

鋼のメタモルフォシス

斎藤 忠

(株)神戸製鋼所鉄鋼技術研究所

鉄の変遷

世界の鉄鋼の生産はこの100年間に1000万トンから7億トンへと約70倍もの拡大を示した。それまで鉄鋼生産の王座にあった英国を米国が追い越したのがちょうど100年前である。以来米国は自動車を筆頭とする機械文明の発展とともに第2次大戦後ソ連、日本に追いつかれるまで、世界の過半数を生産する鉄鋼生産基地としての立場を維持してきたが、現在の状態たるやご承知の通りである。日本も戦後零からスタートし、急激な発展を遂げて来たものの、約20年前1億トンの生産量を達成した後は、ほぼ横這いの状態であり、その間の鉄鋼産業の相対的地盤低下は否めない事実である。21世紀に向けて過去の変遷を教訓としながら、今日の状態の維持、望むらくは向上にむけて知恵を絞ることこそが鉄鋼産業に身を置く者の責任と感じ、その考えの一端をここに紹介する次第である。

鉄はこれまで自動車、電気、建築物や橋梁など人類のより快適な生活への願望を叶える道具への基礎素材として、より安く、より高機能に、より大量に生産されてきた。今後鉄に課せられた使命はこれに変わることはないが、さらに人類が直面している化石エネルギーの枯渇、地球環境などの問題に積極的に答えていく責務がある。

例えば自動車材料を例にとれば、鉄の長所である「強い」に対し燃費向上、安全性向上の観点から延性を確保しつつより高強度化が図られ、競合材料のアルミニウムや樹脂の追随を許さない機能を発揮している。いっぽう「錆びる」、「重い」という欠点に対しては各種表面処理鋼板や、積層鋼板が開発されてきた。また建築物や橋梁、造船に対してもより高強度の材料が開発され、加えて耐火性や耐候性、溶接性などの機能が付加されてきた。このようないわゆる重厚長大に関連する用途に関しては、鉄鋼はニーズにミートした無駄のない材料としてその優位性は疑う余地のないところであるが、今後需要家の要求の高度化、多様化、社会環境保護の必要性など、これまでとは違う工夫していかなければならないだろう。

今後鉄の持つ長所を伸ばし、短所を克服する努力こそが旧来の鉄を脱皮 (Metamorphosis of Steel) した「新しい鉄=Smart Steel」を創出し、競合材料に対して競争力、優位性を持ち続けるキーポイントであると考ええる。

スマートスチール

より強く=図1に示すようにサイファアのような特殊な極細線では強度が5,000N/mm²と鉄の理論強度10,000N/mm²の約1/2のレベルのものが開発されているが、薄板や厚板のような加工性や靱性、溶接性など総合特性を求められる製品に関しては現状1,500N/mm²程度が最大強度である。ヤング率などの特性と合わせて鉄の長所のあくなき探究が求められるところである。

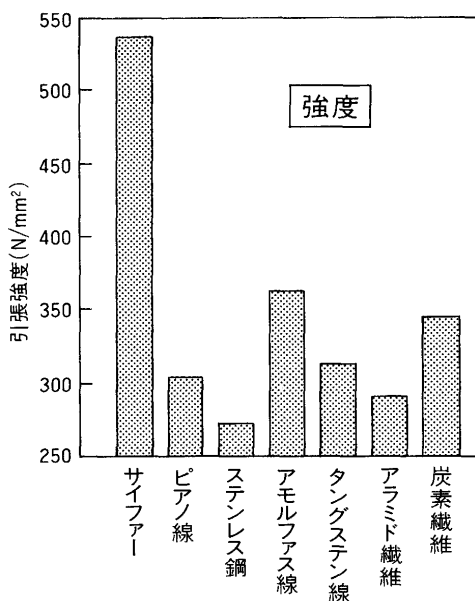


図1 各種強化繊維(φ10~10μm)の強度比較

より安く=大量生産技術や連铸、連続焼鈍に代表される連続化技術の進歩により他の素材に対しては優位を確保しているものの、大幅なコストダウンへの努力なくしてその維持は不可能である。すなわち千円、2千円のコストダウンでなく、1万円、2万円のコストダウンを目指した取り組みが必要であり、铸造、加工、材質制御を一体化した革新的プロセスの探究、例えば図2に示したような铸造と加工を一体化したニアネットシェイプ-半凝固加工¹⁾、あるいはモノグレード素材の最終工程での作り分け、機能付加技術などの実現が不可欠であろう。またこれらへの取り組みはコストダウンのみならず、新しい機能の付加をも期待させるものであり、精力的な取り組みが待たれるところである。より錆にくく=錆ない鋼材への取り組みの代表として

