

용단용 아세틸렌가스 대체물질(혼합가스)의 최적혼합비 및 안전대책에 관한 연구

1992. 12. 31



한국산업안전공단
KOREA INDUSTRIAL SAFETY CORPORATION
산업안전연구원
INDUSTRIAL SAFETY RESEARCH INSTITUTE

제 출 문

한국산업안전공단 이사장 귀하

본 보고서를 산업재해 예방기술의 연구개발 및 보급사업의 일환으로 수행한 “용단용 아세틸렌가스 대체물질(혼합가스)의 최적혼합비 및 안전대책에 관한 연구”의 보고서로 제출합니다.

1992년 12월 31일

주관연구부서 : 산업안전연구원
화 학 연 구 실
연구책임자 : 실장 정 동 인
연구수행자 : 실장 정 동 인

머 리 말

철판이나 강판의 절단용으로 사용되는 연소용 가스의 종류는 다양하나 실제 용접이나 용단에 사용되는 가스로서는 아세틸렌가스가 주로 사용되고 있다. 1980년대초부터 이웃 일본에서는 아세틸렌가스는 폭발한계가 넓어 화재의 위험이 많은 단점을 가지고 있을 뿐만 아니라 또한 단가가 높아서 이 가스 대신 열량이 유사한 다른 가스를 사용하여 작업하는 업체수가 점차 증가하고 있다고 보고하였다. 현재 한국에서도 거의 유사한 경향을 보이고 있다.

따라서 본 연구를 수행할 때 아세틸렌가스 대용으로 사용할 수 있는 가스로서 적합한 액화천연가스(LNG)는 안전성과 경제성 모두를 만족하는 용단용 가스로서 고려되어 이 가스를 보다 폭넓게 연구를 시작하였다.

한편 일본에서는 단일가스보다는 혼합가스의 사용이 유리하다고 발표하였다.

따라서 본 연구에서도 단일가스 사용외에 혼합가스를 사용하므로서 안전성 및 경제성 면에서도 유리하다고 판단되는 것을 모색한 결과 아세틸렌 또는 액화천연가스와 탄소수가 4개인 부탄을 적절한 비율로 혼합 사용하는 방법을 구상하였다. 이때 부탄을 선택한 이유는 석유화학공정에서 부산물로 많이 생성되고 있는 정제공정에서 얻어지는 포화탄화수소 가스류중 특히 상압증류 및 접촉반응시 얻어지는 부탄가스는 공급과잉 생산물로 심각한 사회문제로 대두되고 있어 만일 연소용 연료로 활용할 수 있을 경우 일거양득이 될 것이다. 한편 이 부탄은 연소속도는 느리나 열량은 만족하여 이 물질을 택하게 되었다.

우리나라 '92년 노동부 산업안전국 통계에 따르면 열량, 폭발한계, 표면온도등 가스 용접 및 용단시 사고는 전체 0.29%로 보고되었으며 실제 이중에서 아세틸렌가스 작업으로 인한 전체 사고 비율은 높다고 예측된다. 왜냐하면 폭발한계(2.5%~100%)가 넓고 비중(공기=1)이 0.908로 공기와 유사하므로 대기중에서 확산속도가 느릴뿐만 아니라 구조적으로 삼중결합으로 된 올레핀 계열이므로 화학적

반응성 및 자기분해성이 커서 화재·폭발의 위험성이 매우 높다고 판단되므로 이 가스외에 알칸계열에 속하는 액화천연가스를 이용하여 용단작업을 하는 것이 매우 유익할 것을 기술하고자 한다.

혼합가스(하이 LG)를 사용하는 일본의 예를 보면 천연가스(65%)와 프로필렌 가스(35%)를 일정비율로 혼합해야 하므로 이를 위하여는 우리 기업 실정에 맞는 가스배관 및 시설물 등 부수적 장치가 필요하며 동시에 경제성 및 생산수율등도 고려해야 되므로 아직은 추천할 단계가 아니다. 뿐만 아니라 프로필렌 ($\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$)은 구조식과 같이 2중결합인 올레핀계 탄화수소이므로 화학적 열분해 및 부가반응등이 쉽게 일어날 수 있어 포화탄화수소보다 위험성이 있음에도 일본에서 사용하고 있는 것은 어떤 석유화학 정제공장이나 기타 화학공장에서 과잉부산물로 얻어진다고 판단된다. 따라서 우리실정엔 잘 맞지 않을 것으로 사료된다.

그러므로 본 연구의 요점은 LNG와 같은 단일가스 사용이 제일 바람직하며 둘째로는 아세틸렌 및 LNG를 부탄가스와 적절한 비율로 혼합 사용하는 것이다. 이 가스들의 사용업체로는 조선업체는 물론 모든 관련 업체에 종사하는 기업주 및 기술진들은 본 연구 내용을 면밀히 검토하시어 현재 사용중인 절단용 가스의 대체를 위한 기술지도서나 교육용 자료 및 해당 작업장에 응용할 수 있는 기초연구 자료로서 활용해 주시기 바랍니다.

1992. 12.

산업안전연구원장

목 차

제 1 장 가스 용단의 종류 및 원리	5
○ 개 요	5
1. 가스용단의 종류	5
2. 가스용단의 원리	7
가. 아-크(Arc) 절단	9
나. 자동가스 절단원리	17
다. 특수 절단기	18
라. 기타 특수 절단기	19
마. 맵(MAPP)가스를 이용한 절단	25
3. 가스와 그 공급장치	26
가. 예열가스	26
나. 아세틸렌(Acetylene)가스	27
다. 산소(Oxygen)가스	29
라. 가스 공급장치	30
제 2 장 용단에 사용되는 가스종류 및 그들의 특성	32
1. 아세틸렌(Acetylene)가스	32
가. 일반현황	32
나. 물리적 성질(Physical Properties)	33
다. 성상(Description)	34
라. 규정(Specification)	34
마. 용도(Uses)	35
바. 독성(Toxicity)	35
사. 응급치료(First Aid)	35

아. 취급 및 저장상의 주의점.....	36
자. 누출검사와 관리(Leak Detection & Control)	37
차. 분석검사(Analytical Detection)	37
카. 시린더와 밸브(Cylinder and Valve)	38
타. 안전장치(Safety Devices)	39
파. 필요한 조절기(Recommended Controls)	39
하. 화학적 성질(Chemical Properties)	39
2. 에틸렌(Ethylene)가스	44
가. 물리적 성질	44
나. 성 상	45
다. 규 정	45
라. 용도 및 독성	45
마. 취급 및 저장상의 주의점.....	46
바. 누출검사	46
사. 안전장치	47
아. 화학적 제법	47
자. 화학적 성질	48
3. 액화천연가스(Liquified Natural Gas, LNG)	50
가. 메탄(Methane)가스.....	52
나. 에탄(Ethane)가스.....	59
다. 프로판(Propane)가스	63
라. 절단용 가스로서의 LNG 특징(장점)	69
4. 액화석유가스(Liquified Petroleum Gas, LPG)	77
가. LPG.....	77
나. 부탄(Butane)	78
5. 맵(MAPP)가스	84

가. 맵가스 불꽃	85
나. 도오치(Torch)의 불꽃조절	86
다. 불꽃특징	87
라. 바깥불꽃 영역	87
마. 절단시 불꽃조절 요령	87
바. 바깥불꽃 조절	87
사. 산소압력 영향	88
아. 맵가스 사용장치	93
자. 맵가스 절단기술	95
6. 혼합(Mixture)가스.....	95
가. 하이 LG가스	95
나. 절단시 사용 요령	98
다. 반자동기	99
라. 절단시 일반 요령	100
마. 가열시 사용 요령	100
바. 가열기 흰불꽃 길이.....	100
사. 하이 LG가스의 공급요령	102
아. 아세틸렌과 하이 LG의 비교실험	102
자. 프로필렌(Propylene)가스	108
차. 가스단가 비교	108
카. 하이 LG가스 사용에 관한 결어	109
제 3장 국내외 아세틸렌 가스 사고사례	110
1. 국내사례	110
2. 국외(일본)사례	112
가. 화 재	112

나. 가스절단기 폭발사고	112
다. 경유 잔존드럼 폭발사고.....	113
제 4 장 가스안전 및 화재예방 대책	114
1. 가스안전대책	114
가. 작업자의 안전위생 교육.....	114
나. 고소작업의 안전대책	114
다. 화기 사용금지 안전대책.....	115
라. 유해광선에 의한 장애.....	115
마. 하이 LG가스의 안전대책	115
2. 화재예방 대책	117
결 론	119
참고문헌	122

제 1 장 가스용단의 종류 및 원리

○ 가스용단(절단)의 개요

가스절단(Gas Cutting) 및 아크절단(Arc Cutting)은 용접 재료의 절단, 용접 흠의 가공, 용접부의 가열 및 치핑 등 작업에 필수적인 요소이므로 항상 용접과 함께 취급되는 중요한 고정도(高精度)가 얻어짐은 물론 기계절단에 비하여 비교가 안될 정도로 高能率의이다.

최근과 같이 용접이 광범위하게 보급된 이유중의 하나는 가스절단 또는 아크절단법의 발달 때문이라 할 수 있다. 가스용접은 화염을 이용하는 용접이지만 가스절단법과 밀접한 관계에 있으므로 먼저 가스용접의 원리와 종류를 관찰한 다음 가스(아세틸렌)를 이용한 절단법 및 기타 용단에 사용되는 가스의 특징 등을 연구한 후 혼합가스를 사용하는 연구도 할 예정이다.

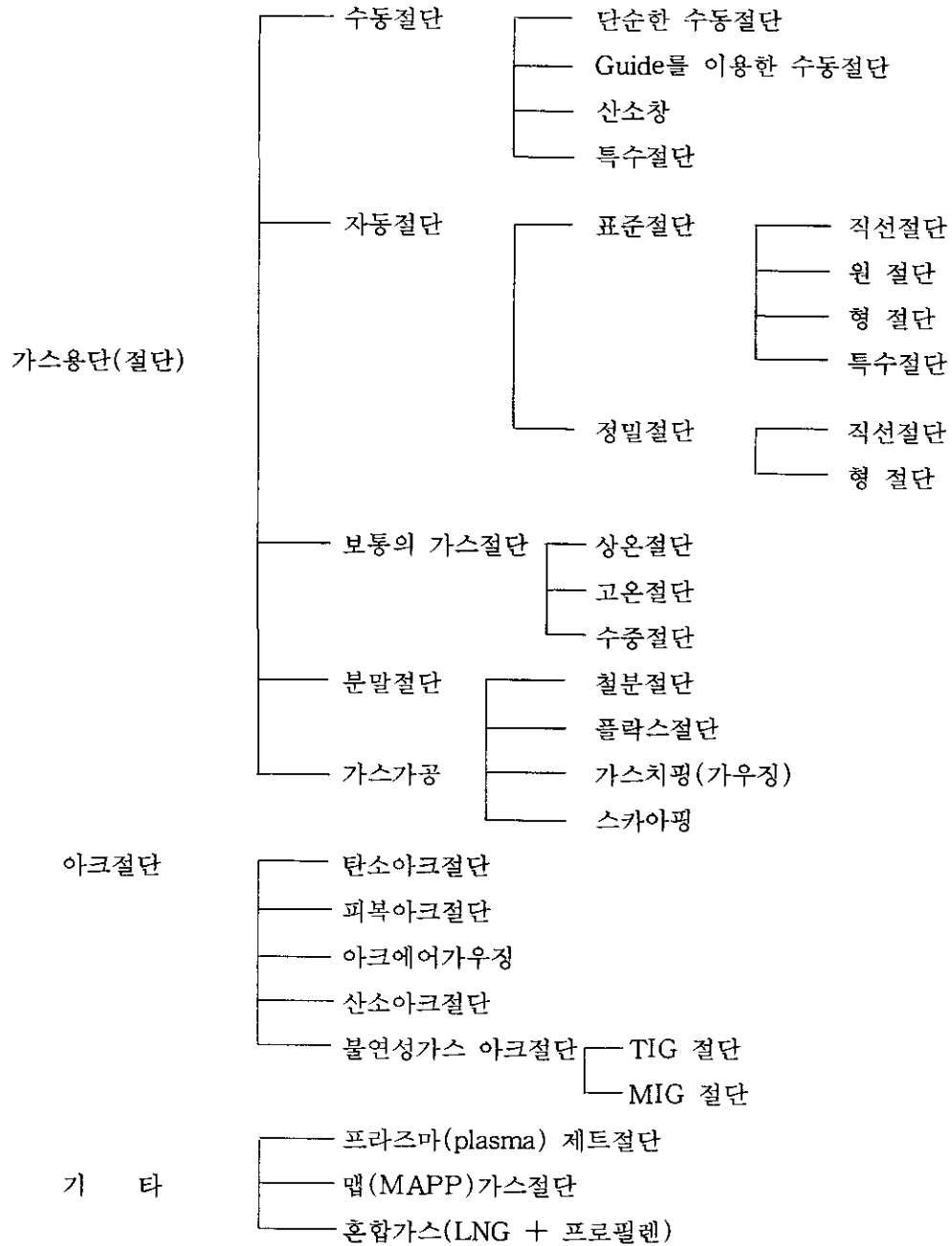
1. 가스용단(절단)의 종류⁽¹⁻³⁾

가스절단은 산소가스와 금속의 반응열을 이용하여 금속을 절단하는 방법이며 또한 아크의 열을 이용하는 것이다. 이들 절단법은 <표 1-1>에서 보는 바와 같이 많은 종류가 많다.

가스절단을 작업방법에서 대별하면 수동식과 자동식으로 나눌 수 있다. 또한 사용목적에서 분류해 보면 보통의 가스절단외에 분말절단, 산소아크절단이 있으며, 가스가공법으로는 가스가우징, 스카이핑 등이 있다.

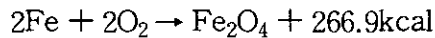
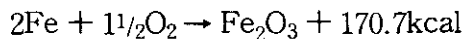
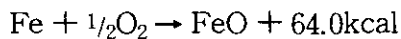
아크절단방법으로는 탄소아크절단과 피복아크절단 외에 최근 발달한 불활성가스 아크절단법이 있으며 또한, 아크에어 가우징이 최근 널리 쓰이고 있다.

〈표 1-1〉 용단(절단)의 종류



2. 가스절단원리

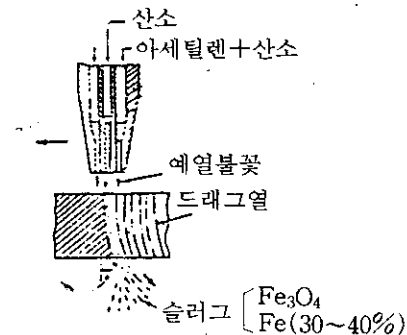
보통의 가스절단은 철 또는 합금철의 절단에 널리 이용되며, 비철금속에서는 분말가스절단 또는 아크절단이 이용된다. 우선 철의 가스절단은 산소절단(Oxygen cutting)이라고도 한다. 이것은 산소와 철의 반응열을 이용하는 절단방법이며 [그림 1-1]과 같은 토오치를 쓴다. 우선 철재절단 부분을 [그림 1-2]와 같은 팁(Tip)에서 불여낸 가스불꽃(예를들어, 산소아세틸렌염)으로 사전에 가열하고 약 800~900℃에 도달한 때 팁의 중간부터 고압의 산소류를 불어내면 철이 연소하여 산화철이 된다. 그런데 이 산화철의 융점은 모재보다 낮으므로 산소기류에 가하여 불어버리게 되어 흠이 생기므로써 절단목적이 달성된다. 절단시의 철의 산화는 다음과 같은 열화학적 반응에 의한다.



이식에 의하면 철 1kg이 연소할 경우 제거된 철의 65%가 FeO(산화제이철)가 되는 것으로 하면 약 750kcal의 열을 수반하게 되는데 이 열량은 철 1kg을 연소 온도(약 1,350℃)까지 가열하는데 필요한 열량 약 216kcal 보다 훨씬 높으므로



[그림 1-1] 가스절단 토오치와 절단조작



[그림 1-2] 가스절단 원리

일단 절단이 개시되면 그 다음부터는 산소를 불어대기만 하여도 연속하여 절단이 유지될 정도이지만 실제로는 예열불꽃을 사용한 상태에서 절단을 하고 있다.

일반적으로 가스절단에서는 판두께가 3~300mm의 절단을 쉽게 할 수 있다.

〈표 1-2〉와 같이 주철 10% 이상의 크롬(Cr)을 함유하는 스테인레스강 및 비철금속에서는 다음과 같은 이유로 유효치 않다.

〈표 1-2〉 가스절단성에 미치는 각 원소의 영향

원 소	용 점 ℃	산화물기호	산화물의 용점℃	가스절단성에 미치는 영향
명칭기호				
탄소 C	>3500	CO	-205	C≤0.25% 절단성 양호
		CO ₂	-75	C > 0.25% 예열 필요
망간 Mn	1260	MnO	1785	14% Mn, 1.5% C강, 절단곤란, 예열 필요
규소 Si	1410	SiO ₂	1710	Si는 영향이 없으나, Si강은 Mn와 C를 함유 하므로 예열 필요
크롬 Cr	2575	Cr ₂ O ₃	2275	Cr≤5.0%, 절단성 양호
				Cr > 10% 분말절단
니켈 Ni	1455	NiO	1950	Ni≤20~30% : C가 적으면 절단 가능
				Ni≤7%, 절단성 양호
몰리브덴 Mo	2620	MoO ₃	795	Cr과 동일, Cr-Mo강: 절단성 양호
텅스텐 W	3370	WO ₃	1470	W≤12~14% : 절단성 양호
알루미늄 Al	660	Al ₂ O ₃	2048	Al≤10% 절단가능,
				Al≥10% 절단곤란
동 Cu	1082	CuO	1021	cu≤2% : 영향없음
		Cu ₂ O	1230	

즉, 가열된 금속이 산소절단되는데는 항상 고체금속표면에 새로운 산소가 반응(연소)될 수 있어야 하며 이를 위하여는 반응생성분이나 용융금속이 산소기류에 의하여 용이하게 불어버려지지 않으면 안됨으로 다음과 같은 제 조건이 필요하다.

- 금속의 산화물 또는 슬래그가 모래보다 저온에서 녹고, 유동성과 모래로부터의 격리성이 좋아야 한다.
- 모재(母材)의 연소속도가 그 용융온도보다 낮을 것.
- 모재(母材)의 함유성분 중의 불연소물이 될 수 있는 한 적을 것.

탄소강에서는 철의 연소온도($1,350^{\circ}\text{C}$)가 그 융점($1,539^{\circ}\text{C}$)보다 낮고 산화물과 용융철이 융합한 슬래그의 용융온도는 그보다 훨씬 낮음과 동시에 슬래그의 유동성이 극히 양호하고 절단을 방해하는 불연물이 적으므로 상술한 조건을 충분히 만족하고 있다.

이에 반하여 주철에서는 융점이 연소온도 및 슬래그의 융점보다 낮고, 또한 주철 중의 흑연은 철의 연속적 연소를 방해하므로 철이나 탄소강 만큼 쉽게 절단되지 않는다. 또한 스테인레스강이나 알루미늄(Al_2O_3)이 모래보다 훨씬 고융점의 내화물 이므로 이들 점도가 큰 슬래그가 절단표면을 덮어 산소와 모래간의 반응을 방해하므로 절단이 저해된다.

이때는 내화성의 산화물을 용해·제거하기 위하여 적당한 분말상플라ックス를 산소기류중에 혼입하거나 또는 미리 철분을 혼입하여 화염온도를 높이는 등의 연구가 필요하며 이것이 분말절단이라고 한다.

가. 아크(Arc)절단

아크절단은 아크열로 모래를 용융시켜 절단하는 방법이다.

이때 압축공기나 산소류등을 이용하여 용융금속을 불어버리면 능률적이다.

아크절단에서도 아크용접과 같이 전기아크의 강력한 힘이 금속을 용융시키기 위하여 계속 사용되는 것이다.

이때 용융금속은 그 사용방법에 따라 산화되거나 또는 비산되므로 용단작업이 이루어 지는 것이다.

◎ 아크절단용 용접봉 :

구리(Cu), 주철(Fe) 및 저탄소강이나 고탄소강 그리고 스테인레스강과 같은

아크절단용 재료는 일반적인 용도의 용접봉이나 또는 특수용도용 용접봉으로 사용할 수 있다.

일반적으로 절단시에 용접봉을 상·하로 움직여 아크를 발생시킨다. 그러나 특별히 피복된 용접봉은 높은 전류를 사용하여 절단(Cutting), 구멍뚫기(Piercing), 홈파기(Gouging) 및 모서리절단(Chamfering) 등을 수행할 수 있다.

작업특수성에 따라 절단형태에 잘맞는 조건을 찾아내기 위해 여러가지 열조정(Heat Setting)을 시험하여 찾아내야 가장 잘맞는 작업을 할 수 있다.

〈표 1-1〉에서 보았듯이 절단법을 크게 분류하면 가스절단 및 아크절단으로 대별되는데 여기서 설명하고자 하는 것은 아크절단법이며, 이 절단은 아크를 시킨 후 얻어진 열에너지로 모재를 녹여 절단하는 방법이며 절단면이나 정확도 측면에서는 가스절단보다는 좀 미흡하지만 통상 가스절단법에서 처리가 곤란한 금속에도 이용할 수 있는 장점을 가지고 있다.

(1) 탄소(C) 아크절단

탄소봉이나 흑연전극봉과 모재간에 아크를 튀겨 절단하는 방법으로서 전기는 직류 정극성이 사용되며 교류전류도 가능하다.

큰 전류를 필요로 하므로 산화방지의 목적으로 전극봉 표면에 흑연전극봉 보다 전기저항이 크므로 저항이 적은 흑연전극봉을 사용하므로 대전류를 흐르게 할 수 있으므로 매우 유리하다. 예를들어 두께 12mm 이상의 판을 절단하는 경우 [그림 1-6]과 같이 전극봉을 절단면에 삽입하고 자를 밀면부터 절단을 시작하여 윗부분까지 아크를 이동시키고 이러한 동작을 반복하면서 밀면이 윗면보다 항상 선행하도록 절단하면 용융금속의 절단은 신속하게 처리된다.

흑연전극의 직경과 사용전류의 관계는 〈표 1-3〉과 같고 또한 주철과 압연강의 절단조건은 〈표 1-4〉와 같다.

〈표 1-3〉 흑연전극의 직경과 사용전류

전극봉 직경 (mm)	아크전류범위 (A)
6	200 이하
9	200 ~ 400
12	300 ~ 600
16	400 ~ 700
19	600 ~ 800
22	700 ~ 1,000
25	800 ~ 1,200

〈표 1-4〉 압연강 및 주철의 탄소아크 절단 조건

판두께 (mm)	전 류 (A)	절단속도 (mm/min)	판두께 (mm)	전 류 (A)	절단속도 (mm/min)
6.4	400	381	76.2	600	28.0
9.5	400	305	101.6	600	17.8
12.7	400	254	152.4	800	10.2
15.8	400	178	203.2	800	7.6
19.1	400	102	254.0	800	5.1
25.4	600	81.3	304.8	800	3.8
38.1	600	60.9	355.6	1,000	2.5
50.8	600	45.7	406.4	1,000	1.5

(2) 금속 아크 절단

피복봉을 쓰는 것이 보통이며 직류정극성이 적합하나 교류전류도 사용 가능하다.

절단조작은 탄소 아크절단의 경우와 동일하며 판두께 25mm의 연강, 주철, 스테인레스강에 대하여 비교한 실험 데이터로부터 알 수 있는 사실은 절단효율에 있어서는 주철이 가장 나쁘고 스테인레스강은 매우 우수한 것으로 실험되었다.

(3) 불활성가스 텅스텐 아크절단(Inert gas Tungsten Arc Cutting)

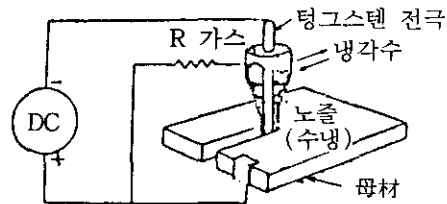
이 절단법은 텅스텐 토오치를 사용하여 경합금 및 비철금속 등을 고속도로 깨끗하게 절단하는 새로운 방법이다.

이 방법은 [그림 1-6]과 같이 압축노즐(Constricted Nozzle)내에 붙은 텅스텐 전극과 피절단물 사이에 아크를 발생시켜 모재를 녹여, 그것을 고속가스의 기류로 불어서 절단시킨다. 사용가스에는 아르곤(Ar)과 수소(H₂)의 혼합가스(혼합비 80:20)를 사용하고 아크열로 가열된 가스는 노즐에서 고속으로 분출되며, 또한 아크는 가늘고 길며 집중적이다.

절단면은 매우 깨끗하고 빠른 속도로 절단된다.

토오치는 가스기류의 속도를 증가하기 위하여 구경을 3mm로 하고 있다.

전원으로는 직류 600A, 개로전압은 보통 아크용접기의 약 2배의 용접기이된다. 직류정극성으로 사용하고 강력한 고주파에 의하여 아크를 스타트하나, 절단 중에는 라디오 방해를 피하기 위하여 차단된다. 또한 수소가스의 병용은 아크전압을 증가시켜 열입력을 증대하는 것과 아크 주위의 수소가 강하게 팽창하여 분출가스의 고속화를 기하기 위함이다.



[그림 1-3] 텅스텐 아크절단

(4) 아크에어 가우징법(Arc air gouging)

이 절단법은 탄소아크절단 후에 압축공기를 병용한 방법이라 생각할 수 있으며 용접부의 밀면제거할 때와 용접시 결함부의 제거 등 작업에 적합하며 특히 가우징에 이용된다.

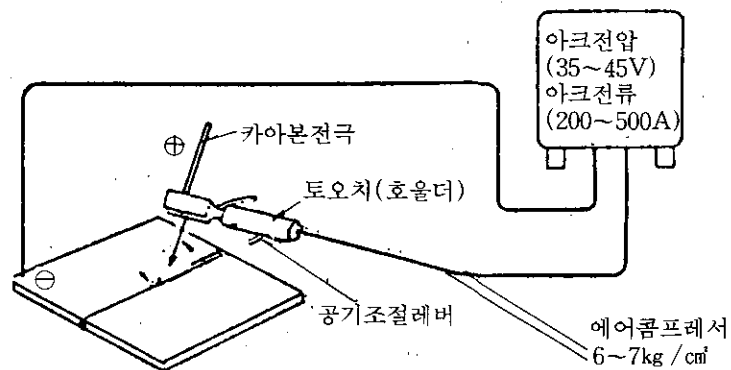
이 방법은 [그림 1-4]와 같이 흑연탄소봉에 동도금을 한 것을 전극으로 하고,

직류역극성으로 아크를 발생시켜 용융된 금속을 호울더(Holder)의 구멍으로부터 분출하는 압축공기에 의하여 제거시켜 홈을 파는 방법을 말한다.

이 방법의 장점으로는

- (가) 작업능률이 높으며 가스가우징의 2~3배의 능률
- (나) 모재에 대한 악영향이 없다. 용융금속을 제거시킬 때 이동속도가 빠르므로 모재의 가열범위가 좁고 가스가우징의 경우 같은 변형이나 균열의 발생이 없다.
- (다) 용접중에 결함이 있는 경우 쉽게 발견이 된다.
- (라) 소음이 없다.
- (마) 조작이 용이하다.
- (바) 경제성이 있다.
- (사) 응용범위가 넓다.

즉 동판, 스테인레스강, 황동주물 등에도 사용 가능함.



[그림 1-4] 아크에어법의 접착

(5) 산소아크 절단

이 방법은 전극봉과 모재간에 아크를 발생시켜 모재를 가열하고 봉의 중앙에서 절단산소를 분출시켜 가스절단하는 방법이다.

절단시에 전류는 직류를 사용하나 교류도 가능하다. 이때 사용되는 전극봉은

중앙에 홈이 있어 이곳으로 산소를 보내어 모재간 아크를 발생시키게 된다.

이때 사용되는 시판용 전극봉은 이음매가 없고 이음매가 있는 용접봉은 동 파이프로 되어 있다. 또한 표면에 코팅은 보통의 피복아크 용접봉과 같은 정도의 두께로 되어 있다.

직경 4.8mm, 길이 450mm, 내경은 1.6mm

직경 7.2mm, 길이 450mm, 내경은 2.0mm

직경 8.0mm, 길이 450mm, 내경은 2.5mm

산소아크절단에서는 거의 연봉기법이 필요없고 판두께 75mm까지의 강판이나 12mm 까지의 비철금속에 대하여는 절단방향으로 전극봉을 이동시키면 된다.

또한 산소아크절단을 탄소아크절단과 금속아크절단과 비교한 표는 <표 1-5>와 같다.

<표 1-5> 두께 10mm 연강의 절단능력 비교

방 법	전극직경 mm	재 질	전 류 A	산소압력 kg/cm ²	절단속도 mm/min
산소아크 (Arc)	9.0	카 본	300	—	125
금속아크	4.8	동	300	—	200
산소아크	4.8	동 판	175	5.2	1,125
산소아크	8.0	동 판	300	2.1	1,125

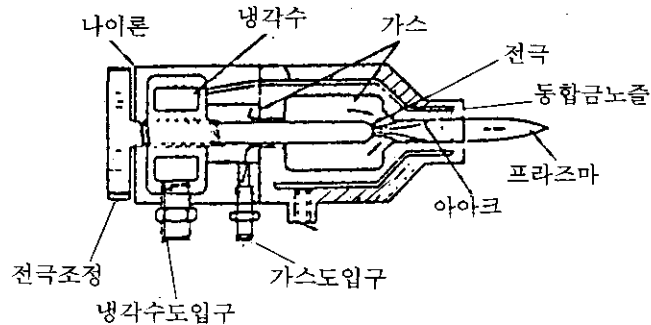
(6) 프라즈마(Plasma)제트 절단^{(1),(5)}

기체를 수천도의 고온으로 가열하면, 그속의 가스원자가 원자핵(+)과 전자(-)로 유리하여 양, 음, 이온의 상태가 되며 이러한 상태를 프라즈마라 한다.

공기중의 탄소아크는 이 프라즈마중의 이온을 매개로 하여 전류가 흐르고 있는 것이다. 일반적으로 아크를 이용하면 가스를 가열하여 고속으로 분출시켜 절단용으로 이용할 수 있다. 이것을 프라즈마염(Plasma flme)이라 한다.

[그림 1-5]와 같이 중앙에 비소모 전극을 두어 그 주위의 水冷銅合金노즐과의 사이에 아크를 발생시키고 그 사이에 적당한 가스를 도입하면 아크부분에 의하여

가열되어 팽창된 고온가스는 좁은 노즐 공으로부터 고도로 분출하게 되어 소위 플라즈마제트가 된다. 이 제트(Jet)를 사용할 경우 금속이든 비금속이든 어느 것이나 고도로 절단할 수 있다. 이 절단법의 장점은 절단토오치와 피절단물 사이에 아크를 발생시킬 필요가 없으므로 내화물의 절단이 가능한 것이다.



