

특수재료 가스의 화재시 소화방법

김 영 기 <점검1부 과장>

특수재료 가스의 화재와 일반 가스의 화재 성상을 비교할 때 전자는 자연발화성 가스 또는 독성 가스가 많은 것이 특징이다. 이러한 가스의 화재를 예방하기 위해서는 우선 누설 및 화재의 방지대책을 연구 검토하여야 하며 특히 수송이나 저장시 각별한 주의를 기울이지 않으면 안된다.

1. 가스화재의 소화법

가. 소화의 고찰

가스화재는 누설 또는 분출한 가스가 연소하는 것이기 때문에 화재를 진압해도 가스의 유출을 계속시키면 재착화나 폭발의 위험이 있다. 따라서 불꽃에 대한 직접적인 소화보다는 누설·유출 등을 막고 화염에 의한 연소방지가 중요하다.

방재측면에서는 가스가 연소해도 주위에 하등의 영향을 주지 않는 상황에 있으면 급하게 소화할 필요는 없다. 특히 주위가 불연재료로 둘러싸여 있으면 연소위험은 없기 때문에 누설가스가 완전히 방출될 때 까지 기다리는 것도 하나의 방법이다. 용기(бом베)저장소등에서 누설, 화재를 일으킬 경우 다른 용기가 가열되어 폭발하는 경우가 있기 때문에 냉각주수를 할 필요가 있다.

또 가연성의 가스를 저장 또는 취급하는 시설 내에 소화기나 고정소화장치를 설치할 때에는 그 소화약제는 가스화재에 적용하는 것보다 오히려 주위의 가연물 소화에 적용하는 것을 선택해야 한

다. <표1>에 각종 가연물의 화재에 대한 소화약제의 소화능력과 관계를 나타냈다.

다만 특수재료 가스로서 취급되고 있는 트리클로로 실란은 상온에서 액상의 가연물이기 때문에 소방법상 제4류의 위험물 범주에 들어 있지만 일반적인 위험물 제4류용(유류화재용) 소화기로는 소화할 수가 없다.

나. 가스계 소화약제와 혼합기체와의 연소한계와 소화농도

가연성 가스와 공기와의 혼합물은 그 혼합비가 어느 범위내에서만 인화, 폭발하여 그 범위를 연소 범위 또는 폭발범위라고 한다. 이

가스와 공기의 2성분계에 3성분을 혼합하면 제3성분의 성질에 의해 이 범위가 변화하게 된다. 따라서 통상 소화약제로서 사용되고 있는 것은 이 범위를 좁게하는 것이다. 이 제3성분(소화약제)의 최대치를 피크 농도라고 부른다. 바꾸어 말하면 피크 농도 이상의 제3성분이 있으면 그 혼합기체는 다른 2성분의 혼합비에 관계없이 연소하지 않는다.

가스계의 소화약제를 이용해서 화재를 소화하는 것은 불꽃을 둘러싸고 있는 공기(불꽃에 흡입되는 공기)중에 피크 농도에 상당하는 소화약제를 혼합시키면 불꽃은 없어질 것이 확실하다.

소화실험을 해보면 이 때에 필요한 소화약제의 농도는 피크 농도보다 낮아서 약 2/3이고 구별할 필요가 있다. 이 값을 소염농도(消炎濃度)라고 한다.

<표1> 가연성 가스와 소화기의 소화능력

소화기 가연물	물소화기				가스소화기		분말소화기	
	물소화	강화액	화약액	기체포	이산화탄소	할론계	ABC분말	BC분말
목재품	◎	○	○	○	×	×	○	×
종이, 잡지제품	◎	○	○	○	×	×	△	×
고무셀룰로이드	◎	○	○	○	×	×	△	×
합성수지류	○	○	○	○	○	○	○	○
인화성유류	×	○	◎	◎	○	○	◎	◎
가연성가스	×	×	×	×	○	○	○	○

◎ 대단히 잘 소화하는 것, ○ 소화할 수 있는 것, × 소화할 수 없는 것.
△ 완전히는 소화할 수 없지만 화염을 억제할 수 있는 것.

