

반도체용 특수고압가스 취급·운송안전에 관한 고찰

The Study on the Safety Management for Treatment and Transport of Special High Pressure Gas for the Semiconductor

이종은*·이계정*·오영수*

Jong-Eun Lee* · Kye-Chung Lee* · Young-Soo Oh*

Abstract

본 연구에서는 반도체 시장의 급격한 성장에 따라 점차 사용량이 증대되고 있는 국내의 특수고압가스를 포함한 독성가스의 취급, 운송 실태를 파악하여 문제점을 분석하였다. 그 결과 근로자의 의식을 바꾸기 위한 안전경영시스템의 도입과 운송과정중의 모니터링 시스템, 데이터베이스화를 통한 정보의 공유 등을 대안으로 도출 하였으며, 본 연구 결과에 대해 적극적으로 개선하고자 하는 실천의 의지를 가지고 특수가스를 취급, 운송한다면 가스사고 예방에 많은 발전이 있을 것으로 기대된다.

1. 서론

1990년 이후 고부가가치를 가지는 반도체 등의 전기, 전자산업의 눈부신 발달로 인하여 특수고압가스를 비롯한 독성가스의 사용량이 날이 갈수록 급격히 증가하고 있는 추세이다. 이러한 특수고압가스를 포함한 유해화학물질들을 효과적이고 안전하게 다루기 위한 법규들은 고압가스안전관리법, 유해화학물질관리법, 대기환경보전법, 위험물관리법, 산업안전보건법이 있다. 그러나 우리나라의 관련법규를 살펴보면, 고압가스인 경우에만 한국가스안전공사가 고압가스안전관리법에 의해 관리를 하고 사업장내 저압가스는 한국산업안전보건공단이 관리하는 등 부처 간에 업무조정이 필요한 부분이 있다. 대표적인 유해화학물질 누출사고인 인도 보팔의 MIC누출사고를 보면 그 피해와 규모를 짐작할 수 있으며 대비책의 시급함 또한 알 수 있다. 그러나 현재 우리나라는 1990년 이후 사용량이 급격히 증가한 맹독성 희귀가스에 대한 잠재위험이 제대로 파악되지 않고 있으며, 제조, 운송 상의 안전관리가 미흡하다는 지적을 받고 있는 한편

* 명지대학교 산업경영공학과

반도체산업에서 점차 사용량이 증가하는 특수고압가스에 대한 관리가 강화되어야 한다는 문제가 제기되고 있다. 또한, 국내의 경우 특수고압가스에 관련된 자료의 공개를 꺼리는 등 정보의 부족으로 제조, 취급, 저장 등 취급시의 안전이 확보되어 있지 않은 위험한 상태로 관리되고 있으며, 운반과정상의 문제점들도 많이 가지고 있는 것이 현실이다. 다행스럽게도 현재 한국가스안전공사 및 산업특수가스협회 등을 중심으로 특수고압가스를 포함한 독성가스들에 대한 취급과 운송에 관련된 실태조사 및 제도개선 활동이 진행중에 있으나, 아직은 커다란 성과를 보이지 못하고 있다. 이와 관련하여 국내·외의 관련 기준 등을 검토하여 특수고압가스의 취급, 운송시의 안전을 확보하고자 하는 것이 본 연구의 목적이다.

