

TODAY

“技術強化”について思うこと



昭和電工株式会社

執行役員 最高技術責任者 (CTO)

塚本 建次

企業において、技術を強化すべく現在様々な方策が検討されている。組織のあり方（役割、機能の明確化）や運営の仕方について検討していくことも必要であるが、一方で技術者個人がどう技術を高めていくか、またそれぞれの組織や技術集団がどう技術を高め共有化していくかについても、しっかりとした考え方をもって進めていくべきである。

技術の本質は知識である

技術を高める、深めるというのは一体どうすることなのかを正しく認識しておかないと、その具体策については抽象論の域を出ないこととなる。技術とは煎じ詰めれば知識そのものである。こう考えることによって、施策をより具体的に描くことが出来る。この本質的な観点から見た場合、技術を高めるということは、「知識そのものを増やすこと」、「知識の使い方を巧みにすること」の二点につきる。

知識を増やす

これは「学習」、「経験」の2つからなる。知識を増やすための学習と経験は車の両輪のようなもので、学習だけでは物作りに直接役には立たないし、経験だけでは応用問題が解けない場合が多い。生産活動を通じての経験を、常に自然科学の体系として捉えていかなければならない。研究という活動は実はこの知識を増やすという活動そのものであり、単に研究員と職務区分された技術者が行

なうことではない。技術者全員が永続的に行なうべき日常の基礎業務そのものである。知識の習得は、技術そのものを目的的に研究することではなく、企業活動から発生する様々な課題の克服を通して行われるべきものである。その意味で、的確な技術課題を設定し技術者に、より高次の経験をさせることは技術部門のマネジャーの重要な仕事である。

知識の使い方を巧みにする

次ぎに知識の使い方を巧みにするとはどういう事かについて考える。知識の使い方については「個人的知識の活用」「集団での知識の活用」の二点を考える必要がある。個人的知識の活用については、さほど論じる必要はない。問題は集団での知識の活用のあり方であろう。企業の場合、多くの課題は個人的知識だけでは解決不可能なものであり、個人個人の知識を他人が活用できるようにすることがポイントである。即ち、全社的な知識のデータベース化が求められる。知の組織化に真剣に取り組まなければならない。そういう意味で、技術者のパフォーマンスは技術課題の解決がどれだけ進んだかだけでなく、技術に関する知識をどれだけ増やし、それを他人が使える形にしたか、も重要な評価基準となるべきである。次に留意すべきことは、組織的に蓄積された知識を、どう活用するかである。組織としての知識活用は実はこれまでの学習、経験的知識の組み合わせにとどまらず、更に新しい知識の創造をもたらす。このことこそが、競争力の源泉でもあり、極めて重要なことである。要は、技術組織のあり方や、プロジェクト又はコンカレントエンジニアリングというような集団での知識の運営の形態ばかりに捕われることなく、技術の本質的な創造についてのメカニズムを正しく捉えておかなければならない。如何に異質の知識を有する技術者が集まるか、また高レベルの課題に向けて創造的議論が出来るかが重要であり、そのような仕掛けを考えて行きたいものである。

NEDO「鉄鋼材料の革新的高強度・高機能化基盤研究開発」
水素脆化サブグループの狙いと取り組み
～ 980MPa 級溶接金属を想定した実験・計算からのアプローチ～

(独) 物質・材料研究機構 津崎 兼彰 (水素脆化サブグループリーダー)

1) サブグループの目指すもの

「高級鋼材の革新的溶接接合技術の開発」課題において、継手の高性能化・高信頼性を強度 980MPa レベルで達成することを目標とした場合、低温割れに対する安全性を保障する技術構築が必要不可欠である。低温割れとは、溶接条件の乱れによって溶接金属中に 1 質量 ppm を超える水素が侵入して応力集中部に拡散集積し、200℃以下の温度域で起こる懸念のある水素脆化の一種である。本サブグループでは、複雑な内部応力状態と多階層金属組織が重畳する溶接部における低温割れを対象として、溶接金属や高強度母材の金属組織の最適化指針を得るための共通基盤研究を行う。

