

(639) 2 1/4 Cr-1 Mo鋼の不純物元素の表面濃化現象

川崎製鉄 技研 水島 ○押場和也 今中拓一
下村順一

1. 緒言

2 1/4 Cr-1 Mo 鋼は石油精製プラント等における圧力容器に多用されている。圧力容器用材料は高温高圧水素雰囲気中に長時間暴露されるために使用中に種々の材質劣化が生じる。材質劣化のうち特に焼戻し脆化と水素侵食が重要な問題となっている。

焼戻し脆化は鉄鋼材料を 300~600°C に長時間保持した場合に生じる靱性の劣化現象であるが、その主因は P を始めとする不純物元素の粒界等への偏析であることが明らかになってきた。このことから焼戻し脆化を抑制するには P 量を減少させることが効果的であることはもちろんであるが、Si の添加量を減少させることも大きな効果があることを著者らが見出した。

焼戻し脆化等の材質劣化の起因となる P その他不純物元素の偏析あるいは表面への濃化現象についてグロー放電発光分光分析 (GDS) およびオージェ分光分析 (AES) を使用して測定したのでその結果を報告する。

2. 実験方法

供試材は Si 量を 0.05~0.60%, P 量を 0.004~0.020% の範囲とし、他は C, 0.160%, Mn, 0.500%, S, 0.001% に統一した 2 1/4 Cr-1 Mo 鋼を真空溶製した。溶製した鋼塊を熱間圧延により 2.5 mm 厚に圧延し 950°C × 2.5 Hr (Normalizing) → 690°C × 20 Hr (Tempering) を施したのち、500°C × 5~240 Hr および 600°C × 5~240 Hr 真空中 (1 × 10⁻³ Torr) で熱処理を行った。これらの試料について不純物元素の濃化現象を GDS および AES により測定した。

3. 測定結果

3.1 AES の測定結果

GE type の加速脆化処理後の試料を装置内で粒界破壊させて粒界に偏析する元素を測定した結果 P の偏析が非常に顕著であった。P および Fe の強度比 P/Fe で整理すると Si が 0.05% および 0.60% を含有する試験片と比較すると前者は 0.024, 後者は 0.087 であった。この結果から Si 含有率の低い時 P の偏析が少ないことがわかった。

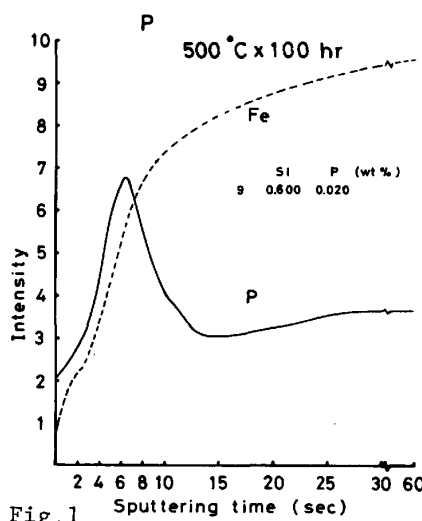


Fig. 1 Intensity vs sputtering time

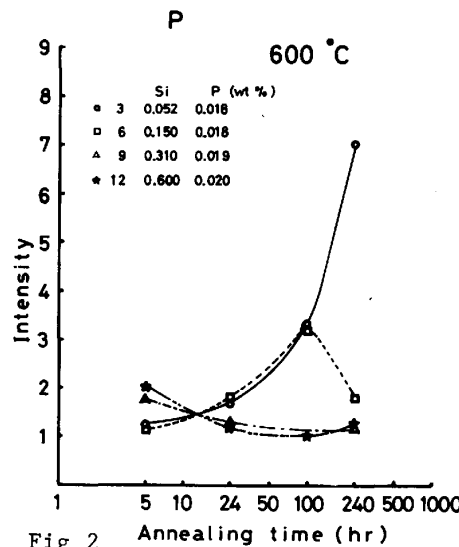


Fig. 2 Intensity vs annealing time

3.2 GDS の測定結果

GDS で測定した表面濃化現象の一例として Fig 1 に表面近傍の深さ方向に対する P 濃度のプロファイルを示す。濃化ピークの近傍に P の負偏析部分が認められることから明らかに表面へ P が濃化したことがわかる。Fig 2 は表面近傍の P のピーク値と熱処理時間の関係を示す。鋼中 Si 量により P の濃化挙動の異なることなどがわかったので報告する。