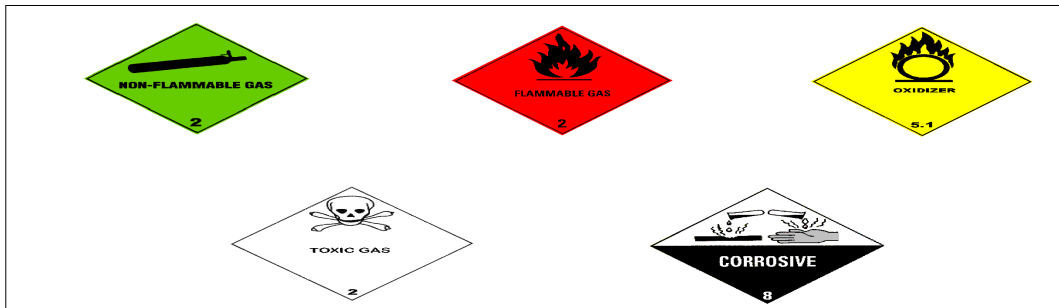
2. 특수고압가스 특성과 이론적 고찰

2.1 가스의 유해성 분류 및 개념

2.1.1 개념

특수고압가스를 이해하기 위해서는 가스의 분류에 대한 개념정립이 필요하다. 가스를 포함하여 화학물질의 유해성을 알기 위해서는 미국 운송부의 유해성 분류(DOT : Department Of Transportation Hazard Classes) 체계를 이해하면 취급하고자 하는 물질들에 대한 유해성과 취급 시 주의사항 등을 인식하는데 도움이 된다. 가스물질에 대한 미국 운송부의 유해성 분류에 의하면 유해성 분류는 불연성(Non Flammable), 가연성(Flammable), 산화성(Oxidizer), 독성(Toxic), 부식성(Corrosive)의 5종류로 분류할 수 있으며, 이들의 유해성 분류 및 표시방법은 [표 1-1]과 같다.

[표 1-1] 유해성 분류 및 표시



2.1.2 유해성에 따른 가스 분류

(1) 불연성 가스(Non Flammable)

불연성 가스는 불이 붙지 않는 즉, 연소가 되지 않는 가스를 의미하며, 대표적인 불연성가스로는 질소, 헬륨, 등의 산업용가스와 제논, 크립톤, 육불화황 등의 특수가스가

이러한 특징을 가지고 있다. 이들 가스는 매우 안정적이며 쉽게 접할 수 있는 물질들이어서 사용자가 취급하기에 가장 안전하다고 인식하기 쉬운 물질들이다. 그러나 안전하고 취급이 쉽다고 인식되어 있는 관계로 취급 및 운반 시 사고에 대한 대응정보가 없어 큰 위험성을 가지고 있기 때문에 취급 및 운송 시 주의를 기울여야 한다. 이들 물질은 무취, 무미, 무자극성의 특성으로 유해성은 낮으나 가장 위험한 가스로 알려져 있다. 그러나 실내에서 불연성가스를 취급 시는 반드시 질식예방을 위한 환기와 농도 감지를 통한 근로자 보호가 이루어져야 한다.

(2) 가연성가스(Flammable)

고압가스안전관리법에 의하면 가연성가스는 공기 중에서 연소하는 가스로서, 폭발한계의 하한이 10%이하인 것과, 폭발한계의 상한과 하한의 차이가 20%이상인 것을 의미한다. 가연성가스는 불활성가스와 같은 위험을 가지고도 있다. 즉, 질식 및 압력으로 부터의 위험이 있으며, 추가로 화재 및 폭발의 위험을 가지고 있다. 만약 누출지점에서 점화가 발생하였을 경우에는 가연성가스의 공급을 중단할 수 있는 경우를 제외하고는 불꽃을 진압하려고 해서는 안 된다. 가연성가스의 공급을 중단하지 못한 상태에서 화재만 진압하면 오히려 가스가 축적되어 폭발이 일어날 수 있다. 가연성가스의 공급을 중단할 수 없는 상황이라면 소화수를 충분히 분사하여 주변의 위험한 설비를 냉각시켜 폭발이 일어나지 않도록 해야 한다.

(3) 산화성가스(Oxidizer)

주변 물질의 연소 및 반응을 촉진하는 특성을 가진 가스로서, 대표적으로 산소, 삼불화질소(NF₃), 아산화질소, 붕소 등이 있다. 일반적으로 산소농도가 23.5%를 초과하는 상태를 산소 과잉현상으로 부르고 있으며, 이들 산화제 농도가 높아진 상태에서는 가연성 가스들의 연소범위는 일반 대기 중에서의 범위보다 넓어지게 되는 동시에 발화온도도 낮아지게 되어 화재가 발생할 우려가 매우 높아진다. 따라서 산화성가스를 이용하는 시설 및 배관은 이들 물질과의 적합성 여부를 사전에 확인해야 하며, 산화성가스를 이용하는 장소에서의 비정상적인 점화원의 특성을 잘 알고 있어야 한다. 또한 많은 산화성 물질들이 부식성과 독성을 가지고 있으므로 취급 시 주의해야 한다.

