

# 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 9 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 9 月号 (通巻第 73 号)

## 目次

1. A future of new microstructures and new products  
Prof. Warren M.Garrison Jr., Carnegie Mellon University, U.S.A. 1
2. TOPICS 促進腐食試験による耐候性鋼の耐食性評価  
耐食グループ 黒沢 勝登志 2
3. TOPICS 高 Cr フェライト系耐熱鋼中に生成する粗大 BN 系介在物  
耐熱グループ 櫻谷 和之 3
4. センター便り 第 7 回超鉄鋼ワークショップ参加報告  
ワークショップ実行委員会委員長 塚本 進 4

### 1. A future of new microstructures and new products

Prof. Warren M.Garrison Jr., Carnegie Mellon University, U.S.A.

First I would like to thank the organizers of the conference for inviting me. This trip gave me a chance to visit the University of Hokkaido and the Tokyo Institute of Technology. Former classmates of mine at Berkeley (Tetsu Mohri, University of Hokkaido and Yoshi Mishima, Tokyo Institute of Technology) are doing well but seem to have a few gray hairs.

One of the impressions I had about the conference was the size of conference and the attendance by materials scientists from countries other than Japan. On the first day of the conference I estimated the conference had about 500 attendees. The actual count was 411 attendees. The attendance of the conference was impressive. These 411 attendees came from 9 countries. It would appear that the conference was able to attract a large number of attendees from around the globe.

Based on the technical presentations and the posters, I felt that most of the work was highly original and being carried out in some depth. While some of the work was directed towards the understanding of processes, much of the work was directed towards the development of extreme microstructures and extreme compositions. The development of ultra-fine grain size is one extreme microstructure. An example of an extreme composition would be the addition of palladium to improve the creep performance of 9 to 12 chromium steels. Almost as much effort is being

accorded to research activities to produce these extreme microstructures in a cost effective way. For example, theoretical calculations suggest that some, if not all, of the palladium in the high chromium steels can be replaced by nickel. An



example of a work which could have a large economic impact would be the studies of steels which have large amounts of impurities which are costly to remove; the goal of this work is to see if for some steels larger amounts of impurities can be tolerated without impairing properties.

One of the most interesting things about the conference was the large number of poster presentations and the unusually high quality of work represented on the posters. Talking with the poster presenters, it would appear that all of them are young. Such a large number of young metallurgists with an interest in the physical metallurgy of steels bodes well for the Japanese steel industry. However, I do not know whether the poster presenters were all post-docs or if some were graduate students at universities. I would hope that some research is being done by graduate students in universities.

## 2. TOPICS

### 促進腐食試験による耐候性鋼の耐食性評価

- 腐食量の経時変化と生成したさび層の特性 -

耐食グループ 黒沢 勝登志



#### 背景と目的

耐食性評価を迅速に行うため、従来から促進腐食試験が用いられているが、耐候性鋼と炭素鋼の腐食量が等しいなど自然環境における耐候性鋼の特徴を示さない。耐候性鋼としての特性は、湿潤と乾燥の繰り返しや、雨水による表面洗浄などによってはじめて発現することが知られている。本研究では、発現因子を模擬するような促進腐食試験方法を開発し、また、生成したさび層の特性を解明するためにさび層に残留した塩素量、さびの結晶成分などについて検討してきた。

#### 耐候性鋼の腐食量と表面状態

図1は、従来の腐食試験(水洗無)と自然環境を模擬した試験(水洗有)結果を比較したものであり、腐食量の経時変化を示す。また、試験後の耐候性鋼の表面観察結果を示してある。水洗有の場合、時間とともに腐食量の増加速度(曲線の傾き)が小さくなり、自然環境のそれと相関している。また、生成したさび層は、田園地帯で生じたさび層と外観やち密性が類似している。しかし、水洗無の場合、曲線の傾きがほとんど変化せず、また、粗雑なさび層が生じた。

