

(376) Al被覆ステンレス鋼の熱サイクル酸化特性におよぼすTiの影響

東京都立大学工学部 ○吉葉正行 坂木庸晃 宮川大海
日鏡バルブ(株) 藤代 大

1. 緒言 前報¹⁾において、熱サイクル条件でのステンレス鋼の酸化特性に対するAl被覆の効果は素地材料によって大きく影響され、とくにTi添加のASTM 409鋼ではその効果がきわめて著しいことを報告した。しかしながら、Al被覆鋼の酸化挙動に対するTiの影響は従来あまり明らかにされていない。そこで本研究では、熔融浸漬Al被覆を施した数種のTi添加ステンレス鋼の熱サイクル酸化特性を詳細に調べて、そこでのTiの効果について検討した。

2. 供試材および実験方法 供試材としてフェライト系から2種類、オーステナイト系から1種類の市販のTi添加ステンレス鋼と、比較のためにそれらとほぼ同組成のTi無添加ステンレス鋼を用いた。それらの化学組成を表1に示す。試験片の形状寸法およびAl被覆条件は前報¹⁾と同様である。酸化試験は、1000℃の空气中で加熱10min-空冷10min(昇温時間も含む)の非常に厳しい熱サイクル条件でおもに行ない、そこでの重量変化の測定、さらに表面層の組織観察およびEPMA分析などを行なった。

表1 供試材の化学組成 (wt%)

Steels	C	Si	Mn	Ni	Cr	Ti	N	Others
11Cr-Ti 13Cr	0.035 0.05	0.57 0.46	0.48 0.47	0.31 0.15	10.98 12.68	0.45	0.009 0.031	Al 0.18
17Cr-Ti 17Cr	0.015 0.020	0.24 0.52	1.32 0.36	0.11 0.22	16.78 17.26	0.18	0.013 0.032	
18Cr-10Ni-Ti 18Cr-9Ni	0.05 0.067	0.78 0.42	1.52 0.94	10.10 8.83	17.54 18.26	0.47	0.014 0.030	Cu 0.04

3. 実験結果および考察 熱サイクル試験により得られた各鋼の重量変化を図1に示す。フェライト系ではTi添加鋼と無添加鋼の酸化特性が大きく異なっている。すなわちTi添加鋼ではCr量にかかわらず3000cycleまで重量変化がきわめて小さく、Al被覆の効果が顕著であるのに対し、Ti無添加鋼ではAl被覆の効果はあまり認められない。またオーステナイト系の場合はTiの有無にかかわらず類似した挙動を示しているが、Al被覆の効果はTi添加鋼の方が大きい。すべてのTi無添加鋼では合金層にはく離を生じたが、組織観察によると、それらは熱サイクルの初期から合金層と母材の界面で連続的な酸化物が認められた。したがって界面の酸化による合金層と母材の密着力の低下が合金層のはく離の直接的な原因と考えられる。Tiはこの界面での酸化に対して抑制効果をもつものと考えられる。すなわちフェライト鋼においては、図2に示すようにTiの添加によってAlの母材内部への拡散速度が増大し、そのために合金層と母材の界面がすみやかに消失して、界面に沿っての選択的な酸化が抑制される。さらに合金層のき裂部や界面に生成されるスケールのTi酸化物による強化、あるいはTiの優先酸化によるAlNの抑制などにより、界面に沿っての酸化がほぼ完全に防止されるものと考えられる。一方オーステナイト鋼では、TiはAlの拡散速度に対してほとんど影響を与えない。そこでのTiの効果は主として、Ti酸化物による界面スケールの強化、およびTiNの優先析出によるAlN形成の抑制などであり、そのために界面での選択的な酸化がかなり抑制されたものと考えられる。

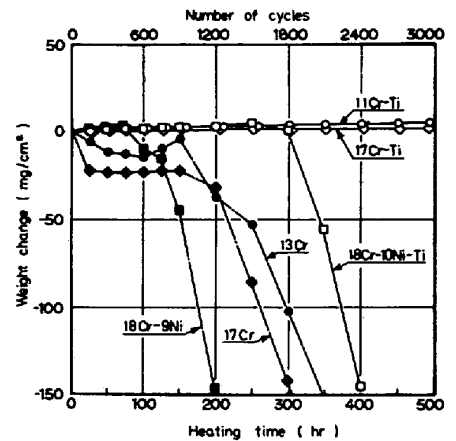


図1 Al被覆鋼の熱サイクル酸化特性(1000℃)

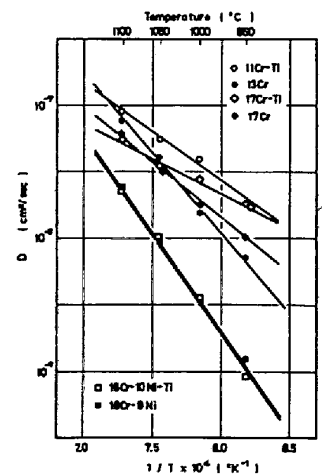


図2 Al拡散速度の温度依存性

文献1) 吉葉, 坂木, 宮川, 藤代; 鉄と鋼, 61(1975)12, 5561.