

表彰者紹介

平成 3 年度 浅田賞・俵論文賞・澤村論文賞・ 三島賞・林賞・山岡賞受賞者

去る 10 月 1 日～3 日に開催されました本会第 123 回講演大会の式典（10 月 1 日開催）において下記賞の表彰が行われました。詳細は次頁以降に記載いたしております。

浅田賞

藤田 譲君 東京大学名誉教授
東京理科大学工学部機械工学科教授
田島 二郎君 田島橋梁構造研究所
ブリッジアドバイザー

田中 秀毅君, 他 3 名 東京大学大学院工学系研究科
博士課程
野城 清君, 他 2 名 大阪大学溶接工学研究所
助教授

俵論文賞

岡本 篤樹君, 他 1 名 住友金属工業(株)
鉄鋼技術研究所
小豆島 明君, 他 3 名 横浜国立大学工学部教授
柏谷 悦章君, 他 1 名 北海道大学工学部
金属工学科助手
林 公隆君, 他 3 名 新日本製鐵(株)技術開発本部
鉄鋼研究所表面処理研究部
松尾 充高君, 他 4 名 新日本製鐵(株)技術開発本部
プロセス技術研究所製鋼プロ
セス研究部

三島賞

河部 義邦君 金属材料技術研究所
力学特性研究部長
林 千博君 住友金属工業(株)
研究開発本部技監
小指 軍夫君 日本鋼管(株)技術開発本部
鉄鋼研究所副所長

林 賞

宇対瀬強一君 中部鋼板(株)取締役名古屋製造所
副所長

山岡賞

製鍊新基盤技術研究組合
溶融還元製鍊技術委員会
自動車用表面処理鋼板研究開発ワーキンググループ

澤村論文賞

中田 正之君, 他 2 名 日本鋼管(株)鉄鋼研究所
京浜製鋼研究室主任部員

各 賞 説 明

浅 田 賞

鉄鋼業の周辺及び境界領域における学術上および技術上の業績により鉄鋼業の進歩発達に顕著な貢献をした者に授与する。

俵 論 文 賞

本会会誌「鉄と鋼」に掲載された前 1 か年の論文を審査し、学術上、技術上最も有益な論文を寄稿した会員に授与する。

澤 村 論 文 賞

本会会誌「ISIJ International」に掲載された前 1 か年の論文を審査し、学術上、技術上最も有益な論文を寄稿した者に授与する。

三 島 賞

鋳物、磁石、熱処理、金属加工の各分野において発明とその企業化またはこれに結びつく研究に顕著な業績を挙げた者に授与する。

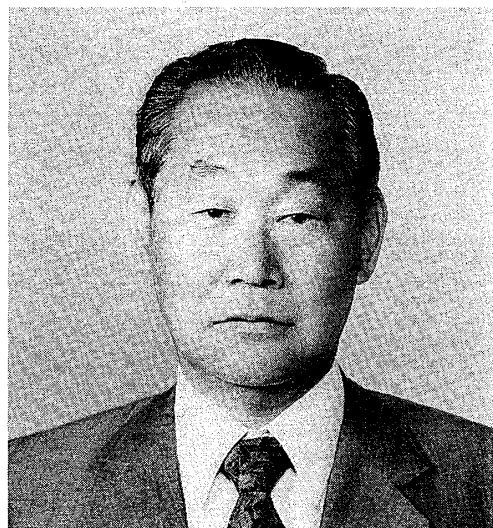
林 賞

電孤炉（フェロアロイ製造炉を含む）の設備、操業に多大の功績のあった者に授与する。

山 岡 賞

鉄鋼の学術、技術の共同研究に著しい功績のあった者に授与する。

浅 田 賞



東京大学名誉教授

東京理科大学工学部機械工学科教授

藤 田 譲 君

溶接力学展開による鋼構造物製作技術の発展

君は昭和 21 年東京帝国大学工学部卒業，同大学院特別研究生を経て，26 年同大学助教授，43 年教授，36 年東京大学より工学博士授与，60 年東京大学退官後は東京理科大学教授 現在に至っている．昭和 26 年アメリカのリーハイ大学フリッツ研究所にて研究，31 年同大学から Ph. D の学位を受ける．この間日本学術会議会員，同溶接研究連絡委員会委員，同構造研究連絡委員会委員，日本工学会理事 57 年溶接学会会長，60 年日本造船協会会長を歴任し，平成 2 年から日本溶接協会会長に就任されている．

