分析化學講師
黃冠飛

牙科學生實習用 Ni-Cr 線融接作品在技術上的探討

摘　要

從冶金學上的觀點，學生實習用融接 (Soldering) 作品得下結論。

(1)在金屬顯微鏡觀察下，用 Free-hand soldering method 融接的作品交接處，發現有許多各種不同的情況：

如作品融接處接得很好者；一些作品融接處有一明朗接線；一些作品發現有氣孔者；一些作品融接後發現新結晶粒的形成等等。

(2)觀察融接很好的作品時，發現其融接處有再結晶粒的生長，且沿着融接線排列着。

(3)當 Ni-Cr 線用銀焊劑 (Silver Solder) 藉 Fixed method 融接在一起時，在金屬顯微鏡下，可觀察出融接過程中，過熱的作品內晶粒的分佈情形。無疑其物理性已受損害。

(4)太多的焊劑 (Solder) 經使用，或被融接的金屬線與金屬線的距離太大，或被融接金屬線與焊劑的成分相異時，則流鐵 (Flowed solder) 不易呈均勻狀態。

實驗程序

如圖 1 之作品，是學生用 #28 純銀板，直徑10 mm 高 15mm 帶環製成之模型。圓筒的兩側面是用銀片和 Ni-Cr 線藉銀焊劑行 Free-hand method 融接而成，其 Ni-Cr 線與 Ni-Cr 線之交接點，亦用銀焊劑接成。

如圖 2 之作品，是將兩段 Ni-Cr 線藉銀焊劑行 Fixed method 焊接而成之作品。

圖 1，圖 2 的a部份，依其虛線處切斷，用合成樹脂埋沒之，並經多次粗磨與細磨後，再行精磨至表面光滑如鏡，用浸蝕液 (Etchant) 浸蝕磨面，此時在顯微鏡下以垂直照明視之，觀察其融接後其焊接面的晶粒組織情形。

