

C-01

## 새로운 불활성가스계 소화약제 : IG-901의 특성

김재덕, 박양원\*

한국과학기술연구원 청정기술연구센터, (주)진화이엔씨\*

### New Inert Gaseous Fire Extinguishing Agent : The Characteristics of IG-901

Jau-Duck Kim, Yang-Won Park\*

Clean Technology Research Center, Korea Institute of Science and Technology  
Jinhwa Engineering & Construction Co. Ltd.\*

#### 1. 서론

할론은 우수한 소화성능을 지니고 있어 1980년대부터 우리나라에서 가스계 청정소화약제로 널리 사용되어 왔지만 오존층파괴물질에 관한 몬트리올의정서에 의해 미국, 유럽, 일본 등 선진국에서는 1994년부터 생산이 중단되었고 이 의정서에 개발도상국 조항으로 가입한 우리나라는 2010년부터 생산을 중단할 예정으로 있다. 이에 따라 전세계적으로 할론대체 가스계 소화약제의 개발이 경쟁적으로 이루어져 HFC-23, HFC-125, HFC-227ea, HCFC-Blend A, IG-541, IG-100 등이 개발되었다. 이 소화약제들은 모두 외국에서 개발하여 국내에 도입한 것이지만 IG-901은 국내에서 처음으로 개발된 가스계 소화약제이다.

#### 2. 구성

IG-901은 질소 92%, 이산화탄소 8%로 구성된 혼합물로 무색, 무취, 전기적으로 비전도성인 불활성가스계 청정소화약제이다. 이 소화약제의 혼합시 농도의 허용범위는 다음과 같다.

질소 : 91.6 - 92.4 부피%

이산화탄소 : 7.6 - 8.4 부피%

또한 IG-901 각 구성성분의 순도는 질소가 99.9 부피%이상, 이산화탄소가 99.5 부피%이상이다.

#### 3. 물성

IG-901의 일반적인 물성은 다음과 같다.

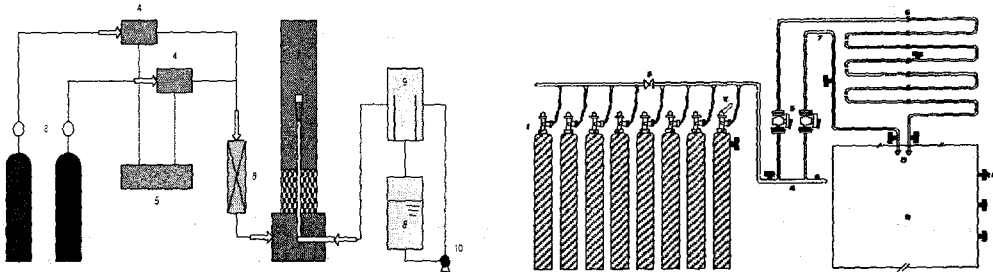
분자량 : 29.29  
 끓는점 (1.013 bar) : 196℃  
 비용적 (20℃, 1.013 bar) : 0.821 m<sup>3</sup>/kg

IG-901은 가스계 소화약제중 분자량이 공기의 분자량(28.84)과 가장 유사한 소화약제이다.

#### 4. 소화원리 및 소화농도

IG-901은 주로 공기 중 산소농도를 낮추어 화재를 진압하며 A급화재의 소화농도는 29.0 부피%, B급화재는 31.0 부피%이다.

B급화재의 소화농도는 Fig.1 (a)에 나타낸 Cup Burner에서 측정하였으며<sup>1)</sup> A급화재와 B급화재의 소화성능을 Fig.1 (b)에 나타낸 190 m<sup>3</sup>의 시험Room에서 확인하였다<sup>2)</sup>. 소화시험 결과는 Fig.3에 나타내었다.



