

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 17 年 7 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

05 年 7 月号 (通巻第 95 号)

目 次

1. 技術の「位(くらい)」
(独)物質・材料研究機構名誉顧問 岡田 雅年 1
2. TOPICS ESPI システムの溶接への適用
溶接グループ 目黒 奨、村松 由樹 2
3. TOPICS Submicrocrystalline Ferrite by Severe Plastic Deformation
Andrey Belyakov and Yuuji Kimura, Physical Metallurgy Group 3
4. センター便り 超々臨界圧火力発電用超鉄鋼材料に関する日中シンポジウム開催報告
耐熱グループ 仙波 潤之、宗木 政一 4

1. 技術の「位(くらい)」

(独)物質・材料研究機構名誉顧問 岡田 雅年

本号で STX-21 ニュースは第95号を迎えている。創刊号(奇妙にも第0号扱い)以来7年10ヶ月、超鉄鋼プロジェクト誕生以来の成長の記録に思える。私も当事者として所信のようなものを過去数回本欄で述べているが、このような年月を経て外部の立場から寄稿できるに至ったことを大変幸いに思い、僭越ではあるがこのプロジェクトを推進し、また支援してきた方々に深く感謝申し上げたい。本年3月に日本鉄鋼協会から西山賞を受賞するという身に余る栄に浴し、プロジェクト設立時の状況の一片について「ふえらむ」7月号の記念講演記録に残すことができた。そこでも STX-21 ニュース本欄を引用している。初期には各方面のリーダーの方からの期待やプロジェクト担当者の抱負を多く記載しているが、ここ数年は教育、研究、生産の立場から深い経験に基づいた味わいのある貴重なご示唆が続々寄稿されており、今になって不勉強に気付くこともあるが手にするのを楽しみにしている。TOPICS2題とセンター便りもよく研究内容と活動を記していると思う。

ここまで書くと今回は寄稿者である私としては「何か」を述べねばならない。はじめに、最近気になっていることで関係者がおられたらご容赦頂きたいが、鋼鉄製橋梁工事をめぐる談合やビス認定書偽造(直接ビス強度ではないが)などが社会のニュースになることである。このような話は「使われ

てこそ材料」を掲げ新材料を研究する大方の人々に心地よいものではない。技術の「位(くらい)」は大事にしたい。もう一つは別な話で超鉄鋼に限らず周知のことだが、優れた研究支援者(広く解釈して)が減少し加えて後継の育成ができないことである。現在外注可能でもいざれ委託先でも同様な事情が起こるであろう。国のレベルで議論されていると思うが、問題を大きく一般化しても解決に近づかないようにも考えられる。目下、筑波で小規模でも上手いシステムが実現できないか(NIMSのOB有志にも参加を願い)研究中であるが、何分初めての私製プロジェクトなので勝手が違い行き先は未だ不明である。

以上は一例であるが手短かに言えば、社会基盤に深く関わる側面を持つことから見ると、所謂「科学技術」から「技術」を分離して扱うことは時には重要と考える。加えて21世紀の課題と言われている「環境・資源」を扱う「技術」に「意欲ある若年層」を惹き付けるには、「(超)熟年層」も知恵を働かせて役立とうというのが結論である。



2. TOPICS

ESPIシステムの溶接への適用

溶接グループ 目黒 奨
村松 由樹



はじめに

溶接継手の加熱冷却途上における変位分布の挙動を知ることは、継手の信頼性を確認する上で重要である。しかしながら、これは従来のひずみゲージ等を用いる接触法では極めて困難である。そこで、レーザの干渉を利用した非接触測定法であるESPI(Electronic Speckle Pattern Interferometry)システムを用いて溶接途上における変位の2次元分布をその場測定し、数値計算結果と比較した。さらに、溶融池形状とその周辺の変位分布を測定したので併せて報告する。

相変態挙動の検出結果

今回用いた試験片は幅60mm、長さ120mmで、ESPIの測定範囲はその中央部の40x40mmとした。試験片表面の中央部をGTA(gas tungsten arc)で長手方向に線状加熱し、同時に裏面の変位分布を測定した。加熱線長さは60mm、加熱時間は30秒である。図1に9%Ni鋼の加熱途上と冷却途上における変位分布のESPI測定結果と数値計算結果を示す。図中の赤矢印は加熱線の位置と方向を、赤い領域は右、青い領域は左に向かう変位を示す。加熱途上の熱源通過に伴う収縮と、冷却途上の測定範囲全体でのほぼ一様な収縮の様子が

