

국내 가스계 소화시스템의 사용실태조사에 관한 연구

김형권, 김재덕*, 백창선, 김학진
한국소방검정공사, *한국과학기술원

A Study on the Investigation into Actual Condition in the Use of Gasous Extinguishing Systems

Hyeong-Gweon Kim, Jae-Duck Kim*, Chang-Sun Back, Hak-Jin Kim
Korea Fire Equipment Inspection Corporation,
*Korea Institute of Science and Technology

1. 서론

할론은 화재진압용 소화약제로서 소화 후에 잔사를 남기지 않는 청정소화약제이며 유류화재인 B급 화재나 전기화재인 C급 화재에 뛰어난 소화능력을 갖고 있는 소화약제로 우리나라 뿐 만 아니라 전 세계적으로 널리 사용되어 왔다.

그러나 1970년 P. J. Crutzen이 질소산화물의 방출에 의한 성층권 오존의 연쇄적인 파괴에 관한 논문을 발표하여 오존층파괴에 대한 관심이 높아지고, 1974년 Molina와 Rowland 등이 할론 및 CFC(염화불화탄소)가스에 의한 성층권 오존의 파괴 메커니즘을 발표한 후 이를 확인함에 따라 지구환경보호를 위해 “오존층 파괴물질에 관한 몬트리얼 의정서”를 채택하게 되어 세계적으로 생산과 사용이 규제되고 있다. 이에 따라 미국, 유럽, 일본 등 선진국에서는 이미 1994년부터 할론의 생산이 금지되었고 몬트리얼 의정서 개발도상국 조항으로 우리나라는 1992년에 이 협약에 가입하여 2010년부터 생산을 금지할 예정이다.

현재까지 할론을 대체할 물질은 국내에서 개발되어 사용되는 것은 없으며, 모두 외국에서 개발된 후 우리나라에 도입되어 사용되고 있는 실정이다. 그 할론대체 가스계 소화약제로는 HFC-227ea(상품명 FM-200), HFC-23(상품명 FE-13), IG-541 (질소, 아르곤, 이산화탄소의 혼합물, 상품명 Inergen), HCFC Blend A (HCFC-22, HCFC-124, HCFC-123, C₁₀H₁₆ 혼합물, 상품명 NAF S-III) 등이 있다.

이 소화약제를 이용하여 구성한 소화시스템(소화약제, 소화설비 및 설계Program)도 모두 외국에서 개발되었으며 약 10여 개의 소화시스템이 국내에 도입되어 사용되고 있다. 그런데 이 소화시스템들은 미국, 유럽 등 외국 소방기준과 외국부품을 기초로 개발되었으나 실제 국내 적용시 국산부품을 사용하는 등 국내실정에 적합하지 않게 사용되어, 화재진압의 신뢰성이나 법적 적합성을 확립하지 않고 사용되어 인천 신공항, ASEM회의장, 용산박물관, 금호미술관 등의 예에서 나타났듯이 많은 기술적 문제점을 지니고 있었다.

따라서 본 연구에서는 국내의 가스계 소화약제 및 할론대체 현황파악과 관련 기술정보를 수집하여, 현황 조사 결과를 토대로 2010년의 할론 생산금지 이후를 대비하기 위해 할론, 이산화탄소 및 할론 대체 가스계 청정소화약제의 특징, 장단점, 등의 기술정보를 실수요자에게 제공하고, 할론 소화시스템이 기 설치되어 있는 산업계에 정확한 사용용도 및 시스템에 대한 기술적인 정보와 효과적인 대처방안의 제시, 국가적인 대응방안 수립을 위한 자료수집을 목적으로 수행하였다.

2. 연구목적 및 방법

2.1 범위 및 내용

본 연구는 크게 다음과 같은 내용을 조사하였다.

- (1) 가스계 소화약제의 용도별 사용량
- (2) 가스계 소화설비의 시스템 실태현황
- (3) 가스계 소화설비의 설치 실태현황

2.2 실태조사 방법

가스계 소화약제에 관한 실태조사는 두 가지 방법으로 수행하였다.

- (1) 실태 조사서를 작성하여 가스계 소화약제를 사용하는 소방대상물에 우편조사와 직접 방문조사를 병행하여 실태 조사서를 작성하는 방법
- (2) 행정자치부와 전국 각 소방서의 협조를 얻어 가스계 소화약제의 용도별 사용량 및 소화시스템에 관한 실태를 조사하였다.

