

# 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

04年9月号 (通巻第85号)

## 目次

- |                                      |                           |
|--------------------------------------|---------------------------|
| 1. 2サイクルからリサイクルへ                     |                           |
|                                      | 大阪大学 接合科学研究所 所長 教授 野城 清 1 |
| 2. TOPICS 700 超級フェライト系耐熱鋼の開発         |                           |
|                                      | 耐熱グループ 宗木 政一 2            |
| 3. TOPICS スクラップ原料で35mm厚の超微細粒鋼板の試作に成功 |                           |
|                                      | 冶金グループ 井上 忠信 3            |
| 4. センター便り 技術開発チーム紹介 Part.1           |                           |
|                                      | 冶金グループ 岩崎 智 4             |

### 1. 2サイクルからリサイクルへ

大阪大学 接合科学研究所 所長 教授 野城 清

資源保護や地球環境保全の観点から材料のリサイクルへの取り組みが強く望まれているが、残念ながら、現状はリサイクルではなく、2サイクル、せいぜい3サイクルの場合が大部分である。2サイクル、3サイクルでももちろん使い捨てよりは望ましいが、究極の技術である真のリサイクル技術を確立することが科学者の使命であろう。

素材の高機能化とリサイクル性は相容れない場合がしばしば見受けられる。金属や高分子材料の機械的特性を向上させるために他の成分を複合化されることがあるが、その材料をリサイクルする際には複合化に用いられた他の成分が不純物となり、問題となってくる。

具体的には酸化物分散強化(ODS)合金や繊維強化型樹脂(FRP)があげられよう。ODS合金は、中・低温域におけるクリープ強度は結晶制御鑄造超合金に比べ低い、超高温における優れたクリープ特性と、高い腐食・酸化抵抗を有していることから、超高温用材料として期待されている材料である。部材としてのODS合金は用途が限られるため、分散して存在する酸化物は大きな問題として捕らえられていないが、汎用合金として広く使用されるようになるとリサイクル性が大きな問題として浮上してくるのは間違いない。また、樹脂などでは繊維の存在は言

うまでもなく、着色剤の添加ですら、リサイクルには支障をきたす虞がある。ペットボトルのリサイクルが盛んにマスコミをにぎわしているが、B to B、即ちボトル to ボトルのリサイクルは現状ではとても採算が合わない。そのため、通常、ペットボトルは成形品(洗剤ボトル・文具)、繊維製品(枕、スキーウェアなどのつめ綿/カーペット、軍手など)、包装材料(プリスターパック・中仕切りなど)に生まれ変わっている。このような状況はリサイクルではなく、2サイクルの世界である。

リサイクルを考えると素材に添加物を加えることなく、高機能化を目指すことが要求される。そのような観点から、組織制御による材料の高機能化に取り組んでいる超鉄鋼プロジェクトの成果が実を結び、より広範な分野への実用化の促進が多いに期待される場所であるが、溶接・接合の研究を行っている研究者の一人として、超鉄鋼材料の接合技術の開発が少し遅延気味に感ずるのは思い過ごしであろうか？

強度2倍、寿命2倍の超鉄鋼をその機能を損なうことなく、接合する技術を今までの2倍の努力で確立していただきたい。



## 2. TOPICS

### 700 超級フェライト系耐熱鋼の開発

- 炭素無添加マルテンサイト合金によるクリープ特性向上のさらなる挑戦 -
- 耐熱グループ 宗木 政一



#### 背景と目的

二酸化炭素の放出を抑えるエネルギー問題は、地球環境保全ためますます重要になっている。650 超級の高効率発電プラント用耐熱鋼及び耐熱合金の研究開発が日米欧で盛んに進められている。

炭素無添加マルテンサイト合金は、従来の高Crフェライト系鋼では不可能な700 以上の高温クリープ特性の向上が可能となり、適用範囲の拡大が期待されている(STX-21ニュース、2002年1月号)。

