

244 80 kg/mm², 100 kg/mm² 級高張力鋼再現 HAZ の 後熱せい化におよぼす引張り応力の影響

鉄鋼短期大学 溶接構造工学科 ○ 菊地 俊郎

1. 緒言

鋼溶接部の後熱せい化に関する研究は数多く発表されているが、ほとんどの研究は無応力下や低応力下の後熱処理によって行われている。しかし、溶接HAZ付近はかなり高い引張りの残留応力が存在しており、この残留応力が後熱処理中に緩和されながら、後熱せい化に悪影響をおよぼすものと考えられる。

著者はHT80鋼の再現HAZを550℃で一定荷重を負荷して保持した場合、せい化が促進されることを既に発表¹⁾²⁾しているが、本報告では主として後熱処理の加熱過程に応力緩和試験を適用した場合の後熱せい化について述べる。

2. 実験方法

供試材料の化学成分は表1に示す。熱サイクルの再現と後熱処理にはサーモレスター装置を用いた。図1に示す試験片中央部にサーモレスター装置でピーク温度、1350℃、800℃から500℃までの冷却時間10secの再現熱サイクルを与えた。次に再現HAZ材に種々の初期応力を負荷し、400℃まで30min、400℃から600℃まで1hrの応力緩和試験を行い、600℃に到達後直ぐ試験片を急冷した。

表 1. 供試材料の化学成分(%)

Material	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	V	Mo	B	Ceq
HT 80	0.12	0.26	0.86	0.012	0.005	0.24	0.84	0.52	0.004	0.43	0.003	0.51
HT 100	0.10	0.29	0.98	0.001	0.004	0.26	3.17	0.57	0.060	0.44	—	0.59

$$Ceq(\%) = C + 1/6Mn + 1/24Si + 1/40Ni + 1/5Cr + 1/4Mo + 1/14V$$

後熱処理を行った図1の試験片の中央部から5×10mmのサブサイズの2mmVノツチ、シャルピー衝撃試験片を採取し、衝撃試験を行った。後熱せい化は衝撃遷移曲線、延性破面率および粒界破面率で調べた。なお、併せて組織観察と硬さおよび結晶粒径の測定を行った。

3. 実験結果および考察

図2および図3はHT80鋼およびHT100鋼の再現HAZのままのものと後熱処理した

もののシャルピー衝撃試験結果である。再現HAZのままの鋼と後熱処理鋼の遷移曲線を比較すると、HT80鋼およびHT100鋼のどちらも後熱処理鋼のほうがせい化していることが明らかに認められる。また、後熱処理中に引張り応力も負荷した鋼は、無応力下の鋼よりせい化していることがわかる。次に負荷した応力の大小によるせい化の比較をみると、HT80鋼においては、25 kg/mm²と31 kg/mm²程度の応力差ではせい化の差は僅かであるが、HT100鋼においては、30 kg/mm²と38 kg/mm²の応力差でせい化の差が大きく、負荷した応力が大きいほどせい化している。

後熱処理によるせい化の特徴的現象は、遷移曲線が高温側へ移動するだけでなく、その自己吸収エネルギーも低下することである。この原因は次のように考えられる。

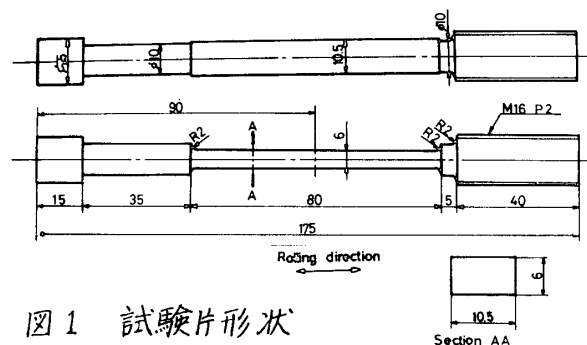


図 1 試験片形状

自己吸収エネルギーを示す部分の試料破面の走査電顕観察を行った結果、再現HAZ鋼では粒界破面がほとんど観察されなかったが、後熱処理鋼では粒界破面が観察された。したがって、後熱処理による自己吸収エネルギーの低下は粒界破面の出現によるものと考えられる。

