

(644) 完全オーステナイト系ステンレス鋼 SUS 316 の凝固割れ感受性改善に関する研究

大阪大学工学部 ○ 中 尾 嘉 邦
住友金属工業(株) 勝 信 一 郎

1. 結 言 本研究は、高温におけるぜい化の防止、低温での靱性の改善を主な非磁性化を図るため、完全オーステナイト組織とした SUS316 について、電子ビーム溶接金属の凝固割れ感受性改善対策の検討を行ったものである。

2. 供試材料及び実験方法 SUS316 の組織を完全オーステナイト化するため、Ni含有量を増加させた SUS316 を高周波溶解炉により大気中で溶解し、約30kgの鋼塊を溶製した。その後1200°Cに加熱し、鍛造加工を行って約45mm角の角材とした。P量を0.005~0.029%の範囲で、またREM量を0~0.47%の範囲内で系統的に変化させた。S量は積分的には変化させなかった。その他の合金成分の組成範囲は以下の通りである。すなわち、C: 0.047~0.064%, Si: 0.45~0.87%, Mn: 0.72~1.21%, S: 0.005~0.020%, Cr: 16.20~17.44%, Ni: 13.38~14.36%, Mo: 2.09~2.37%, N: 0.012~0.0506% である。

凝固割れ感受性は、45×45×110mmの角材において電子ビーム溶接ビードのビード断面について凝固割れの有無の検討を行い、単位ビード長さ当たりの割れ数で評価した。電子ビーム溶接条件は、加速電圧: 150KV, ビーム電流: 40mA, 溶接速度 1400mm/min, Ab値: 1.2, 真空度: 5×10^{-4} Torr である。なお凝固割れ検査用試料は溶接した角材を7mm間隔で切断し、採取した。

3. 実験結果 本研究で得られた主要な結果を下記に要約する。

(1) 完全オーステナイト組織とした SUS316 の凝固割れ感受性は、Fig.1 に示すように、P量とREM量で Region 1, 2 及び 3 に分類できることが判明した。Region 1 は REM添加量とともに凝固割れ感受性が減少する領域であり、Region 2 は REM添加量が適正であるため、上述のような凝固割れ試験方法では凝固割れの発生しない領域である。Region 3 は REM添加量が過剰となり、再度凝固割れ感受性が増大する領域である。なお、(P+S)量とREM量で整理しても Fig.1 と同様な結果が得られた。

(2) 電子ビーム溶接金属の柱状晶粒界破面のオージェ分析、介在物の元素分析、電子線回折さらには介在物量の半定量分析、介在物の高温での安定性の検討などを行って、結果、Region 1 では、REM添加量が増加することによってREMの化合物あるいは磷酸化合物として固定されたP量が増加し、溶接金属が凝固する時に柱状晶粒界へ凝固偏析するP量も減少する結果、凝固割れ感受性が減少することが判明した。Region 2 では、REM添加量が適正であるため、REMでPを充分に固定する結果、凝固割れは発生しなくなった。しかし Region 3 では、Pの固定に必要なREM量よりも過剰にREMが添加されており、余剰のREMは溶接金属の凝固時にその柱状晶粒界に凝固偏析し、低融点液膜を形成して再度凝固割れ感受性を増加させることが判明した。

(3) REMはSとともに親和力が強く、REMの硫化物、硫酸化物としてSを固定し、Sの凝固偏析を防止することもREMの凝固割れ感受性改善効果の一助になっているものと考えられる。

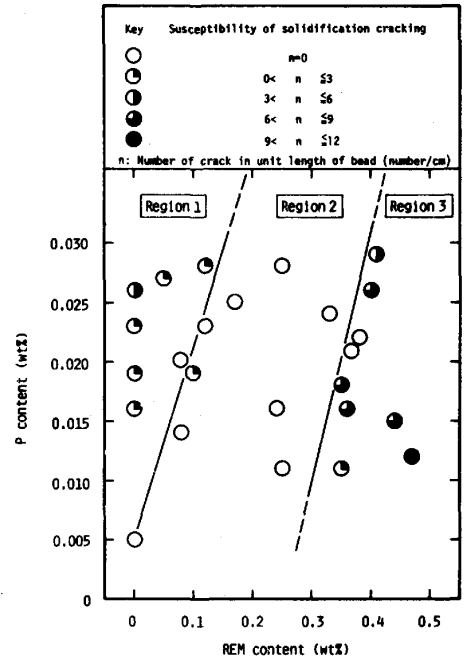


Fig.1 Effects of P and REM on the solidification cracking susceptibility of fully austenitic Type 316 stainless steel