

218 低変態温度溶接材料の低温割れ防止効果と継手拘束度の関係

物質・材料研究機構 ○銭谷哲、早川直哉、山本純司、平岡和雄
川崎製鉄株式会社 森影康

Relationship between cold cracking and restraint intensity in welds formed by low transformation-temperature welding consumables

by Satoru Zenitani, Naoya Hayakawa, Junji Yamamoto,
Kazuo Hiraoka and Yasushi Morikage

キーワード：高張力鋼、低温割れ、マルテンサイト変態、拘束度／Keyword：High strength steel, Cold cracking, Martensitic-transformation, Restraint intensity

1. 緒言

高強度鋼のアーカ溶接では低温割れが発生し易い問題がある。著者らは Fig.1 のような変態特性を有し引張残留応力を低減できる低変態温度溶接材料の y 形溶接割れ試験を行い、同溶接材料により低温割れを低減できることを示した¹⁾。しかし、低温割れの発生に大きな影響を及ぼす拘束度の影響は明らかになっていない。本研究では、拘束度を種々に変化させた場合に低温割れ発生挙動がどのように変化するか検討した。

2. 実験方法

y 形溶接割れ試験(JIS Z3158)およびH形拘束溶接割れ試験(JIS Z3159)を実施した。各試験体の形状を Fig.2 に示す。開先形状は各試験体とも同一である。試験体の材料には板厚 38mm の市販 780MPa 級高張力鋼を用いた。H形拘束溶接割れ試験におけるスリット長さ Bs は 100、300、800mm の 3 種類とした。溶接棒は 11%Cr-9.5%Ni 低変態温度溶接棒（記号 A）と市販 780MPa 級高張力鋼用溶接棒（記号 X）の 2 種類を用いた。各溶接棒の全溶接金属の化学成分と Ms 点を Table 1 に示す。溶接は Table 2 に示す条件で行った。溶接後 48 時間以上経過した後、JIS に準拠して割れの確認を行った。

3. 拘束度と割れ率との関係

Fig.3 に拘束度と断面割れ率の関係を示す。市販溶接棒 X は拘束度の増加とともに割れ率が増加する一般的な挙動を示した。一方、低変態温度溶接棒 A は拘束度の増加とともに割れ率が低下する特徴的な挙動を示した。これは拘束が強いほど溶接金属のマルテンサイト変態膨張による引張残留応力低減効果が大きくなるためと考えられる²⁾。低拘束度域で市販溶接棒 X よりも割れ率が高い原因は、フルマルテンサイトの溶接金属の低温割れ感受性が非常に高いためと考えられる。

4. 低温割れ防止のための新低変態温度溶接材料

拘束度の高低によらず高い耐低温割れ性を確保するため、残留オーステナイトを利用した溶接金属中の拡散性水素量および硬さの低減を検討した。Ms 点をさらに低下させ溶接金属中にオーステナイトが残留する 12.5%Cr-9.5%Ni の改良低変態温度溶接棒（記号 AA）を試作し割れ試験を行った。Table 3 に割れ試験における溶接金属の Ms 点、残留オーステナイト量、硬さの測定結果を示す。改良溶接棒 AA の溶接金属には 12.7%の残留オーステナイトが確認され、硬さの低下も見られた。拘束度と断面割れ率の関係を Fig.4 に示す。改良溶接棒 AA は各種拘束度下で顕著に低い割れ率を示した。オーステナイトが残留する場合、マルテンサイト変態膨張による引張残留応力低減効果が低下することが懸念されたが、Fig.5 に示す残留応力測定の結果、溶接棒 A とほぼ同等の顕著な圧縮残留応力が確認された。

参考文献

- 1) 森影、久保、安田、天野、平岡、太田、志賀、溶接学会全国大会講演概要 Vol.67、510-511 (2000)
- 2) 山本、村松、銭谷、早川、平岡、森影、久保、第 6 回超鉄鋼ワークショップ概要、218-219 (2002)
溶接学会全国大会講演概要 第 71 集 (2002-10)

