

# STX-21 ニュース



物質・材料研究機構 材料研究所 構造材料研究センター

(<http://www.nims.go.jp/stx-21/>)

発行

独立行政法人 物質・材料研究機構

材料研究所 構造材料研究センター

平成14年2月1日発行

〒305-0047 つくば市千現 1-2-1

TEL: 0298-59-2210 (業務直通)

FAX: 0298-59-2213

'02年2月号 (通巻第54号)

## 目次

- |    |                             |   |
|----|-----------------------------|---|
| 1. | 公立研究機関の役割はますます重要に           | 1 |
|    | 日経BPクリエイティブ 企画制作部長 丸山 正明    |   |
| 2. | TOPICS 画期的な耐食コーティング技術を開発    | 2 |
|    | 構造体化研究グループ 福島 孟、黒田 聖治       |   |
|    | 耐食材料研究グループ 川喜多 仁            |   |
| 3. | TOPICS 気泡の発生メカニズムの解明と欠陥発生抑制 | 3 |
|    | 構造体化研究グループ 川口 勲             |   |
| 4. | センター便り                      | 4 |

### 1. 公立研究機関の役割はますます重要に

日経BPクリエイティブ 企画制作部長 丸山 正明

わが国は現在、研究開発体制の構造改革のまただ中で。日本の産業界が国際競争力を下げた原因は、高付加価値の製品・サービスを速やかに市場に投入する仕組みが改革されていないからです。研究開発成果を迅速に事業化する仕組みが、多くの分野ではこぼれ、機能しなくなっています。

この仕組みを再構築するカギは、産官学がそれぞれの役割を果たすことです。産業界は国際的な大競争時代に入り、少数の勝組と多数の負組に分かれています。例えば、欧州の自動車メーカーは以前は40社程度あり各国各様の群雄割拠でしたが、国際競争にさらされた現在は5,6グループに統合されました。日本の自動車メーカーも、ここ数年で国際統合によって再編され、日本資本のメーカーが激減しました。

厳しい国際競争にさらされている企業は、事業の選択と集中によって強みを持つ事業に特化し、生き残り策を打ち続けています。この結果、2,3年先の事業強化向けの研究開発に集中せざるを得ません。最近、ある大手化学メーカーでは、基礎研究を原則止めました。事業化でき、かつ市場で勝ち残れる技術の応用開発に集中しないと、生き残れないからです。この場合は、国際競争力を持つ特許などの知的財産権を確保できるかどうかを重視しています。

企業が基礎研究に余力を割けないことから、大学にその役目を果たしてもらおう役割分担論が浮上しています。ここで重要なことは、大学の教員はこれまで通りに自分が面白いと考えた研究テーマを自己責任で選んでもらうことです。10年以上先

を見越した奇想天外なアイデアで、独創的な成果を出してほしいものです。ここでいう成果とは、論文プラス知的財産です。事業化につながる研究成果を企業が選択することになります。選ばれても選ばれなくても、それはその時点での判断です。



現在の大学・大学院は、研究資金の多くを国に依存しています。その使命は基礎分野での知的財産の蓄積です。日本発の科学技術がせつかく産まれても、日本の企業が事業化できない事態は日本の産業技術力強化に反することになります。

「産」と「学」の間にある「官」すなわち公的研究機関の役割は一層重要になっています。基礎研究を継いで応用研究初期を担うことになるからです。現在、10年先を予測することはまず不可能です。しかし、公的機関が受け持つ5年先は企業の事業化計画が立つ近未来です。研究開発成果の良し悪しが記憶に残る期間です。来年度から、新世紀構造材料プロジェクトは、次期後継プロジェクトに入ります。日本の産業競争力を強化する成果を期待します。

## 2. TOPICS

### 画期的な耐食コーティング技術を開発

- 耐食合金を溶射しただけで海洋環境から鋼基材を保護 -

構造体化研究グループ 福島 孟、黒田 聖治  
耐食材料研究グループ 川喜多 仁



#### はじめに

我々は、海洋環境に曝される構造物の耐食性の向上等を目的として、溶射法による環境遮断型の耐食合金皮膜の形成に挑戦している。

近年実用化が進んでいる高速フレイム溶射法が緻密性の高い皮膜を大気中で作製できることに着目し、合金溶射粒子の高速化と酸化抑制を目的として、図1に示したガスシュラウドと呼ばれる付加装置を開発して同溶射法に適用して、鉄鋼基材上にハステロイC合金の成膜を行った。得られた皮膜を実験室での腐食試験及び太平洋に面した実海洋環境での暴露試験を行った。