[그림 1-5] 플라즈마제트의 원리

(가) 플라즈마(Plasma) 아크절단 원리

플라즈마 아크절단은 스테인레스강이나 절단이 난이한 합금동과 같은 절단이 매우 어려운 강판을 절단할 수 있는 고속절단 종류이다. 이 절단법은 매우 공차가 적어 비교적 정확한 절단능력이 있는 절단형태이다. 또한 절단속도도 매우 빠르게 조절되므로 절단하는 끝에 형성되는 열 영향부가 보통 0.05인치도 안되므로 큰 절단법이다.

플라즈마 아크절단 방법은 이온화현상(Ionization Phenomena)을 이용하여 공기나 특정 연료인 가스를 전체적으로 또는 부분적으로 이온(Ion)화 시켜 공기나 가스를 과열함으로 행하는 절단법이다.

공기나 가스가 이온화 할려면 매우 높은 에너지를 가해야 플라즈마라 부르는 물질의 형태로 변화되는 것이다. 통상 고체, 액체 및 기체의 세가지상(Phase)외에 제 4의 상태라고 칭하는 플라즈마의 상태는 기체보다 더 상위의 물질형태이다.

예로서 공기나 가스를 과열시키면 공기는 기체상태에서 프라즈마 상태로 변한다. 이것은 마치 고체인 얼음이 가열되면 액체인 물로 변화되는 것과 같이 열원은 어떤 한 물질을 다른 상태로 변화시키는데 필요하게 된다.

즉 다시 말하면, 한 상태에서 그보다 더 낮은 상태로 변할 때는 열이 발생하게 된다. 액체인 물이 고체로 얼 때는 열을 발산하게 되는 원리와 같이 가스상태가 프라즈마로 되었다가 다시 가스상태로 환원될 때는 많은 열을 발산하게 된다. 실제 가스상태가 프라즈마로 변화할 때는 많은 열이 발산하게 되는 것이다.

즉 프라즈마는 가스로 환원되고 다시 프라즈마로 되기 위해 취했던 많은 열을 발산하게 된다. 또한 아크는 음극(Cathode)과 작업물 사이에서 일어나며 표준아크열(Normalarcheat)은 금속을 절단하기 위해 작용한다.

따라서 이들은 대단히 절단이 난이한 금속판이라 할지라도 충분히 절단할 수 있는 열을 발산하게 된다. 프라즈마 아크에서 나오는 모든 열은 산소-아세틸렌 절단 화염의 약 10배 정도 높다. 즉, 산소-아세틸렌 화염온도는 화씨로 약 6,300도인데 프라즈마 아크의 온도는 화씨로 약 60,000도 이상이나 된다.

(나) 프라즈마 토오치의 종류(Type of Plasma Torches)

프라즈마 토오치는 두가지 기본형이 있는데 하나는 전이형(Transferred)이고 다른 하나는 비전이형(Nontransferred)이다.

전이형은 토오치와 작업금속 사이에서 아크가 유지되는 즉, 아크가 작업물에서 전이되는 형태이다. 그러나 비전이형은 토오치 그 자체 내에서 음(-)극인 토오치 용접봉과 양(+)극인 토오치 노즐(Torch Nozzle) 사이에서 아크를 유지시키기 위해 직류를 사용한다. 이와같은 아크의 힘은 금속을 절단하기 위해 사용되지만 금속에서 함께 발생되지는 않는다.

(다) 프라즈마 아크에 사용되는 연료가스

프라즈마 아크 절단을 위해 사용되는 가스는 수소(H_2), 아르곤(Ar), 질소(N_2) 및 헬륨(He)이 있고 전술한 기체보다 값이 저렴한 압축공기도 흔히 사용된다. 압축공기 절단 과정은 두께 1인치까지의 금속을 절단하기 위해서는 산소-아세틸

렌 파정보다 값이 더 저렴하다.

1인치 이상의 금속을 절단하기 위해서는 질소를 압축공기 대신 사용해야 한다.

나. 자동가스 절단기

정밀하게 가동된 절단팁을 쓰고, 적당한 절단조건을 선정하면 절단면을 1/100mm 정도로 할 수 있으며 보통의 팁으로도 3/100~5/100mm 정도로 절단할 수 있어 타공작 기계의 절삭에 맞먹는 정도가 얻어진다. 그러나 수동절단에서는 표면의 요철이 자동절단시의 수배 내지 수십배가 되어 高精度는 기대하기 어렵다. 따라서 정도가 높은 용접이음의 홈가공을 하기 위하여 자동절단기가 중요한 역할을 담당하고 있는 것이 현실이다.

(1) 직선절단기(直線切斷機)

직선절단기는 직선레일 선상을 원하는 일정한 속도로 주행하는 電대차에 1개 또는 여러개의 토오치를 설치한 기계이다.

소형 자동절단기는 한 작업자가 자유로이 이동 가능한 경량의 물건이며, 길이는 2m 정도의 소형 앵글(Angle)의 레일 또는 판에 홈을 단 레일상에 올려 놓은 것이고, 그 이상의 길이를 절단할 때는 레일을 이어서 사용하게 된다. 대형의 자동 절단기는 조선소에서 많이 이용되며, 정밀절단에 있어서 고능력을 발휘하고 있다.

주행대차의 레일간격은 4~7m나 되며, 홈절단가공이 되게끔 3개의 토오치군이 3~4군데 설치되고 있다. 레일의 연장은 보통 30m 이상이고 그 직선도는 10m에 한하여 1/100mm 정도의 정도가 요망되고 있다.

(2) 형 절단기(型切斷機)

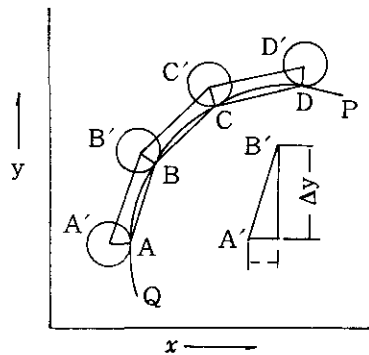
유선절단을 반자동 가스절단기로 할 수도 있으나 동일 형장을 반복절단하는 경우에는 다토오치식형 절단기계를 사용한다.

형절단기에서는 원형의 트레이서(Tracer) 형식으로는 i) 수동식 ii) 기계식

iii) 전자식 iv) 광학식 v) 광전자식의 제방법이 있다.

최근 공작기계의 자동화의 영향을 받아 수치제어방식의 자동가스절단기가 실용화 되고 있다.

종래의 방법은 형판을 기계적, 전자적 또는 광학적으로 추적하는 형식을 취하고 있으나 수치제어 방식은 [그림 1-6]과 같이 절단해야 할 곡선을 절선 AB, BC, CD,.....로 근사 시킨다(예; 오차 1mm 이하). 이것을 보간조작이라 한다.



[그림 1-6] 절단곡선의 보간

토오치 중에 A', B' 간의 X, Y 양좌표의 차이 ΔX , ΔY 를 수치로 나타내고 이 값에 정비례하는 개수의 전류펄스를 두어 토오치를 ΔX , ΔY mm씩 이동시킬 수 있도록 연구되고 있다.

즉 절단치수를 펀칭테이프에 옮겨, 이것을 수치제어장치에 걸어서 자기 테이프를 만들고 이 자기테이프를 써서 토오치를 이동시키므로 자동절단을 하는 것이다. 이와 같이 함으로서 전반적인 절단경비가 저렴하게 되는 것이다.

다. 특수절단기(特殊切斷機)

가스절단의 진보에 따라 종래의 산소 아세틸렌 절단으로는 불가능했던 특수강, 비철금속의 절단, 수중절단, 가우징, 스카이핑 등과 같은 특수분야가 개척되었으며 절단기도 이에 맞는 것이 고안되고 있다.

(1) 산소-프로판가스 절단기

전술한 바와 같이 프로판(C_3H_8)가스 절단을 그 안전성, 및 절단면의 부드러움 때문에 최근에 잘 사용하고 있으나, 연소속도가 늦기 때문에 화염이 날리는 것을 방지하기 위하여 토오치 외부에 절단팁을 추가로 끼워서 사용하므로 이러한 단점을 보완후 사용하고 있다.

(2) 산소-프로판 가스 절단조건

산소-프로판 가스염을 예열염으로 하는 산소절단이 최근 사용되고 있으며 그 절단 조건을 <표 1-6>에서 볼 수 있다.

<표 1-6> 산소-프로판가스 절단조건

	판두께 mm	팁구경 mm	산소압력 kg/cm ²	프로판압력 kg/cm ²	절단속도 mm/min
자 동 절 단	6	1.0	1.8	0.21	850
	12	1.1	2.1	0.25	915
	19	1.3	2.0	0.21	495
	25	1.6	2.5	0.25	368
	50	1.6	2.7	0.28	267
수 동 절 단	3	1.1	1.1	0.14	—
	12~19	1.3	2.1	0.21	—
	25~32	1.6	2.5	0.21	—
	50	1.6	3.2	0.21	—
	100	2.3	4.6	0.28	—
	200	2.3	7.4	0.35~0.42	—
	300	3.6	10.0	0.49	—

라. 기타의 특수 절단기

일반적인 가스절단과는 그 취지를 달리한 절단기로서는 분말절단, 산소창절단, 가우징, 스카이핑 및 수중절단 등이 쓰이고 있으며 이들을 간략히 설명하면 다음

과 같다.

(1) 분말절단(Powder cutting)

주철, 고합금강 및 비철금속 등에서는 절단가능한 물성을 구비하고 있지 않으므로 간편하게 가스절단을 할 수 없다. 그러므로 철분말 또는 플라스틱분말을 자동적, 연속적으로 절단산소에 혼입공급하여 그 산화열 또는 용제작용을 이용한 절단방법이 발달하였다.

이것을 분말전단이라 하며, 그러나 절단면을 보통의 가스절단면만큼 깨끗하지 못한 것이 단점이다.

(2) 산소창 절단(Oxygen lance cutting)

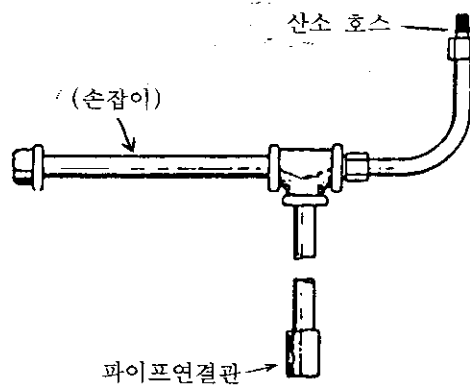
산소창 절단은 토오치팁 대신에 가늘고 긴 강관을 써서 절단산소를 심부까지 보내어 절단하는 방법이다.

창으로는 내경 3.2~6mm 길이 1.5~3mm의 강관을 쓰며 절단중에는 창 자체가 연소함으로써 철분절단법과 같은 원리로 절단하는 것이므로 창이 선단이 소모되므로 상당히 긴 창을 사용해야만 한다. 이때 아세틸렌은 쓸 필요가 없으므로 제강소 등에서 용강남비 바닥에 남은 호떡 모양의 강톤 산소 아세틸렌염을 쓰는 방법, 적열한 강부스러기를 쓰는 방법등이 있다.

또한 산소창은 절단토오치 초기에 사용되었던 한가지 형태로서 그러나 절단작업에는 흔히 사용되고 있으며, 이것을 모체로 하여 제조한 제품들은 용단작업에 사용하고 있다. [그림 1-7]는 산소창의 기본구조를 나타낸 것이다.

이 [그림 1-7]에서 보듯이 기본적인 크기는 관의 직경이 1/8 내지 1인치 직경의 깨끗한 강철 파이프에 구성되어 있으며, T자형 손잡이가 창을 조절하기 위하여 팁에 가로 위치로 고정되어 부착되어 있으며, 이 T형 손잡이와 비슷하게 밸브는 관 끝에 부착되어 있다.

이 밸브로부터 절단에 필요한 많은 양의 산소를 호스로 분출시킬 수 있는 그림이다.



[그림 1-7] 산소 창 기본구조

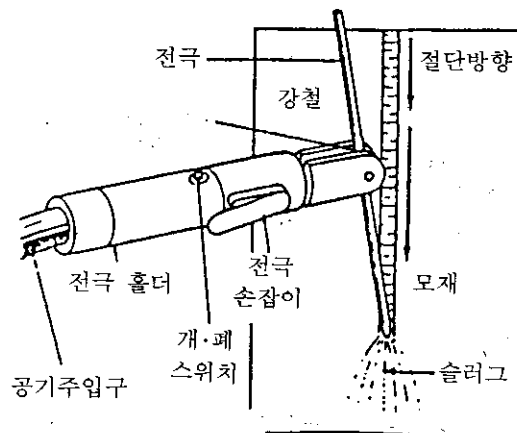
(3) 가우징(Gouging cutting)

가우징 절단이란 금속면에 깊은 홈을 파는 방법이며 홈의 길이와 폭의 비는 1:3 정도의 것을 말한다.

가우징에는 수직, 수평 가우징 및 베벌링 법이 있다.

(가) 수직 가우징

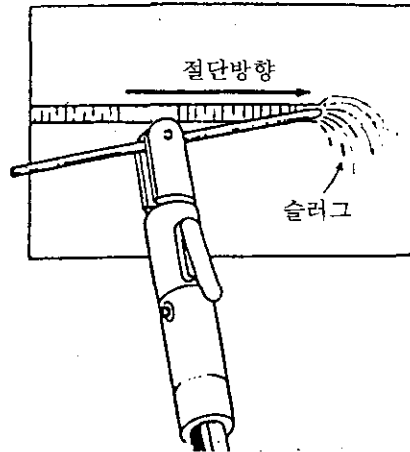
[그림 1-8]는 수직자세에서 행하는 절단 작업으로 아래쪽으로(위에서 아래로) 행하는 절단형태이다. 이와같은 절단법은 압축공기가 용융금속을 제거하는데 중력의 도움을 받을 것이다.



[그림 1-8] 수직자세의 가우징

(나) 수평 가우징

[그림 1-9]와 같이 평판을 횡단하여 양쪽 방향으로부터 나오는 용융금속을 파내어 홈을 만들므로 절단하게 되는 것이다.



[그림 1-9] 수평자세의 가우징

(다) 베벨링(Beveling) 절단

용접하기 위하여 준비한 금속판이나 모재는 바람직한 경사각으로 그 모재의 끝단을 용접봉으로 절단하여 경사지도록 할 수 있다.

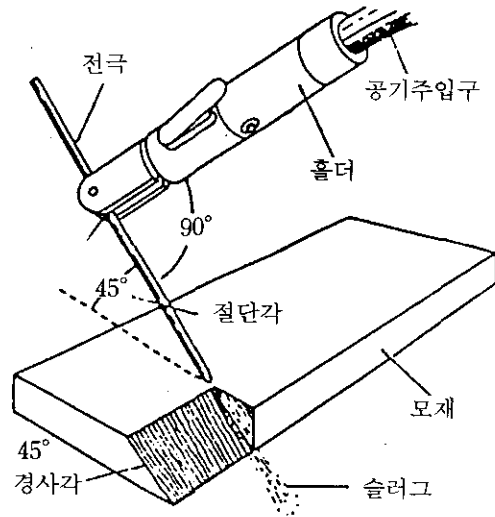
[그림 1-10]과 같이 용접봉을 호울더(Holder)로부터 90도 되게 고정시킨 다음 작업을 위해서 공기분사(Air jet)는 용접봉과 경사지게 각이는 재료 표면 사이에 있어야 한다.

(4) 스카이핑 절단(Scarfig cutting)

이 절단은 표면을 얇게 깎아내는 방법을 말하며 길이와 폭의 비율은 1:(3~7)배 정도가 적합하다.

(5) 수중절단(Underwater cutting)

침몰선의 해체, 교량의 교각개조, 댐, 항만 및 방파제 등의 공사에서는 수중에서 가스절단을 할 필요성이 있다.



[그림 1-10] 경사면의 아크 공기절단

수중절단에서는 수중의 기포발생을 적게 하여 작업을 쉽게 하기 위하여 보통 산소, 수소를 이용한 팁을 사용한다. 이 수중절단 팁의 최외부로부터 산소 또는 압축공기를 분출시켜 불꽃을 안정시키는 것이 있다.

예열가스는 공기중에서보다 4~8배의 유량이 필요하며 절단산소의 분출공도 대기중에서보다 50~100% 큰 것이 사용된다. 절단속도는 판두께가 12~50mm까지의 깨끗한 강판이면 시속 6~9m의 속도로 절단할 수 있다. 수중절단 토오치는 특수하게 제작되어 사용하지만 특수한 것은 수중 45m 길이에서 판두께가 약 100mm의 것도 절단이 가능하다.

(6) 아크 공기절단(Arc air cutting)

아크 공기 토오치는 아크와 공기절단토오치의 조합으로 이루어진 형태이다. 아크-공기 토오치는 금속을 절단기 위해 사용되는 것 이외에도 베벨(Bevel), 가우즈(Gouge), 홈파기(Groove), 구멍뚫기(Pierce) 및 평면만들기 등에 사용되기도 한다. 따라서 작업자는 토오치를 사용할 때 특수 용접봉과 압축된 공기로 전류를 사용한다.

이것은 전자세(all work position)에 사용할 수 있으므로 매우 다양성이 있다.

(가) 전 원

일반적인 용접기는 아크-공기 절단을 위한 전원이 있다.

〈표 1-7〉에서는 아크절단에 필요한 충분한 전류를 기록한 표이다

〈표 1-7〉 아크절단에 추천되는 전류범위

전극반경(인치)	전류범위(A)
5/32	80~150
3/16	100~200
1/4	50~350
5/16	200~450
3/8	300~550
1/2	400~800

강력한 절단에는 일정한 전압의 용접기가 필요하다. 이러한 형태의 절단에는 역극성이 사용된다. 〈표 1-7〉에 표시한 전류범위는 작업시에 작업자가 80psi~100psi에 이르기까지 공기 압력이 변화하는 동안 표에 나타난 전류조정이 잘 맞아야 한다.

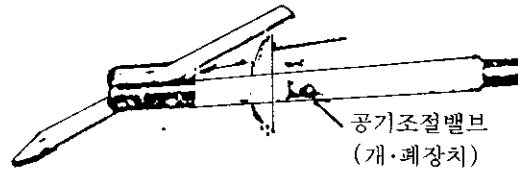
(나) 절단순서

아크-공기 토오치에서 공기의 흐름은 [그림 1-11]에서와 같이 토오치 손잡이에 개·폐밸브(on-off Valve)에 의해 조정된다.

토오치 헤드(Torch head)는 용접봉 위치를 자유자재로 회전시킬 수 있다. 아크는 용접봉과 절단 또는 가우즈되는 금속사이에서 발생하며, 아크가 발생할 때 모재가 용융되고 산화된 잔유물은 압축공기가 분사되어 제거시킨다.

다공성이나 균열을 허용할 수 없는 작업에서는 아크와 공기 토오치가 갈라진 흠을 없애고 빨리 다공성 부위를 제거한다.

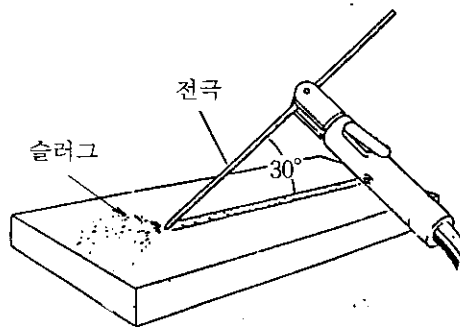
이것은 산소-아세틸렌 절단처럼 산화 과정이 없는 금속표면을 절단, 흠파기 또는 평면으로 제조할 수 있는 것이다.



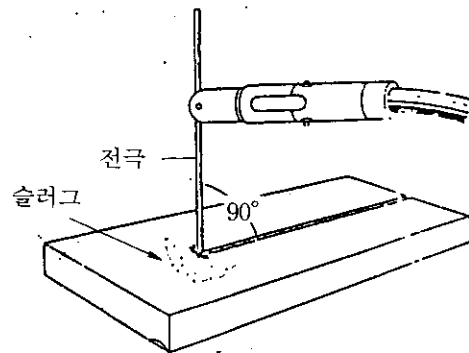
[그림 1-11] 용접공이 압축공기를 조절할 수 있는 개·폐밸브가 달린 토오치팁

낮은 열량의 절단봉은 모재의 성질에 영향을 주지 않는다. 모재를 절단하는 도중 필요한 곳에서는 용접봉을 정확히 평면각(Flat angle)으로 유지한 후 원하는 크기로 움직여야 한다. 이러한 동작은 절단을 위한 모재를 깨끗하고 유연성 있게 할 수 있는 행동이다.

홈의 넓이와 용접봉의 각도와 용접봉의 직경등은 홈의 넓고 좁음과 깊고 낮은 정도를 조절할 수 있다. 즉 [그림 1-12]와 [그림 1-13]은 용단봉의 각도에 따른 홈의 깊고 낮은 정도를 나타낸 것이다.



[그림 1-12] 낮은 용접봉 각은 넓고 낮은 홈을 생성



[그림 1-13] 높은 용접봉 각은 깊고 좁은 홈을 생성

마. 맵(MAPP)가스를 이용한 절단⁽⁶⁾

주요한 연료용 가스로 지금까지 통산 산소(O_2)와 아세틸렌(C_2H_2)가스를 사용하였는데 새로운 연료가스로서 맵가스를 사용할 수 있다.

산소가스 불꽃 절단과는 같이 맵(MAPP)가스 절단의 원리는 금속판이 급속히

타는(산화하는) 것에 근거를 둔다. 금속판이 충분히 가열됐을 때 철(Fe)은 공기 속에 산소에서 타고 있는 가연성물질 처럼 산소 불꽃속에서 타게 된다. 그러나 금속(철)은 비가연성 물질이므로 가연성 물질과 같이 쉽게 산화되는 것이 아니라 많은 산소량이 필요하게 된다. 절단장소가 가열되고 타기 시작할 때 철산화물과 기타합금원소의 산화물은 찌꺼기를 생성하면서 혼합된다.

연소가 진행되는 동안 절단면으로부터 산소가스를 잔유물 쪽으로 유출시켜야 한다. 보통 절단공은 절단토오치를 사용하므로 절단이 시작되는 지점에서 예열을 하게 된다. 이때 연소는 시작되며 창외 열린 끝부분은 예열된 지점에 부착되어 타게되는 것이다.

이와같이 비가연성 철을 타도록 하기 위하여는 순수한 많은 양의 산소를 공급해 주어야 한다.

3. 가스와 그 공급장치

가. 예열가스

가스절단용 예열가스로서는 아세틸렌 외에 액화천연가스(LNG), 액화석유가스(LPG) 및 도시가스 등의 여러 종류의 것이 있다.

특수한 것을 제외하고 아세틸렌이 가장 많이 쓰인다. 각종 연료가스와 발열량, 화염온도를 비교하면 <표 1-8>과 같다. 이 표에서 알수 있듯이 아세틸렌가스는 불꽃온도가 특히 높고, 발열량이 크며, 또한 염가로 용이하게 발생시킬 수 있는 잇점이 있다.

<표 1-8>에서 보듯이 완전연소시에는 아:산(1:2.5 용량비)가 필요하므로 보통의 예열염 및 가스용접염에서는 동량의 산소를 사용하고 나머지 1.5배는 대기중의 산소를 이용하고 있다. 이에 대하여 산소 수소염은 산소 아세틸렌염과 같이 자색금형이 없고 청색 외염에 둘러싸인 짧은 방광염색으로 구성되기 때문에 육안으로 불꽃조절이 곤란하므로 최근에는 수중절단을 제외하고는 거의 사용치 않는

다. 또한 프로판가스는 경도의 압력을 가하면 액화할 수 있고 취급이 간단함과 동시에 연소시의 발열량이 높고 폭발의 위험성이 적으며 가격이 저렴하므로 최근 매우 많이 활용되고 있다. 산소-프로판염은 화염전파 속도가 수소나 아세틸렌의 경우보다 현저하게 낮고, 폭발한계도 좁으므로 산화성이 강하고 절단면의 슬래그 격리가 양호하여 깨끗한 절단면이 얻어진다.

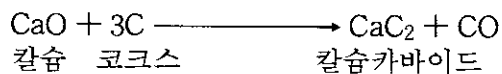
〈표 1-8〉 각종 연료가스의 성질

가스명	완전연소의 화학식	발열량 kcal / m'	혼합비 (저)	연료 / 가스		최고화염 온도(℃)
				(고)	최 적	
아세틸렌	$C_2H_2 + 5/2O_2 \rightarrow 2CO_2 + H_2O$	12,690	1:1.1	1:1.8	1:1.7	3,430
수 소	$H_2 + 1/2O_2 \rightarrow H_2O$	2,420	1:0.5	1:0.5	1:0.5	2,900
프로판	$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$	20,780	1:3.75	1:4.75	1:4.5	2,820
메 탄	$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$	8,080	1:1.8	1:2.25	1:2.1	2,700
일산화탄소	$CO + 1/2O_2 \rightarrow CO_2$	2,860	1:0.5	1:0.5	1:0.5	2,820

나. 아세틸렌 가스(Acetylene Gas)

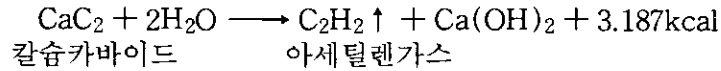
아세틸렌(C_2H_2)은 칼슘카바이드(CaC_2)에 물(H_2O)을 반응시켜 제조한다.

칼슘카바이드는 석회(CaO)와 코크스(C)를 전기로 태워 만든다. 즉 이때 반응식을 보면



이 칼슘카바이드 중에는 석회중의 인(P)이나 코크스중의 유황(S) 성분이 함유되어 있어 후에 불순물의 가스가 생성될 수 있다.

칼슘카바이드와 물(H_2O)과의 반응으로 아세틸렌이 생성되는 화학식을 보면 다음과 같다.



이때 발생하는 아세틸렌가스중에는 불순물로서 포스핀(PH₃) 가스나 유화수소(H₂S) 또는 암모니아(NH₃) 가스가 발생하여 악취가 나는 수가 있다.

따라서 이들 불순한 가스를 제거시키고 순수한 아세틸렌을 선택하여 사용할 필요가 있다.

(1) 아세틸렌가스의 세정

카바이드 중에는 여러가지의 불순물이 혼재되어 있으므로 생성된 아세틸렌 가스중에는 유화수소(H₂S), 인화수소(PH₃) 및 암모니아(NH₃) 가스 등의 불순물이 혼입하게 되어 있다. 따라서 이들 가스가 용착금속이나 절단되는 모재성분을 약화시키고 또한 아세틸렌가스의 폭발을 일으키는 원인이 되므로 이것을 청결하게 정화하여야 한다. 이를 위하여 발생한 아세틸렌가스를 물로 세척하는 외에 화학약품을 써서 정화한다.

이때 사용되는 화학약품으로는 표백분(CaOCl), 과망간산카리(KMnO₄) 및 중크롬산(Na₂Cr₂O₇)에 황산을 가한 것 외에 염화제 2 철(FeCl₂) 등이 사용된다.

(2) 용해 아세틸렌

아세틸렌이 공기 또는 산소와 혼합된 경우에는 점화 또는 충격 등의 원인으로 폭발이 일어날 수도 있다. 또한 아세틸렌은 단순히 기압만 하여도 분해폭발을 일으키는 성질이 있다. 더구나 이때 1.5 기압의 기압만 가져도 위험상태이고 2.0 기압하에서는 자연폭발하는 것으로 알려져 있다.

이러한 아세틸렌가스의 특성 때문에 안전하게 저장한다는 것은 매우 곤란한 일이다. 그래서 연구된 것중 아세톤(Acetone) 1용적에 15℃에서 1P하에서 약 25 용적이 아세틸렌을 용해시킬 수 있고 기압을 높여서 15기압하에서는 375용적의 아세틸렌을 용해시킬 수 있다. 따라서 철제 봄베에 아세톤을 흡수시킨 목탄과 다공성물질을 균등하게 충전시키고 여기에 아세틸렌을 용해시킨 것이 소위 시판되

고 있는 용해 아세틸렌이며, 15℃에서 15.5kg/cm² 이하의 압력으로 충전되고 있다.

아세틸렌용 용기의 용량은 보통 30ℓ의 것이 쓰인다. 다공질 1ℓ를 용해할 수 있는 아세틸렌량은 1기압으로 환산하면 약 150ℓ에 상당하므로 15기압 30ℓ 용량 중에는 4,500ℓ의 아세틸렌이 충전되어 있는 것이다.

용해 아세틸렌은 발생기에 의한 아세틸렌에 비하여 훨씬 안전성이 높고 고순도이다. 아세틸렌가스 발생기에는 안전장치가 필요하다.

그래도 부주의에 의한 사고가 때때로 발생하고 있다. 이에 반하여 용해 아세틸렌은 이와같은 사고가 전연없으므로 매우 안전한 편이다.

또한 용해 아세틸렌은 순수하고 건조하므로 용단부의 성질이 양호하다.

그러나 용해 아세틸렌을 사용할 때는 기타 고압가스를 취급할 때와 같이 세심한 주의를 기울여야 하며, 특히 충격, 가열, 낙화의 근접을 금지하여야 한다. 또한 실린더를 옆으로 누어서 사용할 수는 없다.

이것이 산소가스와 크게 다른 점이다.

다. 산소(O₂)가스

산소는 보통 액체공기를 분류하여 제조되지만 때로는 물(H₂O)의 전기분해를 이용할 때도 있다. 산소는 철제 실린더에 보통 35℃에서 150기압으로 충전되고 있다. 실린더는 압력시험을 한 다음 사용되지만 그 취급에 있어서는 역시 주의를 요한다. 용기의 어깨 부분을 녹색으로 도장한 것이 산소 실린더, 황색의 것이 아세틸렌 실린더이다. 산소는 -183℃에서 액화되어 액체산소가 된다. 액체산소 1부피는 대기압하의 가스부피의 850배가 된다. 6,000ℓ들이 실린더에 충전된 산소는 무게로 약 8.4kg이지만, 실린더 자체의 무게는 약 70kg이다.

따라서 가스체의 산소를 운반하는 것보다 액체산소를 운반하는 것이 훨씬 유리하므로 최근에는 산소제조소로부터 액체 산소를 운반하는 경우가 많게 되었다. 실린더 용량으로는 5,000, 6,000 및 7,000ℓ들이 3종이 있으며 이들 부피는 각

각 33.5ℓ, 40.7ℓ이다. 또한 두부에는 황금제의 용기밸브가 붙어 있으며 밸브의 개폐에는 핸들을 좌우에 돌리면서 상하로 움직이도록 조절할 수 있다. 산소실린더의 취급상 주의사항은 충격을 주지 말아야 하며 항상 40℃ 이하로 유지토록 하고 직사광선에 노출시키지 말아야 한다.

또한 밸브등에 유류가 묻지 말것이며 밸브 개폐는 조용히 조절하여 사용해야 한다.

라. 가스공급장치

(1) 매니폴드와 배관

절단작업에서는 다량의 산소, 아세틸렌을 필요로 하므로 다량의 실린더를 방열로 연결기와 직결한다. 예를들어 두께 25mm의 강판을 절단할 때는 산소 소비량이 4m³/h이므로 6m³의 실린더로는 1.5시간이 소요된다. 따라서 절단량이 많은 때는 수십개의 실린더를 직결할 필요가 있다.

