

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16年4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

04年4月号 (通巻第80号)

目次

- | | | |
|---|--|---|
| 1. 応用研究で基礎を鍛える | 超鉄鋼研究センター センター長 長井 寿 | 1 |
| 2. TOPICS 超狭開先アーク溶接法の厚板継手への適用 | 溶接グループ 中村 照美 | 2 |
| 3. TOPICS Nanohardness Distribution and Its Microstructure Dependence in Tempered Martensitic Steel | Physical Metallurgy Group, Jinxu Li, Takahito Ohmura and Kaneaki Tsuzaki | 3 |
| 4. センター便り 「第二回日中自動車材料ワークショップ: AMES2004」報告 | 超鉄鋼研究センター 副センター長 津崎 兼彰 | 4 |
| フロンティアサークル - 任期を終えて - | | |

1. 応用研究で基礎を鍛える

超鉄鋼研究センター センター長 長井 寿

超鉄鋼研究センター三年目の始まりに、改めて初心を振り返ります。『任期中課題』として、1) 基礎をより発展させるシーズ応用の実践、2) 驚異的な装置ポテンシャルの最大限活用、3) 次代を担う人材の育成、4) ナンバー1戦略の肉付け、さらに『センター将来像』として、1) 国際的な協調と競合をリードし、シーズとニーズをマッチングさせる中核、2) ナンバー1となり、さらに20年後もトップたることをあげました。

商品化研究チームを先導役として、シーズ応用のキーとなる「ものづくりリンク」、すなわち素材、加工、組立などの産業連携を可能なところから作りはじめ、今ではその取り組みがセンター全体に波及しております。いずれも民間各位のご理解を得てのことと改めて感謝申し上げます。2004年度はまさにその果実を現実のものとしていく勝負の年でこれが最大課題です。

昨年度、超鉄鋼利用企画を推進するために「プロトタイプ化推進チーム」と、装置の最大限活用を念頭に置いた「技術開発チーム」を立ち上げました。前者は「耐震・耐食・軽量橋梁モデル」プロジェクトを土木研究所、鋼構造協会と共に推進していく中核として活動しております。広範な方々の参画なしにはこのプロジェクトの発展はありえません。後者は超鉄鋼研究センター独自のものづくり基礎力を強め、内部だけでなく外部の方にも活用していただくため

の一步を踏み出した段階です。

5研究グループのミッションはより一層鮮明にしなければいけません。それぞれが国家戦略的に分担すべき基礎分野で先鋭化した力量を発揮できるようにすることが課題です。その中で若手が大きく成長することが望まれています。30余名の顔がそれぞれ光るようにしたいと強く思います。

国際規格戦略の重要性が指摘されています。材料情報基盤ステーション等と歩調を合わせ、アジアを中心とした国際共同研究ネットワークの構築に踏み出すタイミングです。欧米ともよく交流・情報交換し、また重要な国際研究集会を企画し、ひとつずつ成功させていく活動も引き続き進めていきたいと思っております。

世界をリードできる成果を持続的に生み出せる力を材料研究者として身に付けていくためには、エンドユーザーとの結びつきをより一層強めるべきです。超鉄鋼と他の素材との複合化なども視野に入れた柔軟さを持って、対話を深めていきたいと思っております。『常在戦場』の心意気でお会いできることが楽しみです。



2. TOPICS

超狭開先アーク溶接法の厚板継手への適用 溶接グループ 中村 照美



狭開先化による小入熱化の狙い

超狭開先アーク溶接での狙いは、アーク熱源をレーザー溶接のように板厚方向へ線状熱源化し、かつ小入熱化することである。

このような視点から数Hzの低周波パルス電流波形により、アーク発生位置を板厚方向に周期的に揺動して、アーク熱を分散させ、熱密度を低減する溶接方法を提案した。この制御方法によって、従来は施工が不可能とされていた継手開先幅5mm以下での超狭開先溶接を可能にした。

