

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 8 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 8 月号 (通巻第 72 号)

目 次

1. 超鉄鋼ワークショップに出席して
財団法人電力中央研究所 狛江研究所 研究参事 新田 明人 1
2. TOPICS マルテンサイトオーステナイト 2 相溶接金属の水素拡散特性
溶接グループ 早川 直哉、銭谷 哲 2
3. TOPICS 高強度鋼における遷移金属炭化物による水素トラップ挙動
金相グループ 原 徹、韋 富高 3
4. センター便り 第 2 回産学官連携推進会議参加報告
商品化研究チーム 中野 義知 4

1. 超鉄鋼ワークショップに出席して

財団法人電力中央研究所 狛江研究所 研究参事 新田 明人

6 月 24 日～25 日の 2 日間にわたり第 7 回超鉄鋼ワークショップがつくば国際会議場において開催され、私も参加させていただいた。梅雨の鬱陶しさのなかで初日が始まったが、二日目が終わる頃には綺麗に晴れ上がった。ワークショップ後の心地よい日光を浴びながら、あることに思いを馳せた。

さて、私は今回のワークショップの二日目に「発電プラントの高温化のニーズと材料問題」と題する技術討論会の座長を務めさせていただいた。NIMSをはじめ大学、メーカー、電力から、高温化に伴う材料問題や 700 級超々臨界圧(USC)発電プラントへの耐熱鋼の適用可能性について講演とコメントをしていただき、その後これからの耐熱鋼開発について総合討論を行った。会場は多数の関係者で埋まり、最後まで熱気溢れる議論ができたことをご出席いただいた皆様に感謝したい。

NIMS の超鉄鋼プロジェクトは昨年度より第 2 期に入り、耐熱鋼については 650 級の USC ボイラ用フェライト系鋼の開発・実用化が推進されている。一方、欧米では 700 級 USC プラントの開発に国を挙げて取り組んでいるが、わが国は 600 超級の USC 技術開発では先行していたにも拘らず、超鉄鋼プロジェクトの材料開発以外にはない現状に関係者は危機感を覚え、技術力や国際競争力の低下を懸念し始めている。また、昨今電力の自由化が進み、火力発電事業では厳しい競争が強いられて

いるため、電力各社は設備投資を差し控えざるを得ない状況にある。これが USC 等の新技術に対する国内でのニーズを弱める一因になっている。しかしながら、今後の電力需要を賄うには、現状の約 2.3 億 kW から 3 億 kW 程度まで電源を増やさなければならぬ。その過半は火力が担うが、火力発電プラントにある寿命を想定すると、ここ数年のうちに既設のリプレースと新增設の立上げが必要となる。例えば、石炭火力の場合、リプレース分が約 2,300 万 kW、新增設分が約 4,500 万 kW と試算される。環境保全を勘案すると、これらは USC 等の高効率プラント、しかもあまり大きくなく経済的なものとなるであろう。

USC プラントの成否は材料開発にかかっていると断言してはならない。構造材料の実用化には 10 年を要する。したがって、国の将来を想うと、今から備えなければならない。今日は梅雨空でも、明日は輝く青空になるであろう。いや、そうしなければならぬ。これがワークショップを終えた後に思ったことである。



2. TOPICS

マルテンサイトオーステナイト2相溶接金属の水素拡散特性

- 予熱フリー施工を目指して -

溶接グループ 早川 直哉、銭谷 哲



はじめに

高強度鋼のアーキ溶接では溶接時に吸収される水素により溶接金属に割れが生じることが大きな問題である。

当グループでは継手疲労強度の向上を図るために開発した「低変態温度溶接材料」が80キロ鋼のy形溶接割れ試験での低温割れ抑制に有効であることを既にも実証している。Ms点を100に低下させると、さらに耐割れ性が向上する(図1)ことも明らかにしている。

オーステナイトを含む溶接金属の水素放出挙動

低温割れは溶接直後に水素が応力集中位置に集積して発生する。Ms点を200から100にすると、室温で未変態オーステナイトが残留する。このことによってマルテンサイト変態による膨張量が減少(図1)するので耐割れ性の向上は単に変態膨張による引張応力の低減効果とは考えられない。そこで、溶接金属に残留する未変態オーステナイトの存在に着目した。水素はオーステナイト中にフェライトに比べて固溶し、拡散速度も遅い特徴があるので、溶接直後の水素の応力集中位置への集積挙動に大きな影響を与えるものと考えられる。