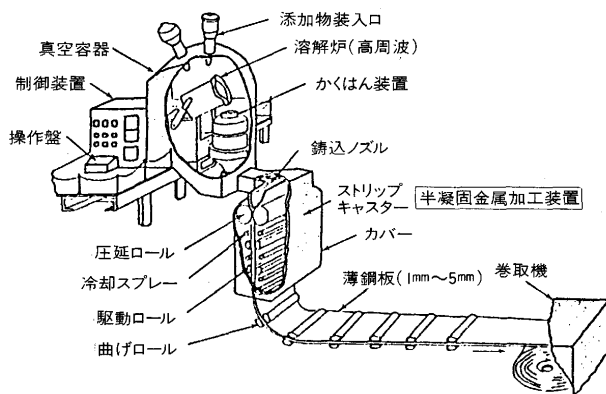


図2 半凝固加工プロセス概念図

自動車用防錆鋼板があげられるが未だすべての要求を満足したものは開発されていない。今後、コスト、加工性、点溶接性全てを満足する薄目付け高耐食性を目指した取り組みが求められている。すでに分散めっき、アモルフィスめっきや図3に示したようなきわめてすぐれた耐食性を示す蒸着Zn-Mg合金めっきなど新しい芽は出つつあり、これらの芽をいかに工業的規模で実現するかということが今後の課題であろう。また表面処理からのアプローチだけでなく、母材そのものの耐食性を上げる観点から高純度鋼をベースとした母材耐食鋼板、ステンレス鋼の改善、省合金化、チタンなどの耐食材料との複合化などの幅広いアプローチが必要となろう。

より美しく＝鋼は他の素材に比べて意匠性という面では劣っている。表面処理技術はこれまで防錆技術を中心に発展してきたが、今後は鋼の意匠性向上に向けた技術展開が必要となろう。すでにステンレスを素材として各種意匠鋼板が商品化されているが、鋼板を素材として、表面加工、防錆技術と融合させ、既存の装飾用素材に負けない商品の創出を期待したいものである。

より軽く＝鉄の比重7.9はアルミニウムの比重2.7の約3倍、樹脂の約8倍と競合材料に比べて不利な立場にあるが、比強度（強度/比重）という観点から見れば、1,000N/mm²級の鉄は約130（1,000/7.9）と300N/mm²のアルミニウムの約110（300/2.7）に比べて決して劣るものでない。より高度でかつ加工のしやすい鋼の開発が一つの回答の方向と考えられる。いっぽう軽量ラミネートに代表される複合板も解決策の一つであるが、リサイクルや点溶接性、耐熱性など問題点も多くこれらの解決が今後の課題であろう。さらに樹脂との積層だけでなく、目的に応じた各種軽量金属との積層、複合化も今後の検討課題であろう。

メタモルフォシスへの道

21世紀に向けて新幹線、磁気浮上鉄道、無公害車等の輸送関係、超高層ビルや大深度地下開発等の土木、建築関係、社会環境整備やエネルギー関連、地球環境対策など各種のビッグプロジェクトが計画されており、構造材料としての鉄鋼に期待されるところはきわめて大きく、かつまた新しい鉄鋼需要を創生する大きなチャンスを迎えている。このチャンスに向かって需要家と一体となって取り組みその期

待に答えていかなければならない。需要家との一体化こそが、過去日本の鉄鋼業が世界一に成りえた要因であり、今後もその立脚点を踏み外すことなく前進することが必要であろう。

さらに機能材料としての鉄、いわゆるファインスチールと呼ばれる分野への展開、現在の原子力発電および次世代エネルギー源として期待される核融合炉実現に必要な各種材料への回答、安定供給は鉄が生き残る上で是非必要な課題であると同時に人類の繁栄への責務であろう。しかしながらこれらの分野での材料開発は、個々に見れば市場規模が小さく、各種周辺技術の整備がともなわなければ実現しない、など一企業での取り組みには限界があり、大学や公的研究機関と一体となった活動が期待される場所である。

今後これらの新しい機能を持った構造材料、機能材料としての鉄を、国際競争力のある価格で安定供給するための製造技術開発、リサイクルや環境問題への配慮、労働環境改善に向けた自動化促進、あるいは日本のように人工密集

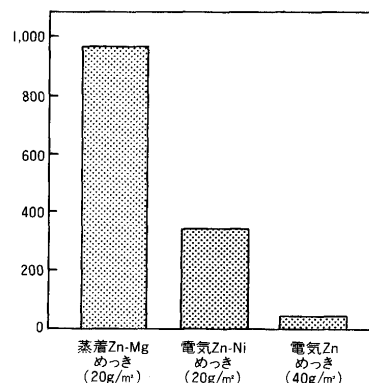


図3 各種めっき鋼板の塩水噴霧試験における赤錆発生時間

地に存在する製鉄所であればこそ可能となる各種エネルギーの地域への供給、地域廃棄物の処理、都市づくりなど「地域社会との新しい共生」という目をもった都市型製鉄所への取り組みがますます重要となってくると思われる。

鉄に課せられた課題は多岐にわたり、すべて満足するためには多大な努力を要することはいうまでもないが、それを乗り越えることこそがメタモルフォシスへの道であると考えている。

おわりに

鉄鋼産業の発展のためには、鉄鋼業界みずから我々の生活をより快適にするための新しいプロジェクト創生のリード役を果たすことが必要であろう。同時に地域の、あるいは地球規模での環境保護を念頭においた動きでないといけないことはいうまでもない。これらの実現には旧来の鉄を脱皮した「新しい鉄＝Smart Steel」創出に向けたより深い研究開発が必要であり、その担い手は若い研究者、技術者において他にはないと確信する。その実現に向けて産官学一体となって十二分に力を発揮されることを期待する次第である。

文 献

- 1) 鉄鋼会報, 1988. NO1443