3. 실태조사 결과 및 검토

3.1 년도별 가스계 소화설비의 설치개소 수

표 1. 국내 가스계 소화설비의 년도별 설치개소수

설비종류	설치년도								
	1975 이전	1980	1985	1990	1995	2000	2001 이후	계	
소계	잘못된 계산식	잘못된 계산식	잘못된 계산식	잘못된 계산식	잘못된 계산식	잘못된 계산식	잘못된 계산식	잘못된 계산식	
할론	1301	16	67	321	474	1,248	843	86	3,055
	1211	0	0	3	6	13	10	0	3,055
이산화탄소	8	26	57	92	313	899	106	잘못된 계산식	
HCFC-blend A (NAF S-III)	0	2	19	15	49	434	117	잘못된 계산식	
HFC-227 ea(FM-200)	0	0	1	2	3	15	10	잘못된 계산식	
IG-541(Inergen)	0	0	0	0	1	14	4	잘못된 계산식	
HCFC-124	0	0	0	0	0	2	1	잘못된 계산식	

실태조사에서 나타난 설치개소의 수를 표 1에 5년 단위로 나타내었다. 표는 1975이전과 2001년이후 그리고 그 사이의 각 연도별 설치개소수를 나타내었다. Halon설비는 1991년부터 1995년까지에서 할론설비가 1,248개소, 이산화탄소설비가 313개소였으나 1996년부터 2000년까지의 할론설비는 843개소로 감소하였으며, 이산화탄소설비는 899개소로 증가하였다. 그러나 이산화탄소설비 또한 1996년 이후 매년 감소추세에 있다. 이는 할론의 생산 및 사용규제가 시작되어 할론설비의 신규설치가 줄어들었음을 알 수 있다. 이에 반하여 청정소화약제는 이 시기부터 계속 증가하는 것을 알 수 있다.

3.2 설비종류별 설치개소 비

가스계 소화설비를 설비종류별로 분류 조사한 결과를 다음에 서술하지만 실태조사 및 방문조사에 응답한 가스계 소화약제 사용자들은 소화설비의 법적기준이나 현재 설치된 설비의 사양을 자세히 알고있지 못한 체 관리가 되고 있음을 알 수 있었다.

(1) 할론1301 소화설비

그림 1에는 Halon 1301설비의 설비별 분류를 나타내었다. 설비형식을 살펴보면 시스템과 패키지의 경우 각각 2,045개소와 1,134개소로 시스템설비가 두 배나 많았으며, 방출방식에서는 전역방식이 2,266개소로 74%를 차지하고 있다. 저장압력은 25kgf/cm², 45kgf/cm² 각각 52%, 44%정도이며, 방출시간은 대부분 30초로 설치되어있는 것으로 조사되었다.

(2) 할론1211 소화설비

그림 1에는 Halon 1301 소화설비의 설비별 분류를 나타내었다. 할론1211은 설비가 시스템과 패키지가 비슷한 비율로 설치되어 있었으며, 방출방식도 전역방식과 국소방식이 14개소와 13개소로 비슷하였다. 저장압력은 25kgf/cm², 45kgf/cm² 각각 59%, 31%를 차지한다. 방출시간은 대부분 30초였다.

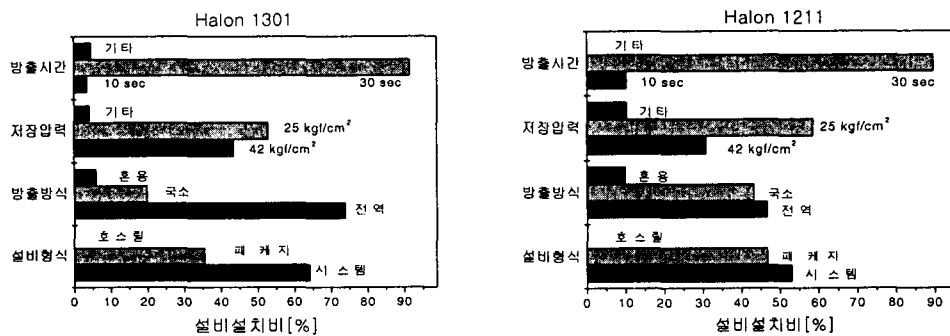


그림 1. Halon 1301 및 Halon 1211 설비의 실태조사

(3) 이산화탄소 소화설비

그림 2에는 이산화탄소 소화설비의 설비별 분류를 나타내었다. 할론 1301과 마찬가지로 패키지 설비보다 시스템설치개소가 약 두 배가 많이 설치되어있다. 방출방식도 국소방식

보다 전역방식이 약 두 배정도 많이 설치되어 있으며, 저장압력은 25kgf/cm², 45kgf/cm² 각각 46%, 36%, 방출시간은 67%정도가 30초이며 기타압력이 25%으로 조사되었다. 실제 설비는 이와는 다르게 설치되어있지만 관리자가 설비에 대한 사양을 제대로 알고 있지 못하다는 것을 반영하고 있다.