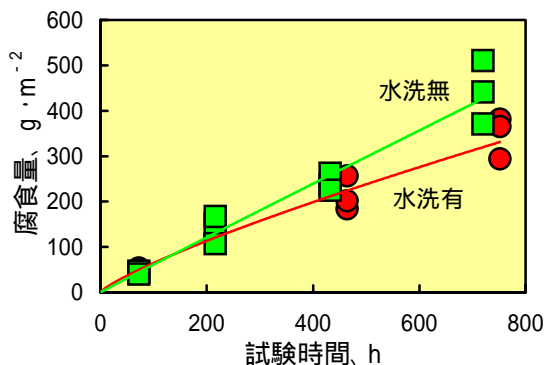


図1 塩水噴霧 0.5h + 乾燥 6h + 湿潤 1h + 水洗 0.5h(無水洗は湿潤 1.5h)を1サイクルとし、約750時間試験した。水洗有の場合、腐食量の経時変化が、自然環境中の腐食量変化と相関している。さび層の表面は、チョコレート色であり、ち密で密着性がよい。

#### さび層の表面観察と残留塩素

このように、水洗の有無が腐食に影響を及ぼすことから、さび層中の塩素イオンが腐食量やさび層の特性に変化を与えるものと考えられる。実際、水洗有の場合、試験後さび層中に塩素イオンが検出できないが、水洗無の場合検出された。すなわち、迅速な耐食性評価のためには腐食促進剤として塩素イオンは有効である。しかし、さび層に残留した場合には粗雑なさび層を形成して耐食性向上に寄与しない上、自然環境のさび層と相関しないことが判明した。

#### 生成したさび層の結晶成分

図2は、X線回折によって定量分析した耐候性鋼のさびの結晶成分を示す。水洗有の場合、結晶質量比は時間とともに減少する傾向にあり、非晶質物質が増加するが、水洗無の場合逆の傾向を示した。

屋外で生じた耐候性鋼のさび層は、非晶質物質がさび層と金属素地の界面に蓄積し、耐候性鋼の特性を発現する重要な因子となる。このため、さび層中に非晶質物質が多ければ耐食性向上に寄与するものと考えられる。図2からは、水洗有の場合、さび層中に非晶質物質が多く生成して非晶質層を形成し、腐食進行を阻害したため腐食量が少なくなったものと推定される。

現在、促進試験で生成したさび層の特性を精査し、耐食性向上機構を解明するため実験的検討を行っている。

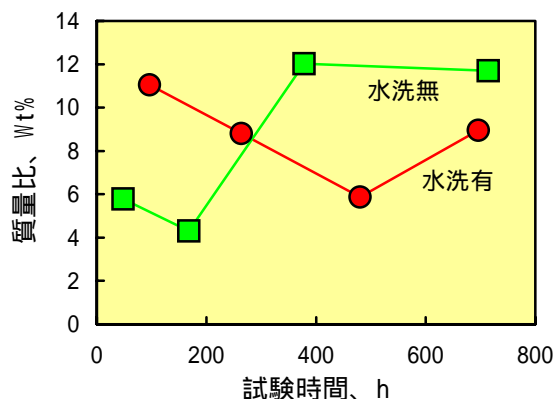


図2 耐候性鋼に生成したさび結晶の質量比を示す。水洗有では結晶成分が試験時間とともに減少する傾向にあり、水洗無では増加する。また、非晶質(X線回折で検出できない物質)は、水洗有の場合時間とともに増加する傾向を示している。(試験条件は図1と同じ)

### 3. TOPICS

## 高Crフェライト系耐熱鋼中に生成する粗大BN系介在物

- 破断面のSEM観察による耐熱鋼中のBN介在物の挙動解析 -  
耐熱グループ 櫻谷 和之



#### 背景と目的

近年開発された高強度フェライト系耐熱鋼には、クリープ特性を改善する目的で合金元素としてホウ素(B)が数10ppm、窒素(N)が数100ppm程度添加されている。しかし、鋼中でのBの存在形態やBの及ぼす影響については不明な点が多い。本研究では、Bの挙動を解明する研究の一環として、延性破面を観察して窒化ホウ素(BN)系介在物の分布を評価する新しい手法によって、BN系介在物の生成消滅挙動を検討してきた。