연결기나 발생기로부터 작업현장으로 가스를 공급하기 위한 배관에 있어서 우선 문제시 되는 것은 그 배관의 직경이다. 가스유량은 순간 최대유량을 기준으로 잡고, 또한 배관길이 때문에 압력이 저하하는 것도 고려하여야 한다. 현재로서는 실험 데이터와 경험에 따라 결정되고 있다. 또한 각 토오치로의 분기부에는 적당한 압력 조정기를 설치하는 것이 좋고, 아세틸렌의 연결기 출구에는 반드시 수봉 안전을 설치할 필요가 있으며 또한 주배관에서 분기 배관으로 갈라지는 곳에도 안전기를 설치하여야 한다.

(2) 압력조정기

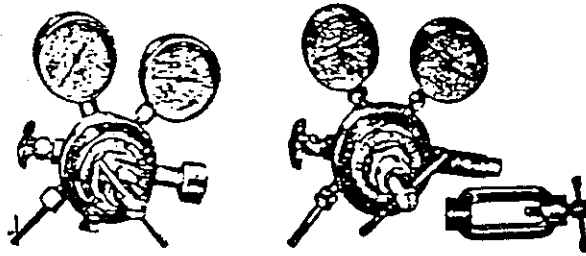
산소 실린더, 용해 아세틸렌 및 산소 아세틸렌 등의 배관은 매우 고압으로 이것을 실제로 용단작업에 필요한 압력으로 저하시켜 적당한 유량으로 확보하기 위하여는 [그림 1-14]와 같이 조압나사(7)를 좌우회전시켜 다이어프램을 밀어 내리면 가스 도입구로부터 들어온 고압가스가 1차측 밀실을 통해 밸브시이트와 2차

측 밀실사이에서 감압되어서 가스 도출구로 흘러 나간다. 그리고 1차측과 2차측의 압력은 각각의 압력계에 의하여 지시된다.

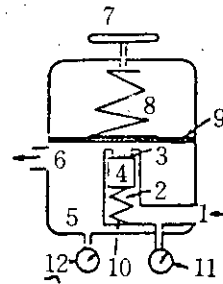
조정기의 본체는 포금주물, 황동단제품 및 주철 등으로 만들어지며, 다이어프램은 고무판 또는 얇은 금속판으로 되어 있다. 또한 중요한 밸브 시이트패킹에는 예보나이트, 고무, 불소수지 등이 사용된다.

일반적으로는 압력조정기는 예민하게 작용하는 것이므로 먼지가 들어가지 않도록 주의하고 또한 산소와 화합하기 쉬운 유류, 구리스 등을 근접시켜서는 안된다.

[그림 1-15]는 압력조정기의 원리 단면이다.



[그림 1-14] 압력 조정기



1. 가스導入口
2. 一次側密室
3. 사이트
4. 밸브
5. 二次側密室
6. 가스導出口
7. 調壓나사
8. 大스프링
9. 다이어프램
10. 小스프링
11. 一次側壓力計
12. 二次側壓力計

[그림 1-15] 압력조정기의 원리

제 2 장 용단에 사용되는 가스종류 및 그들의 특성^(7~9)

1. 아세틸렌(Acetylene)가스

가. 일반현상

세계적으로 아세틸렌가스를 처음 사용하기 시작한 1900년경에는 이 가스를 액화가스 상태로 용기에 충전하여 이용하였으나 사용중에 화재·폭발 사고가 발생하여 가스의 분해 폭발이라고 하는 새로운 현상을 확인하게 되었다.

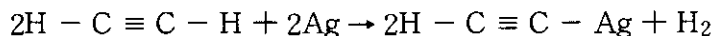
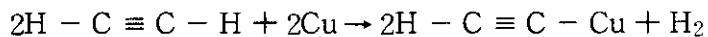
아세틸렌가스가 우리나라에 처음 사용된 것은 1951년도 6.25 사변 직후부터인 데 주한 미군 제 2 공병단에서 용해 아세틸렌 생산이 그 효시였다.

이후 1955년부터 용해 아세틸렌 공장이 설립되어 오늘에 이르고 있다.

이 가스는 상온, 상압하에서 무색의 기체이며 탄소-탄소 원자간에 삼중결합을 한 직선상의 분자로서 비교적 안정하지만 방전이나 충격 등 적당한 점화에너지가 있으면 폭발적으로 분해반응을 일으킨다. 분해반응은 압력이 클수록 잘 일어난다. 또한 아세틸렌은 여러가지 금속(Metal)과 반응하여 아세틸리드(Acetylide)를 만든다.

아세틸렌 분자식($\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$) 중에서 수소원자와 금속이 치환된 탄화물을 총칭해서 아세틸리드(Acetylide)라 하며 구리(Cu) 및 은(Ag)의 아세틸리드는 충격 또는 가열에 의해 폭발하는 것이므로 아세틸렌가스 폭발시에 발화원 작용을 한다.

화학 반응식으로 표시해 보면 다음과 같다.



(Silver Acetylide)

이 가스는 풍부한 반응성외에 산소에 의한 연소시 약 섭씨 3,300도의 화염이 생기므로 용접, 용단시에 가장 우수한 기체로 사용하고 있지만 너무 쉽게 폭발성 혼합기체가 형성되므로 폭발의 위험성을 많이 안고 있는 기체이다. 폭발한계 범위는 공기중에서 2.5% 이상 80%로 되어 있으나 실제 분해폭발이 단독으로 일어날 수 있어 실제 폭발 상한치는 100%라 할 수 있다.

국내에서 아세틸렌가스를 제조하는 방법에는 습식과 건식법이 있는데 습식법은 물을 용매겸 반응물로 사용하게 되는데 이때 부산물(By-Products)로서 소석회($\text{Ca}(\text{OH})_2$)가 생기며 이 잔유물의 처리가 매우 난이한 것이 큰 단점으로 되고 있으며 한편 건식법의 경우는 제조설비가 거액이 투자되므로 사용이 난이하다.

따라서 습식이든 건식이든 아세틸렌가스 제조시에는 비용이 기타 가스 액화천연가스나 액화 석유화학가스와 같은 천연자원에 가까운 기체들보다는 단가가 약 8~10배 비쌀 뿐만 아니라 폭발한계가 커서 위험성이 따르므로 이 아세틸렌가스 외에 기타의 가스를 써서 용단, 용접 작업을 하는 것이 바람직 하다고 사료된다.

나. 물리적 성질 (Physical Properties of Acetylene)

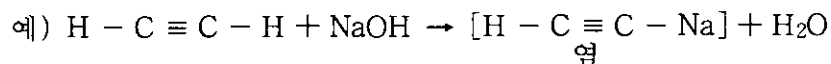
물 리 적 성 질	값 (수치)
분자량 (C_2H_2)	26.038
비 점 (B.P)	-75.0℃
승화점 (S.P)	-84.0℃
절대비중	1.1747kg / m ³
상대비중 (at 0℃, Air=1.0)	0.908
액체비중 (Density liq)	0.610kg / ℓ (-80.75℃)
폭발한계 (공기중) (Flammable Limits in Air)	2.5~81% (by-volume)
액체점도 (Viscosity Liq)	0.195cP (at -80℃)
표면장력 (Surface Tension)	18.8 dyne / cm (at -80℃)
용해도(물속에서) at 25℃	0.94cm ³ / 1cm ³ H ₂ O
자연발화온도 (Autoignition Temp)	406~440℃

물 리 적 성 질	값 (수치)
가스, 연소열 at 25℃ and const. P	To form $H_2O(l) + CO_2(g)$ 1,299.6 kJ /mole, 310.62kcal /m
가스, 연소열 at 25℃ and const. P	Na To form $H_2O(g) + CO_2(g)$ 1,225.6kJ /mole: 300.10 kcal /m

다. 성상(Description)

아세틸렌(Acetylene) 또는 Ethyne(C_2H_2)가스라고도 명명하는 이 가스는 알킨(Alkynes) 또는 아세틸렌이라고 명명되는 가장 간단한 불포화탄화수소 계례화합물이다.

또한 유기합성시에 출발물질중 가장 중요한 물질의 하나이다. 아세틸렌가스는 삼중결합을 가진 불포화 탄화수소이므로 여러가지 부가반응(Addition Reactions)을 하는데 사용될 뿐만 아니라 약한 산성을 띤 수소원자를 가지고 있으므로 강한 염기와 반응하여 아세틸리드염(Acetylide salt)으로 치환될 수 있다.



순수한 아세틸렌은 무색이며, 에테르 냄새가 나는 매우 화기에 잘 붙는 가스이다. 보통 상용순도를 가진 이 가스는 분명한 마늘냄새가 나는 기체이다.

이는 아세톤에 잘 녹으며, 즉 부피로 1에 아세톤인 300배 부피의 아세틸렌을 녹일수 있다(at 1207kPa=175 psia).

그리고 공기보다 약간 가볍다.

라. 규정(Specifications)

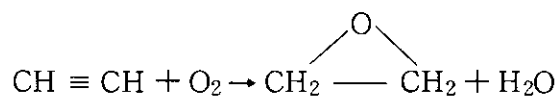
아세틸렌가스는 순도가 최하 99.6%이다.

주된 불순물은 공기이며 약 0.03~0.30%이다. 이 가스중에 아세톤의 함량은 실

린더의 온도와 압력에 달려 있다. Metheson제의 순수한 아세틸렌은 황화수소 (H₂S)가 없고 상품으로 가장 순수하게 이용되고 있다.

마. 용도(Uses)

아세틸렌은 높은 화학반응성 때문에 산업용 합성 화학원료로 매우 유용하게 사용되고 있다. 미국에서 해마다 생산되는 총 생산량의 약 85%는 화학합성원료로 쓰이며 특히 Vinylchloride, Vinyl Ether, Vinylactylene, trichloroethylene 그리고 Perchlor Ethylene 등의 유기 합성제품의 원료물질로서 사용되는 양이 날로 증가하고 있다. 나머지 15% 정도는 절단용과 열처리용으로서 옥시 아세틸렌으로 사용된다.



또한 AA(원자 흡수 광도계)의 원료로서도 쓰인다.

바. 독성(Toxicity)

아세틸렌가스는 질식성과 마취성을 가진 물질이다. 이 가스 약 10% 농도를 호흡하면 사람에게에는 약간의 중독증상이 나타난다. 20%를 호흡하면 중독증상이 보이며, 30%를 호흡하면 운동기능의 상실이 되고 35%를 약 5분간 폭로시키면 무의식 상태가 된다. 작업장에서 아세틸렌의 최대 허용한계치는 0.5%(5,000ppm)를 넘어서는 안된다.

사. 응급치료(First Aid)

높은 아세틸렌의 폭로는 중독증상 및 기능상실이 될 수 있다. 이러한 증상의 작업자는 즉시 신선한 공기가 있는 장소로 옮긴 다음 내과 의사에게 진찰을 받아야 한다.

의식이 상실될 정도로 심하게 아세틸렌 가스에 폭로되었다면 즉시 산소를 공급해 주어야 한다. 만일 호흡이 멈추었다면 즉시 인공호흡을 시키고 곧 내과의사에게 치료를 받아야 한다.

아. 취급 및 저장상의 주의점(Precaution in Handling and Storage)

(1) 감압하에서 유리상태로 있는 아세틸렌가스는 맹렬하게 분해될 수도 있다. 그러나 압력이 높으면 높을수록 폭발을 유발할 수 있는 초기의 힘을 약화시킨다. 그러므로 약 103kPa(15psig) 이상의 압력하에서는 유리상태의 가스를 결코 사용하지 말아야 한다.

이 한계압력(15psig)을 넘는 압력은 화학합성을 위한 작업시에나 사용할 수 있으나 압력을 보장할 수 있는 특별한 경우에는 사용할 수도 있다.

(2) 아세틸렌가스를 사용할 때 계기로부터 가스가 나오도록 하기 위해 계기를 차단하기 전에 실린더 밸브를 잠근다.

(3) 아세틸렌 실린더는 실린더로부터 누출되는 아세톤을 피하기 위해 곧바로 위치에서 지정되고 사용해야 한다.

(4) 아세틸렌 실린더는 산소 실린더와 함께 저장하지 말아야 한다. 그들은 각각 분리해서 저장할 것.

(5) 아세틸렌은 상당히 화기성물질이다. 따라서 불꽃부근에 아세틸렌 실린더를 저장하지 말 것이며, 만일 누출되는 경우에는 그 가스는 불뚝이나 불꽃을 확산시키기 때문이다.

(6) 아세틸렌을 사용할 때 가능한 빨리 폭발성 혼합물을 제거할 수 있도록 훌륭한 배기시설을 갖추어야 한다.

(7) 아세틸렌 빈병을 회수할 때 모든 밸브가 아세톤의 증기가 나오지 못하도록 잠겨있나를 확인하여야 한다.

(8) 아세틸렌 실린더를 충전시키는 정확한 규정이 있다. 그래서 이들 방법이 잘 지켜지지 않으면 위험한 일이 발생할지도 모르기 때문에 아세틸렌 실린더는

그 가스를 제조하는 공장의 숙련공들만이 충전일을 해야 한다.

(9) 아세틸렌 실린더는 수직 위치로 저장되어야 한다. 그러나 만일 그렇지 못하게 저장되는 경우에는 그 실린더를 곧은 위치로 세워둔 후 사용 약 30분 동안은 방치했다가 사용할 것을 권유한다.

(10) 아세틸렌 실린더를 설치할 때 사용자는 지방, 도 및 시의 모든 규정에 따라 설치해야 되고, 또한 모든 관련규정에 잘 따라야 한다.

자. 검사와 관리(Leak detection & Control)

아세틸렌 누설을 검사하기 위해서 불꽃은 결코 사용하지 말아야 한다.

아세틸렌 누설은 샌다고 의심하는 영역에 비누거품으로 검사되어야 한다. 누출은 비누거품이 나는지 여부를 보고 증명할 수 있다.

차. 분석검사(Analytical Detection)

대기중에 소량의 Acetylene의 흔적이라도 Ilosvay Test로 검출할 수 있다.

Ilosvay 시약이란?

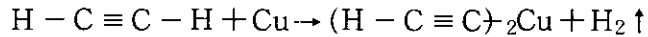
50ml Volumetric flask에다 증류수를 넣고

Cupric nitrate: $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Cupric Chloride or CuCl_2

Cupric Sulfate $\text{Cu}(\text{SO}_4)_2$ 를 1g 가하고 Conc- NH_4OH , 4ml와 3g의 Hydroxylamine을 $[\text{HO}-\text{NH}_2\text{HCl}]$ 가하여 이 혼합액이 색상이 없어질 때까지 흔들어 녹인다음 50ml까지 D- H_2O 로 채운다. 그리고 광물유로 그 시약을 채우거나 또는 약간의 구리선(Copper Wire)을 가해서 그 시약의 활동성을 연장할 수 있다.

약 10ml의 시약을 유리그릇에 담거나 또는 분류깔대기에 담아서 대기에 놓아두고 용액을 저어준 다음 만일 Acetylene Gas가 존재하면 분홍색이나 붉은색으로 그 시약이 변화된다. 왜냐하면 Copper와 Acetylene과는 반응하여 Acetylide가 형성되기 때문이다. 즉



(1) 화재예방과 관리(Fire Prevention and Control)

불일이나 태우는 작업시에 아세틸렌 실린더 사용시 부주의하는 것은 사고를 유발시킨다. 불꽃(Flame)과 녹은철(주조)은 아세틸렌 실린더에 안전장치로서 사용되는 금속을 녹이는 역할도 할 수 있다.

따라서 아세틸렌 실린더는 녹인 철액과 찌꺼기는 가능한 멀리 떨어진 곳에 위치해야 하는 것을 늘 염두에 두어야 하며 불꽃(Torches) 역시 실린더가 있는 지역에서 멀리 놓아야 한다.

아세틸렌 누출로 점화된 적은 불꽃은 두꺼운 천, 젖은 쓰레기 등으로 산소를 차단함으로 불을 끌 수 있다. 만일 불꽃이 밸브 배출구로부터 나온다면 밸브를 잠그고 가스 유출의 원인을 막아야 한다.

아세틸렌 실린더 화재의 경우는 가능한 빨리 그 지역에서 피신해야 하고 그러한 상태에 익숙한 사람에게 책임을 지워야 한다(즉 안전관리자).

(2) 건축자재(Materials of Construction)

강철과 가공된 금속들은 아세틸렌 가스를 사용할 것을 추천한다.

각 이음쇠 부분은 불질하거나 실로 꿰매듯 만들거나 프랜지를 맞추어야 한다.

합금되지 않은 구리, 은, 그리고 수은은 폭발성의 아세틸리드를 형성하지 않도록 직접 아세틸렌과 접촉하여 사용하지 말아야 한다.

카. 실린더와 밸브(Cylinder and Valve)

아세틸렌 실린더는 아세톤이 흡수될 수 있는 미세가공된 하나로 통제된 필터를 가지고 있다. 아세틸렌은 아세톤에 녹고 이러한 상태에서 즉 21.1℃(70°F) 724kPa(250psig)의 압력하에서 수송되어야 한다.

타. 안전장치(Safety Devices)

아세틸렌 실린더에 사용되는 안전장치는 약 100℃(212°F)에서 녹는 가용성의 금속을 함유하고 있다. 큰 실린더 속에는 이들 안전장치는 보통 플러그를 만드는데 있다. 그러나 작은 실린더의 안전장치는 보통 실린더 밸브에 부착된 작은 플러그를 가졌거나 가용성의 금속으로 가득찬 밸브 몸체의 출(입)구에 함유되어 있다.

파. 필요한 조절기(Recommended Controls)

아세틸렌가스의 압력은 매우 예민하게 조절되어야 하므로 요구되는 조절기의 유형은 자동압력 조정기를 써야 한다.

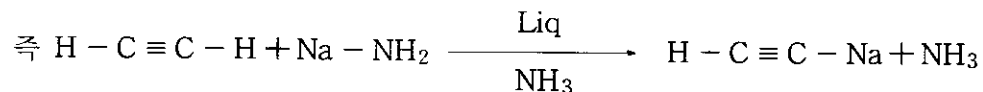
하. 아세틸렌의 화학적 성질(Chem. Properties of Acetylene)

(1) 아세틸렌은 구조적으로 삼중결합화합물이므로 다음과 같은 여러가지 시약들과 부가반응을 한다.

즉 수소(H₂), 할로젠(X₂), 할로젠화수소(HX), 시안화수소(HCN), 알콜(ROH), 카르복실산(RCOOH), 지방족아민(R-NH₂), 삼염화알진(AsX₃) 및 기타 화합물

(2) 아세틸렌(H-C≡C-H) 분자중의 수소 한개 또는 두개와 아세틸리드(Acetylide)를 형성하여 아세틸렌으로 되돌아 와서 건조될 때는 매우 폭발성 물질로 변한다.

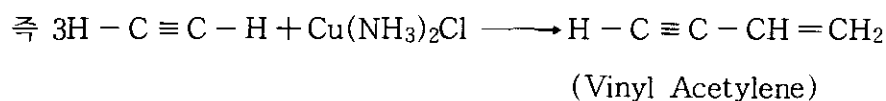
소듐마이드(NH₂-Na)를 액체암모니아용으로 통과시킬 때 아세틸렌은 Mono-Sodium Acetylide(Na-C≡C-H)를 생성한다.



칼슘(Ca), 리튬(Li), 포타슘(K), 그리고 바륨(Ba) 유도체들도 유사하게 합성된다. 구리(Cu), 은(Ag) 그리고 수은(Hg)의 Acetylides들은 그들의 염을 암모니아용액에 아세틸렌가스를 통과시켜서 만들 수 있다.

그리니아시약(RMgX)과 아세틸렌과의 반응은 보통 불활성 용매속에서 디마그네슘 할라이드(XMgC≡CMgX)를 생성하지만 모노마그네슘(H-C≡CMgX) 할라이드는 매우 까다로운 조건하에서 만들어 진다.

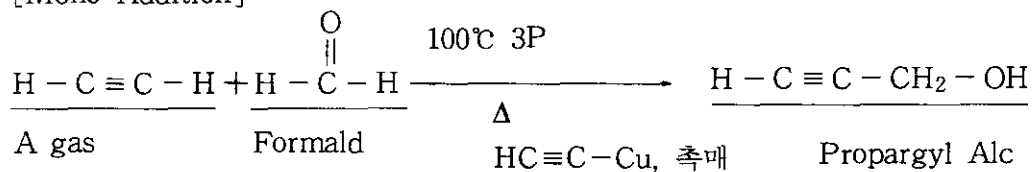
(3) Cuprous Ammonium Chloride[Cu(NH₃)₂Cl] 촉매와 아세틸렌과의 반응은 자체부가 반응(Self-addition Rex)이 일어나서 Vinylacetylene이 형성된다.



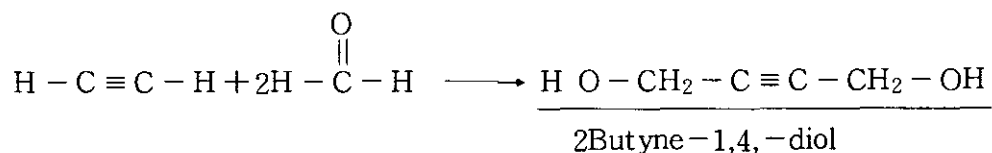
(4) 아세틸렌은 적절한 촉매 존재하에서 카보닐 기능단과 이중결합에 부가되는 반응을 한다.(Ethynylation Rex)

예로서, formaldehyde를 Acetylene과 반응시킬 때 약 100℃와 3기압하에서 아세틸렌가스를 불활성가스에 dilution시킨 다음 Cuprous Acetylide 촉매를 쓰면 Mono Addition 생성물로서 Propargyl Alc이 생성되며 di-Addition 반응을 하면 2-Butyne-1,4-diol이 얻어 진다. 이들은 반응식으로 표시하면 다음과 같다.

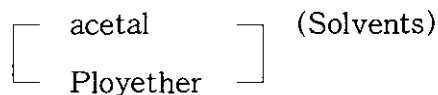
[Mono Addition]



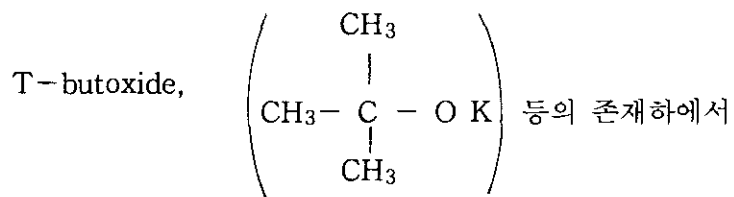
[Di-Addition]



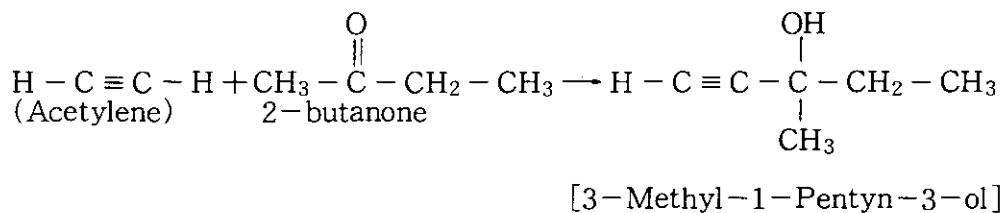
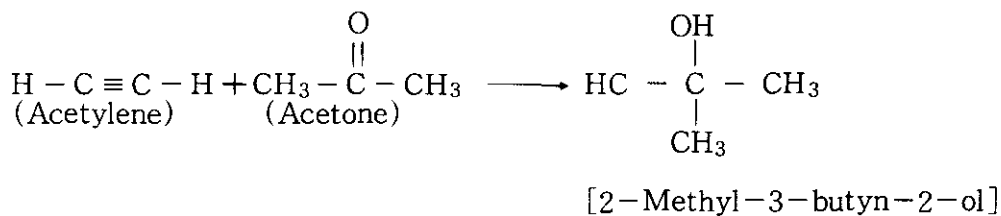
캐톤은 Ethyl Ether 속에서 Acetylene과 반응한다.



이때 NaOH, KOH, Sodamide(NH₂-Na), Potassium

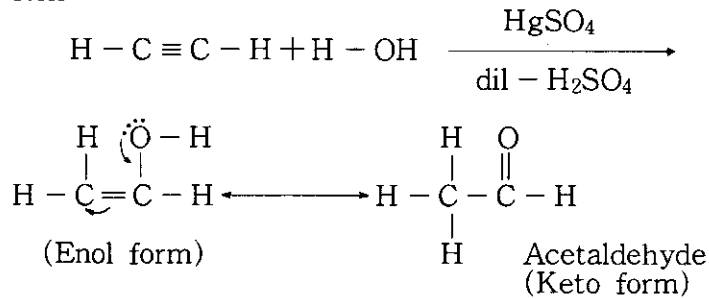


또한 Acetone과 2-butanone은 Actylene과 반응하여 각각 다음과 같은 Product를 만든다. 즉

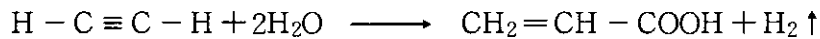
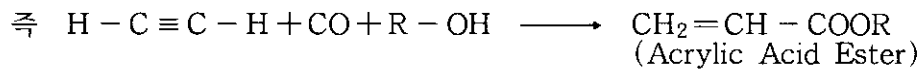


(5) 아세틸렌가스는 HgSO_2 (mercuric Sulfate) 존재하에서 더운 묽은 염산으로 처리하면 물(H_2O)이 직접 부가되어 Acetaldehyde가 생성된다.

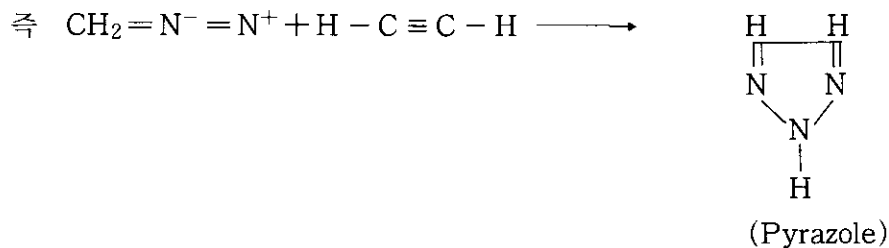
Rex :



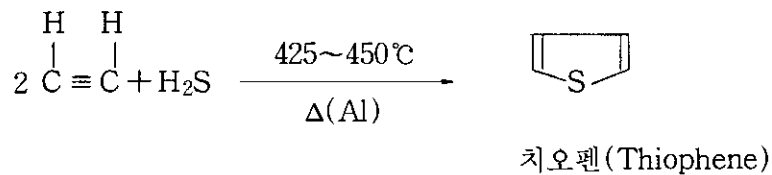
(6) Carbon Monoxide(CO)와 Aliphatic alc과 Acetylene과의 축매반응은 Acrylic Acid Ester를 형성하고 물과의 반응은 Acrylic Acid를 만든다.



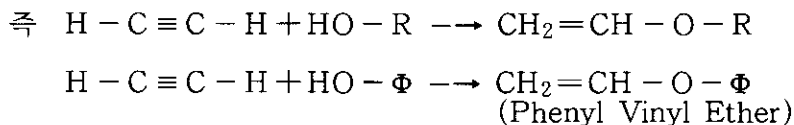
(7) Acetylene과 Diazometbane과의 반응은 Pyrazole을 생성한다.



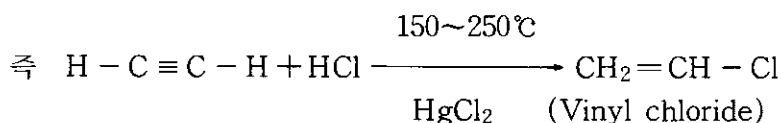
(8) Acetylene과 유화수소(H_2S)가 $425 \sim 450^\circ\text{C}$ 의 Alumina위를 지날 때 Thiophene이 생성되며 동시에 기타의 부산물도 생긴다.



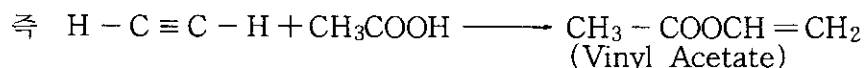
(9) Polyol과 Phenol을 포함한 Alc과의 반응은 Aikaline 촉매하에 120~180℃ 감압하에서 Acetylene과 반응하여 Vinyl Ether를 만든다.



(10) Acetylene과 Hydrogen chloride의 반응은 HgCl₂ 촉매하 150~250℃ Vapor Phase에서 Vinyl chloride를 생성한다.



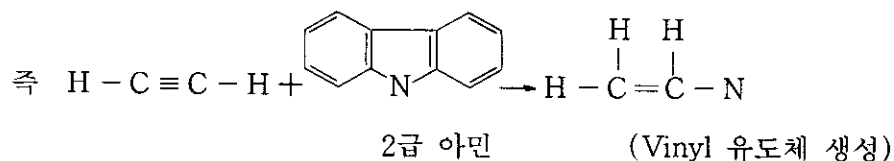
(11) Acetic Acid 와 Acetylene과의 반응은 Cd, Zn과 같은 촉매하에서 180~200℃의 기체상에서 Vinyl acetate를 만든다.



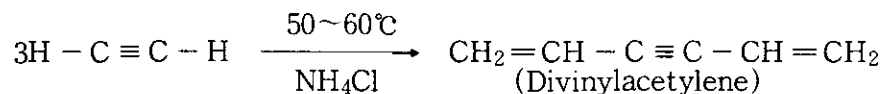
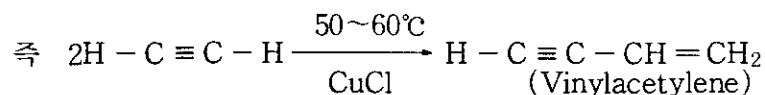
(12) HCN을 기체 혹은 액체상에서 아세틸렌을 부가하면 아크릴로니트릴을 만든다.



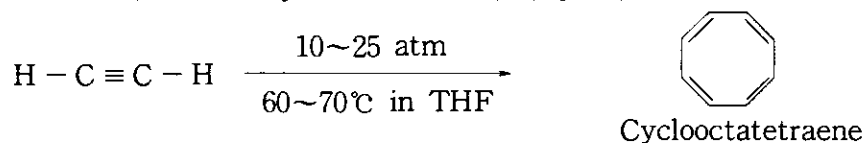
(13) Carbazole 과 diphenylamine 과 같은 Aromatic 2급 Amine 이 150 ~ 200℃에서 Alkali, Zn, CdO와 같은 촉매 존재하에서 Acetylene과 반응하면 상응하는 N-vinyl 유도체가 생성된다.



(14) Acetylene을 산소가 없는 곳이나 항 산화제가 있는 곳에서 52~60℃에서 Cuprous chloride(CuCl), ammionium chloride(NH₄Cl) 그리고 hydrogen chloride(HCl)의 수용액에 통과시키면 Vinylacetylene과 Divinylacetylene을 생성한다.



(15) Acetylene은 촉매로서 무수 Nickel cyanide(Ni(CN)₂) 존재하에서 Acetylene의 압력이 10~25 atm이고 60~70℃에서 THF 속에서 공중합(Copolymerization)이 되어 Cyclooctatetraene이 생성된다.



(16) Acetylene은 2,982~3,482℃ (5,400~6,300°F) 사이에서 공기중에서 화기를 내며 탄다.

