

緒 言

近年、原子炉圧力容器用鋼材の中性子照射脆化に対する微量不純物の影響に興味を持たれるようになったが、硼素の効果については、この種の低合金鋼中に含まれる量が非常に低いので脆化への寄与は少ないと考えられてきた。しかし、Fleischer<sup>(1)</sup>等によって開発されたFission Track Etching法で圧力容器用鋼材中の硼素の分布を調べた結果では、溶接部の熱影響部でオーステナイト結晶粒界に硼素が偏析していることを見出された。<sup>(2)</sup>一方圧力容器用鋼材の中性子照射試験では短時間に所要の中性子を得るため、しばしば原子炉の炉心近くでの照射がおこなわれている。この場合には必要な高速中性子束は高くなるが、それ以上に熱中性子束が高くなり、硼素が結晶粒界に偏析している試料では熱中性子による $B^{10}(n,\alpha)Li^7$ 反応の照射脆化への寄与が無視できなくなる場合も考えられる。本報告では既報告試験間でもばらばらしむよい一致を示していない圧力容器用溶接部の照射試験を解析する場合に硼素の効果を考慮すべきか否かも検討した。

結 果

写真1は、Fission Track Etching法で求めたASTM533B鋼溶接部中の硼素の分布状態であり、溶着金属との境界から母材側へ約0.5mmの中で硼素の偏析が見られる。このような偏析現象は試料を1300°C付近で短時間保持した場合にも起こる。(図2) 照射効果におよぼす硼素偏析の影響を下記の仮定のもとで推定した。オーステナイト結晶粒を半径rの球で近似し、硼素の核分裂片による原子の弾き出しを剛体球の衝突のみによるとすると、偏析効果Fsは

$$F_s = 4r\lambda / 3\lambda\Delta r$$

となる。但し $\Delta r$ は核分裂片の飛程、 $\lambda$ は結晶粒界へ偏析した硼素の割合である。ここで $r=50\mu$ 、 $\Delta r=2.4\mu$ (鉄中での $\alpha$ 粒子の飛程)とすると $F_s=8.8\lambda$ となるが、 $Li^7$ の $\Delta r$ は上述の値より小さいので、硼素が偏析した結晶粒界近傍での硼素による照射効果は母材の数倍程度になる場合も考えられる。

以上のように溶接部を熱中性子束の高い場所で照射した場合には照射脆化への硼素の寄与も考慮せねばならない。

- (1) R.L.Fleisher, P.B.Price, P.M.Waker: Science, 149 (1965) 383
- (2) 川崎 了: 日本原子力学会昭和47年年会

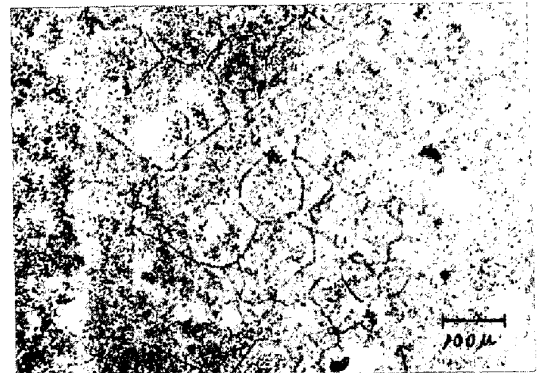


図1. A533B鋼溶接部中の硼素分布

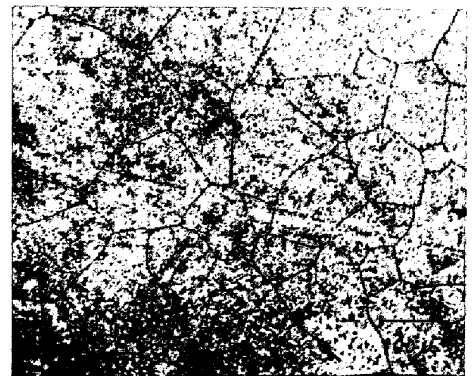


図2. A533B鋼中の硼素の分布 (1300°C, 2 min 空冷)