

日本大学 ○柴田文男 日本大学[院] 後藤将志
日本大学 高橋博正 斎藤 篤

1. 緒言

ステンレス鋳鋼は、耐熱性や耐食性に優れた材料であり、現在化学工業を始めとして機械製品や船舶などに利用されている。一方、軟鋼は機械装置や部品の材料として一般に用いられている。したがって、今後両者を組合せた複合化は、極めて重要であると考えられる。

そこで本報告では、TIG 溶接によるステンレス鋳鋼と軟鋼との異材溶接を行い、溶接部の組織、硬さ、引張及び衝撃特性などについて若干検討した。

2. 供試材料及び実験方法

Table 1 に母材の化学成分と機械的性質を示す。母材には、SCS13 相当のステンレス鋳鋼と SS400 相当の軟鋼を用いた。Fig. 1 に両母材のマイクロ組織と硬さを示す。また、母材の寸法は、 $t6 \times 100 \times 100$ mm とした。溶接前処理として、母材をアセトン中で超音波洗浄した。

Fig. 2 に使用した TIG 溶接機の概略図を示す。溶接装置は、インバータ制御交直両用 TIG 溶接機を使用した。溶接トーチは、トーチ走行装置に固定し、トーチ走行装置がレール上を走行することにより、アーク長及び溶接速度が一定となるように制御した。

溶接条件は、基礎実験の結果より、溶接電流 170A、溶接速度 90mm/min 及びシールドガス流量 10 l/min (Ar) とした。

TIG 溶接継手は、Fig. 3 に示すように両母材を I 形に突合せて治具で軽く固定して両面溶接を行った。なお、表面溶接終了後、裏面をワイヤブラシで清掃して溶接を行った。溶接終了後、溶接のまま試験片を溶接線に対して直角に採取し、機械加工を行った。

溶接部の組織は、ビード横断面を切断し、ダイヤモンドラップ盤にて研磨後、SCS13 母材部及び溶接金属部は 10% クロム酸水溶液を用いて電解腐食を行い、また SS400 母材部は 2% 硝酸アルコール溶液で腐食し、光学顕微鏡で観察した。さらに、EPMA による溶接部の線分析を行った。

母材及び溶接継手の材料試験として、マイクロビッカース硬さ試験 (硬さ記号: HV0.3)、引張試験 (JIS 5 号) 及び V ノッチシャルピー衝撃試験 (JIS 4 号サブサイズ) を行い、溶接継手の機械的性質について調べた。

3. 実験結果及び考察

3.1 溶接部の組織と硬さ Fig. 4 に溶接部のマイクロ組織を示す。溶接部の組織は、デンドライトの様相を呈していた。また、SS400 熱影響部では溶接熱サイクルによりウイドマンステッテン組織の様相を呈していた。

Fig. 5 に溶接部の硬さ分布を示す。溶接部の硬さは、表面で 257~454HV (17 点) を示し、平均で 409HV であった。また、板厚中央部で 259~415HV (9 点) を示し、平均で 373HV であった。

一方、裏面で 195~434HV (19 点) を示し、平均で

Table 1 Chemical compositions and mechanical properties of base metals.

Materials	Chemical composition (mass%)									Mechanical properties	
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Fe	T.S. (MPa)	El. (%)	
Base metal	SCS13	0.034	1.25	0.76	0.021	0.002	8.82	18.60	—	522	66
	SS400	0.13	0.19	0.61	0.020	0.020	—	—	99.03	412	38

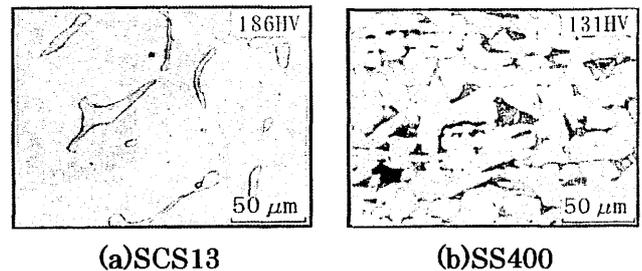


Fig. 1 Microstructure of base metals.

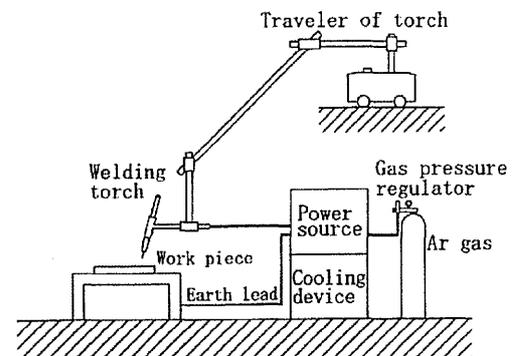


Fig. 2 Schematic diagram of TIG welding system.

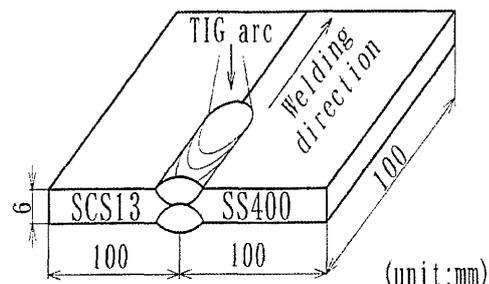


Fig. 3 Joint configuration.

