

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 11 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 11 月号 (通巻第 75 号)

目次

1. 超鉄鋼に期待する次世代鋼構造物
岐阜大学総合情報メディアセンター長 奈良 敬 1
2. TOPICS 大気環境下における鋼構造物の腐食モニタリング
材料研究所 腐食解析グループ 片山 英樹 2
3. TOPICS 原子間力顕微鏡によるナノスケールの不均一変形挙動の解析
材料基盤情報ステーション 疲労研究グループ 早川 正夫 3
4. センター便り 秋篠宮同妃両殿下が超鉄鋼研究センターをご視察
超鉄鋼研究センター 副センター長 津崎 兼彰
フロンティアサークル 任期を終えて 4

1. 超鉄鋼に期待する次世代鋼構造物

岐阜大学総合情報メディアセンター長 奈良 敬

構造物の発展の歴史は、利用可能な材料の獲得とその活用法の工夫の歴史でもある。橋梁では石と木による小さな構造から、鋼やコンクリートの活用によって 2000m の空間を跨ぐことが可能になった。石の桁橋やアーチ橋が、より強度の高い材料を得て、つり橋や斜張橋などの長大構造物へとその形を変えてきたわけである。この進歩を支えたのは、より長い橋、より高いビルへの時代の要求に加えて、これを実現する鉄鋼材料の開発にあった。

社会基盤を構成する鋼構造物には、地震や台風に対する安全性の確保はもちろん、低廉なコストでなおかつ丈夫で長持ちする耐久性の向上、資源の有効利用やエネルギーの低消費を満たす環境負荷の少なさも強く望まれる時代となった。安全性と経済性に加えて、長寿命と環境の時代の到来である。この実現のためには、より長く、より高く、といった従来の構造物に要求される、高強度という材料性能のみならず、強度に見合って、高耐食性、高耐疲労性、低添加剤による資源循環性などの、多様で高い性能が要求される。

ところで、ある段階まで社会基盤の整備が進むと、都市と地方では社会基盤に求める質の変化が生じる。都市では混雑の緩和をはじめとして、人間的な多様性を求める暮らしの充実、地方では過疎を防ぐための産業振興をはじめ、賑わいのある暮らしへの

の回帰である。政府は日本が今この状態に直面していると捉え、21 世紀の国造りに都市再生、環境保全、ナノテクノロジーなどの施策を重点的に推進する方針である。超鉄鋼は、ナノテクノロジーを生かした未来の材料であり、高強度、高耐食性に加え、資源循環に適した環境適合材料の優等生である。これらの高性能が都市再生や環境保全の実現に果たす役割は大きい。

平成 14 年に独立行政法人物質・材料研究機構超鉄鋼研究センターより日本鋼構造協会に受託された研究課題「超鉄鋼材料を活用した新構造に関する課題の抽出調査」は超鉄鋼利用技術検討小委員会において、主として土木構造物と建築構造物について、若い研究者と技術者が中心となって精力的に議論を行った。この過程で、超高強度接合、超高層構造、大空間構造、超軽量構造、超長寿命構造などのアイデアが形作られた。この研究課題は本年度も継続されて、超鉄鋼が次世代鋼構造物の中核をなす材料となることを大いに期待しつつ、超鉄鋼を活用した新しい構造の姿を示したい。



2. TOPICS

大気環境下における鋼構造物の腐食モニタリング

- 模擬構造物各部位の大気腐食性評価 -

材料研究所 腐食解析グループ 片山 英樹



背景と目的

鉄鋼材料の大気腐食が厳しい我が国において、従来より平板試験片を用いた大気暴露試験を中心に多くの研究がなされてきた。しかしながら、構造物の場合、部位によっては腐食状況が大きく異なると考えられる。そこで、本研究では、作製した腐食モニタリングプローブ(以下、プローブ)を模擬構造物に適用し、交流インピーダンス法により各部位の大気腐食モニタリングを行った。得られたデータから大気環境下での模擬構造物各部位の大気腐食挙動を検討した。