(a) Cup Burner Test Equipment

(b) Can, Pan and Wood Crib Fire Extinguishing Test Equipment

Fig.1 Fire Extinguishing Test Equipment

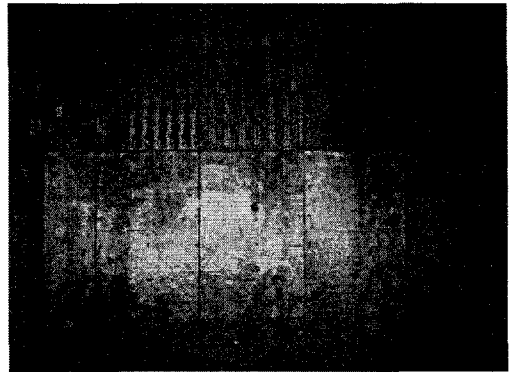
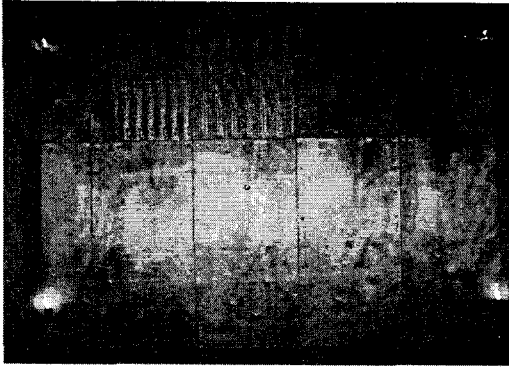
#### 5. 용도

IG-901은 주로 전역방출방식의 소화설비에 사용되며 대표적인 방호대상물은 다음과 같다.

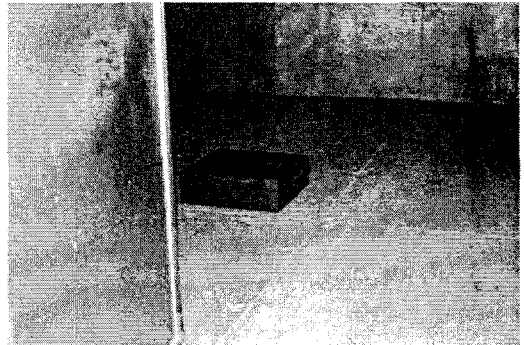
- 선박
- 전기실
- 박물관, 미술관
- 전자장비실 (컴퓨터실, 제어실, 통신실 등)
- 발전기실
- 지하공동구
- 기타 건물

#### 6. 약제량 산정식

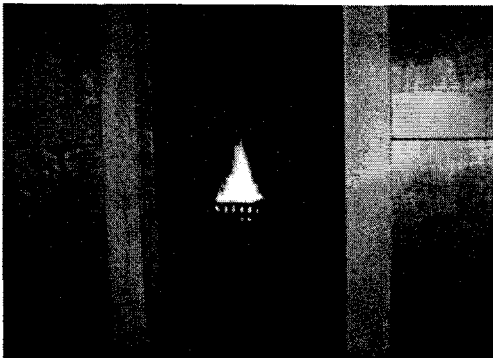
IG-901가 전역방출방식의 소화설비에 사용될 때 약제량 산정식은 다음과 같다.



(a) Can Fire Extinguishing Test



(b) Can Fire Extinguishing Test



(c) Wood Crib Fire Extinguishing Test

Fig.2 Fire Extinguishing Test Result

$$X = 2.303 \times V \times V_s/S \times \log (100/(100-C))$$

X : IG-901소화약제량 (m<sup>3</sup>)

V : 불침투성 구조물을 제외한 방호구역 부피 (m<sup>3</sup>)

V<sub>s</sub> : 20℃에서 IG-901의 비용적 (m<sup>3</sup>/kg)

S : 소화약제의 비용적 (m<sup>3</sup>/kg)  
 $S = k_1 + k_2T$   
 $k_1 : 0.7646$   
 $k_2 : 0.00281$   
T : 방호구역 온도 (°C)  
C : IG-901 설계농도

## 7. 독성

IG-901의 NOAEL과 LOAEL은 다음과 같다.

NOAEL (No Observed Adverse Effect Level) : 43%  
LOAEL (Low Observed Adverse Effect Level) : 52%

IG-901의 인체에 미치는 독성은 공기중 산소농도의 저하와 약제중 이산화탄소에 의한 독성으로 나누어진다. 일반적으로 불활성가스계 소화약제의 NOAEL은 공기중 소화약제를 방출할 때 산소농도가 10%가 되는 43%이며 LOAEL은 산소농도가 12%가 되는 52%이다(Fig.3).

