

(374) Fe-12% Cr 鋼の耐酸化性におよぼすTi添加の影響

日本ステンレス(株) 直江津製造所 庄司雄次 秋山俊一郎 永市 優
永利匡輔 星 弘充

1. 緒言

低Crフェライト系ステンレス鋼にTiを添加した合金は、AISI type 409をはじめとして、多くの市販鋼があるが、これらは耐食性の付与や靱性の改善という目的からTi添加が行われている。Fe-Cr合金にTiを添加してその耐酸化性におよぼす影響を報告した研究はほとんどなく、耐酸化性とTiの関係について詳しくわかっていない。本研究はFe-12Crベース合金のC量とTi量を変えて、その酸化挙動を明らかにしたもので、適量のTi添加により耐酸化性が向上することを見いだした。

2. 試験方法

供試材はFe-12Cr-0.4Si-0.4Mnをベースとして、C量を0.015、0.03、0.06%の3段階選んだ。本系合金の耐酸化限界温度がcarbide生成温度範囲にあるので、Ti添加量についてはTi/C比を考慮して、0から4×C%, 8×C%, 16×C%, 30×C%, 60×C%までとし、計14鋼種を用いた。これらの各供試材は大気溶解した10kg小型鋳塊を鍛造、冷延して1.5mm厚さの板とした。酸化試験は、1.5×30×40mmの試験片を壺型電気炉付属の熱天秤装置を用いて、750~950℃の温度における静止大気中の連続重量変化を測定した。酸化試験後は重量増加曲線を解析し、X線回折による酸化物同定、EPMAによる各元素の濃度分布などを調べ、耐酸化性におよぼすTiの影響を考察した。また、各温度で30min加熱-10min空冷というくりかえし酸化試験も行って、ステールの密着性も調べた。

3. 試験結果

重量増加曲線から、酸化温度と合金組成によって、薄いステールが連続して生成する保護的な酸化が継続する場合と、保護的な酸化の途中から急激に耐酸化性が劣化してbreakawayを生じ、異常酸化となる場合とが得られ、950℃酸化においてはすべての供試材で異常酸化が発生した。保護的な酸化スケールはCr₂O₃が主体で、Mn, Si およびTiの酸化物が含まれているが、異常酸化後はFe系酸化物に覆われた厚いステールとなる。Tiの酸化物は900℃近辺を境として、低温側ではrutile-TiO₂が、高温側ではCr₂Ti₂O₇がX線回折によって同定された。合金の耐酸化性は異常酸化の開始時間によって評価できるが、その傾向はTi/C比に応じて整理され、図1に示すごとく、すべてのCレベルに対してTi/C=8付近で異常酸化発生時間が最も延長され、耐酸化性が向上した。その理由は、酸化温度がcarbide生成範囲にあるため、Ti添加量が少ないとCに固定されて耐酸化性の向上に有効な固溶Ti量が制限されるためであり、一方Ti添加量が過度であるとTiの酸化物がステール中に多量に生成して、ステール中にFe₂O₃の生成を促進するために異常酸化発生を早めることであった。

また、合金組成によって、酸化試験温度でα→γ変態が起こるが、この変態現象が合金の耐酸化性におよぼす影響は、Tiの効果著しいために、顕著にあらわれなかった。

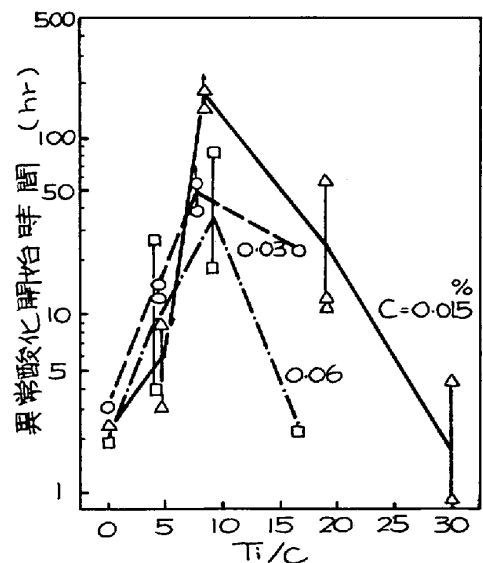


図1. 950℃における異常酸化開始時間とTi/C比との関係