

Halon 規制에 대한 對應 方案

김 영 배/이화산업(주)이사

-ABSTRACT-

It seems that the use of one of the major fire-fighting agents-halon-is going to be denied to the fire protection community at the end of the century.

It is now being widely accepted that the CFC and halons released into the atomosphere are contributing to both the depletion of the ozone layer green house effect.

Therefore, we should research to determine suitable alternative(gaseous) fire extinguishings agents to the halons and improve or develop other extinguishing systems.

1. 序 言

오존층의 파괴가 지구촌 전체의 문제가 되어 있다. 오존층은 지상으로 부터 약 25km~30km 부근의 성층권에 존재하고 있다. 오존(O₃)은 성층권 내의 O₂가 태양의 빛에너지에 의해 생성·파괴가 반복되어 지면서 균형을 유지하고 있었으나, 人工의 產物인 CFC(주), Halon(주), NO_x 등이 이의 균형을 무너뜨려 오존층을 서서히 파괴하고 있다.

오존층의 파괴에 수반하여, 인체에 유해한 紫外線(UV-B)이 지표에 도달하는 양이 많아져 피부 면역성 저하로 인한 피부암, 백내장 등을 유발하기도 하고, 광합성 방해로 인한 식물의 성장·수확량 감소 등에 영향을 주는 것 이외에, 지구의 온실효과(green-house effect)로 인한 海面 상승 등, 이상기후를 유발하고, 바다의 프랑크톤의 감소로 인한 먹이사슬

의 붕괴등이 지적되고 있다.

이에 따라 소화설비등에 사용되고 있는 하로겐화물 소화약제(이하 “하론”이라 한다)도 지구환경에 대한 “적(敵)”이라는 라벨이 부착되어 졌다.

가. 하론 규제 현황

오존층의 파괴가 문제가 되어 유엔환경계획(UNEP 주)을 중심으로 오존층 파괴에 관계되어 있는 물질을 감소하거나, 금지하기 위하여 전세계적으로 다음의 經緯에 따라 규제를 진행하고 있다.

- ① 1977년 이후:UNEP사무국 및 WMO(세계기상기구)를 중심으로 대책수립 추진.
- ② 1985년 3월:“오존층 보호를 위한 비엔나 협약” 채택
- ③ 1987년 8월:“오존층 파괴물질에 관한 몬트리올 의정서”채택

주) CFC;Chloro Fluoro Carbons(불화염화탄소), 일명 Freon(듀폰 상품명)

주) halon;halogenated hydro carons; 하로겐화물탄화수소

주) UNEP;United Nations Environment Program

④ 1987년 12월:우리나라에 대해서도 상기 국제조약 가입 요청.

⑤ 1989년 1월:몬트리올의정서 발효.

⑥ 1989년 5월 제1회 몬트리올 의정서 체결국 회의 개최

⑦ 1990년 7월:제2회 몬트리올 의정서 체결국 회의 개최-몬트리올 의정서 개정(런던)-하론의 생산 및 사용 2000년에 중단,

⑧ 1991년 1월:“오존층 보호를 위한 특정물질(주)의 제조 규제등에 관한 법률”공포(법률 제4322호)

⑨ 1991년도:몬트리올 의정서 가입 예정

나. 규제대상

몬트리올 의정서의 개정에 의해 CFC와 하론 이외에도 메틸크로로프름, 사염화탄소 등이 추가되어 규제를 받게 되었으며, 하론은 <표 1>의 종류가 규제 대상으로 지정되었다.

<표 1>

규제대상(특정하론)	오존파괴율(주)
하론 1211(CF ₂ ClBr)	30
하론 1301(CFBr ₃)	100
하론 2402(CF ₂ Br ₂)	60

다. 규제내용

1990년 7월 제2차 몬트리올 의정서의 개정으로 인하여 하론에 대하여 <표 2>의 내용으로 규제의 강화를 결정하였다.

<표 2>

현행 규제	개정 후의 규제
생산량 및 소비량에 대하여 1986년을 기준으로 1992년 1월 1일 이후 100%이하	생산량 및 소비량에 대하여 1986년을 기준으로 1992년 1월 1일 이후 100%이하 1995년 1월 1일 이후 50%이하 2000년 1월 1일 이후 사용금지

*1. 단, 95년 1월 이후 필수소요분(군사용, 원자력 발전소등)은 규제대상에서 제외됨.

