

(290) 偏平 MnS 介在物の球状化挙動と耐水素誘起割れ性

川崎製鉄 技術研究所 ○西田 稔、加藤俊之

田中智夫

1. 緒言 湿潤 H_2S 環境下における鋼材の水素誘起割れは、低温圧延材のように伸長した MnS 介在物を有する材料に発生しやすいことが一般に知られている。本研究では圧延鋼材を高温再加熱することにより MnS 介在物の球状化挙動を調べるとともに、水素誘起割れにおよぼす MnS の球状化の影響について調査したので報告する。

2. 実験方法 ホットストリップミルにより 9.4 mm 厚みに圧延した通常の API X 60 グレードのコイル (0.12% C - 1.19% Mn - 0.006% S - 0.039% Al - 0.035% Nb - 0.025% V) の鋼塊トップ相当部を供試材とした。まず 600~1200℃ の温度範囲で 1 h の等時間加熱および 900℃ と 1200℃ で等温加熱を行なった。そして MnS の存在しやすい偏析層について MnS の形状変化を顕微鏡観察するとともに Quantimet - 720 を用いて求めた。また $7.4 \times 20 \times 100$ (mm) の寸法の研削試験片を 25℃ の H_2S 飽和人工海水中に浸漬して水素誘起割れ試験を行なった。水素誘起割れは走査型超音波探傷装置を用いて検出し、圧延面に投影された割れ面積率を求めた。

3. 実験結果 (1) 偏平なりボン状の MnS は 600℃ × 1 h の低温加熱でもすでに平均の長さ (L) / 厚さ (T) の比が減少しはじめ、900℃ 以上で顕著となる。1200℃ 等温加熱では 1.5 mm でかなり減少し、32 h では $L/T = 1.5$ と一段と球状化が進む (図 1)。 (2) 偏析層における単位面積当りの MnS の個数 (N) は 1 h 加熱では加熱温度が高いほど増加する。900℃ 等温加熱では 8 h まで時間とともに N が増加したのち減少する傾向を示す。1200℃ 等温加熱では加熱時間が短い方が N が多く、長時間加熱では球状化した微細 MnS が凝集しはじめると考えられる (図 1)。 (3) 板厚方向引張破断面を走査型顕微鏡で観察した結果、T が小さい介在物縁部ほど低温かつ短時間の加熱で小片に分離しやすく、T の大きな部分を中心としてその周囲に多数の微細な球状 MnS が存在すること、さらに高温かつ長時間の加熱によりいまままで安定であった T の大きな部分も (L/T が大きな場合にはいくつかの MnS に分離したのち) 球状化することがわかった。 (4) 通常の 96 h 浸漬したときの水素誘起割れは 1000℃ 以上で減少する。しかし 900℃ でも 16 h 以上加熱した場合には減少する。また 1200℃ に加熱した場合 1.5 mm 加熱で水素誘起割れはかなり減少し、32 h ではまったく発生しない (図 2)。

以上の結果から、平圧延鋼材に存在する偏平形状の MnS はその厚さが小さい介在物縁部ほど低温、短時間で分離し球状化しやすく、900℃ × 1 h でも局部的にはかなりの球状微細 MnS が認められること、一方水素誘起割れは再加熱処理による組織の変化や成分偏析の減少に伴う効果も無視できないが、MnS の形状と密接な関係があり MnS 端部形状が鈍化しかつマトリックスとの界面の面積が減少するほど発生しにくいことが明らかとなった。

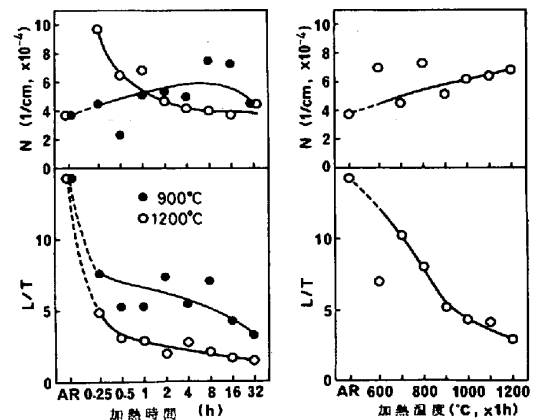


図 1 MnS の分離-球状化におよぼす再加熱条件の影響 (AR: 圧延まま)

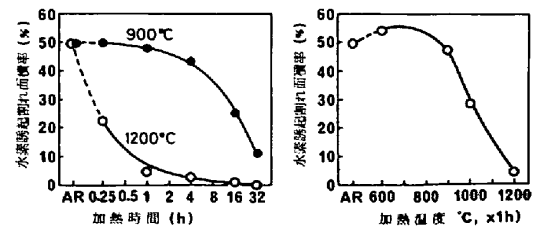


図 2 水素誘起割れにおよぼす再加熱条件の影響