

TODAY

知識の保持・帰属のあり方と発展性



東京大学名誉教授・JRCM特別研究員

木内 学

わが国と先進諸国との間には、生産技術に関する知識の保持形態・帰属形態について、大きな相違があり、その違いは今後の両者の発展に大きな影響を与える可能性がある。

わが国の生産技術は、必要な知識や関連情報を、必ずしも完結的・明文的ではない形で関係する個人が保持し、「ねまわし」に代表される人と人との濃密かつ協調的関係をとおして運用する手法に大きく依存してきた。かかる人的ネットワークの協働による知識・情報の保持と運用により、多分野の専門家が同時平行的に仕事を進め、他の追従を許さない効率的な生産を実現し、その後もてはやされたコンカレントエンジニアリングを地でいく技術体系や生産文化を作り上げてきた、とすることができる。

これに対し、欧米諸国が依拠してきたマニュアル型生産技術は、近年驚異的に進歩した情報活用技術を取り込んでIT型生産体系へと発展し、大量の非属人的な知識やデータを体系的に保有しつつ多方向的かつ広域的に交換を行い、検索・分析・統計処理などに基づく最適予測に従って行動する方法を指向している。

このような違いは、当然、生産技術はもちろん関連する知識そのものの発展にも大きな影響を与

える。属人型の知識に依存する技術やシステムは、場合に応じて運用できる知識の量に限界があること、選択や決定が限られた人の経験や知識に影響されることなどにより、その発展が、延長的、段階的、定形的となりがちである。他方、安定かつ柔軟であり、場合に応じて工夫・改良・改善が行われ、良く状況に適応することができる。

これに対し、IT型知識に依存する技術やシステムは、無数の可能性のなかから最適な答えを瞬時に選択できること、選択や決定が評価基準の最も適合する形で行われることなどから、その進展にはスピード感があり、同時に拡張が不連続的であったり、予想を超える形態であったりもする。

さらに、知識の帰属についても注目する必要がある。わが国における知識の保持形態は属人型が主体であるが、この場合の人とは、欧米のそれとは異なり、必ずしも特定の個人を意味しない。実際には、知識の帰属は極めてあいまいである。多くの場合、関係する組織の構成員が何らかの形で共有している。当初、誰の考案によるものであったか、誰が改良し、誰が発展させたのか、などの点は明確にされていないのが普通である。

帰属があいまいな知識は、厳密に分析・整理され、体系化されることは希である。また、体系的に整理されない知識は、発展・進化することも少ない。故に、そのような知識は、大きな可能性を秘めていても、知的資源や技術資源とはなりにくく、埋もれてしまうことも少なくない。すなわち、知識を発展させ、進化させていくうえで、知識に独立した“地位”または“格”を与え、その帰属を明確にすることが、極めて重要である。

日本の生産技術にとって、知識の保持・帰属形態の改革は、今後の大きな課題である。

「環境調和型超微細粒鋼創製基盤技術の開発(PROTEUS)」プロジェクト中間報告

鉄鋼材料研究部 城田良康

1 緒言

平成14年度から5年間の計画で、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO技術開発機構)の3Rプログラムの一環として「環境調和型超微細粒鋼創製基盤技術の開発プロジェクト PROTEUS : Production Technologies for Environment-conscious Ultra-fine grained Steels」を実施している。本プロジェクトは、『粒径1 μ mの超微細結晶粒鋼板の工業的生産を可能ならしめる高度大歪付与技術を中核とする熱間加工プロセス技術、大歪付与加工操業を安定的に可能とするロール・工具技術、焼き付き防止・表面品質を保證できる潤滑技術、超微細組織作り込みプロセスの最適化のための数値シミュレーション技術等を包含する革新的なプロセス基盤技術、並びに超微細粒鋼の実用化のための結晶粒径の粗大化を抑制できる革新的接合技術』の確立を目指している。

2 研究開発体制

本プロジェクトは、木内 学東京大学名誉教授 JRCM特別研究員、NEDOプロジェクト研究開発責任者)を委員長とし、JRCMと新日本製鐵(株)、JFEスチール(株)、住友金属工業(株)、(株)神戸製鋼所、(株)中山製鋼所、(株)日立製作所、(株)カントク、日立金属(株)、協同油脂(株)、大同化学工業(株)の10社及び横浜国立大学、東京大学生産技術研究所の2大学を参加メンバーとする研究体を組織し、研究開発を推進している。

