

국내 암모니아 냉매 관련 법규 문제점 및 개선방향

세계 각국의 암모니아 냉매 취급 규정 및 암모니아 시설 기준법규를 짚어보고 일본, 미국, 유럽의 암모니아 시설 규정을 비교하여 한국의 암모니아 시설 규정의 개선방향을 소개한다.

머리말

암모니아(NH₃)는 냉매로서 오랜 역사를 가지고 있으나, 유독성 가연성 물질이라는 이유로 법규상의 엄격한 규제를 받아왔다. 그러나 국내 각종 암모니아 관련 법규 내의 규정들은 암모니아 냉매의 유독성과 가연성의 분류 및 암모니아 시설 기준에 관해 정부의 관계부처별로 엇갈린 견해를 두고 있어 실무에서는 법규 적용과 준수에 혼선이 초래되고 있는 실정이다. 아울러 한국은 고압가스 안전관리법상 암모니아 냉매를 독성가스로 규정하고 있음에도 불구하고 암모니아 시설을 취급하는 자격자에 관한 명확한 규정조차 아직 마련되지 않은 것이 현실이다. 미국 ASHRAE 규정에는 암모니아 냉매를 유독성, 가연성 가스로 규정하고 있고 암모니아 시설 기준에 관해서 유럽 EN CODE는 비교적 명확하게 규정하고 있다.

국내 · 외 관련 법규에 규정된 암모니아 냉매의 기준

누설관련 기준 및 부과금

고압가스 안전관리법(이하, 고법) 및 산업 안전관리법(이하, 산안법)

김창한
(주)한국마이콤
영업부 팀장
kitee@mycomkorea.com

금미경
(주)한국마이콤
영업부
keum@mycomkorea.com

에는 암모니아 냉매 가스 누설 시의 배출량에 대한 기준을 명확하게 규정하고 있지는 않다. 다만 고법에 해당하는 시설기준과 산안법에 해당하는 기술지침에서는 암모니아의 누출과 관련하여 각각 경보농도를 50 ppm, 최대허용농도를 25 ppm으로 시간 가중 평균 노출 기준(TWA, Time Weight Average, 근로자가 유해인자에 노출되는 경우 1일 8시간 작업을 기준으로 노출되어도 거의 모든 근로자에게 건강상 나쁜 영향을 미치지 아니하는 기준)을 바탕으로 농도를 규정하고 있지만 대기환경보전법에서는 암모니아를 대기오염물질로 규정하고 배출허용기준을 50 ppm 이하로 허용하고 있고, 위에 기술한 3가지 법에서도 알 수 있듯이 기준이 일치하지 않고 기준이 되는 내용에도 차이가 있는 것을 알 수 있다.

그리고 암모니아 냉매 가스 누설로 인한 환경개선 비용 부담금으로 고법이나 산안법에는 명기가 되어 있지 않고 대기환경보전법에서만 법 제35조(배출부과금의 부과·징수) 제2항 1호에 대기오염물질을 배출하는 사업자에 대해서 초과부과금이 부과되며 대상물질은 시행령 제23조(배출부과금 부과 대상 오염물질)의 제2항에 암모니아가 규정되어 있다. 특히 암모니아 냉매의 경우는 기본부과금과 더불어 초과 부과금을 설정하여 법적 제약을 부여하고 있으며 환경개선비용 부담법 시행령의 제4조(환경개선부담금 부과 대상의 범위등)의 제1항 5호에

대상 시설물이 규정되어 있다.

즉, 고법에서는 암모니아 냉매를 사용하는 시설에서 긴급상황 발생 시, 대기로 암모니아를 방출하게 되는데 이때 대기환경 보전법상에서는 환경을 위해 배출 부과금을 부과·징수당하게 된다.

일본의 경우는 우리나라의 고법에 해당하는 냉동보안규칙예시기준 14.에서 암모니아 냉매가스 누설 시의 재해방식 및 기준치를 구분하여 냉매가스 누설 시의 대기 배출량 규정을 두고 있으며, 암모니아 누설 검지기의 설정치는 옥내 100 ppm 이하, 옥외 200 ppm 이하이며, 재해 시 해당 배출 농도는 250 ppm 이하로 규정하고 있다(표 1).

또한, 암모니아 시설 배관의 내면 및 외면의 손상, 변형, 부식 등으로 인한 재해 방지를 위하여 산업안전보건공단 산하 KOSHA GUIDE(D-10-2012)에는 배관 등의 비파괴검사 및 후열처리에 필요한 사항을 규정하고 있다. 상기 기술지침 6.2(용접부의 후열처리)에는 안전보건규칙(별표 1)의 제7호에서 규정하는 독성물질을 취급하는 배관은 관의 두께와 무관하게 후열처리 하여야 한다고 규정하며 독성물질 취급 배관에 대하여는 배관의 후열처리를 요구하고 있다. 산안법에서 규정하는 암모니아는 유해 위험물질로서, 본 규정에 해당되지 않는 사항으로 판단되나, 이와 관련하여는 고법상에도 명확하게 명시되어 있지 않아, SMS(안전성향상계획)의 적용 여부를 두고 논의가 이루어지고 있다.