図2に溶接金属中の水素を昇温により放出させたときの水素量と加熱温度との関係を示す。試料はオーステナイトを10%内包する溶接金属(残留材)とその溶接金属をサブゼロ処理により強制的にオーステナイトからマルテンサイトに変態させた溶接金属(マルテンサイト材)であり、化学組成や溶接条件、試験片サイズは同じである。マルテンサイト材に含まれる水素を溶接直後に測定した場合には200以下で全水素量の約90%の水素が放出されるのに対し、残留材では200以下で放出される水素量は約50%に過ぎない。一方、溶接後48時間試験片を放置した後に溶接金属に残留する水素を測定した場合は低温側200以下での水素放出量はほぼ同等であり、残留材は、一般に低温割れが発生するといわれる溶接後から48時間以内での拡散性水素量を抑制していることが示唆される。すなわち、ある程度の変態膨張による引張残留応力低減効果と残留オーステナイトによる溶接後の拡散性水素量の抑制効果によりMs点100の溶接金属は高い耐割れ性を示したと考えられる。今後、残留オーステナイトの存在によって水素拡散が抑制される理由を明確にしていく予定である。

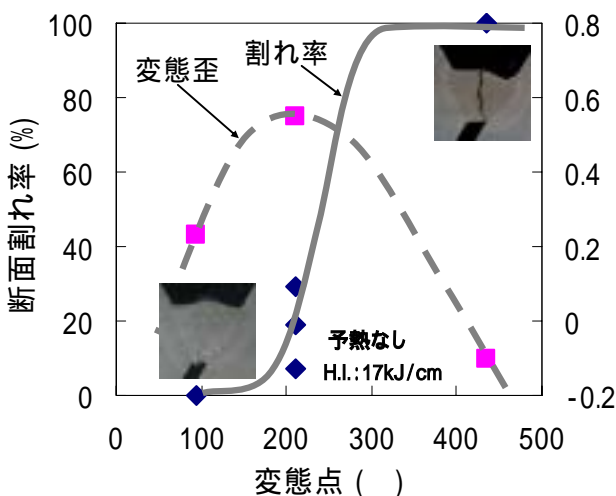


図1 溶接割れ試験(y-slit)結果

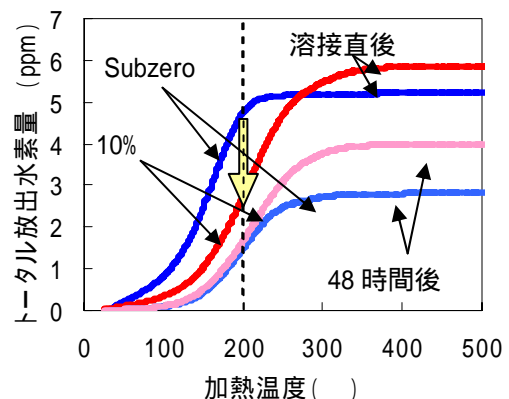


図2 溶接金属の水素放出挙動

3. TOPICS

高強度鋼における遷移金属炭化物による水素トラップ挙動

- 遅れ破壊に強い高強度鋼の創製を目指す -

金相グループ 原 徹 章 富高



背景と目的

遅れ破壊は、使用環境から鋼中に侵入する水素によって引き起こされる。水素に対する割れ感受性は鋼の強度が高くなるほど敏感になるため、鋼の高強度化のためには、遅れ破壊を克服することが不可欠である。

これまでに、耐遅れ破壊特性を向上させるために種々の試みがなされている。我々の研究グループでは、今後さらに鋼の耐遅れ破壊特性を向上させるために、水素トラップサイトを利用して鋼中に侵入した水素の存在位置と拡散速度をコントロールする手法に着目している。そのための具体的方法として、鋼に添加した遷移金属の炭化物による水素トラップ挙動について系統的な研究を行っている。

