

(541) トリチウム・シミュレーションによる鉄中の水素のトラッピングエネルギーの評価

富山大学工学部 工博 草間清志, 大学院 久保孝, 工学部 工博 大岡耕之
トリチウム科学センター 松山政夫, 工博 渡辺国昭

1. 緒言

水素による鉄鋼の環境脆化の防止は、a. 水素吸収の抑制と、b. 形状制御され微細分散された介在物、析出物による分散捕捉にあるとされている。この意味で鋼中の各種欠陥に捕捉された水素の熱活性過程を評価分類することは極めて有意義である。着者らは加熱過程における鉄中のトリチウムの放出曲線の解析を通じて鉄中の水素の熱活性過程のシミュレーションを試みたので報告する。

2. 実験方法

供試鋼の化学組成を Table 1 に示す。試料は 70% 冷間圧延したものと、これをさらに 1123 K で 1.8 ks 焼きなましたものとの 2 種類で、大きさは約 $10 \times 15 \times 0.6 \text{ mm}^3$ である。これを研磨により鏡面に仕上げ、Fig. 1 に示すトリチウム吸蔵装置に取り付け 470 Pa、473 K で 7.2 ks 間トリチウムガスと接触させ、鋼中にトリチウムを吸蔵させた。トリチウムを吸蔵させた試料を Fig. 2 に示す昇温脱離装置に取り付け、He をフローガスとして一定速度で昇温し、脱ガスをを行った。脱離気体は比例計数管に連続的に導き、昇温脱離スペクトルを得た。

3. 結果及び考察

一例として 0.25 K/s の昇温速度で得られた昇温脱離スペクトルを Fig. 3 に示す。両試料ともに少なくとも 4 個の放出ピークが認められたが、とくに、冷延材における第 1 ピークが焼きなまし材では消失していること、ならびに、脱離ガスつまり、吸蔵ガスの総量が減少したことが両者の大きな相異である。鋼中での水素のトラップサイトとして、各種欠陥(転位、結晶格子間、介在物界面、粒界等)が考えられトラッピングエネルギーはそれぞれの場合で異なることが予想される。本実験において、試料の昇温速度を変化させることにより各ピークの最高温度が移動することに注目し、また、各トラップサイトからのトリチウムの脱離は一次反応律速であるとし、(1)の解析式を用いて脱離の活性化エネルギー E_d を導出した。

$$\log(T_m^2/\beta) = E_d/2.303RT_m + \log(E_d/R\gamma d) \quad (1)$$

[T_m : ピークの最高温度, β : 昇温速度, γd : 頻度因子, R : 気体定数] また、各ピークの帰属を明らかにすることは昇温脱離実験のみからは困難であるが、例えば両試料に現われたピーク I の強度の相違は、両者が冷間加工により導入された転位密度の高い試料と、焼きなましによって転位密度の低下した試料である点を考慮すると、転位と密接に関連した現象であるといえる。ピークの帰属に関する詳細な検討は今後のオートラジオグラフの結果を待たねばならないが、鉄中の水素とトラップサイトの相互関係を解明するには本研究の熱活性過程のトリチウム・シミュレーションは高感度であり有力な手法であるといえる。

Table 1 Chemical composition of samples. (wt%)

C	Si	Mn	P	S	N
0.02	0.06	<.01	0.03	0.0026	0.0064

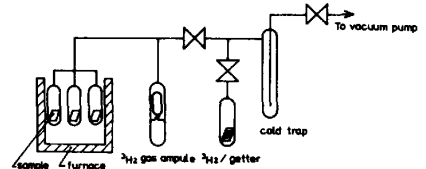


Fig. 1 Apparatus for absorption of $^3\text{H}_2$ gas.

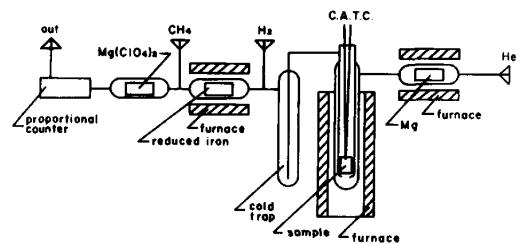


Fig. 2 Apparatus for temperature programmed desorption.

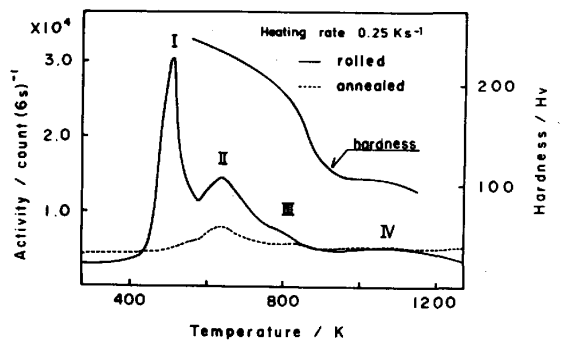


Fig. 3 Desorption spectra of $^3\text{H}_2$ gas for a cold rolled and an annealed sample.