模擬構造物の大気腐食モニタリング

図1はSS400鋼製の模擬構造物の外観写真およびプローブ部分を拡大した模式図である。プローブは模擬構造物と同じSS400鋼製で、模擬構造物の各部位に穴あけ加工後、テフロン製の絶縁体を介して埋め込んだ。測定部位は、天井部の対空面と対地面、南向き面、北向き面およびフランジ部の対空面と対地面である。模擬構造物の暴露試験は本機構内の腐食試験場で行い、大気腐食のモニタリングは、模擬構造物とプローブ間で10kHzと10mHzでのインピーダンスを連続測定することにより行った。両周波数でのインピーダンスの差は、分極抵抗に対応し(図2

のインピーダンス特性参照)、この逆数から腐食速度が求められる。

模擬構造物各部位の腐食量

図3は約1年間大気暴露した模擬構造物の各部位の腐食量について、北向き面の腐食量を1として比で示した結果である。腐食量は、腐食速度に比例する分極抵抗の逆数を大気暴露した時間で積分することにより、板厚減少量として計算した。各部位での腐食量を比較すると、垂直面である北向き面や南向き面の腐食量よりも水平面である天井部やフランジ部の腐食量の方が大きく、また、天井部よりフランジ部、対空面よりも対地面の腐食量の方が大きくなるのがわかった。降雨時や結露時における各部位の腐食挙動から、各部位での腐食量の差は、構造物の部位による結露のしやすさや乾きにくさなどに起因しているものと考えられる。

まとめと展望

本研究で用いた手法は、トータルでの腐食を評価できるだけでなく、時々刻々と変化する腐食挙動をとらえることが可能であり、構造物の大気腐食モニタリング手法として非常に有用である。今後は、より高精度な測定のためのプローブの形状や実構造物への適用方法などを検討していく。

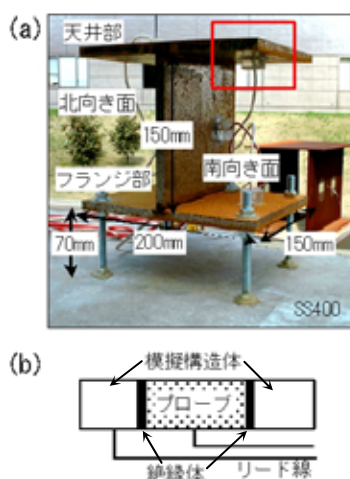


図1 模擬構造体の外観写真(a)とプローブ部分(写真(a)中の赤枠部)を拡大した模式図(b)。

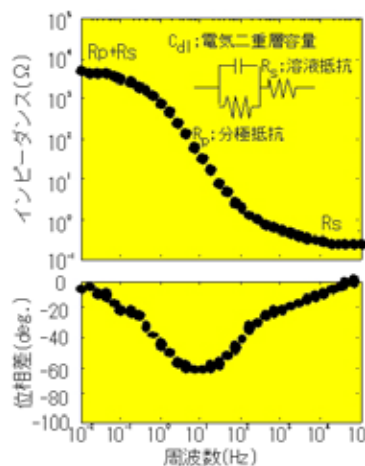


図2 典型的な金属/溶液界面のインピーダンス特性で図中の等価回路により表せる。高周波数側からRs、低周波数側からRsとRpの和を求めることができる。

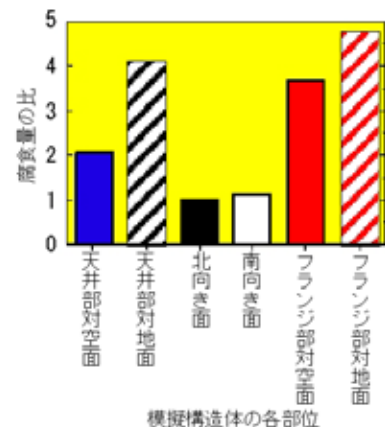


図3 約1年間暴露試験した模擬構造体各部位の腐食量の比(北向き面の腐食量を1とする)。

3. TOPICS

原子間力顕微鏡によるナノスケールの不均一変形挙動の解析

- 微細組織と関係づけて不均一な塑性変形を評価できる基盤技術の開発 -
材料基盤情報ステーション 疲労研究グループ 早川 正夫



我々はAFMによるマルテンサイト組織の新しいキャラクター化を試みている。高強度マルテンサイト鋼の組織は旧オーステナイト()粒、パケット、ブロック、ラスから構成され、その構造は微細で複雑である。そのため、降伏点近傍の微小な塑性変形を微細なマルテンサイト組織と対応して解析することは容易ではない。