図2および図3から v_{TrE} を算出すると、HT80鋼では再現HAZ鋼が -82°C 、後熱処理鋼では無応力下のものが -37°C 、 25 kg/mm^2 下のものが -35°C 、 31 kg/mm^2 下のものが -28°C となる。HT100鋼においては、再現HAZ鋼が -60°C 、後熱処理鋼では無応力下のものが -47°C 、 30 kg/mm^2 下のものが -17°C 、 38 kg/mm^2 下のものが $+10^{\circ}\text{C}$ となる。したがって、引張り応力下で後熱処理をすると、 v_{TrE} が上昇する。

全衝撃試験片の破面を拡大鏡および走査電顕で観察した結果、破面は周囲の延性部と中心部のせり出した破面からなっているが、このせり出した破面は低温せり性破面に見られるようなへき開型の破面だけでなく、粒界破面が混在して観察された。著者はこの粒界破面もせり性破面として取扱い、延性破面率を算出した。延性破面率による遷移曲線と図2および図3の曲線とはよく対応しており、引張り応力下で後熱処理を施すと延性破面が少なくなることがわかった。次に粒界破面率について調べた結果、再現HAZ鋼では粒界破面率が0に近いが、後熱処理鋼においては、衝撃温度の低下とともに粒界破面率は増加し、引張り応力が大きくなると増加する傾向を示した。

再現HAZ鋼および後熱処理鋼の組織観察と硬さ、結晶粒径の測定を行った結果、HT80鋼の再現HAZ鋼はマルテンサイトとベイナイトの混合組織で $Hv340$ 、粒径 90μ である。後熱処理鋼はソルバイト組織で $Hv308$ 、粒径 $90\sim100\mu$ であり、引張り応力による影響はほとんど認められない。HT100鋼においては、引張り応力が高いほど若干硬くなる傾向を示した。

4. 結言

以上得られた結果を要約すると次のようになる。引張り応力下で後熱処理を施すと後熱せり化が促進され、その衝撃破面も粒界破面が増加する傾向になる。

文献 1) 菊地, 溶接学会講演概要, Vol.12(1973)50-51, 2) 同, Vol.13(1973)22-23

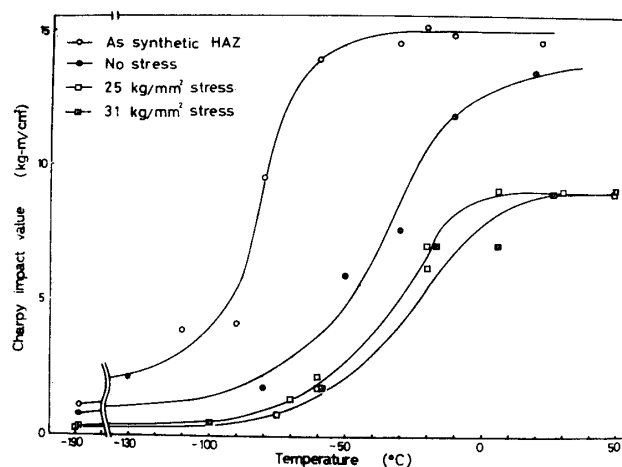


図2 HT80鋼のシャルピー衝撃遷移曲線

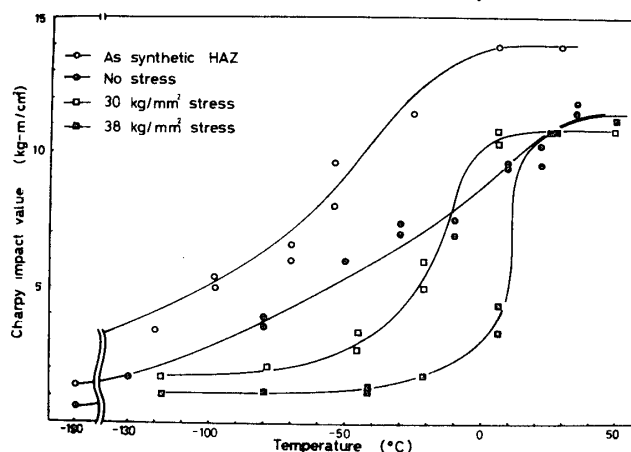


図3 HT100鋼のシャルピー衝撃遷移曲線