

大阪大学溶接工学研究所
大阪大学大学院

松田 福久 中川 博二
○ 李 鍾鳳

1. 緒言 凝固中の組織の凍結には溶接中に液体Snを用いて試片を急冷する方法が水冷に比して有効であるといわれているため[1]、これにより各種ステンレス鋼の溶接時の凝固モードを検討した。

2. 実験方法 使用したのは市販のSUS310S(2,12mm厚)、SUS316(1.5mm厚)、SUS329J₂L(3mm厚)、SUS430(2mm厚)およびSUS447J₁(6mm厚)であり、70mm長×40mm巾の試片を切り出した。その長手方向にGTA溶接(溶加材なし)を行い、途中でアーク消弧と同時に試片を液体Sn(約230℃)浴中へ落下させた。比較のため同様な方法で水冷も行った。溶接条件は、板厚1.5、2および6mmの場合溶接速度50mm/minにて溶接電流をそれぞれ55、70および180Aに変化させたが12mm厚の場合は150mm/min、250Aとした。

3. 実験結果 図1にSUS310S(12mm厚)の水冷および液体Sn急冷による凝固前面の組織を示す。液体Sn急冷の方が樹枝状晶が明瞭に見られ、また凝固前面前方の溶融池が急冷されてできたサブ組織も極めて細かい。これらのサブ組織の大きさを一次枝間隙に相当するとしてその大きさを測定し、これにより冷却速度を外挿すれば[2]、水冷では約600℃、液体Sn急冷では約1,100℃/secに相当する。

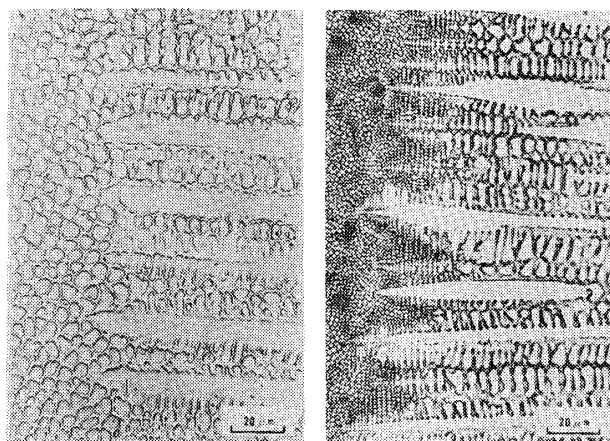
一般にフェライト系ステンレス鋼では凝固組織を観察することが困難であるが、液体Sn急冷により図2に示すように凝固前面付近では樹枝状晶組織が認められ、また凝固前面からの距離とともに急速に不明瞭になることが分かる。例えばSUS430、SUS329J₂Lでは初晶はほぼ δ 単相であり、凝固脆性温度領域(BTR)の下限温度付近ではサブ組織がほとんど見られなかった。同様の傾向は γ 単相で凝固するSUS310Sでもわずかに見られたが、 δ 単相凝固のもので極めて顕著であった。これは、真の固液共存域に相当すると思われるBTR内でもすでに固相となった部分とくに固相のbridgeのできた部分では固相内拡散によって偏析が緩和されつつあること、とくにSやPの拡散係数の大きい δ 相での凝固時に緩和されやすいことを意味するものであろう。

図3はSUS304Lの液体Sn急冷による凝固組織を示したものであり、(a)の連続組織における約1435℃付近からは(b)の拡大組織に示すように δ の樹枝状晶境界から球状の γ が包共晶反応によって形成するのが明瞭に見られる(なお、柱状晶粒界ではその形態が連続する傾向が見られた)。生成した γ の中心付近の明るい部分には(c)のEDX結果に示したようにPあるいはSの偏析が認められ、残留融液が γ 内に位置していることを示している。すなわち、著者らの一部が以前提案したSUS304の凝固モード[3]を明確に実証するものとなっている。なお、このような偏析部は約1430℃以下では見られなくなった。