(4) 독성가스(Toxic)

일반적으로 독성물질이 인체에 나쁜 영향을 미치는 경로는 흡입(inhalation), 흡수(Absorption), 섭취(ingestion)등의 형태로 유발되며, 가스상 독성물질로 인한 중독현상은 대부분 흡입에 의하여 발생하게 된다. 독성을 나타내는 인자로는 여러 가지가 사용되고 있는데 물질안전보건자료(MSDS) 또는 제품에 부착된 용기 라벨을 통해서 확인이 가능하다. 그러나 대부분의 취급자들은 약어로 표기되는 독성값 인자들에 대한 이해도가 낮아 작업현장에서 물질안전보건자료(MSDS)를 통해 독성을 파악하는데 많은 어려움을 겪고 있다.

(5) 부식성(Corrosive)

부식성 가스는 금속, 식물, 신체조직 및 장비에 부식을 유발하는 물질로서, 가스가 외부로 누출되어 대기 중의 수분과 만나는 시점부터 부식에 의한 문제는 발생된다. 따라서 부식성가스를 사용하는 장비의 재질들은 반드시 취급, 사용하는 가스의 특성에 따라 견디는 재질로 선택하여 사용해야 하며, 개인보호구를 선정하여 사용 시에도 물질별로 적응성이 있는지를 사전에 철저히 확인해야 한다. 대부분의 부식성 가스는 독성을 가지고 있으며, 부식성 가스는 산성과 염기성계열로 분류하며, 노출 시 산성은 염기성으로, 염기성은 산성으로 적절하게 중화하여 처리한다.

2.2 특수고압가스의 물리·화학적 특성

특수고압가스는 취급 및 유통상태의 확인이 어렵고 독성치 또한 높아 허용농도가 0.05ppm ~ 5ppm 범위를 갖는 물질로서, 최근 개정된 고압가스안전관리법에서 독성가스로 규제하고 있는 5,000ppm보다 작아 소량만 누출이 되어도 인체 또는 주변에 미치는 영향이 막대할 수 있으며, 폭발하한이 낮은 반면 폭발범위가 넓어 소량이 대기중에 누출된다 하더라도 충분히 폭발할 수 있는 특성을 가진 가스들이다. [표 1-2]는 대표적인 특수고압가스의 물리·화학적 특성을 정리한 것이다.

[표 1-2] 특수고압가스 물리·화학적 특성

가스명	화학적식	녹는점(°C)	끓는점(°C)	증기밀도	폭발범위 (%)	허용농도 (ppm)
모노실란	SiH ₄	-185	-110	1.16	1.37-96	5
디보레인	B ₂ H ₆	-165	-92	0.96	0.9-98	0.4
액화알진	AsH ₃	-117	-62.5	2.71	0.8-99	0.05
포스핀	PH ₃	-133.5	-87.7	1.17	1.3-?	0.3
세렌화수소	SeH ₂	-64	-41	2.81	12.5-63	0.05
게르만	GeH ₄	-165	-88.5	2.66	2.8-98	0.2
디실란	Si ₂ H ₆	-133	-14.3	2.16	0.4-100	-

2.3 사고사례 고찰

2.3.1 국내 사고사례

국내 특수고압가스를 포함한 독성가스 사용량의 증가로 인해 누출 등의 사고도 비례하여 증가 하였다. 이로 인해 인명피해는 물론, 주변 환경에 미치는 영향이 막대하여 사고를 예방하기 위한 대책수립 및 시행이 시급하다. 무엇보다도 취급자는 물론, 운송자 등 모든 관련자들이 사고예방을 위한 노력에 관심을 가져야 한다. [표 1-3]은 지난 5년간 전체 가스사고중 고압가스사고 발생현황을 조사한 것이다.