世界における水素脆化研究の状況を見ると、日本の研究ポテンシャルは計算研究および実験研究ともに最高水準にある。この研究ポテンシャルを有効に活用して、日本の鉄鋼産業の競争力を高めることが本サブグループの目指すところである。具体的には単純化したモデル材料を用いた高精度な実験研究と、原子分子レベルからマクロの非常に幅広い領域の現象を統合するマルチスケールモデリングの計算手法を用いた計算研究を相補的に遂行する。これによって、低温割れを直接的に支配する結晶粒界の水素偏析量の定量評価を実現して、nm レベルでの局所的な水素の存在状態に関する知見に基づいた低温割れ（水素割れ）機構の解明に関する研究を行い、平成 19 年度から平成 21 年度までの開発の中間目標である「単一の格子欠陥（空孔、転位、粒界等）を含む単純化された金属組織における格子欠陥と水素の相互作用エネルギーの定量化とメソスケール（結晶粒数個～数十個レベル）での応力状態における水素の挙動解析技術の基盤構築」を図る（図 1）。

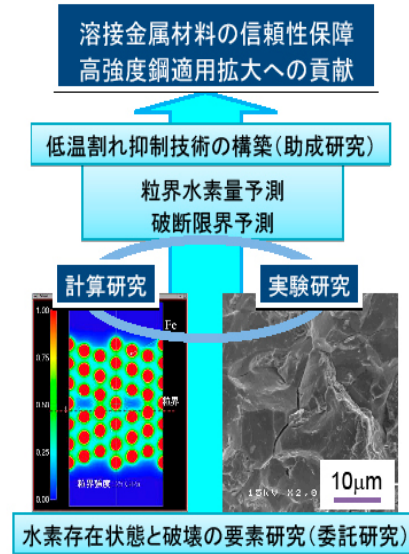


図 1 水素脆化サブグループの研究開発目標

2) 水素割れ研究の必要性と開発すべき課題

鉄鋼材料は強度レベルが高くなるほど水素脆化感受性が高まり、特に引張強度レベルが 1000MPa を超えると水素脆化が深刻となる。水素脆化は自動車用鋼板、船舶用鋼板、土木建築用鋼材など、広い分野での鋼材の高強度化を妨げている。このように水素脆化研究は波及効果の大きな課題であるが、本プロジェクトでは研究加速するために 980MPa 級鋼材の溶接金属を対象を絞っている。高強度鋼材の溶接では水素脆化を防ぐために、余熱、後熱といったプロセスが必要となり、これが高級鋼材（高強度鋼材）の利用範囲を狭めている。プロジェクトで対象となる溶接金属の引張強度は 1000MPa を上回

るため、水素脆化による低温割れの課題を克服することが必要となる。

本サブグループでは、開発される溶接継手部の信頼性を保証するために、さらには高強度鋼材の適用拡大に貢献するために、2つのマスターカーブ構築を行う。1つは様々な継手形状内部応力状態に対応した「破断限界マスターカーブの構築」であり、もう1つは溶接金属の最適化設計指針を得るための「粒界水素量予測マスターカーブの構築」である（図 2）。これらは助成研究として企業が担当する。そして、マスターカーブの構築に必要な基礎研究課題を委託研究として大学および独法研究機関が担当する。

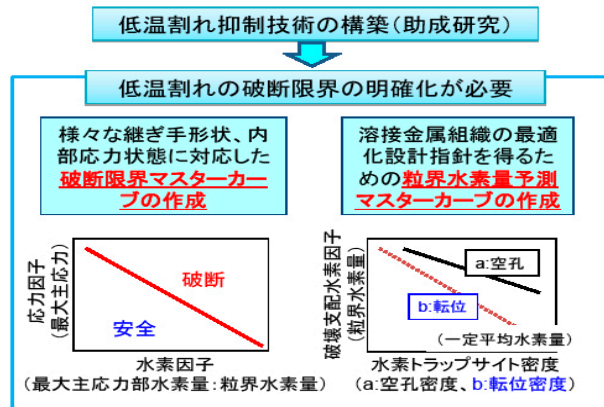
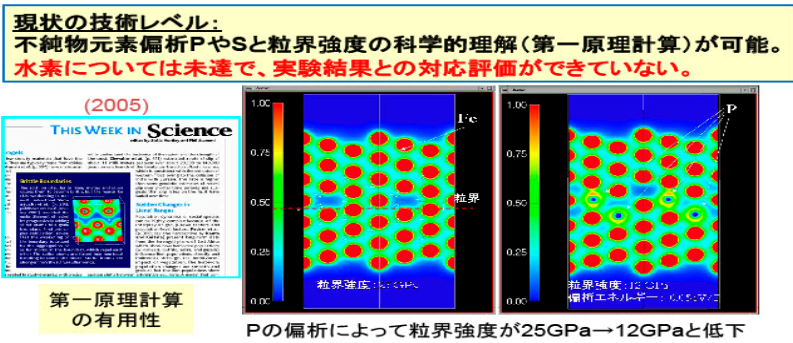