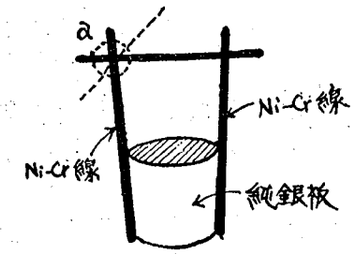


圖 1

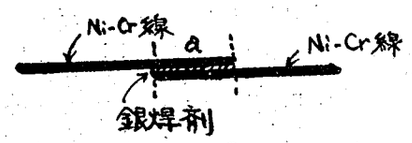


圖 2

實驗結果

1 Ni-Cr 線藉銀焊劑之融接

此種融接在操作上的意義，爲圓線與圓線之間，在非常小之接觸面間之接合。

附圖 1, 2, 3, 4 爲圖 1 類作品圓線與圓線融接後，a 部之組織範例。

附圖 1　爲銀焊劑晶粒擴散於兩圓線間相互作用情形。

附圖 2　爲a部處截面之組織，使用過量之銀焊劑時，在融接過程中，接着部往往有微微沒接着的情形，其晶粒之發展並有不均勻情形，結果認爲沒接着。

附圖 3　將附圖 2 接着部分，再加以放大，則其交接處顯示因 Ni-Cr 線過熱的結果產生氧化膜的情形。

附圖 4　Ni-Cr合金線與銀焊金融接後晶粒擴散情形。但此被認爲是過熱現象，外觀上雖然是一樣，其本來的物理性質多少已受影，響爲不理想之作品。

2 Ni-Cr 線藉銀焊劑橫焊接 (Cross wire soldering) 之情形。

此種焊接操作顯得線與線之接觸面更小。附圖 5, 6, 7 爲圖 2 類作品，線與線橫焊接後，a 部的組織範例。

附圖 5　此爲融接不良之故。焊接中，銀的初晶如筍狀，平行發達，顯示焊劑與 Ni-Cr 線無相關的樣子。且線與線焊接距離過大，影響抗拉力。

附圖 6　因過熱後急速冷却之故。晶體之生長呈柱狀組織，其焊接處，成一明顯界線，爲一不良焊接作品。且因使用多量之銀焊劑，能看到氣泡混入。

附圖 7　爲一完全無接合之作品。

討　論

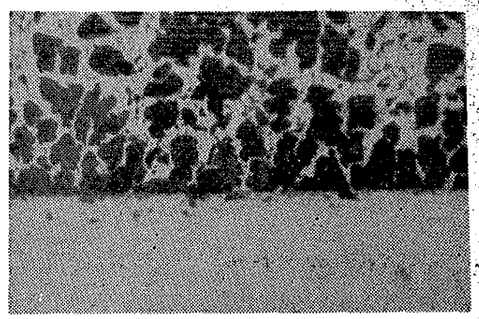
如前述，焊接在牙科技工操作上，具有多方面的意義。所使用的材料及目的，因地而異，且不斷的在改良與進步。尤其是 One piece cast 法的發展，Stainless steel 在牙科用途上之應用，使以前之焊接僅用在貴金屬方面的觀念完全改觀。金屬間之接合有二，爲不藉焊劑之熔接 (Welding)，一爲藉焊金之融接(Soldering)。前者本文不加以討論，本文討論範圍即以初學者的線焊接作品爲對象，觀察其焊接後作品之組織情形。

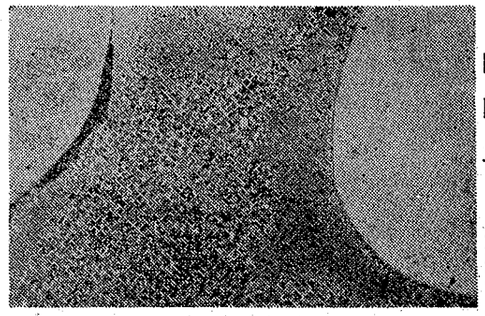
最近常利用銀焊劑來焊接 Nickel 或 Cobalt 線等賤金屬如 Bridge 的連接，Clasp 之製作與矯正裝置等。但賤金屬常在加熱過程中，常因加熱而生成氧化物，或因過熱生再結晶導致融接不完全與線材之脆化。這些問題特別在學生實習操作上，應加注意的事。爲使學生行 Nickel-Chrom 線與銀焊劑融接時，明白被焊物與焊劑在金屬學上的關係，進而應用到牙科上金屬線的融接，此爲一有意義的實習操作。

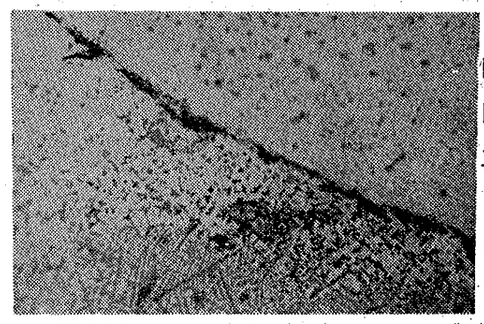
當一焊接作品完成前，爲防止氧化物之生成或焊劑之不流性等，Ni-Cr 線常常藉用低熔的 Flux。當然金屬線亦有因過熱而生氧化膜而使融接不着的現象。這是在Ni-Cr線融接操作上發現的事實。

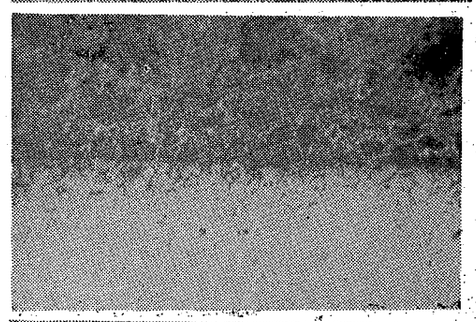
以前認爲一個完全融接好的作品是焊劑應完全擴散於被焊物之組織內而成合金態存在。其實此種現象在顯微鏡下已被認爲是因過熱而成不適用的焊接作品。在實習作品中，也有 Ni-Cr 線與銀焊劑的交接線很明確，此乃認爲是過熱結果形成氧化膜之故。過熱往往也使被焊接金屬引起氣化 (Volatilize)，其蒸氣爲構成洞穴 (Pits) 與氣泡之主因。

