



鉄鋼研究所
薄板材料研究部 研究員
若林 千智 (わかばやし・ちさと)
(材料工学専攻、2009年入社)

CASE 1 自動車分野

高強度で加工しやすい ハイテンの ソリューションを提供

電気自動車、燃料電池自動車などの次世代自動車は大型電池などを搭載することから車体重量が増え、燃費向上のために一層の軽量化が求められる。また自動車には乗員や歩行者を守る安全性、車体の意匠性のほか、購入しやすい価格レベルが求められ、これらを両立させることができる材料は鉄しかない。この自動車用鋼材の開発に取り組むのが鉄鋼研究所の研究員だ。

現在高強度の「超ハイテン」へのニーズが高まっているが、この超ハイテンを開発する際の課題は、高強度化によって低下する加工性の維持・向上にある(図1)。ボディに使用される超ハイテン材の開発では、緻密な結晶組織制御が必要だ。「鋼板の組織制御はppmオーダーでの成分設計だけではなく、製鉄プロセス各工程の操作条件の最適化など多

様な技術の組み合わせにより実現します。ラボ試験、解析技術を駆使した組織のつくり込みや、実機試験を行ってお客様が求める鋼材特性を引き出すことが私の役割です」(若林千智研究員)。

新日鉄では鋼材開発にとどまらず、その製品の利用加工技術や部品の最適形状にまで踏み込んだソリューション提案を行う。例えば、高張力鋼板(ハイテン)は切断加工の際に生じる切断面の割れを防ぐため、穴広げ性※1などの材料特性と工具・切断方法の両面から最適化が求められる。松野崇研究員は「材料物性や工具形状などの諸データに基づいて、解析が難しい割れ(破壊)現象をFEM(有限要素法)で数値計算しています。この結果から優れた材質と最善の切断方法を導き出します」と語る(図2)。薄板材料研究部と加工技術研究開

発センターは一体となった技術開発を強化し、総合力で迅速に開発成果を実用化する体制を構築している。最近では1・2ギガパスカル級の高強度で高い延性を併せ持つ鋼板と、そのソリューション技術を併せて提供することで実用化に至っている。

一方、重要保安部品であるサスペンションなどに使われるばね材(線材)の開発に取り組む鈴木崇久研究員は、今後の海外との価格競争激化を踏まえて、合金元素の使い方を熟知することで、高価な合金元素の使用量を削減しつつ、熱処理による組織制御で鋼材を高強度化することに挑んでいる。「腐食環境の厳しい自動車の足回りの懸架ばねでは、鋼材開発とばね加工メーカーのプロセス改善を組み合わせることで、部品になったとき最高のパフォーマンス(強度

多彩な技術開発で「鉄」を極める(1) 時代が求める「機能」と 「使い方」を追求する

本誌では2011年12月号において、研究開発誌「新日鉄技報」創刊100周年を記念し特集を掲載。新日鉄の研究開発の歩みを振り返り、今後進むべき方向を展望した。今号からは、新日鉄の技術基盤を担う若手研究者たちの取り組みにスポットを当て、「製品開発」「プロセス開発」「原理原則の追求」「非鉄・新機能材料の開発」「環境・省エネルギー技術開発」の5つの切り口で事例を連載で紹介する。第1回目は、自動車・エネルギー・インフラ分野の製品開発において、「鉄の機能と使い方を極める」技術開発を追う。

※1 穴広げ性：鋼板に開けた穴を所定の工具でどこまで押し広げることができるかを示す指標。

CASE 2 エネルギー分野

極低温の過酷な使用環境で 優れた鋼材特性を 発揮させる

新エネルギーとして期待される洋上風力発電の実用化は、日本のエネルギー構造の骨格にもかかわる重要な技術だ。その洋上風力発電において、欧州の大規模洋上ファーム建設地の多くは寒冷海域である。また近年、エネルギー需要の拡大に伴い、石油・天然ガスなどの化石エネルギー資源は、極寒地域でも開発・生産されるようになってきた。

この中で新日鉄ではパイプラインや海洋構造物に使用される厚板・鋼管の極低温下での強度、靱性、変形能の向上を目指し研究開発を進めている。これら特性を同時に向上させるためのキーとなる差別化技術がTMCP※2だ。TMCPは、熱間圧延の温度・圧下量を制御する制御圧延に、次世代型制御冷却装置「CLC[®]」μを駆使した