2. 에틸렌(Ethylene) 가스^(11~15)

가. 물리적 성질

분자량	28.054
끓는점 (B.P)	-103.7℃
절대비중 (가스) 0℃	1,261kg / m ³
상대비중 (가스) Air=1	0.975
폭발한계 (공기중)	2.7~36.0%(by Volume)

용해도(물) at 0℃	0.226cm ³ /1cm ³ H ₂ O
자연발화온도	490℃
연소열, 가스, at 25℃	H ₂ O(액체) + CO ₂ (기체), 337.2kcal /mole
연소열, 가스, at 25℃	H ₂ O(기체) + CO ₂ (기체), 316.2kcal /mole

나. 성상(Description)

에텐(Ethene)가스라고도 명명하는 에틸렌가스는 매우 인화성이며 무색, 무독성 가스로서 단맛이 있는 특성이 있다.

다. 규정(Specification)

에틸렌은 3가지 등급으로 공급된다(Metheson 제)

(1) 연구용(Research Grade)

이 등급은 최소 99.98%의 순도를 가지고 있다.

(2) C. P 등급(실험용)

이 등급은 99.5%의 순도를 가지고 있다.

(3) T. Grade(공업용)

최소 98.0%의 순도를 가지고 있다.

라. 용도(Uses) 및 독성(Toxicity)

(1) 용 도

이 가스는 바나나를 급하게 익히는데 사용되며 또한 실과의 색상을 잘 나타나게 하는데 사용된다. 또한 과실, 야채 및 매실수 등의 성장속도를 증진시키는데도 사용된다.

뿐만아니라 금속을 용접 및 용단하는데 늑 가스를 제조하는데 쓰이며 에틸렌옥사이드, 에틸알콜, 폴리에틸렌, 폴리스타이렌 및 에틸렌글리콜 기타 플라스틱과 유기합성화학의 원료로도 쓰이며 호흡할 경우 약간의 마취성을 보인다.

(2) 독 성

인화성이 있고 대기중에 산소함량이 낮을 때 질식시키는 성질을 제외하고 에틸렌가스는 위험하지는 않다.

산소와 혼합된 이 가스는 마취제로서도 사용되며, 작업장에서 최고 허용한계치는 5,500ppm을 넘지 않아야 하고 인화성 한계치는 20% 이하가 되어야 한다.

마. 취급 및 저장상의 주의점(Precaution in Handling and Storage)

- 에틸렌가스 취급상의 위험요소는 주로 극심한 인화성에 있다.
사용전에 에틸렌의 모든 장비와 실린더는 지하에 저장해야 한다.
- 에틸렌 실린더는 불꽃이나 스파크가 나는 모든 점화원과 열원으로부터 멀리 떨어진 잘 배기가 되는 지역에서 저장하고 사용해야 한다.
- 에틸렌가스가 누출하는 것이 검지되는 경우엔 불꽃을 절대 사용치 말것.
- 에틸렌가스 실린더는 산소, 염소(Cl_2) 및 기타 강산화제 또는 화기성 물질과 함께 저장하면 안된다.

바. 누출검사(Leak Detection)

가스누출이 의심되는 모든 접합부위와 조인트(joint) 부분은 비눗물로서 발라 거품이 나면 알 수 있다. 결코 누출검사를 위해 불꽃을 직접 사용치 말라.

○ 누출실린더의 처리(Disposal of Leaking Cylinders)

누출되는 에틸렌 실린더는 다음과 같이 처리해야 한다.

알콜, 아세톤 및 벤젠과 같은 찬 유기용매에 녹여서 계속해서 그 용액을 따뜻하게 하여 95%의 황산을 흡수시키면 diethyl(Sulfate)[$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{SO}_4$] 또는 ethyl hydrogen Sulfate로 변환하여 그것을 중화하고 처리하기 위한 재처리장으로 보내면 된다.

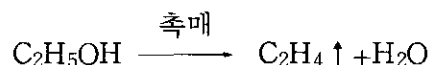
사. 안전장치(Safety Devices)

에틸렌을 함유한 공업용 실린더는 파열판 타입과 같은 안전장치를 가지고 있어야 한다. 이 장치는 실린더 한쪽끝에 부착하면 된다.

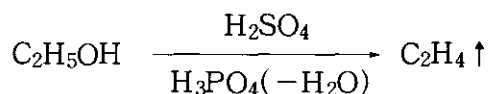
아. 화학적 제법(Ethylene)

(1) Ethylene Gas는 석유화학가스를 열분해(Cracking)한 후 증류하여 제조한다.

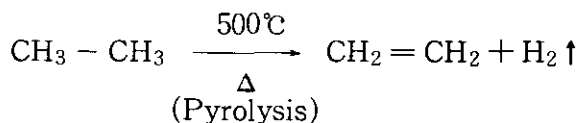
(2) Ethylene Gas는 에틸알콜(C_2H_5OH) 증기를 $360\sim 470^\circ C$ 로 가열하여 탈수(dehydrating)촉매를 사용하여 제조한다.



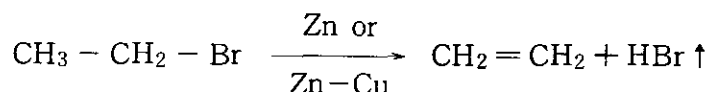
(3) 실험실에서는 에틸알콜을 $170\sim 220^\circ C$ 로 가열하여 탈수제 황산 또는 인산(H_3PO_4)을 써서 제조한다.



(4) Ethylene은 에탄(Ethane)을 $500^\circ C$ 로 가열하여 촉매 또는 무촉매로 화학적 열분해를 거쳐 합성한다. 즉,



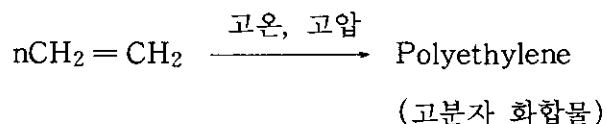
(5) Ethylene bromide를 원료로 하여 Zn or Zn-Cu Couple의 촉매를 써서 제조한다. 즉,



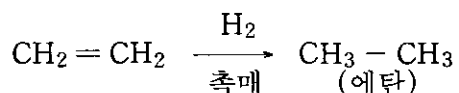
자. 화학적 성질(Chemical Properties)

에틸렌가스는 다음과 같이 반응할 수 있다.

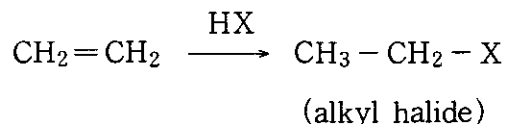
(1) 에틸렌은 고온, 고압하에서 중합된다. 즉,



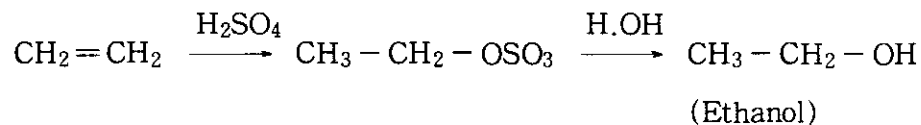
(2) 촉매 존재하에서 수소화반응이 되어 Ethane이 형성. 즉,



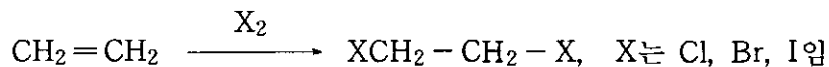
(3) 할로젠 산(Halogen Acid)와 부가반응하여 Alkyl halide를 형성. 즉,



(4) 에틸렌은 황산(H_2SO_4)과 결합하여 에틸할로젠 설페이트(Ethyl halogen Sulfate)를 형성한 다음 가수분해(hydrolysis)하여 알콜(에탄올)을 생성한다. 즉,

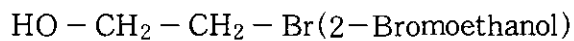
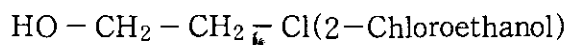
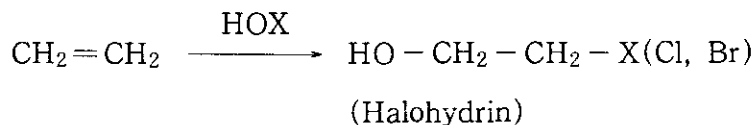


(5) 할로젠 분자와 부가반응하여 dihalide를 생성 즉,

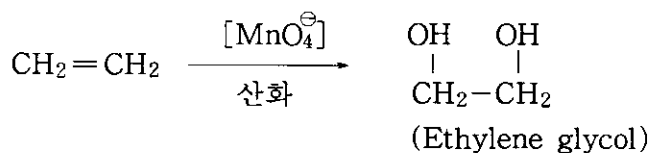


(6) Ethylene은 hypohalous Aid와 반응하여 할로히드린(halohydrin)을 만든다. 즉,

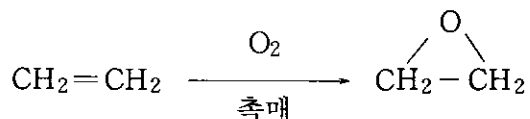
Hypohalous Aid ($\text{HO}-\text{X}$), $\text{X}=\text{Cl}, \text{Br}$



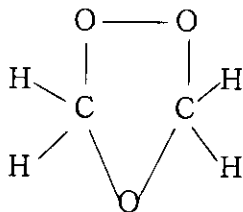
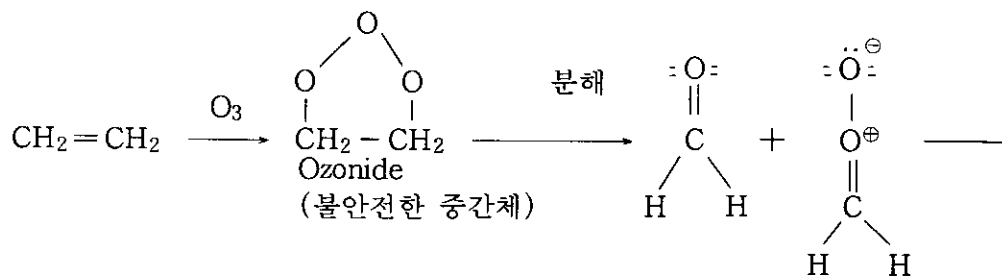
(7) 묽은 과망간산 칼륨 용액으로 조심하여 산화시키면 에틸렌글리콜이 생성된다. 즉,



(8) 촉매를 써서 산화시키면 Ethylene oxide가 생성. 즉,

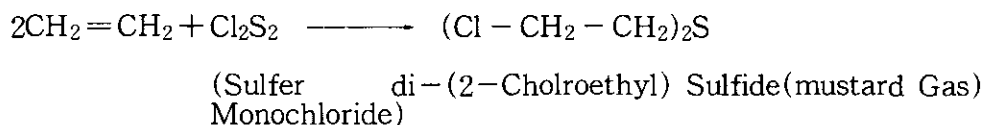


(9) Ozone과 반응하면 오존나이드(Ozonide)가 생성. 즉,

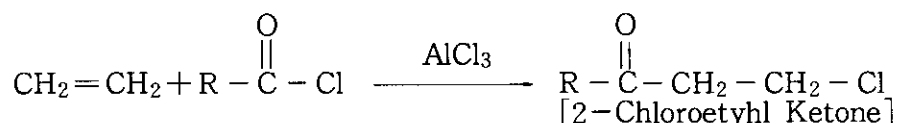


[Stable ozonide]

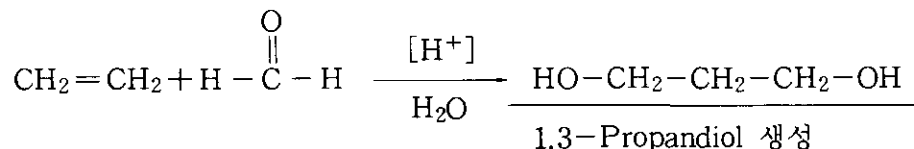
(10) Sulfur choride(Sulfru Monochloride)와 반응하여 mustard Gas를 생성한다. 즉,



(11) 에틸렌은 아실할라이드(Acyl Halide)와 반응하여 2-Chloroethyl Ketone을 생성한다.



(12) 에틸렌은 포름알데히드(HCHO)와 식초산 중에서 Prins 반응하여 1,3-Propanediol을 생성한다. 즉,



3. 액화천연가스(LNG)

◎ 개 요

LNG(천연가스)^(16~18)란 Liquiried Natural Gas 머릿글자를 딴 약자로서 지하에서 채류한 천연가스를 초저온(-162℃)으로 냉각하여 1/600로 응축시킨 액화된 물질을 말함.

한국과 인도네시아 국영 석유공사인 Pertamina사와 1983년 도입계약 체결후 3년 뒤인 1986년 10월부터 20년간 2006년까지 세계 7번째로 LNG를 도입하여 '87년 부터 수도권 도시가스로 활용하고 있다. 이 가스는 메탄(CH₄)을 주성분으로 약간의 프로판 부탄등의 가스를 함유하고 있으며 비중은 0.65(공기=1.0), 발열량

은 11,000 kcal /Nm³이며 기화시킨 수분, CO₂, 등의 불순물을 함유하지 않은 순수한 가스이며 새로운 절단(용단)용 가스로서 활용된다.

○ 수요급증 추세

2005년 까지(에너지 증가율 2.5%↑)----- L N G 3.7%
 ----- 석 유 11.7%
 ----- 원자력 1.8%

〈표 2-1〉 LNG 성분표(mole%)

Gas 종류 지명(국가)	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	n-C ₄ H ₁₀	i-C ₄ H ₁₀	N ₂	n-C ₅ H ₁₂
리비아	70.00	15.00	10.00	1.40	2.10	0.60	
인도네시아	86.81	8.23	3.89	0.53	0.46	0.04	
알제리(Arzew)	87.39	8.60	2.43	0.47	0.92	0.02	
베네줄라	87.30	10.10	2.10	0.10	0.10	-	
알제리(Skikda)	91.50	5.64	1.50	0.25	0.25	0.01	
알라스카	99.60	-	-	-	-	-	

아무리 LNG가스의 장점이 많아도 전 세계적으로 매장량이 적으면 무용지물이다. 그러나 지구전체 량 = 100조m³, 지역별 : Russia + 동유럽 = 53조m³

○ 절단용 가스로서의 천연가스 (LNG)

— 현재 각 사업장에서 사용하고 있는 강판의 절단용 가스로서는 지금까지 아세틸렌과 LPG 계통의 가스가 주를 이루었지만 최근에는 천연가스를 절단용 가스로 많이 사용하고 있다. 그러나 절단용 화구(Tip)의 개량을 요하며 LPG나 아세틸렌가스에 뒤지지 않는 작업효율을 갖게 되었으며 아울러 경제성도 우수하여 절단용 가스로서 최근에 많이 주목을 받고 있다.

절단용으로 사용되는 여러 가스중에 이 LNG는 제일 가볍고 또한 안전성이

높은 가스이다. 즉, LNG 비중은 0.65(공기=1), 아세틸렌가스 0.91, 에틸렌은 0.98, 프로판은 1.55(LPG는 1.52), 부탄 2.01이므로 가벼워서 누설될 경우 확산 속도가 빨라 화재나 폭발에 기인한 안전성이 높은 가스이다.

－ 자연착화 온도가 제일 높고 연소속도가 제일 낮으므로 역화 현상이 거의 없는 절단가스는 천연가스이다. 한편 아세틸렌가스는 자연착화온도가 낮고 연소속도가 빠르므로 자주 역화사고를 일으키는 요인이 된다.

－ 천연가스의 성분은 메탄, 에탄, 프로판 및 부탄등과 같은 포화탄화수소로 구성되어있으므로 타 물질과의 반응성이 전혀 없을 뿐만 아니라 발열되는 산화속도도 매우 온화하여 절단된 철강면도 매우 부드럽다.

－ 철판두께 8~25mm 경우 5초 이내에 예열이 가능하며 작업상의 문제점도 없다.

○ 액화천연가스(LNG)의 주성분, 메탄, 에탄 및 프로판의 특성

가. 메탄(Methane)가스

(1) 물리적 성질

분자량 16.043

분자식 CH_4

끓는점(B.P) -161.5°C

절대밀도(Absolute density) at 0°C 0.7174kg/m^3

상대밀도(Relative density) at 0°C (Air=1) 0.555

대기중에서 화재한계(Flammability Limits in Air) 5.0~15.4%(by Volume)

표면장력(Surface Tension) at -180°C , 17.8dyne/cm

물에 용해도(Soly in Water) at 20°C , $0.033\text{cm}^3/\text{cm}^3$

Gas, 유전상수(Dielectrc Constant) at 0°C , 1.000944

Liq, 유전상수(Dielectric Constant) at -173°C , 1.70

자연발화온도(Autoignition Temperature) 537℃(810°K)

연소열(Heat of Combustion), Gas, at 25℃ & Const P.

Gross to form $\text{H}_2\text{O}(\text{liq}) + \text{CO}_2(\text{gas})$: 890.36 kJ /mol

Net. to form $\text{H}_2\text{O}(\text{gas}) + \text{CO}_2(\text{gas})$: 802.32 kJ /mol

(2) 성상(Description)

메탄가스는 늪(Marsh)가스 또는 메틸하이드라이드(Methylhydride)라고도 명하는 이 가스는 달콤하고 기름냄새가 나는 무색, 불붙기 쉬운, 무독성 기체이다. 또한 이 가스는 탄화수소계열의 맨 첫번째의 물질이며 천연가스중에 가장 많은 조성을 함유하고 있다.

이 가스는 21.1℃에서 15,620 kPa(2265 psig)에서 매우 고압실린더 속에 액화되지 않은 상태로 수송된다.

(3) Specification(규정)

Matheson제의 메탄은 6가지 등급이 있다.

(가) 연구용 등급(Research Grade)

이 등급의 메탄은 사용하는 것중 가장 순도가 높다
즉, 최저의 순도는 99.99mole%이다.

(나) Matheson Purity Grade(메타손 등급)

최저 순도는 99.99mole%이다.

(다) 초 고순도 등급(Ultra High Purity Grade)

최저순도 99.97mole%이다.

(라) C.P. Grade(공업용 등급)

최저순도 99.0mole%이다.

(마) Technical Grade(Chemical Pure 등급)

최저순도 98.0mole%이다.

(바) 상품용 등급(Commercial Grade)

이 Methane의 등급은 미국 테네시주에서 직접 파이프 라인을 통해 운송되는 것은 받았을 때에 등급이며 순도는 보증할 수는 없으나 93%나 또는 그 이상이다.

Methane Gas을 표시하기 위해서 냄새 시약으로 T-butyl Mercaptane을 첨가한다. 이때 0.6 lb/million ft³이다.

또한 유황(Sulfur)도 0.002 grains /100ft³의 량으로 첨가할 수 있다.

(4) 용도(Uses)

메탄가스는 천연가스 영역을 검지하는 시험용 가스로도 사용된다.

또한 Methane Gas는 Ethanol, Methyl chloride, Methylene chloride, Ammonia(NH₃), 가스 그리고 Acetylene을 제조하기 위한 원료물질로도 사용된다. 또한 순도가 높은 메탄가스는 다양한 전자공업의 성분으로 이용하기 위한 질 높은 카본블랙(Carbon black)을 제조하기 위해서 태운다.

(5) 인간의 영향과 독성(Effects in Man and Toxicity)

메탄은 1983년 미국 산업위생학회에서 질식성 가스로 분류하였다.

이 가스는 대기중의 산소의 부분압이 낮을 때를 제외하고 실질적으로, 생리학적으로는 불연성이다.

Methane Gas는 냄새가 단맛을 내지만 이러한 단맛의 냄새는 위험한 농도가 아니라는 것을 입증하기도 한다.

(6) 응급처치(First Aid Treatment)

메탄가스의 단맛이 난다거나 누출의 증조를 알게 되는 정상적인 작업자는 즉시 오염되지 않은 구역으로 피신하여 산소나 신선한 공기를 마셔야 한다. 그러나 다량 폭로되는 경우에는 희생자들은 무의식 상태가 되거나 또는 질식증상이 지속될 수도 있다. 그러한 경우에 질식된 작업자를 오염되지 않은 곳으로 옮긴 다음 인공호흡을 시키면 호흡이 되살아날 수도 있다.

(7) 취급 및 저장상의 주의(Precautions in Handling & Storage)

메탄가스를 취급시의 위험요소는 주로 극열한 화기성에 기인한다.

메탄가스의 실린더는 불꽃과 스파크와 같은 열원과 모든 발화원으로부터 멀리 떨어진 배기가 잘된 지역에 저장해야 한다.

불붙는 가스의 누출을 검사하기 위해서는 불꽃은 결코 사용하지 말라.

단지 비눗물 용액만을 사용하라.

스파킹 모타 주위에서나 기타 비폭발성 장비에서는 메탄가스를 사용치 말라. 산소, 염소 그리고 매우 산화성이 세며 불에 잘 붙는 물질과 더불어 메탄실린더는 예비 재고품을 저장하지 말라.

(8) 누출검사(Leak Detection)

모든 연결고리는 누출을 확인하기 위하여 비누용액을 발라 거품이 생기는가를 확인해야 한다. 그러나 직접 불꽃을 사용하면 안된다.

(9) 건축재료(Materials of Construction)

메탄가스는 부식성이 없는 가스이므로 보통 상용으로 이용되는 금속을 사용해도 된다. 그러나 메탄 용기나 파이프들은 ASME 규정에서 인정하는 파이프 압력이 잘 맞는 안전한 요인들을 갖춘 특정한 작업압력에 잘 맞도록 설계되어야 한다.

(10) 안전장치(Safety devices)

DOT 규정에서는 폭발청(Bureau of Explosives)에서 인정하는 메탄가스실린더의 안전장치를 요구하고 있다. 메탄가스에 사용되는 안전장치의 종류는 다양하다. 그중에서 첫째 73.9℃(165°F)의 가용성 금속류이고 두번째는 100℃(212°F)의 가용성 금속류 이다.

이러한 안전장치는 모든 실린더 밸브에 연결되어 있다. 이와같은 종류의 안전장치는 깨지기 쉬운 디스크가 파손되기 전에 가스가 새어갈 수 있도록 용융금속

을 녹일 수 있다.

(11) 자동압력조절기 (Automatic Pressure Regulators)

안전한 작업을 위한 메탄가스의 높은 실린더 압력을 감소하기 위하여 시스템의 설계를 잘 일치시켜야 한다. 이렇게 하기 위한 조건은 다음과 같다.

(가) 1단계 자동조절기(Single Stage Automatic Regulators)

제 1 단계 조절기는 조절기와 스프링의 설계에 따라서 특별한 영역에서 현재의 압력을 감소시킬 수 있다.

제 1 단 조절기는 실린더의 압력이 떨어짐에 따라 현재 압력에서 약간의 변화를 보일 것이다.

다음의 단단계(1단계) 조절기는 CP등급, 공업용 및 사업용 메탄을 사용하는데 이용된다. 즉,

Metheson 제	kPa	bar(g)	psig
1L-350	28~550	0.25~5.5	4~80
1H-350	69~1240	0.69~12.4	10~180
2-350	345~4480	3.45~44.8	50~650
3-350	690~10340	6.9~103.4	100~1500
4-350	690~17240	6.9~172.4	100~2500
3320	28~410	0.28~41	4~60

단단계 조절기인 19-350와 3500-350 Model은 고순도의 메탄을 사용하는데 쓰일 수 있다. 모델 19의 조절기는 독일제 은의 합금으로 만들어졌다.

그 성분은 구리, 65%와 Zinc 17%, Ni, 18%이고 나이론 Seat와 Al과 Nylon gasket으로 되어 있다. 이들은 고순도 메탄가스의 정상적인 실험목적으로 쓰이는 것이 이상적인 도구이다.

Model 3500 조절기는 Stainless steel 316 타입으로 만들어졌다.

그것은 역시 Stainless steel 316의 다이어프램을 가지고 있으며 Tefzel seat

와 Teflon 가스켓도 가지고 있다.

이것은 고무부품은 없고 현재 압력범위는 28~520 kPa(4~7psig)이다.

(나) 2단계 조절기(Two stage Regulators)

이러한 형태의 조절기는 1단계 조절기와 같은 기능을 가지고 있다. 그러나 현재 압력을 조절하는데 더 큰 정확도를 가지고 있다.

그리고 현재 압력은 실린더 압력이 떨어질 때 변화되지 않는다.

다음 2단계 조절기는 Chemical pure 등급, 공업용 및 상용 메탄을 사용할 때는 Matheson제를 사용할 수 있다.

Model No.	kPa	bar(g)	psig
8L-350	14~104	0.14~10.4	2~15
8-350	28~340	0.28~3.40	4~50
8H-350	69~690	0.69~6.9	10~100
9-350	138~1720	1.38~17.2	20~250

현재 압 28~620kPa(4~90 psig)와 28~690kPa(4~100psig)을 각각 가지고 있는 모델 3800-350 및 모델 3104-350의 그 단계 조절기는 고순도의 메탄을 사용하는데 추천되고 있다.

(다) Controls for Methane at Special High Pressure

특히 고압에 있는 메탄가스의 관리(조절)

C.P.등급 메탄은 24130kPa(3500 psig) 에서 사용될 수도 있다.

정상적인 압력인 156200kPa(2265 psig) 외에 현재 압 영역(Delivery Pressure Range)

Model No.	kPa	bar(g)	psig
3-350	690~10340	6.9~103.4	100~1500
4-350	690~17240	6.9~172.4	100~2500
3064-350	172.5~27600	1.72~276.0	25~4000
3075-350	1380~41370	13.8~413.7	200~6000

(12) 저압 조절기(Low Pressure Regulator)

상기 압력 조절기들은 34.5kPa(5 psig) 이하의 낮은 압력에서는 정확한 방출 압력에 만족할 수 없다.

그러므로 낮은 압력 조절을 위해 설계된 보조 조절기가 1720kPa(250 psig)의 방출압력을 가진 표준형 조절기가 사용될 것을 추천한다.

※ Matheson제의 여러가지 Model의 조절기가 있다.

Delivery Pressure Range

Model No.	kPa	bar(g)	psig
70B	0.5~0.3	5~30	2inches Witercol
70	3.4~34.5	34~345	0.5~0 psig
70A	34.5~68.9	345~689	5~10 psig

(13) 수동조절(Manual Controls)

실린더 밸브 출구에 직접 붙어 있는 수동 침상 밸브가 사용된다.

이러한 종류의 조절기는 주로 흐름의 단점을 조절하는데 사용되거나 또는 실린더로부터 이러한 종류의 침상밸브는 비교적 큰 유속을 극히 적은 유속으로 조절하는데 사용될 수 있다.

(14) 메탄의 화학적 성질(Chemical Properties of Methane)

메탄은 포화탄화수소중에 제일 첫번째 물질이며 가장 불활성인 기체이다. 비록 메탄은 상온과 상압하에서는 비활성 기체이지만 어떠한 조건하에서는 반응을 한다. 예를들면 메탄과 수소(비 1:2)로 전기 아크로 열분해 시키면 메탄의 51%가 아세틸렌으로 전환된다.

메탄의 산화는 100기압 360℃의 조건으로 메탄 : 산소의 비율을 9:1로 하면 17%가 메틸알콜로 전환되고 0.6%의 Formaldehyde가 되고 나머지는 이산화탄소와 일산화탄소 및 물로 변환된다.

700~800℃에서 유황(Sulfer)을 반응시키면 유화수소(H₂S)가 65%와 30%의

이류화탄소(CS₂)가 생성된다.

또한 메탄은 햇빛이 없고 온도가 올라가도 열적으로 크로라인(Cl₂)과 반응하여 75~80%의 메틸크로라이드(Methyl chloride)나 또는 90%의 4염화탄소(CCl₄)를 생성한다. 메탄은 에탄과 프로판보다 더 어렵게 나이트레이숀(Nitration)된다.

(15) 열역학적인 물리적 데이터

분자구조(Molecular structure)

메탄의 탄소원자는 4개의 원자를 갖고 있으며 Van't Hoff에 따르면 정 4 각 뿔 모양의 구조를 갖는다고 한다. 즉 4개의 수소원자는 정 4 각뿔 각 꼭지점에 위치하고 있으며 H-C-H의 bond 각도는 109.47°이며 C-H bond 사이의 거리는 1.091Å(1.091×10^{-10} cm)이다.

※ 증기압

메탄의 온도에 따른 증기압은 다음 표와 같다.

온도(°K)	kPa	atm	bar
90.66	11.7	0.115	0.117
100	34.9	0.344	0.349
102.5	45.0	0.444	0.450
105	57.2	0.565	0.572
107.5	71.8	0.709	0.718
110	89.3	0.881	0.893
111.66	101.325	1.000	1.01325

나. 에탄(Ethane)⁽²¹⁾ 가스

(1) 에탄의 물리적 성질

물 리 적 성 질	값 (수치)
분자량(Molecular Weight)	30.07
증기압(Vapor pressure)	37.95 atm(at 21.1℃)
비 점(Boiling point)	-88.6℃(101.325 KPa)

물 리 적 성 질	값 (수치)
절대비중(Absolute density, gas)	1.242 kg / m ³ (at 25℃)
상대비중(Relative Density, gas)	1.048(at 25℃, A _i =1)
비 중(Density, Liquid in Air)	0.5465 kg / ℓ (at -88.6℃)
폭발한계(Flammability Limits)	3.0~12.5%(by 용량)
액체점도(Viscosity, Liquid, gas)	0.192 mN · s / m ² (at -100℃)
열전도도(Thermal conductivity)	48.1×10 cal / s·cm℃(at 25℃)
표면장력(Surface Tension)	18.0 dyne / cm(at -100℃)
용해도(Solubility in Water)	0.0132 g / 100g Water(at 0℃)
자연발화온도(Autoignition Temp)	472.2℃
굴절율(액체)(Refractive index)	1.0047(at 37.9℃)

(2) 성상(Description)

메틸메탄(Methyl Methane), 또는 에틸하이드라이드(Ethyl hydride)라고도 명명함.

순수한 에탄은 상온, 상압하에서 무색, 무미하고 불에 불기 쉽고 독성이 없는 물질이다. 그리고 21.1℃에서 3.744 kPa의 증기압하에 액체로서 고압실린더(용기)에 저장된다.

(3) 규정(Specification)

메테손 사에서는 3가지 종류의 에탄(Ethane)을 공급한다. 즉,

(가) 연구용(Research Grade)

이 등급은 이용하는 물질중에 제일 순도가 높은 물질이다.

액상에서 최소의 순도는 99.96%이다.

(나) 화학실험용(C.P. Grade)

이 등급은 최소 순도가 99.0%이다.

(다) 공업용(Technical Grade)

이 등급은 최하 순도가 95.0%이다.

(4) 용도 (Uses) 및 독성(Toxicity)

(가) 용 도

에탄은 높은 압축비의 모터를 사용할 수 있는 상당한 항노킹 성질을 가지고 있는 물질이다. 그리고 할로겐화 에탄을 제조하는 원료물질로서도 쓰인다.

(나) 독 성

에탄은 독성가스로 분류되지 않으며, 그것은 질식성 물질로서 작용함.

그리고 더 큰 농도에 폭로되면 마취성이 나타난다. 또한 5% 이하의 농도에서는 정확한 증후군이 나타나지 않는다.

