

77.72
MYB

276692



氣鐸鐸接 切割及加工

東大教授・工學博士木原 博著／劉榮宗譯



C0304823



正言出版社印行

前 言

氣銲接及切割和電銲接共同為生產技術的骨幹，活躍於所有工業上之新興技術，特別於近數年來發展突飛猛進，日新月異，在我們國內其姿態也一日千里。

但是其重點多半為重視電銲接，氣銲有關的銲接，切割及加工的技術方面還是舊態依然是不可否認的事實。

其原因為我國的銲接學協會對此方面的關心比較薄弱，和有關研究此方面的人士寥寥無幾以及對工業界的啓蒙指導也不充分等為原因之一。

筆者不顧不學無術，參照諸外國的圖書文獻等來執筆，其目的想利用此小著喚醒有關氣銲接及切割有關技術人員之關心和鼓勵，如能幫助它早日迎頭趕上，在提高水準方面有所貢獻是筆者一生中最大榮幸。

最後本書執筆中，始終賜於有益助言的東京芝浦電氣三上博氏，及協助資料蒐集的東京大學工學科大學院學生川井忠彥氏，在此深表謝意。

著者謹識

目 錄

第 1 篇 總 論

第 1 章 氧氣乙炔焰的應用範圍

1.1	氧乙炔氣法的發達	1
1.2	氧乙炔氣法的現狀	3
1.3	氧乙炔氣銲接的應用範圍	4
1.4	氧乙炔焰的應用範圍	8
1.5	氧乙炔氣切割的應用範圍	12

第 2 章 氧氣及乙炔氣

2.1	氧氣的存在及製造法	19
2.2	氧氣的性質	20
2.3	氧氣燃燒中的作用及對切割的氧氣純度之影響	20
2.4	氧氣容器	22
2.5	氧氣瓶的使用方法	24
2.6	碳化鈣・電石	26
2.7	乙炔氣	27
2.8	乙炔氣發生器	27
2.9	溶解乙炔氣	31
2.10	乙炔氣瓶的使用方法	31

第 3 章 氧乙炔氣法的器具

3.1	氧乙炔氣器具的基本要素	33
-----	-------------	----

2 目 錄

3.2	銲接氣炬的構造及操作	34
3.3	切割氣炬的構造	38
3.4	壓力調整器之構造及操作	39
3.5	安全器	45
3.6	氧氣乙炔氣器具的操作方法	46
3.7	其他銲接及切割作業用具	49

第4章 器具的組立及操作

4.1	銲接及切割器具一式	52
4.2	器具的組立	52
4.3	安全規則	53
4.4	器具的拆卸	56
4.5	火焰的調整	57
4.6	火嘴的操作方法	57

第5章 氧乙炔焰

5.1	燃燒性質	60
5.2	火焰和其構造	60
5.3	火焰的種類	61
5.4	氧乙炔焰的化學	63
5.5	火焰的調整	64
5.6	火焰對金屬的影響	66
5.7	切割火焰	66
5.8	爆炸性混合氣體	66
5.9	DAVY 安全燈的原理	67
5.10	逆火 (BACK FIRE) 和回閃 (Flash Back)	68

第2篇 氣銲接及熱處理

第6章 氧乙炔銲接

6.1	定義及一般原理	71
6.2	火焰的調整	72
6.3	冶金學	73
6.4	母材的準備	73
6.5	銲接方法	75
6.6	前傾銲接法 (Forehand welding)	75
6.7	回手銲接法 (Backhand welding)	77
6.8	多層銲接 (Multi-layer welding)	83
6.9	多焰銲接 (Multi-flame welding)	84
6.10	二重銲道銲接	85
6.11	鋼管的銲接	85
6.12	金屬材料的知識	87
6.13	採用乙炔氣以外的燃燒氣體之氣體銲接	89
6.14	空氣乙炔氣銲接	91

第7章 銅銲接(BRAZE WELDING)

