



CRCニュース

産学連携共同研究センター

8号

Collaborative Research Center NEWS No.8

「環境」「情報」「心の時代」



「竣工した新キャンパスの全景写真」

INDEX

CRCニュース・8号 目次

研究ラボ紹介

土田 豊 教授チーム
「材料創製・評価研究ラボ」

青山 正治 教授
「高強度・高じん性化に向けた耐候性球状黒鉛鑄鉄の開発」

杉浦 正勝 教授
「ニッケル箔ひずみ計に対する画像処理およびレプリカ法の適用」

井上 茂樹 教授
「放送、通信の信号伝送に関する研究」

CRCからのお知らせ

材料環境フォーラム講演会
文化勲章受賞記念講演会

大学で学んでみませんか「社会人コース(夜間生)」募集中

業務メニュー

共同研究・受託研究・奨学寄付金・研究助成金・共同実験室・技術相談・受託試験・インターンシップ・人材育成・知的財産管理



現在22の研究ラボが活動を進めています。今回はそれらのうち、機械工学科土田豊教授チームの『材料創製・評価研究ラボ』の研究概況について紹介します。

内容については、本学ホームページ：<http://www.daido-it.ac.jp>を参照下さい。

土田 豊 教授チーム

「材料創製・評価研究ラボ」

当ラボは、主として、構造材料の性能を改善する加工熱処理、各種の表面改質、CAE等による最適材質設計、環境との調和を可能とするLCA（ライフサイクルアセスメント）などをテーマとしています。具体的な研究テーマとしては、「Fe-Cu合金でのCu析出に関する研究」、「球状黒鉛鑄鉄への加工熱処理の適用に関する研究」、「機械構造用鋼の球状化焼鈍の最適化に関する研究」、「ボイラ用高Crフェライト鋼のクリープおよび疲労に関する研究」、「過共析鋼および白鑄鉄の活用に関する研究」、「鋼におけるNの活用に関する研究」等です。ここでは、その一部を紹介いたします。

球状黒鉛鑄鉄の熱間加工と加工熱処理に関する研究

鑄鉄の特性改善を目的として多くの研究がなされている。熱間加工の活用による特性改善もその一つである。熱間加工は製品形状の精度を向上し、加工熱処理効果による材質改善も期待される。

環境に鑄鉄が広い温度範囲で良好な加工性を有していれば、加工熱処理の効果が一層高まる筈である。そこで、鑄鉄の材質改善へ加工熱処理を適用する研究の基礎として、球状黒鉛鑄鉄の熱間加工性および支配因子を明らかにするとともに、その改善策を検討してきている。図1は、標準的な球状黒鉛鑄鉄の熱間加工性を高温引張試験により調査した結果である。1173Kまでは良好な破断絞り(すなわち熱間加工性)を示すが、1223K以上でオーステナイト粒界破断により急激に破断絞りが低下する。オージェ電子分光(AES)により、この粒界には燐(P)が著しく偏析していることが分かる。Pの低減が熱間加工性を改善する有力な対策である。また、AESによれば硼素(B)も粒界に偏析している。BはPの害を抑制する効果を持つと期待される。

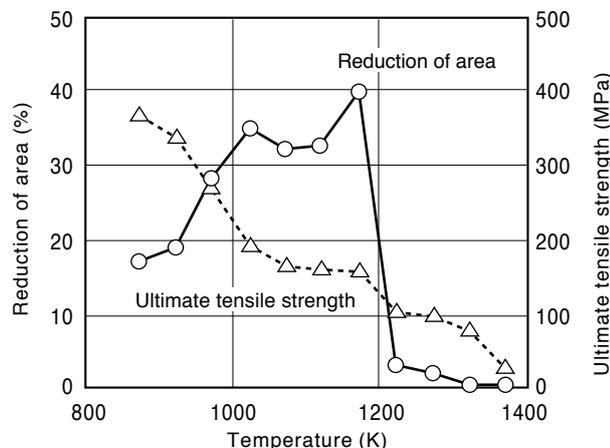


図1. 球状黒鉛鑄鉄の高温引張試験結果

今後、球状黒鉛の変形挙動や基地組織に及ぼす熱間加工温度の影響を広い温度範囲で調査し、球状黒鉛鑄鉄の最適な加工熱処理方法を明らかにしていく。



機械構造用鋼の球状化焼鈍に関する研究

自動車部品などの製造に多用される冷間鍛造には、素材の軟質化が不可欠である。このため、高温長時間加熱によるセメントタイトの球状化が実施されている。プロセスの経済性ばかりでなく、エネルギーや環境問題からも、効率的な操業が望まれる。球状化焼鈍を一層深く理解し、処理時間を抜本的に短縮するような熱処理方法が望まれる。

