할론뱅크시스템의 현황과 친환경 대체소화약제의 전망

글 **박성수** ㈜화인텍 방재팀장

1. 머리말

할론은 1920년대 개발되어 1980년대까지 에어컨, 냉각기기, 에어로졸 스프레이 추진제에 사용되었다. 할론이 가진 전기적 비전도성, 화재침투성, 탁월한 소화능력이 입증되면서 사용 영역이 선진화된 소방시장에까지 확대되었다. 그러나 1976년 미국 국립과학원(U.S. National Academy of Sciences)에서 오존층 파괴에 대한 과학적 증거를 제시함에 따라 미국, 캐나다, 스웨덴, 노르웨이 등에서 에어로졸 스프레이 캔에서의 CFCs 사용을 금지하는 움직임을 보였으며, 1985년 주요 CFC 생산국에서 오존층 보호를 위한 빈 조약에 서명함으로써 오존층 파괴물질에 대한 국제적 규제에 협력할 뜻을 보였다. 이것이 몬트리올 의정서로 발전하는 계기가 되었으며, 우리나라 역시 몬트리올 의정서의 개도국 규정에 근거하여 할론의 생산이 2010년부터 금지된다. 여기서 다룰 부분은 20년간 설치되어 왔던 할론소화약제의 국내 사용현황과 기존 할론 소화설비 시스템의 유지 및 효과적 운용을 위한 할론뱅크시스템의 도입, 나아가 할론을 대신할 수 있는 대체소화약제의 환경성 및 호환성에 대하여 검토해 보고자 한다.

2 . 할론소화약제 사용현황

할론소화설비는 국방, 문화재, 박물관, 전산실 등 국가의 주요시설에 설치되어 있으며, 2007년 9월 기준 전국에 걸쳐 4,660여 개소의 건축물에 2,700여 톤의 할론소화약제가 저장되어 있다.

건축물 설치개소	소화설비(kg)		소화설비(kg)		계(kg)
	Halon1211	Halon1301	Halon1211	Halon1301	
4,660	68,767	2,748,520	152,980	82,849	3,084,590

〈표1〉 할론 소화설비 설치현황(2007년 9월)

할론의 연간 수요는 2008년 기준으로 약 80톤에 달하고, 소요량의 80%는 신규 제조된 할론으로 공급되며, 나머지 20%는 회수된 할론으로 공급되어 왔다. 국내 할론 수요는 올해부터 점차 감소해 년간 30~40톤 가량이 될 것으로 예상하고 있다.

구 분	'05년	'06년	'07년	'08년
제조업체 판매량	73	98	76	60
회수판매량	21	20	19	21
합 계	94	118	95	81

〈표2〉 연간 할론 1301 판매량

3. 할론뱅크시스템 운용계획

올해부터 생산이 중단되는 할론소화약제의 안정적인 공급을 위한 국가차원의 할론 수급방안이 최근 지식경제부에 의해 수립·공고되었다. 지난 1월 20일 지식경제부는 오존층보호를 위한 몬트리올의정서 1차 규제조치에 따라 올해부터 신규 생산 및 수입이 금지되는 할론의 향후 수급방안에 대한 민간사업자 지정 등의 내용이 담긴 관련 지침을 공고하였다.(지식경제부 공고 제2010-18호)

이 지침에 따르면 할론소화시스템의 폐기 및 대체 시에 발생되는 회수 할론은 지정되는 민간사업자에게 인도하고 한국소방산업기술원을 통해 사전 제품검사를 받아 공급해야 한다. 또한 할론의 품질유지와 안정적인 공급을 위해 할론설비용 소화약제의 형식승인을 획득하고 할론의 분석 및 재생 설비를 보유한 업체를 할론뱅크 민간사업자로 지정·운영하게 된다. 할론뱅크 민간사업자는 국방, 문화, 통신분야 등 주요 사용처에 우선적으로 회수 할론을 공급하고 지식경제부 장관에게 매분기마다 할론 판매 실적과 보유량 등을 보고해야 한다. 특히 제5조(할론 대체물질의 사용확대)에는 신규 소화시스템을 설