(5) 취급 및 저장상의 주의

에탄의 취급 및 저장상의 주된 위험요소는 극심한 화염도가 야기된다는 것이다. 그러므로 다음 주의사항은 에탄을 취급할 때 특별히 관찰해야 한다.

(가) 화기원은 에탄 실린더로부터 멀리 유지 시킬것.

(나) 가스누출을 검사하기 위해서 절대 불꽃은 사용하지 말것.

그대신 비눗물을 사용할 것.

(다) 산소, 염소, 기타 산화성 및 화염성 물질과 함께 에탄 실린더를 저장하지 말것.

(라) 가스가 누출되어 확산되는 장소에는 에탄 실린더를 저장하지 말것이며 또한 모터에서 발생하는 불뚱과 같은 점화원이 점화되지 않는 장소에 보관할 것.

(마) 에탄을 사용하는 모든 배관과 장비는 지하에 매설할 것.

(6) 누출검사(Leak Detection)

누출이 의심스러운 파이프나 연결관은 비눗물로 칠하여야 하며, 이때 거품방울이 나오는 곳이 누출되는 지점이다.

그리고 어떠한 경우라도 누출되는 곳에 불꽃을 대면 안된다.

○ 누출 실린더의 처리(Disposal of Leaking cylinders)

정상적으로 가동할 수 없는 누출이 되는 에탄 실린더는 위에서 설명한 방법대로 처리해야 한다.

○ 건축자료(Materials of Construction)

에탄은 부식성 가스가 아니므로, 보통 상용으로 시판되는 금속을 자료로 사용할 수 있다.

(7) 실린더와 밸브설명(Cylinder and Valve Description)

에탄을 공급하는데 사용되는 표준 실린더 출구는 압축가스 협회(Comperessed Gas Association) No. 350으로 설계된 것이다. 밸브출구 나사의 크기는 왼쪽 방향으로 돌리는 0.825인치 크기로 된 것이고 구형의 젓꼭지 모양으로 된 외형이 인치당 14개의 나사로 된 밸브로 되어 있다.

(8) 안전장치(Safety Devices)

DOT와 에탄을 취급하는 관청에서 인정받은 안전장치는 다음과 같은 조건을 만족해야 한다.

(가) 파열판

이것은 밸브에 부착되어야 하고 실린더 끝부분에 있어야 한다.

만일 압력이 상승된 경우엔 이 파열판이 터지면서 가스가 제거되어야 한다. 이것은 통상 사용되는 안전장치이다.

(나) 파열판은 그 속을 용융시키는 최소의 온도인 73.9℃까지는 견디어야 한다. 이 장치는 3000psig의 압력 또는 그 이상의 압력이 요청하는 최소의 압력을 가진 실린더에서만 허용된다. 이 장치(파열판)는 양쪽 끝에 설치해야 한다.

(다) 안전밸브(Safety Relief Valve)

이 장치는 스피링 타입이어야 하고 실린더 길이에겐 무관하게 한쪽 끝에만 설치하면 된다.

(9) 화학적 성질(Chemical properties)

에탄은 비교적 활성이 없는 탄화수소 계열이다. 화학적으로는 거의 반응이 없

는 물질이다. 즉, 에탄중에 C-H bond나 C-C bond의 어느 것도 상온에서 황산이나 브롬(Br₂)같은 산화제 또는 산소(O₂)나 과망간산 칼륨(KMnO₄) 등에 공격을 받지 않는다. 즉, 산화되지 않는다.

한편 수소(H₂)와 같은 환원제에도 영향을 받지 않는다. 이때 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 또는 니켈(Ni)같은 촉매가 존재해도 영향을 받지 않는다.

그러나 적당한 조건하에서는 크로라인화(Chlorinated)되어 에틸클로라이드(CH₃CH₂Cl)가 생길 수도 있다.

그러나 에탄은 온도가 상승하면 산소에 공격을 받을 수도 있고 산소가 과량 존재하면 완전연소되어 이산화탄소(CO₂)와 물(H₂O)로 변한다.

상당한 흡열반응(Endothermic Rex)이 되어 주위에 많은 열을 흡수해야 한다.

다. 프로판(Propane)가스⁽²²⁾

(1) 물리적 성질(Physical properties of propane)

분자량	44.09
증기압(21.1℃)	8.42atm
끓는점	-42.1℃
절대비중, 20℃	1.868g /cm ³
상대비중, 20℃ (공기=1)	1.55
폭발한계(공기중)	2.2~9.5%(by Volume)
Latent Heat of Fusion(용융열)	19.1kcal /kg, 3.534kJ /mol
용해도(Solubility in H ₂ O)	6.5cm ³ /0.1kg Water
유전상수(Dielectric Constant), at 0℃	1.61 (of H ₂ O=80)
자연발화온도	468℃
연소열(Heat of Combustion) : at 25℃ & Const.P.	
to form H ₂ O(액체)+CO ₂ (기체) — — —	530.6kcal /mole
to form H ₂ O(기체)+CO ₂ (기체) — — —	488.5kcal /mole

(2) 성상(Description)

디메틸메탄(Dimethyl methane)이라고도 명명하는 이 가스는 상온, 상압하에서 무색, 인화성 및 무독성의 천연가스 성질을 가진 기체이다. 이 프로판 가스는 액화석유가스(LPG)중 중요한 기체이다.

이 가스의 증기압은 21.1℃에서 약 7.42 기압이므로 이 기압하에 가스를 압축하여 실린더에 충전하여 수송한다.

(3) 규정(Specification)

(가) 메타손 사는 이 프로판 가스를 4등급으로 공급한다.

가장 순도가 높은 최소 99.99mole%로 공급.

(나) 기기분석용(instrument purity Grade)

액체상에서 최소 99.5mole%을 가지고 있으며 특히 필수적으로 소량의 공기가 있으면 안된다. 주의할 점은 수분, 기름 및 비휘발성 물질의 혼적도 존재해선 안된다.

(다) 실험용(Chemical purity Grade)

이 등급은 화학실험용으로 액체상에서 99mole% 이상됨.

(라) 천연가스(Natural Grade)

이 등급은 96mole%의 프로판과 4mole% 이하의 부탄과 액체상에서 좀더 가벼운 탄화수소가 포화되어 있는 상태의 물질이다.

(4) 용도(Uses)

프로판은 교외주택에 난방용 연료 및 공장내의 각종 기기를 운전할 때 연료로서도 사용된다. 또한 온도와 압력조절 기구의 열적 밸브 충전제와 냉동제로서도 사용되며, 낮은 온도에서 추출용매로서도 쓰인다.

화학공장과 석유화학정제 공장에서 냉동제로서도 쓰인다.

(5) 사람과 독성관계

단순한 질식성이 있는 메탄(Methane)과 에탄(Ethane) 그리고 일반적으로 마

취성이 있는 사이크로프로판(Cyclopropane)과는 달리 프로판(Propane) 자체는 어느 정도 마취성이 있고 온화하게 피부점막을 손상시키며 약간의 질식성도 있다. 노출시간과 농도에 따라 빠른 호흡상태나 공기 결핍증, 정신상태가 악화되거나, 판단력 결여, 빠른 피로, 메시꺼움, 구토증 그리고 의식결여, 경련증과 같은 증상을 보이기도 할 수 있으며 더 심한 경우에는 깊은 혼수상태에 빠지거나 때로는 사망할 수도 있다.

프로판가스는 낮은 정도의 호흡독성을 가지고 있다. 1% 이하의 낮은 농도에서의 노출은 인간에게 아무 증후증도 야기시키지 않으며, 또한 자체의 냄새는 2% 이하에서는 감지할 수도 없다.

(6) 피부접촉(Skin Contact)

액체 프로판에 피부를 접촉했을 경우엔 동상이 걸릴 수도 있다.

만일 동상이 걸리면 따뜻한 손이나 모피로 동상부위를 감싸서 따뜻하게 유지해야 한다. 만일 손가락이나 손이 동상에 걸렸으면 거드랑이 밀의 체온으로 따뜻하게 조치를 하는 것이 바람직하며 그래도 잘 해결 안되면 따뜻한 물(42℃)에 동상부위를 담그는 것이 좋다. 물을 사용할 수 없는 경우엔 손상부위를 온화한 모피로 감싸 두는 것도 효과가 있다.

(7) 취급 및 저장상의 주의점

프로판가스를 취급시 가장 위험한 요소는 극심한 가연성에 있다. 불꽃이나 스파크와 같은 점화원과 열로부터 멀리 떨어진 잘 배기장치가 되어 있는 곳에 프로판실린더를 저장하여 사용해야 한다. 가스누출 시험으로 불꽃을 사용하면 절대 안되며 주변에 스파크가 일어나는 모터와 같은 장비를 사용해서도 안된다. 또한 산소, 염소 및 강산화제 물질과 함께 실린더를 보관해서도 안된다. 그리고 프로판을 사용하는 모든 배관과 장비는 지하에 설치하여야 한다.

(8) 안전장치(Safety Devices)

프로판 용기 실린더에는 여러 종류의 안전장치를 할 수 있다.

파열판(Rupture Disc)은 압력이 3000psig나 그 이상의 압력을 받는 실린더에 부착되어야 하고 이때 용의 한쪽 끝에 부착해야 한다. 73.9℃에 용융되는 금속을 사용해야 한다.

그러나 실린더의 길이가 30인치 이상일 때는 이 파열판은 양쪽끝에 부착해야 한다. 보통 사용되는 안전장치는 메태슨(Matheson) 제품이고 이것은 스프링이 달린 안전밸브이다. 만일 실린더 압력이 과열로 인하여 위험하게 높아진다면 안전밸브는 3785psig에서 열려서 압력이 다시 안전한 수준으로 돌아올 때까지 프로판 가스를 방출해야 한다.

(9) 화학적 성질(Chemical Properties)

프로판은 알칸(Alkane) 계열이나 또는 파라핀(Paraffin) 계열의 탄화수소의 일종이다. 알칸계열 화합물은 화학적으로 불활성 물질이므로 찬 브롬(Bromine), 황산(H_2SO_4) 및 질산(HNO_3)에 의하여 공격을 받지 않는다.

그러나 알칸은 조건이 변화하면 염소화(Chlorination)나 니트로화(Nitration)의 반응도 가능하며 부가하여 여러가지 열적 반응도 일어날 수도 있다.

즉 이성질화(Isomerization), 탈수소화(Dehydrogenation) 및 고리화(Cyclization) 반응도 일어난다.

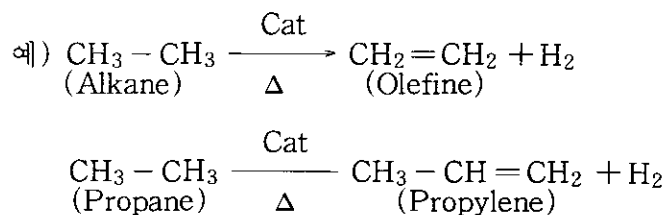
알칸자체를 섭씨 500도 이상 가열하면 복잡한 반응을 하여 여러가지 생산을 만들어 낸다. 예를들면 석유화학 산업에서 중요한 반응으로 다음과 같은 여러 반응들이 동시에 일어난다. 즉,

(가) 탈수소화반응(Dehydrogenation), (나) 열적분해 반응(Thermal Cracking), (다) 방향성 반응(Aromatization), (라) 산화반응(Oxidation), (마) 할로젠화 반응 등이 있다.

(가) 탈수소화 반응(Dehydrogenation)

이 반응은 석유화학 산업에서 중요한 역할을 하고 있으며 에탄(Ethane) 프로판(Propane), 부탄(Butane), 이소부탄(Isobutane) 및 펜탄(Pentane) 등이 적

절한 촉매 작용에 의하여 상응하는 올레핀(Olefin)으로 변한다.



이와같이 만들어진 올레핀은 중합되거나 높은 등급의 모타 연료를 생산하기 위하여 이소알칸(Isoalkane)을 알킬화 하는데 사용되기도 한다.

뿐만아니라 에틸렌, 프로필렌 및 이소부틸렌과 같은 저급 올레핀류는 산업적으로 중요한 여러가지 지방족 화합물을 제조하는데 사용된다.

(나) 열적분해 반응(Thermal Degradation)

약 섭씨 500도 내지 1,000도의 온도에서 가스, 액체 및 고체의 알칸(Alkane) 계열 화합물의 열분해 반응은 탄소수가 적은 알칸이나 올레핀계열 화합물을 얻을 목적으로 광범위하게 연구가 되고 있다.

약 섭씨 1,400도 내지 1,600도에서 알칸을 촉매를 쓰지 않고 열분해시키면 산업적으로 중요한 탄소가루(Carbon black)이나, 수소(H₂) 및 아세틸렌(C₂H₂)을 생성시키기 위해 완벽한 열분해 반응이 일어난다.

적절한 촉매를 사용하므로 열분해 온도를 섭씨 200도 내지 500도로 감소시킬 수 있다. 그리고 반응조건을 주의하여 조절하므로서 원하는 생산품을 좋은 수득율로 얻을 수 있다.

(다) 방향성 반응(Aromatization)

알칸을 높은 온도에서 열분해시키므로 방향족 탄화수소로 전환시킬 수 있다. 알칸의 방향족화는 온도가 섭씨 500도 내지 1,000도에서 올레핀이나 디올레핀(Diolefin)이 먼저 형성된 후에 다시 고리 화합물을 만드는 원리로서 생각된다. 그렇게 1차 고리화합물(Aromatic Compounds)이 생긴다. 즉, 이 반응의 기본원리는 알칸에서 탈수소화 반응이 일어난 후 올레핀으로된 다음 이것이 올레핀의

고리화합물이 다시 사이클로 헥산(Cyclohexane) 유도체가 생성된 후 다시 탈수소화되어 방향족 화합물이 생성되는 것이다.

(라) 알칸의 기타반응(Other Reactions)

○ 산화(Oxidation)

알칸은 발화점(Ignition Point) 이하 온도에서 대기중의 산소에 의해 산화된다. 기체상에서 알칸의 산화속도는 탄소수가 길수록 증가하며 가지 탄소가 많을수록 감소하는 경향이 있다. 메틸기는 안정한 효과가 있는 그룹이다.

(마) 할로젠화(Halogenation)

요드(I_2)를 제외하고 할로젠(Halogen) 원소들은 알칸과 쉽게 반응한다. 그러나 어두운 곳에서는 거의 반응이 일어나지 않으나 햇빛이 있거나 자외선이 존재하는 곳에서는 요드를 제외하고 거의 폭발적으로 에탄(Ethane) 및 메탄(Methane) 등과 반응을 한다.

알칸의 할로젠화는 자외선(U.V)이나 열에 의해 액체나 기체상에서 영향을 받게 된다. 이때 촉매가 존재하면 반응을 가속화시킨다.

(바) 니트로화(Nitration)

알칸계열의 탄화수소는 상온에서 질산(HNO_3) 용액이나 사산화질소(N_2O_4)와 같은 산성물질과 거의 반응이 일어나지 않는다. 그러나 액체상에서 온도를 즉 섭씨 100도에서 400도로 올리면 반응이 진행된다. 이때에는 기체상에서도 반응이 진행되어 니트로알칸(Nitroalkane) 계열의 생성물을 얻을 수 있다.

(사) 무기물과의 반응(with Inorganic Reagents)

① 자외선 존재하에 알칸계열 탄화수소는 상온에서 아황산가스(SO_2)와 염소(Cl_2)의 화합물을 반응시키면 술폰일 클로라이드가 생성된다.

② 유기과산화물 존재하에서 알칸계열 화합물은 어두운 곳에서도 설프릴 클로라이드(Sulfuryl chloride)와 반응하여 알킬클로라이드(Alkylchloride), 아황산가스(SO_2) 및 염화수소(HCl) 가스등을 생성한다.

③ 프로판, 부탄 및 이소부탄과 같은 알칸계열 탄화수소는 기체상에서도

이산화황(SO_2)과 반응하여 술폰산(Sulfonic acid) 또는 그의 무수물, 술폰(Sulfone) 그리고 황산염(Sulfate) 등을 생성한다.

④ 탄소수를 4개 또는 그 이상을 함유한 알칸계열 화합물은 온도를 섭씨 300도 혹은 그 이상 올리면 유황(Sulfonic acid)과 반응하여 올레핀, 디올레핀과 티오펜(Thiophene) 유도체를 만들 수 있다.

⑤ 프로판, 3-메틸펜탄 그리고 헵탄을 포함한 알칸계열은 상온에서 삼염화인(PCl_3)과 반응하여 알칸포스포닐클로라이드(Alkane Phosphonyl chloride)를 생성하는데 이 물질은 다시 가수분해하여 알킬포스포닉산(Alkylphosphonic acid)을 만든다

⑥ 염화알루미늄(AlCl_3) 존재하에 알칸은 일산화탄소와 반응하여 다음과 같은 케톤(ketone)을 생성한다. 즉, 이소부틸케톤(Isobutyl ketone) 및 메틸이소프로필 케톤(Methyl Isopropyl ketone)

(아) 유기물과의 반응(with organic Reagents)

① 햇빛이 존재하거나 또는 어두운 곳에서 과산화물이 있으면 알칸계열 화합물 즉, 프로판, 부탄, 펜탄, 헵탄 또는 옥탄 등은 옥사릴(Oxalyl) 클로라이드나 포스젠(Phosgene)등과 반응하여 아실클로라이드(Acyl chloride)를 생성한다.

② 정상적인 알칸계열 탄화수소는 알루미늄 트리클로라이드(AlCl_3) 존재하에서 반응하여 케톤(Ketone)을 만든다. 3급 알칸과 케톤은 황산(H_2SO_4) 존재하에 반응하여 3급 알콜을 만든다.

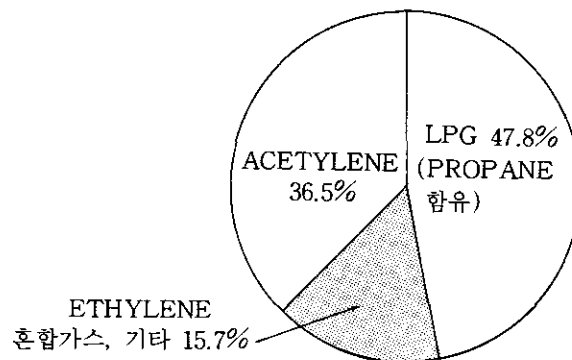
이소알칸(Isoaldane)은 실리카(Silica) 또는 알루미나(Alumina) 존재하에서 방향족 탄화수소로 응축반응이 일어난다.

라. 절단용 가스로서의 LNG의 특징(장점)

강관의 절단용 가스는 종래에는 주로 Acetylene과 LPG 계통의 가스가 주를 이루었다. 이들 가스의 단점이 많아 최근에는 에틸렌가스 및 절단용 특수 도시가

스를 많이 사용하고 있다. 그러나 이들 여러가스는 안전성, 경제성 및 관리측면에서의 문제점을 가지고 있다.

따라서 최근에는 LNG(천연가스)가스를 사용하고 강판의 절단용으로 사용하여 절단용 화구(Tip)의 개량에 따라 LPG가스에 떨어지지 않는 작업효율도 갖을 수 있을 뿐만 아니라 안전면, 관리적 측면에 대하여도 아세틸렌, 에틸렌 및 LPG 등보다도 우수하며 또한 경제성도 우수하므로 절단용 가스로서 최근 각광을 받고 있다.



[그림 2-1] 절단용 가스별 추정 소요량 ('80. 일본의 경우)

(1) LNG의 예열성능

(가) Coner의 예열시간

철판의 두께 8~25mm의 경우 5초 이내에 예열이 가능하며 작업상의 문제점도 없다.

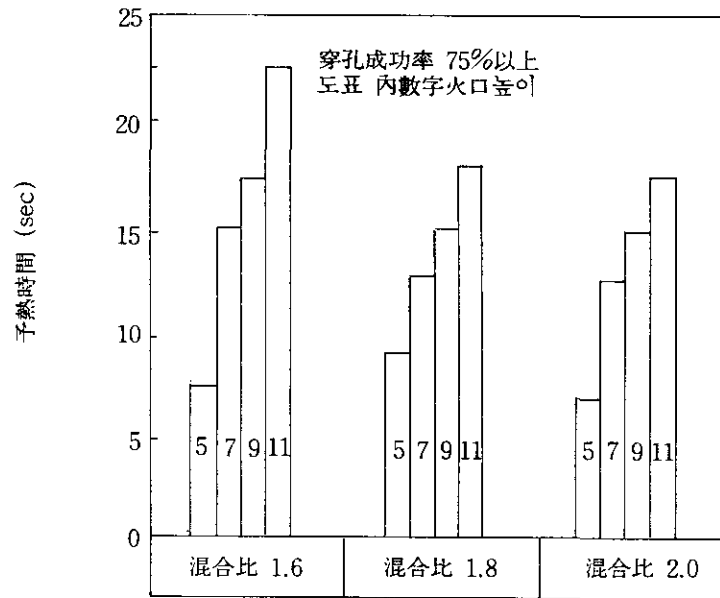
(나) 중앙부 천공시간

천공예열 성능은 예열염 혼합비, 화구높이에 따라 영향이 있는데 다음 2가지 관점에서 파라메타로 시험하였다.

(다) 예열염 혼합비와 화구높이의 영향

Diver 화구 No.1을 이용하여 예열가스량, 절단 산소량을 고정시키고 예열 산소량을 실험한 결과 같은 화구에서는 혼합비 1.8~2.0이 최고로 나타났다. 이때 실

험조건은 아래 [그림 2-2]와 같다.



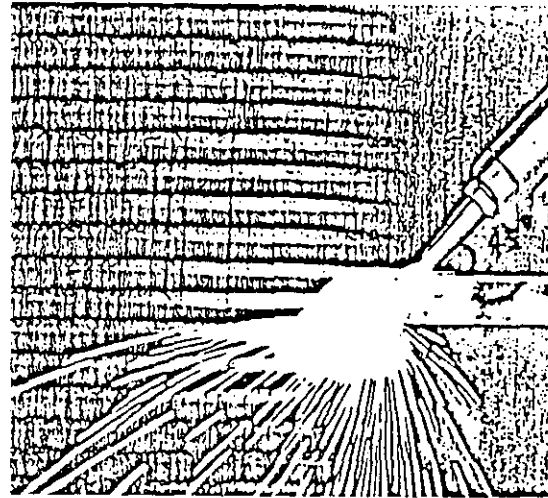
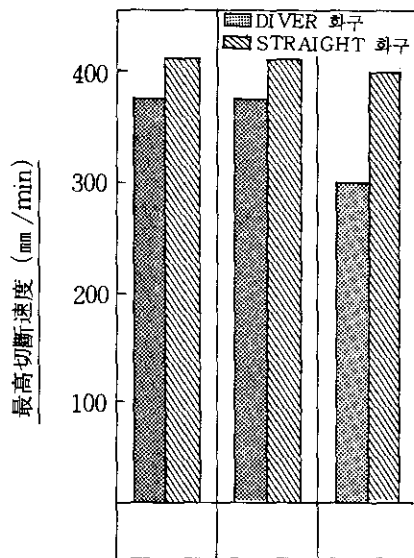
[그림 2-2] 예열시간과 화구높이와의 관계

(라) 45도 절단

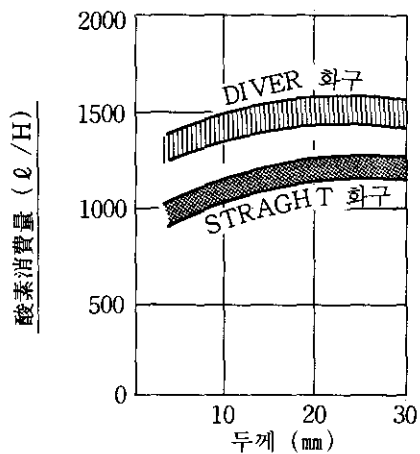
45도 절단에 따른 절단산소량, 예열가스량에 대하여는 각기 수직 절단시의 20~30%가 증가하는데 화구도 No.1의 것을 사용할 필요가 있다.

철판두께 12, 16, 25에서의 45도 절단에서 1급의 절단면이 얻어지는 최고속도와 이때의 실험조건은 [그림 3-3]과 같이 Diver 화구와 Straight 화구에 따라 절단속도에 약간의 차이가 있다.

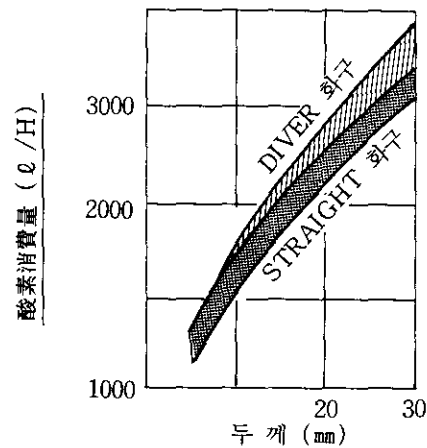
또한 [그림 2-4]와 [그림 2-5]는 예열산소 소비량과 절단산소 소비량을 각각 표시한 그림이다.



[그림 2-3] 천연가스에 의한 V-45° 절단



[그림 2-4] 수직절단의 예열용 산소 소비량



[그림 2-5] 수직절단의 절단용 산소 소비량

(2) 천연가스(LNG)에 의한 가스절단

(가) 중압식 화구성능

○ 절단성능

지금까지는 액화천연가스(LNG)에 의한 절단의 성능은 일반적으로 다른 절단

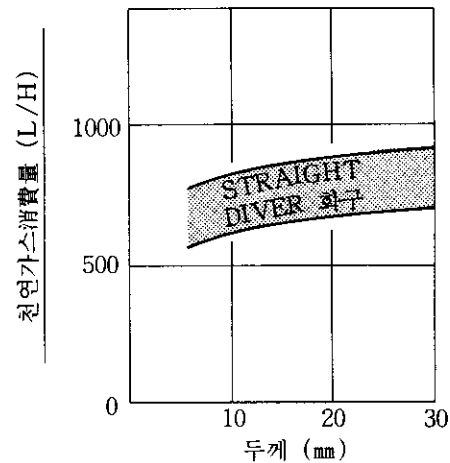
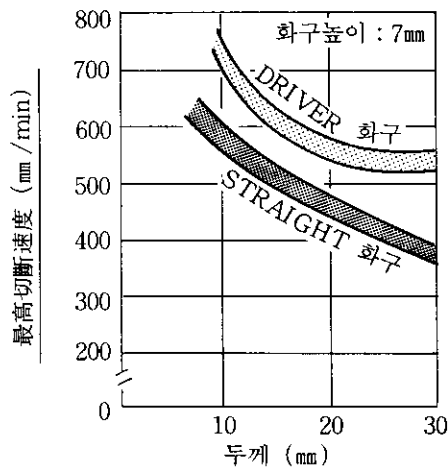
용 가스보다 성능이 뛰진다고 생각하고 있었으나 최근 일본 오사카 가스(주) 회사의 절단한 실험데이터를 보면 떨어지지 않음을 쉽게 알 수 있다.

(나) 직각절단성능(I. 절단)

철판두께 30mm 이하의 경우

1급의 절단면이 얻어지는 최고 절단속도는 Diver 화구의 경우 두께 8mm 자리를 750mm/min, 16mm를 575mm/min, 25mm를 550mm/min, 25mm를 400mm/min의 속도로 절단하면 우수하다는 결과를 얻었다.

즉, 이때 최고 절단속도에서의 천연가스 소비량, 예열용 산소 소비량, 절단용 산소 소비량은 [그림 2-6] 및 [그림 2-7]을 통하여 알 수 있다.



[그림 2-6] 철판의 최고 절단속도

[그림 2-7] 수직절단의 천연가스 소비량

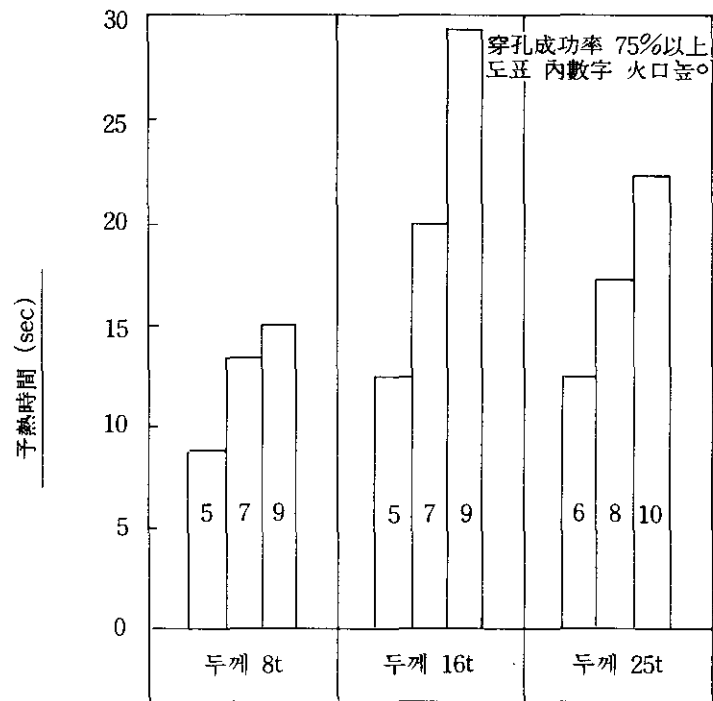
[표 2-2] 중앙부 천공시의 천공조건

화 구 형 식	압 력 (kg/cm ²)			유 량 (Nℓ/h)			화구높이	절단재
	절단용 산 소	예열용 산 소	천연가스	절단용 산 소	예열용 산 소	천연가스		
Diver No.1	7.0	2.0	0.2	2700	혼합비 예의함	650	3~11	SS- 418t

(3) 두께의 영향

두께 8t, 16t, 25t에 대하여 Diver 화구를 사용.

실험한 결과 및 실험조건은 다음과 같다.



[그림 2-8] 천 공 시 간

[표 2-3] 중앙부 천공시의 천공조건

화 구 형 식	두 개	압 력 (kg /cm ²)			유 량 (Nℓ /h)			혼합비	화구높이
		절단용 산 소	예열용 산 소	천연가스	절단용 산 소	예열용 산 소	천연가스		
Diver No.1	8t	7.0	2.0	0.2	2700	1170	650	1.8	3~11
"	16t	7.0	2.0	0.2	2700	1170	650	1.8	5~9
"	25t	7.0	2.0	0.2	4300	1350	750	1.8	6~10

○ 절단의 경우 [그림 2-8]에서 표시한 바와 같이 천공예열성능과 각 화구의 예열열의 집중성, 화구와 천연가스와의 적합성이 문제인데 각종 연료 가스에서의 천공성능과 본 시험의 결과를 [그림 2-8]에 표시하였는데 이 표에 의하면 천연가스에 적합한 화구의 경우는 별 문제가 없는 것으로 판단된다.

