

問：不銹鋼中銅含量太高，是否會造成焊道龜裂。如所使用的填充金屬和母材中的銅含量偏高，有時達到 0.25%。如此高的銅含量是否會增加焊道龜裂的風險？

答：的確，銅可能會引起不銹鋼的龜裂，特別是像 304L 不銹鋼和 316L 等類別的奧斯田鐵不銹鋼。尤其是在焊接金屬和母材中的銅含量高的時候容易發生，特別是由使用廢料所生產的不銹鋼。但實際上還會仍有其他原因導致發生龜裂。

事實上，銅作為奧斯田鐵不銹鋼中合金元素，是無害的。有些奧斯田鐵不銹鋼會刻意添加銅合金，如 904L（約 1.5 %銅），並沒有龜裂的問題。但是，當銅含量視為一種表面的污染物時，銅會造成奧斯田鐵不銹鋼的銲道熱影響區（HAZ 組織）的龜裂。通常的情況是：當發生在銅與不銹鋼表面間摩擦時。例如，以銅棒去摩擦不銹鋼時，會有微量的銅料會掉落，並附著在不銹鋼的表面。然後當銲接於這些銅料掉落之處，可以發現熱影響區（HAZ 組織）出現龜裂，但銲道本身並未龜裂。這是因為銅在銲道金屬中僅僅是無害的合金元素。但這些微量銅料，在熱影響區表面處於 1980°F（1083 °C）以下溫度即可熔融，而 304L 不銹鋼熔融溫度範圍約 2550 至 2640 °F（1400 °C 至 1450 °C）。換言之，熔融的銅料與固態不銹鋼之間，有一個溫度間隔 1083 °C 到 1400 °C。熔融的銅液非常迅速沿熱影響區的晶界散開，隨著銲道凝固及收縮，產生應力。尤其富銅的晶界區則無法承受。然後這些裂縫會沿著熱影響區的晶界發生。

此處以非常簡單的效果顯示這個原因。以銅的頂端接觸摩擦 304L 不銹鋼板，然後以包藥銲線 308L 不銹鋼，銲接於摩擦痕跡的區域。圖 1 顯示了銅摩擦的痕跡和銲道。

隨後，將銲道經過銅摩擦之處拋光，圖 2 顯示截面和龜裂情形。裂紋發生於母材鋼板以下，擴展超過 0.01 英寸（0.25mm）。見圖二左方。由於熱影響區中肥粒鐵數較少，因而發生龜裂。圖 3 顯示了較高放大倍率的 SEM 照片有龜裂的部分。隨著相應的銅料集中位置，很清楚的看見，銅一直沿著裂縫處存在。可以發現的整個的裂紋底部都存在著銅，顯示出銅液的流動是沿著 304L 熱影響區的晶界。

因此，十分清楚地發現，如 304L 和 316L 不銹鋼表面應避免與銅發生表面上的摩擦。如有必要性的直接接觸，如以銅製鋼棒去接觸不銹鋼是可以接受的，但應避免摩擦行為。假如發生不銹鋼有摩擦痕跡，應該在銲接前將此摩擦處除去。

圖1銅摩擦於304L母材旁為FCAW 308L焊道

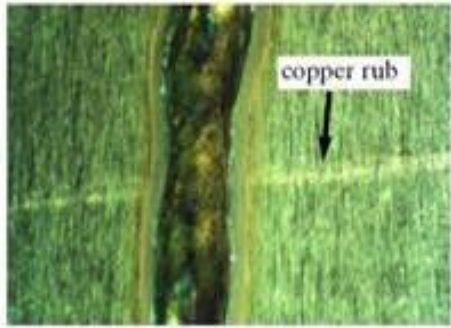
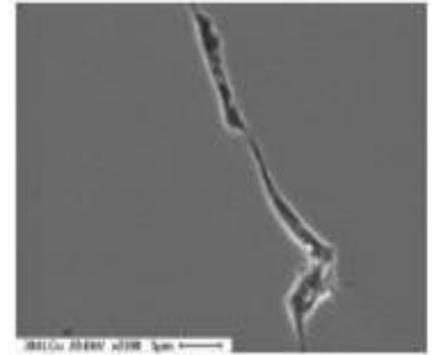
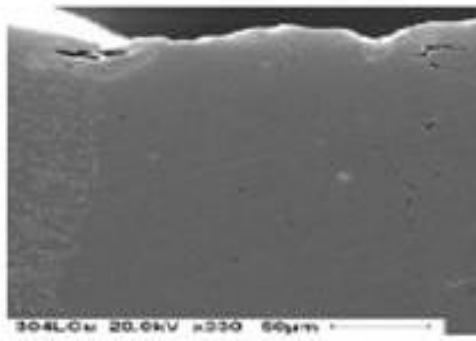


圖2及圖3焊道旁熱影響區龜裂



資料來源;Damian J. Kotecki, (Sep. 2006),Stainless Q&A, Welding Journal.

GOOD
GOODWELD