

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 2 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 2 月号 (通巻第 66 号)

目次

1. 使われてこそ材料である
三菱重工業株式会社 長崎研究所 技監・主幹研究員 増山 不二光 1
2. TOPICS 低変態温度溶接材料を用いた高張力鋼溶接継手の耐環境性評価
溶接グループ 銭谷 哲、耐食グループ 西村 俊弥 2
3. TOPICS 表面 pH 分布測定による鉄鋼材料の腐食特性評価
材料研究所 腐食解析グループ 野田和彦 3
4. センター便り ミレニアム超鉄鋼フォーラム報告
冶金グループ 花村 年裕 4

1. 使われてこそ材料である

三菱重工業株式会社 長崎研究所 技監・主幹研究員 増山 不二光

平成 9 年 4 月に発足した超鉄鋼材料(新世紀構造材料)プロジェクトは第 1 期の 5 年間で終了し、現在第 2 期の初年度が過ぎようとしています。このプロジェクトの発足のときを思い返せば、その後の 6 年間の進歩がいかに大きく、また、世界の鉄鋼材料研究にいかに関与したかが分かります。これを評価するのに、まだ、6 年しか経っていないのに、これだけの予算でよくここまで、という人もいだろうし、もう 6 年も経ったのだから、また、これだけの予算があったのだから、という人もいだろうと思います。しかし、国家プロジェクトでありながら、これまでにない独自の研究体制で、低成長、地球環境の時代を支える重要な鉄鋼材料研究の課題を的確にとらえ、しかも明確な数値目標をかざして研究を進めてきていることは高く評価されてよいと考えます。

ところで、色々な仕事において経験されることですが、最初の意気込みがあるうちはとんとん拍子にはかどるのに、そのうち飽和曲線のように時間、努力の割になかなか成果が出なくなったり、難しい壁に突き当たって途中で投げ出したり、というようなことがあります。また、期間が長くなると途中で目的と手段が分からなくなって、本来の目標から遠ざかったところで無駄な努力を積み重ねるといふこともあります。第 2 期に入ったこのプロジェクトではこれを克服して最終目的にたどりつくのが重

要で、リーダーや研究推進者の力量が問われるところではないかと思えます。

このプロジェクトの最終目標は、無限の研究課題が残された鉄鋼材料自体を深く追求しながらも、“超鉄鋼”を“新構造”として使えるようにすることです。実際の使用者にはならないかもしれませんが、材料が使用されることの重大さは材料開発研究者も認識しておくべきだと思います。材料の特性は実験室で測定、観察されたものがすべてではなく、製造された材料が歪や熱で加工された後の特性や、苛酷な化学的、物理的、力学的環境下での特性の変化とその機械、構造物への影響などについての知識も重要です。どんなに良い材料が開発されても使われない例は無数にあります。使用されるまでには技術的な理由ばかりではない、無理難題が山積しています。これを乗り越えて使われるようになるのは、むしろ設計者、工作者の懸命な努力と使用者の理解、協力があるからであり、それを得て始めて、“使われてこそ材料である”を実感するでしょう。



2. TOPICS

低変態温度溶接材料を用いた高張力鋼溶接継手の耐環境性評価

- 成分的ミスマッチ継手の大気腐食挙動を基礎的に解明 -

溶接グループ 銭谷 哲
耐食グループ 西村 俊弥



背景と目的

低変態温度溶接材料は、その溶接金属が室温近くの低温でマルテンサイト変態するよう成分設計されたもので、変態に伴う体積膨張により溶接部に圧縮残留応力を導入でき、高張力鋼アーク溶接部の疲労強度改善や耐低温割れ性向上に効果がある。このため、今後、橋梁等への適用が期待される。

しかし、上記溶接材料を用いた継手が屋外環境で雨等に晒される場合、その腐食特性が問題となる可能性がある。現状、上記溶接金属はCrとNiを各10%前後含む高合金設計で、合金量が数%に満たない高張力鋼とは大きな化学成分的ミスマッチが生じる。このため、溶接金属と母材間で電池が形成され、母材側にガルバニック腐食が発生する懸念がある。