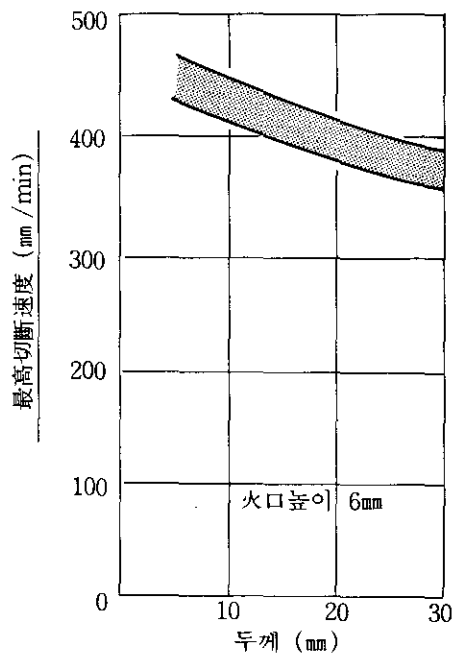
(가) 저압식 화구성능

저압식 수동 절단기는 현재 많이 사용하고 있다.

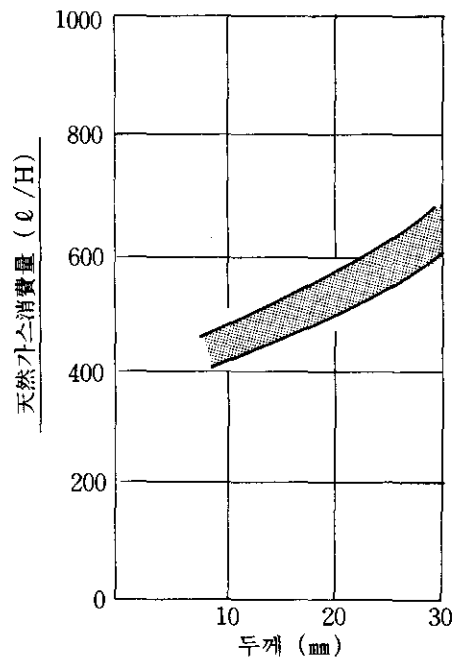
이 저압식 절단기에 대하여도 천연가스는 다른 절단용 가스 즉, 아세틸렌, 에틸렌, 액화석유가스 등에 비하여 뒤지지 않는 절단성능을 가지고 있다. 저압식 절단기에서의 절단성능은 다음과 같다

(나) 직각 절단성능(I.절단)

저압식 절단기에서 우수한 절단면을 얻는 절단 속도와 그때의 천연가스 소비량 및 예열용 산소 소비량 그리고 절단용 산소 소비량은 [그림 2-9] 및 [그림 2-10]과 같다.



[그림 2-9] 최고 절단속도

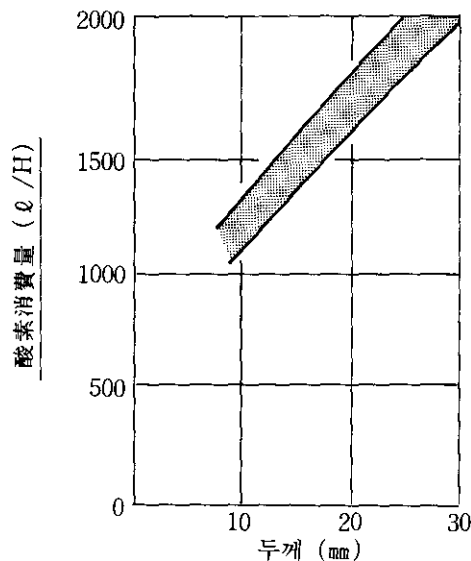


[그림 2-10] 천연가스 소비량

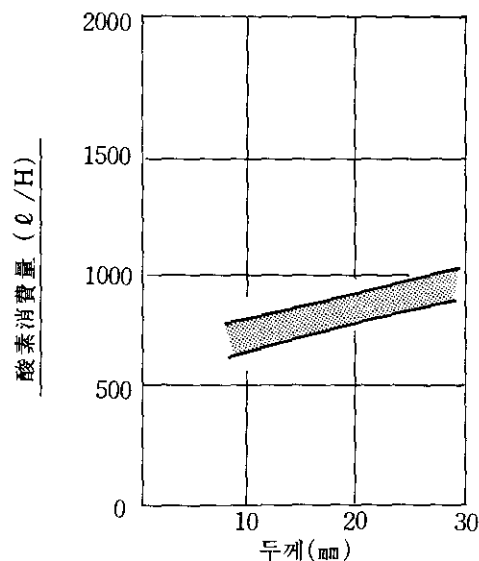
[그림 2-9]는 최고 절단속도를 나타내는 그림으로서 절단의 두께가 5~8mm인 강판을 절단할 때의 속도는 440~460mm/min로서 비교적 속도가 빠른 반면 강판 두께가 20~30mm되는 것은 오히려 절단속도가 낮아져서 약 360~390mm/min가 되는 것으로 나타나고 있으며 이때의 화구높이는 모두 6mm로 고정한 것이다.

한편 [그림 2-10]에서 볼 수 있는 LNG(액화천연가스)의 소비량은 강판의 두께가 8mm부터 약 30mm에 이르는 것을 보면 두께가 커질수록 천연가스의 소비량이 증가함을 볼 수 있다. 이때 두께가 약 8mm의 강판일 경우는 400ℓ/h, 즉 시간당 400ℓ의 부피 소모가 되며 30mm 두께인 경우는 약 600~640ℓ/h, 즉 시간당 약 600~640ℓ의 천연가스가 소모됨을 의미한다.

[그림 2-11]과 [그림 2-12]를 보면 절단시의 산소 소비량과 예열시의 산소 소비량을 각각 그림으로 나타낸 것인데, 이 그림에서 보고 알 수 있는 것은 [그림 2-11] 즉 절단시 산소 소비량은 강판의 두께가 8mm에서 30mm로 커질수록 산소 소비량은 급격히 증가하여 약 1,100ℓ/hr에서 2,500ℓ/hr까지 증가된 모습을 1,400ℓ/hr 폭을 볼 수 있는 반면 [그림 2-12] 즉 예열시 산소 소비량은 강판의



[그림 2-11] 절단용 산소 소비량



[그림 2-12] 예열용 산소 소비량

두께가 8mm~30mm 까지의 산소 소비량은 매우 원만한 커브를 나타낸다. 즉 600 ℓ/hr에서 약 1,000 ℓ/hr까지의 그 폭이 400 ℓ/hr에 불과함을 볼 수 있다.

(4) 절단면의 품질

절단한 후의 품질에 대하여는 일본 용접규격(WES-118) 즉, “압연강재의 품질기준”에서 잘 정하고 있다.

즉, 천연가스(LNG)에 의한 가스절단면은 일반적으로 다른 절단가스에 의한 가스 절단면과 비교하여 찌꺼기의 제거가 양호할 뿐만 아니라 절단면 자체가 매우 매끈한 면을 얻을 수 있는 것이 장점이다.

(5) 커브(Curve)폭

천연가스 절단에 의한 커브폭은 화구높이 8mm의 경우 철판두께 8~25mm에서 산소 구경의 1.3~1.5배이다. 이 크기는 일반 다른 가스를 사용했을 때의 절단산소 구경인 1.5~1.7배의 커브폭보다 좁고 우수하다는 것을 알 수 있다.

4. 액화석유가스(Liquified Petroleum Gas, LPG)^(27~28)

가. 액화석유가스(LPG)

- 주성분 : 프로판(Propane, C_3H_8)가스
부 탄(Butane, C_4H_{10})가스
- 약 간 : 프로필렌(Propylene, C_3H_6)가스
부틸렌(Butylene, C_4H_8)가스

(1) 일반사항

- LP가스는 $D=1.5\sim2.0$ (공기=1)
- 기체, 액체 모두 무색
- 순수한 LPG는 무취(감지할 수 있도록 C_2H_5-SH 첨가)

- 독성은 없으나 다량 흡입하면 질식(TWA, 1,000ppm)
- 액체가 기화하면 250배로 팽창

〈표 2-4〉 LPG의 가스특성

구 분	가 스 특 성	
	프 로 판	부 탄
분 자 식	C_3H_8	C_4H_{10}
분 자 량	44	58
고압가스상 분류	가 연 성	가 연 성
색, 냄새	무색, 무취	무색, 무취
기 체 밀 도 (kg/m^3)	2.0	2.6
액 체 밀 도 (kg/m^3)	0.5(20℃)	0.58(20℃)
기화시 체적 증가	250배	230배
가 스 비 중 (공기=1)	1.52	2.01
액 체 비 중 (물=1)	0.51	0.58
폭발범위(공기 Vol %)	2.2~9.5	1.8~8.4
증 기 압 (at 25℃)	8.0atm	2.0atm
착 화 온 도(℃)	481	441
가스 총 발열량 (25℃) (kcal/kg)	12.034	11.832
연 소 성	공기(산소)가 없으면 연소 또는 폭발이 없으나 일정한 비율로 공기와 혼합하면 연소나 폭발야기.	공기(산소)가 없으면 연소 또는 폭발이 없으나 일정한 비율로 공기와 혼합하면 연소나 폭발야기.
타 물질과의 반응	없 음	없 음
인체에 미치는 영향	없 음	없 음

나. 부탄(Butane) 가스⁽²³⁾ (29~31)

LPG의 주성분 가스는 프로판과 부탄가스이며 소량의 프로필렌 및 부틸렌이

혼합된 가스인데 천연가스중에 프로판가스에 관한 여러가지 물리·화학적 성질을 이미 설명하였으므로 여기서는 부탄가스에 관한 사항만을 열거하겠다.

(1) 물리적 성질(Physical Properties)

분자량	58.12
증기압(Vapor Pressure), 21.1℃	2.0atm
끓는점(Boiling Point) 1 atm(101.325 kPa)	-0.5℃
녹는점(Melting Point) 1 atm(101.325 kPa)	-138.4℃
상대비중(Relative Density) (Air=1)	2.01
액체비중(Liquid Density) (20℃)	0.578kg / ℓ
폭발한계(공기중)	1.8~8.4% (용적)
용해도(물중) 0℃	3.14cm ³ / 100cm ³ H ₂ O
자연발화온도(Autoignition Temp)	430℃
연소열, 가스(25℃), H ₂ O(가스) + CO ₂ (가스)	635kcal / mole

(2) 성상(Description)

상온, 상압하에서 부탄가스는 무색이고 불에 붙는 성질이 있으며 비교적 무독성 기체이다.

(3) 규정(Specification)

(가) 연구용(Research Grade)

부탄가스의 순도는 최고를 요하며 보통 99.9% 이상의 몰%를 나타내야 한다.

(나) 기기 분석용(Instrument Grade)

이 등급은 최소 99.5% 이상의 순도를 가져야 하며 액체상 속에 소량의 공기도 없어야 한다. 특히 주의점은 물의 흔적이나 기름 및 비휘발성 물질도 완전 제거해야 한다.

(다) 공업용(C.P Grade)

이 등급은 무게 %로 99% 이상이면 된다.

(4) 용도(Uses)

순수한 물질로서 부탄가스는 온도와 압력계이지와 같은 계기를 보정하는데 사용된다. 공업적으로는 비행연료 및 유기화합물을 합성하는 중간체로서 쓰인다.

또한 가열하는 연료 및 특수 모타 연료로서도 사용되며 휘발유가 불쾌한 냄새를 발산하는 공장의 운전용으로서도 사용된다.

(5) 독성(Toxicity)

미국 산업위생학회(ACGIH)에서는 1983년 부탄가스의 최소 허용치를 800ppm으로 결정하였고 10분간 1%의 폭로되면 졸음증상이 나타난다고 보고하였다.

부탄의 농도가 0.5% 이하인 경우는 냄새로 감지할 수가 없다.

○ 응급조치(First Aid Treatment)

(6) 흡입(Inhalation)

약간 졸음증상을 느끼는 의식이 있는 작업자는 빨리 오염되지 않은 지역으로 대피하여 신선한 공기를 마셔야 한다. 그러나 많은 양의 부탄가스에 폭로된 사람은 의식이 없거나 또는 질식될 수도 있다. 그러한 경우의 환자는 신속하게 신선한 장소로 옮긴 후 인공호흡을 시키거나 필요하면 산소를 주입하여 회복시켜야 한다.

(7) 피부접촉(Skin contact)

피부에 액체 부탄이 묻으면 동상이 걸린다. 동상이 걸린 경우에는 따뜻한 손이나 모직물로 동상부위를 감싸라. 만일 손가락이나 손에 동상이 걸렸으면 체온을 이용하여 겨드랑이같은 곳에 끼워라. 그래도 잘 안풀리면 약 섭씨 42도의 따뜻한 물에 담그어라. 더욱 심하면 의사의 처방을 받아야 한다.

○ 취급 및 저장상의 주의점(Precaution in Handling and Storage)

부탄가스는 매우 인화성이 강한 물질이므로 이점을 주의하여야 한다.

부탄가스 실린더를 사용하거나 저장시에는 불꽃이나 스파크와 같은 점화원이나 열이 없는 가스가 잘 제거되는 시설을 갖춘 곳이 필요하다.

누출검사 시에는 절대로 불꽃을 사용해서는 안되며 스파크나 모타 주위에서 사용은 금해야 한다. 또한 산소(O_2), 염소(Cl_2)나 기타 산화성이 강한 물질과 함께 저장해서는 안된다.

(8) 누출검사(Leak Detection)

모든 접합부나 이음쇠 주위에 누출검사는 반드시 비눗물로 점검해야 한다. 이때는 거품이 나오는지로 인지되며 절대로 불꽃을 사용하면 안된다.

(9) 안전장치(Safety Devies)

부탄을 충전한 용기에는 많은 종류의 안전장치를 부착하도록 의무화하고 있다. 그 중에서 압력이 3,000psig 이상되는 용기에는 파열판이 부착되어야 하고 30인치보다 적은 용기는 파열판이 용기 끝에 한개 30인치 이상되는 긴 용기에는 양쪽 끝에 두개가 부착되어야 한다. 대체적으로 많이 사용되는 안전장치는 미국 메타손(Metheson) 제품이다. 이것은 스프링으로 연결된 안전밸브가 부착되어 있다. 만일 실린더의 압력이 높아져서 위험한 경우에는 안전밸브가 작동되어 자동으로 열려서 압력이 떨어진다음 다시 안전수준으로 압력이 되돌아 와야 한다.

(10) 화학적 성질(Chemical Properties)

부탄은 많은 알칸(Alkane) 계열 또는 파라핀(Paraffin) 계열의 탄화수소이다. 알칸 그룹의 물질은 화학적으로 매우 불활성 물질이므로 반응이 잘 안된다. 즉 찬 브롬이나 황산 및 질산에 반응이 안된다. 그러나 알칸에 조건을 변화시키어 염소나 질산 등과 처리하면 열적 반응이 일어나서 이성질화(Isomerization), 탈수소화(Dehydrogenation), 고리화(Cyclization) 및 기타 반응이 일어난다.

알칸을 섭씨 500도 이상 가열할 경우엔 착화물이 생성되고 또한 촉매를 이용하면 여러 종류의 생산품이 얻어진다. 그러므로 석유화학공장에서는 부탄을 이용하

여 다음과 같은 여러 화학반응을 이용하여 제품을 생산한다.

즉, 탈수소화 반응, 이성질화 반응, 열분해 반응 및 방향족화 반응 등이다.

(가) 탈수소화 반응(Dehydrogenation)

이 반응은 석유화학공장에서 에탄(Ethane), 프로판(Propane), 부탄(Butane), 이소부탄(Isobutylene) 및 펜탄(Pentane)을 촉매와 반응하여 사용하는 올레핀 계열 화합물을 빠른 속도와 높은 수득율로서 얻는다. 그렇게 생성한 올레핀을 중합하여 고분자 물질을 만들거나 또는 고순도의 모타연료를 얻기 위해 알킬레이팅(Alkylating)에 사용한다. 에틸렌(Ethylene), 프로필렌(Propylene) 및 이소부틸렌(Isobutylene) 등은 공업적으로 중요한 지방족 화합물 제조에 사용된다.

(나) 이성질화(Isomerization)

탄소수 4개 또는 그 이상의 원자를 가진 정상적인 고리 알칸분자나 또는 사슬 고리가 조금 더 있는 알칸계열 탄화수소는 온도가 섭씨 150도 내지 200도에서 촉매를 쓰면 더 많이 가지 달린 알칸계열로 이성질화된다.

가장 효과가 큰 촉매로서는 알루미늄 트리클로라이드(AlCl_3)이다. 따라서 이소부탄(Isobutane)이나 이소펜탄(Isopentane)은 노말부탄이나 펜탄을 이성질화(Isomerization)하여 얻을 수 있다.

(다) 열분해(Thermal Degradation or Cracking)

가스, 액체 그리고 고체 알칸의 열분해 온도를 섭씨 500도 내지 1,000도 정도 상승시키면 탄소수가 적은 촉쇄알칸과 올레핀 화합물을 얻을 수 있는 연구가 매우 활발히 진행되고 있다. 섭씨 1,400도 내지 1,600도로 상승하면 촉매를 사용하지 않아도 공업적으로 중요한 탄소가루, 수소(H_2), 가스 및 아세틸렌을 만들 수 있다. 적합한 촉매를 사용함으로써 열분해 온도를 섭씨 약 200도 내지 500도로 하강시키므로 반응온도 조건을 주의하여 조절하므로 요구되는 생산품을 좋은 수득율로 제조할 수 있다.

(라) 방향족화(Aromatization)

알칸은 높은 열분해 온도로 조절하면 방향족 탄화수소로 전위될 수 있다. 알칸

의 방향족화는 처음에는 올레핀화하는 원리로서 섭씨 온도 500도 내지 1,000도에
서 일어난 후 다시 환(Ring) 화합물이 생성하면서 디올레핀 계열의 화합물이 생
성된다. 고리 화합물은 금속촉매 존재하에 탈수소화가되어 결국 방향성을 가진
방향족 화합물(Aromatic compounds)이 생성된다.

이러한 반응원리는 알칸이 탈수소화 되어 올레핀(Olefin)의 화합물이 만들어지
는 원리와 같다.

(11) 알칸의 기타반응

(가) 산화반응(Oxidation Reaction)

알칸은 발화점(Ignition Point) 이하 온도에서도 대기중의 산소에 의해 산화될
수 있다. 기체상의 알칸의 산화속도는 고리가 길수록 증가하고 겹가지가 많을수
록 감소한다.

(나) 할로젠화 반응(Halogenation Reaction)

요드(Iodine)를 제외한 할로젠 분자는 알칸과 쉽게 반응한다. 그러나 어두운
곳에서는 반응이 거의 일어나지 않으나 햇빛이 있거나 자외선하에서는 메탄(Met-
hane)과 에탄(Ethane)과 같은 탄화수소는 폭발적으로 반응이 일어난다. 알칸의
할로젠화는 자외선이나 열에 의해 액체나 기체상에서 쉽게 일어난다. 또한 적당
한 촉매하에서는 반응이 가속화 한다.

(다) 니트로화(Nitration)

알칸은 상온에서 질산(Nitric acid)이나 사산화질소(N_2O_4)와는 거의 반응하지
않지만 액체상에서도 온도를 섭씨 100도 내지 450도로 상승시키면 반응하고 또한
기체상에서도 반응하여 니트로알칸(Nitroalkane)을 생성한다

(라) 무기시약(Inorganic Reagents)과의 반응

알칸이 자외선 존재하에서는 이산화황(SO_2)과 반응하며 상온에서는 염소(Cl_2)
와 반응하여 염화슬폰(Sulfonyl chloride)을 만든다. 그리고 유기과산화물(Org-
anic peroxide) 존재 하에서는 어두운 곳에서도 설프릴크로라이드(Sulfuryl

chloride)와 반응하여 알킬크로라이드 설과 디옥사이드(alkyl chloride sulfur dioxide)를 만든다. 또한 알칸은 액체상에서도 이산화황과 반응하여 술폰산(Sulfonic acid)이나 그의 무수물(Anhydride)을 만든다.

섭씨 약 300도 또는 그 이상의 온도에서 알칸의 탄소수가 4개 혹은 그 이상의 탄화수소와 유황(S)과 반응하여 올레핀, 디올레핀 및 티오펜 유도체를 생성한다. 촉매인 삼염화 알루미늄($AlCl_3$) 존재하에서 일산화탄소와 반응하여 케톤(Ketone)을 만든다(즉 Isobuty ketone 및 Methyl Isopropyl Ketone 등의 생성).

5. 맵(MAPP) 가스⁽⁶⁾

맵 가스는 메틸아세틸렌-프로파디엔(Methylacetylene propadiene)의 약자로서 운송시와 사용시에 큰 안정도를 준다. 이 맵가스는 처음 미국의 유명한 다우 화학회사(Dow Chemical Co. Ltd)가 개발하여 손쉽게 운반이 가능한 적은 양의 가스를 제조하여 사용하였다.

한편 액화천연가스(LNG)와 액화석유가스(LPG)는 아세틸렌가스처럼 다양하게 사용은 못하였으나 특히 절단작업과 가열목적으로는 아세틸렌 대체물질로 많이 사용되고 있다.

특히 경제성이 우수하지만 용접목적에는 많이 이용되지 못하는 단점도 있다.

다음 <표 2-5>는 맵 가스와 아세틸렌, 액화천연가스 및 액화석유가스의 가열 절단에 사용될 때의 여러가지 폭발한계 및 물리적 특성을 비교한 값이다.

<표 2-5> 여러가지 연료가스와 맵 가스와의 비교

물질명 안정성	맵 가스	아세틸렌	천연가스	액화석유가스
충격감도	안정	불안정	안정	안정
폭발한계 (산소중 %)	2.5~60	3.0~93	5.0~59	2.4~57

물질명 안정성	맵 가스	아세틸렌	천연가스	액화석유가스
폭발한계 (공기중 %)	3.4~10.8	2.5~80	5.3~14	2.5~9.5
화염속도 (공기중 ft/sec)	15.4	22.7	15.2	12.2
역화경향	약함	강함	약함	약함
독 성	낮음	낮음	낮음	낮음
타물질과의 반응성	60% 이상 동합금을 피할것	낮음	제한없음	낮음

〈표 2-6〉 물리적 성질

물질명 물리적 성질	맵 가스	아세틸렌	액 화 천연가스	액 화 석유가스
액체의 비중	0.5	—	—	0.507
액체개론당 파운드	4.80	—	—	4.28
파운드당 세제곱ft(lb/ft ³)	8.85	14.6	23.6	8.66
비중(공기=1)	1.48	0.906	0.62	1.52
증기압(70°F psig)	94	—	—	120
끓는점(1P)	-36~4°F	-84	-161	-50
연소온도(산소중)°F	5,301	5,589	4,600	4,579
총 열량(증기 후) btu/lb	21,100	21,500	23,900	21,800

가. 맵가스 불꽃의 특징

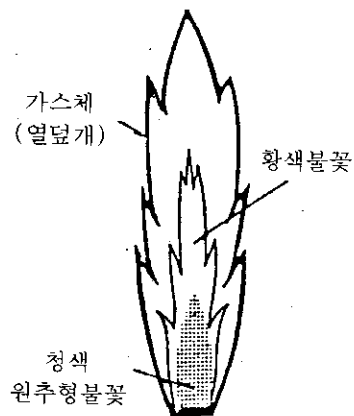
맵가스는 가스 자체의 압력 변화에 따라 중성불꽃이나 산화불꽃을 만들 수 있도록 되어 있어 아세틸렌 불꽃과 비교해 볼 때 매우 유사하다.

나. 도오치(Torch)의 불꽃조절

절단용 도오치는 아세틸렌가스를 사용하는 것과 같이 불꽃이 빛을 내며 맵가스 밸브가 조금 열리고 불꽃이 생길 때 예열된 산소 밸브가 점차적으로 열리도록 조절한다.

서서히 산소가스 양을 증가시키면 예열된 원주형의 불꽃 끝이 노란색에서 파란색으로 변할 때까지 산소를 공급한다. 이 맵가스 불꽃이 약간의 산소와 혼합되어 있다면 노란색이 탈색되고 불꽃색은 푸른색으로 될 것이다.

초기 맵가스 예열불꽃은 탄화불꽃과 같이 보이며 [그림 2-13]과 같고 중간예열 불꽃은 [그림 2-14]와 같이 보다 더 선명하게 보이며 산화되는 예열불꽃은 [그림 1-15]와 같다.



[그림 2-13] MAPP가스
예열불꽃



[그림 1-14] MAPP 가스의
중간 예열불꽃



[그림 1-15] 산화되는 MAPP
가스의 예열불꽃

중간예열불꽃 [그림 1-14]가 나오도록 토오치를 조정한 후 산소의 양을 증가 시킴으로 파란불꽃을 밝은 청색빛으로 변하게 할 수 있으며 토오치의 예열산소의 밸브를 열고 산소의 양이 증가할 때 토오치의 압력을 측정한다. 이때에 압력은 증가하여 내부불꽃은 더욱 짧게 된다. [그림 1-15]와 같이 보이는 것이다.

다. 불꽃특성

이 맵 가스를 사용하여 중간 불꽃을 일으킬 경우에는 아세틸렌을 사용한 불꽃보다 1.5배 만큼 크기 때문에 산소-아세틸렌은 보통 사용하던 작업자는 불꽃의 크기를 인위적으로 조절하여야 한다. 즉, 맵 불꽃이 아세틸렌 불꽃과 같은 크기로 조절하고자 할 때는 연료 봄베를 냉각하여야 한다. 왜냐하면 온도를 하강시킬 경우 충분한 열을 발생시키지 못하므로 불꽃의 길이가 적어지기 때문이다.

라. 바깥불꽃 영역

작업자는 산소와 함께 맵 가스를 사용하여 양질의 절단제품을 생산하기 위하여 양질의 바깥불꽃 영역을 조절하면서 작업에 임해야 한다. 또한 바깥불꽃 영역은 절단 산소밸브를 열고 나올수 있도록 팁의 중앙라인으로부터 절단산소를 유도시켜야 한다. 질 좋은 바깥불꽃 영역을 유지하도록 산소의 적당량을 공급할 수 있도록 부피와 압력을 조절할 필요가 있다. 만일 산소의 부피가 커지고 압력이 낮아진다면 산소 공급량은 적어서 빈약하게 될 것이며, 반대로 산소압력이 커지고 압력이 적어지게 되면 과량의 산소량이 공급되어 올바른 불꽃 조절이 불가능하게 될 수도 있어 주의를 요하게 된다.

마. 절단시의 불꽃 조절 요령

다음 요령은 작업자가 절단 작업시에 도움이 되도록 맵가스 절단요령은 물론 일반적인 절단 요령을 종합하고자 하는 내용이다. 즉 어떤 토오치와 팁을 사용하여 절단작업시에 산소 압력을 조절할 수 있도록 한 것이다.

바. 바깥불꽃 조절

팁(Tip) 위에 낮은 압력의 불꽃이 생기도록 조절한 후에 작업자는 절단 산소 밸브를 열고 가장 이상적인 바깥불꽃 영역을 관찰할 수 있도록 압력을 조절하여

변화시킨다. 낮은 산소압력은 매우 짧은 바깥불꽃의 길이가 될 것이며 끝부분이 파손되는 것처럼 생성될 것이다. 반대로 이번에는 산소 압력을 증가시키는 경우에는 불꽃의 끝이 더욱 길게 될 것이며, 이와같이 긴 파열되지 않은 불꽃 영역을 맵가지 팁을 위해서 정확한 절단 산소 압력을 지시해 주는 역할을 할 것이다.

즉, 바깥불꽃 영역은 절단 산소를 조절하므로 일정하게 유지될 것이다.

사. 산소압력 영향

산소압력이 적당한 압력의 바깥불꽃 영역이 생성된 후에 다시 증가되면 불꽃길이 본래의 짧았던 상태로 환원되며 낮은 압력하에 있었던 파괴된 형태로 될 것이다. 불꽃 절단시에 찌꺼기는 밑바닥으로 제거시키도록 해야 하며 이와같이 제거시키기 위한 조건은 다음과 같다.

(1) 절단 산소압력이 높은 경우 :

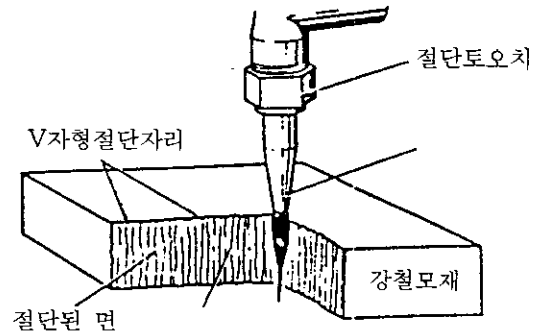
이때는 산소의 속도가 크므로 금속이 산화되기도 전에 용융된 철을 흘려 보내기에 충분하므로

(2) 찌꺼기에 포함된 철성분이 너무 많다. 만일 용융된 철이 서서히 산화될 충분한 시간적 여유도 없이 절단 속도가 빠르다면 산소압력이 높은 경우와 똑같은 효과가 발생할 것이다.

(3) 잔유물에 금속성분이 과다할 경우 이때는 완전 산화되지 않은 철이 원인이며 (1), (2)항과 같이 잔유물에 너무 많은 금속성분을 지닌 철이 함유되어 있을 경우나, 또는 스래그를 절단면의 예열 내부 밑바닥을 고정시키기 위한 경우에 발생한다. 훌륭한 작업을 원할 때는 불꽃절단으로 인한 산소압력과 속도는 크게 영향을 미치며 표면의 굴곡이 많은 철판을 절단할 때는 높은 압력의 산소를 이용한다 [그림 2-16].

산소압력이 너무 낮으면 절단면의 밑바닥에 과대한 용제 잔유물이 자주 생성되므로 산소절단 압력은 적절히 조절해서 사용해야만 절단면이 깨끗하고 곧바른 면

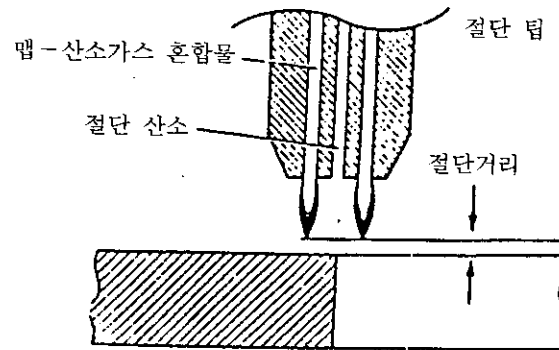
으로 절단할 수 있다.



[그림 2-16] 절단시에 높은 산소압력 효과

(4) 커플링 간격(Coupling distance)

커플링이란 예열된 불꽃과 절단할 금속표면 사이의 간격을 말하며 [그림 2-17]에서 볼 수 있듯이 커플링 간격은 절단효과에 큰 영향을 주므로 매우 중요하다.