板厚25mmでの溶接における入熱量と開先面積の関係を図1にまとめた。ここで、溶接する両部材間に設ける溝を開先、その断面積を開先面積と定義する。厚板溶接においては二通りの考え方により溶接条件が選定される。一つは開先を埋め尽くすために溶接ワイヤの溶融量の確保を行うものである(溶着量指向型)。この時、開先面積に比例した入熱量が必要となる。もう一つは開先を埋めることよりも、溶込みを確保する(深溶込み指向型)ものである。現状サブマージアーク溶接施工で25mm厚では、11000J/mm以上の入熱が投与されており、これは開先面積によらない。一方、深溶込みが可能な小入熱溶接法としてレーザー溶接がある。この入熱範囲は(A)にプロットされる。

溶着指向型の従来狭開先溶接(図1(B))のさらなる超狭開先化により、超狭開先溶接の入熱量はレー

ザ溶接に近いレベルまで低減できた(図1(C))。

ちなみに、厚さ25mmの接合面を融点まで加熱する最小の入熱量は約500J/mmであり、これが極限の最小入熱量である。アーク熱源のさらなる線熱源化制御を推し進めることにより極小入熱溶接プロセスの開発を目指す。

25mm板厚材への適用

超狭開先化した厚板継手に、本制御技術を適用した。アーク入熱源点の板厚方向への上下揺動を大きくするため、ワイヤ送給速度を周期的に変動させる位相制御型超狭開先溶接法(ワイヤ送給速度変化と同期してパルス電流波形を制御する溶接法)を用いた。また、アーク力による掘り下げ作用を増強し、底部の安定な溶込みを確保するため、パルス電流の低電流(ベース電流)時に100Hz程度の中周波パルスを重畳した。これらの溶接条件は既開発の溶接プロセス数値シミュレータを用いて適正化したものである。開先底部に安定に熱を与え、かつ熱分散を適正化(線状熱源化)し、2パス溶接を可能にした(図1中の(C)、図2(A))。さらに、同様の制御法により19mm板の狭開先T型隅肉溶接継手においても両面1パスずつでの完全溶込み溶接を可能とした(図2(B))。

今後、溶接安定化などの検討を進め実用化を図る。

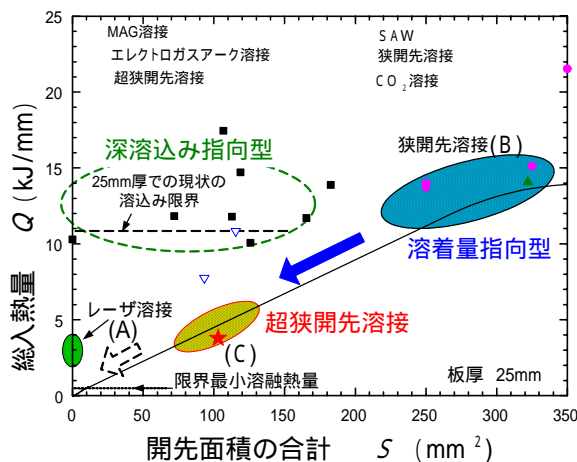
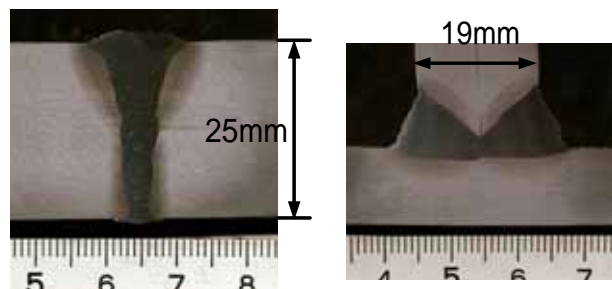


図1 厚板における溶接入熱と開先面積の関係



(A) 突合せ溶接継手 (図1(C)点)
(2パス溶接での総入熱量 3300J/mm)

(B) 完全溶け込み隅肉溶接継手
(19mm 隅肉溶接での総入熱量:1900J/mm)