*2 생산량=실제생산량-파괴량
소비량=생산량+수입량-수출량

2. Halon 소화제

하론이 소화제(消化劑)로 사용되기 시작한 것은 1960년대로서 미국의 Purdue연구소에 의해 소화제로서 가치가 인정되어 기존 독성이 많은 사염화탄소 CH₂Br를 대체 사용하게 되었다.

소화효과, 저독성 및 물리적 특성등을 고려할 경우, 하론 1211, 하론 1301 및 하론 2402가 가장 적절하며, 하론은 고압에서 액상으로 저장이 가능하다(하론 2402는 상온상압에서 액상임). 하론의 소화작용은 불꽃내의 연쇄반응 차단에 있다.

하론 1211는 비점이 -34°C, 20°C에서 증기압이 2.56bar이다. 이것은 소화기나 수동에 의한 장치로서 일반 목재화재 뿐만아니라 유류화재 및 전기화재에도 적용하며, 액체 증기로서 방출된다. 인간의 중추신경계에 자극을 줄 수 있는 정도는 4~5%(1분)로서 어떤 경우에도 이 농도는 실제 인간 행동에 좋지 않아 좁은 공간(방호구역)에서의 사용은 제한한다.

하론 1301은 비점이 -57.75°C, 20°C의 증기압은 15bar이다. 이것은 주로 전역방출방식의 소화설비용으로 사용되며, 유류화재 및 전기화재에 적응성이 있다. 균일한 농도로 공기와 혼합되어 증기화되어 방출된다. 대부분의 화재는 5%이하에서 소화되며, 이 농도는 인간이 10분이상 노출 될 수 있는 농도이다.

하론 2402는 불소가 포함된 소화제 중에 유일하게 에탄(C₂H₆) 유도체이며, 독성이 비교적 적은 액체로서, 옥외탱크 저장소 등의 옥외의 유류화재에 사용되고 있으나 우리나라에서는 거의 사용되지 않고 있다.

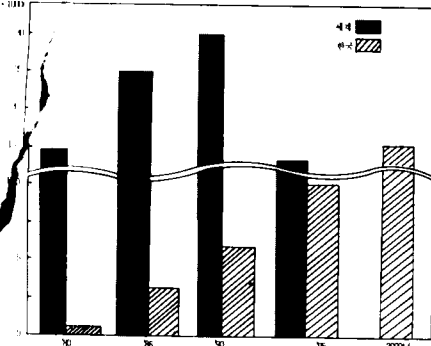
3. 하론의 생산과 사용

지금까지 세계의 하론 생산량은 약 30만 정도이며, 만약 생산이 2000년까지 현재 계획대로 점진적으로 감소되어 중단된다면, 총생산량은 약 45만에 이

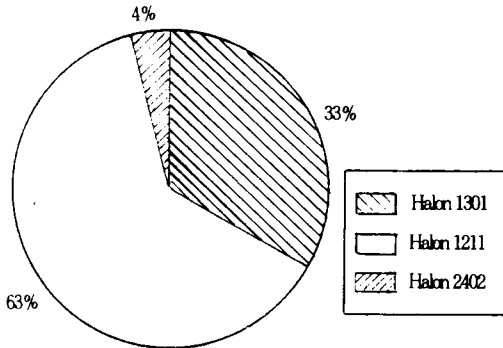
주) "특정물질";오존층 파괴물질에 관한 몬트리올의정서의 규정에 의한 오존층 파괴 물질중 대통령이 정하는 것.

주) 오존파괴율(ODP;Ozone Depletion Potential)은 CFC-11(CCl₃F), CFC-12(CCl₂F₂)을 1.0으로 정하고, 오존층에 대한 영향을 비교 환산한 것임.

를 것이며, (그림 1, 2 및 표 3 참조) 하론 자체가 불에 의해 분해되지 않는 한, 결국 이는 오존층을 파괴하고, 지구의 온실효과에 기여하게 될 것이다.



<그림 1> 세계하론생산량과 한국소비량추이



<그림 2> 세계사용량 비율(1986년도)

HTOC(UNEP의 하론기술채택위원회)의 최근보고서에 의하면 하론의 주요 사용처는 <표 4>과 같이 위험성이 높은 장소의 소화설비용 소화제로 사용하고 있다.

<표 3> 하론 수요 예측(한국)

구분	'86	'90	'91	'92	'93	'96
Halon 1211	42	120	147	180	230	750
Halon 1301	281	400	443	500	550	880
Halon 2402	-	-	-	-	-	-
합계	232	520	590	680	780	1,630

* 전망 수입에 의존함.