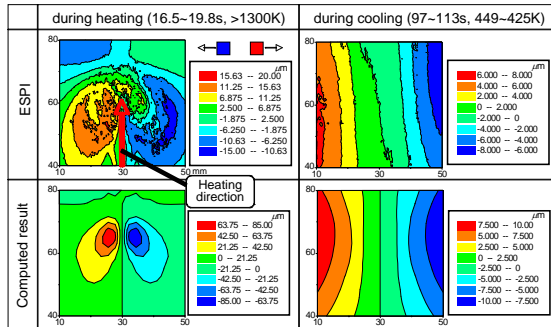


図1 9%Ni鋼の加熱途上と冷却途上における変位分布のESPI測定結果と数値計算結果

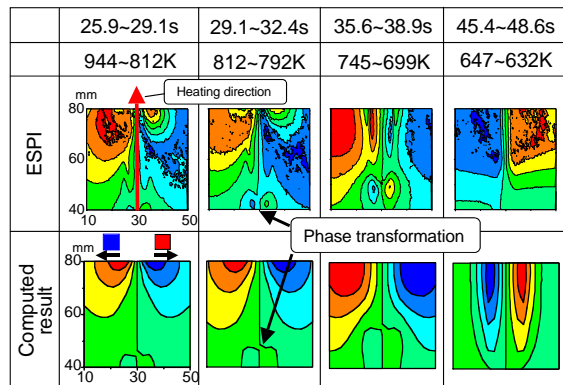


図2 9%Ni鋼の変位分布の時間変化

見られ、定性的な傾向は測定結果と計算結果で一致する。しかし、変位量については特に熱源周辺で差があり、計算に用いる物性値の更なる検討が必要である。図2は加熱終了直前から一様な収縮に至る間の変位分布の時間変化で、図中の黒矢印で示す部分が相変態膨張によって押されて生じた変位である。この領域は時間の経過に伴い下部から上部に移動する。これは、冷却の開始時期が下部ほど早く、試験片内で相変態開始温度に到達する時期に差が生じるためである。さらに、**ESPI測定結果と数値計算結果の比較では、変位分布の定性的な傾向はおおむね良い一致を示すことが明らかとなった。**

これらのことから、溶接部における変位挙動の2次元分布の測定と相変態の検出にESPIシステムが適用可能であることが明らかとなった。

溶融池形状と周辺の変位分布

溶融池形状やその周辺の変位挙動を知ることは溶接施工上重要であるが、特に周辺の変位については測定された例がなかった。そこで、今回ESPIシステムを用いて測定を試みた。図3に9%Ni鋼の加熱途上の変位分布測定結果を示す。上はレーザの干渉により生じる変位の等高線図で、下は変位分布図である。上図の楕円状で黒色の箇所が溶融池である。また、周辺部は溶融池から離れるほど低温で変形抵抗が大きく、外側へ向かう変形が拘束される。したがって、この測定結果は膨張が変形抵抗のない溶融池に向かっていている様子を

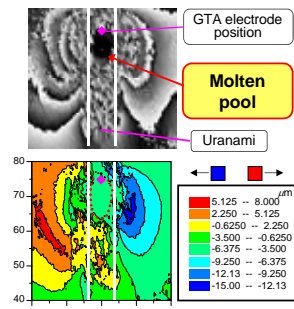


図3 9%Ni鋼の加熱途上の変位分布

を示すものと考えられる。このように、従来ひずみゲージ等の適用が難しく測定が不可能であった**溶融池周辺部の変位挙動が、ESPIシステムによって初めて測定可能となった。**

今後の展望

ESPIシステムを用いて溶接途上の変位の挙動を2次元の場として捉えることが可能となった。今後は本システムを引張試験や衝撃試験に適用して継手の局所的な変位とひずみの測定を試み、更なる結果を用いて数値計算の精度向上を図る予定である。