3 研究開発課題と成果概要

3-1. 高度大歪付与加工の工業化を実現するためのプロセス技術の基盤研究

本研究では、図-1に示すように、鉄系スーパーメタルプロジェクトの知見に基づきながらも必要加工負荷の半減を図り、かつ効率的な大歪付与効果を得るため、高度大歪付与加工技術、及びその工業的(操業・品質)安定化に必須となる革新的ロール・潤滑技術を~300mm板幅規模にて実証すること、さらに、これらの実証データに基づき、計算科学を応用した大歪付与加工時の内部組織及びプロセスシミュレーション技術の開発により、板幅1200mm以上の最適熱間加工プロセスの設備諸元について明らかにすることを目標としている。

(1) 高度大歪付与加工技術研究

平成14年度より以下に示す3要素技

術研究と、それらを用いた結晶粒径の微細化研究に取り組んでいる。

1) 静水圧高速鍛造大歪加工技術の開発 (JFEスチール(株)スチール研究所福山)

静水圧高速鍛造大歪加工にて60%以上の圧下率を付与することにより、板厚方向に均一に30 μ m以下の微細オーステナイト組織の創製に成功、さらにその後の逆変態処理により10 μ mまでの微細化を実証した。

超微細なフェライト組織を得るためには、仕上げ圧延前のオーステナイト組織の微細化が効果的であることを実証した。

2) 超高速多段仕上圧延加工技術の開発 (住友金属工業(株))