<표 4> 하론의 사용처

위험장소	(%)
전기장치 및 컴퓨터기기	65
가연성액체 저장소 및 가스충전소 등	10
유조선 및 시추선	10
기록보존실	5
미술과, 박물관 등	5
항공기(엔진용 소화기)	2
기타	3

사용량을 규제하기 위해서는 생산량과 위험장소의 사용처를 알아보는 것이 효과적이다. <표 5>에서 보면 생산량의 76%가 설비와 소화기로, 실험 및 교육용으로 8%가 사용되고 있으며, 5%는 충전상태에서 누출되며, 2%는 불필요하게 방출되고, 단지 9%만이 실제 화재 진압용으로 사용되고 있다.

<표 5> 하론소비용도(1986년 추정)

용도	Halon 1301	Halon 1211	total	
			t	%
소화설비, 소화기	7,000	1,200	8,200	76
실험, 교육용	1,100	840	1,940	8
자연방출	300	140	440	2
누출	900	420	1,320	5
화재진압	700	1,400	2,100	9
저장중인 하론				76
공기중 배출				24

4. 하론 규제에 대한 대책

가. 선진국의 동향

선진 각국에서는 다방면으로 하론 규제에 이미 대응하고 있거나, 계획을 하고 있다. 예를 들면 미국에서는 특정물질관련물품세법(Excise Tax)을 제정하여, 1990년 1월부터 시행하고 있다. 이 물품세는 하론 1t 당 300\$ (수출용 제외)로서 하론의 평균 단가보다 더 높게 책정되어 있으며, 또한 1992년 부터는 하론 등 특정물질이 포함되어 있는 제품이나, 특정물질을 사용한 제품을 수입시에 물품세를 부과 할 계획을 갖고 있다.

영국에서는 세계 생산량의 10%를 사용하고 있어 다음과 같이 방재산업, 하론 생산공장 관계자, 정부 관련 부처 및 보화회사를 중심으로 대책을 수립하고 있다.

① 위험성이 높은 장소를 제외하고, 방출을 감지할

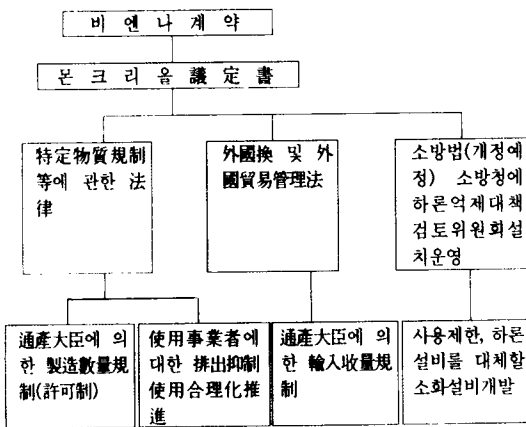
수 있는 장치가 없는 장소에는 전역방출방식의 모든 방사시험을 중지한다. 방사된 하론을 회수하기 위한 팬압력화실험(fan pressurization testing)을 계속하고 개량된 설비로 공정을 대체한다.

- ② 오방출된 하론의 제사용 설비를 개발한다.
- ③ 저장장치와 자연 누출량을 감소시키기 위한 공정을 개선한다.
- ④ 에어졸식 소화기의 생산을 금지한다.
- ⑤ 중국에는 하론설비와 소화능력이 비슷한 수준의 대체 소화설비를 개발한다.

⑥ 현재 사용하고 있는 모든 하론을 대체할 수 있는 적절한 가스 소화제 개발을 위한 연구를 시작하며, 이 소화제는 오존파괴율이 0에 가까워야 한다.

일본의 경우에는 몬트리올 의정서의 개정에 따라 국내 관련법을 개정 할 예정이며, 소방청 산하에 1990년 7월 「하론규제 대책검토위원회」를 설치하여, 구체적인 사용 억제 수법, 하론소화설비 기구의 대체를 위한 소화설비 기구 등의 검토를 추진하고 있으며, 이 위원회에서는 이미 전국의 하론소화설비 기구의 실태를 파악하였다. 일본의 규제체계를 보면 <표 6>과 같다.