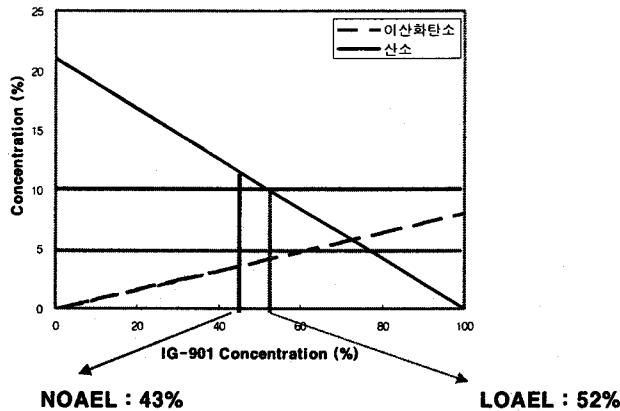


Fig.3 Toxicity of IG-901

이산화탄소에 의한 독성은 Table1에 나타났듯이 이산화탄소가 공기중 5% 존재하여도 수분간은 노출이 가능하다.

## 8. 환경영향성

IG-901은 불활성가스계 소화약제로 오존과피지수(Ozone Depletion Potential, ODP)와 지구온난화지수(Global Warming Potential, GWP)는 다음과 같다.

ODP : 0 (CFC-11 = 1)  
GWP : 0.1 (CO<sub>2</sub> = 1)

Table 1: Acute Health Effects of High Concentrations of Carbon Dioxide  
(With Increasing Exposure Levels of Carbon Dioxide)<sup>3)</sup>

Concentration (% Carbon Dioxide/Air)	Time	Effects
2%	Several hours	Headache, dyspnea upon mild exertion.
3%	1 hour	Dilation of cerebral blood vessels, increased pulmonary ventilation, and increased oxygen delivery to the tissues.
4-5%	Within a few minutes	Mild headache, sweating and dyspnea at rest.
6%	1 - 2 minutes <16 minutes Several hours	Hearing and visual disturbances Headache and dyspnea Tremors
7-10%	Few minutes 1.5 minutes - 1 hour	Unconsciousness or near unconsciousness. Headache, increased heart rate, shortness of breath, dizziness, sweating, rapid breathing.
10-15%	1+ minute	Dizziness, drowsiness, severe muscle twitching and unconsciousness.
17-30%	< 1 minute	Loss of controlled and purposeful activity, unconsciousness, convulsions, coma and death.

### 9. 충전압력

IG-901의 충전압력은 15°C를 기준으로 150 bar와 280 bar이며 소화시스템의 최고 사용온도인 50°C에서는 각각 176bar와 333bar로 상승한다. IG-901의 초기 충전압력에 대한 온도별 압력의 상관관계를 나타내는 그래프는 Fig.4에 나타내었다.

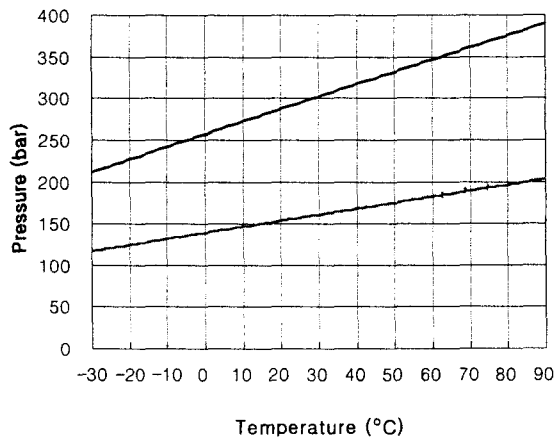


Fig.4. Relationship Between Temperature and Pressure of IG-901

## 참고문헌

1. ISO, "Gaseous Fire-Extinguishing Systems - Physical Properties and System Design", Final Draft of ISO/FDIS 14520-1 (2004)
2. 한국소방검정공사, "가스계소화설비의 성능에 관한 인정기준(FIS 002)" (2000)
3. United States Environmental Protection Agency, "Carbon Dioxide as a Fire Suppressant: Examining the Risks," Report EPA430-R-00-002, , Washington, DC: February (2000)