単純組成鋼(Fe-0.15C-0.01Si-0.74Mn)を用い、圧延パス間時間の極小化で、

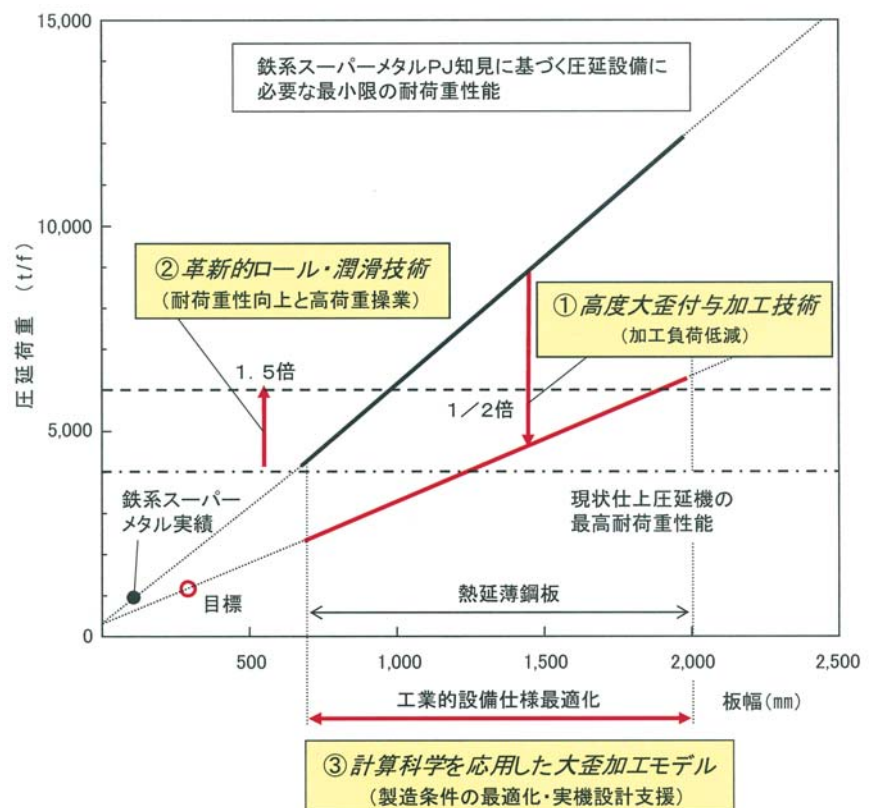


図-1 開発プロジェクトの技術マップ

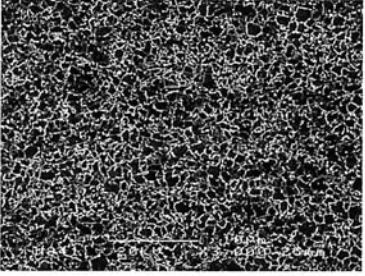
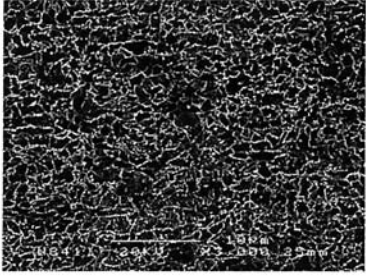
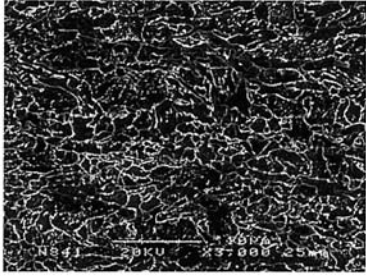
位置	表層	1/4 t	1/2 t
粒径	0.9 μm	1.1 μm	1.6 μm
SEM 写真			
	10 μm		

図 - 2 単純組成鋼(Fe-0.15C-0.01Si-0.74Mn)における超微細結晶粒組織

表層粒径0.9 μm、1/4厚位置1.1 μmの超微細粒化を実証した(図 - 2)

圧延時のロール荷重として、3t/mmで超微細結晶粒鋼化の可能性を確認し、そのための潤滑条件等の課題を整理した。

3) 複合歪付与技術の開発 (JFEスチール(株)スチール研究所千葉)

複合歪付与により仕上げ圧延後の結晶粒を1/2以下に微細化できることを実証した。

単純組成鋼 (Fe-0.13C-0.01Si-0.75Mn) を用いた場合には、フェライト結晶粒1.4 μmの超微細粒化を実証した。

今後、超高速多段仕上げ圧延加工プロセスにおける200~300mmの広幅鋼板での1 μmの超微細粒鋼化の実証研究と、前記3要素研究の最適組み合わせを評価するための統合化試験(試料の受け渡しによる要素技術組み合わせの技術評価試験)を推進し、工業化プロセス設備としてのプロセスウインドウの拡大につき検討していく予定である。

(2) 革新的ロール・潤滑技術研究

高効率歪蓄積を可能とする大歪付与加工、特に超高速多段仕上げ圧延加工を工業的に実現するためには、作用する6000t以上の荷重(2500MPa以上の面圧)に耐える高耐面圧性及び高耐摩耗性を備えたロール材質、構造の開発が不可欠である。また、大歪付与圧延

加工の安定操業(圧延材の安定噛み込み、焼き付き防止、圧延動力の低減等)のためには、被圧延材 ロール間の潤滑制御の技術革新が必須である。このため以下に示す4研究課題に取り組んでいる。

1) 高耐面圧性・高耐摩耗性を有するロール研究開発

高耐面圧性スーパーサーメットロールの研究開発(日立金属(株))

高耐摩耗性を有するサーメットロールをもとに、大歪加工時の最大面圧2500MPaに耐えるスーパーサーメットロールの研究開発を推進。2500MPaの耐面圧性を保証するための条件である、内層-中間層境界部の接合強度が1000MPa以上のスーパーサーメットロール材料を創製した。

高耐摩耗性セミハイスロールの研究開発(株カントク)

高耐面圧性を有するセミハイスロールをもとに、ロール母材中に析出する炭化物間隔を10 μm以下までに極小化したスーパーセミハイスロール材を創製し、大歪加工に耐えうる強度特性とセミハイスの5倍(ハイスロール以上)の耐摩耗性を実証した。

2) 大歪付与圧延時の潤滑剤の研究

グリースベース潤滑剤の研究開発(協同油脂(株))

良好な耐焼き付き性をもつグリースベース潤滑剤をもとに、常温で0.4の

高摩擦係数、圧延時低摩擦係数をもつ潤滑剤の研究開発を推進。シリコングリースを用いることにより高摩擦係数、かつ良好な耐焼き付き性をもつ潤滑剤の創製に成功した。

コロイドベース潤滑剤の研究開発(大同化学工業(株))

常温では水と同等の高摩擦係数(0.4)、400~900の高温では0.1~0.2の低摩擦係数を示す液状コロイド系潤滑剤を開発し、かつステンレス鋼用並みの耐焼き付き性を実現できるコロイド系潤滑剤の創製に成功した。

