

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 15 年 12 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 12 月号 (通巻第 76 号)

目次

1. 超鉄鋼プロジェクト研究への期待
東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授 月橋 文孝 1
2. TOPICS 暴露試験による遅れ破壊評価技術の検討
金相グループ 松門 克浩、秋山 英二 2
3. TOPICS 微細粒高強度耐候性鋼の創製
耐食グループ 西村 俊弥 3
4. センター便り 5th Workshop on HIPERS-21 参加報告
超鉄鋼研究センター 川口 勲、小林 能直、西村 俊弥、原 徹、戸田 佳明
人物紹介 (新人) 4

1. 超鉄鋼プロジェクト研究への期待

東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授 月橋 文孝

超鉄鋼研究センターのプロジェクトの評価委員ということもあり、定期的な評価委員会や超鉄鋼ワークショップなどで折に触れて超鉄鋼研究センターの研究成果を聞かせていただいています。成熟したといわれる鉄鋼の研究・製造プロセスに、新しい概念を吹き込んで可能性を追求し、着実に成果を挙げているようで、長井センター長をはじめとする研究センターの皆さんのアクティビティーには目を見張るものがあります。

従来、鉄鋼は、「早く、安く、いいものを、大量に」造るというエンジニアリングとしてはある意味で理想的な特徴あるプロセスで製造される材料として、我が国は世界の先進国として鉄鋼技術を発展させてきました。しかし、地球環境問題が重要となるにつれて、「環境に調和した」というキーワードの具現化が鉄鋼製造プロセスに課せられています。その意味で、リサイクル鉄鋼の利用は避けて通れない道となっています。

その中で、これまでにない新しい発想により、従来にない性質を発現し超鉄鋼製造を達成するということが不可欠になります。鉄鋼製錬研究をこれまで行ってきた私の目から見れば、リサイクルされた鉄鋼中に含まれる不純物は除去して無害化するというのが当然の発想としてあるのですが、別の新たな観点から、含まれているものは積極的に利用して、悪

玉不純物元素から善玉元素への転換という発想は簡単に浮かんできません。プロジェクト中での組織制御によるりん、銅などの不純物元素の有効利用という発想は、従来の高温プロセス研究者だけではなく浮かびません。鉄鋼中の嫌われものであった非金属介在物も、うまく利用して、組織制御に利用するといった研究・開発も行われており、発想の転換とその実行が必要となっています。

そのためには一つの分野だけでなく、多岐分野の研究者による共同目標達成研究が必要であり、鉄鋼研究においても例えばプロセス研究と材料研究の共同目標研究が必要です。その点で、超鉄鋼研究センターのプロジェクト研究では、多様な姿を見せる鉄鋼に対して新しい柔軟な発想で対応しているように感じます。

今後、さらに応用開発・実用化を目指して、いろいろな分野を守備範囲とする多くの研究者が集まっている超鉄鋼研究センターでは、新しい概念の発想とその具現化へ向けての進展を図ることができるかと期待しています。



2. TOPICS

暴露試験による遅れ破壊評価技術の検討

- 大気腐食環境における超高力ボルトの吸蔵水素量評価 -
金相グループ 松門 克浩、秋山 英二



背景と目的

鋼の高強度化における最重要課題のひとつに、遅れ破壊の克服が挙げられる。遅れ破壊は水素脆化割れの一つであり、使用中の環境において吸蔵される水素により破断が起こる現象である。遅れ破壊は材料強度が高いほど少量の鋼中水素で発生しやすくなるため、現在では強度が120kg/mm²以上の鋼は遅れ破壊の危険を伴うと考えられている。

遅れ破壊の発生の有無は、使用環境下での水素吸蔵量(H_E)と割れ発生限界水素量(H_C)との比較により評価できると考えられるが、鋼の実使用環境下での水素吸蔵挙動についてはいまだ不明な点が多い。ここでは、超高力ボルトの暴露試験から得られるデータをもとに、実使用環境下での水素吸蔵特性と遅れ破壊発生確率との関係を明らかにする取り組みについて紹介する。