〈표 1〉 냉매 누설 기준 및 부과금, 누설 대책의 한국과 일본의 비교

국가 관련 규정	한국		일본
	고법	산안법	
냉매 누설기준	경보농도 50 ppm	최대허용 농도 25 ppm	○ (옥외 배출농도 250 ppm 이하)
누설 시 부과금	×	×	○
누설대책	△ (개구부 면적 부족 시, 환기팬 설치)	○ (환기팬 설치)	○ (정화장치 의무설치)
방폭 적용 유무	×	○	×
배관 용접 후 열처리	×	○	△

시설기준 및 누설 시 대책

암모니아 냉매 가스 누설과 관련해서는 고압 상에서 누설 시 어떻게 대처해야 한다는 내용보다 사고 예방이나, 피해저감과 관련하여 KGS CODE FP113(고압가스 냉동제조 시설·기술·검사 기준)에서 사고 예방 설비 기준과 피해 저감 설비 기준으로 규정하고 있다.

먼저 사고 예방 설비 기준과 관련해서는 안전 밸브 부착 및 중화조 설치, 암모니아 냉매의 가스 누설 경보장치 설치, 범정능력에 해당하는 환기장치 설치로 암모니아 냉매가 누설하면 경보를 발생시키고 경보가 발생하면 환기장치와 연동하여 자동으로 암모니아를 대기로 배출시키도록 연동되어 사고예방 설비 기준으로 사용하고 있다. 즉, 누설 시의 대책으로 환기장치가 작동하여 내부에 확산되는 암모니아를 대기 중으로 방출하는 것이다.

또한, 피해 저감 설비 기준으로는 액상 암모니아 누출에 따른 방류독 설치와 제독관련 설비(공기 호흡기, 방독면, 보호장갑 및 장화, 보호복)가 피해

저감 설비 기준으로 되어 있다.

산안법에서 규정하는 암모니아 시설 기준의 경우는 크게 구분하여 ‘실내에 사용되는 전기설비는 방폭 구조이어야 한다’ 즉 회전기기 및 전기 계장품이 방폭 구조가 되는 것이 가장 크게 적용되며, 암모니아 냉매설비의 안전관리를 위해 책임과 권한을 명확히 하는 절차를 수립하여 운영하는 것을 권고하고 있다. 대기환경보전법에서는 암모니아를 대기오염물질로 규정하고 있을 뿐이다.

일본 냉동보안규칙 제7조 1항 16호 및 제12조 제1항에 의하면 누설된 독성가스를 신속히 제거하기 위한 조치를 의무화하고, 냉동보안 규칙예시기준 14.에서는 독성가스 확산 방지를 위한 제해 장치로서 살수방식(표 2) 또는 스크러버 방식(표 3, 그림 1)에 의해 독성가스인 암모니아를 제거하도록 규정하고 있다.

방폭 기준

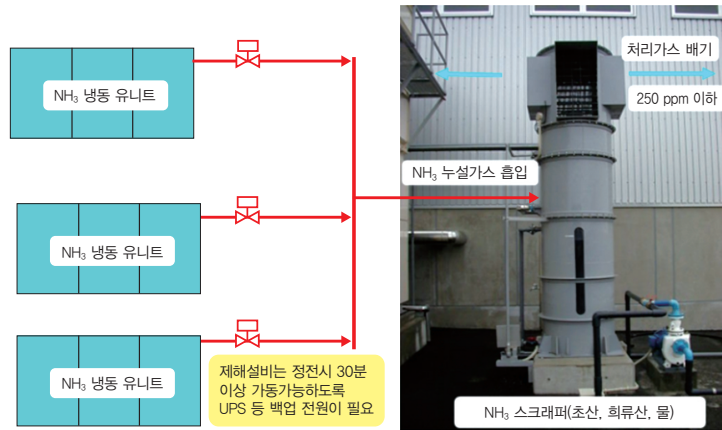
국내 암모니아냉매 설비의 방폭에 대한 요구

〈표 2〉 살수식 제해 설비(일본 냉동보안규칙관계예시기준 14)

제조설비의 냉매 총전량	기준치				
	살수 수량	보유 수량	수동 살수량	회수 수량	작동 설정 시간
300 kg 이상 500 kg 미만	40 L/min 이상	1,200 L 이상	400 L 이상	1,600 L 이상	30분
150 kg 이상 300 kg 미만	30 L/min 이상	900 L 이상	300 L 이상	1,200 L 이상	
85 kg 이상 150 kg 미만	25 L/min 이상	750 L 이상	250 L 이상	1,000 L 이상	
35 kg 이상 85 kg 미만	20 L/min 이상	600 L 이상	200 L 이상	800 L 이상	
15 kg 이상 35 kg 미만	15 L/min 이상	450 L 이상	150 L 이상	600 L 이상	
15 kg 미만	10 L/min 이상	300 L 이상	100 L 이상	400 L 이상	

〈표 3〉 스크러버 방식 제해 설비(일본 냉동보안규칙관계예시기준 14)