君の研究活動は，船舶建造工学を中心に，溶接力学，構造力学，システム工学の広範な分野にわたり多くの分野で優れた業績を挙げている．

船舶建造工学の分野では，世界に先駆けて，必要とされる船体強度をもとに許容される工作精度を求め造船における工作制度標準として作成するための推進役を勤めた．この基準は諸外国から高く評価され外国における船舶建造精度基準の基礎となっている．また溶接による変形・残留応力の発生機構を明確にするために，溶接力学の分野に初めて有限要素法を導入し，高温における金属の力学的特性を解析する熱弾塑性解析法を確立し，その後の溶接力学発展の基礎を築いた．この研究により日本造船学会賞を受賞した．

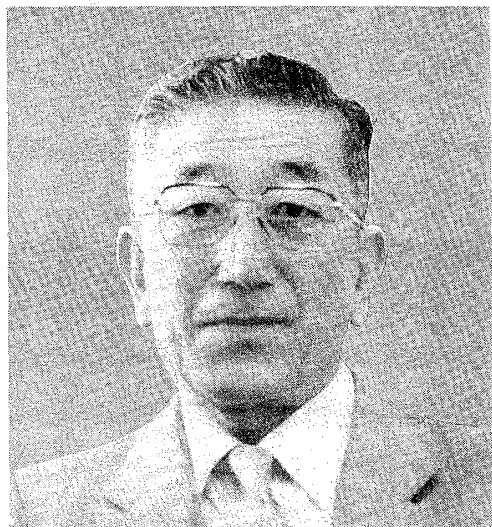
構造力学の分野では，昭和 30 年当時の英，米両国で骨組構造物の終局強度設計法として研究されていた塑性設計の概念を，板骨構造である船体設計に拡張し，船体構造の安全率をより明確にした．これらの一連の研究は，高く評価され，昭和 44 年松永記念科学振興財団より松永賞が贈られた．溶接構造物の座屈に関する研究では，特に塑性座屈値を実験によって求める ϵ - δ 法を確立した．この研究は，その後船舶が巨大化するとともに船体が薄肉化し，座屈損傷が重大問題となったためますます重要となった．溶接残留応力を有する船体座屈に関するこの種の研究は大形船の実用化を可能にしたといえる．

船舶システム工学の分野では，従来の CAD/CAM の統合化技術であり，造船の設計及び工作にシステム技術の適用を試み，コンピューターを援用した設計・生産システムを造船業に根づかせるべくその方向性を示したものである．

同君は溶接工学の発展に貢献した学問的業績並びに溶接技術の進歩に貢献した功績に対し，昭和 63 年溶接学会賞，平成 2 年には造船技術賞が贈られた．

以上のように同君は学問的業績はもとより後進の指導・教育に貢献するとともに，溶接工学・技術の発展に貢献した功績は極めて高く評価される．

浅 田 賞



田島橋梁構造研究所
ブリッジアドバイザー

田 島 二 郎 君

調質高張力鋼の道路鉄道併用長大橋への適用

君は昭和 24 年 3 月東京大学工学部土木学科卒業，4 月運輸省信濃川工事事務所，11 月日本国有鉄道発足と共に本社採用，2 年間現場の後，本社施設局特殊設計課に配属，36 年構造物設計事務所次長，46 年 1 月本州四国連絡橋公団設計部，48 年 2 月設計部長，55 年 4 月埼玉大学教授，平成 3 年 3 月退官し，現在田島橋梁構造研究所で活動開始した。

君は 40 年の間，一貫して橋梁の設計，施工，研究に携わる。昭和 3 年制定の鋼鉄道橋設計示方書は昭和 31 年に改定されたが，改定委員会幹事としてそれを担当，さらに高張力鋼鉄道橋（50 キロ級），溶接鉄道橋の設計・製作示方書，鋼コンクリート合成桁示方書等の作成に当たる。昭和 45 年にそれらをまとめて再検討して国鉄の設計基準規定，設計標準としたが，委員会幹事長としてそれに当たる。その間，疲労，座屈，溶接等についての実験研究を行う。昭和 28 年ドイツと時を同じくして高力ボルト継手の研究に着手，昭和 29 年日本初の高力ボルト摩擦接合を用いたトラス鉄道橋を架け，以来，高力ボルト継手の開発，普及に努める。設計では日本初の直交異方性版理論を用いた鋼床版橋（道路橋），日本初の溶接ローゼ桁（鉄道橋），調質 60 キロ鋼を用いたフィーレンデール橋（新幹線新神戸駅）その他多数の橋梁の設計を担当する。