7.1	定義和其一般的原理	92
7.2	銅銲接的利點和其應用範圍	92
7.3	銲條	93
7.4	銲接的準備	94
7.5	預熱	95
7.6	銲劑	95
7.7	火焰的調整	96

7.8 銅銲接之方法	96
------------	----

第8章 硬銲(BRAZING)

8.1 定義及其一般原理	101
8.2 接頭設計及硬銲準備	102
8.3 銲 劑	103
8.4 加 熱	104
8.5 銀硬銲的用途	104
8.6 錫銲 (soft solders)	105

第9章 填充料(FILLER METAL)及銲劑(FLUX)

9.1 銲 條	106
9.2 銲 劑	107

第10章 鐵金屬材料之銲接

10.1 鐵及鋼的分類	108
10.2 鐵及鋼的銲接	110
10.3 軟鋼的銲接	112
10.4 不銹鋼的銲接	113
10.5 鑄鐵之銲接	114

第11章 非鐵金屬的銲接

11.1 鋁和其合金的銲接	119
11.2 鋁和及合金的硬銲	120
11.3 銅及銅合金的銲接	125
11.4 銅-鋅合金 (黃銅) 的銲接	125

第12章 氧乙炔焰的應用及氣體加工

12.1 表面硬化 (Hard facing)	127
12.2 火焰應變處理 (Flame straightening)	133
12.3 火焰軟化 (Flame softening)	133
12.4 火焰硬化 (Flame Hardening)	133
12.5 火焰強化 (Flame strenghening)	138
12.6 低溫應力除去 (Low Temperature stress Relieving)	139
12.7 火焰去銹 (Flame Descalning) , 火焰清淨 (Flame preiming) 或火焰乾燥, 火焰掃除或燒油漆 (Raint Burning)	140

第3篇 氣鐸切割及氣鐸加工

第13章 氧乙炔切割的原理

13.1 氧乙炔切割的一般原理	142
13.2 切割氣炬	143
13.3 金屬材料的切割性	144
13.4 給與鋼影響的氧氣切割	145
13.5 自硬、膨脹及收縮的影響	145
13.6 氣切割用的氣體燃料	146

第14章 手動氣體切割

14.1 切割的準備	148
14.2 手動切割 (Hand cutting)	149
14.3 厚鋼板之切割	153
14.4 氣體切割的品質	153

14.5	切割速度	157
14.6	孔的穿孔	158
14.7	鋼管切割	161
14.8	圓型材的切割	163
14.9	鑄鐵的切割	164
14.10	難切割材料的切割	167
14.11	鐵粉末切割法 (Iron powder cutting process) 及銲劑 噴射切割法 (Flux Injection cutting process)	169

第15章 自動氣體切割

15.1	手提式自動切割機及固定式自動切割機	174
15.2	操作方法	175
15.3	開口和修整 (Rip and Trim)	178
15.4	重疊切割 (Stack Cutting)	180
15.5	鐵粉末切割及銲劑切割	180
15.6	爲了銲接之開槽準備	181
15.7	銲, 騎士裝置 (plate Riding Device)	182
15.8	氧氣切割的精度	183
15.9	切割與冶金學的影響	184

第16章 厚材料的切割

16.1	正確的氧氣壓力之重要性	185
16.2	穿 孔	187
16.3	大型圓棒的切割	188
16.4	厚材料之切割	188
16.5	氧氣槍 (Oxygen Lance)	189
16.6	變形的槍	193

16.7 使用切割氣炬和槍的切割.....	193
-----------------------	-----

第17章 氧氣切割的應用及氧銲加工

17.1 鉚釘切割.....	195
17.2 火焰銲接 (Flame scarfing)	198
17.3 火焰半圓鑿 (Flame Gouging)	198

附 錄

1 手動切割的作業條件.....	205
2 機械切割的作業條件.....	206
3 氧乙炔銲接及氩銲用銲劑.....	207
4 氧乙炔氣銲接法.....	208
5 各種銲劑的特性.....	209
6 氧乙炔氣焰及其應用.....	211
7 各種金屬的氣銲接法.....	212