[표 1-3] 지난 5년간 고압가스 사고현황

구 분	2003	2004	2005	2006	2007	계
전체사고	119	110	109	112	123	573
고압가스	12	7	5	6	11	41
점유율(%)	10.1	6.4	4.6	5.4	8.9	7.2

2.3.2 국외 사고사례

국내와는 달리 국외 특수고압가스 사고사례는 특정한 가스사고로 분류되어 보고되고 있지 않으며, 특수고압가스 사고사례는 보안상의 문제로 인하여 자료의 확보가 매우 어려웠다. 따라서 국외의 사고사례 중 미국의 사고사례는 인터넷을 통해 사고사례를 수집하여 조사하였으며, 일본의 경우는 한국가스안전공사에서 발행한 해외 사고사례집을 통해 전체 독성가스사고 중 특수고압가스에 대한 사고사례를 조사하였다.

2.3.3 국내, 외 사고사례 조사결과 고찰

특수고압가스 사고사례는 일반 산업용 가스에 비해 취급·운송 량이 많지 않기 때문에 사고발생의 빈도가 높지는 않으나, 독성이 높아 일단 누출 또는 폭발 등의 사고가 발생 시는 막대한 피해를 통해 주변으로부터 민원을 야기하기 때문에 철저한 취급 및 운송관리가 필요하다. 지금까지 조사된 여러 사고사례를 통하여 사고원인별 문제점과 특수고압가스 사고로 인한 피해가 어느 정도인가를 인적, 물질 차원에서 고찰하여 보았으며, [표 1-4]는 사고 원인별 가스발생 현황을 조사하여 정리한 것이다.

[표 1-4] 사고 발생원인에 의한 분류

국가별	가스명	피해내용	사고원인	비 고
한국	모노실란	충진장 파손	설비결함	
	디보레인	공장 파손	인적오류	
일본	모노실란	1명 상해	인적오류	
	모노실란	3명 사망, 1명 상해	인적오류	
	모노실란	2명 사망, 5명 상해	설비결함	
	삼불화질소	3명 상해	인적오류	
국가별	가스명	피해내용	사고원인	비 고
대만	모노실란	1명 사망	인적오류	
미국	알진	140여명 상해	밝혀지지 않음	
	세렌화수소	14명 상해	인적오류	
	세렌화수소	1명 상해	인적오류	
	알진	1명 상해	인적오류	
	포스핀	3명 상해	밝혀지지 않음	
	디보레인	5명 상해	밝혀지지 않음	
	모노실란	3명 사망	환기중 혼합가스폭발	

[표 1-4]에서 보는바와 같이 작업자의 실수 즉, 인적오류(Human error)에 의해 발생한 사고가 전체 발생건수 14건 중 50%를 차지하여 철저한 관리가 요구됨을 조사결과를 통해 확인할 수 있었고, 가스별 사고발생건수를 보면 모노실란 발생건수가 다른 특수고압가스에 비해 월등히 많음을 알 수 있는데 이것은 모노실란 가스가 다른 특수고압가스에 비해 취급량이나 사용량이 많기 때문인 것으로 확인되었다. 위와 같은 사고 중 인적오류로 인한 사고를 미연에 방지하기 위해서는 안전관리경영시스템을 구축하고 직원들이 회사 차원에서 시스템을 준수하고 이러한 시스템의 필요성을 사업주나 근로자들이 스스로 느껴야 하며, 근로자들에 대해 특수고압가스 취급 및 운송과 관련된 교육 및 훈련을 통하여 인적오류를 감소시키기 위한 방안을 모색해야 한다.

3. 특수고압가스의 관련제도 비교. 분석

본 연구에서는 대표적인 특수고압가스에 대하여 규제하고 있는 국내, 외 관련법규내용 중 특수고압가스의 취급, 운송과 관련된 법규 내용을 중심으로 비교, 분석하였다.