#### 高強度化の現状

図1は、炭素無添加マルテンサイト合金の700 から900 の応力 - 破断時間線図である。700 ,300MPa の約10h から200MPa の2554h、150MPaの10,741hへ応力の低下に伴い破断時間が大幅に延長した。そして曲線の勾配を外挿すると10万時間破断応力は120MPaに達するものと期待される。700 ,100MPaについては27,000hを経過し、安定なクリープ変形域に位置し、80MPaでは42,700hを経過していずれも試験継続中である。

750 も同様に300MPaの5.7hから200MPaの127.4h、100MPaの6,940h、そして60MPaの約17,000hへと応力低下に伴い、破断時間が大幅に延長した。800 と850 についても同様の傾向を示した。そして、900 も200MPaの0.25hから150MPaの3.6h、120MPaの29h、そして60MPaの235.9hであった。このように、本合金は700 から900 までの試験温度全域にわたり、急激な強度の低下はなく、応力 - 破断時間関係が非常に良好な材料であることが明らかとなった。

#### 熱サイクル試験による安定性

電力需要の昼夜の変動、週末変動が大きくなり、これらの変動の対応として火力プラントには、DSS(Daily Start Stop)運用の要請が高まり、熱効率向上に加えて運転性の向上が要求されている。すなわち、熱サイクル負荷に対応できる材料が必要となっているのが現状である。表1は、ストローク制御による応力負荷と200 と700-1000 の加熱 - 冷却を繰り返す熱サイクル試験の結果である。700-1000 の任意の温度に加熱、保持しストローク制御で0.1-1mmの伸びに相当する引張応力を負荷し、所定時間経過後200 まで冷却し、再び700-1000 の温

度に加熱負荷を行う熱サイクルを破断するまで繰り返し、100回経過後破断しないものをNFと表記した。この試験でオーステナイト系ステンレス鋼のType316は加熱上限温度750 、0.5mmのストローク負荷の繰り返し34回で破断した。同様に加熱上限温度が800 では14回で破断した。これに対し、炭素無添加マルテンサイト合金は、同一条件の100回繰り返しでは破断せず、900 で49回、1000 で2回、さらに800 の1mmストローク5回でようやく破断し、過酷な熱サイクル試験にも十分耐えられることが明らかとなった。

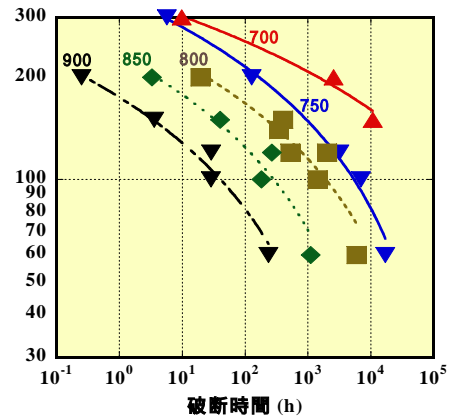


図1 応力 - 破断時間線図

表1 熱サイクル試験結果

Type 316	0mm	0.1mm	0.5mm	1mm
700	NF	NF		1
750	NF	NF	34	
800	NF	NF	14	

#### 炭素無添加マルテンサイト合金

	0mm	0.1mm	0.5mm	1mm
700	NF	NF	NF	NF
750	NF	NF	NF	NF
800	NF	NF	NF	5
900			49	
1000			2	

\* NF : 100回繰り返し試験後破断せず

表中数字 : 破断までの繰り返し数

### 3. TOPICS

#### スクラップ原料で35mm厚の超微細粒鋼板の試作に成功

- 数値解析シミュレーションを積極的に活用 -

冶金グループ 井上 忠信



#### 背景

結晶粒微細化の研究は、組織を微細にする研究から微細組織鋼の特性把握とその適用研究へと、研究ステージを進展させている。

小さなサンプルで結晶粒を超微細にできても、材料全体を超微細粒にすることは別の話であり、**特に既存の設備能力で超微細粒試料を大型化することは極めて難しいと言われていた。**冶金グループでは、これまでに微小試験片を用いた基礎実験(図1参照)により結晶粒超微細化の原理を解明し、この基礎原理を進展させ、大型材(2000年:18mmで50kgの棒鋼、2001年:18mmで20kgの鋼板)を試作してきた。しかし、造船、土木、建築などの分野では、今後の資源循環型社会に適した省資源かつリサイクル性に優れた25mm以上の大型高強度厚鋼板が望まれていた。

