

STX-21 ニュース



独立行政法人物質・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16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

04年8月号 (通巻第84号)

目次

- | | |
|------------------------------------|---|
| 1. 鉄鋼の復権に向けての超鉄鋼研究への期待 | |
| 日本鉄鋼協会会長 JFEスチール株式会社 代表取締役会長 半明 正之 | 1 |
| 2. TOPICS 耐熱鋼溶接継手のType-IV破壊を抑制 | |
| 溶接グループ 近藤 雅之 | 2 |
| 3. TOPICS トライボロジーのメカニズムの探求 | |
| 金相グループ 秋山 英二 | 3 |
| 4. センター便り ICASS2004開催報告 | |
| 耐熱グループ 大久保 弘 | 4 |

1. 鉄鋼の復権に向けての超鉄鋼研究への期待

日本鉄鋼協会会長 JFEスチール株式会社 代表取締役会長 半明 正之

超鉄鋼研究プロジェクトが開始され7年が経過、第1期での要素技術の基礎研究を経て、今第2期において工業化を見据えた基礎研究が展開されています。プロジェクトが開始された前後の鉄鋼業界の置かれた状況を振り返るに、物質・材料研究機構を一大研究拠点に産学連携のもと、いわば鉄鋼の限界への挑戦を掲げた本研究に対して業界としての期待の大きかったことは言うまでもありません。

鉄鋼は基本的に構造材料であり、超鉄鋼プロジェクトはこの基本認識の上で、材料技術、構造化の接合技術、そして構造安全評価技術を三位一体として研究を展開しているところにその確かさを感じます。これまでの研究活動において当初の目標「強度2倍、寿命2倍」をほぼ達成し、鉄鋼の限りない可能性を予感させるに足る期待以上の成果が出ていることを誠に喜ばしく思います。

我が国の鉄鋼業は今、中国を中心とする東アジア経済圏の影響を大きく受けながら、これまで培い自他共に認めるまでに高めた鉄鋼技術力を維持向上させようとしています。製造業の活力の源泉は絶え間ない革新的基幹技術の開発にあり、鉄鋼業もその類にもれません。熟成産業と言われて久しい鉄鋼は、今まさにその復権を懸け、産学の力を結集して将来

の基幹技術に成長しうる切れ味鋭い基礎研究を推進すべき時と思われるます。

このような状況にあって危惧されるのは、日本鉄鋼協会における講演大会の発表数や論分数の年毎の減少に反映されるように、材料研究者の鉄鋼離れであります。この要因の一端は遺憾ながら企業側にありますが、とりわけ大学、国公立研究機関での鉄鋼研究離れがあり、鉄鋼の材料としての魅力に欠け価値観を見出せないとの認識が根幹にあると思われます。

鉄鋼材料に対して蔓延したこの認識を改めさせ、限りない可能性を秘めた魅力ある材料としての鉄鋼の存在感を示すことこそ超鉄鋼研究の役割と考えられます。超鉄鋼センターは整備充実された研究環境と新進気鋭の研究者により、質、量ともに世界にも稀な鉄鋼研究サイトになっています。それ故ここでの情報発信は大きな意味を持ちます。これからもお鉄鋼の復権に繋がる、優れた研究成果が次々と発信されることを期待してやみません。



2. TOPICS

耐熱鋼溶接継手の Type-IV 破壊を抑制

- 細粒化しないHAZ組織による溶接継手のクリープ寿命向上 -

溶接グループ 近藤 雅之



背景と目的

発電効率の高い650級の超々臨界圧(USC)火力発電プラントを実現するには、650℃でのクリープ強度が高い耐熱鋼の開発が必要である。さらに、USCプラントは耐熱鋼を溶接で継いだ構造となっているため、耐熱鋼の溶接継手も高いクリープ強度が必要である。しかし、従来の実用耐熱鋼の溶接継手では、溶接熱影響部(HAZ)にクリープポイドが生成し、ポイドの連結により亀裂が形成し、脆性的にしかも早期に破断する、いわゆるType-IV破壊が起こりやすく、その克服が急務となっている。

