

(252) 低合金鋼の粒界応力腐食割れ

日本鋼管(株)技術研究所 谷村昌幸 西村隆行

○中沢利雄

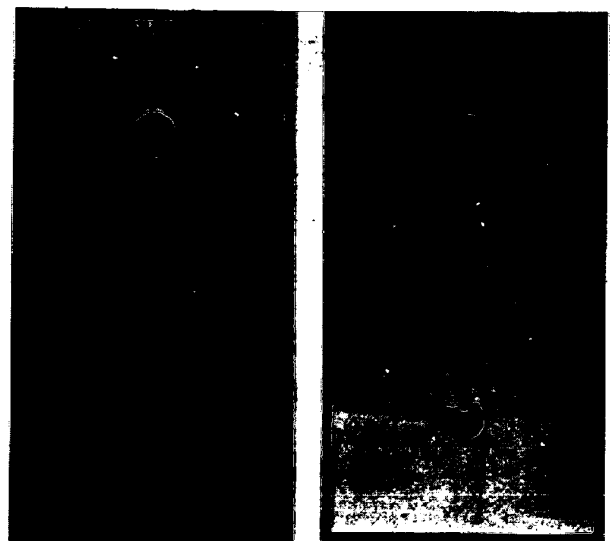
1. 緒言：最近、軟鋼および低合金鋼製熱風炉が高温高压操業のために粒界応力腐食割れを発生している。この粒界応力腐食割れの研究報告は今まで基礎的な面で数多くあるが、粒界応力腐食割れにおよぼす合金元素、熱処理の影響についてみても必ずしも一致していない。また、割れ防止方法についても材質面および施工面からも検討されている。しかし、従来の研究は鋼の母材部自身とか現用鋼の施工方法に限定され、熱風炉などの大型な溶接構造物にそのまま適用することは鋼の溶接性、経済性、施工面の難易性から問題がある。我々は数年前より軟鋼、低合金鋼の粒界応力腐食割れに着目し、試験方法と現用鋼の割れ感受性を検討してきたが、今回、実用的な見地から、大型の溶接構造物を対象として、低合金鋼溶接部の粒界応力腐食割れについて材質面より検討したのでその結果を紹介する。

2. 試験材と試験方法：供試鋼は50Kg高周波炉溶製の板厚12mmの圧延まゝと焼ならし材である。化学成分としてはSM50を基準に、各種合金元素を2水準以上変化した。供試鋼の強度は高成分系の圧延まゝ以外はSM50の強度範囲内にある。粒界応力腐食割れは溶接部とか冷間加工部で発生しやすいので、2円孔拘束溶接板(Cr-Mo系溶接棒を使用)を試験片とし50%NH₄NO₃沸騰溶液中に浸漬して割れ感受性を求めた。

3. 試験結果：2円孔拘束溶接板による割れは一般に写真1(a)のように応力集中部の円孔より発生し、最大主応力に直角に成長している。割れ感受性の大きい鋼は写真1(b)のように円孔以外に溶接ビードに直角な割れが母材側に発生している。割れ感受性は圧延まゝの方が焼ならし材より大きい傾向にあるが、全実験データを通してみると鋼の強度と直接結びつかない。割れにおよぼす合金元素の影響を単独効果でみると、割れ防止に有効な元素はC(0.30%以上*)、Si(1.5%以上*)、Al(0.3%以上*)であり、反対に有害な元素はP、Cr、Ti、V、Nbなどで、他の元素はほとんど影響しないようである。割れ防止に有効な元素は完全割れ防止するにはかなり多量に添加しなければ効果がない上に、溶接性、靱性の劣化が著しい元素であるのでそのまま適用できない。

一方、効果的な複合効果はZr-Alで認められ、少量のZrを添加することによって割れ防止に必要なAl量を低下することができる。そこで、経済性、溶接性、靱性などを考慮して、粒界応力腐食割れに有害な元素を極力低めた0.15%C-0.35%Si-1.2%Mn-0.05%Zr-0.1%Al系の50Kg/mm²高張力鋼を試作した。試作鋼は2円孔拘束溶接板試験で粒界応力腐食割れを発生しなく、定荷重引張方式の限界応力値も母材、溶接部とも降伏点以上であった。また、溶接性、靱性も非常に良好であることを確認した。

* 粒界応力腐食割れを生じない合金元素量



(a)

(b)

写真1 2円孔拘束溶接板で観察される粒界応力腐食割れ