氣銲銲接・切割及加工

第1篇 總論

第1章 氧氣乙炔焰的應用範圍

1.1 氧乙炔氣法的發達

今日的氧乙炔銲接及切割法在世界中大部份都有使用。但是，此方法在工業上的全面發達則是在今世紀初期方開始。

其最初的實用性氧乙炔，氣炬是在1900年由法國巴黎人氏福絲（Fouche），匹卡爾（Picard）二人製作。他們的業績是在1895年科學院的雷・伽得里（Le・chatelier）所發表的論文得到其暗示。此論文中雷・伽得里說明氧和乙炔氣燃燒時，比以往我們所知道的任何火焰能產生更高溫的火焰，又其溫度比較氧氫火焰更高 1000°C 。

他說其燃燒初期的生成物為一氧化碳（CO）及氫（ H_2 ）（這些是還元生成物）此兩者更反應到非常高溫度來燃燒也有所述。就這樣氧及乙炔在工業上被認識其價值。但是，氧、乙炔法成果之一，氧及乙炔的大量生產成為問題，然而非常有興趣的事情是，大約與露・社得利發表論文的同時，為了確認工業性成功之氧及乙炔氣製造法的研究而進行工作。1892年5月在史堡麗（Spray, N.C）的Thomas. L. Wilson 使用電弧來試作金屬鈣時，其預備實驗中把焦炭及石灰放入電氣爐中來加熱時，意外地得到其結果不是金屬鈣（Ca）而是碳化鈣電石（calcium-carbide）。這發現即是說他很偶然地發現碳化鈣的工業性製造方法。

又很偶然地，液體空氣之製造方法在雷・伽得里（Le Chatelier

發表論文的 1895 年被發明。其方法就是今日氧氣工業製造法的先驅，即是說在非常高溫的電氣爐製作出來的物質和由低溫之液體空氣得來的物質混合一起時，可以把金屬接合或切割等方法之誕生的非常有趣之事情。

起初把鋼材二片不留間隙來對接銲接，但是除了薄材料之外，要把銲接接頭面完全銲接感到相當困難，所以開始了解把其端線開槽加工，及使用銲條來填料之各相關問題。而後，對各種金屬銲接上所需要的銲劑製造方法的工業跟隨着發展。

銲接的發達由於硬銲（Brazed），銅銲，表面硬化等之誕生，同時使用氧乙炔氣炬來切割鋼材之方法也漸漸以完整的器具來實施。

鐵受“赤熱”時在純粹氧氣中會急劇地燃燒的事情，是在未發現氧氣乙炔焰以前即已衆所皆知的。

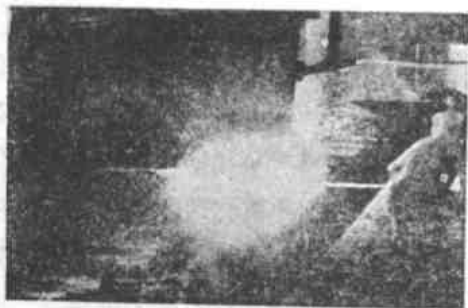


圖 1.1 爐和桶的澆口的穿孔常常使用氧氣槍

此原理起初是使用在衝風爐（Blast furnace）之澆口的穿孔（tapping）上。即是說把燒紅的鐵塞（plug）用氧氣來噴射，切割塞使爐內的溶液金屬流出。由此得到暗示，把氣炬的構造少許改良供給純粹氧氣用，多增設一支管，這樣變成容易切割用的氣炬之製作。