図2 厚板の超狭開先溶接結果

3. TOPICS

Nanohardness Distribution and Its Microstructure Dependence in Tempered Martensitic Steel

Jinxu Li*, Takahito Ohmura and Kaneaki Tsuzaki

Physical Metallurgy Group (* JSPS Fellow; on leave from USTB, China)



Background and purpose

Evaluation of mechanical property in a small scale is essential for understanding mechanical behavior of bulk material. The microstructure of tempered martensitic steel is extremely fine and complex. Therefore, it is important to reveal the relationship between the microstructure and the mechanical property in a sub-micron scale. Nanoindentation technique makes it possible for measuring the mechanical properties in small volumes. In the present work, distribution of nanohardness for a tempered martensitic steel, SCM440 (0.4C-1.12Cr-0.17Mo; tempered at 673K), is evaluated and the relationship between the distribution and the cementite precipitation is discussed.

Hardness testing

Several peak loads from 250 to 2000 μN were applied by using a Berkovich indenter to perform nanoindentation. The standard deviation normalized by average nanohardness were remarkably large of 25.7, 24.7, 15.4 and 14.4 percent corresponding to the loads of 250, 500, 1000 and 2000 μN , respectively. In order to reveal the large distribution of the nanohardness, crystallographic orientation and carbide distribution were considered. **Figure 1** shows the nanohardness distribution of (a) the tempered martensite and

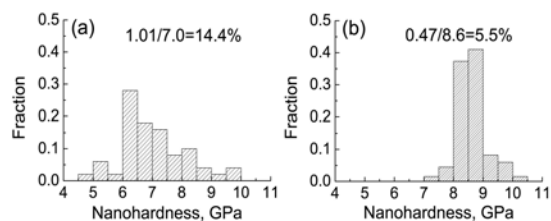


Fig.1 Nanohardness distribution tested at 2000 μN for (a) the tempered martensite and (b) tungsten single crystals in the sum of three surfaces. The equation inside each figure represents the ratio as a percentage of the standard deviation to its average value.

(b) the sum of the tungsten single crystals with three low surface indices of (001), (101) and (111) tested at 2000 μN peak load. The distribution of the nanohardness for the tempered martensite is much larger than that for the tungsten. This result indicates that the large distribution of the nanohardness of the tempered martensite does not result from the orientation but another factor such as carbide distribution.

Distribution evaluation

In order to clarify if the distribution of cementite particles has effects on the nanohardness distribution, the nanohardness of each indentation was picked out and compared to its location. **Figure 2** shows SEM micrographs taken from some local areas with different density of cementite particles after the nanoindentation test. The density of cementite particles was highest in the area shown in **Figure 2 (a)** and lowest in **Figure 2 (c)**, corresponding to the maximum and minimum average nanohardness of 12.3 and 5.1 GPa, respectively. **Figure 2 (b)** represents the area with a moderate cementite density and a moderate nanohardness value of 8.8 GPa. This result indicates that the distribution of the nanohardness is closely related to the distribution of the cementite particles in the deformed zone around the indent.

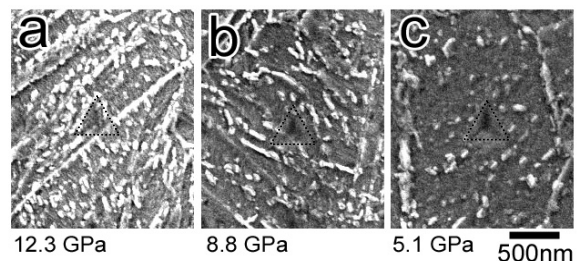


Fig.2 SEM micrographs taken from different local areas with (a) highest, (b) moderate and (c) lowest density of cementite particles for the tempered martensite after the indentation tests at peak load of 500 μN . The value below each figure represents the nanohardness corresponding to each indent located in the center.

