

(296) ステンレス鋼の粒界腐食感受性に及ぼす熱履歴及び塑性ひずみの影響

日立製作所 日立研究所 ○服部成雄 横須賀常信 森 康彦
工博 幡谷文男 正岡 功 工博 佐々木良一

1. 緒言 オーステナイト系ステンレス鋼の粒界腐食は鉄敏化、すなわちCr rich 炭化物の粒界析出に伴なうCr欠乏層の形成が主の原因とされている。溶接部においては特に多パス溶接の場合に鉄敏化し易いことが知られているが、そのメカニズムは必ずしも明確にされていない。そこで溶接時の鉄敏化要因を明らかにする目的で、SUS304鋼の恒温時効による鉄敏化に及ぼす加熱履歴の複合効果及び応力・ひずみの影響について検討した。

2. 実験方法 供試材は市販のSUS304鋼板で、その化学成分は表1のとおりである。素材はすべて1050°C、30min・水冷の固溶化処理後、実験に供した。応力・ひずみ時効の実験にはゲージ部がくさび形の試験片を用い、クリープ試験機で引張荷重を加えることで連続的に変化する応力または予ひずみを生じさせた状態で時効した。鉄敏化の程度はストラウス試験(JIS G0575硫酸・硫酸銅腐食試験)で評価したが、数値表現するために72h浸漬後の粒界浸食深さ(Dpと記す)を顕微鏡で測定した。金属組織は10%硝酸電解エッチングを行い、光学顕微鏡で観察した。

表1 供試材の化学成分 (wt%)

鋼種	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
SUS304	0.053	0.52	1.26	0.031	0.006	8.84	18.07

3. 実験結果 恒温時効による鉄敏化状態を温度・時間に対して示したのが図1である。SUS304鋼は650~700°Cで最も鉄敏化し易く、550°C以下ではその開始が著しく長時間側にずれる。図2には応力または予ひずみ下での時効による鉄敏化挙動の一例を示した。図1では鉄敏化が示されなかった500°C(10000min)時効でも、応力や予ひずみの増大とともに鉄敏化が明瞭となり、塑性ひずみ量にして約6%以上ではDp≥1000μmになっている。また溶接パスの熱影響を想定した750°C、5minの高温短時間加熱材では450°C(6000min)時効においても、塑性ひずみ量が約0.3%以上の領域に1000μm以上のDpが測定された。

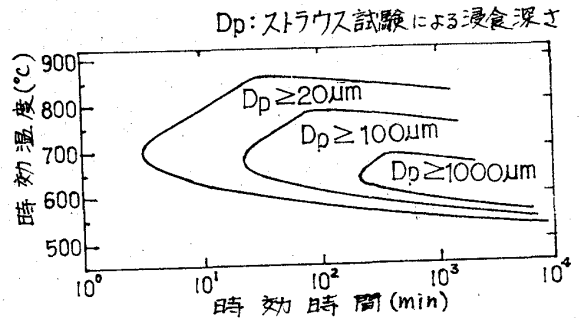


図1 恒温時効鉄敏化曲線 (SUS304)

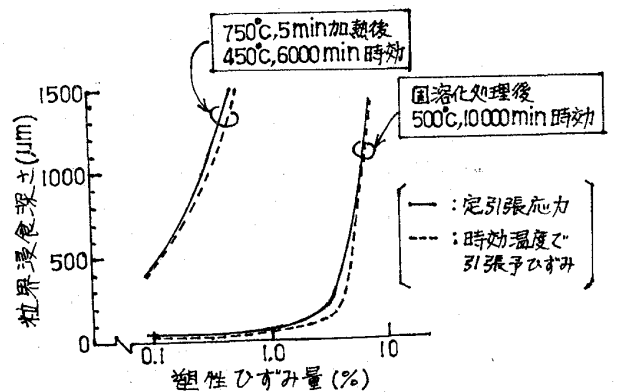


図2 鉄敏化に及ぼす応力・ひずみの影響 (SUS304)

これらの結果は図1との比較で、鉄敏化が塑性ひずみにより顕著に促進されることを示している。これはひずみに伴なう転位等の格子欠陥密度の増大が置換型原子の拡散を速め、粒界での炭化物析出を助長しているためと考えられる。一方、写真1の金属組織変化は時効前の高温短時間加熱が粒界炭化物析出の初期段階を準備し、時効での析出を容易にしていることを示している。

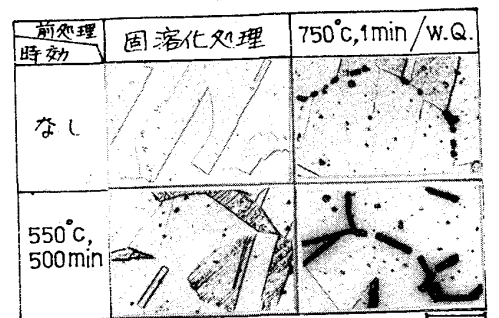


写真1 SUS304鋼の金属組織 25μm

このようにステンレス鋼の溶接熱影響部は複合熱履歴及び塑性ひずみの重畳が要因となって、単なる恒温時効挙動から予想されるより高い鉄敏化状態となり得ることが明らかになった。