昭和 30 年代に入り本州四国連絡橋の計画が取り上げられると共にそれに参画し，長大吊橋の列車走行性と軌道構造，調質高張力鋼の特性，溶接，疲労，座屈，大型ボルト継手等の研究と共に，橋梁計画，設計に携わる。本州四国連絡橋公団においては，80 キロ級調質高張力鋼までを含む長大橋の実施のための設計を担当すると共に，鋼材規格，設計・製作基準等の整備に当たる。

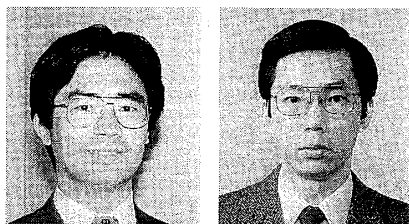
現在日本鋼構造協会理事，本州四国連絡橋公団技術委員会委員，イタリアメッシナ海峡連絡橋（スパン 3300 m 道路鉄道併用吊橋）国際技術委員会委員として活躍されている。

大学にては学生の教育・指導と共に，本州四国連絡橋を含む各種橋梁の設計・製作等委員会において参画する。また鋼コンクリート複合構造の研究・実用化，橋梁景観の向上等の推進にも努めた。

俵 論 文 賞

住友金属工業(株)人事部人事第三室室長
岡 本 篤 樹 君
住友金属工業(株)研究開発本部鉄鋼技術研究所
薄板研究部副主任研究員
水 井 直 光 君

極低炭素 Ti 添加冷延鋼板の再結晶集合組織に及ぼす
Mn と P の影響 (鉄と鋼, 76 (1990) 3, pp. 422~429)



岡本君は昭和 45 年 3 月東京大学工学部冶金学科終了後、ただちに住友金属工業(株)に入社、中央技術研究所加工研究室勤務、59 年鋼材研究室主任研究員、薄板研究室、平成 2 年 4 月研究開発企画部を経て、3 年 4 月人事部人事第三室長になり現在に至っている。

水井君は昭和 56 年 3 月東京大学大学院工学系研究科金属組織学専攻修士課程修了後、ただちに住友金属工業(株)に入社、中央技術研究所勤務となり現在に至っている。この間 63 年 3 月より平成元年 3 月までアーヘン工科大学に客員研究員として滞在している。

自動車の燃料費改善に伴う車重の軽量化のために、深絞り性が良く、引張強度の高い薄板が要求されている。冷延鋼板の連続焼鈍法で上記の目的を達成するには、極低炭素及び窒素の鋼に Ti, Nb を添加した IF 鋼 (Interstitial free steel) が利用されるが、強度の不足を補うために、固溶強化を主とする合金元素を添加しなければならないが、合金元素を添加すると、一般に、深絞り性が低下する。

これに対し、本論文では、極低炭素鋼に Mn, P, Ti を複合添加することにより、引張強さが 400 MPa 前後で従来にない高 r 値の鋼板が連続焼鈍法で得られることを明らかにしている。

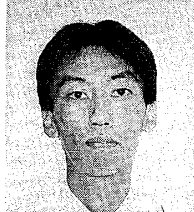
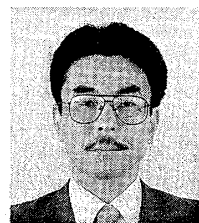
さらに、この深絞り性の向上する理由を実験的に調査し、高 r 値で高い引張強さの鋼を得るには、Mn, P, Ti の共存が必要であること、Ti と P が共存する鋼においてのみ、従来鋼では見られない再結晶集合組織の加熱速度依存性があることを明らかにし、複合添加による再結晶集合組織の改善が、焼鈍加熱過程の後期に微細析出する FeTiP の微細析出によるとしている。

このように、本論文は深絞り性が良くかつ高強度の実用的冷延鋼板の製造方法を提案したばかりでなく、極低炭素鋼板の材質研究においても微細析出物の挙動を知ることが重要であることを再認識させた点でたいへん価値のある論文である。

俵 論 文 賞

横浜国立大学工学部教授 小豆島 明 君
大同化学工業(株)東京研究所 野 呂 和 也 君
いすゞ自動車(株)乗用車 RV 設計部
井 柳 好 貴 君
横浜未来サービス(株) 出 川 浩 樹 君

冷間圧延における板表面光沢の制御システムの提案
(鉄と鋼, 76 (1990) 4, pp. 576~583)



小豆島君は昭和 51 年東京大学大学院工学系研究科金属工学専攻博士課程修了、52 年同大金属工学科助手、57 年同講師を経て、昭和 58 年横浜国立大学工学部助教授、平成 2 年同大教授となり現在に至っている。この間昭和 61 年から 62 年デンマーク工科大学に留学している。