제조설비의 냉매 총전량	기준치		
	냉매 처리량	작동설정시간	배출 농도
300 kg 이상 500 kg 미만	19 kg	30분	250 ppm 이하
150 kg 이상 300 kg 미만	17 kg		
85 kg 이상 150 kg 미만	14 kg		
35 kg 이상 85 kg 미만	11 kg		
15 kg 이상 35 kg 미만	7.5 kg		
15 kg 미만	3.7 kg		



[그림 1] 스크러버식 재해 설비 설치 예

는 2.2에서 다뤘던 시설기준에 해당하지만 국내 현행법상에는 규정이 명확하지 않은 것이 현실이다. 고압가스 안전관리법에는 고법 시행규칙 제8조(고압가스제조 등의 시설기준과 기술기준 등) 1항 제3호에 규정하는 별표 7의 1. 시설기준의 다. 사고예방설비기준에서 3)가연성가스의 가스설비 중 전기설비는 그 설치장소 및 그 가스의 종류에 따라 적절한 방폭 성능을 가질 것으로 규정하고 있지만, '암모니아, 브롬화메탄 및 공기 중에서 자기 발화하는 가스는 제외한다'로 제외되어 있어 암모니아 냉매 가스는 "가연성 가스"이면서 "독성가스"로 정의되어 있으면서도 "비방폭"으로 규정되어 있다.

또 같은 내용으로 KGS CODE인 KGS FP113 고압가스 냉동제조 시설·기술·검사 기준의 2.6.8 전기방폭설비 설치에서도 "암모니아 및 브롬화메탄을 제외한다"로 규정되어 있다.

산업안전보건법에서는 제4장 유해 위험예방조치에서 제23조(안전조치)1항의 2. 폭발성, 발화성 및 인화성 물질 등에 의한 위험에 대하여 필요한 조치를 하여야 한다.라고 규정하고 있다. 산업안전보건법 시행령 제33조의 6(공정안전보고서의 제출 대상)의 1항에 표시된 별표 10에 따르면 공정안전관리제도(PSM, Process Safety Management) 대상 규정

으로 유해·위험물질에 암모니아가 표시되어 있고, 제조·취급·저장량이 200 ton으로 규정되어 있다.

또 한국산업안전 보건공단에서 지도하는 KOSHA GUIDE(P-60-2012) '암모니아 냉매설비의 안전관리 기술지침'의 5. 암모니아 냉매설비의 안전관리 5.1 일반사항의 (4) 암모니아 설비가 실내에 설치된 경우 준수사항에 '암모니아 설비가 실내에 설치된 경우 전기 설비는 방폭 구조여야 한다.'로 지도하고 있다.

이뿐 아니라 산업안전보건법에 필요한 사항을 규정한 산업안전보건 기준에 관한 규칙에서 제2장 폭발 화재 및 위험물 누출에 의한 위험방지 제1절 위험물 등의 취급 등에서 제230조(폭발위험이 있는 장소의 설정 및 관리) 1항 사업주는 다음 각호의 장소에 대하여 폭발 위험장소의 구분도를 작성하는 경우에는 「산업표준화법」에 따른 한국산업표준으로 정하는 기준에 따라 가스폭발 위험 장소 또는 분진폭발 위험장소로 설정하여 관리하여야 한다고 규정하고 있다.

하지만 한국산업표준에서 말하는 기준이란 KS C IEC 60079-10-1 폭발 분위기-제10-1부: 폭발 위험 장소의 구분에서 5 폭발위험 장소 구분 절차의 5.4.2 폭발하한에 주어진 누출량에 대해 폭발하한

값이 낮을수록 폭발위험 장소의 범위가 넓어진다'로 기록되어 있으며, 특히 암모니아 대해서는 비고에 "부피분율 15%의 폭발하한값을 갖는 암모니아가 누출되면 개방된 공간에서 빠르게 소산되므로, 폭발성 가스 분위기의 생성은 일반적으로 무시한다."로 기록되어 있다. 이 내용으로 볼 때 고법에서는 암모니아 냉매를 사용할 경우 방폭으로 하지 않아도 된다고 되어 있으나, 산업안전보건공단의 KOSHA GUIDE와 지식경제부 기술표준원의 KS C IEC 60079-10-1에서는 실내에 설치할 경우 방폭구조로 하도록 기재되어 있어 관련 업계에 혼란을 야기하고 있다.

그러나 캐나다 서남부에 위치한 BC주(British Columbia)에서 '모든 전장품은 반드시 방폭형으로 한다'라고 규정하고 있는 부분을 제외하면 전 세계 대부분 국가에서 암모니아 냉동설비의 방폭 구조 적용을 규정하지 않고 있으며 일본의 경우에도 냉동보안규칙 제7조 1항 14호에서 가연성가스를 냉매가스로 하는 설비의 전기설비를 방폭구조로 할 것을 요구하고 있으나 암모니아 냉매는 제외하는 등 암모니아설비의 방폭구조를 규정하고 있지 않다.

취급 자격

암모니아 냉매의 취급자격에 관하여 고압가스 안전관리법 시행규칙 제10조에서 용기 등의 수리 기준 및 수리범위를 명기하고 있다. 그러나 최근 냉동기 정비와 관련하여 무자격업체의 작업 중에 발생하는 안전사고(폭발, 화재, 질식)에 대한 책임 등이 사회적으로 크게 문제가 되고 있고 처벌 규정 또한 미흡하여 2014년 1월 21일에 고압가스 안전관리법 제5조(용기·냉동기 및 특정설비의 제조등록 등)에 3항이 신설되어 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자가 아니면 용기 등의 수리를 하여서는 아니 된다고 규정하고 있다.