4. センター便り

「第二回日中自動車材料ワークショップ: AMES2004」報告

標記の The Second Japan-China Workshop on Automobile Materials for Environment and Safety (AMES2004)を平成16年3月11日(木)に千現地区大会議室にて開催しました。中国鋼鉄研究総院と当センターは平成14年5月にMemorandum of Understanding (MOU)を締結しましたが、ワークショップはこのMOU締結にもとづく具体的協力活動事業であり、第1回は平成14年9月20日(金)中国上海市にて開催されました。

第2回となる本ワークショップでは、環境・安全と材料を主題として、環境負荷物質を使わない車づくり、リサイクル性向上のための車づくり、安全性向上のための車づくりと材料課題の観点から話題提供を頂き、中国及び日本が共通して取り組むべき課題を明確にしたいと考え企画されました。

中国側5件、日本側5件の合計10件の発表 (<http://www.nims.go.jp/Auto-WS2004/>)があり、意味深い討議がなされました。中国側の発表や質疑応答において注目された発言を順不同であげてみます。

「中国、日本、韓国の3国における鉄鋼生産量と自動車生産台数は現在世界の40%近くを占めている。ごく近い将来に50%に到達する。」「中国の粗鋼生産量は2005年に2.5億トンに達し、2010年には3億トンを上回るだろう。資源、環境問題が死活問題となる。」「(CISRI)、「自動車用鋼板の中国における生産量は100万トンに達するのに2002年までの12年かかったが、100万トンから200万トンへの増加は一年。燃費と安全性のために今後ますますハイテン生産が増える。」「Baosteelでのハイテンの80%はDual Phase鋼で、780MPa鋼までを生産している。」「(Baosteel)、「CO₂発生量、燃費に関する規制がEU

や日本で活発だが、中国でも燃費規制を検討中で2008年には適用予定。」「中国ではMgとAlの素材価格がほぼ同じ。政策的にMgの自動車への積極利用を推進している。」「(第一汽車)、「1390MPa級高強度ボルト(ADF1)を小型バスであるIVECOモデルA59.21に搭載、実車走行信頼性テストをパス。ADF1は昨年大量生産に入った。」「ADF1ボルトはQT後の冷間転造でねじ成形。圧縮残留応力を利用。金型寿命課題も克服。」「(YUEJIN Motors)、「ADF1鋼で1490MPa級ボルトを試作、2回のengine rig testをパス、降伏点締め条件での大気暴露を2002年5月から実施し現在まで破断事例なし。」「(CISRI)

このように中国では急速に生産が拡大している。資源・安全問題への対応として高性能材料の開発・応用が盛ん、また、深刻化する環境問題への対応で各種規制の法制化が進んでいるのが特徴です。

第3回AMESは2年後中国で開催予定です。両国共通の死活問題である資源・環境と安全をより深く検討するためには、環境や安全の専門家との連携を強化すべきと思います。

(超鉄鋼研究センター 副センター長 津崎 兼章)



中国鋼鉄研究総院のDONG Han氏の講演風景

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 種池 正樹

超鉄鋼プロジェクトの一期目の半ばから二期目にかけての4年間、耐熱鋼の研究に参加させて頂きました。赴任当初の新材料・指導原理の探索から始まり実用化の一手手前までの非常にやりがいがあり面白い期間の研究をさせて頂き大変幸せに感じております。また所内あるいは企業から派遣された世界水準の優秀な研究員の方々と交流を持つことができ、大変貴重な財産となりました。プロジェクトも総まとめの時期にさしかかりここからが正念場ですが、企業の立場から少しでもサポートできればと思います。最後にお世話になりました皆様に深く感謝致します。
(三菱重工株式会社 高砂研究所)



2月、3月の出来事		今後の予定	
H16.2.6	第54回白石記念講座 (神戸 西山記念会館 大ホール)	H16.3.17	MPA-NIMS Workshop (NIMS)
H16.3.11	日中自動車材料ワークショップ (NIMS)	H16.3.31-4.1	鉄鋼協会・金属学会春期講演大会 (東京工業大学 大岡山キャンパス)