本研究において、従来の球状化熱処理でのセメントタイトの球状化について、硬さとマイクロ組織の観点からを調査した。Ac1変態が深く関与する熱処理であるため、変態挙動を熱膨張曲線によりモニターしながら実験を行ない、球状化処理前組織や冷間加工の影響(図2)についても調査を行っている。

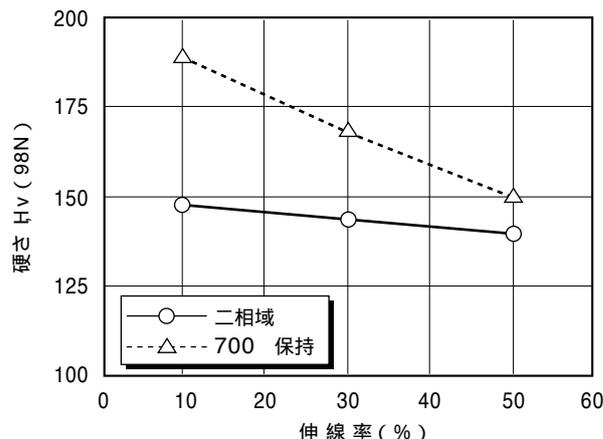


図2. 球状化焼鈍あるいは長時間加熱後の軟化への伸線率の影響 (SCM435)

従来の球状化熱処理の理論では、Ac1変態温度直上での保持中の未溶解炭化物の分布とその後の冷却速度が重視されていた。すなわち、未溶解炭化物を僅かに残し、これを核に徐冷中に球状化したセメントタイトを析出させようというものである。本研究において、「固溶炭素の濃度分布が重要」との新たな示唆を得ており、球状化処理条件の効果的な制御が可能になると期待される。

今度、この新たな因子の影響を明確化するとともに、従来パターンの球状化熱処理の管理ポイントを明確化する。さらに、抜本的な処理時間の短時間化を可能とする方法を、加工熱処理を含めて検討する。



青山 正治 教授

「高強度・高じん性化に向けた耐候性球状黒鉛鑄鉄の開発」

1. 研究の背景と意義

鑄造加工法は、複雑な三次元構造の部材を一体成形できることで、他の素形材加工法に代替する大きな特徴を持っています。このことから、高い信頼性が必要とされる機械や構造物への適用が注目されています。また、製品設計技術者からは、鑄造品の寸法精度および材質改善やその保証に厳しさが求められており、優れた諸特性を備えた鑄鉄材料の開発およびその性能評価が急務となっています。

ところで、鑄鉄の材質改善は、常に鑄鉄のぜい弱な性質を克服することであり、鑄鉄中に結晶となって存在する黒鉛の球状化や材質改善によってその引張強度も250MPaから500MPaを超える球状黒鉛鑄鉄が造られるまでになり、その良加工性と鋼にも劣らぬ強度を持つことから将来への有望材料になっています。しかし、材料の強化と熱処理とが意識的に着目され、その検討が加えられるようになったのはこの20年余りであり、今や鑄鉄の材質改善・強化はその基地組織の改善法のみが残された研究開発領域になっています。