<표 6> 일본의 규제체계



나. 현존 소화제 활용

1) 하론 1211 대체용

하론 1211은 주로 소화기나 비행기 격납고 등의 비행기용 호스릴로 사용되고 있다. 이 소화제는 일반

목재화재와 유류화재에 효과적으로 사용할 수 있으며, <표 7>과 <표 8>에서와 같이 다른 소화제와 소화능력을 비교할 경우 폼, 분말소화제에는 미치지 못한다. 그러나 하론의 매력은 청결(cleaness)에 있으며, 일회용으로 아주 높은 믿음성을 지니고 있기 때문

하론 1211에 대체할 소화제로서는 물 또는 불나. 소화제가 좋을 것으로 사료된다. 말소

<표 7> 단위부피당(또는 무게당) 소화능력비

소 화 제	목재화재(A급)	유류화재(F급)
물	1.44	-
폼	2.36	20.54
분말(ABC급)	5.50	29.60
분말(BC급)	-	32.80
CO ₂	-	17.00
하론 1211	1.45	20.55

* 분말 ABC급:NH₄H₂PO₄, 분말 BC급:KHCO₃

<표 8> 소화기용 소화제의 적응성 비교

소화제	방자거리	침투력	청 결	소화속도	재연방지	전기적 위험성
물	매우좋음	나쁨	-	좋음	좋음	있음
폼	"	"	나쁨	낮음	매우좋음	"
분 말 (BC급)	좋음	좋음	"	매우좋음	나쁨	없음
분 말 (ABC급)	"	"	"	"	좋음	"
CO ₂	나쁨	매우좋음	좋음	낮음	나쁨	"
하 론 1211	좋음	"	"	좋음	"	"

2) 하론 1301 대체용

하론 1301은 전역방출방식으로 대개 사용하고 있으므로 이를 대체할 유일한 소화제는 이산화탄소(CO₂)이다. <표 9>에서는 이산화탄소 소화설비를 하론 1301소화설비의 대체품으로서 비교하여 보았다. 주요 차이점은 독성이므로 有人 장소에서 사용할 경우에는 대피를 위하여 "방출지연타이머"를 정착하면 되므로 대부분의 위험장소에 대체품으로 사용될 수 있을 것이다.

<표 9> 전역방출방식 비교

특 성	하론 1301	이산화탄소
사 용 장 소	매우좋음	좋음
방 사 시 간	10~30sec이하	60sec
소 화 속 도	매우빠름	낮음
심 부 화 재	나쁨	좋음
독 성	적음	있음
설 비 무 게 / 부 피	X	2X
비 용	Y	Y

예를들어 컴퓨터실을 위한 대체소화설비를 예상하여 보면 <표 10>과 같다.

현재 대체 소화설비로 개발되고 있는 설비는 연기 시료경보설비(Smoke sampling detection)를 이용한 조기작동헤드(fast-response head)스프링 클러설비로서 이것은 여러 장소에서 효과있는 대체품으로 사용될 수 있을 것이다.

<표 10> 컴퓨터실을 위한 대체 소화설비

장 소	현행 소화설비	제안된 대체품
전 정 공 간	경보설비, 하론 1301	경보설비
실내의 자동설비	경보설비, 하론 1301	스프링클러, CO ₂ 설비
실내의 소화기	하론 1211, 분말 등	분말, CO ₂ 소화전
캐 비 넷	-	CO ₂ 설비를 갖춘 경보설비
바 닥 공 간	경보설비	"

다. 대체 소화제 개발

물리적 특성이 좋고, 소화능력이 우수하며, 독성이 적으면서, 오존파괴율이 0에 가까운 소화제가 필요하다. 이와같은 장점만을 가진 소화제를 개발하기에는 쉽지가 않다. 오존파괴율이 낮으면 일반적으로 소화능력이 저하되거나, 독성이 증가하게 되며, 혹은 두 가지 효과를 모두 지닐 수 있기 때문이다. 미국에서는 다음과 같은 대체 소화제를 제안하였다.

하론 1211과 하론 1301을 대체하기 위한 하나의 소화제는 하론 1201(CHF₂Br)로서 상품명은 Fire Master 100이다. 비점이 -15°C이고, 소화력에 있어서는 하론 1211보다 약간 떨어진다. 그러나, 과거 영국에서 시험한 결과, 여러 가지 문제점을 내포하고 있는 것으로 나타난 바 있었다.

하론 1211을 대체하기 위한 소화제는 하론 232(CF₃CHCl₂)로서 상품명은 FE232이다. 이것은 독성이 하론 1211의 3배에 달하며, 소화능력은 1/2정도로서, 無人 장소에서 사용될 수 있으나, 기존 하론 1211에 비하여 아주 많은 양의 약제가 필요하게 될 것이다.

하론 1301을 대체하기 위한 소화제로서는 하론 25(CF₃CHF₂)로서 상품명은 FE25이다. 이 소화제의 독성은 거의 없으나, 소화능력이 하론 1301의 1/3정도이고 가격은 하론 1301의 2~3배에 이른다. 그러므로 기존 하론 1301설비를 대체하기 위해서는 7~10배의

비용이 더 들게 될 것이다.