3.1 국내 관련제도

국내의 경우는 다음의 [표 1-5]에 나타난 바와 같이 7개 부처의 15개법에서 특수고압가스를 포함한 유해물질들을 관리 및 규제하고 있으며, 그중에서 특수고압가스의 취급, 운송은 고압가스안전관리법에서, 특수고압가스 중 일부는 유해화학물질관리법의 규제를 받고 있음을 확인할 수 있었다.

[표 1-5] 국내 유해화학물질관련법 현황

관리대상물질 구분	관 련 법 규	주 무 부 처
고압가스	고압가스안전관리법	지식경제부
액화가스	액화석유가스안전관리법	지식경제부
도시가스	도시가스안전관리법	지식경제부
방사성물질	원자력법	교육과학기술부
유독물	유해화학물질관리법	환경부
농약, 사료, 비료	농약관리법, 사료관리법, 비료관리법	농림수산식품부
건강유해물질	산업안전보건법	고용노동부
식품첨가물	식품위생법	보건복지부
마약류, 화장품, 의약품	마약류 등 관리에 관한 법, 화장품법, 약사법	보건복지부
화약류	총포·도검·화약류단속법	행정안전부
위험물	위험물법	행정안전부

3.2 외국 관련제도

일본에서는 우리나라의 고압가스안전관리법에 해당되는 고압가스보안법과 관련규칙인 고압가스보안법 시행령, 일반 고압가스 안전규칙, LPG 안전규칙, 컨테이너 안전규칙, 냉동장치 안전규칙, 생산설비 안전규칙이 있으며, 유해물질에 대한 기본법으로 유해물질 제조 등의 심사 및 규제에 관한 법규 등이 있으며, 유럽연합(EU)내의 유해물질과 관련된 내용들은 우리나라의 고압가스안전관리법, 유해화학물질관리법이나 미국의 독성물질관리법(TSCA : Toxic Substances Control Act)과 같은 대표적인 법령에 의해 규제하고 있는 것이 아니라 수평적으로 여러 개의 개별법들이 특정한 사항들은 규정하고 있다. 기본 지침으로는 해당 나라에서 제조되거나 수입되는 화학물질관련 제품들에 대해서 67/548/EEC 지침(Directive)을 제정하여 유해물질의 분류, 포장 및 표시에 관한 절차를 규정 하였으며, No 304/2003 규정에서는 유해물질의 수출과 수입에 관한 규칙을 제정하였다. 이들 지침들은 모두 유럽연합의 상용물질목록(EINECS : Europe INventory of Existing Chemical Substances)에 있는 물질들을 대상으로 하고 있으며, 본 연구에서 고찰하고자 하는 가스는 모두 상용물질목록에 목록화 되어 있다. 미국 독성가스의 환경 및 건강에 대한 피해예방을 위한 기본법규로는 제조, 가공, 사용, 유통 등의 사업 활동에 적용되는 환경청(EPA)의 독성물질관리법(TSCA)과 수송 관련 표시, 포장 및 차량에 적용되는 운송부(DOT)의 유해물질 운송법(HMTA, 1975)이 있으며, 연방규정으로 TSCA의 하위 규칙인 CFR(Code of Federal Regulation) Title 40(환경보호)과 HMTA의 하위규칙인 CFR Title49 인 수송이 있다. 그 외에 유해물질의 취급부주의 등으로 인한 중대산업사고를 예방하기 위하여 미국산업보건청(OHSA)의 하위규칙인 유해물질에 대한 공정안전관리기준(PSM) 등이 있다.

3.3 국내 · 외 제도 비교분석

본 연구에서는 전에 언급한바와 같이 특수고압가스를 포함한 독성가스의 취급, 운송 등에 대해 여러 나라의 법규를 검토 하였으며, 제조와 관련된 기술기준 및 시설기준을 포함한 안전관리 규정은 연구 및 고찰해야 하는 범위가 너무 방대하여 본 사례분석에서는 생략하였다.

(1) 운송 및 유통단계 관련 규정

국내 고압가스안전관리법상의 운송 및 유통관리 관련 법규들을 조사해 본 결과 몇 가지 차이점을 파악할 수 있었으며, 운송 및 유통단계별 관련규정의 유·무에 대한 조사결과를 [표 1-6]에 정리하였다.