凝固割れ等の詳しい解析には凝固モードと偏析の進行状況を詳しく検討する必要があるが、上記のように液体Sn急冷はこの目的によく適した方法であるといえる。

参考文献

- [1] S.Kou et al. ; Met.Trans. 13A
(1982), 1141-1152
- [2] M.C.Flemmings ; Solidification
Processing, McGraw Hill, N.Y.,
(1974), 149
- [3] F.Matsuda et al. ; Trans. JWRI
8-1 (1979), 105-112



(a)水冷組織 (b)液体Sn急冷組織

図1 SUS310S の凝固前面組織 (12mm 厚)

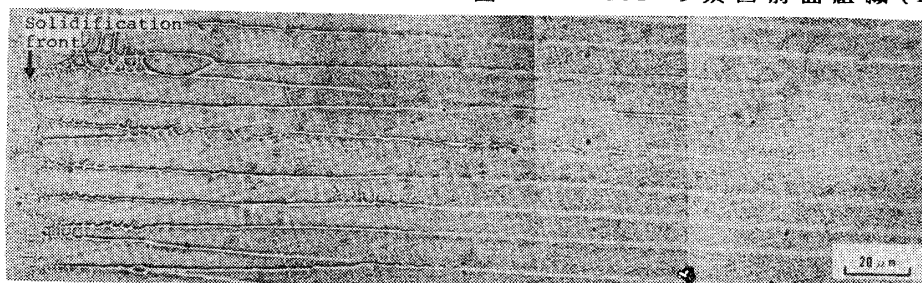
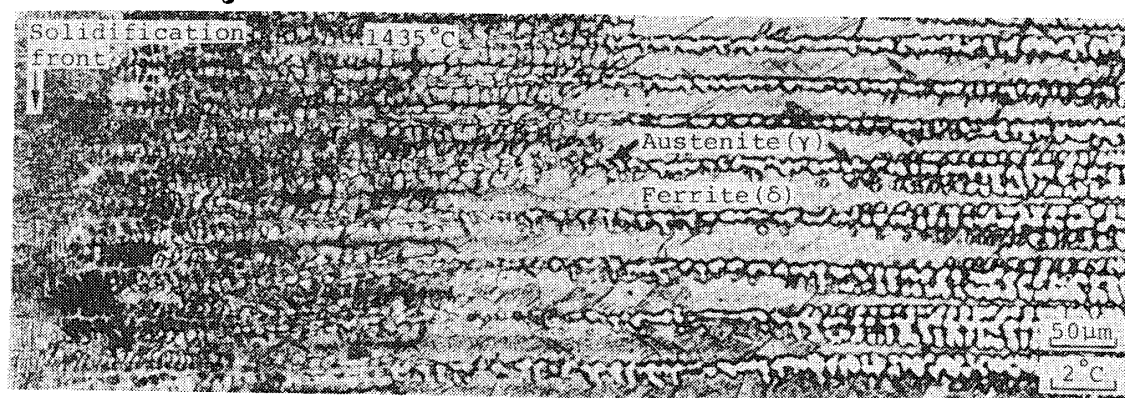
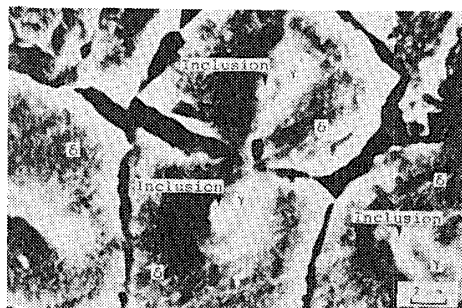


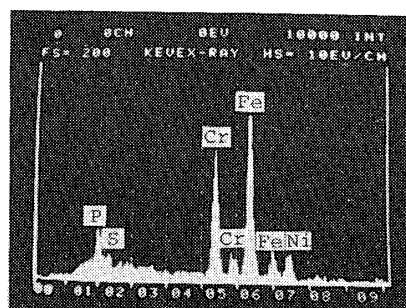
図2 SUS447J₁の急冷組織 (6mm厚)



(a)連続組織



(b)拡大組織 (1435°C)



(c)Inclusionの EDX結果

図3 SUS304L の急冷組織 (2mm厚)