#### 耐熱鋼試料の破断面SEM観察

耐熱鋼材より3.6mmの丸棒を切り出し、更に2mmまで切り欠いたエッジ部を作り、この部分を室温で繰り返し曲げにより破断し、破面のSEM観察を行い、試料中に観察された介在物のEDS分析を行った。図1は火力発電所の主蒸気管用に使用されている耐熱鋼(10.5Cr-1.9W-0.3Mo-0.2V-0.06Nb-0.003B-0.06N)より作製した試料についての結果である。この耐熱鋼では、数 $\mu\text{m}$ にまで成長した粗大なBN系介在物が多数見られ、それらが集合体を形成していた。それぞれの介在物はEDS分析により窒化ホウ素であることが確認できる。これらのBN系介在物は、この耐熱鋼を再溶解し、凝固する際に速い冷却速度の場合には生成されないことから、粗大なBN

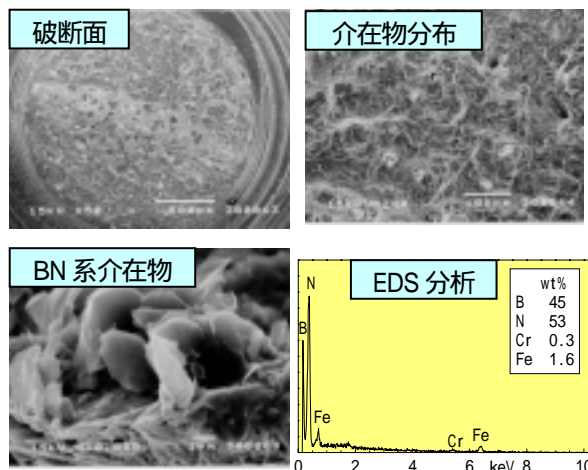


図1 耐熱鋼試料の破断面と破断面での介在物分布及びBN系介在物のSEM観察とBN系介在物のEDS分析結果を示したものである。この試料では、数 $\mu\text{m}$ のBN系介在物の集合体が観察された。

系介在物の生成は冷却速度に関係している。また、これらの粗大なBN系介在物は、1150までの温度で長時間熱処理しても、消失することはないが、1200では、時間の経過と共に消失傾向が見られ、更に、1250まで温度を上昇すると、短時間(30分以内)で消失することも確認された。したがって、これらの実験結果より、破面で観察される粗大なBN系介在物は、鑄造後の耐熱鋼インゴットの冷却過程あるいは、高温での鍛造・熱処理中に生成するものと考えられる。

#### 粗大BNが生成するBとNの濃度範囲

すでに開発された、あるいは開発中のいろいろな濃度のBとNを含む高Crフェライト系耐熱鋼について、その破断面のSEM観察より、1 $\mu\text{m}$ 以上に成長した粗大なBN系介在物が存在するかどうかを示したのが、図2である。この図より、粗大なBN系介在物は、B濃度が0.001%以上、N濃度が0.02%以上の濃度範囲で生成することが分かる。

