

STX-21 ニュース

物質・材料研究機構 超鉄鋼研究センター

(<http://www.nims.go.jp/stx-21/>)



発行 独立行政法人
物質・材料研究機構
超鉄鋼研究センター
平成 15 年 6 月 1 日発行
〒305-0047
茨城県つくば市千現 1-2-1
TEL: 029-859-2102
FAX: 029-859-2101

'03 年 6 月号 (通巻第 70 号)

目次

1. 新共同研究への期待
株式会社 本田技術研究所 栃木研究所 所付 澤井 伸一 1
2. TOPICS 保護皮膜による高 Cr フェライト系耐熱鋼の耐水蒸気酸化性向上
耐熱グループ 九津見 啓之 2
3. TOPICS 高強度フェライト耐熱鋼の 10 年後のクリープ強度を予測可能に
材料基盤情報ステーション クリープ研究グループ 九島 秀昭、木村 一弘 3
4. センター便り 超鉄鋼展示スペースを開設しました
溶接グループ 中村 照美 4

1. 新共同研究への期待

株式会社 本田技術研究所 栃木研究所 所付 澤井 伸一

超鉄鋼プロジェクト第 2 期初年度の昨年から、超微細粒鋼板の創製と自動車への利用を目指し微力ではあるが弊社も参画させて頂いている。具体的には NIMS のコーディネートのもと材料・加工・評価技術に関連の参画会社殿と共に研究を行ない 3 年計画で実用化を狙うものである。我々は本プロジェクトに素晴らしい研究成果を期待しており、一日も早く実用化が出来るように努めて行きたい。自動車材料として鉄は言うまでも無く最も重要な材料であり、鉄鋼技術の進歩により日本で開発・生産された自動車が世界中で高く評価され今日のポジションを築くことが出来た。これは一重に世界に誇る鉄鋼技術を我が国が材料・生産・加工領域において有してきたからと言える。今後も日本で開発し生産する自動車が世界の顧客に喜んで買ってもらえる商品として有り続けるためには、日本発の固有技術・特産品の提供なしには有り得ない。21 世紀は環境の時代と言われており、CO₂ 排出量の削減、エネルギーの有効利用などが必要不可欠である。軽量化は過去にない程ニーズが高まってきている。一方では車の利便性、快適性向上のために、安全や知能・情報機器の搭載で年々車体重量は増加する傾向にある。これに対応するためにはアルミニウムや樹脂材料等の軽量素材へ置換するという手法も持っているが、現実には鉄の高強度化と CAE 設計技術によ

る薄肉最適化に頼るところが大きい。これまでも弊社は鉄鋼材料の高強度化による軽量化を積極的に推進してきており、今後もより一層の高強度化や成形性向上等を求めながら軽量化を図っていきたく考えている。それには今までに無い技術革新が必要である

ことは言うまでも無いが、世界トップの高い目標を掲げることで、その対応技術も世界トップに成るとの思いから、誠に身勝手ではあるがそのリード役を超エキスパート集団である NIMS に期待してやまない。NIMS が 超微細粒鋼の創製をいち早く提唱し、世界に先駆けて基礎研究の確立を行なっている現在、是非とも次世代鉄鋼領域で引き続きトップランナーであって頂きたい。また同時に、本技術を将来世界に水平展開するためにも、グローバルスタンダードになる様な取り組みに期待する。今後益々、地球環境へのニーズが高まるなかで、早期に更なる軽量化を実現するためにも本プロジェクト研究を加速させる必要がある。今後とも NIMS を始め関係する皆様の絶大なるご指導とご支援をお願いする次第です。



