

早稲田大学 理工学部 ○ 米 沢 利 夫
工 博 長 谷 川 正 義

1. 緒 言

さきに筆者らは、原子炉圧力容器用鋼に関する研究の一環として、ASTM A302B鋼の熱サイクル効果（加熱冷却の繰返しによる金属学的変化）について検討してきた。¹⁾²⁾ その結果、A302B鋼について変態点以下の熱サイクルを施すことにより、熱サイクル前に比べて衝撃値は著しく低下し、これは主として析出物の挙動に関係することが明らかとなった。そこで筆者らはこの熱サイクルに伴う脆化現象を熱サイクル脆性と名づけ、その現象を金属学的に究明することにした。

ところでこれ迄の熱サイクル効果に関する研究結果から、筆者らはオーステナイト系ステンレス鋼においても、熱サイクルに伴い材質が変化すると考え、本報では熱サイクル脆性に関する系統的研究の初段階として、オーステナイト系ステンレス鋼の熱サイクル脆性の有無を検討するとともに、それに及ぼす結晶粒度の影響、C量の影響、フェライト生成元素の影響などについて研究した。

2. 実験方法

表1 供試材の化学分析値と熱処理

供試材はAISI type 304、304L、316 ステンレス鋼を用いた（化学分析値と熱処理条件を表1に示した）。これらの結晶粒度は、冷間加工およびその後の溶体化の条件を変えて、0.002~1mm² 板に種々調整した。熱サイクル試験は、既報¹⁾²⁾で紹

AISI type	化 学 分 析 値								熱 処 理 条 件
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	
304	0.07	0.69	1.64	0.033	0.007	8.90	18.41	—	1050°C×40min W.Q.
304L	0.023	0.52	1.56	0.031	0.016	11.55	18.93	—	1050°C×40min W.Q.
316	0.07	0.73	1.64	0.029	0.010	11.84	17.04	2.24	1100°C×40min W.Q.

介した試験装置を用いて、上限温度600°C、下限温度150°Cで、最高200サイクルまでとした。またこれと比較する目的から、650°Cで上限保持積算時間と同じ時間、あるいは1000時間までの長時間の焼鈍を行つた。これら熱サイクル、あるいは焼鈍を行つた試験片は検鏡、硬さ測定後、微小シャルピー衝撃試験片に再加工して試験に供した。なお衝撃試験温度は20°Cおよび196°Cである。

3. 実験結果および考察

表2 衝撃試験結果の一例（試験温度—196°C）

結晶粒度の影響として、その衝撃試験結果の一例を表2に示した。粗粒材において熱サイクルに伴う衝撃値の低下傾向が著しい。これは上限保持積算時間と同じ時間で焼鈍したものよりも低い値となつた。検鏡の結果、これは粒界および粒内の析出物の挙動、とくにクロムカーバイドの形状によるものである。

AISI type	平均結晶粒径 (mm ²)	溶 体 化 材 kg—m/cm ²	熱サイクル材 [*] kg—m/cm ²	焼 鈍 材 ^{**} kg—m/cm ²
304	1.00	4.94	1.47	2.56
	0.002	5.34	5.25	4.50
316	1.00	6.00	4.50	5.87
	0.002	5.69	5.69	5.37

* 1.00 ⇔ 650°Cで80 cycle

** 650°C×160min A.Q.

また本報告ではC量の影響をみるため、304Lを用いて304と比較した。304Lでは、200サ

イクルまでの熱サイクルにより粒界にクロムカーバイドの析出がみられたが、304にくらべ脆化程度の割合は小さかつた。さらにフェライト生成元素としてのMoを含む316では、80サイクルでは熱サイクルによる脆化傾向は小さく、これはモリブデンのカーバイド安定化作用傾向によると思われる。以上のことから、オーステナイト系ステンレス鋼では304においてとくに熱サイクル脆性が顕著であり、これは主としてクロムカーバイドの形状によることが明らかとなった。

1) 長谷川・佐野・米沢；鉄と鋼 54(1968)10 p211

2) 長谷川・佐野・米沢；鉄と鋼 55(1969)3 p265