NIMS-建築研-日本鉄鋼連盟の共同研究

現在われわれは日本鉄鋼連盟(旧鋼材倶楽部)、(独)建築研究所とともに、超高力ボルトの性能評価法の開発に関する共同研究を実施している。本共同研究は、先述の H_E と H_C との比較値を指標とする超高力ボルトの遅れ破壊性の評価法の確立を目標としている。本研究での暴露試験の特徴は、実際とほぼ同等の使用条件下でのボルト(M22)の遅れ破壊発生確率と吸蔵水素量データの取得を行っている点であり、このような暴露試験はこれまでにほとんど実施されていない。

本共同研究はH9 - 13年度の第1期(建築研-鋼材

倶楽部の共同研究、NIMS はオブザーバー参加)を経て、現在は第2期(NIMS-建築研-日本鉄鋼連盟の共同研究)に入っている。

暴露試験による超高力ボルトの遅れ破壊評価

図1は第1期における暴露試験(H11.11-)の遅れ破壊発生の結果である。鋼種(ポロン鋼、SCM435)、強度、暴露環境(つくば、沖縄)により遅れ破壊発生数と発生時期が異なることが確認できる。しかし本暴露試験におけるボルトの吸蔵水素量は0.05ppm以下と、吸蔵特性を議論する上では不十分であった。

第2期(H14-16年度)の暴露試験では、実使用環境下での水素吸蔵挙動、特に暴露初期からの水素吸蔵挙動の経時変化(季節依存性など)の解明に重点を置いている。このため、1~3ヶ月という短いスパンでの水素吸蔵量評価を実施するとともに、水素トラップとして作用する塑性歪がボルトに導入される塑性域締め(第1期では弾性域締め)での暴露試験(H15.6-)を採用し、水素吸蔵の挙動をより明瞭に捉える試みを行っている。図2に、第2期における暴露試験の試験体設置状況を示す。試験体のマーキングにあるLおよびSの記号は導入歪量(L:2%およびS:5%)を示している。

まとめと今後の展望

第2期の暴露試験に関して、現在既に約3ヶ月間のデータが蓄積されており、実使用環境における超高力ボルトの水素吸蔵挙動が明らかになりつつある。今後、データ蓄積を継続するとともに、鉄鋼協会、建築学会などで研究の成果を公表する予定である。

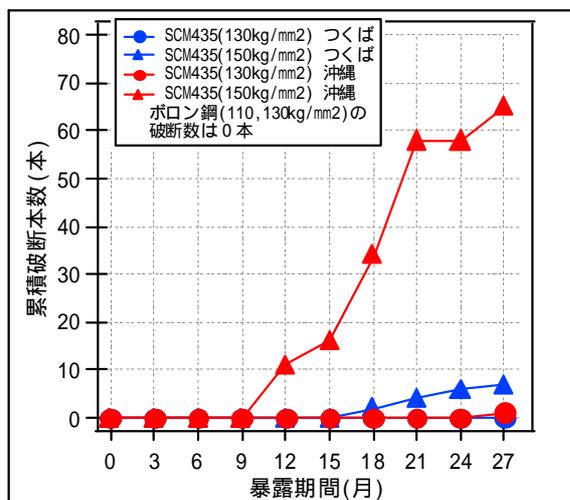


図1 第1期共研暴露試験における高力ボルトの遅れ破壊発生状況



図2 第2期共研暴露試験の試験体設置状況(建築研究所;つくば市)