遷移金属炭化物による水素トラップ

水素トラップサイトを利用して耐遅れ破壊特性を向上させることはこれまでも考えられていたが、鋼中にどのような析出物を分布させれば水素トラップサイトとして有効かということは明確ではなかった。そこで、「水素トラップサイトを有し、耐遅れ破壊特性に優れる」とされる V 添加鋼の吸蔵水素量測定と詳細な組織観察を行った。その結果、幅が 10nm 以下、厚さが 1nm 以下の微細な板状 V 炭化物が析出していると、吸蔵水素量が増大することなどを明らかにした(鉄と鋼, 88 (2002), 771.)。

さらに、遷移金属炭化物による水素トラップの本質を明らかにするために、Ti 添加焼戻しマルテンサイト鋼についても実験を行った(ISIJ Int'l., 43 (2003), 539)。図1は1350 から焼入れ、550 3hr.の焼戻しを施した試料の昇温脱離水素分析の結果で、試料中に電解チャージによって導入した水素が昇温中に放出される様子を示している。従来 Ti 炭化物は

500 以上の高温でしか水素を放出しないとされていたが、上記の熱処理条件では 200 以下の比較的低温でも水素放出のピークが現れている。この低温側の水素放出ピークは焼戻し温度が 550 付近の時に最も高くなる。

図 2 は、低温側の水素放出ピークが現れる、550 で焼戻した試料の高分解能電顕写真である。この試料中には、図2の楕円で示すような2nm程度の板状の析出物が密に分布していた。解析の結果、この析出物はTi炭化物で、フェライトと整合して析出していることがわかった。上記の昇温脱離水素分析の結果と合わせて考えると、このようなナノサイズの析出物が水素トラップサイトとして働き、図1の低温側の水素放出ピークを形成すると結論できる。

一方、図1の高温側の水素放出ピークは焼入れ時に未固溶であった平均粒径2 μ mの粗大なTi炭化物とフェライトとの非整合界面にトラップされた水素の放出に対応する。つまり、Ti添加鋼においては水素との結合力が異なる二種類のTi炭化物を作り込むことができる。

今後の展望

Ti 添加鋼では、熱処理を工夫することによって異なる水素トラップ能力を持つ遷移金属炭化物を同時に存在させ、水素トラップの性能を変化させることができる。このことは、使用目的に応じた種々の水素トラップ性能を鋼材に持たせることができる可能性を示している。これらの知見を利用することによって、遅れ破壊に強い高強度鋼が実現できると考えている。

(本研究成果は、日刊工業新聞、日本工業新聞、日経産業新聞、化学工業日報、科学新聞の各紙に紹介されました。)

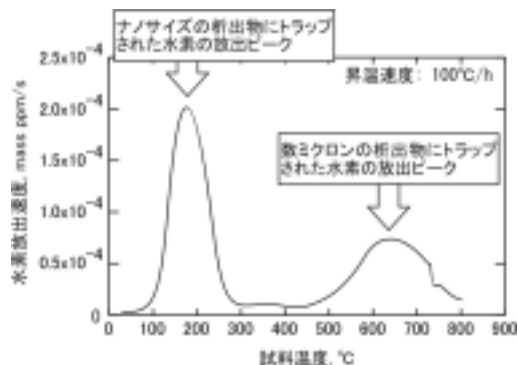


図1 550 焼戻し処理を施した 0.42%C-0.30%Ti 鋼の昇温脱離水素分析結果。

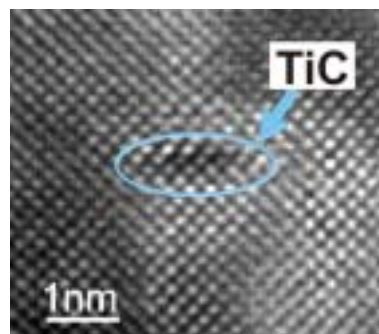


図2 ナノスケールのチタン炭化物の高分解能電子顕微鏡写真

4. センター便り

第2回産学官連携推進会議参加報告



商品化研究チーム 中野 義知

はじめに

平成15年6月7日(土)8日(日)の二日間、第2回産学官連携推進会議が京都国際会館で開催され、私は技術展開室と一緒に参加、展示を行い、また分科会を聴講しました。商品化研究チームは「使われてこそ材料」のモットーを実現するために、超鉄鋼第一期研究成果のマーケティング、技術移転、民間との共同研究、地域結集型研究による中小企業の活性化、に取り組んでまいりました。この会議に参加して、様々な機関が同じような命題に取り組み、悩み、また工夫をこらしていると感じましたのでご報告致します。