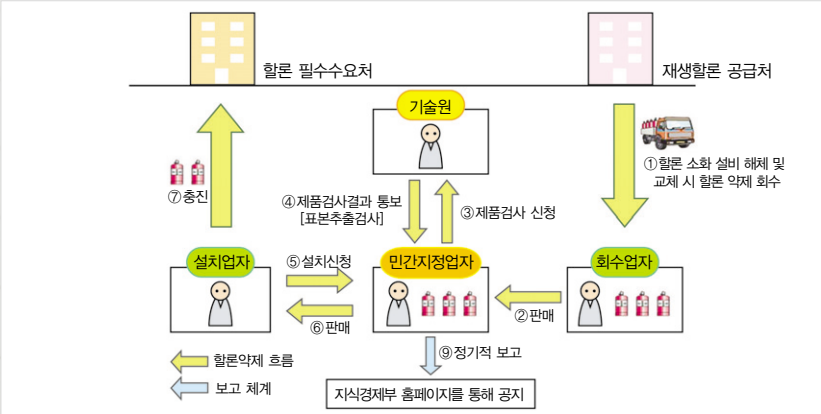


그림1. 국내 할론뱅크시스템 운용계획

치하거나 기존 소화시스템을 변경할 경우 할론의 사용을 자제하고 있어 환경 친화적인 대체물질의 사용이 보다 확대될 것으로 예상된다.

가. 민간사업자 : 할론 비축 및 필수 수요처에 공급

- 민간사업자는 할론이 설치된 건물 등에서 소화시스템 교체 및 폐기 시 발생하는 할론을 회수하고 일정량을 비축하여 필수 사용처에 공급
- 필수 사용처에 공급할 비축량을 제외한 할론은 민간 수요처에 공급
- 모든 재생할론은 한국소방산업기술원의 사전 제품검사를 받아야 함
- 할론 비축량, 가격 등 거래상황을 분기별로 지식경제부 홈페이지에 공지

나. 회수업자 : 민간사업자에 폐 할론 공급

- 회수업자는 소화설비 폐기 및 대체 시 발생하는 할론을 민간사업자에게만 인도

다. 한국소방산업기술원 : 민간사업자가 신청한 할론의 품질 검사

- 기술원은 민간사업자가 신청한 제품에 대해서만 사전 제품 검사

라. 설치업자 : 민간사업자로부터 할론을 공급받아 수요처에 공급

- 설치업자는 민간사업자가 보유한 할론만을 수요처에 공급

당초 국내 할론뱅크시스템의 운영방향에 대해서는 국가에서 관리하는 정보센터 방식과 민간사업자 지정방식을 검토하여 왔으나 별도의 정부예산이 소요되지 않고 민간사업자가 회수한 할론의 품질을 보장할 수 있으며, 상대적으로 제도 개선사항이 많지 않다는 장점으로 인해 민간사업자 지정방식으로 확정되었다. 현재 민간사업자 지정방식으로 할론뱅크시스템을 운영하고 있는 국가는 스페인, 네덜란드, 노르웨이, 폴란드 등이 있다.