'고압가스의 제조허가를 받은 자', '용기 등의 제조등록을 한 자', '지정을 받은 용기 등의 검사기관', '액화석유가스 충전사업의 허가를 받은 자' 등으로 수리할 수 있는 자격에 대하여 명확하게 규정을 하고 있다. 또 제4항에 용기 등의 소유자나 점유자가 용기 등을 수리하려면 제3항 각 호의 어느 하나에 해당하는 자로 하여금 수리하게 하여야 한다는 항목도 신설되었으며, 더불어 제5항도 신설되어 제3항 각 호의 어느 하나에 해당하는 자가 용기 등

〈표 4〉 NH₃ 기초 열역학(Service Technician Tasks) (EN13313:2010)

작업 설명, 조항3의 조건과 정의를 참조	설계	가조립	설치	가동전	시운전	운전	운전중	누설	일반	시스템	정지중	냉매	분해
				작업	작업	작업	검사	확인	점검	유지	작업	회수	
암모니아 서비스 기술자의 작업													
기초 SI 단위 지식 (예 : 온도, 압력, 질량, 밀도, 에너지)	FO	BA	BA	WK	WK	WK	WK	FO	BA	WK	BA	WK	
기초 냉각 조건의 이해 (예 : 엔탈피, 엔트로피, 압력, 온도, 냉각 용량, 전력수요, COP 등)	FO		BA	FO	FO	WK	WK	WK	BA	FO	BA	WK	
냉매의 log p-h 선도에 대한 숙련된 지식 및 사용	FO		BA	WK	WK	WK	WK	BA	BA	BA	BA	BA	
냉매의 포화, 과열 증기표 log p-h선도의 숙련된 지식 및 사용	LE		BA	WK	WK	WK	WK	BA	BA	BA	BA	BA	
압축 냉동 사이클 개요작성	LE		BA	WK	WK	WK	WK	BA	BA	BA	BA	BA	
압력 종류에 대한 이해 (예 : 설계압력, 절대압력, 기기압력, 강도 시험압력, 누설감지 시험압력)	FO	BA	BA	WK	WK	WK	WK	FO	BA	FO	BA	BA	

을 수리하는 경우 용기 등의 종류별로 대통령령으로 정하는 구분에 따라 일정 자격을 갖춘 자로 하여금 감독하도록 하여야 한다고 규정하고 있다. 또한, 법규가 신설되며 고법 제42조(별칙) 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 300만 원 이하의 벌금에 처한다는 항목이 신설되어 안전에 대해 한번

더 생각할 수 있는 계기를 만들었다.

그러나 현행 고법 상에는 수리작업환경 및 수리 부품에 대한 자격자의 기술 보유규정이 미흡하여 안전에 소홀한 반면, 유럽의 EN Standard에서는 유지 및 보수과정 중의 안전 및 작업환경에 대한 요구 사항과 냉매 시스템 및 그 부품의 복구, 재사용, 폐

〈표 5〉 NH₃ 구성요소 및 냉각시스템 시험(Service Technician Tasks) (EN13313:2010)

작업 설명, 조항3의 조건과 정의를 참조	설계	가조립	설치	가동전	시운전	운전	운전중	누설	일반	시스템	정지중	냉매	분해
				작업			검사	확인	점검	유지	작업	회수	
암모니아 서비스 기술자의 작업													
냉각 회로	LE			FO	FO	WK	WK	BA	WK	FO	WK	FO	BA
압축기	FO	BA	WK	FO	FO	WK	WK	BA	WK	FO	WK	FO	BA
유회 시스템	FO	BA	WK	FO	FO	WK	WK	BA	WK	FO	BA	BA	BA
용량 제어	FO	BA	WK	FO	FO	WK	WK	BA	WK	FO	BA	BA	BA
압력 용기	FO	BA	WK	FO	FO	WK	WK	BA	WK	FO	WK	FO	BA
응축기	FO	BA	WK	FO	FO	WK	WK	BA	WK	FO	WK	FO	BA
가스 쿨러	FO	BA	WK	FO	FO	WK	WK	BA	WK	FO	WK	FO	BA
수액기	FO	BA	WK	FO	FO	WK	WK	BA	WK	FO	WK	FO	BA
액분리기	FO	BA	WK	FO	FO	WK	WK	BA	WK	FO	WK	FO	BA
증발기	FO	BA	WK	FO	FO	WK	WK	BA	WK	FO	WK	FO	BA
증발기 내 제상시스템	FO	BA	WK	FO	FO	WK	WK	FO	WK	FO	WK	BA	BA
팽창변	FO	WK	FO	FO	FO	WK	WK	FO	WK	FO	FO	FO	BA
가조립 유닛	WK		WK	FO	FO	WK	WK	FO	WK	FO	WK	FO	
강도압력시험	LE	BA		FO	FO	BA	BA	BA	BA	WK	WK	BA	
기밀 시험	FO	BA		FO	FO	BA	BA	BA	BA	FO	WK	BA	
진공 작업	BA	BA		FO	FO	BA	BA	BA	BA	FO	WK	BA	
진공 시험	BA	BA		FO	FO	BA	BA	BA	BA	FO	WK	BA	
냉매 충전 시기 정의	LE	BA	WK	FO	FO	WK	WK	WK	WK	FO	WK	FO	
시스템에 냉매 충전	BA	BA	BA	FO	FO	BA	BA	BA	BA	FO	WK	BA	
냉매 충전 및 누설 확인	BA			FO	FO	WK	WK	WK	WK	FO	WK	WK	BA