図 2 低温割れ抑制技術構築のための 2つのマスターカーブ

3) 現状技術レベルと開発研究すべき基礎課題

「破断限界マスターカーブ構築」：我々は現在、計算機能力の向上によって鉄の粒界における結合エネルギーを第一原理計算により正確に求めることができる。鉄原子数にして 100 個とまだまだ小さな領域であるが、P や S の偏析による粒界破壊のメカニズムの解明に大きな力を発揮している。この研究手法を水素へも適用し、これまで未解決であった粒界における水素の存在状態と粒界強度への水素偏析の影響



- 開発すべき課題** 計算と実験の両面からの取組必要
- ①水素偏析による粒界強度の変化の定量評価が必要。
 - ②破断限界マスターカーブ、粒界水素量予測カーブの根拠が必要。

図3 破断限界マスターカーブ構築における現状技術レベルと開発課題

を解明する必要がある。さらに良く計画されたモデル材料を用いて材料中の水素濃度を0~4質量ppmと広範に変化させた場合の破断限界応力を取得する必要がある。これら計算研究と実験研究との比較検討により水素脆化低温割れの機構解明を行うことが求められる(図3)。「粒界水素量予測カーブ構築」:材料中の水素が、どのサイトに、どのくらいの強さで、どれだけの量が存在するか、さらには、実使用を想定して応力が負荷された場合にどのように分布が変化するかを示す必要がある。従来これまでに各種格子欠陥と水素の結合力については実験研究の報告例があるものの、本課題で対象となる固溶炭素が存在する場合や応力負荷状態での評価ができておらず、理論計算による裏付けもない状態である。これらの現況を打破するために計算と実験の両面からの基礎研究が必要となる(図4)。実験研究では、微量の水素を高精度に測定する装置開発と解析技術が鍵を握っている。

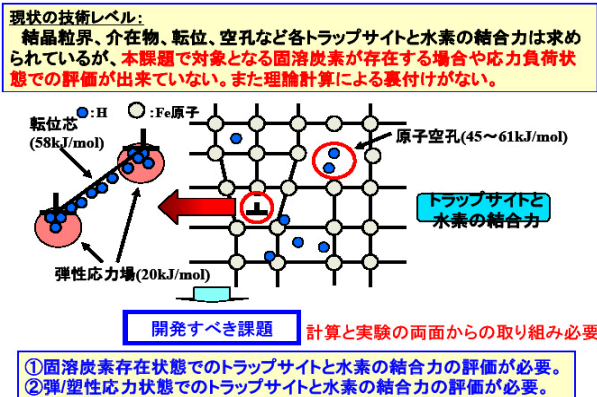


図4 粒界水素量予測マスターカーブ構築における現状技術レベルと開発課題

4) 研究開発の役割分担

水素脆化は、100年以上にわたる長い研究の歴史にも関わらず脆化機構自体についても未解決部分が残されている、物理的描像を描くのが難しい現象である。従って本プロジェクトでは、助成研究が掲げる目標であるマクロモデル構築に必要な研究課題に集中して委託研究としての基礎研究を行う必要がある。このために目標達成に必要な基礎研究ポテンシャルを有する大学(2研究グループ:大阪大学、上智大学)および独法研究機関(3研究グループ:物質・材料研究機構2箇所、日本原子力研究開発機構)