국가명	운용주체	형 태		비 고
		물리적 형태	정보센터	
호주	비영리공공기관(DACEM)	○		환경부를 대표하여 DACEM에서 Bank 운영
캐나다	비영리공공기관(ULC)	○		재생할론의 량, 허가받은 서비스 업체 등에 대한 정보 제공
덴마크	민간(DHB)	○		산업, 보험, 소화장비 제조업체가 주주인 DHB 독립회사 설립
프랑스	비영리공공기관	○		위원회에서 할론 회수재생업체와 실수요자를 연계
스위스	비영리공공기관	○		환경부와 소화장비 제조업체가 정보센터를 설립하고 재처리된 할론1301의 공급가능량에 대한 정보를 제공
스페인	민간(LPG)	○		LPG사가 스페인에서 발생되는 할론을 회수, 재생 및 저장
일본	비영리공공기관(HRBSC)	○		소방방재청과 HRBSC가 일본전역의 할론 저장량을 DB화하고 HRBSC의 승인을 받아 할론이 설치된자가 수요자에게 공급
네덜란드	민간	○		Bank 회원만이 할론구매 가능하며, 할론 폐기를 원하는 소유자는 동 bank에 연락하면 Bank에서 회수
노르웨이	민간	○		정부승인을 받아 1개 민간회사에서 Bank 운영
영국	민간	○		정부의 지원을 받아 할론사용자, 소방관련 업계에서 주식회사 형태의 HUNC를 설립
미국	비영리공공기관	○		비영리 자발적 기구인 HRC를 설립하고 할론거래의 중개역할을 담당
폴란드	민간	○		정부의 승인을 받아 민간기업을 Bank운영사로 지정하고, 할론을 회수저장토록 함
인도네시아	민간	○		정부의 승인을 받아 Garuda 항공의 자회사에서 Bank 운영
말레이시아	민간	○	○	환경부와 소방당국의 감독 하에 민간에서 Bank 운영
필리핀	민간	○		환경부 승인하에 민간기업에서 Bank 운영

〈표3〉 각 국가별 할론뱅크시스템 운영 현황

4 . 대체소화약제의 환경 영향

〈오존층 파괴물질에 관한 몬트리올의정서〉에 의해 규제물질로 분류된 할론소화약제를 대체하기 위한 연구개발은 세계적인 다국적 화학기업에 의해 1980년대 중반 이후 시작되어 지금까지 계속되고 있으며, 이들 대체청정 소화약제는 국가화재안전기준(NFSC 107A)을 통해 고시되었다. 이 기준은 미국 EPA SNAP로부터 승인 받은 13가지 가스소화약제를 나열하고 있고, 1종의 PFCs와 2종의 HCFCs, 4종의 HFCs, 4종의 Inert Gas 등으로 구성되어 있으며, '전기적으로 비전도성이며 휘발성이 있거나 증발 후 잔여물을 남기지 않는 소화약제' 로서 정의된다. 일반적으로 잘못 오해되고 있는 것처럼 '청정소화약제소화설비〈Clean Agent Fire Extinguishing System〉' 의 '청정' 은 '친환경성' 이 아닌 '잔여물을 남기지 않는 소화약제' 를 의미하는 것이다. 할론 대체소화약제 중 상업적으로 통용되고 있는 물질은 크게 HCFC계 소화약제, HFC계 소화약제, INERT(불활성)계 소화약제로 분류된다.

HCFC계 소화약제는 국제적으로 SNAP program, NFPA2001, ULc에 대체소화약제로 등재되어 국내에서도 청정소화약제 설치현장 중 가장 많은 점유율을 차지하고 있으나, 0.036의 오존층파괴지수(ODP)를 보유한 경과물질로써 몬트리올의정서에 의해 2030년 이후에는 사용이 금지된다. HCFC계 물질의 경우 1990년대 중반 이후 3,000여 톤의 소화약제가 약 5,000여 개소의 건축물에 설치되어 있는 것으로 추산되며, 아직까지도 매년 200~300톤의 소화약제가 신규 소화시스템의 설치 및 보충량으로 사용되고 있다.

HFC계 소화약제의 경우는 오존층 파괴지수는 없으나, 매우 높은 지구온난화지수(GWP)를 보유한 온실가스로서 환경문제에 있어 예외일 수는 없으며, 최근 개최되었던 제21차 몬트리올의정서 당사국 총회(2009. 11. 4 ~ 11. 8) 및 유엔 기후변화회의(UNFCCC) 제15차 당사국 총회(2009. 12. 7 ~ 12. 20)에서도 이에 대한 규제가 활발히 논의되었다.