2. TOPICS

保護皮膜による高 Cr フェライト系耐熱鋼の耐水蒸気酸化性向上

- 保護酸化被膜の生成を利用した耐水蒸気酸化性向上の試み -

耐熱グループ 九津見 啓之

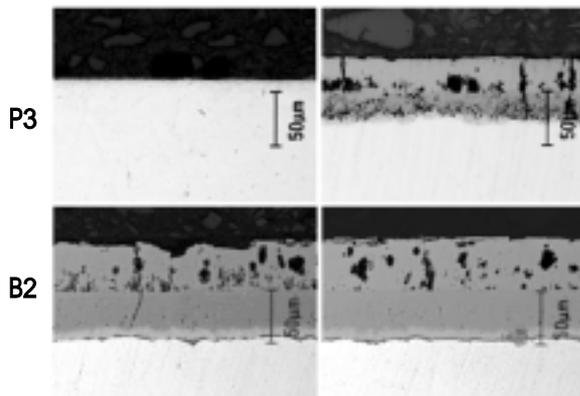


背景と目的

超々臨界圧発電プラント用フェライト系耐熱鋼の開発が進められている中で、高温長時間強度の向上とともに、材料の耐酸化性を向上させることも重要な課題である。これまで種々の高 Cr フェライト系耐熱鋼の水蒸気酸化挙動を検討し、Cr、Si 以外に Mo、微量の S などが耐酸化性向上に有用であることなどを明らかにしてきた。一方オーステナイト系耐熱鋼は、ショット・ブラスト等の加工処理によって水蒸気中で鋼表面に保護皮膜が生成し、耐酸化性が著しく向上することが知られている。フェライト系耐熱鋼ではこの種の保護被膜は生成しないとされてきたが、3%の Pd の添加、または Ar 気流中での予備酸化により、Cr-rich 保護被膜が生成することが分かったので報告する。

Pd 添加による保護被膜形成

図 1 は 9Cr-3.3W-3Pd-V-Nb 鋼 (P3) 及び Pd 無添加鋼 (B2) の表面仕上げ条件による水蒸気酸化スケール性状の違いを示した結果である。それぞれ表面を 320grit 耐水研磨紙で研磨、あるいは 700 /50h の真空焼鈍した後に、それぞれ 650 /100h の水蒸気酸化を行った試験片断面を光学顕微鏡で観察したものである。320grit 研磨状態の P3 表面には薄く強固な酸化被膜が生成して酸化の進行が著しく抑制されたのに対して、真空焼鈍を行った試料では加速酸化を起こして厚い二層スケールが形成されている。このことから、P3 試



320grit 研磨 750 /50h 真空焼鈍
図 1 Pd 添加鋼及び無添加鋼の表面仕上げ条件の違いによる 650 /100h 水蒸気酸化スケールの变化を示す。表面加工層が存在する Pd 添加鋼は水蒸気酸化により強固な保護被膜が形成され、酸化の進行が著しく抑制される。

料における酸化挙動の変化は表面ひずみ層の有無に依存して現れることが分かる。B2 鋼においては、表面仕上げ条件に関わらず、厚い二層スケールが生成した。すなわち Pd または Pt の存在だけでなく、表面加工ひずみが残存することによって、酸化の初期に保護性の高い酸化被膜が生成して、その後のスケール成長を抑制するものと考えられる。

予備酸化処理による保護被膜形成

一方、Pd や Pt が存在しなくても、0.5%以上の Si を含む 9Cr フェライト鋼に高温の Ar 気流中での予備酸化処理を施すと、同様の保護酸化被膜が生成可能であることが分かった。使用した Ar の酸素含有量は 0.3ppm である。0.5%Si を含む 9Cr-3W-V-Nb 鋼に 700 の Ar 気流中で 50h 予備酸化処理を施した後、650、100h の水蒸気酸化試験を行った。図 2 はこの試験片の表面に観察された保護酸化被膜断面の STEM 像及び Fe、Cr、O の元素マップである。保護被膜は Cr-rich な酸化物層と Fe を多く含む酸化物層の二層から成っており、厚みは 0.1µm 程度であった。また図には示さないが、予備酸化直後の被膜も同様の厚みであり、各元素の分布も同様であった。従って、予備酸化処理によって生成した保護被膜は、その後水蒸気酸化によってほとんど変化せず、安定であることが明らかになった。

