 유독물 등의 “근로자에게 중대한 건강장해를 초래할 우려가 있는 화학물질을 함유한 제제”를 제외한 화학물질에 대하여 보호가치가 있다고 인정되는 화학물질에 경우 명칭, 성분, 함유량의 정보가 영업비밀임을 명시토록 하고 있다(노동부, 2009b). MSDS 2항의 구성성분 및 함유량의 정확한 기재와 관련된 영업비밀의 내용은 사용 근로자에 대한 정확한 정보의 제공을 통한 “근로자의 알 권리 보장”과 “기업간의 화학물질 제조·사용과 관련된 영업비밀의 보장”의 2가지 목적을 충족하는 수준에서 관리되어야 하며, 그 범위도 제한적으로 운영되어야 한다. 따라서 현재의 영업비밀 제외 대상 화학물질에 노동부고시 제2008-29호 “화학물질의 분류·표시 및 MSDS에 관한 기준” 제3조 규정에 의한 발암성 물질, 생식세포 변이원성 물질, 생식독성 물질 등이 포함될 수 있도록 조치하여 건강장해 화학물질 사용 근로자에 대한 적극적인 알 권리의 보장이 필요하며, 화학물질 제조·사용과 관련된 기업체의 영업활동 보장을 위해 선진 외국에서 시행하고 있는 MSDS 영업비밀 심사 제도를 국내에 도입하여 영업비밀 청구의 권리가 보장될 수 있도록 관련 제도를 도입·시행하여야 한다.

MSDS 제도 체계는 화학물질 분류와 표지에 대한 세계적인 조화시스템(Globally Harmonization System of Classification and Labeling of chemicals, 이하 GHS라 함)에 의해 큰 변화가 일어나고 있다(UN, 2007; 이권섭 등, 2008). 노동부에서는 2006년 산업안전보건법의 관련 규정을 정비하여 GHS 제도를 국내에 도입하였으며(노동부, 2009a), 단일 화학물질은 2010년 6월 30일, 혼합 화학물질은 2013년 6월 30일까지 기존의 화학물질 유해·위험성 분류를 통한 경고표지 및 MSDS 작성의 시스템과 병행하여 시행토록 하고 있다(노동부, 2008). 따라서 현재 사업장에 유통 중인 모든 MSDS에 대하여 변경된 GHS 제도에 의한 화학물질 유해·위험성 분류 후 MSDS를 전면적으로 제·개정하는 조치가 요구된다. 그러나 화학물질의 유해·위험성 분류에 사용되는 정보자료의 제한성과 난해함으로 인해 화학물질 제조·사용 사업장에서 제공하고 있는 유해·위험성 분류정보의 통일화가 어려운 상태이며, 분류결과에 대한 신뢰성 확보가 현안적인 문제로 부각되고 있다(임영욱 등, 2006, 이권섭 등, 2008). 또한 관련된 정보의 내용이 매우 전문적이며, 범위도 방대하여 국가적 차원의 대응과 효율적인 계획 수립이 요구되고 있다(대통령 자문 지속가능발전위원회, 2006). 그러므로 복잡한 GHS 제도의 국내 전면 시행에 맞추어 화학물질 제조 사업장에서 작성한 MSDS의 내용에 대하여 신뢰성 있는 전문기관에서 체계적인 검토와 평가를 받은 후 국내에 유통될 수 있도록 조치하는 MSDS 인증제도 또는 사업장 유통 MSDS 수거확인 제도를 국내에 도입하여 신뢰성이 낮은 MSDS의 사업장 유

통을 억제하고, 화학물질정보 생산과 관리에 따른 산업체의 혼란과 경제적 영향을 최소화하며, 정확한 화학물질정보가 근로자에게 올바르게 제공되도록 기여할 수 있는 적극적인 지원정책의 시행이 요구되고 있다.

V. 결론

1. 방향족 탄화수소 화학물질은 1990년 이후 2008년까지 증가하는 추세이었다. 조사대상 방향족 탄화수소의 2008년 기준 국내 생산현황은 p-xylene, benzene, styrene, toluene의 순으로 많았다.