由此第一步開始種種特殊切割作業用的氣炬繼續被研究生產出品

，如嵌接縫的切割調節 (scarfing deseaming steel conditioning) ，半圓鑿 (gouging) 氣焰自動切割 (flam machining) 等等作業漸漸地實施。就這樣，氧乙炔焰被使用於金屬上之銲接及切割作業，但是其方法中還有火焰清淨法 (flame cleaning) ，火焰硬化法 (flame hardening) ，火焰軟化法 (flame softening) ，火焰矯正 (flame straigh-tening) 火焰去銹 (flame descaling) 等方法分別發達，使今日的氧氣乙炔焰在工業界中屬於最貴重的工具之一。

1.2 氧乙炔氣法的現狀

使用簡單的銲接及切割方法至今，此氧乙炔氣法的應用範圍之發展一日千里。即是說銲條，銲劑及其技術，實際地使用在今日工業上的金屬都有銲接可能之發展階段。和其平行發展的表面硬化 (hard facing) ，即是說承受非常強的磨耗或腐蝕的金屬配件上，利用銲接來填充耐磨耗性或耐腐蝕性合金之填料來保護的技術和其他兩三種特殊銲接技術同時完成。另一方面氧乙炔焰切割由板的銲接開槽準備 (plate-edge preparation) 形板切割 (shape cutting) ，疊板燒割 (stack cutting) 削溝，到達嵌接縫的切割也可能之階段。又利用氧乙炔氣焰等非常高溫且能正確調節熱源的可能來使用時，利用它的其他方法也能發達。即是說把材料彎曲或矯直，要把材質軟化的火焰軟化或硬化的火焰硬化及油漆和機械加工前的銹皮和去銹為目的之火焰去銹等加熱作業都屬於此。

由速度、精度及經濟的觀點來看多半的氧乙炔氣器具已經被機械化。如管銲接機，管和鋼的小塊 (Billet) ，桿 (Bar) 等切割機械，半加工鋼材的嵌接縫的切割機械，圓形，直線等形板切割，開槽切割機械 (flame planer) 或火焰硬化和火焰軟化等熱處理機，低溫應力除去法 (Low temperature stress-Relieving) 等等各式各樣特殊的機械來製作中。

在今日的金屬材料製造，組立及修理中氧乙炔法是一種不可缺少的重要工作法。如果使用氧乙炔銲接時，以前很多不可能的構造物和配件變成可以製作，又比較其他各種方法效率更好，而且更能輕鬆完成。另一方面使用在受損傷配件的修理之應用時，對時間、經費上的節約也很有幫助。

1.3 氧乙炔氣銲接的應用範圍

氧乙炔氣銲接的原理很簡單，是把二個部材放置一處，其接續部用氧乙炔焰來熔融。此法有時使用銲條，有時不使用，無論如何是把端緣熔融使它流動，而後兩者完全成一體，然後金屬冷卻變成連續的物品。當然實際作業的要領不是那麼簡單即可說明。不過，氧乙炔氣銲接技術上的根基只是那樣簡單。

氧乙炔氣銲接很廣泛地使用在薄金屬材料的銲接上。相反的，電弧銲接一般上都使用在造船工業等大件厚板的銲接上。氧乙炔氣銲接對鑄鐵和非鑄鐵金屬材料的銲接及使用青銅來再生磨滅部份稱呼為青銅表面填料 (Bronze surfacing) 等很廣泛的使用。小管的銲接一般上使用氣銲接，陸上石油輸送管等大管的銲接，則氣銲接，電弧銲接都被採用。銅和其他材料的管線之接合，採用氣銲接的銀銲接。

(a) 熔解銲接 (Fusion Welding)

到此所述的銲接法稱呼為熔解銲接，這些是母材實際熔解和銲條金屬融合之故。熔解銲接的母材及銲條一般上都是一樣的組成爲多。例如鑄鐵的熔解銲接使用鑄鐵銲條。鑄鐵、鍊鐵、低碳鋼、鑄鋼、合金鋼、不銹鋼、黃銅、青銅、鋁合金及鉛等等都是用氧乙炔氣熔解銲接法來接合。