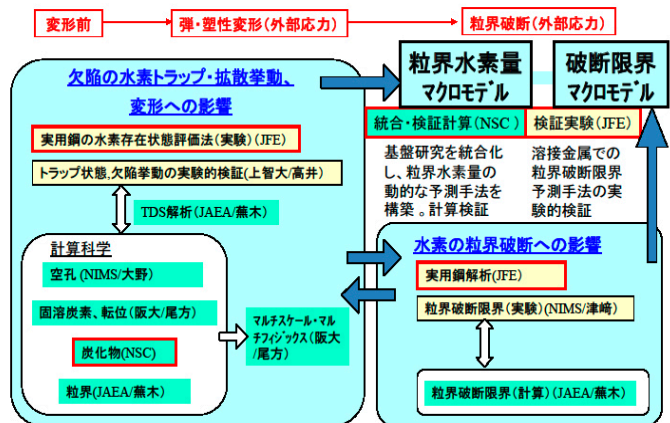


図5 研究開発の役割分担

をもって研究を遂行している。さらに、溶接継手を開発する溶接技術サブグループとは、1)共通サンプルの作成、2)マクロな応力状態や水素侵入と拡散過程などに関する情報交換を行い、また高温クリープサブグループとは、同じマルテンサイト組織を対象とすることから金属組織解析の手法などの情報交換を行い、溶接分科会内の連携に配慮しながら研究を遂行している。

図5は、水素脆化サブグループとしての研究開発の役割分担と連携を示したものであるが、各研究機関がそれぞれの分担課題とプロジェクト全体との連携関係を常にチェックしながら、目標達成に向けた研究活動を行うように努めている。

5) 研究開発の状況

初年度である平成19年度は重要課題として、(1)重要装置の早期導入、(2)重要研究課題の目途付け、(3)溶接分科内での相互連携の強化、(4)サブグループ内での研究機関の相互連携の強化の4項目をあげて研究を推進してきた。ここでは(1)重要装置の早期導入についての状況をトピックスとして示す。

トピックス:低温昇温脱離水素分析機構装置の導入

近年、昇温脱離水素分析手法を用いた水素の状態分析技術が普及してきたが、実験で得られる結果は、材料中の水素-トラップサイト間の結合エネルギーの強弱を分離するまでで、水素の存在位置を特定することは複数の水素放出ピークが重なり困難であった。これを打破する

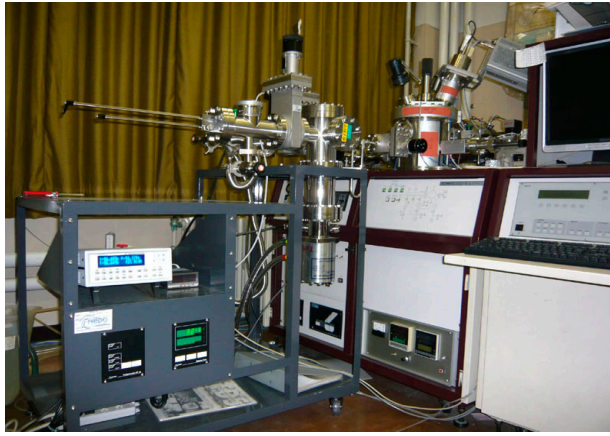


図6 低温昇温脱離水素分析機構装置の外観

ためのより高精度な水素分析装置として低温昇温脱離水素分析機構

される。

開発装置であるために導入後も

装置の導入を行った(図6:上智大学)。装置の特徴は、従来装置では室温からの脱離水素の測定であったのを、-200℃の低温からの脱離水素を測定可能としたことである。これによって原子空隙と転位が存在する場合の水素の存在位置を実験的に特定できると期待

加熱方法など数々の問題があったが、特に水素を吸蔵させた試料を液体窒素温度に冷却した後に水素脱離させる真空チャンバーまで結露せずに輸送する機構の設計改良がポイントであった。つまり試料への吸着水をいかに抑えるかが課題であった。吸着水が存在すると試料中に急増させた水素との区別がつかなくなるからである。現在、改良工夫を重ねて吸着水を低レベルに抑えた上で低温からの水素脱離測定が可能となっている。本装置は世界に類をみないユニークな装置であり、本プロジェクトの目標達成に大きな力を発揮すると期待されている。