超鉄鋼プロジェクト第1期にて「Type-IV破壊は、クリープ強度の低いHAZ細粒域で生じ、この細粒域がクリープ強度の高い溶接金属や母材などから拘束を受けることに密接な関係がある」ことが既に解明されている。そこで本研究では、ポイド生成抑制や粒界強化に効果があると考えられるボロンを効果的に添加したNIMS開発の耐熱鋼を用いて、Type-IV破壊の抑制による溶接継手の長寿命化を図っている。

ボロン添加鋼の溶接継手のクリープ強度

ボロンを130ppm添加した9Cr-3W-3Co-NbV鋼の溶接継手をガスタングステンアーク溶接にて作製してクリープ試験に供した。NIMSで開発したボロン鋼は、BNの形成を抑制するため、窒素の添加量を極力低減している。このため、100ppm以上のボロンを添加しても良好な溶接継手を作製することができた。図1に示すように、実用鋼では最も優れたクリープ特性を示す9Cr鋼のP92の溶接継手(P92 Weld)はType-IV破壊のため母材(P92 Base)より低応力長時間側で寿命の低下が著しいが、**130ppmボロン鋼の溶接継手(130ppmB鋼Weld)は、Type-IV破壊が生じずに、母材(130ppmB鋼Base)と同等のクリープ破断寿命を示す**という画期的な成果が得られた。これによって溶接構造体としては、従来鋼に比べて強度2倍寿命2倍のファクター4が達成できる見通しが得られた。

細粒化しないHAZ

ボロン鋼の溶接継手のHAZの組織観察をEBSP解析(結晶方位解析)にて行った。図2の右に溶接界面から1.5mmの位置の組織を示す。**P92では細粒HAZとなっているが、130ppmボロン鋼では細粒HAZが存在していない。この位置には、母材と同程度の大きさの結晶粒からなる組織が存在し、各々の結晶粒内**

にはマルテンサイト的な組織が存在することがわかった。ボロン添加鋼の溶接継手においてType-IV破壊が抑制されている一因として、このように細粒HAZ組織が形成されないことが考えられる。

今後の検討課題

ボロン添加によって細粒HAZの形成が抑制された原因を解明することは、耐熱鋼の溶接継手のさらなる長寿命化の指針となると考えられ、今後も引き続きブレイクスルーを狙った研究を展開していく。

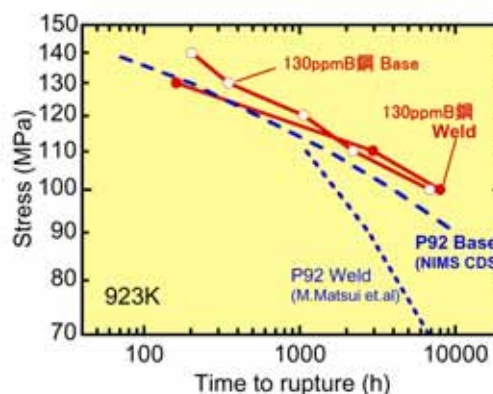


図1 130ppmボロン鋼溶接継手のクリープ特性

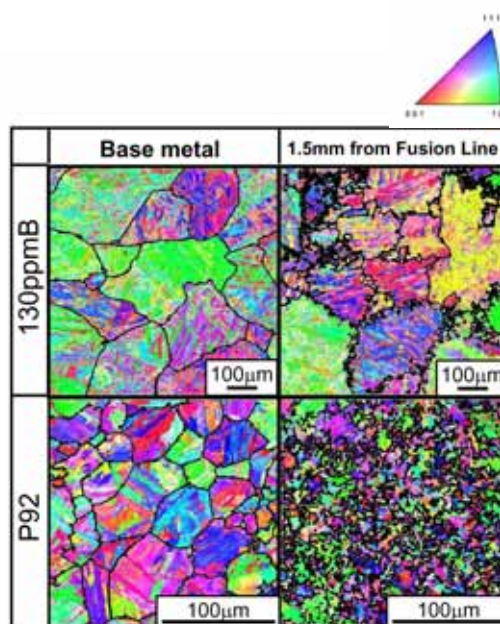


図2 130ppmボロン鋼とP92鋼の溶接継手のEBSP解析(結晶方位解析)結果

3. TOPICS

トライボコロージョンのメカニズムの探求

- 粒子衝突後の高速かつ微小な再不働態化電流遷移の測定 -

金相グループ 秋山 英二



背景と目的

トライボコロージョンは、材料表面の摩耗等の機械的損傷と、電気化学的な溶解すなわち腐食の相乗的な効果により引き起こされる材料の損耗である。エロージョンコロージョンは、その中の一つの形態であり、スラリーを輸送するパイプやポンプなどによく見られる現象である。スラリー中の粒子の衝突による不働態皮膜の破壊と再形成は、エロージョンコロージョンの支配因子の一つと考えられ、その挙動を明らかにすることは損耗のメカニズムを知るために有用である。加えて、不働態皮膜生成挙動はそれ自身が腐食・電気化学分野において非常に興味深いものである。