[표 1-6] 운송 및 유통관련 법규 현황

[O:유, X:무]

국 가	관 련 규 정	운송 및 유통단계						
		제조	저장	수입	수출	운송	사용	판매
한 국	고압가스안전관리법	O	O	O	O	O	O	O
	유해화학물질관리법	O	O	O	O	O	O	O
일 본	고압가스보안법	O	O	O	O	O	O	O
유럽연합	REACH System	O	X	O	X	X	O	X
	67/548/EEC	O	O	O	X	O	O	O
미 국	독성물질관리법	O	O	O	O	X	O	O
	유해물질수송법	X	X	O	X	O	X	X

우리나라에서는 특수고압가스를 포함한 유해화학물질에 대한 운송, 유통, 제조, 수입 등에 대한 규제를 고압가스안전관리법 및 유해화학물질관리법에서 하고 있는 반면, 일본의 경우는 고압가스보안법, 유럽연합(EU)의 경우는 REACH System 및 유해화학물질지침 67/548/EEC에서, 그리고 미국의 경우는 독성물질관리법(TSCA 40CFR)과 유해물질수송법(HMTA 49CFR)에서 제조, 저장, 수입, 수출, 수송, 사용, 판매에 대한 신고 및 등록의무를 하도록 규정하고 있다.

(2) 한국과 일본의 운송 및 유통관리 규제내용 비교

일본의 고압가스보안법은 우리나라의 고압가스안전관리법과 대부분의 내용이나 체계가 매우 흡사하다. 따라서 본 연구에서는 한국의 고압가스안전관리법과 일본의 고압가스보안법상에 특수고압가스를 포함한 독성가스의 종류와 운송 및 유통관련 규제 제도를 비교 분석 하였으나 국내와 일본의 고압가스 분류별 인 허가상의 차이점은 크게 발견되지 않았다. 2005.1월 고압가스안전관리법이 개정되면서 국내 고압가스안전관리법 시행령에 일본의 고압가스보안법과 같이 오불화비소, 오불화인, 삼불화인, 삼불화질소, 삼불화붕소, 사불화유황, 사불화규소 등 7가지 독성가스를 추가로 지정하여 운송 및 유통단계별로 규제를 하고 있는 것으로 확인되었다.

(3) 국내·외 관련규정의 고찰 결과

국내·외 관련규정들을 고찰해본 결과 한국의 고압가스안전관리법과 일본의 고압가스보안법 모두 특수고압가스를 포함한 독성가스를 수입하고자 하는 자의 경우에는 수입업자로 등록을 해야 하고 수입신고를 하도록 규정하고 있는 것으로 조사되었다. 최근 정부에서는 유해화학물질의 취급 시 발생하는 문제점들을 개선하기 위해 고압가스안전관리법상의 독성물질을 유해화학물질관리법의 대상에 포함시켜 유해성심사를 실

시하려는 움직임을 보이고 있는데 이렇게 하고자 하는 근본적인 이유는 고압가스안전관리법상에서 특수고압가스를 비롯한 독성가스에 대한 취급, 운송, 유통 및 안전관리가 타 관련규정에 비해 미흡하기 때문인 것으로 판단된다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 고압가스안전관리법상에서 규제하고 있는 특수고압가스들을 유해화학물질관리법의 범주에 넣어 관리하기 보다는 고압가스안전관리법의 강화를 통해 개선이 되어야 하겠다.