そこで AFM を利用して、実際にひずみを付与した材料のナノレベルでの変形挙動を、組織情報と対応させながら定量的に解析することを可能にした。

図 1(a)-(d)は、400 で焼もどした SCM440 鋼 (0.4%C-1%Cr-0.2%Mo) の電解研磨面の変形前と塑性ひずみ 0.2、0.4、0.6%の変形後における同一場所での AFM 像である。

黒白のコントラストは表面段差に対応している。

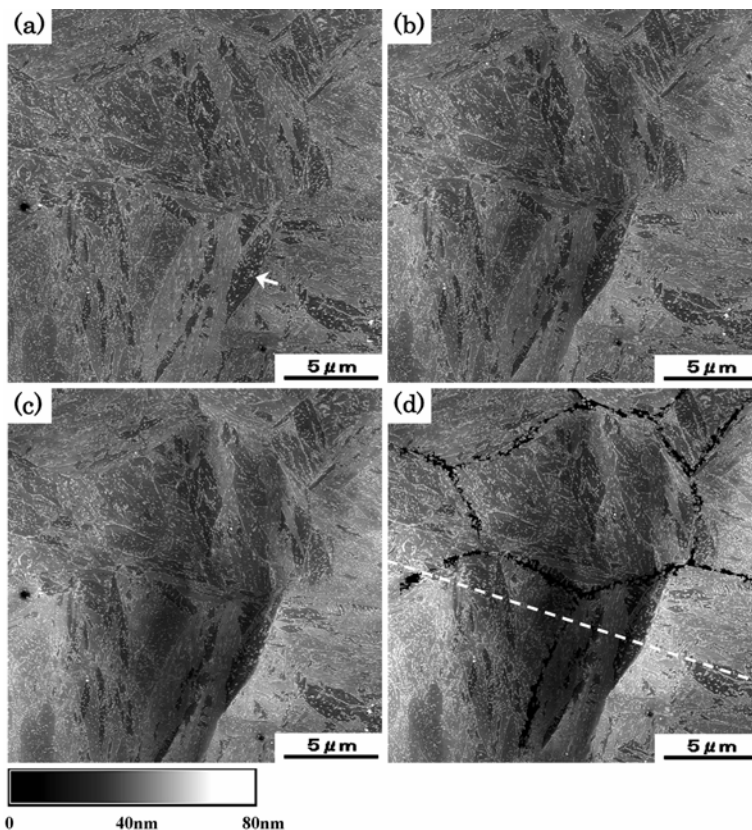


図1 焼もどしマルテンサイト鋼の電解研磨面の(a)変形前と、(b)-(d)塑性ひずみ0.2、0.4、0.6%付与後における同一場所でのAFM像。(d)には旧粒界エッチング面のAFM像を二値化して重ねている。図の水平方向が引張方向である。

同じ明度を持つ帯状の領域がマルテンサイトブロックに相当する。塑性ひずみが増加するに従い、コントラストが大きくなる不均一変形領域が現れる。それは旧粒界近傍の比較的大きな幅のブロックに対応している。(図1(a)矢印)

図2は、不均一変形したブロックの最大幅を通り、近接の旧粒界に垂直となる断面で得られたプロファイルである。変形が進行するに従って、最初に形成された段差は大きくなっている。またパケット中の数組のブロックと一緒に凹んでいるが、そこでは大きな段差は形成されていない。従って、塑性変形開始点においては、大きな幅のブロックに塑性変形が局所的に集中すると考えられる。