#### 塩酸水溶液中の鉄イオン溶出量

図2に鉄鋼基材上に厚さ約400 $\mu$ mのハステロイC皮膜を形成し、0.5M HCl水溶液中に浸漬した際の鉄イオン溶出量を示す。ガスシュラウドを併用して作製した皮膜からは、ハステロイ板材と同等の鉄イオンしか検出されず、皮膜が完全に緻密であり、しかも板材と同等の耐食性を有していることが分かった。ちなみに、溶射粒子速度が750m/s以上の高速で皮膜の酸化も0.2wt%以下であった。

#### 実海洋環境下での暴露試験結果

図3に太平洋に面した千葉県千倉の海洋環境下における3ヶ月後の試験片の外観を示す。

ガスシュラウドを併用して作製したハステロイC合金皮膜では3ヶ月の海中浸漬においてもまっ

たく腐食は見られず、溶射皮膜として画期的な高耐食性能を有している。

#### 今後の課題

ガスシュラウド付き高速フレイム溶射では、窒素ガスの流量が毎分2.5m<sup>3</sup>と多いことがコスト増加の要因であるが、溶射の高速化等で相当の改善の余地がある。また、長期耐食寿命の評価のために実海洋での暴露試験を継続し、その結果を公開していく。

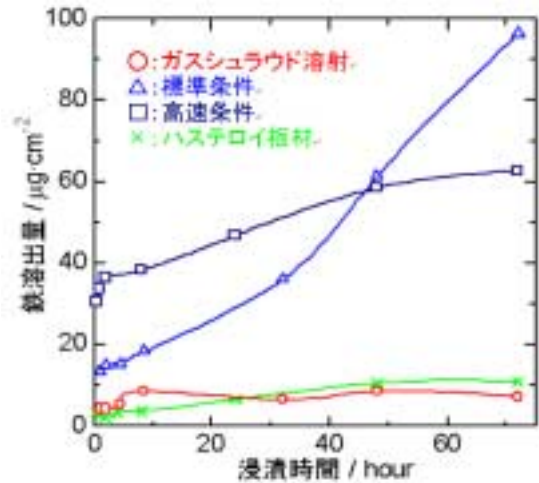


図2 ハステロイ溶射皮膜を0.5M HCl(塩酸)水溶液中に浸漬し鉄イオンの溶出量を測定した結果。ガスシュラウド溶射した試料からの溶出はハステロイの板とほぼ同じ。