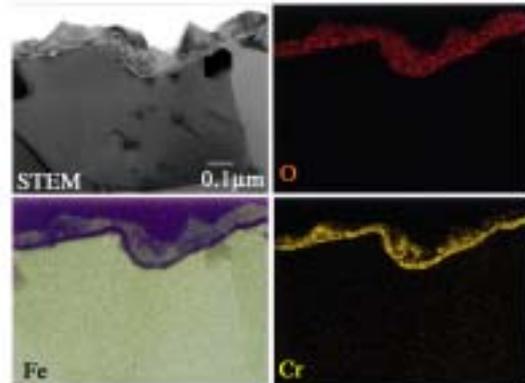


図 2 0.5%以上の Si を含む 9Cr-3W を高温の Ar 雰囲気中で予備酸化処理すると、試験片表面に、Cr-rich な酸化物層と相対的に Fe を多く含む酸化物層の二層から成る、薄く安定な保護被膜が形成され、水蒸気酸化による二層スケールの成長を抑制することができる。

3. TOPICS

高強度フェライト耐熱鋼の10年後のクリープ強度を予測可能に

- プラントの安全性・信頼性向上と高強度材料開発に新たな指針 -
材料基盤情報ステーション クリープ研究グループ

九島 秀昭、木村 一弘



背景と目的

高強度フェライト耐熱鋼は、火力発電プラント等の大型高温構造部材として広く使用されており、エネルギー効率等の性能を向上させる鍵を握る材料である。ところが、高強度フェライト耐熱鋼の長時間クリープ強度は、短時間強度から予測される強度に比べて低く、高温構造部材の設計上必要な長時間クリープ強度を精度良く予測評価することが困難である。

材質劣化のメカニズム

図1は、火力発電プラントの実使用温度である600℃で、34,141h(約4年)後にクリープ破断した改良9Cr-1Mo鋼の透過電顕組織である。右上から左下に向かって存在する旧粒界に沿って、著しく回復した組織が観察される。この、粒界近傍での不均一回復は、長時間クリープ破断材でのみ観察される特徴的な組織であり、長時間クリープ強度を低下させる要因である(鉄と鋼、85(1999), 841-847.)。したがって、不均一回復の生成機構を解明することにより、長時間クリープ強度の予測精度向上及び高強度フェライト耐熱鋼の開発に対する指針が得られるものと期待される。

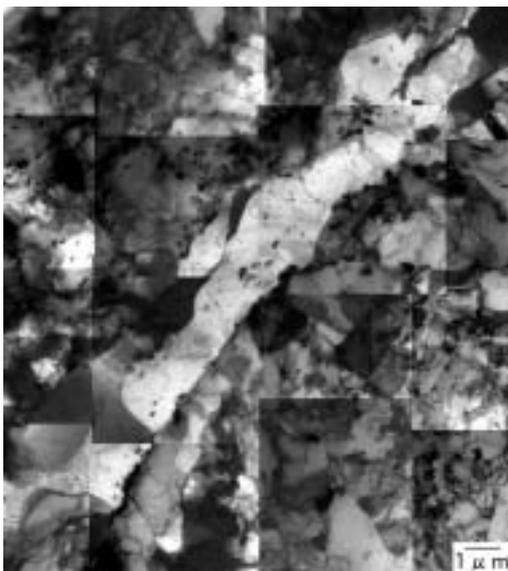


図1 600℃-100MPaの条件で34,141h(約4年)後にクリープ破断した改良9Cr-1Mo鋼の透過電子顕微鏡組織(旧オーステナイト粒界に沿って観察される著しい組織の回復が長時間クリープ強度を低下させる)

耐力の1/2を指標とし、高精度寿命予測を実現

高強度フェライト耐熱鋼は焼戻しマルテンサイト組織を有し、ラス幅の増加等が強度低下と密接に関連する。弾性限を超える高応力が負荷された場合、塑性変形によりラス境界等が比較的容易に破壊され、試料全面で回復が進行する。一方、弾性限以下の低応力では塑性変形の寄与が無く、本質的に回復速度が大きい粒界近傍で優先的に不均一回復が進行する。