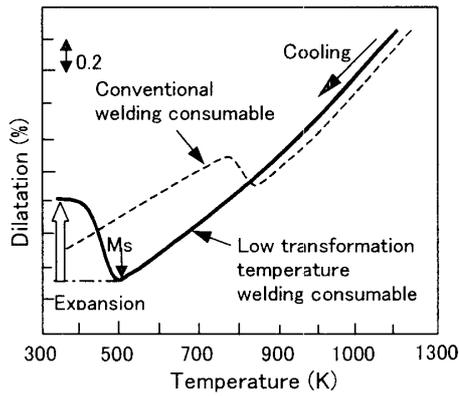


Fig.1 Relationship between dilatation and temperature of weld metals

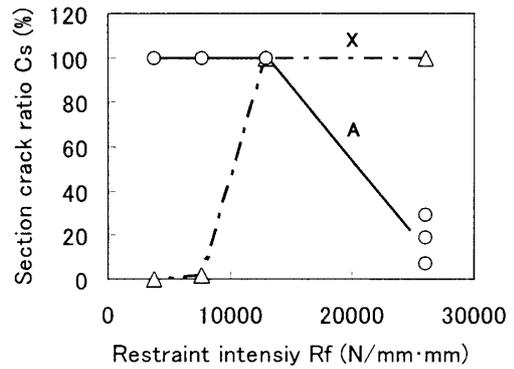
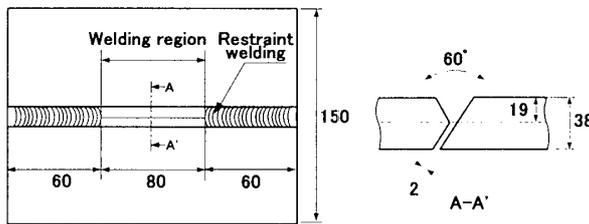


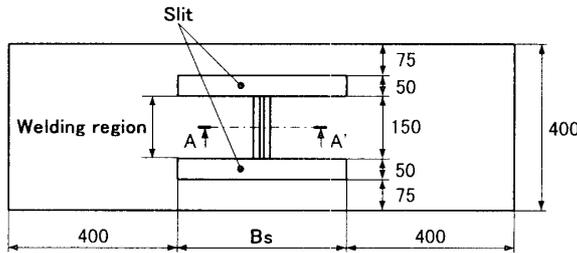
Fig.3 Relationship between restraint intensity and section crack ratio

Table 3 Ms, retained austenite content and hardness of weld metals for modified electrode AA

Electrode	Ms (K)	Austenite (%)	Hardness (Hv)
AA (modified)	344	12.7	313
A	508	<1	366
X	813	<1	334



(a) y-groove weld cracking test



(b) H-type restrained weld cracking test

Fig.2 Specimen of cold cracking test (unit:mm)

Table 1 Chemical composition and Ms of electrodes (all deposited metals)

Electrode	Chemical composition (mass%)						Ms (K)
	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	
A (developed)	0.042	0.22	0.65	9.37	10.91	0.26	463
X (conventional)	0.070	0.48	1.33	1.92	0.64	0.27	793

Table 2 Welding conditions

Dry Treatment of Electrodes	623K 2hour
Welding Current (A)	AC 170
Arc Voltage (V)	AC 25
Welding Speed (cm/min)	15
Heat Input (kJ/cm)	17
Ambient Temperature (K)	303
Relative Humidity (%)	80

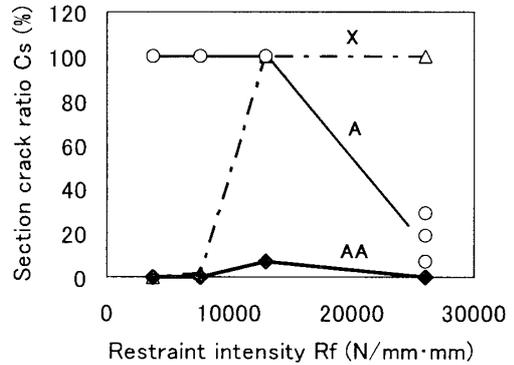


Fig.4 Relationship between restraint intensity and section crack ratio for modified electrode AA

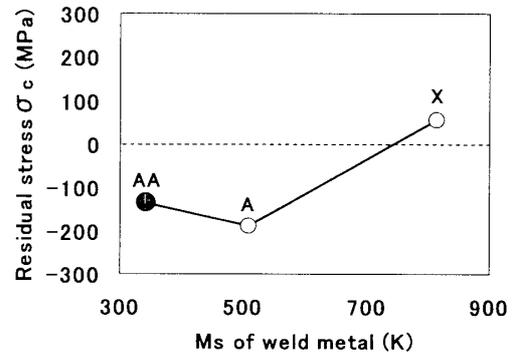
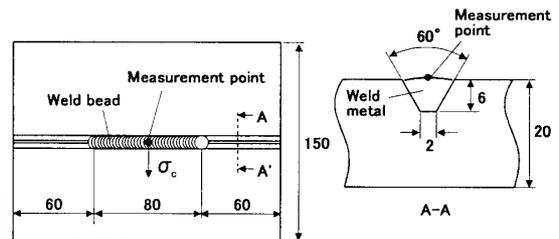


Fig.5 Residual stresses in weld metals