また、噛み込み性については、常温時0.4の高摩擦係数、荷重低減のためには高温で0.2以下の低摩擦係数の開発が必要であることが明らかになった。

3) 摩擦係数制御及び耐焼き付き性に関するメカニズムの解明・評価研究を通じた、ロール・潤滑剤の最適組み合わせの実現(横浜国立大学)

噛み込み時に摩擦係数が高く、通板中に摩擦係数が低くなる摩擦係数の制御メカニズムを提言。

摩擦係数制御メカニズム、焼き付き抑制メカニズムの解明を基礎研究として推進し、その結果をもとに上記ロール、潤滑各2テーマの競争的研究成果の評価及び最適組み合わせの選定を平成16年度に行い、17年度からはそれら組み合わせの高度化を推進する予定である。

(3) 計算科学を応用した大歪加工モデル研究

本プロジェクトでは、超微細結晶粒化機構の科学的解明とそれを基本にした超微細内部組織形成シミュレーション技術を開発し、それらを包含した大歪付与加工シミュレーション技術の確立を図る。またこれらと、~300mm板幅での実証データと結合した実圧延プロセス・組織形成シミュレーションモデルを確立し、板幅1200mm~1500mmの工業化プロセス最適設計のためのスケールアップツールとして利用し、実プロセスの設計・製作・構築へ向けて具体的提言を行うことを目的に研究を推進し、以下の研究課題と成果を得ている。

1) 超微細内部組織形成過程のマイクロスケールモデルの研究(東京大学)

クラスター理論を利用し、大歪加工されたオーステナイトあるいは無加工過冷オーステナイトからの変態を精度高く説明できる新しい核生成モデルを提案した。

転位セルを基点とした粒内核生成によるフェライト組織生成の基本理論を新たに開発した。

2) 超微細組織形成過程のナノスケール

モデルの研究(㈱神戸製鋼所)

フェイズフィールド法を用い、マイクロバンド形成過程のシミュレーションを世界で初めて実現した。

3) プロセス・組織統合化シミュレーションモデルの研究(㈱中山製鋼所)

フェライト粒径の予測精度が50%以下の中間目標に到達していることを確認し、最終目標の予測精度を20%以下とするための問題点、課題の抽出を行った。

4) 静水圧高速鍛造大歪プロセスモデルの研究(JFEスチール㈱スチール研究所福山)

変形-温度-内部組織の一貫解析モデルを構築し、鍛造実験と解析結果の定量的な比較によりマイクロ組織予測ツールとしての性能を実証した。

5) 超高速多段仕上げ圧延プロセスモデルの研究(住友金属工業㈱)

東京大学開発のマイクロスケールモデルを組み込んだ圧延解析モデルを作成して予測精度を確認し、精度向上課題を整理した。

6) 複合歪加工プロセスモデルの研究(JFEスチール㈱スチール研究所千葉)

複合歪付与プロセスでは、過冷オーステナイト温度域での歪付与の有効性

を確認し、その結果を複合歪付与プロセスで実証した。

3-2. 超微細粒鋼の製品化・構造化を支える接合技術の基盤研究

粒径1 μ mの超微細粒鋼の接合に際して、アーク溶接等の母材金属を溶融させて接合する手法では、溶着部及び熱影響部の結晶粒径が粗大化し特性が大幅に劣化するため、超微細粒鋼の特徴が活用できないという問題が残る。従って、結晶粒径の粗大化が生じない低温域(低熱量域)での接合法の確立が超微細粒鋼の利用に必須条件となる。また超微細粒鋼の実用範囲の拡大のためには、接合部材形状や接合品質に合わせた複数の接合方法の開発が工業的には必要となる。これらの視点から、図-3に示す3テーマの研究開発を推進している。

1) 低温拡散接合技術の開発(㈱神戸製鋼所)

亜鉛薄膜を用いた拡散接合で継手部の引張強度が母材の75%以上であることを確認した。

2) 摩擦攪拌接合(FSW)法の鉄系材料への適用技術の開発(㈱日立製作所)

FSW継手部の引張強度が母材の88%、疲労強度が母材と同等であることを確認した。

3) レーザ接合による熱影響部極小化技術の開発(新日本製鐵㈱)