4. 특수고압가스 취급 . 운송 안전관리 문제점

4.1 취급 안전관리 문제점

특수고압가스 취급시의 문제점으로는 인적오류와 관련된 문제점들이 주로 개선의 대상으로 조사되었으며, 이것은 특수고압가스가 다른 산업용가스에 비해 독성이 심하고 인체에 미치는 영향이 크므로 특별히 관리 되어야 하기 때문이다. 첫째, 실태분석에서 언급한바와 같이 특수고압가스를 취급하는 취급자들이 안전의식의 결여, 지식 또는 훈련이 부족하여 불안전하게 취급하거나 정해진 규정을 지키지 않음으로 발생하는 경우가 대부분이라는 것이 문제점으로 조사되었으며, 둘째, 취급자들이 취급하는 물질에 대해 정확히 알고 취급하여야 함에도 불구하고 특수고압가스와 관련된 물질안전보건자료(MSDS)등 자료를 확보하는데 어려움이 있는 관계로 취급자들에게 정확히 정보가 전달되지 못하는 문제점이 있다. 셋째, 특수고압가스를 취급 또는 운송하는 사업장내 관련자들이 체계화된 어떠한 틀 안에서 시스템적으로 관리가 되는 것이 이상적이거나, 가지고 있는 각종 지침, 표준류들이 제대로 작성 및 운영되고 있는지에 대한 평가가 제대로 이루어지지 않고 있음은 물론, 제3자로부터의 지도 없이 자체적으로 구축한 시스템으로 운영되어 객관적이지 못한 방법을 가지고 운영하는 문제점이 있다. 넷째, 앞서 조사한 사고들의 대부분이 인적오류에 의해 발생되거나 일부 설비의 결함으로 발생한 결과로 미루어 볼 때 근원적으로, 설비를 구입하거나 시스템을 구축 시 미리 발생이 예상되는 사고를 예지하여, 기계를 만드는 과정이나 시스템을 만들 때 이 부분들을 반영하는 절차가 요구되나 이러한 부분이 미약한 것도 문제점으로 조사되었다.

4.2 운송 안전관리 문제점

특수고압가스 운송과 관련된 국내·외 사례를 수집하여 실태를 분석한 결과, 제도상 커다란 차이는 발견되지 않았으나, 일부 국내 고압가스안전관리법 개정의 필요성과 외국에 비해 열악한 운송관리 시스템이 문제점으로 지적 되었으며, 조사된 문제점을 정리하면 첫째, 현재의 시스템을 조사한 결과 고압가스를 운송하는 차량을 운전하는 운전자는 교육기관으로부터 1회의 교육으로 운송자격을 얻으며, 독성 또는 가연성가스를 일정수량 운송 시는 운반책임자를 동승하도록 되어 있는데 운반책임자 또한 교육만

받으면 운반책임자로서의 자격이 주어져 제도가 형식적으로 흐르고 있다는 인상을 주고 있다. 둘째, 특수고압가스를 취급 또는 운송하는 자와 사용자간의 안전관리 시스템이 유기적인 관계로 이루어지지 않기 때문에 특수고압가스를 취급 또는 운송하는 과정에서의 안전한 취급 및 운송방안이 수립되어 있지 않은 점, 내부적으로 안전관리 시스템들이 적절하게 도입되어 운영되지 않는 점, 그리고 현안 문제점들이 발생 시 이에 대한 대처능력이 부족한 점 등. 운송상의 정보 부재 및 안전관리시스템 향상을 위한 다양한 활동이 부족하다. 셋째, 현재 국내에서 운송되는 대부분의 특수고압가스를 포함한 독성가스들의 운송실태를 조사해본 결과 운송경로가 지정되지 않고 운전자의 의도에 따라 경로가 지정되며, 위험성평가와 같은 사전 평가과정 없이 운송 차량들이 도로를 활보하고 있어서 사고 발생 시는 대형사고로 이어질 수 있다. 또한, 운송자들이 활용하는 자료들이 신뢰성이 검증되지 않아 자칫 정보의 잘못 사용에 따른 문제점도 있는 것으로 조사되었다. 넷째, 출발지를 떠나 도착지를 향해 운행하는 과정이 모니터링이 되지 않아 사고가 발생하는 경우 대처가 불가능한 시스템이 문제점이다.

5. 결 론

본 연구에서는 특수가스에 대한 물리·화학적 특성과 인체 및 환경에 미치는 영향을 비롯하여 독성가스 전반에 대한 각국의 관련법규를 조사하여 국내에서 추가적으로 제도 도입이 필요한 부분과 각국의 사고사례를 통하여 사고예방을 위한 대안을 다음과 같이 제시하고자 한다.