〈표 6〉 NH₃ 파이프 접합부와 밸브(Service Technician Tasks) (EN13313:2010)

작업 설명, 조항3의 조건과 정의를 참조	설계	가조립	설치	가동전	시운전	운전	운전중	누설	일반	시스템	정지중	냉매	분해
				작업			검사	확인	점검	유지	작업	회수	
암모니아 서비스 기술자의 작업													
파이프	FO			WK	WK	WK	WK	WK	WK	FO	WK	BA	
접합부	FO			WK	WK	WK	WK	WK	WK	FO	WK	FO	
밸브	FO			FO	WK	WK	WK	BA	WK	FO	WK	FO	
단열재	FO			WK	WK	WK	WK	BA	WK	WK	WK		
파이프 지지대	FO			WK	WK	WK	WK	BA	WK	WK	WK		

〈표 7〉 NH₃ 안전장치-EN378에 의해 정의된 것과 같음(Service Technician Tasks)

작업 설명, 조항3의 조건과 정의를 참조	설계	가조립	설치	가동전 작업	시운전	운전	운전중 검사	누설 확인	일반 점검	시스템 유지	정지중 작업	냉매 회수	분해
압력 구제 장비	FO	WK	WK	FO	WK	WK	WK	WK	WK	FO	WK	WK	
압력 구제 밸브	FO	WK	WK	FO	WK	WK	WK	WK	WK	FO	WK	WK	
파열디스크	FO	WK	WK	FO	WK	WK	WK	WK	WK	FO	WK	WK	
가용성 플러그	FO	WK	WK	FO	WK	WK	WK	WK	WK	FO	WK	WK	
온도 제한장치	FO	WK	WK	FO	WK	WK	WK	WK	WK	FO	WK	WK	
인가된 온도 제한기	FO	WK	WK	FO	WK	WK	WK	WK	WK	FO	WK	WK	
압력제한을위한 안전스위치장치	FO	WK	WK	FO	WK	WK	WK	WK	WK	FO	WK	WK	
인가된 압력 제한기	FO	WK	WK	FO	WK	WK	WK	WK	WK	FO	WK	WK	
인가된 압력 배출기	FO	WK	WK	FO	WK	WK	WK	WK	WK	FO	WK	WK	
인가된 안전 압력 배출기	FO	WK	WK	FO	WK	WK	WK	WK	WK	FO	WK	WK	
전환장치	FO	WK	WK	FO	WK	WK	WK	WK	WK	FO	WK	WK	
냉매 탐지기	FO	WK	WK	FO	WK	WK	WK	WK	WK	FO	WK	WK	
오버플로우 밸브	FO	WK	WK	FO	WK	WK	WK	WK	WK	FO	WK	WK	
과전압보호장치	FO	WK	WK	FO	WK	WK	WK	WK	WK	FO	WK	WK	
수위조절배출기	FO	WK	WK	FO	WK	WK	WK	WK	WK	FO	WK	WK	
자동개폐밸브	FO	WK	WK	FO	WK	WK	WK	WK	WK	FO	WK	WK	

〈표 8〉 NH₃ 유체-EN378에 의해 정의된 것과 같음(Service Technician Tasks)

작업 설명, 조항3의 조건과 정의를 참조	설계	가조립	설치	가동전 작업	시운전	운전	운전중 검사	누설 확인	일반 점검	시스템 유지	정지중 작업	냉매 회수	분해
냉매 움직임	FO	BA		FO	WK	WK	WK	FO	WK	FO	WK	FO	BA
냉각수, 2차 유체 순환	FO		BA	WK	BA	BA	BA	BA	BA	WK	BA	WK	
독성	FO			WK	BA	BA	BA	BA	BA	WK			
가연성	FO			WK	BA	BA	BA	BA	BA	WK			
분류	FO		BA	BA	BA	BA	BA	BA	BA	BA	BA	BA	
냉매의 품질	FO		WK	FO	BA	BA	BA	BA	BA	FO	BA	FO	
회수	FO		BA	BA	BA	BA	BA	BA	BA	FO	BA	FO	
재활용	FO		BA	BA	BA	BA	BA	BA	BA	FO	BA	FO	
재생	BA		BA	BA	BA	BA	BA	BA	BA	BA	BA	BA	
처리	FO			BA	BA	BA	BA	BA	BA	FO	BA	FO	
물질의 발화점	FO		BA	BA	BA	BA	BA	BA	BA	BA	BA	BA	

※ 표의 각 칸 색상 표시-흰색 : 이론평가를 요함. 검정색 : 실기 평가를 요함.
 - BA : basic appreciation level-기초접근수준(다른 이들과 기술의 주요 요소를 토론하는 것을 요구하는 전문성 수준).
 - WK : working knowledge level-숙련지식수준(결정과 행동에 직접 관여하는 것을 요구하는 전문성 수준).
 - FO : fully operational level - 완전가동수준(대부분의 활동을 스스로 수행하는 것을 요구하는 전문성 수준).
 - LE : leading edge level-첨단기술수준(기술영역에 대한 명확한 발전을 요구하는 전문성 수준).