そこで、本研究では、従来ほとんど明らかになっていない成分的ミスマッチを有する継手の大気腐食挙動を基礎的に検討し、低変態温度溶接材料を用いた溶接継手の耐環境性検証を試みた。

乾湿繰返促進腐食試験

溶接金属のCr、Ni量を種々変化させた溶接継手(母材:JIS SM490)から平板試験片を採取し、温度30℃、湿度60%の恒温恒湿槽内で、0.5% NaCl水溶液を12時間おきに試験片表面に滴下、乾燥させる促進腐食試験を行った。

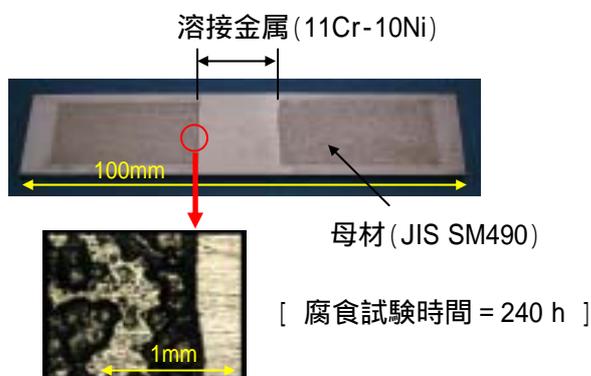


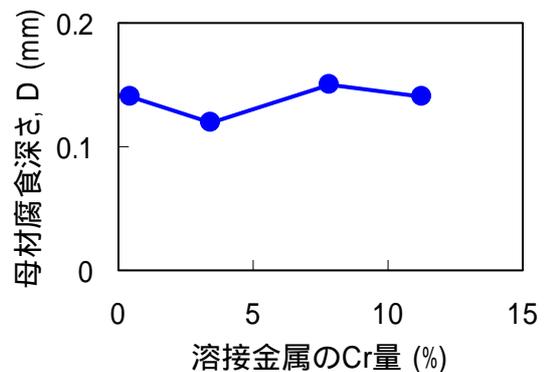
図1 促進腐食試験後の試験片の一例

図1は腐食試験後、表面錆を除去した試験片の一例である。試験片中央の溶接金属部分はCr、Ni量の増加とともに腐食されなくなる様子が顕著に現れたが、母材部においては溶接金属のCr、Ni量が変化しても腐食形態に大きな差は見られなかった。図2は溶接金属と母材の境界(ポンド)近傍における母材の腐食深さを測定した結果であるが、溶接金属の合金量によらず、母材の腐食深さは約130μmでほぼ一定であった。この値は母材と溶接金属の面積比が4:1~1:10の範囲においてほぼ同等であり、ガルバニック腐食に影響すると言われる面積比効果も認められなかった。

ガルバニック腐食が発生しないメカニズム

母材腐食量が溶接金属の化学成分や面積比に影響されず、顕著なガルバニック腐食が発生しない原因は、乾湿繰返環境では乾燥過程で母材表面に比較的密着した錆層が形成されることにあると考えられる。錆層が形成されると母材地金と錆層との酸化還元反応で母材地金の腐食が生じ始める。その腐食速度は今回試験条件下でのガルバニック腐食速度に比べ非常に大きいことが、表面錆のある母材の分極特性等から確認できた。

以上の結果、母材表面に錆が形成されるような屋外大気環境であれば、低変態温度溶接材料を用いた継手にガルバニック腐食は発生しない可能性が得られた。今後は実環境に近い条件で評価を行う予定である。(屋外暴露試験実施中。)