〈표2〉 가연성 가스의 소염농도

소화약제 가스	질소 (vol%)	이산화탄소 (vol%)	할론(vol%)	
			1301	1211
수소	72	60	20	27
모노실란	88	87	-°	-°
프로판	32	21	3.3	4.0

반도체 공업에서 사용되고 있는 가스에서는 수소, 모노실란을 제외한 그들의 값은 구해져 있지 않다. 수소 및 모노실란의 소염농도는 〈표2〉와 같다.

다. 불활성 가스의 첨가에 의한 불연화

연소에 있어서 지연성(支燃性) 가스인 공기에 질소나 탄산가스와 같은 화학적으로 비활성인 가스를 가해서 희석하면 지연성이 최대로 억제되는 경향이 나타난다. 이것은 공기중의 산소농도가 저하하는데 따른 것이다. 이때 비활성 가스의 첨가량 증가에 비례해서 이 분위기 가스중에 있어서 가연성의 범위는 최대로 축소하면 드디어는 폭발 하한계와 상한계가 일치한다. 거기에 비활성 가스를 많이 함유한 분위기 가스중에서는 이미 화재의 전과가 불가능하게 된다.

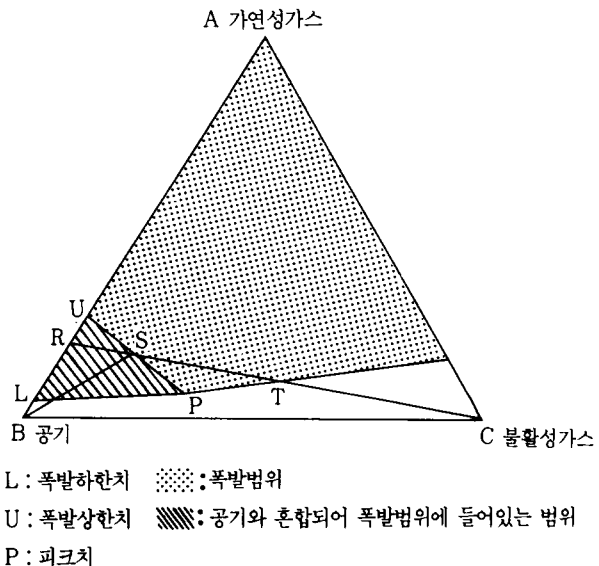
폭발범위를 좁게 하는 것과 같은 효과의 많고 적음을 정량적(定量的)으로 나타낸 것에는 가연성분(可燃成分)을 가연성에서 불연성으로 변하는 한계의 분위기 가스 중의 산소농도로 표시하는 것이 편리하다. 그래서 이 한계

산소농도의 값이 클수록 불활성 가스의 희석효과가 강하다고 말하고, (즉 불연성으로 하는데 필요한 불활성 가스 첨가량이 적음) 일정한 가연물에 대한 이 효과는 불활성 가스의 종류에 따라 현저히 다르다. 또 가연물의 종류가 다르면 일정한 불활성 가스가 갖는 희석효과도 변화하지만 일반적으로 그다지 많은 변동이 나타나지 않는다.

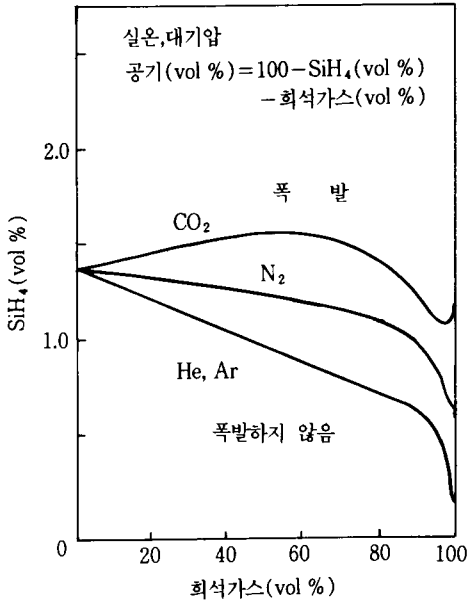
대표적인 불활성 가스로는 아르곤(Ar), 헬륨(He), 질소(N₂), 수증기(H₂O), 탄산가스(CO₂) 및 할론1301에 (CF₃BR)의 희석효과를 비교해 보면 이 순서로 희석효과가 증대한다. 그래서 이 경향은 일반적으로 어느 가연물에 대해서도 동일하다