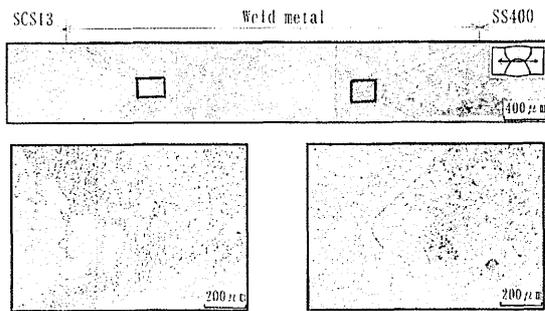


Fig. 4 Microstructure of welds.

385HVであった。なお、表面及び裏面による硬さの変化はあまり認められなかった。しかし、溶接部は両母材の硬さと比べて大となる傾向を示した。

3.2 溶接部の線分析 Fig. 6に溶接部の線分析結果を示す。なお、線分析の位置は、母材表面より2mm内部とし、C、Si、Ni、Crについて行った。その結果、溶接金属の一部でCのピーク値が認められた。また、溶接金属ではSCS13母材部に比べてSi、Ni、Crのばらつきが小さかった。これは、溶接金属の組織がSCS13母材部に比べて微細化したためと考えられる。

3.3 溶接継手の引張特性 Fig. 7に母材及び溶接継手の引張強さと継手効率との関係を示す。溶接継手の引張強さは449~457MPaを示し、試験片5本の平均は452MPaであった。この場合、SS400母材の引張強さ412MPaに対する継手効率はすべて100%を示した。また、継手の伸びは21~26%を示し、その平均は24%であった。なお、継手の破断は、すべてSS400母材部から生じた。

3.4 溶接継手の衝撃特性 Fig. 8に溶接部の衝撃値と試験温度との関係を示す。衝撃試験は、打撃位置を溶接金属として、98~348Kの温度範囲で各2本ずつ実施した。溶接部の衝撃値は、3~271J/cm²を示し、試験温度の増加とともに著しく上昇する傾向を示した。なお、衝撃試験温度98~248Kにおいて、Vノッチ先端からほぼ垂直に破断した。しかし、試験温度298K及び348Kの場合は未破断であった。また、最低衝撃値は試験温度98Kの場合に3J/cm²を示し、最高衝撃値は試験温度348Kの場合に271J/cm²であった。継手の破面には溶接欠陥は認められず、正常なマクロ破面を呈していた。

4. 結 言

TIG溶接によるステンレス鋼と軟鋼との異材溶接を行い、以下の結果を得た。

- (1) 溶接金属の組織は、デンドライトの様相を呈した。また、その3点の平均硬さは389HVであり、両母材の硬さ(SCS13:186HV、SS400:131HV)より大であった。
- (2) 溶接継手の引張強さは、平均で452MPaを示し、その継手効率はすべて100%であった。
- (3) 溶接部の衝撃値は、試験温度(98~348K)の増加とともに大であった。

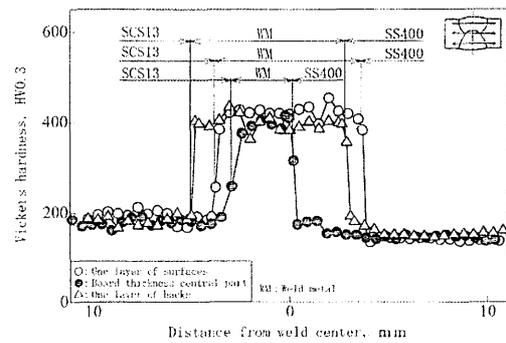


Fig. 5 Vickers hardness distribution of welds.

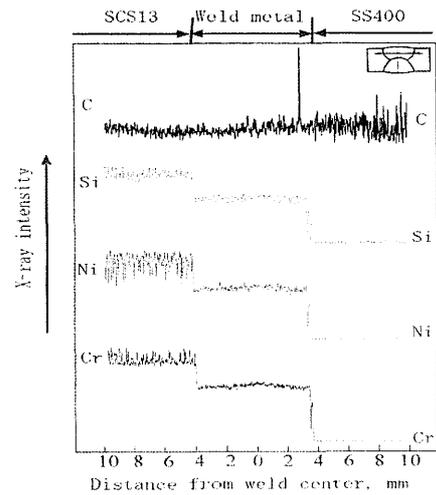


Fig. 6 Result of line analysis of welds.

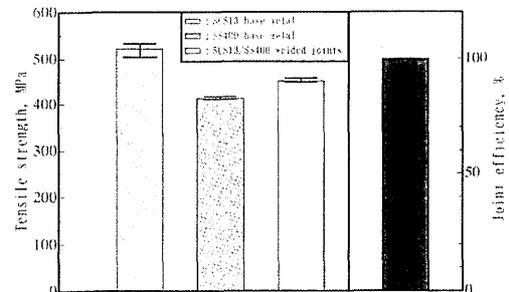


Fig. 7 Relation between tensile strength, joint efficiency of welded joints.

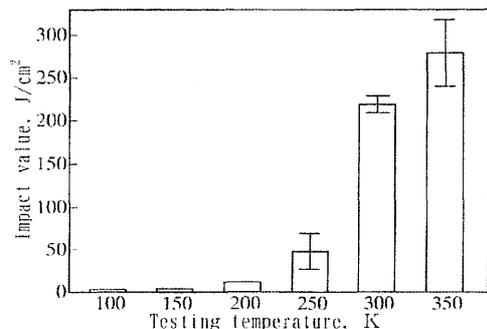


Fig. 8 Relation between impact value and testing temperature of welds.