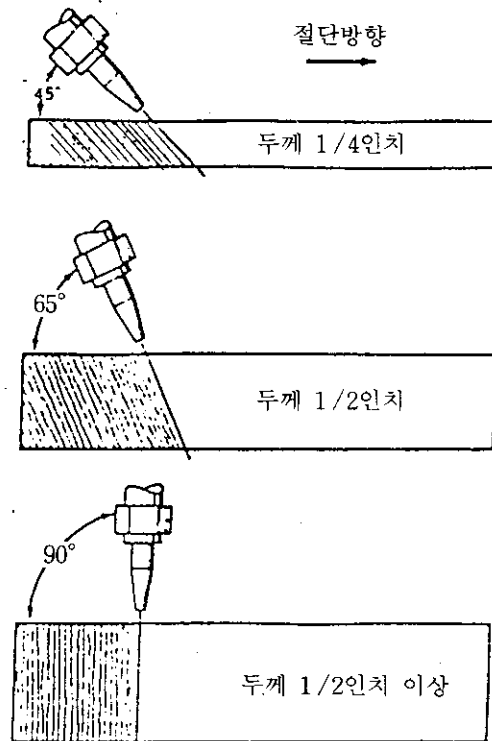
[그림 2-17] 커플링 간격

맵가스로 3인치 두께 위까지 절단을 행할 때 커플링 간격은 약 1/8 인치 정도 유지해야 한다. 구멍뚫기(Piercing)나 매우 빨리 작업을 원할 경우 빠른 예열을 위하여 판금 표면에 불꽃을 접촉시켜야 한다. 또한 6인치 이상 두께를 가진 금속을 절단하고자 할때 커플링 간격은 두번째 불꽃 영역으로부터 열을 더 얻을 수

있도록 증가되어야 하며 12인치 이상의 금속을 절단할 때는 1/4인치 내지 3/4인치 정도의 커플링 간격을 유지하여 절단하여야 한다

(5) 사용 토오치의 각도

토오치의 각을 리이드각[그림 2-18]이라 부르며 절단(→) 방향으로 토오치를 설정할 경우 토오치의 중심과 절단할 조각 표면 사이의 각도를 말한다.



[그림 2-18] 금속의 다양한 두께를 절단하는 경우 맵가스와 함께 사용되고 있는 토오치의 각

절단 두께가 1/4인치 정도되는 가볍고 얇은 금속판을 절단방향에서 수평으로 약 45°되게 토오치의 각도로 자른다. 또한 두께가 1/2인치 정도되는 금속판을 절단할 경우엔 그림에서 보듯이 약 65°정도가 되어야 하며 1/2인치 이상의 금속판 절단시에는 리이드각이 90°가 되어야 이상적인 작업을 할 수 있다. 절단면과 불꽃의 교차점은 예열한 가장자리 끝부분이며 아주 쉽게 발화된다. 일단 금속판이

가열되면 기구의 다른 면을 이용하여 쉽게 절단할 수 있다. 그러나 두꺼운 금속판을 자를때 작업자는 토오치를 기구 표면위에 수직으로 유지해야 하며, 기구의 시작하는 가장자리로부터 평행을 유지해야 한다. 이렇게 곧은 자세로 절단작업을 행해야 하는 이유로는 둥근 홈의 절단 중심과 맞은 편의 불완전한 절단과 같은 문제를 막아줄 수 있기 때문이다

절단시 속도는 작업의 종류와 절단할 금속판의 두께에 따라 각기 다르다.

만일 절단불꽃이 똑바로 내려가거나 뒷쪽까지 간다면 그것은 횡단하는 속도가 빠르다는 것을 의미하게 된다.

(6) 팁의 크기와 형태

어떠한 연료가스를 팁에 사용할 때 적합한 형의 연료와 팁을 사용하였다면 용접이나 용단작업은 매우 양질의 제품과 보다 경제성있는 작업이 될 것이다. 맵가스를 사용할 때는 아세틸렌가스를 사용하는 팁에는 능률적으로 사용할 수가 없다. 왜냐하면 아세틸렌가스 사용시 이상적인 홀이 맵가스 작업에서는 충분한 크기가 될 수 없기 때문이다. 만일 맵가스를 작업에 사용하는 경우 과열된 천연가스의 팁을 절단에 사용하면 매우 위험하다.

팁에 불이 유출하는 속도는 연료가스 구멍 크기에 따라 달리 취급된다.

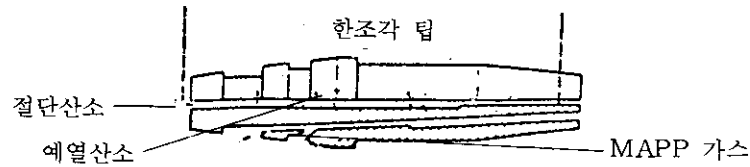
이들에 대한 주의를 해야 정확한 불꽃과 열을 옮기는 작업을 할 수 있다.

맵가스를 사용하는 절단팁에는 두 조각의 팁과 한 조각의 팁의 두가지 기본형이 있으며 이들 팁은 서로 다른 형을 하고 있다.

(가) 한 조각 짜리 팁

[그림 2-19]는 한 조각 맵가스 절단팁이다. 다른 팁과 같이 중앙에 하나의 큰 구멍에서 절단산소가 유출하는 동안 외부 구멍에서 이상적인 가스와 맵가스가 유출된다. 이와같이 한 조각 짜리 팁에는 표준압력(SP)을 사용하는 형과, 빠른속도로 사용하는 (HS)형의 두가지 타입이 있다. 그러나 역시 한 조각짜리 팁도 혼합팁이라 부르며, 한 조각/표준압력(SP)형 팁은 아세틸렌가스보다 먼저 연료가스

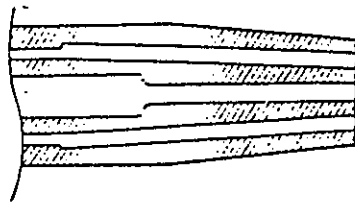
를 사용해야 하며, 이런 경우엔 보통과 같이 수동으로 절단하는 작업에서 한 조각짜리 팁과 맵가스를 이용한 절단팁과는 쉽게 교환될 수도 있다.



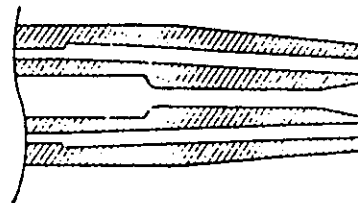
[그림 2-19] 한 조각의 MAPP가스 절단팁

[그림 2-20 A]에서와 같이 SP팁과 함께 수직의 구멍을 뚫는 작업에 이용된다. 한 조각 고속(HS)형 팁 역시 한 조각짜리 팁의 일종이다.

그러나 (HS)형은 수직 구멍을 뚫는 작업에 사용되는 것이 아니라 원추형의 구멍을 내는데 사용된다.



[그림 2-20 A] 표준압력(SP)형



[그림 2-20 B] 고속(HS)형

[그림 2-20 A] 맵 절단팁에서의 차이는 구멍 형태에 있다.

이와같이 원추형의 구멍을 뚫는데는 한층 더 높은 압력과 빠른 속도의 절단산소를 필요로 하며, (HS)형 팁은 손으로 작업하는 수동식 토오치에는 부적합하다. 그 이유는 작업하는 동안 빠른 절단속도를 유지하지 못하기 때문이다.

(나) 두 조각 짜리 팁

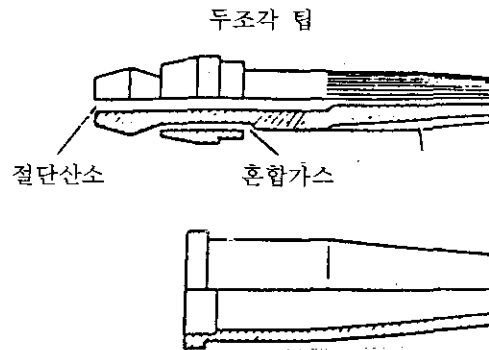
[그림 1-17]은 두 조각 짜리 맵가스 절단팁인데, 두개 부분으로부터 합쳐진다. 그리고 표준압력(SP)과 고속도(HS)로 이용할 수도 있다.

두 조각 표준압력 팁은 한 조각 표준압력 팁보다 수동으로 절단할 경우 더 많은 기술을 필요로 하는데 이것은 두 조각 팁은 한 조각 팁보다 훨씬 더 많은 예

열불꽃을 갖기 때문에 빨리 온도가 상승하기 때문이다.

두 조각 팁은 한 조각 팁에서처럼 연료를 남용해서는 안되며, 표준압력 팁으로 절단할 때보다 더 많은 주의가 필요하다.

일반적으로 두 조각 절단팁은 자동 절단기에 쓰인다.



[그림 2-21] 두 조각 맵가스 절단팁

아. 맵가스 사용장치

맵가스를 사용하는 팁의 크기는 앞 구멍에 번호가 새겨진 드릴의 크기로 표시된다. 맵가스 절단팁은 예열불꽃의 크기가 아니라 앞부분의 중앙구멍(절단산소구멍)의 크기로 결정된다. 이때 사용되는 용접팁이나 용단팁에 대한 공업표준(규격)이 없다. 따라서 예를들면 <표 2-7>에서 보듯이 각기 다른 제조회사에서 만든 팁은 같은 규격번호라 할지라도 같은 크기의 산소 구멍을 갖지 않는다.

<표 2-7> 맵가스를 사용하는 팁 크기와 압력

물질두께 (인치)	팁의 크기 번 호	호스크기 (인치)	맵가스 압력 (psig)	산소압력 (psig)
1/8 까지	72	3/16	2~4	20~40
1/4 까지	65	3/16	2~6	30~70
1/4~1	56	1/4	2~8	40~80

물질두께 (인치)	팁의 크기 번 호	호스크기 (인치)	맵가스 압력 (psig)	산소압력 (psig)
1~2	52	1/4	2~10	50~90
2~4	44	1/4	2~12	60~100
4~8	31	5/16	6~15	70~110

〈표 2-8〉 맵가스를 사용하는 팁 크기와 압력

물질두께 (인치)	팁의 크기 번 호	절단산소압력 (psig 토오치)	절단속도 (인치/분)
3/16	72	30~40	24~30
1/4	68	35~45	22~28
3/8	65	35~45	21~27
1/2	60	40~50	20~26
3/4	56	40~50	16~21
1	56	40~50	14~19
1 1/4	54	40~60	13~18
2	52	40~60	10~14
2 1/2	52	40~60	9~13
3	49	40~70	8~11
4	44	40~70	7~10

〈표 2-9〉 두 조각 타입의 고속 절단팁

물질두께 (인치)	팁의 크기 (번호)	절단산소압력 (psig 토오치)	절단속도 (인치/분)
1/4	65	65~95	25~32
3/8	65	70~100	23~30
1/2	60	75~105	22~29
3/4	56	75~105	20~26
1	56	75~105	18~24
1 1/4	54	75~105	16~22

물질두께 (인치)	팁의 크기 (번호)	절단산소압력 (psig 토오치)	절단속도 (인치/분)
1½	54	75~105	15~20
2	52	75~105	14~19
2½	52	75~105	12~17

자. 맵가스 절단기술

맵가스를 이용한 절단기술은 산소-아세틸렌 절단기술을 응용한 기술과 매우 유사하며, 절단시에 요령은 면의 끝단이나 또는 금속표면의 어떠한 곳에서든 시작이 가능하며 절단부위의 색상이 진한 자주빛이 나도록 가열한 후에 절단용 산소밸브를 서서히 열어 절단을 시작해야 한다.

○ 천공(Piercing)

금속판에 구멍을 뚫을 때는 절단하고자 하는 판위에 토오치가 절단할 곳을 따라 움직이면서 판 표면을 가열해야 한다. 일정지점이 가열된 후에 토오치를 서서히 들어 올릴때 산소 아세틸렌 절단방법과 같이 절단산소를 작동시켜야 한다. 이때 금속판의 두께가 얇은 판인 경우엔 토오치를 움직이지 않고도 구멍을 뚫을 수 있으며 절단작업시에는 산소호스나 맵가스 호스는 녹임금속이나 또는 가열된 잔유물과는 멀리 떨어져 접촉을 피해야 한다. 또한 작업자나 주변에 가연성물질은 토오치 불꽃 지점에서 멀리 떨어져 거리를 유지해야 한다.

6. 혼합가스(하이 LG가스)

가. 하이 LG가스란 무엇인가

액화 천연가스(LNG) 65%와 프로필렌(Propylene)가스 35%를 배관에 공급하기 직전에 저압으로 혼합한 가스이다. 이 가스는 처음 1990년대초에 일본의 조선

업체에서 사용하고 있는 재료를 구입하여 종합 정리한 내용임을 밝혀 두고자 한다.

(1) 하이 LG 가스의 조성은 다음표와 같다.

〈표 2-10〉 하이 LG 가스의 조성표

	조 성 가 스		조 성 비
High LG Gas의 조성비(Vol %)	Methane	CH ₄	57.9
	Ethane	C ₂ H ₆	3.6
	Propylene	C ₃ H ₆	27.3
	Propane	C ₃ H ₈	10.1
	Butane	C ₄ H ₁₀	1.1

(2) High LG Gas의 물리적 성질

하이 LG가스의 성질을 Acetylene가스와 비교해 보면 〈표 2-11〉, 〈표 2-12〉 및 〈표 2-13〉에 표시한 바와 같이 하이 LG가스는 아세틸렌가스와 거의 같은 대기확산성이 있고, 아세틸렌과 같이 역화가 거의 없는 가스이지만 조금은 착화성에서 떨어지고 연소시에는 아세틸렌 가스보다 산소를 더 많이 필요로 한다.

〈표 2-11〉 하이 LG가스의 물리적 성질

	Acetylene	High LG
분자량	26.04	26.96
가스비중(공기=1)	0.906	0.944
이온산소 소비량비	2.5	3.1
실제산소 소비량비	1.1	1.8
총 발열량	14,100 kcal / m ³	15,100 kcal / m ³
최저 착화온도	310℃	510℃
가스밀도	0.854 m ³ / kg	0.816 m ³ / kg

(3) 하이 LG 가스의 안전성과 아세틸렌가스와의 비교

〈표 2-12〉 안전성 비교표

	Acetylene	High LG
폭발범위(공기중) : 폭발범위 : 분해폭발 범위	아세틸렌 2.5~80(100)% 2.5 80 100 High LG 3.4~12.8% 3.4 12.8	
분 해 폭 발 역 화 화염속도(공기중) 금속과의 반응 독 성 취 기(냄새)	유 하기 쉽다 140cm/sec 유(동, 은) 질 식 성 특유의 불쾌한 냄새	무 거의 없다 42cm/sec 무 질 식 성 프로필렌의 냄새 프로판과 같다

(4) 〈표 2-13〉 하이 LG 가스와 아세틸렌가스와 작업성 비교

	Acetylene	High LG
최고화염온도	3,300℃	2,900℃
화염집중성	양 호	아세틸렌보다 약간 열세
절 단 성 능	◦ 늘어짐이 있다 ◦ VXY선에 강하다	◦ 늘어짐이 적다 ◦ VXY선은 Acetylene보다 약간 뒤떨어진다
용 접	가 능	철 → 불가 기타 → 가
화 구	아세틸렌 전용화구	High LG 전용화구 (LPG용 가)

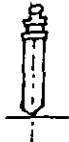
(5) 하이 LG가스용 화구

High LG가스에서의 절단기구 및 가열기구에 장치하는 화구(분화구)는 High

LG용의 화구를 사용한다. 아세틸렌 화구는 사용하면 안된다.

Acetylene Gas용기구를 High LG Gas 기구에 사용하는 경우엔 중압(Medium Pressure) 기구는 전용화구의 교환만으로 사용할 수 있으나 저압(Low Pressure) 취관기구는 Injector부를 개조할 필요가 있으므로 주의를 요하게 된다.

각 모양의 상이점을 [그림 2-22]에 표시한다.

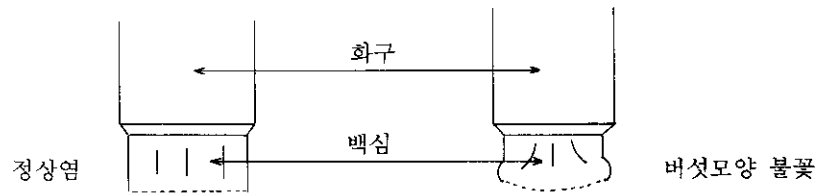
	Acetylene	High LG
전용화구의 형상 (중압 절단기)		내장  외장 
화구의 형태		
주 의	하이 LG용 화구를 아세틸렌가스에서 사용하면 역화의 원인이 된다	아세틸렌용 저압 취관기구는 Injector부의 개선이 필요하다

[그림 2-22] 하이 LG 가스 화구의 형태

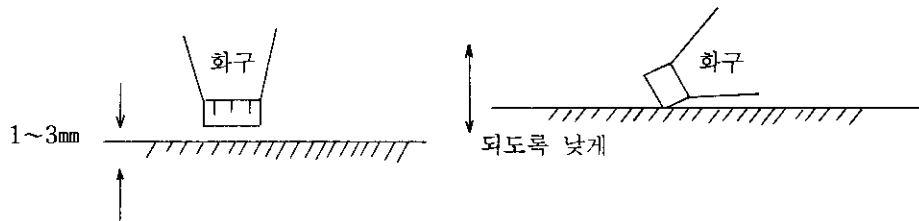
나. 절단시 사용 요령

◎ 수동기, 자동기

- (1) 하이 LG 전용화구를 사용하시요.
- (2) 착화시는 가스 유량을 비스듬하게 착화하고 화염(불꽃)을 크게 조정하시요. 밸브를 갑자기 열면 점화하기 어렵다.
- (3) 아세틸렌과 같은 다량의 그을름이 발생치 않을 경우는 버섯모양의 불안정한 불꽃이 된다[그림 2-23] 및 [그림 2-24 참조].



[그림 2-23] 가스량 스커트(Scut) 가스 부적시의 버섯모양 불꽃

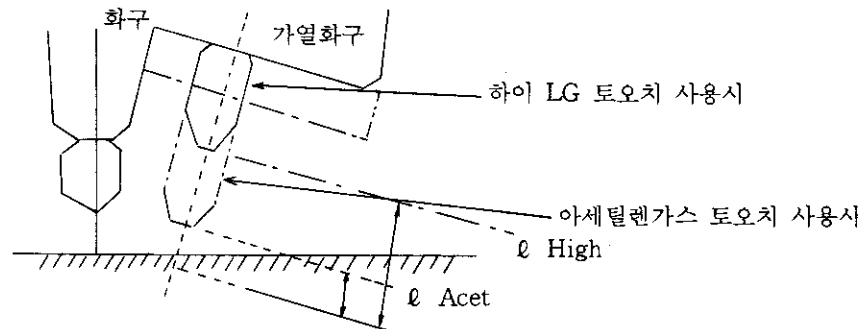


[그림 2-24] 흰불꽃과 철판의 간격

다. 반 자동기

(1) 하이 LG 전용가열화구(절단산소 화구는 종전대로) 및 전용 토오치를 사용할 것.

(2) 하이 LG는 아세틸렌보다 백심(흰불꽃)의 길이가 같은 가스량에서는 길지만, 절단 산소화구와 강판간격(1~3mm)을 고정한 경우의 가열화구의 흰불꽃 길이에 주의해야 한다.



[그림 2-25] 이심형 화구의 설정

백염장=0 이하로 하고, 백심장>0 이하인 경우엔 강재의 가열부족이 되고, 절단능력이 감소한다.

또 백심 길이를 무리하게 맞추면 가스량 부족이 된다.

라. 절단시 일반요령

(1) 화구 높이는 흰색불꽃 끝과 철판간격 사이를 2~3mm 정도로 놓아야 한다. 화염온도의 최고 높은 부분을 이용하게 되는 것이고 이 가스는 화구를 너무 근접시키면 안된다.

(2) 산소비는 I절단에서는 중성불꽃이고, V절단에서는 각도가 크게될 수 있는 산화불꽃으로 사용하는 경향이 있으나, 예열시간은 짧게되는 것의 절단과의 연관이 되어 있어 적당한 온도로 조정해야 한다.

마. 가열시의 사용 요령

(1) 화구는 High LG 전용 화구를 사용하여야 하고 기구도 전용기구 또는 Acetylene 기구로부터 개조한 기구를 사용해야 한다.

(2) 역화시의 주의는 절단시의 항목에 기재한 내용과 같다.

(3) 백심(흰불꽃)은 아세틸렌에 비해서 하이 LG는 길고, 아세틸렌과 동일한 길이로 흰불꽃을 잘 맞추면 가스량이 부족하여 성능이 저하된다.

(4) 산소 유량은 아세틸렌시보다 많이 사용해야 한다.

산소비는 올릴수록 가열성능은 양호하게 되지만 작업내용면에서는 적당한 온도로 조절해야 한다.

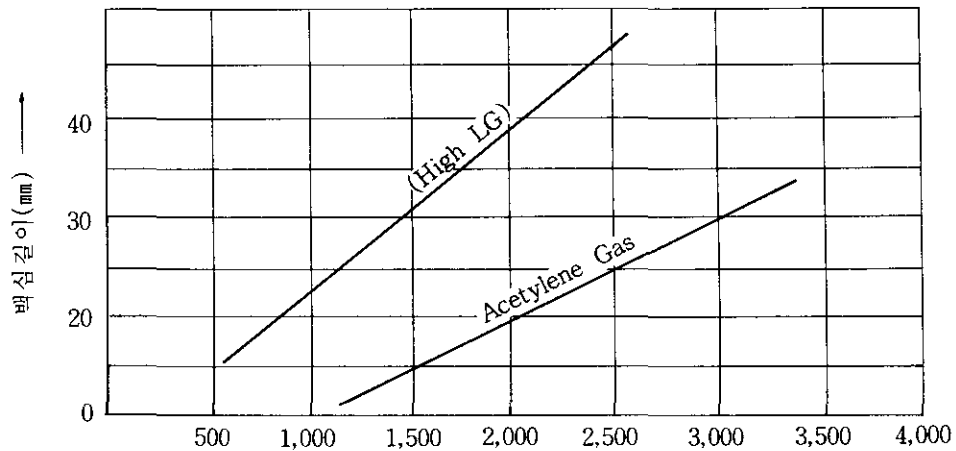
(5) High LG가스에서의 강제용접은 가능치 않다.

구부는 가능하지만, 이 경우는 산소비를 약간 내려야 한다.

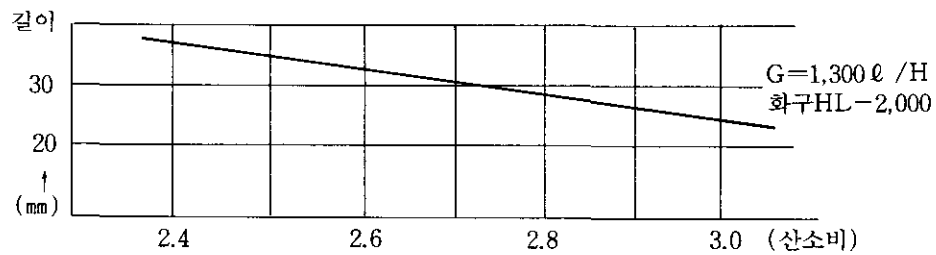
바. 가열구 흰불꽃 길이

(1) 하이 LG가스는 아세틸렌 가스에 비해서 다음과 같은 불꽃을 보이고 있다.

- 약한 청색
- 흰불꽃의 길이가 길다
- 산소비를 중성불꽃에서 산화불꽃으로 하면 색상이 옅게 되고 흰색불꽃의 길이가 짧아진다. 가열기에 대한 흰불꽃 길이의 요점은 <표 2-14>에 표시하였다.



[그림 2-26] 흰불꽃 길이의 비교(가열기 가스비 2.4)



[그림 2-27] 산소비와 흰불꽃 길이

- (2) 화염을 조정할 필요가 있는 산소비의 요점을 <표 2-14>에 표시한다.

〈표 2-14〉 화염조정(산소비)의 요점정리

	I 직선	표(밖) V 30°	표(밖) V 45°	리(안) V 45°	가 열
아세틸렌	1~1.1	약 1.2	약 1.3	약 1.1	1.2~1.4
하이 LG	1.8~2.0	약 2.4	약 2.7	약 2.2	2.3~2.8
비 고	중 성 염			약간 산소 량이 적다	작업내용에 의하여 조정

사. 하이 LG가스의 공급요령

하이 LG가스는 종래의 아세틸렌 가스 공장의 고정 배관 및 Header 설비를 그대로 사용하여 공급하였다. 하이 LG가스의 봄베는 마개가 없으므로(가스의 성질상 마개 사용이 불가능함) 고정배관에서 용단용 가스가 취해지지 않는 경우에는 종전대로 아세틸렌가스 용기에서 Acetylene Gas를 사용한다.

이 경우에 절대로 하이 LG용 화구 및 용기를 사용치 말고 반드시 아세틸렌용 화구를 사용해야 한다. 화구 및 기구는 공구창고에서 대출을 받는다(화구 모양을 보고 체크한다).

아. 아세틸렌과 하이 LG의 비교실험

(본 실험은 일본 조선업체에서 1984년도에 실험한 것을 인용하였다.)

요 약

절단 및 열처리 굴곡가공용으로서 현재 사용하고 있는 아세틸렌과 하이 LG가스에 대하여 품질 및 능률들을 비교하기 위하여 절단 및 열처리 굴곡가공 실험을 수행하였다.

(1) 실험내용

(가) 사용 절단 가스

① 아세틸렌

② 하이 LG(혼합비 : LNG 65%, 프로필렌 35%)

(나) 시험재료

판 두께 10, 20, 27, 35mm(4종)의 연동. 단, 표면처리는 휠본드 H(약 15 μ m)를 도포한 것이다.

(다) 실험항목 및 조사항목

① 실험항목 1~5는 하이 LG를 이용한 경우이고, 절단면 및 열가공면의 품질에 미치는 절단 및 열가공 속도의 영향을 조사하는 것을 목적으로 하였다. 비교하기 위하여 먼저 아세틸렌을 이용하여 통상 현장에서 행하고 있는 대표적인 조건(가스 유량, 속도)으로 수행하였다. 다음에 하이 LG가스를 이용하여 가스유량은 동량으로 하고 속도는 아세틸렌의 경우 X0.8, X1.0, X1.2의 3가지 조건을 목표로 하였다.

② 실험항목 6, 7은 아세틸렌과 하이 LG의 품질의 차이를 조사할 것을 목적으로 하였다.

③ 실험 8은 아세틸렌과 하이 LG를 써서 가스유량 및 절단속도를 변화시키고 양품질인 절단면을 얻기 위하여 절단 상한속도를 구하였다.

(주 1) 사용화구는 각각의 가스와 판두께에 따른 전용화구로 한다.

(주 2) 실험항목 1~6에 대하여는 반복은 3회로 한다.

(2) 실험결과 및 고찰

(가) I-cut(IK), I-cut(キャデゾト), Y-cut(IK), 서핀(サーピン) 가공에 대하여 <표 2-5>에 각각의 실험에 대해서 품질평가의 일람표를 보고 이들에게서 알 수 있는 사실은 아세틸렌에 비해 하이 LG의 절단면은 다음과 같은 특징을 나타내고 있다.

① I-cut(IK)의 경우는 속도를 아세틸렌의 표준속도의 약 1.2배로 하면 절단면 하단에 쇄조각이 부착하여 치팅행어에 의한 제거가 필요하다. 절단면

에 대하여는 차이는 없이 양호하였다.

② I-cut(キャデゾト)의 경우는 절단조건에 약간의 문제가 있는 것의 (하이 LG가스유량이 아세틸렌에 비해 10에서 0.85배, 20에서 0.88배, 27에서 1.2~1.5배, 35에서 1.1배를 각각 나타 내었다. 절단면은 아세틸렌 보다도 평평했다. 단 10의 속도를 변화시킨 경우에 스라그(쇠조각)가 부착되었다.

③ Y-cut(IK)의 경우는 하이 LG의 절단면은 아세틸렌에 비해 전반적으로 조도(자르는 각도)가 나쁘고, 특히 허리부분에서 놓이고 이 부분에서 현저했다.

④ 서핀의 경우는 절단면에 대해서는 거의 차이는 없었다.

(나) 각 그림에서 보아 알 수 있듯이 가열면의 표면의 색조에는 차이가 보이지만 가스의 형량에 미치는 영향은 거의 보이지 않는다.

(다) 가스유입시 및 납용접에 대하여 하이 LG는 아세틸렌에 비하여 화염 집중성이 약간 뒤떨어지므로 가공대상물에 의해 화염이 반사하고 작업성이 약간 열악한 경향이 있다.

또한 품질면에 대하여서는 작업자가 어느 정도의 경험을 쌓으면 문제는 없다.

(라) 최적 절단 상한속도에 대하여 절단 상한속도에 관해서는 아세틸렌과 하이 LG에 차이는 거의 보이지 않는다.

자. 프로필렌(Propylene)가스

혼합가스의 주성분은 메탄(CH_4)가스이고 나머지는 프로필렌가스이다. 앞장에서 메탄가스에 대한 여러가지 물리·화학적 성질을 열거했으므로 본 장에서는 생략하고 프로필렌 가스의 특성에 관해 기술하고자 한다.

(1) 프로필렌의 물리적 성질

분자식	C_3H_6
분자량	42.08

증기압(21.1℃)	10.3atm
끓는점	-47.7℃
절대비중 at 20℃	1.785kg / m ³
상대비중 at 20℃(공기=1)	1.48
폭발범위(공기중)	2.0~11.1% (by Volume)
자연발화온도	460℃
착화온도	-108℃
연소열, 가스 at 25℃	
H ₂ O(액체)+CO ₂ (기체)	11,692kcal /kg
H ₂ O(기체)+CO ₂ (기체)	10,942 kcal /kg

(2) 성상(Description)

이 가스는 프로필렌 또는 프로펜이라 명명하며 상온, 상압하에서 프로필렌은 인화성이고 무색이며 무독성 가스이다. 이 가스는 액화석유가스의 일종이다.

이 가스는 21.1℃, 136.6 psig의 압력하에서 증기를 압축하여 액화시킨 것을 실린더, 탱크등의 용기에 담아 수송된다.

(3) 규격(Specification)

Metheson제에서는 두가지 등급을 공급하고 있다.

(가) 연구용(Research purity Grade)

이 등급은 가장 순도가 높은 것으로 mole%는 99.7% 이상이다.

(나) C. P Grade(화학 실험용)

이 등급은 최소 99%의 순도를 가지고 있다.

(4) 용도(Uses)

프로필렌은 다음과 같은 물질을 합성하기 위한 원료로 쓰인다.

즉, 아세톤, 이소프로필벤젠, 이소프로필알콜, 이소프로필할라이드, 그리고 프

로필렌옥사이드. 또한 이 물질은 폴리프로필렌 프라스틱을 만들기 위해서 중합도 된다.

(5) 독성(Toxicity)

프로필렌가스는 단순한 질식성과 마취성으로 분류된다. 이 물질은 연한 마취제로 간주할 수 있으며, 심각한 독성은 없다. 1983년에 ACGIH는 질식성 물질로 규제하였다.

◎ 취급 및 저장상의 주의(Precautions in Handling & Storage)

이 프로필렌을 취급시에 주 위험요소는 인화성이다.

프로필렌 취급시는 열원, 즉 불꽃이나 스파크에서 멀리 떨어진 환기가 잘 되는 곳에 저장하여 사용해야 한다. 이 프로필렌 실린더는 산소, 크로라인 또는 기타 산화성이나 인화성물질과 함께 저장하지 말것.

프로필렌을 사용하는 모든 라인이나 장비는 지하에 묻을 것.

(6) 누출검사(Leak Detection)

실린더의 조인트 부분이나 접합부는 누출검사를 위해서 비눗물로 칠해 체크하면 거품이 나오는 것을 보고 알 수 있으며, 결코 불꽃을 대는 일이 없도록 할 것.