#### 数値解析の利用

「なぜ、これまで厚板の超微細粒鋼板が創製できなかったのか？」この問題を打破するためには、**既存の板作りをブレークスルーした考えが必要である。まずはこれまでの基礎研究で養われた解析技術を活かし、装置への負荷、組織の予測、鋼板形状という視点で超微細粒厚板を創製できる製造プロセスを数値解析シミュレーションで考案した。**しかし、この新プロセス方案を実証するためには大型プレス機とともに精緻な加工

工技術を必要とした。そこで、(株)日本製鋼所室蘭製作所に加工を委託し、同社の実生産設備である大型プレス機を用い、新プロセスを精度よく実現することにより、35mm厚の超微細粒鋼板の試作に成功した(図2参照)。

#### スクラップ原料の利用

今回の試作材は、あえてスクラップを原料とした連続鋳造材(王子製鉄株製)を用いた。スクラップ鉄のリサイクルは、我が国だけでなく世界においても今後の資源循環型社会形成や環境負荷低減において重要である。**考案した微細粒化プロセスは、スクラップ鉄からでも製造可能なことを民間の実機製造設備で実証した。**省資源かつリサイクル性に優れた高強度鉄鋼材料の実現を目的としている微細粒鋼の研究は、日本を始め、韓国、中国、EUで活発に行われている。その中で、常に先駆的な役割を果たしている日本にとって、スクラップ鉄を原料とした超微細粒鋼の製造は、これまでの目的に“スクラップ鉄を原料にする”ことをプラスした微細粒研究の新しい方向性を世界に発信したと言える。

今後は超微細粒鋼の様々な分野への利用実現に向けて、更なる大型の超微細粒厚板創製を行い、試作材の特性を把握する予定である。

(本研究成果は日刊工業新聞、化学工業日報(2004/5/26)、鉄鋼新聞(5/28)、産業新聞(6/2)、常陽新聞(6/15)、日経産業新聞(6/16)の各紙で紹介された。)

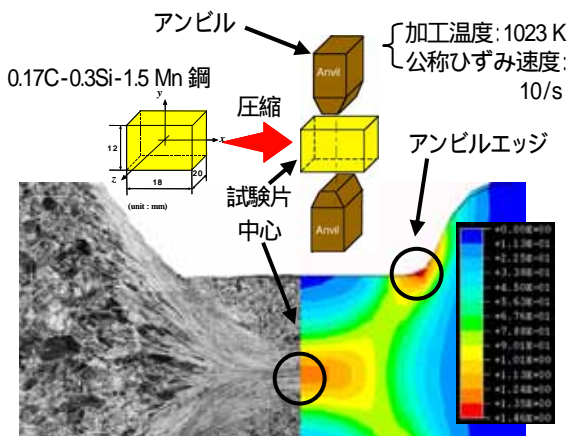


図1 アンビル圧縮後の試験片断面(左側)と数値解析(右側)によって予測された相当ひずみの分布。大ひずみが導入された領域において、組織が微細になっているのがわかる。