3. TOPICS

表面 pH 分布測定による鉄鋼材料の腐食特性評価

- 超鉄鋼材料の耐食性評価におけるマイクロ解析として -

材料研究所 腐食解析グループ 野田 和彦



腐食現象解明のための多階層解析

腐食現象は材料と環境に存在する原子、分子、イオン同士が複雑に反応した結果、マクロサイズの現象として発現、進行するものである。そのため腐食現象の解明には、ナノ・メゾ・マクロの多階層解析が要求される。暴露試験をなどのマクロ解析、AFM(原子間力顕微鏡)による表面電位分布測定などのナノオーダー解析により、超鉄鋼材料開発の多くの指針が既に得られている。ここでは、その中間階層的解析(マイクロ解析)として表面 pH 分布測定による低合金鋼の耐食性評価の一例を紹介し、その有効性、妥当性を説明する。

光走査型化学顕微鏡による表面 pH 分布測定

従来の pH 測定にはガラス電極を用いる方法が一般的であるが、pH の位置情報の精度良い測定は困難である。光走査型化学顕微鏡(SCHEM)による測定では、高い空間分解能(ミクロンオーダー)が得られ、かつ溶液の攪拌が生じないため pH 分布測定が可能である。また、pH 値の分解能も高く、高精度に数値化できるばかりか、反応過程を経時的に追跡できるその場測定(in-situ)も可能になる。SCHEM による表面 pH 分布測定の様式図を図1に示す。半導体および絶縁体からなる pH 測定用センサーの絶縁膜側に電解質(溶液あるいは寒天)を介して試料をセットし、半導体表面にレーザー光を照射する。半導体特性として得られる、レーザー照射による増感電流(光電流)とバイアス電圧の関

係から試料表面の pH を決定する。レーザー光を走査することで、試料表面の2次元的な pH マップも作成できる。試料表面の pH 分布を連続測定することで pH 分布の経時変化が得られる。具体例として、Ni 添加および Cr 添加低合金鋼の大気腐食初期過程における表面 pH 分布を測定し、少量添加元素の耐食性におよぼす影響を調べた。

低合金鋼の局部腐食性におよぼす合金元素の影響

Ni 添加鋼においては表面の pH 変化は小さく、また pH の特異なサイトも観察されなかったことから、Ni 添加による腐食抑制効果が高いことおよび全面的な腐食形態を有することが考えられる。一方、図2に示すように Cr 添加鋼においては2h後に、局所的な pH の低下が見られ、Cr 添加が局部腐食性を高めることがわかった。Cr 添加鋼においては、溶解した Cr の加水分解により pH が著しく低下することで、局所的な pH 低下および局部腐食形態を有することが示された。このように SCHEM による表面 pH 分布測定は、大気腐食環境における腐食挙動をミクロに解析し、腐食機構を解明する手段として有効であることがわかる。

現在この手法を、表面処理鋼板のガルバニック腐食解析、ステンレス鋼の局部腐食性評価、組織制御傾斜機能材料の耐食性評価など鉄鋼材料の多くの腐食現象解明に適用中である。