緻密な温度管理を組み合わせた製造プロセスのことであり、これにより金属組織を自在に制御し、高性能鋼板をつくり込むことができる。巨大な鋼管杭(板厚50〜120mm、直径4m超)からなる風力発電設備の海中部基礎や極厚材を用いる海洋構造物などでは、高い安全性を確保するため、マイナス40℃という極限レベルでの靱

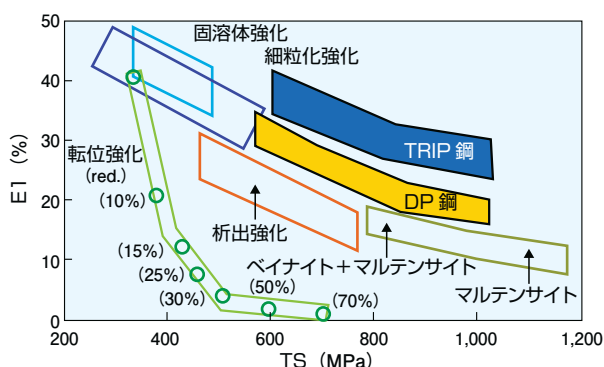


鉄鋼研究所
棒鋼・線材研究部 研究員
鈴木 崇久 (すずき・たかひさ)
(マテリアル工学専攻、2009年入社)



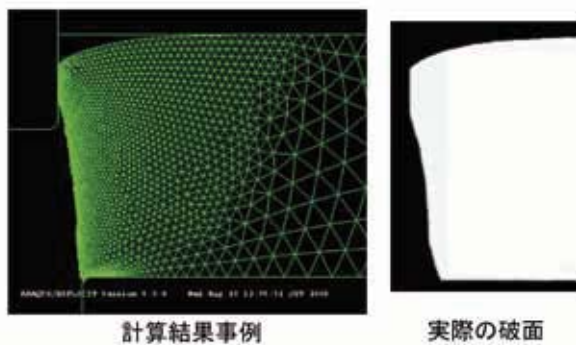
鉄鋼研究所
加工技術研究開発センター 研究員
松野 崇 (まつの・たかし)
(航空宇宙工学専攻、2005年入社)

図1 各種ハイテンの強度・延性バランス



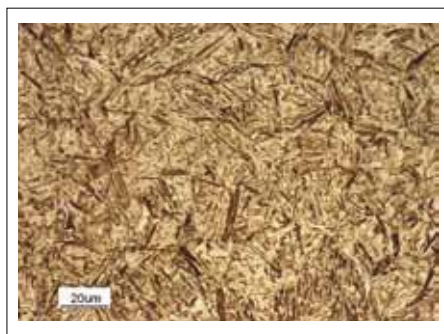
約2,000メガパスカル)が出るように工夫しています(写真1)。また、電気自動車の登場など自動車の駆動系技術が大きく変化する中で、部品加工メー

図2 加工切断面のFEM解析例



カーとの情報共有と協業を密にして、先を見据えた新たな材料開発に取り組んでいる。新日鉄では設計段階でのシーズ提案

写真1 ばね鋼のミクロ組織



焼入れマルテンサイト組織
鋼材中の微細な組織構造を制御することで、高強度化を図っている。

も含めて、自動車の進化を先取りする産業間連携をさらに深化させ、激化するグローバル競争のアドバンテージを今後も維持し続けていく。

※2 TMCP: Thermo-Mechanical Control Process 加工熱処理法。従来の製造法に比べ、製造条件の制御範囲を広げ、結晶粒の飛躍的な微細化を可能にした。