2. 방향족 탄화수소 화학물질을 제조사업장 15개소에서 제공하고 있는 MSDS의 구성성분 일치율은 약 93.5% 수준으로 확인되어 국내에서 실시된 여러 연구결과와 비교하여 다소 높은 편이었으나, 일부 사업장(J사, L사, H사)에서 제공하고 있는 MSDS의 경우 그 일치율이 각각 50%, 58.3%, 75%로 매우 낮은 수준이었다.

3. MSDS 구성성분 함유량의 변화가 0.5% 이상 차이가 있는 물질은 벤젠 7종(63.6%), 톨루엔 8종(61.5%), 크실렌 9종(69.2%)이었으며, 5.1%에서 10% 이상 차이가 있는 물질은 벤젠과 페놀 각각 1종이었으며, 10.1% 이상 차이가 있는 물질은 톨루엔 2종이었다. 인화점과 끓는점에 대해 MSDS에 기재된 값과 시험값이 1 °C 이상 차이가 있는 물질은 각각 26종(65%), 6종(15%)이었으며, 5 °C 이상 차이가 있는 물질은 각각 4종(10%)과 1종(2.5%)이었다.

4. MSDS에 기재된 세부 항목별 작성내용의 신뢰성에 관한 일치율은 약 89% 수준이었다. MSDS 전체 세부 항목의 신뢰성에 관한 일치율 평가 결과 2항의 구성성분의 명칭 및 함유량의 구성성분 화학물질명의 일부 미기재 등에 의한 1항의 화학제품과 회사에 관한 정보내용 중 유해성 분류정보 잘못 기재와 11항의 독성에 관한 정보에 대한 각종 독성정보의 부분적인 누락 등이 각각 50%와 57.5%로 낮게 평가되었다.

5. 신뢰성이 낮은 MSDS의 사업장 유통을 억제하고, 화학물질정보 생산과 관리에 따른 산업체의 혼란과 경제적 영향을 최소화 할 수 있는 MSDS 영업비밀 심사 제도와 MSDS 인증제도 및 사업장 유통 MSDS 수거확인 제도의 국내 도입·시행이 필요하였다.

VI. 감사의 글

이 연구는 2007년 한국산업안전보건공단의 연구비 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- 김형아, 이경주, 김용우, 김현욱. 우리나라에서 제조/사용되는 일부 무기안료 중 ICP-AES를 이용한 주요 중금속 농도와 MSDS비치율 및 일치율 비교. 한국산업위생학회지 1998;8(2):196-207
- 노동부. 산업안전보건법. 2009a.
- 노동부. 산업안전보건법-산업보건기준에 관한 규칙. 2009b.
- 노동부. 화학물질의 분류·표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준. 노동부고시 제2008-29호, 2008.
- 윤종국, 전태원, 정진갑, 이명희, 이상일 등. 일부 대체 세정제 제조업체의 물질안전보건자료의 실태와 그 화학물질의 유해성 평가에 관한 연구. 한국산업위생학회지 2000; 10(2):18-26
- 이권섭, 권현우, 한인수, 유일재, 이용묵. 도료희석제의 MSDS 신뢰성에 관한 조사 연구. 한국산업위생학회지 2003;13(3):261-272
- 이권섭, 선옥남, 윤경섭, 박동욱. 수용성 잘삭유(Water-Soluble Metalworking Fluids)에서 분석한 MEA, DEA, TEA의 농도 분포 특성 및 물질안전보건자료(MSDS)에 대한 정확성 평가. 한국산업위생학회지 2005;15(1):52-60
- 이권섭, 윤석준, 최재욱, 김현욱, 이종한 등. 국내 MSDS 등 화학물질정보의 제공실태와 DB관리 개선방안 연구. 한국산업위생학회지 2007;17(1):63-70
- 이권섭, 임철홍, 이종한, 이혜진, 양정선 등. GHS 화학물질 분류기준과 분류결과의 비교 및 화학물질 정보자료의 활용방법 연구. 한국산업위생학회지 2008;18(1):62-71
- 이권섭, 조지훈, 최진희, 신현화, 양정선. 산업안전보건법에 의한 관리대상 유해물질 선정의 타당성 연구. 한국산업위생학회지 2009;19(2):153-169
- 이권섭, 한인수, 한정희, 박동욱, 이대원 등. 분체도료의 화학적 조성과 MSDS 신뢰성 조사연구. 한국산업위생학회지 2004;14(3):221-232
- 임영욱, 양지연, 이용진, 신동천. 화학물질의 독성에 근거한 분류체계 및 GHS 도입을 위한 대응방안. J. Environ. Toxicol. 2006;21(2):197-208
- 정규혁, 김경례, 김대현, 오기석, 유일재. 일부 유기용제의 물질안전보건자료의 실태와 신뢰성 조사. 한국환경위생학회지 2001;27(4):85-91
- 정부합동 GHS 추진위원회. 화학물질의 분류 및 표지에 관한 세계화시스템(GHS)-대한민국 정부공식 번역본. 2006.
- 최재욱, 김대성, 김형수, 박희찬, 윤석준. MSDS 체계의 활성화 방안 구축에 관한 연구. 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 연구보고서, 2002.

