

日立製作所 日立研究所

日立工場

松本俊美 佐藤 宏
幡谷文男 小倉 慧
唐津義憲

1. まえがき

核融合炉の超電導マグネット容器には極低温下で強大な電磁力による高応力が作用するために、その構造材料には極低温における耐力と靱性に優れた非磁性材料としてステンレス鋼の適用が検討されている。¹⁾ この容器は溶接構造物として製作されるので、溶接部にも構造材料と同様な特性が要求され、非磁性で極低温強度の優れた溶接金属の開発が期待されている。

通常のステンレス鋼溶接金属では、耐高温割れ性向上のために少量の δ フェライトが発生するように成分調整されている。しかし、この δ フェライトは磁性を有し、さらに溶接金属の極低温での靱性を低下させる。²⁾ 一方、19Cr-13Ni-7Mn系の溶接金属が完全オーステナイト組織を有し、耐高温割れ性に優れていることが知られている。

そこで、この成分系を基礎とする被覆アーク溶接棒を試作した結果、極低温強度の優れた完全オーステナイト系の溶接金属として17.5Cr-16.5Ni-7Mn系のものが得られた。本研究はこの成分系の溶接金属におけるC, Mo含有量と極低温での引張特性及び靱性の関係を検討したものである。

2. 実験方法

Table 1は供試溶接棒による溶着金属の化学組成を示す。N及びO含有量はそれぞれ350~800ppm及び400~500ppmである。棒径は4mmで、被覆剤はライムタニヤ系である。Fig. 1は溶接継手の形状及び試験片の採取方法と形状を示す。母材にはSUS304を用いたが、溶接開先面と裏当材には所定の溶接棒で予め2層の肉盛溶接を施工し、さらにルート間隙を15mmと広く取り、溶接金属の母材による稀釈を無視できるようにした。継手溶接は、150A, 24V, 15cm/minの条件で5層15パス実施した。

Fig. 2は4.2Kのシャルピー衝撃試験で使用した極低温用ガラス容器を示す。液体Heを満した状態で試験可

Table Chemical compositions of metal deposits of welding electrodes used for investigations

Electrode No.	Chemical compositions (%)							
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
A	0.052	0.38	6.83	0.020	0.003	16.59	17.68	2.25
B	0.072	0.37	6.84	0.019	0.002	16.61	17.60	2.25
C	0.101	0.36	6.92	0.020	0.003	16.63	17.51	2.22
D	0.127	0.37	6.94	0.021	0.002	16.52	17.70	2.23
E	0.062	0.38	7.21	0.019	0.003	16.52	18.00	1.02
F	0.062	0.37	6.66	0.020	0.002	16.32	17.55	3.13
G	0.062	0.29	6.50	0.015	0.005	16.30	17.64	2.38

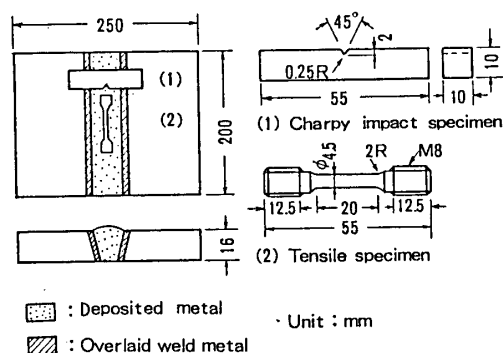


Fig.1 Sampling of specimens from welded joints and configuration of each specimen

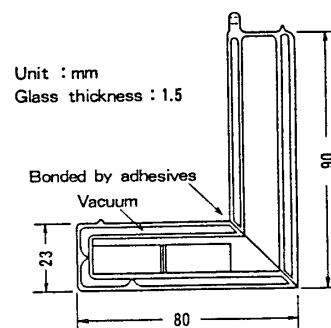


Fig.2 Configuration of Container for Charpy impact test at 4.2K

るために、真空層が設けられている。

3. 実験結果及び検討

Fig. 3及び4はそれぞれ引張特性に及ぼすC, Mo含有量の影響を示す。溶接金属の引張強さと0.2%耐力は温度の低下とともに著しく上昇する。

4.2 Kの0.2%耐力は、C, Mo含有量が多いものほど高くなる傾向にあり、

0.072%以上のCと約2.3%のMoを含むものでは、

1000 MPa以上に達している。

Fig. 5は吸収エネルギーに及ぼす極低温用ガラス容器の影響を示す。種々のオーステナイト系溶接金属を用いて77Kで測定した結果である。以下の4.2Kでの吸収エネルギーは図中の最小二乗法による近似直線を用いて修正したものである。