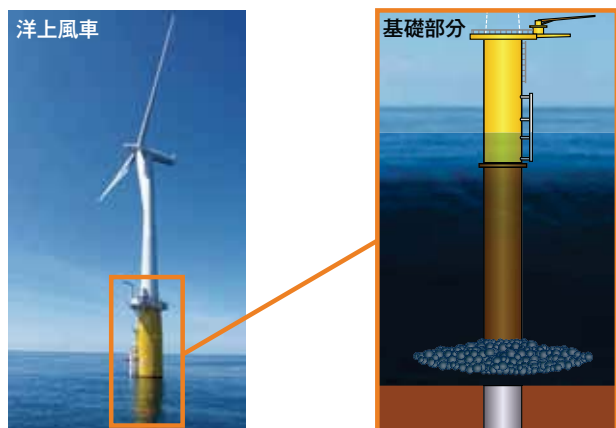


鉄鋼研究所
厚板・鋼管・形鋼研究部 研究員
長井 健介 (ながい・けんすけ)
(マテリアル理工学専攻、2006年入社)



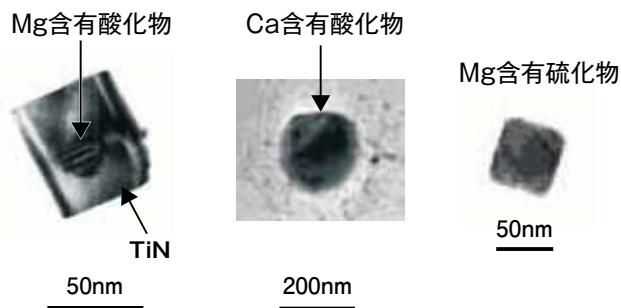
鉄鋼研究所
厚板・鋼管・形鋼研究部 主任研究員
本間 竜一 (ほんま・りゅういち)
(生産科学専攻、2002年入社)

写真2 洋上風車と基礎部分



性が求められる(写真2)。このような高靱性鋼の開発では、母材靱性だけではなく、溶接熱影響部の靱性確保が極めて重要だと本間竜一主任研究員は語る。「溶接時の加熱に伴う結晶粒成長による靱性劣化を抑えるには、製鋼段階でナノミクロンサイズの超微細粒子を分散させる独自のHTUFF®(※3)が有効です(写真3)。また、極低温では、従来問題にならなかった数ミクロンの微細な硬質第二相により靱性が大きく低下する場合もあります。これをブレイクスルーするために私たちは結晶粒径に加え、硬質第二相の影響を最小限にする合金成分設計、TMCP条件を追求しています」。

写真3 HTUFF®に用いる超微細化合物の例



同様にパイプラインは、従来は敷設されなかった寒冷地域に敷設されるようになってきた。寒冷地域の中でも、凍土が季節によって一時的に溶ける不連続凍土地帯では、地盤の変動に伴いパイプライン用鋼管は曲げ変形を受ける。このような敷設環境では、パイプライン用鋼管には、変形しても座屈・破断しない変形能が強く求められるようになった。変形能を向上させるためには、決められた強度の中で、低降伏強度で、かつ高引張強度といった難易度の高い特性が必要だ。研究に取り組む長井健介研究員は「TMCP技術を駆使して、強度・靱性・変形能の複合特性を満足する金属組織を、いかにつくり込むか

写真4 高変形能鋼管の敷設例



SKVパイプライン(サハリーン・ハバロフスク・ウラジオストック間幹線)に採用された高変形能鋼管

研究を重ねています。ラボ試験データをもとに、成形による加工硬化特性の変化までを考慮に入れた材質制御の指針を確立することで、強度と靱性を維持したまま変形能を従来鋼に比べて約1・3倍に高めることができました。この開発により、当社鋼管はお客様から高い評価を受け、高変形能鋼管として最大規模の数量である2万トンの受注・製造につながりました」と成果を語る(写真4)。

※3 HTUFF®: Super High HAZ Toughness Technology with Fine Microstructure Imparted by Fine Particles 溶接熱影響部(HAZ)靱性制御技術。溶接部の靱性を向上させ、高効率大入熱溶接でも優れた機械的特性を発揮する。



鉄鋼研究所
鋼構造研究開発センター 研究員
木村 慧 (きむら・けい)
(建築学専攻、2009 年入社)



鉄鋼研究所
鋼構造研究開発センター 主任研究員
石濱 吉郎 (いしはま・よしろう)
(土木工学専攻、2003 年入社)