液体窒素中及び銅製治具を直接鋼板に接触させる固体抜熱を併用したレーザー接合により、熱影響部の幅が各々約10%及び20%縮小することを確認し、その接合部特性の目標達成のめどを得た。

60kg級フィラーワイヤ併用レーザー溶接により、接合部強度が母材の94%以上、余盛削除での劣強度が母材の50%以上を確認した。

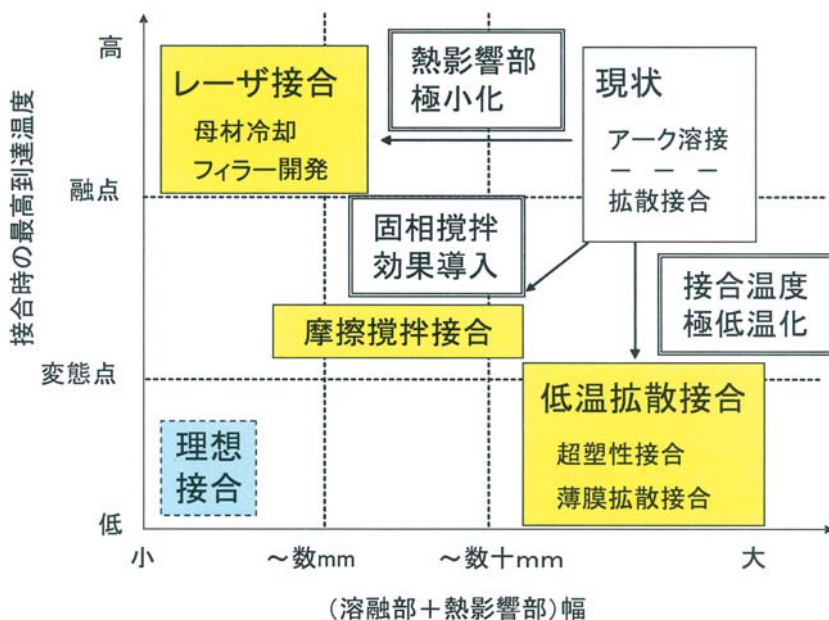


図-3 接合研究の目標

4 まとめ

本プロジェクトは世界に先駆けて、汎用鋼としての超微細粒薄鋼板の工業的製造技術基盤並びに実用化のための接合技術基盤を構築することを目指すものである。これら技術の確立は、日本の鉄鋼産業のみならず製造業全体の世界競争力向上に貢献するとともに、鋼材の高機能化によるCO₂削減、循環型社会基盤構築等の環境問題に対応し

得る素材開発及び生産へ向けて、抜本的解決の筋道を提供するものである。

平成14年度からの研究推進により目標を上回る研究成果をあげることができ、平成16年6～8月に行われたNEDO技術開発機構の中間評価においても非常に高い評価を得ている。

今後、200mm～300mm板幅での超微細粒鋼製造プロセスの実証研究を推進するとともに、そのデータの計算科学研究への反映を図り、1200mm～

1500mm板幅の熱間圧延プロセス設備の仕様提言へと結び付けていく予定である。

また平成17年度後半からは、試作される200mm～300mm板幅の超微細粒広幅薄鋼板の機械・機能特性の調査と実用化のため各種2次加工部材の試作を行い、超微細粒薄鋼板の実用性の検証とともにその課題整理を行うため、さらに研究の高度化を進めていきたい。

セミナー案内

日本金属学会分科会シンポジウム
「規則合金系材料の現状と
磁気記録への展開」

主 催 : (社)日本金属学会
日 時 : 5月27日(金)10:00 ~ 17:00
会 場 : 東北大学 多元物質科学研究所
仙台市青葉区片平2-1-1
参加費 : 正員8,000円、非会員12,000円
(予稿代込み)

問い合わせ先 : (社)日本金属学会
TEL. 022 - 223 - 3685
FAX. 022 - 223 - 6312
E-mail: apply@jim.or.jp

The Japan Research and Development Center for Metals
JRCM NEWS / 第223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 2005年5月1日
発行人 小島 彰
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
T E L (03) 3592-1282(代) / F A X (03) 3592-1285
ホームページURL <http://www.jrcm.or.jp/>
E-mail jrcm@oak.ocn.ne.jp