Fig. 6及び7は吸収エネルギーと横断出量に及ぼすC, Mo含有量の影響を示す。0℃から77℃への温度低下に伴う靱性低下は著しいが、4.2Kでの靱性は77Kのそれとほぼ同等である。C含有量が増加すると、靱性はやや低下するが、その程度は小さい。0.127%のCを含むものでも50J以上に達している。また、約2.3%のMoの添加は靱性向上に効果がある。

参考文献

- 1) 中嶋他8名：極低温用構造材料の強度試験(V); 第31回低温工学研究発表会予稿集, 1984. 5, P.100
- 2) T.A. Whipple et al: Fracture Behavior of Ferrite-Free Stainless Steel Welds in Liquid Helium; W.J. April 1981, 72-S~78-S

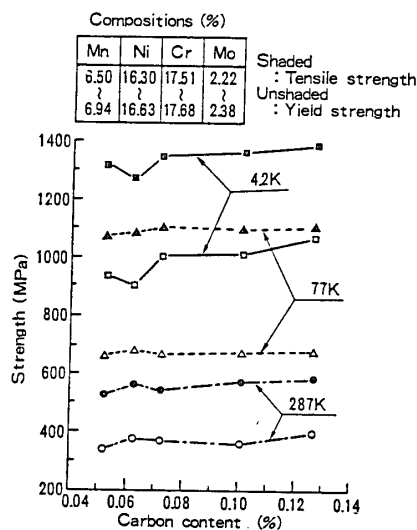


Fig. 3 Effect of carbon content on tensile properties

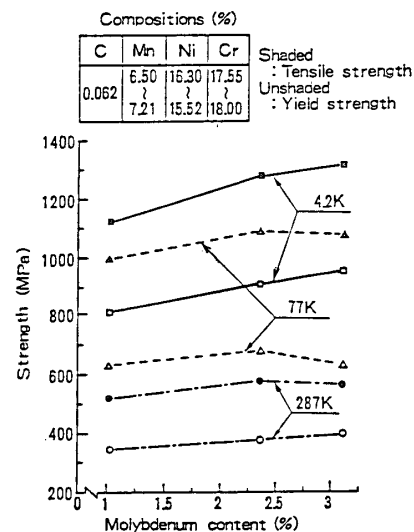


Fig. 4 Effect of molybdenum content on tensile properties

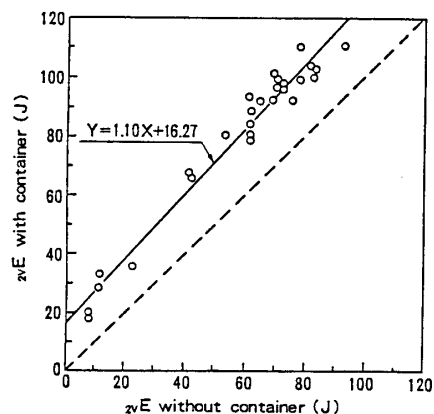


Fig. 5 Effect of container on charpy absorbed energy (measured at 77K)

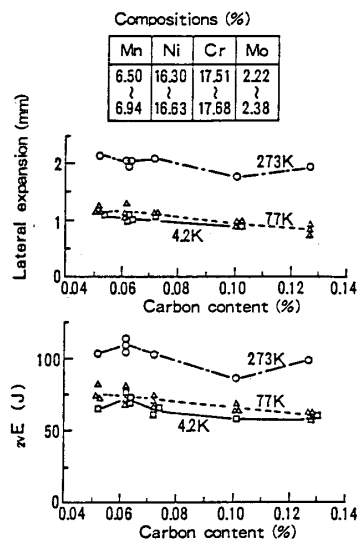


Fig. 6 Effect of carbon content on charpy impact properties

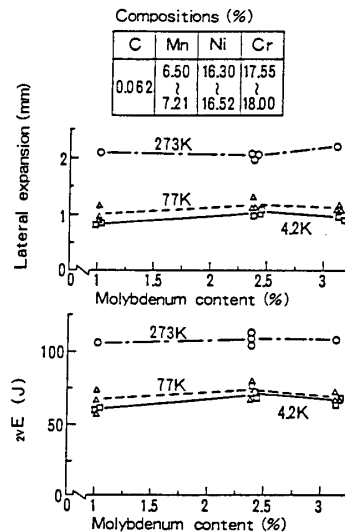


Fig. 7 Effect of molybdenum content on charpy impact properties