会議の概要

梅雨入りの小雨模様のなか、産業界、大学、TLO、国研・独立行政法人、行政から4000人余の参加者があり、基調・特別講演、4つの分科会、133機関が参加した展示会が催されました。VIPの参加者も多く、黒塗りの高級車が行き交い、昔学会会場として行った私の知っている国際会館とは違う雰囲気でした。今は国全体が「学」に期待を持っている象徴ですが、独立行政法人が、これら産、官のVIPを如何に魅了しpatronageを得るか、NIMSのTLO機能の一員として考えさせられました。

トピックス1「地域クラスターと中小企業」

地域の研究機関と中小企業がクラスターを形成し活性化に取り組む姿が報告されました。会場から「敷居が高いと思っていた大学の先生と知り合い気軽に話を聞けるようになった」という声がある一方、「大学のシーズを教えてもらっても、言葉が分らない、だから内容も理解できない」という声もありました。これは勉強会として参加すれば面白いが、事業化を考えるとどうして良いか分らない、ということではないかと思いました。大学の基礎研究と事業化の間には、「死の谷」やら「ダーウィンの海峽」があるという表現を私は最近知ったのですが、日本で馴染みある言葉では「超すに超されぬ大井川」といったところでしょうか。私も中小企業から「あなた方の研究は面白い。いつ頃、幾らで材料売って頂けますか、すぐ試してみま

す」と言われて戸惑った覚えがあります。基礎研究から工業レベルで材料供給できるまでには長い道程があります。インキュベーションをきちんと考えないと、勉強して原理は分ってもらっても、中小企業が期待する事業化と活性化にはつながらないということを肝に銘じました。

トピックス2「大学と知的財産戦略」

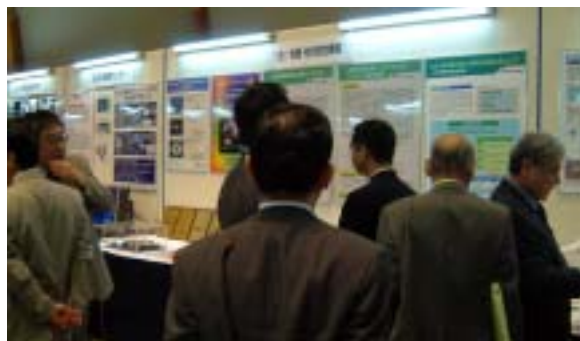
印象に残った提言を書きます。産業界から見た目では、産業にとって「魅力」ある大学となって欲しい。(私たちはお客様である産業に対する「魅力」とは何かを考えねばなりません。「価値ある知」の創造を問われています。) 契約は定型にこだわらず、現場に即し裁量に任せたフレキシブルなものとして欲しい。(私も心してかかります。) TLOの現場から辛口の提言もありました。産学官連携を担う人材の育成もおそろそかにして今以上のメリットを訴求しうるであろうか。(私も小さな一員ですが、参加者全員に問いかけられたものと思いました。)

展示会の感想

超鉄鋼からは、超微細粒鋼の線材コイルと微小ネジ、高窒素ステンレス鋼の関節ジョイントと食器(ナイフ)を展示しました。玄人が注目したのは、線材コイルと高窒素鋼の腐食テストサンプル、一般の人はネジと関節でした。

雑感

久しぶりの京都、2年間大阪に暮らしたこともあり、ゆったり流れる女性言葉のアクセントも懐かしく感じました。夏になると鱧の季節だなー。つつい食べ物のお話になってしまいます。



6月、7月の出来事		今後の予定	
H15.6.24-25	第7回超鉄鋼ワークショップ	H15.7.29-31	サイエンスキャンプ2003
H15.7.3	ブラチスラバ溶接研究所とMOU締結(スロバキア)	H15.8.6-8	平成15年度茨城県中学生ミニ博士コース
H15.7.6-11	国際溶接学会 IIW (ルーマニア)		
H15.7.7-11	THERMEC (スペイン)		