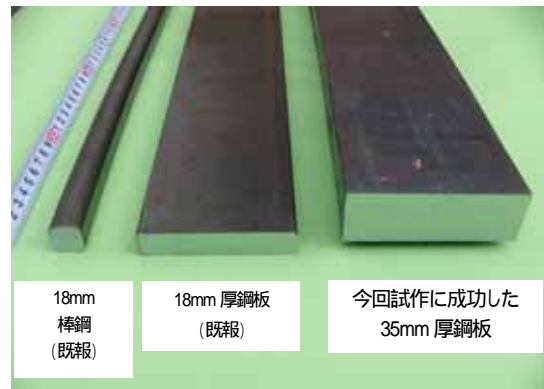


図2 超微細粒の大型試作材の外観。右端が今回試作に成功した35mm厚の開発鋼板。



## 4. センター便り

### 技術開発チーム紹介 Part.1

#### 【設置目的】

超鉄鋼研究センター(以下SRC)において開発された技術シーズを効率的に運用し、かつその高度化を図るために必要な業務を行うために、SRC内に技術開発チーム(以下チーム)を設置することが決まり、平成15年6月2日より施行致しました。

#### 【業務内容】

チームの業務内容を列記いたしますと、

- ・ SRC内特殊実験装置運営
- ・ 機構内外より溶解・圧延・加工依頼業務
- ・ 各実験設備・関連機器の管理運営
- ・ 機構内における関連する広報活動(実演)

など、なっております。

この紙面において一度に紹介することが出来ませんので、本Part.1と12月号記載予定のPart.2及びPart.3にわけてチームを紹介致します。

本号では、メンバー紹介とセンター内特殊装置を紹介致します。

#### 【メンバー紹介】

本年4月、SRC内居室移動が行われ、チームとして1つの居室を拠点にメンバーがまとまり、業務遂行に良い環境が調いつつあります。メンバーは6名+兼務1名の7名であります。(写真参照)

写真右より紹介致しますと、**佐久間信夫**(特別研究員)、**岩崎智**(主任エンジニア)、**檜原高明**(特定分野業務員)、**藤原昌樹**(特定分野業務員)、**黒田秀治**(重点支援業務員)、**中里浩二**(特別研究員)、**岡田ひろみ**(非常勤職員)であります。

#### 【SRC内特殊実験装置】

機構内においても大型設備に入る装置やNIMS独自開発の特殊性が高い装置の管理運営を当チームが行っております。以下に装置名と簡単な

特長を示します。

#### <せん断付与圧延機>

通常圧延の他にクロスロール圧延と異周速圧延が行えて、板材に対して圧縮ひずみとせん断ひずみを同時に導入できる最大荷重300tonの圧延装置。

#### <組織制御溶解装置>

組成制御溶解から、可変水冷銅モールドおよび2次冷却装置による凝固冷却可変の急冷凝固組織を創製する溶解凝固装置。

#### <25ton圧延・鍛造シュミレーター装置>

多方向加工による組織制御の可能性を見いだすための、加工モードによる組織と機械的特性変化を検討する加工装置。

#### <コールドクルーシブル浮揚溶解装置>

耐火物るつぼを使用しないため、高純度金属材料や活性金属の溶製・合金溶製や各種精錬反応の応用などに適した溶解装置。NIMS独自の2重電源方式。

#### <加圧ESR溶解装置>

NIMS独自の高圧下での窒素雰囲気による、高窒素含有ステンレス鋼を創製する溶解装置。溶解量20kg、最大50気圧。

上記以外に現在、<研究内容に合わせて特殊実験装置2台を開発中>であります。

次回チーム紹介Part.2では、機構内・他部署及び機構外・外部機関からの溶解、圧延、熱処理作業依頼について、装置を中心に紹介する予定です。なお、上記浮揚溶解装置については、依頼溶解も受け付けております。ご用命は当チームまでお願い致します。

技術開発チーム紹介 Part.2につづく  
(冶金グループ 岩崎 智)

Photo.  
技術開発チームメンバー



7月、8月の出来事		今後の予定	
H16.7.21,22	第8回超鉄鋼ワークショップ (つくば国際会議場)	H16.9.16-18	溶接学会秋季全国大会 (広島大学工学部)
		H16.9.19-22	HNS 2004 (高窒素会議) (Ostend, Belgium)