

(738) Invar (36%Ni) 鋼の溶接高温割れに及ぼす添加元素の影響

川崎製鉄(株) 技術研究所 ○野原清彦 小野 寛

1. 緒言: Invar (36% Ni) 鋼は, 新用途として LNG 船や LNG 陸上設備のメンブレン・タンク素材用に大量に使用されつつあるが, 本材は完全オーステナイト組織を有するため溶接高温割れ感受性が高い点が問題点の一つとなっている。著者らは前報¹⁾において, この溶接高温割れに及ぼす微量不純物元素 (P, S, O), 清浄度及び圧延工程条件の影響を調べ, とくに S の影響が大きいことを報告した。続いて本報では, S 固定作用を有すると考えられる元素を中心に, 高温割れ感受性に対する添加元素の影響について検討した。

2. 実験方法: 高周波真空溶解炉にて 50 kg 実験鋼塊を溶製した。基本成分は C 0.03%, Si 0.2%, Mn 0.35%, Ni 36.0% である。添加元素としては, ④ S 固定作用及び細粒作用を有する Ti, Nb, V, Zr; ⑤ S の形状制御が期待される Ca, REM; ⑥ S 固定作用及び原子間結合力もしくは相安定化に関係する Cu, W, Mo, Ta, Hf; などを取りあげた。溶接高温割れの判定は「十字バレストレイン試験」¹⁾ によって行い, 凝固割れならびに再加熱割れの有無を調べた。さらに光学顕微鏡, SEM, XMA 観察及び高温延性試験などを行った。

3. 実験結果: (1) 上記した基本成分からなる試験材 (標準鋼) の十字バレストレイン試験後の様相を写真 1 に示す。放射状に凝固割れが, またビードにほぼ平行に再加熱割れが生じている。(2) 上記④群の元素添加による溶接割れの抑制効果はあまり期待できない。写真 2 に例示した Zr 添加におけるように, 逆効果を生ずる場合もみられた。(3) 上記⑥群の元素添加の効果も本材の場合期待うすである。清浄度を劣化させることによる負の効果が生じてしまう。(4) 上記⑥群の元素添加の結果の例を図 1 に示す。P, S 含有量は 0.003 及び 0.006% である。とくに再加熱割れに対し, Mo 及び Ta の効果が著しい。P 及び S を極微量に低減した場合にも割れが抑制される。¹⁾ (5) 高温割れと高温延性の実験結果の間に相関が認められた。

文献 1) 野原, 小野, 大橋: 鉄と鋼, 66(1980), S1069



写真 1 標準鋼の溶接割れの様相



写真 2 Zr 添加鋼の割れの微視組織

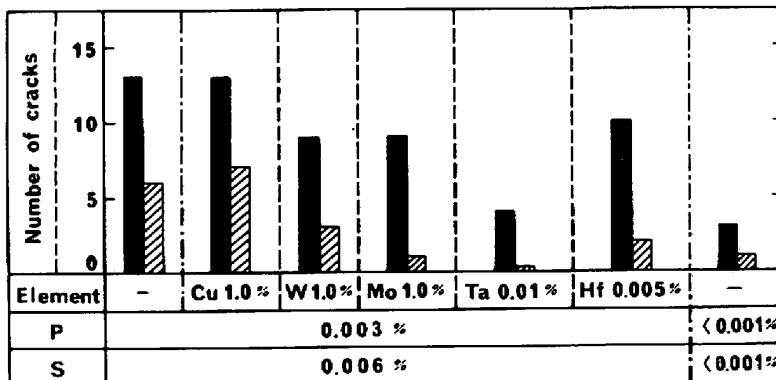


図 1 割れに対する添加元素の効果の例 (塗りつぶし: 凝固割れ; 斜線: 再加熱割れ)