- 한국석유화학공업협회. 석유화학산업 수급 현황. 2009. 7.
Available from: <http://www.kpia.or.kr/pcind>.
- 환경부. 제3차 화학물질 유통량조사 최종보고서. 2007.
- 환경부. 환경백서 2006. 2006.
- Anonymous. Hazardous materials information review commission.
Annual Report for the Fiscal Year Ended, March 31, 1998.
- Clayton G.D., Clayton F.E., Beliles R.P., David R.M., Morgott D.A.,
O, Donghue J.L. Patty's industrial hygiene and toxicology (volume II, part c). 4 ed. New York, John Wiley &
Sons, Inc. pp. 1735-1786, 1994.
- European Chemicals Bureau(ECB). European chemical Substances
Information System(ESIS) -International Uniform
Chemical Information Database(IUCLID). 2009. 7. Available
from: URL:<http://ecb.jrc.it/iuclid-datasheet/71432.pdf>
- Henricks-Eckerman M, Kanerva L. Product analysis of acrylic
resins compared to information given in material safety data
sheets. Contact Dermatitis 1997;36: 164-165
- International Labour Organization(ILO). Recommendation
Concerning Safety in the Use of Chemicals at Work. ILO
Recommendation No. 177. 1990.
- International Organization for Standardization(ISO). Safety Data
Sheet for Chemical Products. ISO 11014-1: 1994E. 1994.
- Kolp P.W. Assessment of the accuracy of material safety data sheets.
American Industrial Hygiene Association Journal 1995;56:178-
183
- Kolp P, Sattler B, Blayney M, Sherwood T. Comprehensibility of
material safety data sheets. American Journal of Industrial
Medicine 1993;23:135-141
- Ignatowski AJ, Rosenthal I. The operational material safety data
sheet-key to the effectiveness of a generic approach to the
control of health and safety risks II: The operational material
safety data sheet. Applied Occupational and Environmental
Hygiene 1993; 8:714-720
- Ignatowski AJ, Weider ED. Managing material safety data sheets
world-wide. American Industrial Hygiene Association Journal
1995;56:698-705
- Karstadt M. Report on how well material safety data sheets are
prepared. Harvard School of Public Health. Final report
prepared for OSHA. 1988.
- National Toxicology Program(NTP). Chemical Health and Safety
Data. 2009. 7. Available from: URL:http://ntp-apps.niehs.nih.gov/ntp_tox/index.cfm
- Occupational Safety and Health Administration(OSHA). Hazard
Communication Standard. 29 CFR 1910.1200, Washington,
DC; 1998.
- Paul M, Kurz S. Analysis of reproductive health hazard information
on material safety data sheets for lead and ethylene glycol
ethers. American Journal of Industrial Medicine 1994;25:403-
415
- United Nations Environmental Programme(UNEP). Strategic
Approach to International Chemicals Management(SAICM)-
Report of the international conference on chemical
management on the work of its first session. SAICM/ICCM.1/7.
2006.
- United National. Globally Harmonized System of Classification and
Labeling of Chemical(GHS). St/Sg/Ac.10/30/Rev.2, 2007.
- United Nations Environment Programme(UNEP). Screening
Information Dataset (SIDS). 2009. 7. Available from:
URL:<http://www.chem.unep.ch/irptc/publications/sidsindex/sidsindex.html>
- Welsh MS, Lamess M, Karpinski E. The verification of hazardous
ingredients disclosures in selected material safety data sheets.
Applied Occupational and Environmental Hygiene 2000;15(5):
409-420