또 할로젠화 탄화수소류는 일반적으로 이 희석효과가 강하고 특히 할로젠의 치환수가 많을수록 이 효과가 현저하다. 이들의 물질은 통상의 불활성 가스가 갖는 희석효과(산소농도를 감소시킨다. 이른바 질식효과와 냉각효과를 포함)와 더불어 연소과정에 있어서 생성하는 할로젠 분자 혹은 원자가 연소, 자신에 대해서 부촉매적(負觸媒的) 작용을 하기 때문에 특히 희석효과가 강하게 되는 것이라고 생각된다. 따라서 비교적 소량의 첨가로 가연성을 불연성으로 할 수 있으며, 이 효과는 소화약제로 이용된다. 그러나 전술한 것처럼 실란등의 특수재료 가스에

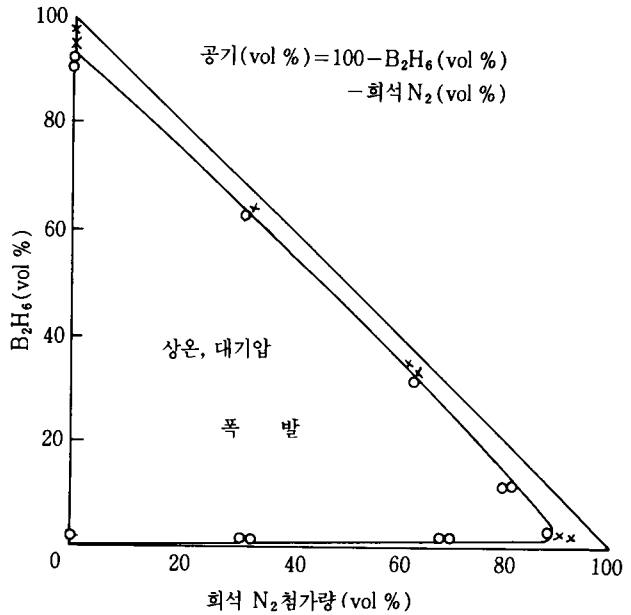
〈그림 1〉 3성분계의 폭발 범위



〈그림 2〉 SiH₄- 공기 - 희석가스의 폭발한계



〈그림 3〉 B₂H₆- 공기 - N₂계의 폭발범위



대해서는 할로젠화 탄화수소가 완전한 희석효과를 나타내지 않을 뿐만 아니라 지연(支燃)가스 역할을 한다.

연소성을 갖는 혼합가스를 불연성으로 하기 위해 일반적으로 사용하는 방법은 혼합가스중에 불활성 가스를 첨가하여 가스조성을 3성분계의 폭발범위 밖으로 하는 것이다. 이 방법을 행할 경우에 나타나는 가스 조성의 변화와 폭발범위와의 관계를 〈그림1〉에 나타냈다.

그림에 있어서 처음의 혼합가스(조성 R점)에 불활성 가스를 첨가하게 되면 조성은 직선 RSC상의 정점을 향해 이동한다. 따라서

S점을 초과하는 조성(組成)으로 될 때 까지 불활성 가스를 첨가하면 혼합가스는 비폭발성으로 된다.

그러나 불활성 가스에 의해서 희석된 혼합가스가 공기중에 방출되면 연소가스로 되는 것이 있다. 이것은 S점과 T점의 사이에 있는 혼합기체에 공기를 첨가해 가면 SP사이에서 또 연소범위로 들어간다. 이 때문에 실란 등의 가연성 가스를 비가스계 속에서 희석하고 불연성으로 해서 대기중에 방출해도 재착화하는 것이 있다.

실란에 불활성가스를 첨가한 3성분계는 다른 가스계에서와는 대단히 상이하다는 것을 알 수 있다.

〈그림2〉는 실란중에 불활성 가스로서 이산화탄소, 질소, 헬륨, 알곤을 첨가 했을때의 폭발한계를 나타냈다. 그림에서 나타난 것처럼 폭발 하한계 농도는 불활성 가스의 증가에 대하여 서서히 저하하고 90% 전후에서 급격히 감소한다. 이 때문에 실란은 불활성 가스로 희석하여 폭발을 방지하는 것이 대단히 곤란하다.

실란에 질소를 첨가한 3성분계의 폭발한계를 〈그림3〉에 나타냈다. 실란은 다른 가연성 가스와 거의 같은 모양의 변화를 나타낸다. ●