(4) HCFC-blend A 소화설비

그림 2에는 HCFC-blend A 소화설비의 설비별 분류를 나타내었다. 시스템과 패키지의 경우 각각 372개소와 280개소이며, 전역방식과 국소방식이 426개소(71%)와 129개소(21%)였으며, 저장압력은 25kgf/cm², 45kgf/cm² 각각 11%, 84%를 차지한다. 방출시간은 56%정도가 30초, 40%정도가 10초였다.

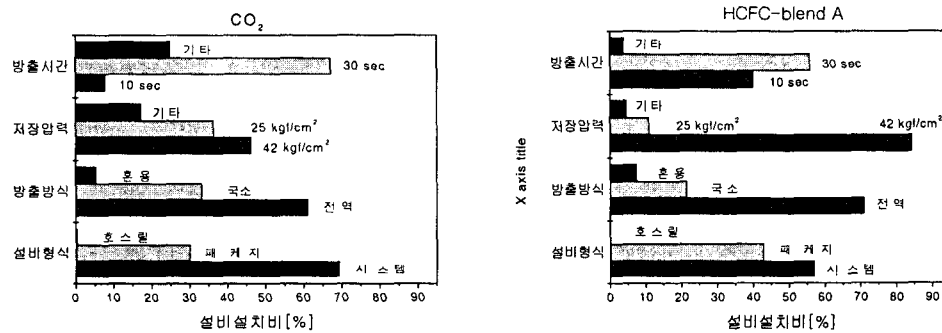


그림 2. 이산화탄소 및 HCFC-blend A 소화설비의 실태조사

(5) HFC-227ea 소화설비

그림 3에는 HFC-227ea 소화설비의 설비별 분류를 나타내었다. 시스템과 패키지의 경우 각각 20개소와 10개소이며, 전역방식과 국소방식이 17개소(70%)와 5개소(20%)였으며, 저장압력은 25kgf/cm², 45kgf/cm² 각각 70%, 12%를 차지한다. 방출시간은 67%정도가 30초, 10초가 30%였다.

(6) IG-541 소화설비

그림 3에는 IG-541 소화설비의 설비별 분류를 나타내었다. 시스템과 패키지의 경우 각각 20개소와 6개소이며, 전역방식과 국소방식이 18개소(82%)와 2개소(9%)였으며, 저장압력은 25kgf/cm², 45kgf/cm² 각각 18%, 9%를 차지한다. 방출시간은 기타시간이 30%정도가 30초이며, 26%가 10초, 기타압력이 44%였다.

(7) HCFC-124 소화설비

시스템과 패키지의 경우 각각 4개소와 1개소이며, 전역방식이 5개소(100%), 저장압력은 45kgf/cm²가 5개소(100%), 30초가 4개소(80%), 10초가 1개소(20%)였다.

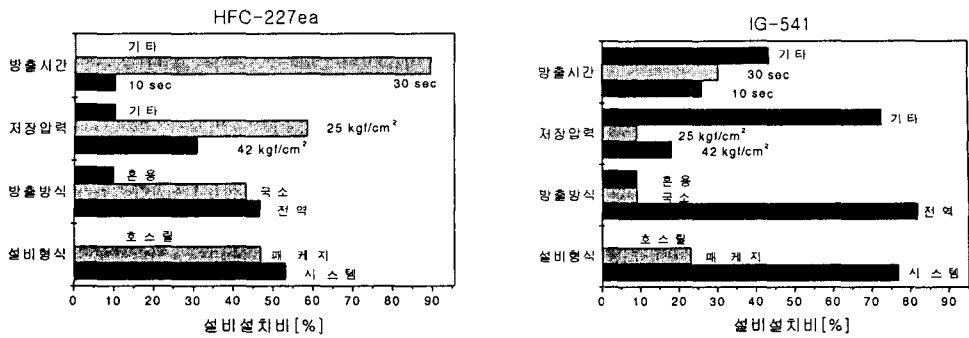


그림 3. HFC-227ea 및 IG-541 소화설비의 실태조사

3.3 조사대상의 할론 대체에 관한 의견

실태조사 결과를 볼 때 사용량이 많은 대기업은 나름대로 할론대체에 주도적으로 대처하려는 의지가 있었으며 오히려 기술적인 자료의 부족으로 인해 합리적인 대처에 어려움이 있다고 호소하였다. 중소기업은 대개 수동적이었으며 가능한 현재의 할론설비를 오랫동안 사용할 수 있기를 바라고 있었다.