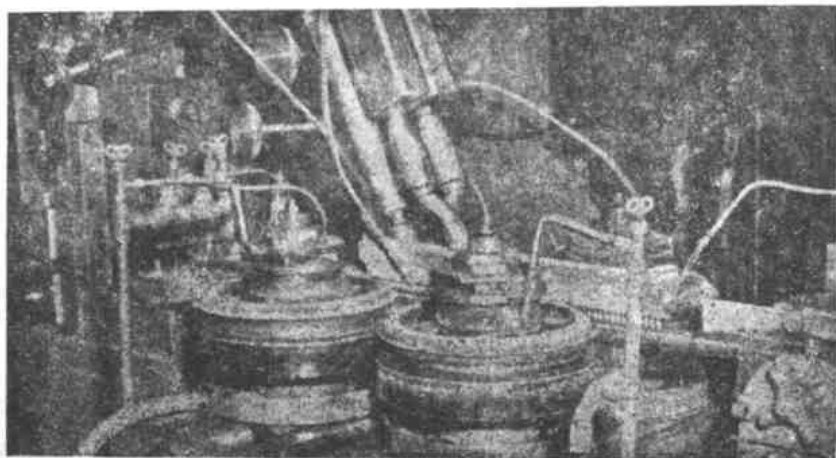


圖 1.2 氧乙炔銲接法在生產作業中採用很多，圖為氧乙炔鋼管銲接機。由一端放入帶板，捲圓由銲接機的另一端被銲接完成的鋼管輸送出來的圖示

(b) 硬銲銲接 (Braze welding)

硬銲銲接為使用比較青銅銲條融點更高的金屬來製作好的接頭之方法，此時的母材和銲接金屬不熔融，但是，青銅熔着金屬和母材牢



圖 1.3 破損位置和磨耗表面用硬銲接或青銅表面填充料銲接很迅速可以完成作業。其銲接位置常常比較原來品質更耐用和有效的使用也是常見之事

固的接合之故，有銲接之可能。即是說硬銲銲接是把接頭的端緣用氧乙炔氣炬火焰加熱到暗紅色，然後利用適當的銲劑塗布母材上，由銲劑之作用把青銅銲條的熔滴強牢的結合。

硬銲銲接如果很圓滿的完成工作，其強度可以和熔解銲接匹敵，又可以使它有 35 Kg/mm^2 拉力強度。所以硬銲銲接很廣泛地使用在鑄鐵、可鍛鑄鐵、鍊鐵、鍍鋅板、碳鋼、鑄鋼、銅、銅合金、鎳及鎳合金等接合。

(c) 青銅表面填料 (Bronze surfacing)

青銅表面填料是用青銅銲條來銲接金屬表面填料作業之意。此種作業類似硬銲銲接。但是，此時要把二部份銲接，不如說，表面填料作業為適宜。而且此種作業要使用特殊耐磨耗性的青銅材質才行。

(d) 表面硬化 (Hard Facing)

非常大的磨耗或受摩擦作用的金屬配件要採用哈絲銘 (Hascrome)，特高史斗銘鈷 (Haynes Stellite) 或高史斗銘鈷 (Haystellite) 等等表面硬化合金來披覆銲接其壽命能非常的長。

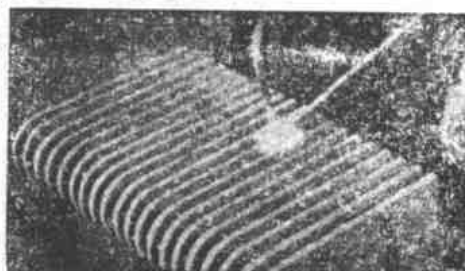


圖 1.4 種種易磨耗的工業製品之表面常使用特高史斗銘鈷 (Haynes Stellite) 合金來銲接薄層，作表面硬化作業，常被使用也變成標準作業

這些材料為棒狀，用氧乙炔氣火焰來熔化可以很容易使它熔着。以特高史斗銘鈷 (Haynes Stellite) 合金或高史斗銘鈷 (Hay Stellite) 合金來表面硬化時，母材溫度只要加熱到軟銲 (Sweating