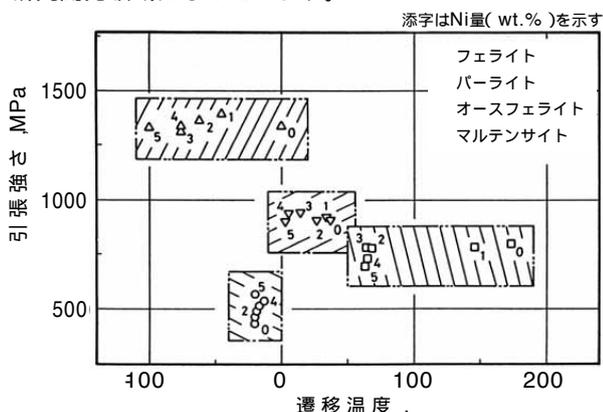


図1 各基地組織材の引張強さと吸収エネルギー-遷移温度との関係

2. これまでの研究成果

青山教授は、球状黒鉛鑄鉄の強度とじん性の向上に関して、種々の熱処理法の適用によって基地組織の制御を試み、その可能性を追及してきました。すでに、低Ni合金球状黒鉛鑄鉄のオーステンパ熱処理にて、引張強さが1400MPa、10%を超える伸び、さらに遷移温度が-100に達する高強度・高じん性の低温じん性材料を得ています(図1)。

また、球状黒鉛鑄鉄の最終基地組織がフェライト、パーライト、マルテンサイトやオースフェライトの各組織となった場合のじん性は、熱処理履歴による前組織の微細化および合金元素を添加することで、その後の最終基地組織の生成に大きな影響を及ぼし、それらが有効に働くことを明らかにしています。

3. 今後の展開

鑄鉄材料の極限状態での使用に当たって、力学的・環境的に過酷な条件の下で使用される機械・構造物に長時間にわたって必要かつ十分な信頼性を与えるためには、機械的性質はいうまでもなく、取り囲まれる使用環境下における材料特性をも究明することは大切です。

そこで、青山教授は鋼に匹敵する高強度・高靱性および腐食環境下での使用を考慮した耐候性オーステンパ球状黒鉛鑄鉄の開発・研究を進めています。さらに、金属材料の腐食に関する研究は、材料の耐食性、適正材料の選定、新材料の開発、腐食機構の解明等の目的で実施されていますが、腐食防止及び診断・評価の見地から材料の表面腐食特性に対する簡便かつ客観的判定評価法の確立に至っていません。そこで、表面腐食状態の観察画像を画像処理装置によって、フラクタル次元解析手法により腐食の進行と状態を数値判別化する汎用評価システムの構築を行っています。



杉浦 正勝 教授

「ニッケル箔ひずみ計に対する画像処理およびレプリカ法の適用」

1. 研究の背景

ニッケル箔ひずみ計は、繰返し荷重を受ける被測定物にニッケル箔を接着し、箔に生ずる疲労すべり帯を観察して、表面の弾性応力を測定する方法であります。

従来の研究結果によれば、この方法の適用温度は常温(RT)から350℃付近までの範囲であり、一定温度下のみならず、変動温度下でも精度の高い測定値が得られることを確かめています。この方法による従来の測定法を大別すれば、以下ようになります。

- (1) 指定した試験温度のもとで、応力振幅と繰返し数を種々変えて箔の較正試験を行い、すべり帯発生の下限界応力と繰返し数との関係(較正曲線)を求めて、これを実際の計測に利用する方法であります。この手法は手数が掛かりますが、精度の高い測定値が得られます。
- (2) 試験温度と繰返し数を指定し、応力振幅を種々変えて箔の較正試験を行い、応力振幅の相違によるすべり帯の発生状態の差を示す一連の標準写真を製作します。これらの写真と測定箇所における箔のすべり帯の発生状態を比較して、その箇所の応力値を推定します。こ

の手法は簡便ではありますが、(1)の手法に比較して測定精度が多少低下するばかりでなく、目測に頼るから測定値に個人誤差が含まれる可能性があります。

2. 研究の目的

本研究は上述の(2)の欠点を解決するため、ニッケル箔に発生したすべり帯の顕微鏡画像をパ・ソナルコンピュータ利用の画像処理システムで自動的に処理して、すべり帯の発生密度を正確かつ迅速に計測し、すべり帯密度と応力振幅の関係を高い精度で求める手法について検討しました。

また、実際の現場において、ニッケル箔を用いて大型部材の局所応力を測定しようとする場合や、形状が複雑で小さな部品の応力を測定する場合などには、光学顕微鏡による箔のすべり帯の直接観察が困難な場合があります。これらの難点を解消するものとして、箔のすべり帯をプラスチック薄膜に写し取り、これを顕微鏡観察する間接的なレプリカ法を考案しました。