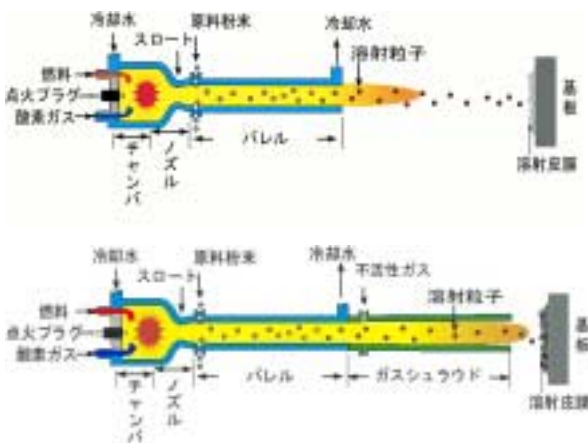


図1 (a) 高速フレイム(HVOF)溶射、  
(b) ガスシュラウド付のHVOF溶射の原理図

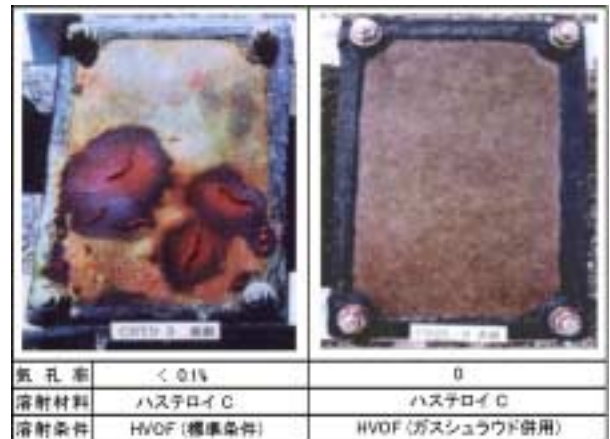


図3 海洋暴露3ヶ月後に引き上げた試験片の外観

### 3. TOPICS

## 気泡の発生メカニズムの解明と欠陥発生の抑制

- 大出力レーザーを用いた高品質深溶込み溶接技術の開発を目指して -  
 構造体化研究グループ 川口 勲



#### 背景と目的

構造体化研究グループでは、超鉄鋼材料の高効率・高品質溶接を目的として、大出力レーザーを用いた深溶込み溶接技術の開発に取り組んでいる。深溶込み化に伴って発生する溶接欠陥の抑制が、解決すべき重要な課題である。このような欠陥の発生は、レーザー照射部で形成される細長い空洞(キーホール、図1)の挙動と密接に関連するため、X線透過装置を用いてキーホールの動的な挙動を観察し、欠陥発生機構を明らかにすると共に、その結果をもとに欠陥抑制法の高度化を行った。

#### キーホール挙動と気泡発生機構

X線透過像の観察によると、レーザー出力一定の元で溶接を行っても(CW溶接)溶接中キーホールの深さはランダムに激しく変動しており、ポロシティーの原因となる気泡の発生は、キーホール長さが急激に減少する時にのみ、その先端で起きていることが明らかとなった。図2は先端付近で撮影した典型的なX線透過像を示す。キーホールが最も長い(a)の状態から急激に低下する間に、(b)に示すように先端やや上部でくびれが生じ、その位置からキーホールが分断され、(c)に示すように気泡が形成される。

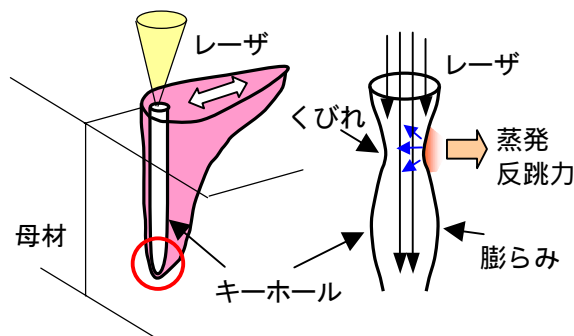


図1 キーホールの挙動

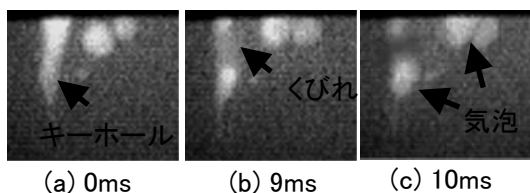
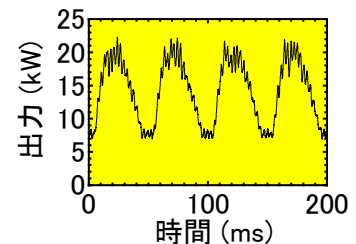
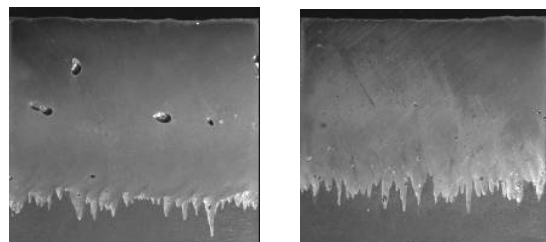


図2 キーホール先端における気泡の形成過程

元来、細長い円柱状のキーホールは不安定な形状であり、その長さが円周以上になると、図1右に示すように、くびれと膨らみを生じ分断される傾向にある。しかし、くびれが生じた位置では、高エネルギー密度のレーザーが照射することにより、局所的な溶融金属の加熱が起こり、大きな蒸発反跳力に伴ってキーホールが開孔する。このようにしてキーホールはその形状を維持するが、溶融金属への照射によりレーザーエネルギーがキーホール上部で消費されると、先端部付近におけるパワー密度が低下し、その結果不安定現象によりキーホールが分断され、気泡が形成される。以上のように、**CW溶接においては、自発的に起こるキーホール深さのランダムな変動により、先端で不安定現象が生じて気泡が形成される。**これに対して、**溶融池の固有振動と一致した周波数でレーザー出力に変動を与えると、キーホール挙動を適切に制御することができ、ポロシティーの発生が抑制できる。****この効果は、出力波形を最適に制御することによりさらに顕著となる。**図3は通常のCW溶接とレーザー出力の適切な変調制御により溶接した結果を示すが、20mm程度の深い溶込みが得られているにもかかわらず、レーザー出力の適切な制御により、ポロシティーが大幅に減少していることが分かる。今後、センシング手法との組み合わせにより、さらに防止法の高度化を図る。