3. TOPICS

Submicrocrystalline Ferrite by Severe Plastic Deformation

Andrey Belyakov and Yuuji Kimura, Physical Metallurgy Group



1. Deformation Microstructures under Large Strain Processing

Several processing techniques, such as mechanical milling, torsion under high pressure, equal channel angular pressing, etc., providing large strain plastic working have aroused a great interest among materials scientists and metallurgical engineers as specific methods for development of ultra-fine grained structural metals and alloys with a grain size of submicron scale. Since the most of processing methods mentioned above were multiple techniques based on changing (or reversing) the strain path for each cycle, they were rather difficult for practical applications. The present study was focused on the deformation microstructures, which could be obtained by conventional processing methods providing large strains, namely bar rolling and swaging. Two steels, i.e. an Fe-22%Cr-3%Ni with a coarse-grained ferritic microstructure (transverse grain size of about 700 μm) and an Fe-18%Cr-7%Ni with a fine-grained martensitic microstructure (subgrain size of 0.23 μm and a fraction of high-angle boundaries of 50%), were selected as starting materials. Deformation to moderate strains about 3 resulted in the evolution of ribbon-like substructures (Fig. 1), which were typical of conventional cold-worked ones. Then, the severe plastic deformation led to a break down of the ribbon-like (sub)grains by transverse (sub)boundaries, resulting in the evolution of many ultra-fine (sub)grains. Therefore, microstructure evolution in the both steels could be characterized by the development of somewhat elongated (sub)grains with a final transverse (sub)grain size about 0.1 μm . However, a refinement of initial microstructure significantly accelerated kinetics of the change of almost all microstructural parameters during the processing.

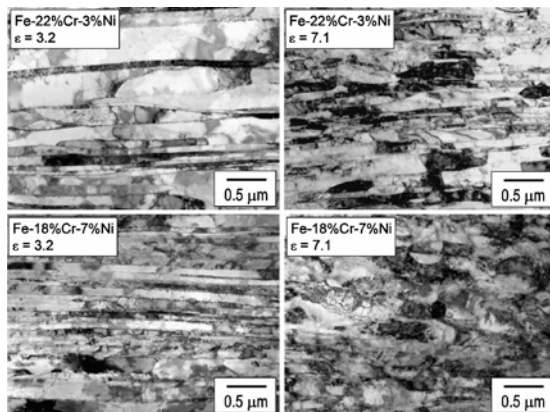


Fig. 1. Deformation microstructures in ferritic stainless steels after bar rolling/swaging to different strains (ϵ)

2. Effect of Initial Microstructure

Upon cold working, the steel with initial martensitic structure demonstrated much faster deformation response, i.e. the strain hardening, H_v , decrease in the transverse (sub)grain size, d , and increase in the number fraction of high-angle (sub)boundaries, HAB, (Fig. 2). After fast work hardening at an early deformation of the Fe – 22%Cr – 3%Ni steel, the hardening rate decreased, leading to gradual increase in the H_v with further deformation to strains as large as 7.1. On the other hand, the cold deformation of the Fe – 18%Cr – 7%Ni steel was characterised by continuous work hardening until strains around 3, where the H_v approached saturation and did not change remarkably at larger strains. The strain dependence of the d and the HAB clearly correlated with the strain hardening. The d smoothly reduced down to about 100 nm and the HAB increased to 75% in the Fe – 22%Cr – 3%Ni steel with deformation within the studied strain range, while those in the Fe – 18%Cr – 7%Ni steel reached the same critical saturation values at strains around 3. In other words, using the initial fine-grained martensitic microstructure, it was possible to attain the steady-state-like deformation behaviour during cold working to relatively small strains above 3.

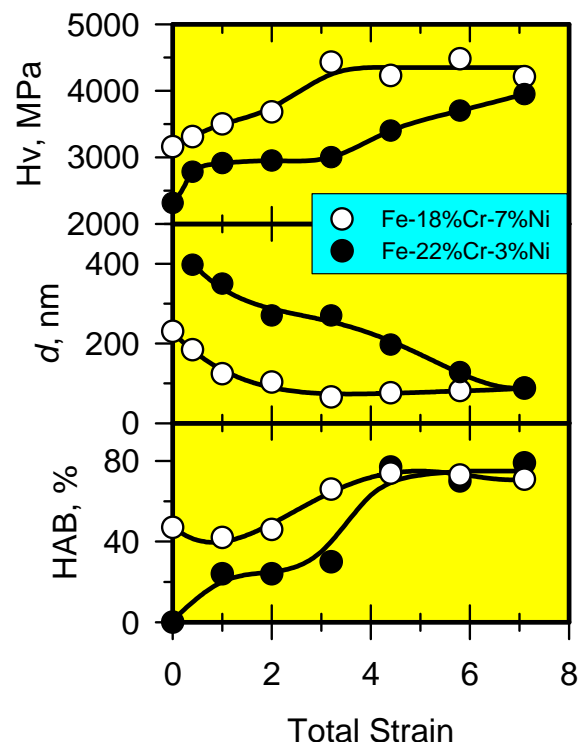


Fig. 2. The strain effect on the hardness (H_v), the transverse (sub)grain size (d) and the fraction of high-angle boundaries (HAB).