기에 관한 부분도 필요한 기술 수준을 규정하고 있어, 암모니아 냉매를 취급하는 서비스 기술자에게 요구되는 수리자격을 작업별로 세분화하여 구분하고 있다(표 4~표 8).

국내·외 관련 법규에 규정된 암모니아 시설의 기준

한국과 일본의 시설기준

한국과 일본의 시설기준의 경우 어디가 먼저라고 할 건 없지만, 일본의 냉동보안규칙을 한국에서 유사하게 사용하고 있는 것이 사실이다. 그렇다 보니 고압과 일본냉동 보안규칙에는 고압가스 냉동 제조의 시설, 기술, 검사 기준을 명확하게 명기하고 있다. 특히 시설기준에는 배치기준, 가스 설비기준, 사고예방설비기준, 피해 저감설비기준, 부대설비기준, 표시기준 등이 명기되어 있으며, 기술기준에는 안전유지기준, 점검기준, 수리·청소 및 철거기준이 명기되어 있고 안전장치인 안전변의 점검에 대하여 기록하고 있으며, 검사기준에는 장치를 운전하기 전 필요한 중간검사, 완성검사를 비롯하여 정기검사나 수시검사까지 시설이 검사항목에 적합한지를 명확하게 판정할 수 있도록 규정하고 있다.

캐나다의 시설기준

캐나다의 WorkSafe(R-11-07) “Ammonia in refrigeration systems”(Canada British Columbia Local Rule)에도 기계실에서의 암모니아 냉매 설비의 시설기준을 규정하고 있는데 한국·일본과 다른 점은 방폭규정에 관련된 내용이다. 국내 고압 및 일본 냉동보안규칙에는 암모니아 냉매설비의 전기설비에 대하여는 방폭등급을 요구하고 있지 않으나, 캐나다의 상기 규정에는 암모니아 냉매를 사용하는 설비의 모든 전기설비에는 방폭적용을 하도록 요구하고 있다.

미국의 시설기준

미국 환경보호청(Environmental Protection Agency, EPA)의 규정에도 자격을 가진 자가 암모니아 시설을 취급하도록 하는 교육 프로그램의 설립, 압축기 진동 체크, 밸브류의 누설 체크와 주기적인 교체, 암모니아 누출 감지기의 설치 등 암모니아 시설의 냉매 누출 방지를 위한 시설 기준을 명시하고 있다.

암모니아 가스 사용 규제

한국 고압가스안전관리법상의 규제

한국의 고압 시행령 제3조에는 고압가스 제조 허가 등의 종류 및 기준에 대하여 20톤 이상인 설비를 사용하여 ‘냉동을 하는 과정에서 압축 또는 액화의 방법으로 고압가스가 생성되게 하는 것’이라고 정의하며 고압가스 제조 허가의 범위를 20톤 이상으로 규정하고 있다(단, 고압가스 특정제조, 일반제조, 도시가스 사업의 허가를 받은 자가 그 허가받은 내용에 따라 냉동 제조하는 것은 제외한다). 또한, 동법 제4조에는 고압가스 제조의 신고대상에 대하여 냉동능력 3톤 이상 20톤 미만인 시설을 사용하여 냉동하는 과정에서 압축 또는 액화의 방법으로 고압가스가 생성되게 하는 것이라고 정의하며 고압가스 제조의 신고 대상을 3톤 이상 20톤 미만으로 규정하고 있다(단, 고압가스 특정제조, 일반제조 또는 고압가스 저장소 설치의 허가, 도시가스 사업의 허가를 받은 자가 그 허가받은 내용에 따라 냉동 제조하는 것은 제외한다).

즉, 한국 고압에는 시설의 법정능력에 따라 고압가스 제조의 허가 및 신고 범위를 규정하여, 냉동능력 20톤 이상인 경우에 허가, 3톤이상 20톤 미만이면 신고, 3톤 미만이면 적용을 제외하고 있다(표 9).