野呂君は昭和 56 年秋田大学工学部燃料化学科卒業後、大同化学工業(株)に入社、奈良技術研究所を経て、平成 2 年同東京研究所勤務となり現在に至っている。この間昭和 60 年から平成 2 年横浜国立大学研究生となっている。

井柳君は昭和 62 年横浜国立大学工学部機械工学科卒業後、いすゞ自動車(株)に入社、乗用車 RV 設計部勤務となり現在に至っている。

出川君は昭和 63 年横浜国立大学工学部機械工学科卒業後、(株)サンミックスに入社、平成 3 年横浜未来サービス(株)を設立し現在に至っている。

薄鋼板の表面光沢に対する品質要求は近年ますます厳しく、圧延時の光沢向上のメカニズムを解明する必要性が強くなっている。従来から圧延後の表面性状に関するトライボロジー因子の影響については多くの実験データが報告されていたが、諸因子の系統的かつ定量的な把握はなされていなかった。

本研究は冷間圧延後の鋼板の表面性状に及ぼすトライボロジー因子の影響を定量的に明らかにし、冷間圧延時に表面光沢を制御することが可能なシステムの提案を行ったものである。

著者らは、低炭素鋼板を用い圧下率、圧延速度、圧延油粘度、ロール・圧延材料の表面粗さなどのトライボロ

ジー因子を広範囲にかつ系統的に変化させて冷間圧延実験を行い、圧延後に鋼板表面の光沢、粗さを調査するとともに表面顕微鏡観察をし、表面性状に及ぼす上記諸因子の影響を明らかにした。これらの実験データをもとに、熱効果を考慮したレイノルズ方程式から計算したロールバイト入口の油膜厚みと表面光沢との関係を、ロールや鋼板の表面粗さにより層別することにより定量的にも明確にできることを示した。これらから入口油膜厚みとロールあるいは圧延材料表面の粗さを変数とし、冷間圧延後の鋼板の表面光沢を推定し、圧延速度、圧延油温度などの圧延条件により制御するシステムを提案した。

表面光沢に対するトライボロジーの因子の影響に関する従来からの研究は定性的なものであり、本研究において初めて定量化され、推定・制御システムの提案も初めてなされた。研究の着眼点、論理展開も的確で新規性があり、今後の実際への適用が期待される。

俵 論文賞

北海道大学工学部金属工学科助手

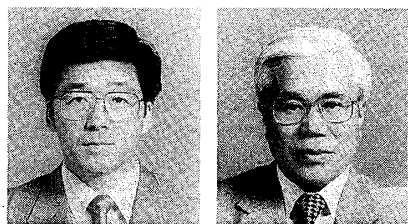
柏 谷 悦 章 君

北海道大学工学部教授

石 井 邦 宜 君

炭素の結晶・非結晶の割合を考慮したコークスガス化反応の速度解析

(鉄と鋼, 76 (1990) 8, pp. 1254~1261)



柏谷君は昭和 57 年 3 月北海道大学工学部金属工学科卒業、昭和 59 年 3 月同大学大学院修士課程修了後、ただちに北海道大学工学部金属工学科助手となり現在に至っている。

石井君は昭和 39 年 3 月北海道大学工学部冶金工学科卒業、昭和 41 年 3 月同大学大学院修士課程修了後、ただちに北海道大学工学部講師に任官、昭和 46 年 4 月同助教授、昭和 64 年 1 月同教授となり現在に至っている。

本論文は、コークスのガス化反応速度をコークス中炭素の結晶状態に基づいて解析したものである。

コークス中の炭素は進化の度合いの異なるさまざまな結晶からなっており、コークスの性状は原料炭の特性と製造履歴によって複雑に変化し、速度論的取扱いにおいても従来報告されている速度定数の値は試料ごとに異なるため、普遍的な意味を持たなかった。

著者らは、コークス中の炭素を、反応が遅く X 線の回折に寄与する黒鉛結晶と、反応が速く、回折に寄与せず、Background 強度だけに関係する無定形炭素に二分し、結晶及び非結晶炭素のガス化反応と非結晶炭素の黒