本研究では、スラリー中の微細な粒子が金属表面に衝突することにより引き起こされる不働態皮膜破壊と、それに続く不働態皮膜の再形成の挙動を、微小かつ高速な電流変化を測定することにより明らかにすることを目的としている。とりわけ、皮膜生成の機構を検討するためには粒子の衝突1回あたりの独立した電流遷移を取得することが必要であり、そのための工夫を凝らした実験装置を作製した。

新規実験装置の製作

本研究に用いる、単一の粒子衝突あたりの電流遷移を測定する装置の第1号機は、著者が平成14年度の1年間、マックスプランク鉄鋼研究所(ドイツ、デュッセルドルフ)に滞在中作製した。この装置では、ポテンショスタットにより定電位分極した試料金属電極にスラリーを噴射し、得られた電流遷移の出力を高速で取り込み記録する。粒子が電極表面に衝突する確率を低くして粒子衝突一回あたりの電流遷移の取得を容易にするため、および、バックグラウンドの電流を低減するために、表面積の小さな微小電極を試料としている。平成15年4月に帰国後、NIMSにおいて改良を加えた2号機を作製し、現在これを用いた実験を行っている。

再不働態化に伴う電流遷移

試料電極に衝突させる粒子としては、例えば図1(a)の様な球状のジルコニア粒子を用いている。この粒子を0.1M酢酸-酢酸ナトリウム緩衝溶液に混ぜて噴射し、定電位分極した試料電極表面に衝突させた。噴射したスラリーの速度を6.1m/sとした場合、Al電極表面に形成された凹みは直径が約20 μ mで、深さは700nm程度であった(図1(b))。

典型的な電流遷移の例を図2に示す。一つの粒子衝突あたりの再不働態化に伴う電流の遷移が、目的どおり分離されている事が分かる。電流は急激な立ち上がりを見せた後、皮膜の成長に対応して徐々に減少し、数msの間にバックグラウンドのレベルに戻っている。代表的な電流遷移のlog-logプロットに見られるとおり、約0.2ms以降で直線的に電流が減少し、その傾きはほぼ-1となっていることから、不働態皮膜の生成が、皮膜中のイオン輸送によって支配される、高電場モデルに従うことが明らかとなった。本装置は不働態皮膜生成機構およびそのトライボコロージョンにおける効果を検討するのに有効な世界的にもユニークなものであり、今後種々の金属材料や環境における適用が期待できる。

今後の検討課題

NIMSで作製した2号機の装置も順調に動き出しているので、Alおよびその合金の他、Ti、ステンレス、トライボコロージョンが問題となる生体材料等の各種金属の不働態皮膜生成挙動や、衝突粒子の質量、形状、衝突角度などの影響についても本装置を用いて検討したいと考えている。

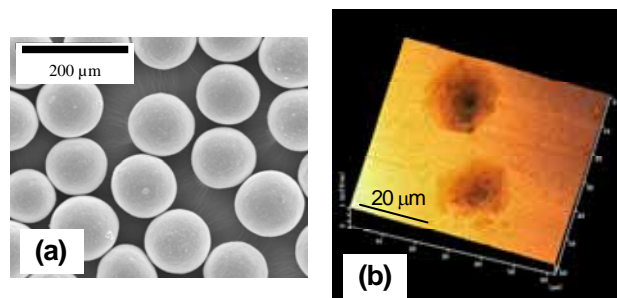


図1 ジルコニア球状粒子のSEM像(a)とその衝突により形成された凹みの原子間力顕微鏡像(b)