(7) 안전장치(Safety Devices)

프로필렌용 용기에는 많은 안전장치가 요구된다. 그중에서 파열판은 압력이 3,000psig 또는 그 이상일 경우 부착해야 한다. 그리고 용기 한쪽끝에 부착하면 된다. 실린더 길이가 30인치 이상되는 경우에는 파열판을 양쪽끝에 장치해야 한다. 사용되는 안전장치의 대부분은 Metheson사가 제작한 것이다. 만일 실린더 압력이 위험하게 높아진 경우엔 압력이 안전수준으로 올 때까지 가스를 방출시켜야 한다.

(8) 화학제법(Chemical Preparation)

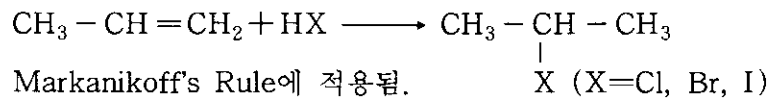
프로필렌은 가솔린을 정제하는 동안 석유화학 오일로부터 얻을 수 있고 탄화수

소 혼합물을 재생하는 동안 열분해되어 감소되는 수도 있다.

(9) 화학적 성질(Chemical Properties)

프로필렌은 알켄(Alkene) 또는 올레핀(Olefin) 계열의 화합물이다. 포화된 알칸이나 탄화수소는 여러가지 부가반응을 한다. 알켄의 일반적인 반응은 다음과 같다.

(가) 알켄은 할로젠화수소와 반응하여 알킬할라이드를 생성.

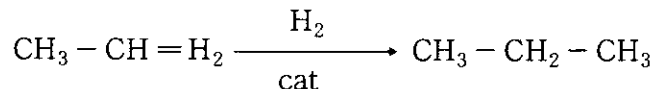
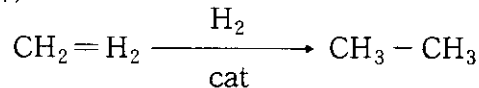


(나) 알켄은 할로젠(X₂)과 반응한다.

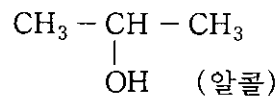
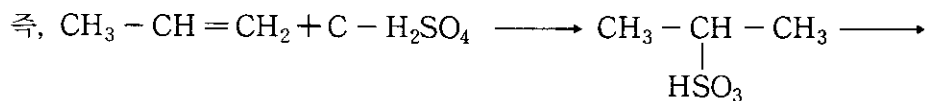
즉, Cl₂ > Br₂ > I₂의 순으로 반응한다.

(다) 알켄은 적당한 촉매(백금(Pt), 팔라듐(Pd), 니켈(Ni) 등)의 존재하에서 수소(H₂)가스와 반응하여 상응하는 알칸(Alkane)으로 된다.

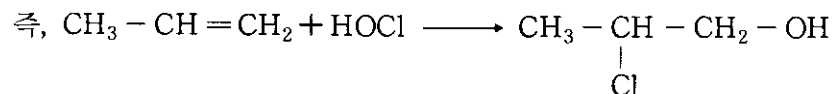
즉,



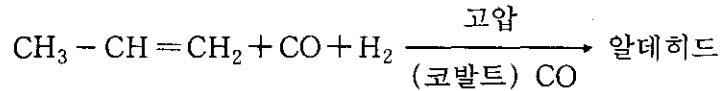
(라) 알켄은 진한 황산과 반응하여 알킬수소 황산을 생성했다가 다시 가수분해되어 상응하는 알콜이 된다.



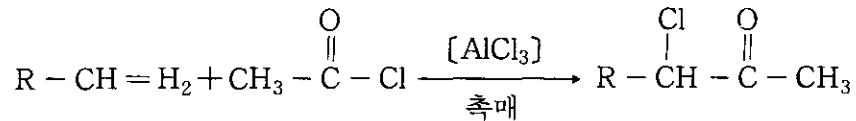
(마) 하이포산(HOX)와 반응하여 할로하이드린(Halohydrin)을 생성함.



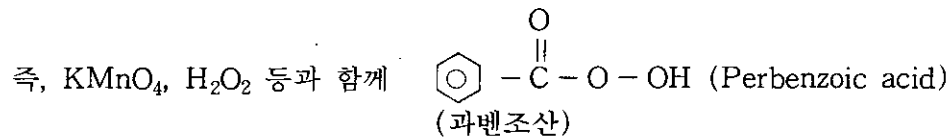
(바) 알켄은 고압하에서 코발트(Co) 존재 촉매를 사용하면 일산화탄소(CO)와 수소(H₂)가 부가되어 알데히드를 생성한다.



(사) 알켄은 알루미늄트리카로라이드 존재하에 아실할라이드와 반응하여 할로젠 케톤을 만든다.



(아) 알켄은 여러가지 산화제와 쉽게 산화된다.



(자) 알켄은 Aluminum Chloride 또는 Boron Trifluoride 등의 촉매로 적당한 조건하에서 중합된다.

차. 가스단가 비교

하이 LG의 절단성, 열가공성, 용접성은 대개 양호하고 아세틸렌의 품질의 차이는 거의 보이지 않는다. 또한 최적 상한절단 속도에 대하여는 아세틸렌과 거의 같은 결과를 얻었다. 그래서 I-cut(IK), I-cut(キャデゾト), Y-cut(IK)에 대해서 본 실험실에서 이용한 절단조건을 바탕으로 1m당 단가를 비교해 보았다.

결과는 같은 품질을 얻었다. 가스와 산소 소비량의 차이가 그대로 Cost 차이로 나타나고 있다. (3-1에서 말했듯이) I-cut(キャデゾト)의 경우 절단조건에 약간의 문제가 있고(가스 유량이 같지 않다) 또한 I-cut의 판두께의 경우는 속도가 같지 않고 또 Y-cut의 판두께 35의 경우도 가스유량이 같지 않다.

때문에 이것들을 비교대상에서 제외 한다고 하면 절단시 조건에 대해서만 관찰

한 결과는 LG는 아세틸렌에 비해 약 8~15%의 열료원가의 절감이 기대된다.

카. 하이 LG가스 사용에 관한 결어

이상 서술한 결과를 정리하면 다음과 같다.

(1) 절단면(I-cut, Y-cut)에 대해서는 하이 LG를 사용하고 아세틸렌과 동속도, 동가스 유량의 경우엔 거의 동질에서 양호한 절단면이 얻어졌다.

그러나 Y-cut 허리부위에서는 하이 LG쪽이 아세틸렌에 비해 약간 조도가 나쁘다.

그러나 I-cut에 있어서는 아세틸렌보다도 오히려 양품질이였다.

(2) 가스유입과 납 용접의 품질에 대해서는 양자의 차이는 보이지 않고 작업성도 약간의 경험을 쌓으면 별 문제는 없다.

(3) 최적 절단상한 속도에 대해서는 거의 차이가 보이질 않고 있다.

(4) (1), (3)의 결과에서 본 실험의 절단조건을 바탕으로 하여 동속도, 동가스유량의 경우 가스가격을 비교하면 특히 절단시에 대하여 하이 LG는 아세틸렌에 비해 약 8~15%의 연료값의 절감이 기대된다. 그러나 현재 한국의 경우는 좀 난이한 점이 있음을 지적하고자 한다.

기준가스 배관을 천연가스와 다른 가스를 혼합하여 사용하려면 우선 시설개조가 필요하며, 또한 일본과 같이 프로필렌을 사용하고자 하면 과잉의 프로필렌가스가 충분히 공급되어야 하나 프로필렌은 3P의 원료로서 사용되기 때문에 일본의 상황과 다르다고 판단되므로 원가면에서 유익하지 못한 것으로 사료되므로 본 연구 결론부분에서 한국 실정에 잘 맞을 수 있는 가스 용단용 자료에 대해 언급하고자 한다.

제 3 장 국 · 내외 아세틸렌 가스 사고사례

1. 국내 사례

번호	사 고 명	장소 및 일시	피해정도	사 고 내 용	사 고 원 인
1	용기파열	경남 울산 현대조선소 '77. 9. 19.	사망 1 중상 2	아세틸렌 용기 검사 중 동판 용접부위 파열	절소로 내압시험 도 중 압력이 걸린 상 태로 파열
2	발생기 폭발	강원 화천 오광기업사 '77. 11. 14.	사망 1	아세틸렌 발생장치 를 이용 농기구 수 리중 폭발	아세틸렌 가스 역화
3	역화사고	부산 대한조선공사 '78. 2. 12.	사망 1 부상 4	작업자의 미숙으로 역화 폭발	작업자의 미숙으로 인한 역화발생
4	배관파열	충북 제천 한국산소(주) '78. 2. 16.	인명없음 재산약간	배관 파열	안전밸브 미작동
5	용기난폭 취급	부산 천일여객정비소 '78. 2. 17.	부상 1	용기 경판이 파열됨	용 기 하역시 난폭 취급
6	화재사고	부산 삼척산업 '80. 4. 19.	사망 1	충전용기와 배관의 연결 불량으로 인한 누설	용기를 조이는 순간 스파크로 인한 인화
7	폭발사고	경기 금성냉동 '80. 9. 5.	사망 1 부상 3	용접 · 용단용으로 사용하던 가스 폭발	호수에서 누출에 의 한 인화 폭발
8	폭발사고	경기 부천시 화남산소 '81. 7. 23.	부상 27	가스누설 체류되어 사고 발생	인근화염 또는 정전 기에 의해 인화 폭 발
9	폭발사고	전남 무안 '82. 9. 13.	사망 1	공사장에서 철근제 거 작업중 폭발사고	가스의 역화로 인한 봄베인화 폭발

번호	사 고 명	장소 및 일시	피해정도	사 고 내 용	사 고 원 인
10	폭발사고	전남 여천 가스제조업 '83. 9. 13.	화상 2	가스가 스파크에 의 해 폭발, 지붕과 벽 파손	역화방지기 연결부 과실로 인한 인화
11	폭발사고	경기 부천	화상 1	용기에 충전작업중 폭발 사고 발생	역화방지기 미 부착 된 시설로서 배관내 과압발생, 역화로 인 한 분해 폭발로 추정

※ 가스안전공사 수집 데이터임.

[경남 울산시 ○○ 조선소]

번호	사 고 명	장소 및 일시	피해정도	사 고 내 용	사 고 원 인
1	화 재 (유기용제)	'90. 11. 30.	화상	페인트 호스 누출로 인한 화재 발생	도장 작업시 불량 호스 사용
2	화 재 (아세틸렌)	'90. 11. 22.	화상	절단기 밸브를 완전 히 잠그지 못하여 발생한 사고	가스(산소 및 아세 틸렌)가 누출된 것 을 재작업시 확인하 지 않았음
3	화 재 (카바이드)	'90. 10. 10	양눈외상	소석회 제거작업중 발생기 내부 상단에 서 폭음과 함께 화 재	잔류 카바이드가 외 부 습기로 인하여 아세틸렌 가스를 발 생한 사고임
4	화 재 (유화가스)	'91. 5. 14.	기물파괴	유화제 처리도중 화 재 발생	파이프 내부 기름 유출시 가스로 인한 화재 폭발(환기불량)
5	화 재 (유기용제)	'91. 10. 22.	다리화상	철거작업 도중 용단 용 불씨가 바닥에 떨어져 화재 발생	바닥에 유기용제 잔 유물이 남은 위에 불씨가 떨어지면서 화재 발생
6	가스역화 (아세틸렌)	'90. 3. 26.	질식사	절단작업중 역화 발 생후 화재	절단기 역화발생 화 재

- 본 조사는 1992년 7월말 경남 울산 소재 선박을 수리하는 업체로서 근로자는 약 3,700여명이고, 주로 용단시 가스로 인한 재해가 약 200여건 중에 아세틸렌가스 역화발생으로 인한 화재는 단 1건(0.05%).

2. 국외(일본)의 사례

가. 화 재

가스절단 작업중 불꽃이 화재의 직접 원인이 되는 것이 의외로 많다.

東京소방청이 소화 54년(1979)에 일본 동경에서 발생한 화재중에 가스 절단 및 용접이 원인이 되어 발생한 화재 상황을 표에 수록하였다.

이 표에 의하면 아세틸렌가스 절단에 의한 발생빈도가 의외로 많음을 보고 놀라지 않을 수 없다. 이 숫자는 적은 화재도 포함하고 있다.

○ 절단기 및 용접기 화재사고표(1979)

기구별 경과 총계		아세틸렌 절단기					아세틸렌 용접기			
		소계	불꽃비산	인화	화학물질의	역화	소계	불꽃비산	착화물누설	역화
착화물										
아세틸렌가스	26	18	3	1	1	13	8	1	1	6

총계 26건중 아세틸렌 가스의 역화에 의한 사고건수는 19건으로 약 73%를 차지하고 있음. 따라서 역화가 발생치 않는 액화 석유가스나 또는 천연가스 등으로 대체 사용하면 안전성 면이나 경제성 면에서도 상당히 유리할 것으로 판단됨.

나. 가스 절단기에서의 누설에 의한 폭발사고

(1) 재해발생 상황 및 원인

철판위에서 절단작업을 마치고 다음 작업에 착수하고자 아-크를 발생시키는 순간 폭음과 함께 옆의 철판이 날려서 작업자가 그 밑에 깔려 사망한 사고.

그 원인은 작업자 자신이 사망하였으므로 그 주변에는 다른 작업인이 없어서 확실한 원인은 모르지만, 폭발후의 상황에서 다음과 같은 것을 추정할 수 있다.

가스절단 종료후 모든 절단기의 연료가스 밸브를 완전하게 잠그지 않아 누설된 가스가 철판 하단부에 누적되었다가 폭발한계에 달해 있을 때 아크 용접의 불꽃이 인화하여 폭발된 것으로 추정한다.

(2) 대 책

작업자 부주의에 의한 전형적인 사례인데, 적어도 다음의 대책이 필요하다.

(가) 취관밸브 개·폐를 정확하게 함은 물론 사용후에는 취관에서 가스누설이 없는 것을 작업자 자신에게 확인시킨다.

(나) 기기의 점검 및 정비체제를 강화시킨다

(다) 가연성 가스의 위험성 및 취급에 대하여 작업교육을 철저히 시킨다

다. 경유 잔존 Drum을 절단할 때의 폭발사고

(1) 화재 발생상황 및 원인

공드럼의 상단을 절단하던 작업중 용기내부에 체류하고 있던 잔존 인화성 기름에 점화하여 폭발과 더불어 주변이 불바다가 되어 전신 화상을 입고 잠시후에 작업자는 사망한 사고.

(2) 대 책

인화성 유류, 가연성 분진 또는 위험물이 들어 있는 배관이나 탱크, 또는 드럼등을 절단하거나 용접할 경우엔 내용물을 제거, 질소, 아르곤과 같은 不活性가스로 환류시키거나, 스팀, 약제 등에 의한 세척을 하여 폭발방지의 사전 조치가 절대 필요하다.

제 4 장 가스안전 및 화재예방 대책

1. 가스안전 대책^(33, 34)

용접·용단에 의한 재해는 매우 다양하여 감전, 화성, 전기성, 안염, 유해가스
에 의한 질식 등의 1차 재해가 있으며, 2차 재해로서는 추락, 화재, 폭발, 전도
등도 있다. 작업시에는 항상 이와같은 재해의 위험성이 산재해 있으므로 이들 위
험성 인자를 제거하지 못할 경우에는 사고가 유발된다. 따라서 그 대책은 다음과
같다.

가. 작업자의 안전위생 교육

(일반적 위험성 교육)

- (1) 기계, 원재료의 위험성 및 유해성 취급방법
- (2) 안전장치, 유해물 억제장치 또는 보호구의 성능 및 취급방법
- (3) 작업개시에 점검
- (4) 해당 업무시 발생의 우려가 있는 질병의 원인 및 예방
- (5) 정리정돈 및 청결유지
- (6) 사고시의 응급조치 및 피난에 관한 것

나. 고소작업의 안전대책

- (1) 안전밴드와 안전모 착용
- (2) 2m 이상 고소에서는 난간손잡이, 울타리, 방어망 등의 설비
- (3) 물건이 낙하하는 하단부에는 지붕을 개설하거나 방어망의 설치
- (4) 전용계단, 트랩 등을 이용하고 결코 지름길로 위험하게 다녀서는 안된다.

다. 화기사용 금지 안전대책

- (1) 가연성분진, 화약류, 다량의 연소성 물질이 있는 곳에서는 작업금지
- (2) 인화성유류, 유기용제 등의 용기류를 용접, 용단하는 경우에는 작업전 스팀으로 세척하거나 중화제로 처리 세척한 후 화재나 폭발방지에 만전의 조치를 강구

라. 유해광선에 의한 장애

아아크 용단 작업시 가시광선, 자외선, 적외선 등을 방사하므로 이에대한 대책으로는,

(1) 가시광선(Visible Rag)

강도가 강하므로 급성 망막염을 유발 → 차광유리 사용

(2) 자외선

이 파장은 파장이 매우 짧으므로 안구 망막의 자극을 받으면 전기성 안염의 증상을 유발한다. 고소 작업자는 보호안경을 사용하여 광선을 차단해야 한다.

(3) 적외선

이 광선이 안구에 접촉해도 당장 장해의식이 없으므로 구별이 잘되나 오랜동안 서서히 축적되면 각막부가 침해되어 시력이 감퇴한다. 따라서 보안경을 착용해야 한다.

마. 하이 LG가스의 안전대책

하이 LG가스도 아세틸렌가스와 같이 『가연성』가스이다. 그러므로 아세틸렌의 경우와 같은 모양의 작업을 할 때는 다음의 주의사항을 준수하여야 한다.

- (1) 가스 기구 및 호스는 고장난 것이나 불량한 것은 사용하지 말 것이며, 만일 불량품이 발견되면 즉시 공구창고나 또는 해당과에서 교체하여 이상이 없는 것을 사용해야 한다.

(2) 가스 용구 및 호스는 매일 사용하기 전에 비눗물 등으로 점검하고 누설 등의 유무 이상을 점검한 후 작업에 임해야 한다.

(3) 화구는 항상 청소하여 두고, 기름이나 먼지 등의 이물이 부착되지 않도록 하여 사용하여야 한다.

(4) 협소한 장소에서 작업을 하는 경우에는 가능한 통풍이 잘 되게하여 작업에 임해야 한다.

(5) 작업장소에서는 다음 사항을 확인해야 한다.

(가) 작업장소 부근에 탈수 있는 우려가 있는 물건이 있나를 체크한다.

(나) 철판의 속은 어떻게 되어 있는가.

(다) 부근에 기름탱크, 인화성 또는 발화성의 물질이 없는가.

(라) 만일의 경우 출구는 확인했는가.

(마) 소화기 및 소화수가 있는 곳을 알고 있는가.

(6) 작업중에는 다음 사항을 충분히 준비해야 한다.

(가) 극도로 가스압력이 떨어졌을 때는 배관의 잔량은 사용치 말것(역화의 우려가 있음).

(나) 점화시에는 성냥, 전기용접 홀더를 사용하지 말고 전용 라이터를 사용할 것.

(다) 작업장을 떠날 때는 취관의 불은 완전히 끌것.

(라) 작업중에는 불꽃이나 용단된 재료가 호스에 닿지 않도록 주의할 것.

(마) 역화가 발생한 때에는 취관의 산소밸브, 가스밸브를 잠그고, 부근 작업자에게 알림과 동시에 해다밸브를 잠거야 한다.

(바) 호스에 인화되는 경우는 당황하지 말고 원래 호스를 잠글 것(호스를 당황하여 구부리는 경우엔 화상을 입을 수도 있다).

(사) 취관이 가열되면 작업을 멈추고 냉각해야 한다.

(7) 작업을 중지할 경우는 다음의 조치를 취할 것.

(가) 가스기구의 각 밸브는 확실하게 닫을 것.

(나) 가스호스는 해다밸브에서 분리시키고 헤다야프를 할 것.

(다) 협소한 장소에서나 환기 불량한 장소에서는 호스는 통풍이 좋은 장소로 이송하여 옮겨둘 것.

(라) 호스를 방치시키지 말고 호스걸이에 걸든가 다니기에 방해가 되지 않도록 적당히 잘 보관할 것.

(8) 취관에 불량이 나타나는 경우에는 자신이 수리하지 말고 공구창고 또는 해당과에서 교환하여 사용할 것.

(9) 긴급시의 조치

(가) 소비배관에 가스의 누설이 발생한 경우에는 신속하게 배관공급원 봄베를 잠근다. 완전하게 가스누설이 중단되지 않을 경우는 부근의 작업자들에게 알리고 화기 사용을 금지시킨다.

(나) 사용중의 호스가 인화 또는 역화된 경우는 헤다의 원봄베를 잠근다 호스를 떼어내면 부근 작업자에게 알려주어야 한다. 호스를 구부릴 때는 반드시 헤다설치부를 구부려야 한다.

(다) 부근(작업장)에 화재, 부상자, 기타 사고가 발생한 경우에는 급히 보안계에 연락하고 긴급 보안태세를 취한다.

(라) 가스를 실수로 다량 호흡한 경우에는 즉시 밖으로 나가 신선한 공기를 들어 마신다. 상태가 심하여 나빠지면 반드시 의사의 진단을 받아야 한다.

2. 화재예방 대책

가. 용접·절단등의 불꽃이 발생하는 작업을 실시할 경우 그 부근에 위험물품, 폐재료(쓰레기) 등의 가연성물질을 방치하지 말 것.

나. 높은 장소에서 열절단이나 용접을 행하는 경우, 불꽃을 비산시키지 않도록 작업장의 주변, 하단부분을 불연성 재료로 커버함은 물론, 공사현장 주변을 방재 시트로 방호하여 인접 건물 등에 위험을 배제하도록 특히 만전을 기할 것.

다. 가열시 주변 가연물에 열이 전달되어 인화될 우려가 있는 경우엔 모래나 물등의 불연성물질로 열을 차폐시킬 수 있는 조치를 강구할 것.

라. 용단 및 용접 작업자는 그 작업책임자와 긴밀한 연락을 하고 당해 작업의 감시를 강화함과 더불어 작업장 주변순회를 정기적으로 실시함은 물론 작업완료 후에 확인 검사로 철저히 수행토록 할 것.

결 론

본 연구는 아세틸렌가스 대체물질로서 단일가스 또는 혼합가스의 최적 혼합비를 찾아 용단작업에 이용하므로써 재해를 감소시킴과 동시에 경제적인 면에서도 유리하도록 구상하였다.

따라서 각종 용단용 가스를 사용하고 있는 여러 업체중 주로 조선업체에서 사용되는 가스의 실태를 파악한 후 그것을 기초로 하여 분석한 결과를 보면 직접 용단 작업시에 발생된 사고는 거의 없고(0.05%) 단지 작업자의 오조작 및 규정 위반등에 의한 사고가 대부분을 차지하고 있으므로 국내 조선업체에서 이들 가스로 인한 재해는 아세틸렌 및 기타가스를 사용하는 업체를 대상으로 연구를 수행하였다. '91년말 노동부 통계에 따르면 전체 가스로 인한 재해율은 0.29%를 차지하고 있고 이중에서 아세틸렌가스만의 사고율은 명시되어 있지 않으나 대형사고가 유발한 기록으로 보아 이 가스대신 사용할 수 있는 대체 용단가스의 연구가 절실히 요망되고 있다. 따라서 대체가스로 가능한 것을 열거해 보면 액화석유가스(LPG), 액화천연가스(LNG) 납사분해가스(에틸렌), 및 아세틸렌가스의 유도체인 맵(MAPP)가스 등이 있다. 이들 가스는 아세틸렌가스보다 더 안전성과 경제성 면에서 우수한 가스로 평가되고 있으므로 이들 가스를 중점적으로 연구하였다. 또한 최근 일본 조선업체에서 사용하는 혼합가스의 조성은 이미 언급한 바와 같이 액화천연가스 65%와 프로필렌가스 35%를 혼합하여 사용하고 있다.

이 혼합가스의 조성을 분석·조사해 보면 LNG는 주로 파라핀(Paraffin) 계열의 포화탄화수소인 메탄(CH_4)가스가 주성분이므로 안전성 면에서 타 가스보다 양호한 것이지만 한편 프로필렌가스는 올레핀 계열의 불포화탄화수소이므로 화학반응성 및 분해가 쉬우므로 안전성 면에서 바람직하지 못하다고 판단된다. 그러나 일본의 경우는 어떤 석유회사나 화학공장에서 파인으로 배출되는 프로필렌(올레핀 계열)을 혼합사용하고 있는 것으로 판단된다.

그러나 이러한 가스의 혼합사용은 우리 실정에 맞지 않아 추천할 것이 못된다고 사료되므로 본 연구에서는 액화천연가스(LNG)를 단독으로 사용하는 것이 오히려 안전성 및 경제성면 뿐만 아니라 수송향상에도 만족할 수 있다는 것을 이미 언급하였다. 한편 아세틸렌가스 자체는 역화로 인한 상당한 화재 및 폭발의 위험을 내포하고 있는 가스이므로 이 가스 단독으로 사용하는 것보다는 본질적으로 안정한 물질인 부탄(Butane)과 같은 물질을 적당한 비율로 혼합사용하면 안전성은 물론 경제성에서도 매우 유익하리라 판단된다. 왜냐하면 탄소 네개 달린 포화탄화수소인 부탄가스는 탄소가 하나, 둘 있는 메탄, 에탄가스보다는 연소열은 적지만 반면에 화재의 위험성도 적고 화학반응성도 매우 낮아 아세틸렌과 같은 역화가 큰 가스와 혼합하여 사용할 경우 혼합된 가스는 보다 안정화될 수 있다.

그러나 부탄가스는 석유화학 정제공정에서 부산물(by-product)로 얻어지는 파라핀계 탄화수소중에서 상압증류 및 접촉반응시 상당한 양이 생성되고 있어 폐가스 처리문제로 대두되고 있는 물질이다. 따라서 이 가스를 용단용 연료로 사용할 경우 폐가스 처리문제도 해결될 뿐만 아니라 연료가스로서도 매우 안정하게 활용될 수 있기 때문이다.

한편 이 부탄가스를 액화천연가스(LNG)와 일정 비율로 혼합사용하면 이들 가스 모두는 다 파라핀 계열의 포화탄화수소들이므로 보다 안전성이 높아 재해를 감소할 것으로 판단된다.

그러나 실제 가스를 사용하는 한국의 기업체 실정을 보면 시설자체를 개조해야 하므로 별도의 시설투자 경비가 부가되어야 할 뿐만 아니라 대다수 일반영세 가스사용 업체에서는 기술 및 인력도 낙후되어 있는 것이 현실이므로 오히려 혼합가스를 사용하는 것보다는 LNG와 같은 단일가스의 사용을 추천하고자 한다.

이유는 액화석유가스(LPG)의 경우는 저장탱크가 필요하지만 액화천연가스(LNG)는 서울 및 수도권 영역에는 배관이 연결되어 있어 주된 배관에 압력만 조절하면 사용이 간편하여 별도의 시설투자비가 부가되지 않기 때문이다. 또한 언급한 바와 같이 LNG가스를 사용한 용단용 제품의 품질을 보면 절단성능과 절

단면이 타 가스를 이용했을 때보다 질적으로 같거나 보다 우수하다는 실험결과와 데이타도 이미 보고하였다.

따라서 안전성 및 경제성이 좋은 용단용 가스로는 액화천연가스(LNG)의 사용을 적극 권장하며 앞으로 용단은 물론 용접을 주도하는 업체의 새로운 절단연료 가스로 사용할려는 업체수가 날로 증가하리라 확신하는 바이다.

참 고 문 헌

1. 김교두, 최신용접 핸드북 pp. 159~202 (1992)
2. Deily, R. L. Mechanization applied to oxygen cutting, Weld, J., No5, pp. 433~439 (1955)
3. Stoecker, R.L. and Moen, W.B., Fundamental Concepts of oxygen Cutting, Weld. J., No3, pp. 151~156 (1957)
4. 엄동석, 최신용접공학 pp. 61~131 (1992)
5. 도변정기, 용접기술 pp. 271~279 (1980)
6. 공업기술연구소편, 용접기술 pp. 278~286 (1982)
7. William Braker and Allen L.Mossman, Metheson Gas Data Book, pp. 1~6 (1980)
8. Gas Systems for Welding and Cutting, NEPA STD, 51, National Fire Association, Boston, Massachusetts.
9. F.Sakakibra, J. Soc. Org., Synthesis. Chem(Japan) 23, 757 (1965)
10. V.F.Braneld, M.T.Clark et al., J.S.C.I. 66, 346 (1947)
11. William Braker and Allen L.Mossman, Metheson Gas Data Book pp. 312~329 (1980)
12. W.F. Giaque and J.Gordan, J.Am. Chem. Soc., 71, 2176 (1949)
13. National Fire Protection Association, Vol 14 (1976), National Fire Code, NEPA Manual of Hazardous Chem. Reaction pp. 491 M-132~133
14. R.York, Jr. and E.F.White, Jr., Trans. Amer.Inst.Chem. engrs. 40. pp. 227~250 (1944)
15. R.J.Walters, et al., Chem. Eng. Prog., Vol 50, pp. 511~515 (1954)
16. W.M.Hayens and R.D.Mccarty, Cryogenics, Aug, 421 (1983)

17. James P.Kohn et al., J. Chem. Eng. Data 26, 310 (1981)
18. G.G.HAselden, Mechanical Engineering, Mar. 47 (1981)
19. Dwain E. Diller, Thermophysical Properties Division, National Eng. Lab., (Nat. Bureau of STD), 25, Mar. (1979)
20. William Braker and allen L.Mossman., Metheson Gas Data Book
pp. 441~449 (1980)
21. Ibid., pp. 292~299
22. Ibid., pp. 615~623
23. Ibid., pp. 88~96
24. Ibid., pp. 624~631
25. R.H.Perry and C.H. Chilton, Chem. Engineer's Hand Book, 5th ed.,
pp. 3~59 (1973)
26. NIOSH Pocret Guide to Chemical Hazards, Feb., pp. 198~199 (1987)
27. S.Ames and D.Crowhurst, J.of Hazardous Materials, 19, pp. 183~194
(1988)
28. British Aerosol Manufactures Association (BAMA) Code of Practices
(5th ed.) (1988)
29. W.Braker,A.L. Mossman et al., First Aid and Medical Treatment 2nd
ed. pp. 11~16 (1977)
30. M.Avram and G.D. Mateescu. Infrared Spectroscopy, pp. 127 ~128
(1972)
31. W.R. Woolrich, Handbook of Refrigerating Engineering, 4th ed, 236
(1965)
32. 小笠原仁末, 日鐵溶接工業(株) 切斷技術의 合理化 現狀, 9월호 pp. 49~55
(1979)
33. 西田隆法, 溶接昨業場に おけあ안전, 衛生教育, pp. 156~163 (1985)

34. ACGIH, Documentation of the Threshold Values, 4th ed., pp. 59~61
(1980)

용단용 아세틸렌가스 대체물질(혼합가스)의 최적
혼합비 및 안전대책에 관한 연구
(연구보고서 화학 92-6-25)

발 행 일 : 1992. 12
발 행 인 : 원 장 徐 相 學
연구자 : 화학연구실장 정 동 인
발 행 처 : 한 국 산 업 안 전 공 단
산 업 안 전 연 구 원
화 학 연 구 실
주 소 : 인천직할시 북구 구산동 34-4
전 화 : (032) 518-6484 / 6

비매품