일본 고압가스 안전관리법상의 규제

일본의 고압가스 보안법 제5조 제1항 제2호에

는 1일 냉동능력이 20톤 이상인 설비를 사용하여 냉동하는 과정에서 압축 또는 액화의 방법으로 고압가스를 제조하려는 자에 대하여 관할 행정구역의 허가를 받도록 규정하고 있다(단, 고압가스보안법 시행령 제 4조의 정령에서 정한 가스의 종류에 해당하는 가스의 경우에는 그 조항에 따른다). 또한, 동조 제2항 제2호에는 1일 냉동능력이 3톤 이상인 설비를 사용하여 냉동하는 과정에서 압축 또는 액화의 방법으로 고압가스를 제조하려는 자에 대하여 관할 행정구역에 신고하도록 규정하고 있다(단, 고압가스보안법 시행령 제4조의 정령에서 정한 가스의 종류에 해당하는 가스의 경우에는 그 조항에 따른다.) 암모니아 가스의 경우는 동법 시행령 제4조의 '정령에서 정한 가스의 종류'에 해당하므로, 고압가스보안법 시행령 제4조(정령에서 정한 가스의 종류)의 적용을 따른다. 즉, 일본의 고압가스보안법에는 시설의 법정능력에 따라 고압가스 제조의 허가 및 신고 범위를 규정하여, 냉동능력

50톤 이상인 경우에 허가, 5톤 이상 50톤 미만이면 신고, 3톤 이상 5톤 미만이면 불요, 3톤 미만은 적용을 제외하고 있다(표 9).

유럽의(EU)의 European Commission상의 규제

한국과 일본에서는 고압가스의 제조허가 및 신고 범위를 법정능력을 기준으로 하여 구분하고 있으나, 유럽에서는 가스의 허용 충전량에 따라 구분하고 있다(표 10~표 12).

맺음말

본고에서 기술한 바와 같이 한국의 암모니아 가스와 관련한 각종 법규상의 상이한 규정들을 돌아 보고 각각의 관련 기준을 외국의 사례와 비교하였다. 암모니아는 오존층파괴지수가 '0'이면서 지구 온난화계수가 '0'에 가까운 자연 냉매임과 동시에

〈표 9〉 한국과 일본의 법정능력 및 냉매에 따른 허가·신고·책임자 비교

법정 능력 (TON)	플루오르카본계(프레온 계)				암모니아(NH ₃)				탄산가스(CO ₂)			
	허가·신고		냉동보안책임자		허가·신고		냉동보안책임자		허가·신고		냉동보안책임자	
			일반형	Unit형			일반형	Unit형			일반형	Unit형
	일본	한국	일본	한국	일본	한국	일본	한국	일본	한국	일본	한국
300			필요									
200												
100	허가	허가	필요		허가	허가	필요		필요		필요	
60												
50			불요									
20	신고	신고			신고	신고						
5	불요				불요	신고						
3	적용 제외	적용 제외			적용 제외	적용 제외						
			적용 제외		적용 제외	적용 제외						

※ 일본의 기타 법률 개정

- 1999년 4월 시행 암모니아에 관한 법률개정 : Unit형 인가, 법정냉동능력 60 ton 미만, 유자격자 불요.
- 1999년 10월 시행 법정 냉동능력 하한치 인상 : 20 ton에서 50 ton으로 하한치 인상.
- 2004년 12월 CO₂를 2차 냉매(BRINE)로 인정.

※ 한국의 경우 UNIT형도 일반형과 같이 적용하며 UNIT 형에 대한 법규가 없음.

- NH₃의 경우 50 ton 이하, FREON의 경우 100 ton 이하 안전관리자의 자격은 '냉동시설 안전관리자 양성교육 이수자'로도 가능.

〈표 10〉 암모니아 냉매 안전 그룹(GROUP-B)에 따른 분류-일반사용 Class A

냉동설비가 있는 위치	일반 사용-Class A	
	직접 냉각 방식	간접 냉각 방식
기계실이 아닌 곳으로, 사람이 이용하는 공간일 경우	밀폐식 흡수 시스템의 경우, 최대 충전량=2.5 kg 그 밖의 모든 시스템의 경우, 최대 충전량=임계치×방 부피	직접 냉각 방식의 경우를 고려할 것.
빈 기계실이나 야외에 압축기 및 수액기가 놓인 경우	밀폐식 흡수 시스템의 경우, 최대 충전량=2.5 kg 그 밖의 모든 시스템의 경우, 최대 충전량=임계치×방 부피	밀폐식 흡수 시스템의 경우, 최대 충전량=2.5 kg 그 밖의 모든 시스템의 경우, 최대 충전량=임계치×방 부피
빈 기계실이나 야외에 냉매가 포함된 모든 부품이 놓인 경우	최대 충전량=2.5 kg	만일 기계실이 사람이 상주하는 공간과 직접 연결되어 있지 않은 경우에는 제한 없음.
적용 예	병원, 법원, 교도소, 극장, 슈퍼마켓, 학교, 강당, 호텔, 요양원, 아이스링크, 주택, 레스토랑, 차량의 종점(이 적용 예에 포함된 업종이 전부는 아님)	

〈표 11〉 암모니아 냉매 안전 그룹(GROUP-B)에 따른 분류-일반사용 Class B

냉동설비가 있는 위치	감독자 사용-Class B	
	직접 냉각 방식	간접 냉각 방식
기계실이 아닌 곳으로, 사람이 이용하는 공간일 경우.	최대 충전량=10 kg	직접 냉각 방식의 경우를 고려할 것.
빈 기계실이나 야외에 압축기 및 수액기가 놓인 경우.	최대 충전량=25 kg	만일 기계실이 사람이 상주하는 공간과 직접 연결 되어 있지 않은 경우에는 제한 없음.
빈 기계실이나 야외에 냉매가 포함된 모든 부품이 놓인 경우.	만일 기계실이 사람이 상주하는 공간과 직접 연결되어 있지 않은 경우에는 제한 없음.	만일 기계실이 사람이 상주하는 공간과 직접 연결되어 있지 않은 경우에는 제한 없음.
적용 예	실험실, 사무용 빌딩, 제조업(공장) (이 적용 예에 포함된 업종이 전부는 아님)	