미국, 캐나다, 멕시코		Micronesia, Mauritius	
기준수량	2004~2006년 HFCs 평균 생산량 및 소비량 + HCFCs 평균 생산량 및 소비량	기준수량	2004~2006년 HFCs 평균 생산량 및 소비량
		동 결	2012. 1. 1
10% 삭감	2013.1.1	15% 삭감	2015. 1. 1
20% 삭감	2017.1.1	30% 삭감	2018. 1. 1
30% 삭감	2020.1.1	45% 삭감	2021. 1. 1
50% 삭감	2025.1.1	60% 삭감	2024. 1. 1
70% 삭감	2029.1.1	75% 삭감	2027. 1. 1
85% 삭감	2033.1.1	90% 삭감	2030. 1. 1

〈표4〉 선진국의 HFCs생산량 및 소비량 감축 일정안

전통적으로 CFC, HCFC 등 오존층 파괴물질만의 규제를 다루어 왔던 몬트리올 의정서에서도 미국 및 캐나다에 의해 지구온난화 물질인 HFCs가 의정서 규제물질에 포함되어야 한다는 개정안이 제출되었으며, 2012년 유효기한을 다하는 교토의정서를 대신하

여 선진국들의 온실가스 감축을 의무화해야 한다는 코펜하겐 기후변화 정상회의에서 역시 활발한 논의가 진행된 바 있다. 다만, 아직까지는 중국, 인도, 아르헨티나 등 개도국들이 선진국과의 형평성 문제를 제기하며 HFCs에 대한 몬트리올의정서상의 강제적 규제를 강력히 반대하고 있지만, 결국은 HFCs의 감축필요성을 언급한 선언문이 채택되었으며, 향후 온실가스에 대한 감축논의는 점차 가속화될 수 밖에 없을 것으로 예상된다. 참고적으로 소방용 HFCs의 지구온난화지수는 HFC-23(14,800), HFC-125(3,500), HFC-227ea(3,220)이며, 냉매나 세정제 등 다른 용도의 물질에 비해 높은 수준이다.

INERT계 소화약제의 경우는 공기 중에 존재하는 질소, 알곤, 이산화탄소의 비율을 조합하여 제조된 물질로 IG-541, IG-100, IG-55, IG-01 4가지의 소화약제가 국가화재안전기준에 등재되어 있으나, 현재 상업적으로 유통되고 있는 소화약제는 IG-541과 IG-100이 있다. 이들 INERT계 소화약제의 경우 액화시킬 수 없어 저장량이 많을 수 밖에 없다는 단점이 있지만, 환경적으로는 완벽한 물질이라는 장점을 지니고 있다. 최근에는 소화약제의 저장압력을 200bar 및 300bar까지 증가시켜 저장량을 획기적으로 감소시키기 위한 노력이 병행 중이다.

5. 할론 대체시스템의 호환성

2006년 6월, 할론 소화약제 제조업체의 KFI인정 획득 이전까지의 설계는 30초 방출을 기준으로 한 수계산 방식이었으며, 일본 소방법을 모태로 한 소방기술기준을 근거로 설계 · 시공되었다. 30초 방출방식에 맞도록 계산된 배관 및 노즐은 현재 사용 중인 10초 방출방식 시스템에 비하여 현저하게 구경이 작으며, 따라서, 10초 방출방식의 저장용기와 기타 부품을 사용한다고 하더라도 법적, 기술적 기준을 맞추기에는 현실적으로 역부족이었다.

배관경(㎜)	할론	HCFC B/A	HFC-227ea	HFC-23	HFC-125
	kg/30sec	kg/10sec	kg/10sec	kg/10sec	kg/10sec
15	18	5		26	13.6
20	36	10	25	46	24.9
25	72	15	39	74	38.5
32	144	35	57	125	56.7
40	210	50	90	169	90.7
50	420	88	136	276	136.1
65	750	150	250	432	249.5
80	1,140	250	409	607	408.2
100	1,650	500	568	1,041	567.0
125	2,400	950	909	1,594	907.2