4. センター便り

超々臨界圧火力発電用超鉄鋼材料に関する日中シンポジウム開催報告

超々臨界圧(USC)火力発電用超鉄鋼材料に関する日中シンポジウム(Symposium on USC Steels for Fossil Power Plants 2005)が、平成17年4月12、13日に北京で開催されました。本国際シンポジウムは、超鉄鋼研究センターとMOUを締結している中国鋼鉄研究総院(Central Iron & Steel Research Institute, CISRI)とで共同企画し、開催されたもので、蒸気温度と圧力を高めた高効率の火力発電であるUSC発電プラント用の耐熱鋼及び耐熱合金について最新のデータを基に討論が行われました。参加者は、中国、日本を中心としてイタリア、米国、韓国からのあわせて約80名でした。

中国からは電力事情の現状とUSC発電への展望、USC発電用耐熱鋼の材料選択についての考え方、12Crフェライト系耐熱鋼の改良を目指した組織と機械的特性におよぼす添加元素の影響と溶接熱影響部の組織に関する基礎的検討、Ni基超合金の改良等に関して発表が行われました。日本からはNIMS超鉄鋼研究センターおよび材料基盤情報ステーションより8件講演し、NIMS開発9Cr耐熱鋼の成分設計思想及びクリープ強度向上メカニズム、BN介在物の制御、磁場中熱処理を活用したクリープ強度向上、700 以上で適用可能な新耐熱鋼のクリープ強度と組織、長時間クリープ破断強度の低下とその予測精度の向上に関する報告を行いました。米国からは、Ni基超合金の強度と組織、イタリアからはUSC用耐熱鋼の強度と機械的特性、韓国からは高B添加10/12Cr鋼の組織と熱間加工性及び、クリープ強度におよぼすCuの影響についての報告があり、各講演とも質疑応答時間を大幅に超過しながら活発な議論が行われました。また、総合討論でもフェライト系

およびオーステナイト系耐熱鋼のクリープ強化機構と組織や長時間クリープ強度などに関して細部にわたる議論が行われ、先行する日本、欧米の研究成果を貪欲に吸収しながら耐熱鋼の開発・実用化を強力に推進しようとする中国側の意気込みが伺えました。

中国においては経済発展に伴って増大する電力需要や豊富な石炭供給を背景にUSC発電に対する期待が高まっています。必要となる材料開発についてはCISRIが中心的役割を果たしていますが、耐熱鋼に関する研究はようやく緒に就いたばかりであり、合金設計に対する指導原理や長時間クリープデータとその解析に関してNIMSへの非常に大きな期待を感じました。

本シンポジウムの直前に北京で大きな反日デモが行われるなど中国における対日感情の悪化が懸念される中での開催となりましたが、本シンポジウムならびにCISRIとの研究討論は非常に活発かつ友好的な雰囲気で行われました。またBanquetでは中国式「乾杯」で何度もグラスを飲み干しながら大いに友好を深めました。今回の国際シンポジウムを礎に耐熱鋼分野においても当センターとCISRIの良好な協力関係に発展させ、国際協力・理解の一助になればと願う次第です。また、同じく火力発電プラントの蒸気条件高温化への動きが加速している韓国を含めて日中韓の連携を深め、USC発電プラント用耐熱鋼の研究開発および実用化を推進し、エネルギー・環境問題の観点から重要な課題となっている火力発電プラントの高効率化に貢献していきたいと考えています。

(耐熱グループ 仙波潤之、宗木政一)



会場における討論風景



CISRI 耐熱鋼研究者と共に

7月の出来事・行事		今後の予定	
H17.7.8	第185回西山記念技術講座 (神戸西山記念会館)	H17.8.21-24	The Conference of Metallurgists (COM 2005) (カルガリー、カナダ)
H17.7.20-21	第9回超鉄鋼ワークショップ (つくば国際会議場)		