CASE 3 インフラ分野

多彩な構造物や 施工法を提案し、 “鉄”の可能性を広げる

社会インフラは、人々の安全・安心を守る重要な基盤であり、持続可能な社会の実現のためにも良質なインフラが求められている。

新日鉄ではインフラ(土木・建築)分野において、材料・建材・市場開発の三位一体で鋼構造の研究に取り組み、施工法やその後の運用など LCA・環境対応も含めて鉄の機能を最大化する利用技術を開発している。

例えば、無被覆で耐火性を持たせた耐火鋼※4のソリューションでは、合金の成分設計などで鋼材自体の耐火性能を追求する一方、施工性・メンテナンスなどのコスト面を考慮した最適な建築構造設計を提案。火災時における構造物の力学的なメカニズム解明に取り組む木村慧研究員は、「鋼構造の魅力」をさらに高めるため、材料・構造・遮熱の3つの視点から模型実験による現象を数理的に解析し

て建物全体での性能評価を行い、一歩進んだ鋼構造建築物の無耐火被覆化に挑戦しています」と語る(図3)。

また、土木・建築構造物の基礎となる鋼管杭では、例えば、施工業者と連携して実物の打設試験を実施し、騒音・振動や発生残土、地下水汚染などの環境影響を問題ないレベルまで極小化できる新工法を開発している。さらに狭隘地でも施工できる省スペース工法を提案して工期短縮を図るなど、建設コスト削減を含めた鋼管杭の付加価値を高める取り組みを行っている。石濱吉郎主任研究員は開発プロセスの一例を説明する。

「鋼管杭の施工時や使用時の挙動をシミュレーションできる試験機を使ったラボ実験で、地盤と杭の相互的な挙動の評価とその発生機構を解明して、杭先端部の耐力などを検証・評価しています。その上で実際の打設試験の結果と合わせて、

図3 耐火鋼の高温強度特性と適用例(体育館)

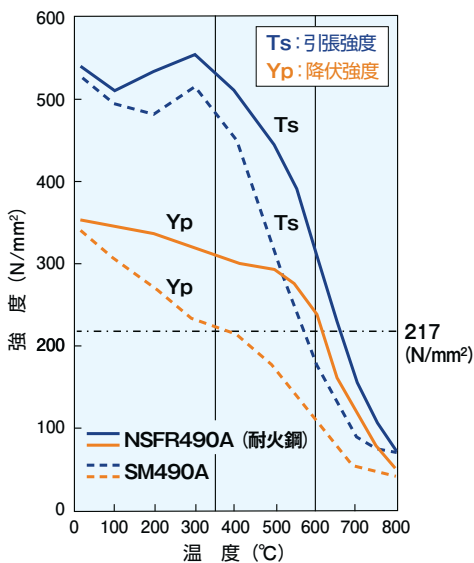


写真5 鋼管杭の現場での
載荷試験風景



支持力が高く、かつ迅速に埋設できる杭形状や施工法を考案しています(写真5)。現在採用実績を伸ばす「TN-X工法」※5も、こうした研究開発・改良プロセスを経て、2010年に鋼管径1400mm、施工深度70mまでの技術認定を取得した。一方近年、土木・建築分野の海外展開が加速化している。昨年5月には、ベトナムに鋼管杭・鋼管矢板工場(NPV)を設立し、従来ODA(政府開発援助)が中心だった同国のインフラ分野で建材の本格的な普及活動を開始した。石濱主任研究員も現地に赴き、現場試験の計画・実施による設計・施工の基盤づくりを担当している。また建築分野においても、世界各地で発生する地震や火災に対応できる、耐震と耐火の両面で優れた鋼構造システムの提案に注力するなど、新日鉄では今後、海外プロジェクト向けの技術開発をさらに強化していく予定だ。

※4 耐火鋼：モリブデンなどの合金元素を添加することで高温特性を高めた建築用鋼材。600℃の環境下で常温設計基準強度の3分の2以上の降伏強度を持つ。
※5 TN-X工法：騒音・振動が少ない中掘り鋼管杭工法で、鋼管内に掘削ヘッド付スクリーを挿入して地盤内を掘進しながら鋼管杭を沈設する工法。杭先端部にセメントミルクを噴射し、杭径の2倍程度の大きな根固め部(固化体)を造成することで高い支持力を発現する。