위에서 본 바와 같이 제안된 소화제의 활용은 가격이나 소화능력 등에서 부담을 지니고 있으므로, 앞으로 하론과 효과적으로 대체한 다른 소화제 개발에 더욱 노력해야 할 것이다.

5. 結 語

몬트리올 의정서의 주 목적은 하론의 생산량을 줄임과 동시에 대기중에 배출량을 줄이기 위함이다. 전체가 아닌 부분적인 소화용 약제로서 하론의 제거는 시작단계에서는 커다란 문제가 될지 몰라도 사실 하론소화설비에 대한 검토의 기회가 될 뿐만 아니라, 위험성이 높은 장소의 화재방지 개선을 위한 좋은 기회가 될 수 있을 것이다.

하론의 불필요한 대기 방출을 피하기 위해서는 설비설계, 검사 및 유지관리 방법의 개선이 뒤따라야 하며, 하론 방출시 하론을 포집하기 위한 팬압력화 장치 같은 기술을 근시일내에 적은 비용으로 실용화될 수 있을 것이며, 적용 가능한 장소는 CO₂설비로 대체사용할 수 있을 것이다.

하론 생산금지 이후, 기 생산된 하론량에 비하여 아주 적은 비율의 양이 매년 대기중으로 방출될 것이므로, 비로서 2050년 경에야 모든 하론 사용능력이 없어 질 것이다. 그러나, 의정서의 효력은 보다 나은 하론설비의 유지관리를 가능케 할 것이며, 많은 방법으로 더욱 유용성이 있고, 적은 비용의 대체 소화제를 개발케 할 것이다.

하론을 전량 수입에 의존하고 있는 우리나라는 아직 하론 규제에 대한 아무런 대책을 강구하지 않고 있는 실정이다. 조만간에 다쳐울 특정물질의 수입감소로 인한 피해를 최소화하기 위하여 관련설비의 유지관리 방법개선, 대체 소화제 및 소화설비 개발 등에 소방설비 제조업체들 비롯한 관련 연구기관 및 행정기관 등의 관심이 요구되고 있다.

[참고문헌]

1. Is there life after halon?; Roy young, Fire Prevention 234, November 1990. Page 18~21.

2. 하론규제의 현황과 하론소화설비기기의 사용실태에 대하여; 카ク修一, 일본건축방재(90년 11월)
3. 특정물질규제에 대한 국제동향과 우리의 대응방안; 상공부('90. 8).
4. Freon 등의 규제강화, 전폐에 대한 결정; 新階央, 일본 고압가스('90. 11)
5. 하론소화약제의 독성에 관한 고찰; 이형섭, 방재기술('88 가을호)
6. Protecting the Ozone Layer; Phasing Out Halon by 2000; Denise L. Mauzerall, Fire Journal NFPA(1990. 9~10월) page 22~31.
7. 오존층 보호에 대한 국제적 동향; 조경남, 소방기술('90. 겨울호)
8. 하론규제 및 하론 등 회의의 개요; 카ク修一, 検定協會だより 제101호(1990년 5월)

<FLK 인증 흐름도>

절 차	주 요 사 항	비 고
인증품목 공 고	<ul style="list-style-type: none"> ○시험소 품질인증 전문위원회에서 인증기준 제정 ○협회시험소 정간물 등에 공고 및 관련업체에 홍보 	전문위원회는 제품분야별로 구성
인증신청	<ul style="list-style-type: none"> ○신청서, 신청제품 사내규격, 품질보증계획서 등 관련서류 제출 	
계약체결	<ul style="list-style-type: none"> ○관련 서류 검토 ○계약(예치금 수납) 	인증비용은 실비 사후 관리비용은 제품 공장도가격의1/100범위
공장심사	<ul style="list-style-type: none"> ○공장심사기준에 의거 신청제품 6개월간의 관리실적으로 실시 	
인증시험	<ul style="list-style-type: none"> ○공장에서 시험용 시료 채취 ○시험소, 제조공장 또는 지정시험기관에서 시험 	
인 증	<ul style="list-style-type: none"> ○품질인증심의회회의 검토를 거쳐 인증여부 결정 	인증심의회는 관련 전문 가로 구성
사후관리	<ul style="list-style-type: none"> ○상호협약에 의하여 인증마크, 라벨 등 사용 ○인증유지조건에 따라 사후관리 	