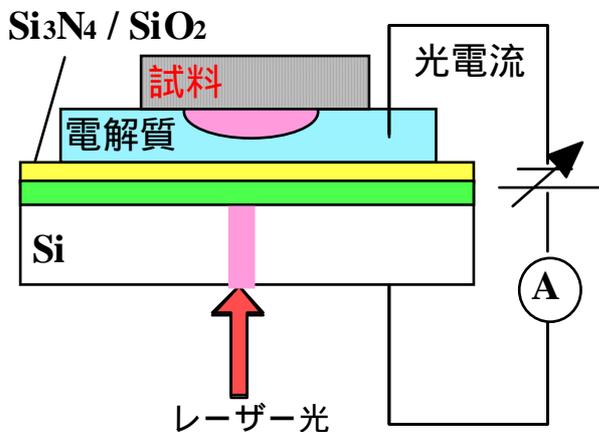


図1 光走査型化学顕微鏡の原理図

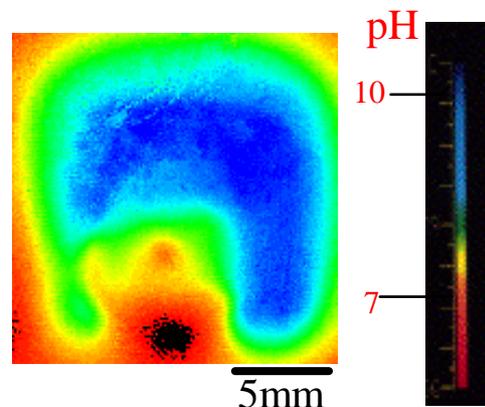


図2 Cr添加鋼の大気腐食模擬環境中における2h後のpH分布

4. センター便り

ミレニアム超鉄鋼フォーラム報告

ミレニアム超鉄鋼フォーラムとして第1回「自動車および家電に関するリサイクル材料技術」ワークショップが去る平成14年12月16日に物質・材料研究機構、千現地区、本館第一会議室で開催されました。香川大・国重和俊教授による「リサイクルと自動車用鋼板の材料特性」、名古屋大・石川孝司教授による「自動車部品の鍛造技術と組織制御」、さらに物質・材料研究機構・超鉄鋼研究センターからミレニアムプロジェクト「リサイクル鉄の超鉄鋼化」研究説明が報告され、活発な議論がなされました。

「リサイクルと自動車用鋼板の材料特性」では、1) リンが入るとシャルピー衝撃試験においてセパレーションが増えるとのデータについて、それがリンの偏析または集合組織の発達どちらに起因するのか、2) 粒界において炭素とリンとのサイトコンペティションは成り立つのかどうかに関心が集まりました。

「自動車部品の鍛造技術と組織制御」では、1) 表面処理を含めた鍛造加工材の将来展開について、2) 1 μ m 粒鋼を得るために必要な700~500の温度範囲で歪を2以上加える技術は将来的に実用可能かどうかという突込んだ議論がなされました。

「リサイクル鉄の超鉄鋼化」については、棒鋼の表面処理で期待される効果、リン、硫黄、銅、錫の添加量が0.1%という根拠、メカニカルアロイ等による他の手段による結晶粒微細化との関係について等多くの質問・意見が出され、ミレニアムプロジェクトの今後の発展にとっての有益な助言が得られました。最後に、長井超鉄鋼研究センター長より、本プロジェクトは鉄鋼協会の活動などと連携を図りオールジャパンで取り組んでいくべきテーマであるという姿勢が示されました。



(冶金グループ 花村 年裕)

フロンティアサークル - STX-21 に従事して -

材料科学への道

元住友金属工業(株)総合技術研究所
川口喜昭



STX-21は第2期に入ってすでに1年、新しい成果が生まれているようです。しかし、個々の研究者にとっては、このプロジェクトの終了後もそろそろ考えに入れる時期のように思われます。10年にわたるSTX-21は鉄鋼という類まれな材料の様々な特性をあらためて提示するはずで、それを次の時代のシーズとみなして鉄鋼技術を「材料科学」として再生する、そういう方向が若い研究者によって進められることをポストSTXとして期待しています。

受賞報告

井上 忠信(冶金グループ)は、「せん断付与圧延による圧延鋼板の特性」に対して平成14年12月25日、社団法人 日本塑性加工学会から日本塑性加工学会 優秀論文講演奨励賞を戴きました。

1月の出来事		今後の予定	
H15.1.21	超鉄鋼フォーラム(耐熱鋼)	H15.1.23	「自動車材料技術の将来展望 - エネルギー・環境・安全問題の克服に向けて」 ワークショップ
		H15.1.29	超鉄鋼フォーラム(高強度耐食鋼)
		H15.3.27-29	日本鉄鋼協会・日本金属学会春期講演大会(千葉大学西千葉キャンパス)
		H15.6.24-25	第7回超鉄鋼ワークショップ(つくば国際会議場)