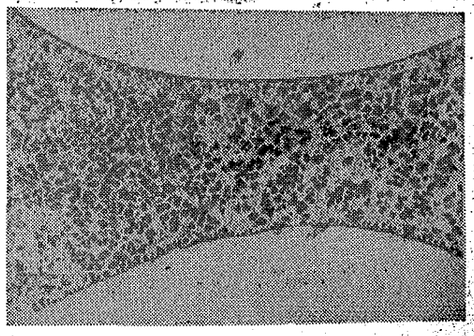
爲衡量焊劑之使用量，則必須考慮被焊線與線間之距離與焊劑凝固時，焊劑本身收縮問題。如果是用固定融接法 (Fixed Method)，就得考慮埋沒材與被焊線之間的熱膨脹問題 (Thermal expansion)，因前者能使被焊物間之距離移大，後者則使被焊線間之間隔 (Gap) 接近，適當之距離，則能彌補兩者間因熱膨脹所帶給作品的弊害。過大的間隙 (Gtap)，則須使用大量之焊劑，焊劑用量過多，晶粒組織易起不均勻現象，作品物性因而改變。融熔的焊劑一但粘附於 Ni-Cr 線上時，因表面張力關係，就如水滴，呈球形狀。表面張力是隨溫度的升高而減小，所以過熱的作品，界於兩焊線間之焊劑薄膜 (A film of solder) 易破裂，作品因此不易焊着故也。融接操作中，流鐵 (Flowing Solder) 之粘着性直接影響到焊劑之流動性，所以過小的間隙，則流鐵愈感困難。再着一無粘着性的

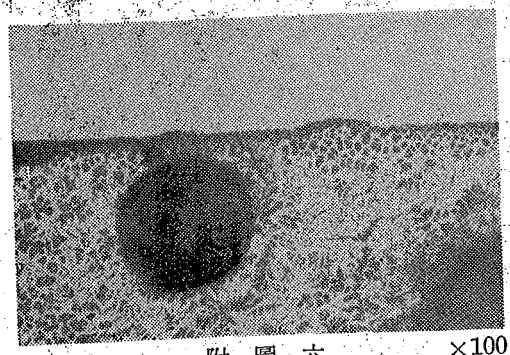

附圖 1　×400


附圖 11　×100

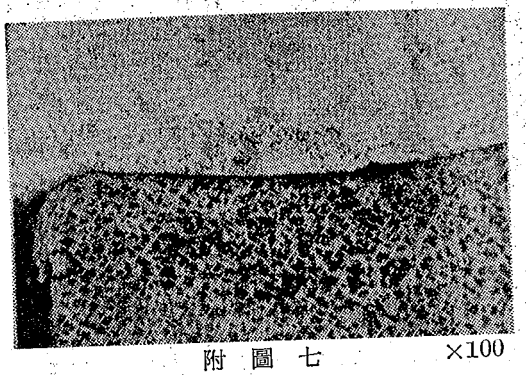

附圖 111　×200


附圖 四　×400


附圖 五　×100



附 圖 六 ×100



附 圖 七 ×100

焊劑，則無焊接作用，而融熔之焊劑所以有粘着性，可歸因於其在合金表面上留有一層層的永久性薄膜，即流鐵與金屬線表面原子間能維持一較大的引力之故。

結　論

1. 焊劑部厚度減小時，其接合部强度增大。使用大量焊劑；或被焊金屬間的間隙過大；等場合下，焊劑之組織不易均勻。被焊物如是金屬板者也同。
2. 融接部過熱後冷縮或急冷會使晶體生長成柱狀組織，並可引起殘留應力。(Residual stress)，雖然殘留應力非皆有害，然殘留應力若與外力所生之應力爲同方向而增大其作用者爲有害。
3. Ni-Cr 線藉銀焊劑融接後，其焊劑結晶粒沿熔接線上密集排列着。這些晶粒如在被焊物接線上呈透滲現象者，即過熱所致之現象。

