

(190) 炭素を含まない鉄-ホウ素多元系合金の熱処理特性と機械的性質

早稲田大学理工学部 工 博 長谷川 正 義

○ 岡 本 昌 文

I 緒 言 従来鋼中の微量Bの挙動に関する研究は多いが、Cを含まないFe-B系合金に関する研究はほとんどない。しかしFeに対する合金元素としてのBとCとの類似性に着目した場合、Fe-B系合金は適当な合金元素の組合せおよび熱処理の選択により、ある程度の強度または2, 3の特性が付与され得ることが従来の著者ら^{1)~3)}の研究により明らかとなった。さらに本研究は構造用材料としての観点から、新しく数種の組成のFe-B多元系合金について、その強化機構を考察しながら、熱処理と機械的強度を検討した。

II 供試材および実験方法 試料の組成はFe-B系合金に関する従来の研究^{1)~3)}を基とし、その機械的強度が期待できるような組成を選択した。B量は0.08-0.12%, Mn 0.6-1.3%, Ni 2.0-3.0%を基本とし、これにNb, Mo, W, Tiを低合金の範囲(<0.6%)で単独または複合添加した。試料は大気中小型周波炉(マグネシアるつぽ使用)により2-4%溶製し、溶解原料としては電解鉄を、添加元素はB, Nbを除きいずれも純金属を用いた。溶製した試料は均熱後1.2mm²(一部2.0mm²)に鍛伸し供試材とした。なお供試材中の残留C量は0.004-0.008%, N量は0.002-0.004%であった。実験は引張、衝撃、硬さ試験および顕微鏡組織検査などを中心に行なった。

III 実験結果 (1) Fe-B多元系合金は一定冷却速度の場合、オーステナイト化温度の上昇と共に、引張強度、耐力が顕著に増加し、伸び、絞りも減少する。また冷却速度の増加による強度の上昇は著しいが、空冷程度(約3°C/sec)以上の冷却速度ですでに比較的強靱なベイナイト・フェライトが生成し、合金組成によっては高い強度、靱延性を示す。この生成は固溶Bの過飽和度と密接な関係がある。なお連続冷却時に生成する特殊ホウ化物による分散強化はいずれの状態においても若干認められる。

(2) Fe-B系合金は、Nb, Mo, WとNi, Mnとの複合組合せ添加により硬化能(一端焼入試験による)は著しく増加する。これはベイナイト・フェライトの生成が、これらの合金元素の組合せ添加により促進された結果である。

(3) 1100°C以上のオーステナイト域より水冷または油冷後フェライト域の各温度で焼戻するとFe-B多元系合金はいずれも顕著な軟化抵抗を示し、さらに500-600°Cに硬さのピークが認められる。これは焼入組織の分解の遅滞と、特殊ホウ化物の析出硬化による。一方引張強度、耐力は約600°Cまで焼入状態の水準を保ち、伸び、絞りは約400°Cより回復する。

(4) Fe-B多元系合金の引張特性の例を第1表に示した。

(5) Fe-B多元系合金はマトリックス中の固溶Bの過飽和度およびマトリックスの形態変化により、種々の機械的強度を得ることができた。

第 1 表

試料番号	組 成 (wt%)	熱 処 理 (°C)	引張強度 (kg/mm ²)	0.1%耐力 (kg/mm ²)	降 伏 比 (%)	伸 び (%)	絞 り (%)
H-82	0.1B, 1.3Mn 2Ni, 0.4Nb	1100°AC	74.0	65.2	88.1	26.6	64.9
		1000°OQ	78.7	71.7	91.0	18.0	60.6
		1100°WQ-650°T	79.3	72.0	90.4	16.0	60.8
H-83	0.1B, 1.3Mn 2Ni, 0.4Mo	1100°WQ-650°T	72.4	66.7	92.3	17.7	54.2
H-85	0.1B, 1.3Mn 2Ni, 0.4Nb, 0.3W	1100°AC	74.0	65.0	87.9	23.4	59.0
		1000°OQ	83.6	77.9	93.1	14.3	46.4
L-42	0.08B, 0.6Mn 2Ni, 0.35Mo, 0.15Ti	1000°WQ	74.9	71.1	95.0	19.6	66.8
		1000°WQ-600°T	71.5	65.8	92.0	20.9	69.3

• AC: 空冷, OQ: 油冷, WQ: 水冷, T: 焼戻(空冷)

•• 保持時間: 各1 hr

文献: 1) 長谷川, 岡本: 日本金属学会誌 29(1965)4, P328, 30(1966)6, P533, 31(1967)11, P1314

2) Hasegawa & Okamoto: International Conference on the Strength of Metals & Alloys, Conference Preprint, (1967), P93

3) 長谷川, 岡本: 日本金属学会誌投稿中