現在、このような粗大なBN系介在物の耐熱鋼の材料特性への影響や耐熱鋼中のBの挙動についての詳細を実験的に検討している。

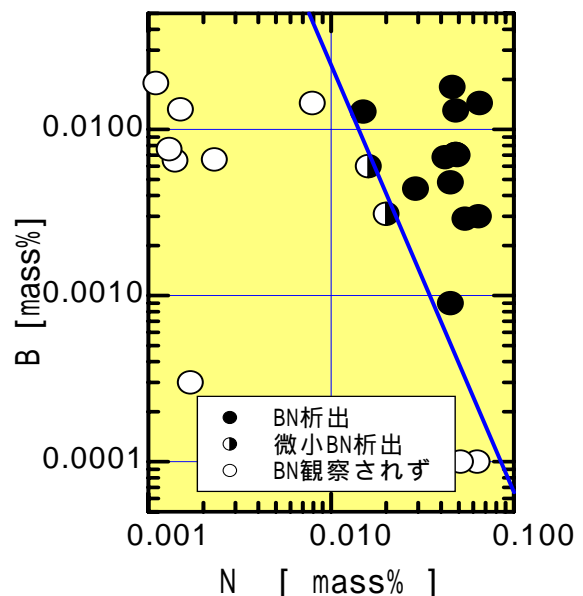


図2 いろいろな濃度のBとNを含む高Crフェライト系耐熱鋼の破断面のSEM観察によるBN系介在物の有無を表したもので、Bが0.001%以上かつNが0.02%以上の組成のときに、粗大なBN系介在物が生成することを示している。



## 4. センター便り

### 第7回超鉄鋼ワークショップ開催報告

標記ワークショップが、6月24日(火)、25日(水)、つくば国際会議場で開催されました。今年は、「使える材料、活かす新構造」を主題として、12のセッションで講演会と討論が行われました。当日はあいにくの雨模様でしたが、9カ国から400名を超える多数の皆様にご参加いただきました。

基調講演では、「鉄鋼技術研究の世界動向」をテーマとして、ドイツ、アメリカ、日本から、各国における主要プロジェクトや重要技術研究課題の現状と展望について講演をいただきました。最後に、SARS問題のため参加を辞退されました中国 CISRI の Dr. Dong から、代読による講演と来年上海で開催される第2回 ICASS の紹介が行われました。

今年から概要集が英文表記となったポスターセッションでは、国内外から116件(内 NIMS 発表64件)の発表がありました。より国際的となり、熱心な討論が行われていました。

本ワークショップの大きな特徴は、専門分野の異なる皆さんが一堂に会して、様々な視点から共通の課題について議論する点にあります。普段学協会では決して顔を合わさない方達と学際的な議論を行ったり、領域の異なる研究者・技術者が、いかに役に立つ材料を創り、使いこなすかについて議論することができます。もちろん、ある学問領域における深い議論を行う場も設けています。

今年もこのような観点から、5つの技術討論会(日

本語セッション)と5つの研究要素討論会(英語セッション)を企画しました。新たな試みとして、2つのセッションを学協会と共催で開きました。いずれも本ワークショップの主題に非常にマッチしたセッションを企画していただきました。共催いただきました日本鋼構造協会並びに溶接学会溶接冶金研究委員会に深く感謝すると共に、今後もこのような試みを是非続けていきたいと考えております。

従来、技術討論会はメーカーとユーザーの対話の場として日本語でセッションを行ってきました。今年はこれに近い内容の英語セッションも試みてみました。世界最先端の実用化技術が紹介され非常に有意義でしたが、英語で議論を盛り上げるためには、さらに一工夫必要なようです。また、標準化やデータベース、技術移転などの話題も新しいテーマとして取り上げました。

いずれのセッションでも、講演者の皆様から非常に興味深い講演が行われました。ただ、総合的な討論の時間が必ずしも十分ではありませんでした。来年はこの点を反省し、ゆとりを持ったセッションを企画したいと考えております。

超鉄鋼ワークショップは、ここでしか聞けない、ここでしか議論できないようなユニークな会合を目指しております。皆様の忌憚のないご意見とご協力を、今後ともよろしく願いたします。

(ワークショップ実行委員会委員長 塚本 進)



7月、8月の出来事		今後の予定	
H15.7.3	ブラチスラバ溶接研究所と MOU 締結 (スロバキア)	H15.8.25-26	第5回 HIPERS-21 ワークショップ (韓国)
H15.7.6-11	国際溶接学会 IIW (ルーマニア)	H15.10.8-13	IUMRS-ICAM2003 (横浜)
H15.7.7-11	THERMEC (スペイン)	H15.10.11-13	日本金属学会・日本鉄鋼協会秋季講演大会
H15.7.29-31	サイエンスキャンプ 2003	H15.11.5-8	The 2 <sup>nd</sup> Int. Workshop on ECOMATERIALS
H15.8.6-8	平成 15 年度茨城県中学生ミニ博士コース	H15.11.25	腐食シンポジウム