첫째, 안전경영시스템을 적극 도입하여야 한다. 국내, 외 사고사례들을 분석해보면, 대부분을 차지하는 사고의 발생원인은 사업장내 시스템의 결함 또는 사업주나 근로자의 의식구조에 문제로 인해 야기된다. 따라서 안전경영시스템을 적극 도입하여 모든 구성원이 시스템을 이해하고 실천할 수 있는 기반이 구축되고 문화가 조성되어야 하며, 근로자들에게는 반복적인 안전교육을 통한 위험예지 능력을 키우도록 해야 한다.

둘째, 특수고압가스를 운송하는 과정의 모니터링 시스템의 구축을 통해 운송차량에 의해 운송이 되는지의 여부 및 특수고압가스를 적재한 운송차량이 어느 경로를 통해 어떤 위치에 있는지를 실시간으로 확인할 수 있는 시스템이 필요하다. 구체적인 방안으로는 위치기반서비스 시스템(LBS : Location Based Service)의 도입을 통하여 제도적으로 확인이 가능토록 관리하는 방안이 있다.

셋째, 비상대응시스템이 구체적으로 구축 및 운영되어야 한다. 이를 위한 국가적인 차원에서 사고 접수 및 비상대응에 필요한 조직을 갖추고 지원능력을 갖춘 콜센터를 운영하여 지원함이 바람직하며, 필요한 경우에는 제조사간 협의체를 구성하여 상호 협의 및 지원을 통해 운영하는 방안도 검토대상이 될 것이다.

넷째, 정부 주도에 의한 특수고압가스 관련 자료 및 적절한 정보가 제공되어야 한다. 현재는 정보의 공개를 꺼리고 기업비밀을 이유로 제조시설을 제 3자에게 보이는 것을 기피하는 것이 현실이기 때문에 경험에 대한 공유가 거의 없으며, 각자 다른 정보를 가지고 운영하는 등 특수고압가스에 대한 정보나 자료가 부실한 것이 사실이다..

정부, 사업주, 종사자들이 위에서 언급한 문제점에 대한 제언에 대해 모두가 적극적으로 특수고압가스를 포함한 유해화학물질의 취급 . 운송안전관리에 관심을 갖는다면 향후 좋은 성과가 있을 것으로 기대한다.

6. 참고문헌

- [1] KGS, www.kgs.or.kr
- [2] 국립환경과학원, “유독물 영업자 사고대응교육”, 2008.03
- [3] 김윤화 외, “국제 테러대비 독성가스 유통실태 및 안전관리 방안 연구“, 산업자원부, 2004.09
- [4] 이승림, 주용수, “독성가스 안전관리방안 PART III”, KGS, 1996.12
- [5] 이영순 외 9인 공저, “화학공정안전 중 독성학”, 동화기술, 2004.3
- [6] KGS, “가스안전 월간지”, 2005.09
- [7] KGS, “고압가스안전관리법”, 2008.07
- [8] KGS, “고압가스 운반차량의 시설. 기술 기준(KGS GC207), 2009.02
- [9] KGS, “고압가스 운반 등의 기준(KGS GC206), 2009.02
- [10] KGS, “독성가스 실무(특수가스), 2007.05
- [11] KGS, “2007 가스사고연감“, 2008.05
- [12] KGS, “해외사고사례집”, 1998 ~ 2004
- [13] KGS, 특수가스안전위원회 “특수가스 안전관리 법령 제도”, 2007.07
- [14] KGS, “Silane Safety Seminar“, 2007.01
- [15] 특수가스안전위원회, “가스물성정보”, KGS, 2008.
- [16] 환경부, “유해화학물질관리법“, 2006.01
- [17] 고압가스보안협회, “特殊材料가스 讀習テキスト”, 1999.03
- [18] 일본경제산업성, www.meti.go.jp
- [19] 고압가스보안협회, www.khk.or.jp
- [20] European Chemical Agency, The REACH Process Description June,2004.
- [21] SEMATECH Report
- [22] USC 반도체기반기술연구회, “超 高純度ガスの 科學“(초 고순도가스의 과학)