出力変調溶接の波形



(a) 連続溶接(CW溶接)

(b) 出力変調溶接

図3 レーザー出力変調によるポロシティーの抑制

## 4. センター便り

### 超鉄鋼の成果をふまえ学生向け小冊子 「近未来の鉄鋼材料を知る」(高強度化)を発売 一般向けにPDFを公開

#### 最新成果を迅速に伝えたい!

平成13年(2001年)に発足した独立行政法人の物質・材料研究機構は、わが国における材料研究開発拠点の一つです。そこでは大規模な研究開発プロジェクトの一つとして、「超鉄鋼材料」研究開発プロジェクトに取り組んでいます。鉄鋼材料を根底から解明し直す戦略的なプロジェクトです。平成9年(1997年)から始めた同プロジェクトは、いろいろな研究成果を生み出しつつあります。その中には従来の鉄鋼材料の教科書を書き直す契機となるものも含まれているとの評価も受けています。

本小冊子は、大学・大学院などで材料を学んでいる学生の方々に、最新成果をいち早くお届けする狙いで日経BP社の協力のもとに編集しました。現在の文明を支える鉄鋼材料の根幹のメカニズムを、未来の研究者・技術者と一緒に考え、解き明かしていきたいと願っているからです。

今回は、「超鉄鋼材料」研究開発プロジェクトの高強度化に関わる「土木・建築用厚板を革新的に進化させる溶接可能な800MPa級鋼材」及び「ボルトやバネを大幅に軽量化する1500MPa級の超高強度鋼材」についてまとめたものです。引き続き、長寿命化に関わる「耐食鋼」及び「耐熱鋼」に関する成果などについて、小冊子の継続した発売を予定しております。

なお、本冊子はすでに関連する材料系の学科、教室のご協力を得て、学生さんに配布を開始しております。学生さんへの配布を希望される場合は、学科単位で連絡先までご照会下さい。余部のある限り郵送させていただきます。なお、一般の方への配布は行っておりません。一般の方は、本ホームページからPDFファイルをダウンロードされてご参照下さい。

なお、読後感想やコメントがありましたら、ご連絡下さい。状況に応じて、本ホームページへ記載させていただきます。



## フロンティアサークル - STX-21 に従事して -

### 次期プロジェクトへの期待

川崎製鉄株式会社 技術研究所 薄板研究部門  
高木周作



私が STX-21 からユーザーに直面する場所に戻って半年が過ぎましたが、鉄鋼製品の高性能化への要求が日増しに高くなっていることを実感しています。鉄鋼製品の性能は現在の常識では限界に近く、その飛躍的向上には新しい発想による研究と従来不明であった現象や原理原則を明らかにする研究が重要です。STX-21 にはそれらを達成するに十分な人材と環境がそろっています。目先の評価だけにとらわれず、鉄鋼の将来を開拓する研究を続けられることを切に希望します。

### 受賞報告

評価研究グループ久保 清は、「長時間クリープデータシート作成のための試験技術の高度化」により、平成13年12月12日、日本鉄鋼協会から鉄鋼技能功績賞を戴きました。

材料創製研究グループ戸田 佳明、遠山 英明、木村 一弘、評価研究グループ九島 秀昭、阿部 富士雄は、「析出強化型15Crフェライト鋼のクリープ強度と金属組織に及ぼすCとNの影響」により、平成13年12月14日、日本材料学会から第39回高温強度シンポジウム ベストプレゼンテーション賞を戴きました。

1月の出来事		今後の予定	
		H14. 5. 21, (22) H14. 5. 22, 23, 24	第6回超鉄鋼ワークショップ 第1回超鉄鋼国際会議