

2010年 01月 15日

機能材料工学専攻		ID	079202
氏名	森田敏之		

指導教員	梅本教授 戸田教授
------	--------------

Title	真空浸炭の炭素濃度分布予測技術開発 及び 真空浸炭のエッジ部過剰浸炭の原因解明とその対策
-------	-------------------------------------------------

(1200字)

(和文)

真空浸炭法は従来のガス浸炭法と比較し、ランニングコストが安い上に高強度な部品が得られ、さらに操業中のCO<sub>2</sub>排出量が少ないことからその普及が始まっている。しかしながら、真空浸炭には①浸炭条件の導出をトライアンドエラーで行う必要があり、多大な時間とコストを要する、②エッジ部では表面炭素濃度が高濃度となり強度が低下する、といった2つの問題があり、本格的な普及が妨げられていると考えられる。本研究では未解明であった真空浸炭の炭素浸入機構を解明し、真空浸炭の普及を妨げている上記2点の対策立案を行った。

まず、真空浸炭を行った鋼材の表面を観察することにより、真空浸炭中には鋼材表面に黒鉛膜が生成していることを見出した。また、真空浸炭を行った薄板試験片の観察結果から、真空浸炭中の鋼材表面の炭素濃度および炭化物量は鋼材成分に依存しており、黒鉛と平衡する値となっていることが明らかになった。これらのことから、真空浸炭では浸炭ガスから黒鉛が鋼材表面に生成し、鋼材に吸収されることで鋼材に炭素が導入されており、その際に鋼材表面は黒鉛との局所平衡が成立していることが明らかとなった。

次に、解明した真空浸炭の炭素浸入機構を計算機上でシミュレートすることにより、真空浸炭の炭素濃度分布を予測する、真空浸炭シミュレーション方法を構築した。シミュレーション結果は、鋼材成分、浸炭条件を変化させた場合でも測定値と非常に良く一致する。このため、これまでに真空浸炭条件の導出に必要であったトライアンドエラーを机上で行うことが可能であり、時間、コストの大幅な削減が可能となった。また、エッジ部の真空浸炭シミュレーションを行うことにより、エッジ部の過剰浸炭は拡散期での表面炭素濃度の低下が、エッジ角度が鋭いほど遅いため起こることを見出した。さらに、高Si-低Cr系の鋼材を用いることで、エッジ部過剰浸炭を抑制できるとの予想が得られた。

最後に、エッジ部過剰浸炭に伴う強度低下を測定できる4点曲げ疲労試験法を開発し、エッジ部過剰浸炭が疲労強度に及ぼす影響を定量的に求める方法を得た。この試験法を用い、様々な鋼材成分および浸炭条件で作成した試験片の疲労強度を測定した結果、ガス浸炭では粒界酸化に伴う不完全焼入組織が亀裂の発生・伝播経路となるため強度が低下すること、真空浸炭ではエッジ部過剰浸炭に伴って生成する炭化物-マトリックス界面が亀裂の発生・伝播経路となるため、鋭角のエッジにおいて強度が低下することが明らかになった。また、高Si-低Cr系の鋼材を用いることでエッジ部過剰浸炭に伴う炭化物生成を抑制し、真空浸炭においても鋭角エッジの強度低下を防止できることが明らかとなった。

以上、本研究では真空浸炭法の普及の妨げとなっている2つの問題の解決手段を探索した。この研究結果が広く知られるとともに真空浸炭法が広く普及し、低CO<sub>2</sub>排出化、地球温暖化防止の一助となることを期待する。