不均一回復が強度低下機構である長時間域と短時間域との境界条件は弾性限であり、それが0.2%耐力の約1/2に相当することを見出した。そこで、0.2%耐力の1/2以下の破断データのみを用いることにより、長時間クリープ強度を高精度で予測可能な寿命予測法を提案した(図2)。高温構造部材の許容応力を決定する10⁵hクリープ破断強度を従来法では過大評価(危険側)していたが、新提案法では予測精度が大きく向上している。

本成果は、『先進発電用材料に関する第7回リレージョ国際会議(2002年10月)』にて、蒸気タービン部門最優秀賞を受賞した。

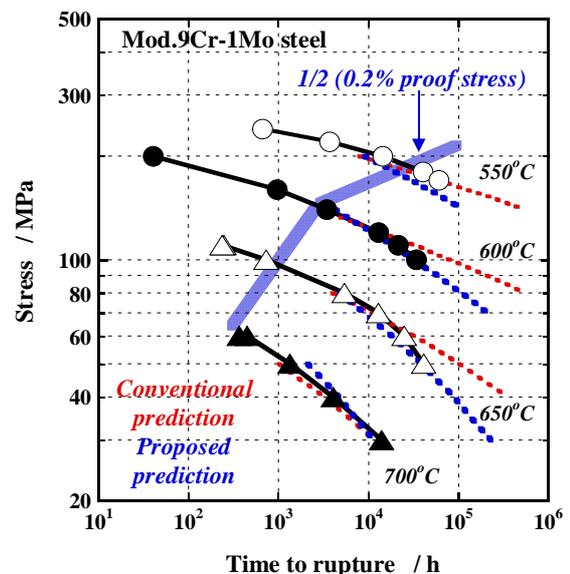


図2 従来法と新提案法によるクリープ寿命予測結果(弾性限が0.2%耐力の約1/2に対応することを考慮することにより、実用上重要な長時間クリープ強度の予測精度が向上)

4. センター便り

超鉄鋼展示スペースを開設しました

4月14日(月)に超鉄鋼研究成果のための展示スペースを、加茂理事、広報室藤田室長をお迎えして組織制御実験棟1Fエントランスホールに開設しました。

超鉄鋼研究センターでは現在、再生プロジェクト、ミレニアム関連プロジェクト、独法成果活用プロジェクトの3つのプロジェクトを推進しております。3つのプロジェクトの成果を、素材、試験片、製品の形にして展示し、視覚に訴えるとともに、組織、組成、創製法など学術的な説明を加えた形で公開することを目的としています。模型や展示品に加えて、タッチパネルを使用した大型プラズマディスプレイにより、動画や音声を交えて成果をアピールできるシステムを構築しました。

また、「温故知新」の精神に則り、鉄の歴史を振り返りながら未来の鉄を開発するため、鉄の歴史コーナを開設しました。ここでは鍛冶士 白鷹幸伯氏の古代の釘などを始めとする貴重な資料をお借りして展示しています。

この超鉄鋼展示スペースは、超鉄鋼に関わる創製品、成果ならびにコンセプトなどを一望の下に理解していただける場所として拡充していきたいと考えています。

(溶接グループ 中村 照美)



超鉄鋼展示スペース紹介用の大型プラズマディスプレイ画面

受賞報告

中村 照美、平岡 和雄(溶接グループ)は、「超狭開先 GMA 溶接プロセスの開発のための制御技術に関する一連の研究(第1報～第4報)」に対して平成15年4月24日、社団法人溶接学会より論文賞を戴きました。

伊藤 礼輔氏(元構造体化研究グループ構造材料特別研究員、現川崎重工業株)は、「超細粒鋼溶接熱影響部の金属組織学的検討」に対して平成15年4月24日、社団法人溶接学会より研究発表賞を戴きました。

4月の出来事		今後の予定	
H15.4.17 H15.4.23-25	科学技術週間一般公開 溶接学会春季全国大会	H15.5.28 H15.6.24-25	「超鉄鋼で築く21世紀」シンポジウム 第7回超鉄鋼ワークショップ