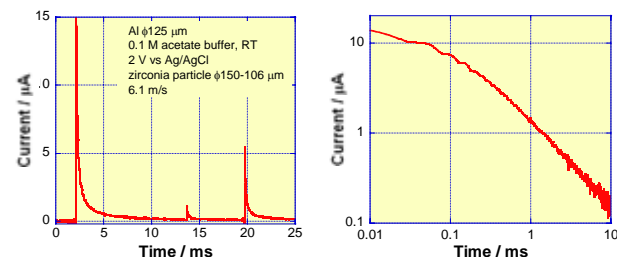


図2 粒子衝突によるAlの電流遷移

4. センター便り

ICASS2004 開催報告

The Second International Conference on Advanced Structural Steels (ICASS 2004)は4月14日～16日、中国、上海のBAO STEEL鉄鋼研究所にて開催されました。

BAO STEEL社の女性社長Qihua XIE氏のオープニングスピーチから始まり、基調講演として中国からはCSMのYuqing WENG氏、韓国からはPOSCOのWung-Yong CHOO氏、イタリアからはCSM S.p.A.のMauro PONTREMOLI氏、そして日本からは長井 寿、超鉄鋼研究センター長がそれぞれ各国の最先端の研究内容を報告しました。3日間を通じての発表件数は227件もあり、そのうち約2割が日本からの発表でした。

ICASS2004鉄鋼研究所の外周には巨大な垂れ幕のほか、中国国旗とBAO STEEL社旗に並びICASS2004の旗も掲げられていました。

歓迎ムード一色の中を降りた我々にTVビデオカメラや新聞記者が待ちかまえており、早速、ニュースや明朝の新聞に放映・報道されました。

鉄鋼研究センター到着後、展示会場に案内された我々はBAO STEEL社の歴史や鉄鋼技術などを紹介され、ここで製造されているフォルクスワーゲンの車体をも目の当たりにしました。

左下の写真はICASS2004基調講演会場で撮影したプレゼンテーションのステージです。金色の額で囲まれた部分に発表内容が映し出されたの

ですが、その演出や規模の大きさに基調講演は無論、ICASS2004に対するBAO STEEL社の意気込みや期待感を感じました。

大久保らが発表した耐熱鋼のセッションは28件の発表がありました。日本からの発表が半分以上を占めた会場には立ち見が出るほどの盛況ぶり、耐熱鋼分野の研究が活発化する気運が伺えました。大久保は「高Crフェライト系耐熱鋼に及ぼす磁場中熱処理の影響」と題して報告しました。報告後は拍手喝采で大変に嬉しかったのですが、次の瞬間矢のような質問攻めに合い(析出物やクリープ特性に関する質問)、鉄鋼協会の春の講演大会よりも活発な討議が行えて大変に有意義でした。

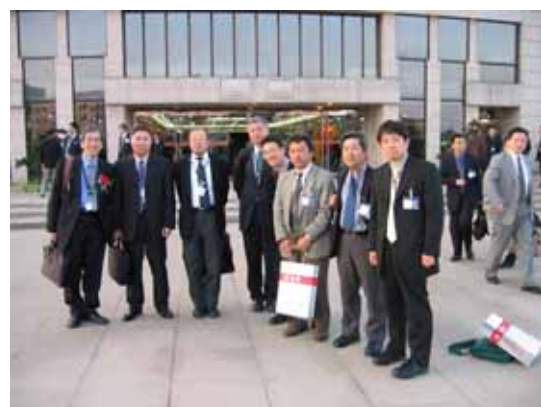
ICASS2004開催中の3日間の行動を共にした超鉄鋼研究センターから参加の約20名の我々は、同じところに所属しながらも日々の研究活動に追われ非公式で研究活動の交流を行う機会になかなか恵まれません。しかしながら異国で3日間も行動することにより屈託のない親睦が図られ、それは帰国してから今現在も継続しております。

次回、ICASS2006は2年後に韓国・慶州(きょんじゅ)市で開催されます。今回以上に盛大で活発な開催に成ること願い、開催報告を終了致します。

(耐熱グループ 大久保 弘)



基調講演会場にて



鉄鋼研究センターにて

6月、7月の出来事		今後の予定	
H16.6.11	第180回西山記念技術講座 (東京工業大学)	H16.7.11-16	57th Annual Assembly, IIW (Osaka International Congress Center)
H16.7.2	第181回西山記念技術講座 (西山記念会館)	H16.7.21,22	第8回超鉄鋼ワークショップ (つくば国際会議場)