(本文承蒙二瓶一郎主任教授指導，完成於日本大阪齒科大學大學院理工教室，特此致最高之敬意與謝意)。

參考文献

1. 二瓶一郎　コバルトクロム線の鑞着について　大阪大學齒學雜誌53:2，昭32
2. 三浦維四著　最新齒科金屬學　AGNE 社
3. 中井宏之　齒科鑞着法に關する一考察　日本齒科材料器械學會雜誌 No. 9
4. The Sciene of Dental Materials Skinner-Philpips December 1964

——[上接51頁]——

聿鍵，桂王朱由榔。他們相繼遇害，固然爲時勢所迫，但在歷史上，被異族壓境，而處於偏安的，如東晉，如南宋，皆不類南明之短暫，究竟其癥結何在？儘管先我治史若，置之勿論，今日得以客觀立場分析，南明首先成立的南京政府，不圖振作，虛費時日，徒任敵人坐大，這是其致命傷。至於以後的魯王、唐王、桂王，相繼起而抗清，已經失去天時，失去地利，何況其彼此各不相下，更已失去人和，其成功的希望，當然渺茫已極，實無庸於苛求。推而至於福王朱由崧，亦不宜於苛求，他本來是「朽木不可雕也」，於他與何誅？

僅此，得就衆口鑠金的史可法而言，他在當時的聲望，已是壓倒南都。所以經過洪承疇、吳三桂、耿仲明等，一般降臣透過多爾袞，便極力爭取，而豫親王多鐸，於臨圍揚州時，尚接連修書五次，以爲他能歸順，則南中便精靈襲服，預見其化干戈爲玉帛。其實，史可法的物望，僅等於耶律德光許馮道爲好好先生之類耳。不過，馮道渾噩於依阿取容，而史可法則渾噩於才短力拙，雖以愚忠而贏取世人稱許，但對於國是的貢獻何在？對於後世的楷模又何在？當作而不能作，不當死而死；吾人何稀罕昧於大體之懦夫？

史可法，如具備經世之長，而於名孚衆望與兼握兵部尚書的優越條件下，可以放手作爲，同時，亦爲有史以來，唯一的敢於放手作爲的際遇。只要出之於公正，明室的子弟，捨愚不可及的福王外，豈別無可立之人？而附會馬士英的，亦只劉良佐、劉澤清等二三少數人，又豈能任其攬大權，而作奸犯科？他如被復社責難而不敢露面的阮大鋮，更豈能任其擠入朝班，而興風作浪？如認爲南中諸將領，皆各存其志，則左良玉、黃得功、劉肇基、閻應元、張國維、何騰蛟、瞿式耜等，不皆是以身殉職的愛國者？又如東南一隅的張煌言，朱舜水、鐵肩樂、黃宗羲等，在籍人士，亦皆守正不阿，具有號召力。而且，中原幅員廣袤，亦不僅僅只有東南一隅諸俊彥；果能振臂一呼，勢必如響斯應，不期然而然。何致於演變到各立門戶，而成爲群龍亂舞的局面？

然而，史可法并未就這方面，有所措意，始終以他人意見爲意見，臨至最後，被排擠到揚州，便抱定一死以報故主。觀其致多爾袞的書，「法處今日，鞠躬致命，克盡臣節」，這豈不是意志消沉，錯用暮氣，而於敵前暴露弱點？

要之，孔主成仁，孟主取義，彼文天祥則可，史可法則不可；蓋其所處境遇，尚在「生亦我所欲也」，並未至「有殺身以成仁」的階段。誠不知讀聖賢書，所學何事？得不有愧乎？由此可見史可法之忠貞，祇不過換取縮短南明宗室直接抗清的壽命罷了，其不值孰甚？這正證實他的才智之不勝，又何貴乎推崇之有？