〈표5〉 소화약제별 배관 흐름율표

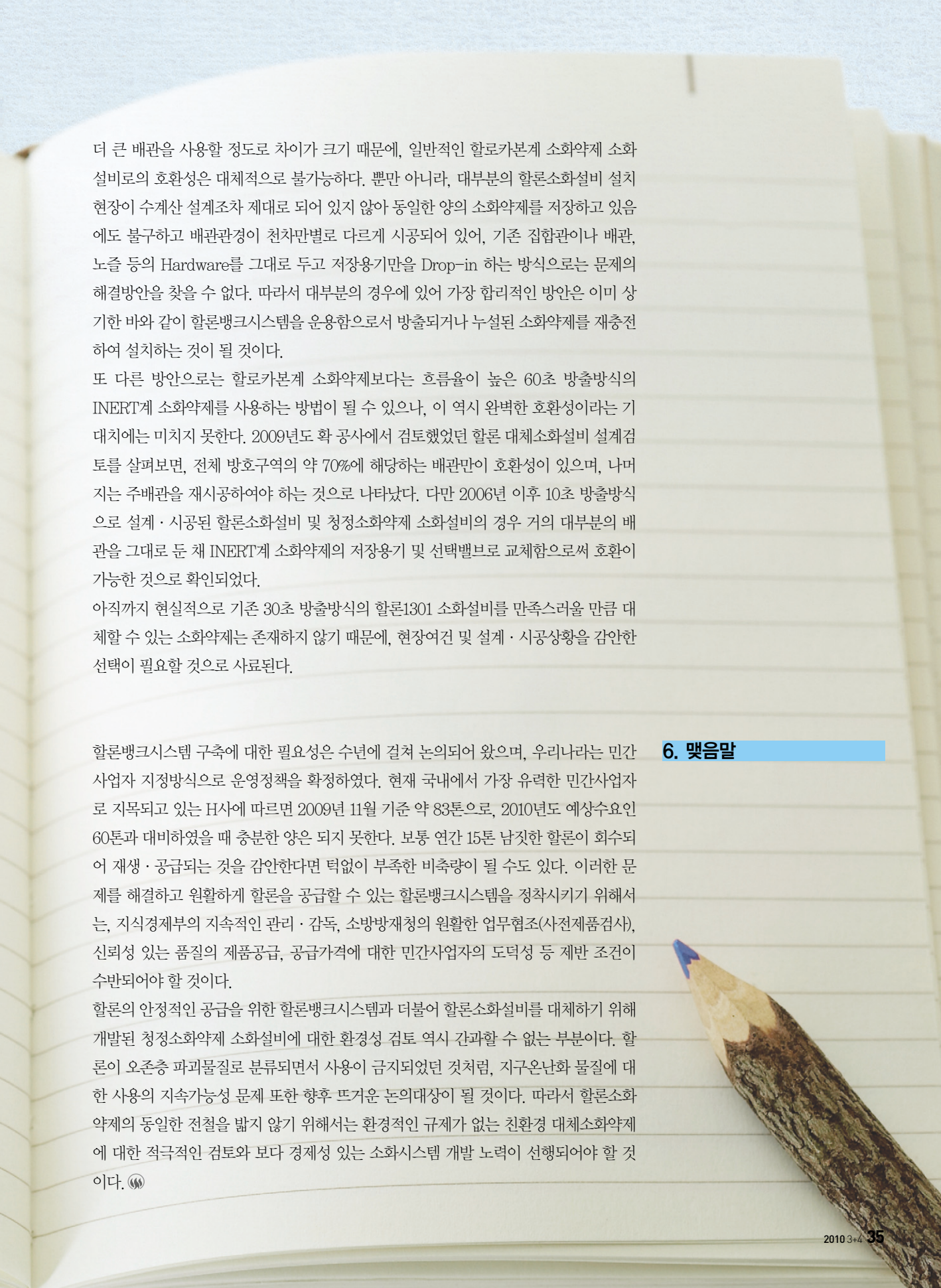
물론 사용하는 배관길이에 따라 흐름율이 달라질 수 있겠지만, 보통의 경우 표에서 보는 바와 같이 10초 방출방식의 흐름율과 30초 방출방식의 흐름율은 많게는 2~3사이즈