3. TOPICS

微細粒高強度耐候性鋼の創製

- LCA、LCC に対応した高強度高耐食鋼の開発 -
耐食グループ 西村 俊弥



背景と目的

今後日本では、橋梁等の維持費削減が必須であり、大気環境で防食的な鉄さび層を形成する耐候性鋼が LCC の観点から着目されている。また、海浜地域の使用のために耐食性を高めた Ni 添加型耐候性鋼が開発されている。しかし、Ni は高価であり省資源の観点 (LCA) から代替元素が求められている。プロジェクト第 1 期では、耐候性の観点から熱力学的解析により Si と Al が Ni と同様な複合鉄酸化物を形成することを見いだした。また、強度向上の観点から結晶粒微細化技術を確立している。第 2 期では、これらシーズをあわせて**強度と寿命が共に 2 倍の微細粒高強度耐候性鋼 (ファクター 4 鋼) の創製を試みている。**

微細粒高強度耐候性鋼の特性

高 Si 高 Al 添加鋼を溝ロール圧延機により棒材に温間圧延した。600 で累積断面減少率 90% の圧延で、結晶粒径が 1 μm の微細粒組織が得られた。**一般に高 Si 高 Al 鋼の靱性は著しく低い**が、**結晶粒微細化により驚異的に靱性を改善することが可能である。**

図 1 に供試材の強度 (降伏強度:MPa) - 腐食量マップを示す。促進腐食試験において炭素鋼の腐食量を 100% と仮定した相対腐食量を求めると、供試材は、比較鋼の 1%Ni 鋼および 3%Ni 鋼の中間の耐食性を示しており、**0.2mdd(mg/dm²/day) 程度の海浜地域でも使用可能**と推定される。また、微細粒化と Si と Al の固溶効果により降伏強度を 700 から 900MPa 以上にまでに作り込める。

腐食試験後にさび層の断面を EPMA で観察すると (図 2)、Al および Si はさび内層に濃化していることが判明した。そこで、EPMA の特性 X 線解析によりさび中の Al および Si の状態解析を行い、Al および Si はそれぞれ 3 価、2 価の状態で鉄酸化物に取り込まれていることが分かった。つまり、Al-Si 系の複合鉄酸化物がさび下層に緻密に形成することにより、Cl イオンの透過を防いで高耐食性を発揮する機構が判明した。

このように、供試材は、強度、靱性、耐食性に優れており、今後、溶接性も含めて各特性の機構解明の観点から総合特性の向上を計って行く。

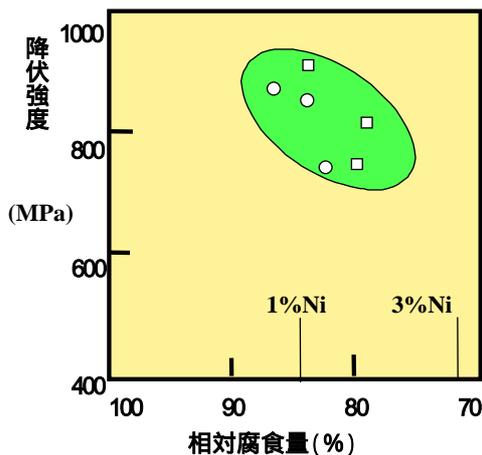


図 1 開発材の降伏強度 (MPa) - 腐食量マップ
開発材の降伏強度は、700-900MPa、耐食性は、1%Ni 鋼と 3%Ni 鋼の中間レベルを示す。

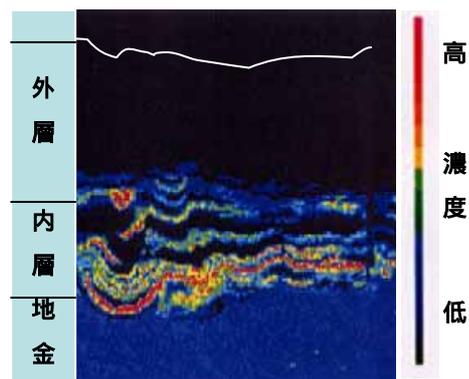


図 2 鉄さび断面の Al の分布 (EPMA)
Al はさび内層に濃化している。Si も同様であり、Si-Al 系複合鉄酸化物が内層に形成されて、高い耐食性を有している。