今後は、不均一変形と疲労などの各種破壊メカニズムとの関係を明らかにしていく。

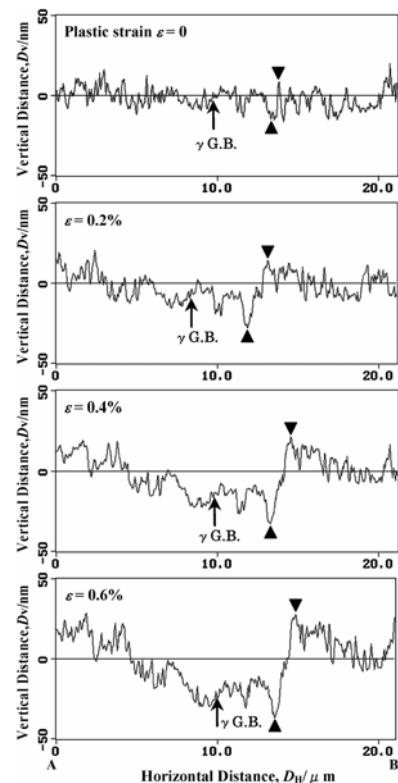


図2 図1(a)-(d)中の破線同一場所における断面プロファイル。大きな段差が図1 矢印のブロックに形成されている。

4. センター便り

秋篠宮同妃両殿下が超鉄鋼研究センターをご視察

秋篠宮同妃両殿下は、平成 15 年 10 月 14 日（火）につくば国際会議場で開かれた「第 6 回アジアデザイン国際会議」の開会式にご臨席されたあと、当機構をご視察されました。

両殿下は午前 11 時過ぎに職員の出迎えを受けて当機構にお着きになりました。まず玄関ロビーに設置されている展示室において、岸理事長が約 10 分間にわたって機構研究概要について説明しました。その後、両殿下は組織制御棟に移動され、長井超鉄鋼研究センター長の先導で超鉄鋼展示スペースや実験装置をご視察されました。

展示スペースでは、まず、両殿下が興味を持たれているリサイクルとエネルギー課題に係る「リサイクル鉄の超鉄鋼化」と「火力発電用耐熱鋼」の研究に関する展示物をご覧頂きました。ストリップキャスターで製造した 0.1%リンを含む 3mm 板厚のコイルとコイルから試作したガードレールをご覧になりながら「リンが入ると何が悪いのですか」（殿下）、「強さはどうなるのですか」（妃殿下）など興味を持って質問されました（写真上）。また、耐熱鋼研究では、保護皮膜で水蒸気酸化が抑えられることに特に関心を示されました。

実験室への移動の途中では、独法成果活用研究の成果と鉄の歴史コーナーをご覧頂きましたが、「ヨーロッパの鉄作りと日本古来の鉄作りは何が異なるのですか」（妃殿下）と立ち止まってご質問になりました。

実験設備としては、2 軸加工装置と磁場中加工熱処理装置をご覧頂きました。「2 軸加工装置は鍛冶屋さんのアイデアを現代圧延技術に生かしてみようと考えた圧延機で、上下のロールを 10 度交差させて圧延することによって、今までにない性質の金属が出来ます」という説明に対して、「温

度は何度ぐらいで圧延するのですか。どんなメリットがあるのですか。」などのご質問を頂きました。磁場中加工熱処理装置では、宗木主席研究員の操作ディスプレイについての説明を聞かれながら、金属組織への磁場の効果やクリープ寿命の目標値などについて質問されました（写真下）。

このように 25 分間にわたって組織制御棟をご視察になり機構を後にされましたが、私どもの研究活動を熱心にご覧頂き大変光栄でした。今回の機会が得られましたのも皆様の日頃からのご支援の賜と思っております。どうか今後ともご指導ご鞭撻をお願い致します。

（超鉄鋼研究センター 副センター長 津崎 兼彰）



フロンティアサークル - 任期を終えて -

任期を終えて

耐熱グループ 岡田 浩一

超鉄鋼プロジェクトの 1 期から 2 期にかけての 3 年間、耐熱鋼の研究に参加させて頂きました。長時間のクリープ試験を行う耐熱鋼研究では 3 年というのはあっという間で、まだまだ研究を続けたいというのが本音です。これまで、様々な成果があがっておりますが、将来 NIMS 開発鋼が発電プラントに採用されることを夢に見ながら、今後企業の立場から超鉄鋼研究をサポート出来ればと思っております。最後に、お世話になりました皆様に感謝申し上げます。

（住友金属工業株式会社 総合技術研究所 鋼管研究開発部）



10 月の出来事		今後の予定	
H15.10.8-13	IUMRS-ICAM2003 (パシフィコ横浜)	H15.11.21	NIMS フォーラム 2003
H15.10.11-13	日本金属学会・日本鉄鋼協会秋季講演大会 (北海道大学)	H15.11.25	(東京ビックサイト 国際会議場)
H15.10.14	秋篠宮同妃両殿下御視察		腐食シンポジウム (NIMS)