더 큰 배관을 사용할 정도로 차이가 크기 때문에, 일반적인 할로카본계 소화약제 소화설비로의 호환성은 대체적으로 불가능하다. 뿐만 아니라, 대부분의 할론소화설비 설치현장이 수계산 설계조차 제대로 되어 있지 않아 동일한 양의 소화약제를 저장하고 있음에도 불구하고 배관관경이 천차만별로 다르게 시공되어 있어, 기존 집합관이나 배관, 노즐 등의 Hardware를 그대로 두고 저장용기만을 Drop-in 하는 방식으로는 문제의 해결방안을 찾을 수 없다. 따라서 대부분의 경우에 있어 가장 합리적인 방안은 이미 상기한 바와 같이 할론뱅크시스템을 운용함으로서 방출되거나 누설된 소화약제를 재충전하여 설치하는 것이 될 것이다.

또 다른 방안으로는 할로카본계 소화약제보다는 흐름율이 높은 60초 방출방식의 INERT계 소화약제를 사용하는 방법이 될 수 있으나, 이 역시 완벽한 호환성이라는 기대치에는 미치지 못한다. 2009년도 확 공사에서 검토했었던 할론 대체소화설비 설계검토를 살펴보면, 전체 방호구역의 약 70%에 해당하는 배관만이 호환성이 있으며, 나머지는 주배관을 재시공하여야 하는 것으로 나타났다. 다만 2006년 이후 10초 방출방식으로 설계 · 시공된 할론소화설비 및 청정소화약제 소화설비의 경우 거의 대부분의 배관을 그대로 둔 채 INERT계 소화약제의 저장용기 및 선택밸브로 교체함으로써 호환이 가능한 것으로 확인되었다.

아직까지 현실적으로 기존 30초 방출방식의 할론1301 소화설비를 만족스러울 만큼 대체할 수 있는 소화약제는 존재하지 않기 때문에, 현장여건 및 설계 · 시공상황을 감안한 선택이 필요할 것으로 사료된다.

6. 맺음말

할론뱅크시스템 구축에 대한 필요성은 수년에 걸쳐 논의되어 왔으며, 우리나라는 민간사업자 지정방식으로 운영정책을 확정하였다. 현재 국내에서 가장 유력한 민간사업자로 지목되고 있는 H사에 따르면 2009년 11월 기준 약 83톤으로, 2010년도 예상수요인 60톤과 대비하였을 때 충분한 양은 되지 못한다. 보통 연간 15톤 남짓한 할론이 회수되어 재생 · 공급되는 것을 감안한다면 턱없이 부족한 비축량이 될 수도 있다. 이러한 문제를 해결하고 원활하게 할론을 공급할 수 있는 할론뱅크시스템을 정착시키기 위해서는, 지식경제부의 지속적인 관리 · 감독, 소방방재청의 원활한 업무협조(사전제품검사), 신뢰성 있는 품질의 제품공급, 공급가격에 대한 민간사업자의 도덕성 등 제반 조건이 수반되어야 할 것이다.

할론의 안정적인 공급을 위한 할론뱅크시스템과 더불어 할론소화설비를 대체하기 위해 개발된 청정소화약제 소화설비에 대한 환경성 검토 역시 간과할 수 없는 부분이다. 할론이 오존층 파괴물질로 분류되면서 사용이 금지되었던 것처럼, 지구온난화 물질에 대한 사용의 지속가능성 문제 또한 향후 뜨거운 논의대상이 될 것이다. 따라서 할론소화약제의 동일한 전철을 밟지 않기 위해서는 환경적인 규제가 없는 친환경 대체소화약제에 대한 적극적인 검토와 보다 경제성 있는 소화시스템 개발 노력이 선행되어야 할 것이다.