) * 溫度即可。其原因為母材和表面硬化合金混合時，表面硬化材的效率容易降低。所以，母材和表面硬化材的融合儘可能保持最小限度為重要。

(e) 硬軟銲接 (Brazing, Hard soldering)

硬軟銲接不是正確的銲接作業，但是，也是金屬接合之一種方法。普通軟銲接常採用氧乙炔氣炬，為了高溫之故恐怕強度和耐蝕性被侵害，通常都使用軟銲銲接 (soff soldering)。鋼管用軟銲型式來裝配時都採用硬軟銲接，但是，這些也以愛用氧乙炔氣炬為多。

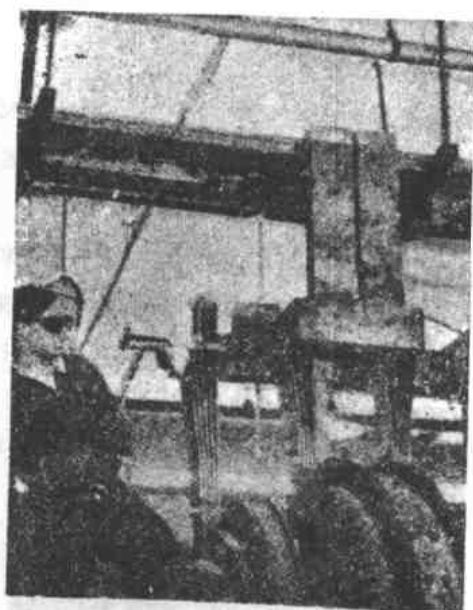


圖 1.5 採用銀-磷合金 (sil-Fos) 來軟銲銅料公車桿之情況，這些公車桿電鍍作業之際要把強電流，流上其表面，所以利用電阻少的銀-磷合金來做接頭最適合

* Sweating 一為母材不溶解，填料（此時為表面硬化合金）能在母材上流動，生成融點低的物質狀態之稱。

1.4 氧乙炔焰的應用範圍

使用氧乙炔氣焰時，能集中強力的火焰來作局部性的加熱，所以被應用在很多作業上，如果需要局部性之加熱，無論如何先把利用氧、乙炔氣炬焰之應用方法研究、討論較為重要。

(a) 預 熱

銲接之前把此金屬部材預熱時常常採用銲接氣炬。據一般上的銲接作業只要把銲接部周圍均勻的加熱即可，普通無必要太過份的預熱。

(b) 成 形 (Forming)

由非常精巧的裝飾品到大件鋼板為止，全部金屬材料必要把各位置正確迅速的加熱，來矯直彎曲等，使它成為一定成形之加工。

(c) 火焰硬化 (Flame Hardening)

此方法為採用有急冷硬化可能之材料來製作之配件時，可以採用氧乙炔焰來加熱需要硬化的位置，其次用適當的方法來急冷，使其表面硬化的作業。其優良的特徵為非常通融性。又氧乙炔火焰硬化法比

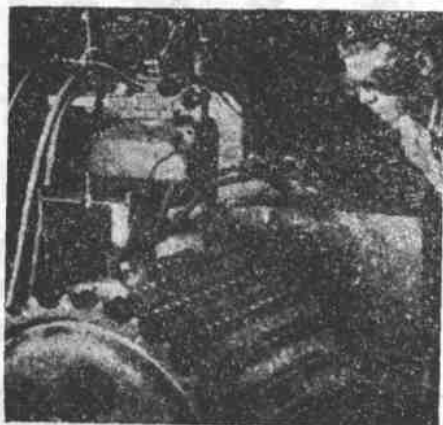


圖 1-6 由火焰硬化法，可以把使用中磨耗的齒輪牙表面很迅速的硬化