가스계 소화시스템에 관한 실태조사 결과 기업체에서 알고자 하는 것을 요약하면 다음과 같다.

- (1) 오존층 보호나 지구온난화방지 등 환경보호를 위해 할론, HCFC계, HFC계 물질의 사용 감축일정이 강화될 가능성이 있는가?
- (2) 할론 대체소화약제로 어떤 가스계 소화약제를 사용하는 것이 바람직한가?
- (3) 2010년 할론이 생산금지 될 경우 그 이후 할론 보충을 어떻게 하는가?
- (4) 2010년 할론이 생산금지 될 경우 소화약제만 변경하여 할론 소화설비를 그대로 사용할 수 있는가?
- (5) 가격이 비싼 할론 소화약제(대체 소화약제 포함)의 누출방지책은 무엇인가?
- (6) 앞으로 새로운 소화약제와 소화시스템이 개발될 가능성은 어느 정도인가?
- (7) 신규 소화약제를 이용하여 개발된 소화시스템의 신뢰성은 어느 정도인가?
- (8) 할론 대체에 관한 정부차원의 지원책은 무엇인가?

4. 결론

오존층보호를 위한 몬트리얼의정서가 발효에 따라 전 세계적으로 할론의 전폐를 대비하여 대체물질 및 대체소화시스템의 개발에 막대한 자금을 투자하고 있고, 많은 시간이 경과하였음에도 불구하고 할론소화약제에 버금가는 소화약제가 개발되지 않고 있으며, 보다 성능이 떨어지거나 적용범위가 제한된 소화약제만이 상용화되어 있다.

이번에 조사된 할론소화약제의 저장량은 3,800여 톤으로 전체 소화설비개소 중 58.4%를 점유하고 있으며 이산화탄소도 5,400여 톤으로 전체 소화설비개소 중 28%가 설치되어 있다. 이중 전역방출방식의 소화설비는 74%이상으로 설치되어 있다.

이와같이 우리나라는 할론을 포함한 청정소화약제는 주로 건물의 전역방출방식 소화시스템의 소화설비에 가장 많이 사용되고 있다. 그러나 청정소화약제나 이산화탄소등은 낮은 소화성능, 고가의 약제 등의 문제점이 있으며, 환경친화적이고 원료조달에도 문제가 없는 물분무소화설비를 대책으로 들 수도 있지만, 전기적 장치의 보호 등에 대한 문제가 남아 있다.

소화설비의 할론이 누출되어 설계적정량보다 적게 저장되어 있는 경우, 현재는 국내에서 할론을 생산하고 있으므로 구입하여 보충하는데 아무런 어려움이 없어 큰 문제가 발생하지 않고 있다. 그러나 할론 생산중단이 몇 년 남지 않았으므로 이제는 그 대응방안도 마련해야할 시점이다.

우리나라의 가스계 소화약제에 관한 실태조사를 수행하면서 대부분의 업체들이 정부차원 지원대책으로 할론은행관리 제도의 시행을 바라고 있는 만큼 이를 위한 준비도 시작해야할 시점으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 한국정밀화학공업진흥회의 “2002년도 특정물질사용합리화를 위한 기술수요조사 사업”에 의하여 수행되었으며 관계기관에 감사의 말씀을 드립니다.

참고문헌

1. Andrzej W. Miziolek and Wing Tsang, "Halon Replacement, Technology and Science", ACS Symp. Ser. 611, Washington D.C. (1995).
2. NFPA Code 2001, "Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems (1994).
3. US EPA, "Significant New Alternatives Policy Program", Aug. 1 (2000).
4. UNEP, "1998 Assessment Report of the Halon Technical Options Committee", (1999).
5. Proc. of Halon Alternatives Technical Working Conf. (1991).
6. Proc. of Halon Alternatives Technical Working Conf. (1992).
7. Proc. of Halon Alternatives Technical Working Conf. (1993).
8. Proc. of Halon Options Technical Working Conf. (1994).
9. Proc. of Halon Options Technical Working Conf. (1995).
10. Proc. of Halon Options Technical Working Conf. (1996).

11. Proc. of Halon Options Technical Working Conf. (1997).
12. Proc. of Halon Options Technical Working Conf. (1998).
13. Proc. of Halon Options Technical Working Conf. (1999).
14. ISO Draft International Standard, "Gaseous Fire Extinguishing Systems".
15. 김재덕, "할론대체물질의 개발동향", 한국화재·소방학회 심포지움 교재 "청정소화약제 및 시설기준" 1pp (1995).
16. 김형권, 김재덕 외, "가스계 소화약제의 사용실태조사에 관한 연구" p.95 (2002).