〈표 12〉 암모니아 냉매 안전 그룹(GROUP-B)에 따른 분류-일반사용 Class C

냉동설비가 있는 위치	사용이 인가된 자의 사용-Class C	
	직접 냉각 방식	간접 냉각 방식
기계실이 아닌 곳으로, 사람이 이용하는 공간일 경우	만일 인원 분포가 10 m ² 당 1명꼴로 상주할 경우와 충분한 출구가 확보된 경우, 최대 충전량=10 kg or 50 kg	직접 냉각 방식의 경우를 고려할 것.
빈 기계실이나 야외에 압축기 및 수액기가 놓인 경우	만일 인원 분포가 10 m ² 당 1명꼴로 상주할 경우, 최대 충전량=25 kg or 제한 없음	제한 없음
빈 기계실이나 야외에 냉매가 포함된 모든 부품이 놓인 경우.	제한 없음	제한 없음
적용 예	냉장실, 정제공장, 도살장, 제조시설(케미컬, 식품, 유가공업, 음료, 얼음, 아이스크림) (이 적용 예에 포함된 업종이 전부는 아님)	

우수한 열역학적 특성 및 높은 효율을 지닌 냉매로, 산업계에서는 냉동기의 냉매로서 사용된 오랜 역사를 가지고 있다.

물론 한국의 고법상에는 암모니아를 독성 및 가

연성가스로, 산안법에서는 유해 및 위험물질로, 대기환경보전법에서는 대기오염물질로 각각 달리 규정하고 있음에도 불구하고 누설 시의 배출량에 대한 기준이나 누설 시의 대책 등 그 안전성의 확보에

있어서는 서로 다르면서도 소극적인 입장을 취하고 있는 것이 현실이다. 더욱이 지구온난화 등의 환경문제가 크게 대두되면서 점차 프레온계 냉매의 사용이 금지되고 있고, 지금의 경제 성장추세로 볼 때 프레온계 냉매의 전폐 시기는 당초 계획보다 앞당겨질 것으로 예상되기 때문에 암모니아 등의 친환경적인 자연냉매로의 전환이 불가피하다.

이러한 동향 속에서 자연냉매의 안전한 사용을 위해서는 법규상의 명확한 규정의 정립과 그 적용을 게을리하지 않아야 하며 자연냉매 사용을 권장 및 활성화하기 위해서는 냉동설비의 기술력과 안전성의 확보와는 무관하게 현실에 맞지 않는 냉동능력 규제보다는 시스템 내 암모니아 냉매 충전량을 줄이는 것이 합리적일 것이라 판단된다. 따라서 단순한 압축기의 토출량에 의한 규제보다 실제 사용하는 냉매의 충전량에 따른 규제로 전환함으로써 설비의 안전성을 추구하고 자연냉매에 대한 허가 및 규제를 개선하여야 할 것이다. 아울러, 스크리버 사용 등 정화 설비의 설치 기준을 신설하고 대기 중의 암모니아의 누설 농도를 단일화하여 긴급재해 발생 시에도 주변에 피해가 최소화될 수 있는 안전에 대한 대비를 강화해야 할 것이다.

참고문헌

1. 산업통상자원부(에너지관리과), 고압가스 안전

관리법, 고압가스 안전관리법 시행령, 고압가스 안전관리법 시행규칙.

2. 고용노동부(산재예방정책과)산업안전 보건법, 산업안전 보건법 시행령, 산업안전보건법 시행규칙, 산업안전 보건 기준에 관한 규칙, 암모니아 냉매 설비의 안전관리 기술 지침(KOSHA GUIDE P-60-2012), 화학설비 배관 등의 비파괴검사 및 열처리에 관한 기술지침(KOSHA GUIDE D-10-2012).
3. 환경부(기후대기정책과), 대기환경 보전법, 대기환경보전법 시행령, 대기환경보전법 시행규칙.
4. 환경부(환경기술경제과), 환경개선비용 부담법.
5. 산업통상자원부, 고압가스 특정제조 시설·기술·검사·감리·정밀안전검진 기준 KGS FP 111, 고압가스 냉동제조 시설·기술·검사 기준 KGS FP113.
6. BS EN 378-1:2008+A1:2010 Refrigerating systems and heat pumps-Safety and environmental requirements. Part 1 : Basic requirements, definitions, classification and selection criteria.
7. BS EN 13313:2010 Refrigerating systems and heat pumps-Competence of personel.
8. 산업자원부 기술표준원, KS C IEC 60079-10-1:2012 폭발 분위기-제10-1부 : 폭발위험 장소의 구분.
9. 일본 냉동공조학회, 일본 냉동관계법규집, 일본 냉동보안규칙관계예시기준. 