4. センター便り

5th Workshop on HIPERS-21 参加報告

標記ワークショップが8月25～26日に韓国・浦項製鉄所(POSCO)で開催されました。POSCOを中心に進められているHIPERS-21(High Performance Structural Steels for 21st Century)プロジェクトは、昨年度で第1期(5年)が終了し、ワークショップはその報告会を兼ねたものです。基調講演4件、技術講演12件、ポスター発表34件が行われ、その大部分はHIPERS-21プロジェクト第1期の成果報告でした。私たちの他、中国、イタリアから来られた方を含め、100名ほどが参加しました(写真1)。

POSCO Tech. Res. Lab.のWung-Yong Choo氏の基調講演といくつかの技術講演、ポスターによれば、同プロジェクト第1期では、特に以下の研究で優れた成果を収め、今年から始まっている第2期にて実用化を目指すようです。

- ・ 歪誘起動的変態による微細粒鋼の製作
- ・ TiNによる溶接HAZでの粒成長の抑制
- ・ 多電極高速溶接システムの開発
- ・ 微細粒鋼と高延性鋼のflexible-stiff混合構造体
- ・ 2相組織により遅れ破壊を抑制した1300MPa級高強度ボルト材の開発
- ・ Caを添加した海洋環境での耐候性鋼

講演のいくつかは、NIMSをはじめ日本で開発された解析・評価法が参照されており、日本の研究が十分に検討されていることが伺えます。また、コストや大型化、製造プロセスを最

初から考慮した研究が多く、一部には工場での生産や実機への応用を目指した大型化の研究が既に始まっており、試作品が会場の玄関ホールおよび玄関脇に展示してありました(写真2)。

NIMSからは長井センター長、津崎副センター長が、超鉄鋼研究センター(SRC)における最近の研究活動、および産学官共同研究の効果的推進プログラム「超微細粒薄板の創製とその自動車への利用」について報告しました。また、SRCの5グループから各1人が参加し、それぞれの研究成果をポスターで発表しました。多くの方に興味を持っていただき、活発な議論を行いました。特にポスター発表では、若い研究者から多くの質問をいただき、私たちの研究ノウハウや情報を、少しでも多く吸収しようとする意気込みが感じられました(写真3)。

講演後のプラントツアーでは、5基の高炉と多くの工場が並ぶ製鉄所内をバスでまわった後に、初出鉄30周年を記念して、今年7月に創られたばかりのPOSCO博物館を見学しました(写真4)。創業計画、工場建設、初出鉄と、豊富な資料と効果的な展示を使って、POSCOの歴史が分かりやすく説明されていました。初心を忘れず、常に世界をリードし続けようとするPOSCOの気概にあふれていました。

(超鉄鋼研究センター 川口 勲、小林 能直、西村 俊弥、原 徹、戸田 佳明)



人物紹介 (新人)

仙波 潤之

10月1日付で超鉄鋼研究センター耐熱グループに赴任致しました。マルテンサイト系耐熱鋼のクリープ変形・変形組織解析に取り組んでおります。世界水準のクリープ研究のメッカ、物質・材料研究機構で研究に携わる機会を頂き、大変誇りに感じております。機構内外の幅広い分野の研究者の方々との交流を通じてポテンシャルアップを図るとともに、超鉄鋼研究の活性化に少しでもお役に立てるよう微力ながら取り組んで参りますので、どうぞ宜しくお願い致します。

(耐熱グループ STX 派遣研究員 住友金属工業株式会社から)



11月の出来事		今後の予定	
H15.11.11-13	2nd International Symposium on Ultrafine Grained Structures (ISUGS) (オーストラリア)	H15.11.21	NIMS フォーラム 2003 (東京ビックサイト 国際会議場)
		H15.11.25	腐食シンポジウム (NIMS)