活動報告

■鉄鋼材料研究部

8月5日、NEDOプロジェクト「鉄鋼材料の革新的高強度・高機能化基盤研究開発」の平成20年度第3回水素脆化サブグループ会合がJRCM第1、2会議室において10:00から終日開催された。5年計画の同プロジェクトは2分科会(溶接、制御鍛造)で構成され平成19年に開始し現在2年目に入っている。溶接分科会に属する水素脆化サブグループは、高強度鋼(HT980)で必要なマルテンサイト組織の耐水素割れ性の向上を原理的立場から提案しようとしており、物質・材料研究機構の津崎氏をサブリーダーとして、革新的水素計測や精密な割れ実験を実施する計測・実験チームと最先端の分子動力学等を駆使する原理計算チームが強力にタイアップして進められているのが特徴である。

今回は助成研究を進める企業研究者を含めた総勢21名の参加を得て現在の進捗が報告された。世界初の低温水素放出現象解明やそれに基づく水素挙動とき裂進展を原子レベルでシミュレートするなど水素割れの撲滅に向けた新しい成果と

進捗状況が次々と報告され熱心な質疑応答がなされた。着実に当初目標に向けて成果を上げてきている。(川端文丸主任研究員)

■非鉄材料研究部

8月25日、平成20年度第2回「窒化物系化合物半導体基板・エピタキシャル成長技術開発プロジェクト・研究開発委員会」をJRCMにて開催した。本プロジェクトのプロジェクトリーダーである天野浩教授(名城大学)及びプロジェクト参加機関の研究者が出席し、研究の進捗状況の検討を行うとともに、3つのワーキンググループのさらなる連携を図るための具体的手法を検討した。(松浦主任研究員)

■非鉄材料研究部加工グループ

8月6日、「ナノ微粒超硬合金を用いた精密金型の開発・第5回研究部会」を再委託先である富士ダイス(株)秦野工場にて開催をした。寺田プロジェクトリーダー、林サブリーダーを交え、レンズ用合金設計の考え方や、圧粉成形助剤の各種の実験結果についての考察等、討議を行い、次回の委員会に向けて、実験内容、調査内容等の計画を作成した。

(木曾グループ長)

●お知らせ

(社)日本鉄鋼協会と(社)日本金属学会の秋季講演大会は9月23日(火)から25日(木)の3日間、熊本大学黒髪キャンパス(熊本市黒髪2-39-1)で開催されます。

両学協会の相互聴講制度は引き続き実施されます。また、共同の託児室も開設されます。共同の懇親会は23日18:30からホテル日航熊本で開催されます。両学協会の共同セッションテーマとして、「チタン・チタン合金」および「超微細粒組織制御の基礎」が予定されています。

鉄鋼協会では、一般講演発表に加えてテーマを絞った討論会を企画していますが、今回の討論会テーマとしては、「焼結プロセスの自由度拡大」「マルチフェーズフラックスによる新精錬プロセス」「モールドフラックス」「統計モデリング技術の鉄鋼プロセスへの応用」「製鉄所現場力の発展」「冷却技術の最前線」「窒素添加鋼」「バイオフィルム」「水素関連材料」「鉄鋼中の軽元素分析」「多成分系物質分析」「次世代高効率火力発電用耐熱材料」の12テーマが予定されています。

申込み・問い合わせ先
(社)日本鉄鋼協会
TEL:03-5209-7011

The Japan Research and Development Center for Metals

JRCM NEWS / 第263号

内容に関するご意見、ご質問はJRCM総務企画部までお寄せください。
本誌は地球環境保全を考慮し再生紙を使用しています。
本書の内容を無断で複写・複製・転載することを禁じます。

発行 2008年9月1日

発行人 小紫正樹

発行所 財団法人 金属系材料研究開発センター

〒105-0003 東京都港区西新橋一丁目5番11号 第11東洋海事ビル6階

TEL (03)3592-1282 (代) / FAX (03)3592-1285

ホームページ URL <http://www.jrcm.or.jp/>

E-mail jrcm@oak.ocn.ne.jp