鉛化反応からなるコークスのガス化モデルを考案した。

炭素の結晶子の大きさは炭素網目平面すなわち (002) 面の広がり (L_a) とその積み重なり厚さ (L_c) で表される。そこで著者らは X 線回折により試料コークスの L_c , L_a を測定し、昇温による炭素結晶子の変化とガス化反応の関係を調査した。その結果、 L_c は温度のみによって決まること、 L_a は反応によって小さくなることを見出し、ガス化反応が結晶学的な選択性を持ち、(002) 面に垂直な面に対して優先的に生じることを明らかにした。また、 L_c , L_a の値より炭素の結晶・非結晶割合を算出する方法を示した。

反応速度解析では、Langmuir-Hinshelwood 型の速度式を使用し、結晶、非結晶炭素それぞれについて速度定数を決定している。さらに得られた速度定数の値は、非結晶炭素のものは他の研究者の値より大きく、結晶炭素のものは逆に小さいことを示し、結晶・非結晶割合で評価すれば、著者らの値が他のコークスの反応速度解析へ適用可能であることを示唆した。また、得られた速度定数を使用してコークス充填層のガス化反応速度の解析を行い、温度やガス組成の異なる測定値をよく再現できることを示した。

コークスのガス化実験では、CO には反応抑制効果があること、それは低濃度ほど顕著なこと、また、高温ではその効果は小さくなること、CO₂ は高濃度になると阻害効果があることを示した。

要するに本論文は、実用コークスのさまざまな反応性を統一的に解釈する手段を与えており、今後、コークスの反応性の管理と制御、製造法の改善、高炉内反応の解析などの進展に多大に寄与するものと高く評価される。

俵 論文賞

新日本製鉄(株)技術開発本部鉄鋼研究所

表面処理研究部

林 公 隆 君

新日本製鉄(株)技術開発本部調整部

伊 藤 陽 一 君

新日本製鉄(株)技術開発本部鉄鋼研究所

表面処理研究部

加 藤 忠 一 君

新日本製鉄(株)技術開発本部鉄鋼研究所

表面処理研究部

三 吉 康 彦 君

自動車用冷延鋼板の塗膜下腐食機構

(鉄と鋼, 76 (1990) 8, pp. 1309~1316)





林君は昭和 59 年 3 月北海道大学大学院理学研究科化学専攻修士課程修了後、新日本製鉄(株)に入社、中央研究本部第二技術研究所表面処理研究センター勤務、平成 3 年 7 月技術開発本部鉄鋼研究所表面処理研究部勤務となり現在に至っている。

伊藤君は昭和 55 年 3 月東京大学大学院工学研究科応用化学専攻修士課程修了後、新日本製鉄(株)に入社、製品技術研究所勤務、61 年 7 月中央研究本部第二技術研究所表面処理研究センターを経て、平成 3 年 7 月技術開発本部調整部勤務となり現在に至っている。この間昭和 59 年から 2 年間仏パリ大学に留学している。

加藤君は昭和 42 年 3 月北海道大学大学院理学研究科化学専攻修士課程修了後、富士製鉄(株)に入社、中央研究所勤務となり、52 年 7 月研究企画調整部門、62 年 7 月中央研究本部第二技術研究所表面処理研究センターを経て、平成 3 年 7 月技術開発本部鉄鋼研究所表面処理研究部勤務となり現在に至っている。

三吉君は昭和 37 年 3 月東京大学理学部化学学科卒業後、ただちに富士製鉄(株)に入社、中央研究所勤務となり、45 年 6 月製品技術研究所、58 年 7 月中央研究本部第二技術研究所表面処理研究センターを経て、平成 3 年 7 月技術開発本部鉄鋼研究所表面処理研究部勤務となり現在に至っている。この間、昭和 43 年から 3 年間西独カールスルーエ大学に留学している。

自動車用外板に外面さびを生じる形態の腐食について、各種促進試験による性能比較は活発に行われてきたが、その腐食機構の解明は遅れている。

本論文は、その第一歩として、めっき層をもたない塗装鋼板をとり上げ、実車走行条件に近いぬれ乾き条件下における冷延鋼板の塗膜下腐食について基礎的検討を試みたものである。まず点状さび部から発生する外面さびについて、糸状さび、ふくれさび、あるいはまれに糸状さび→ふくれさび、を経てスキャブさびに発展することを観察した。一方向へ伸びる糸状さびの成長速度($1.8 \times 10^{-3} \text{ mm/h} = 16 \text{ mm/y}$)は、全半径方向へ広がるふくれさびのそれより著しく速い。ただし、両者の機構は変わらないとして以下の測定・解析ではいずれかを取り上げている。本論文で明らかにした事項のうち注目されるのは、アノードの同定であろう。すなわち、線状さびから 2 mm の位置にあらかじめ埋めておいた微小 pH 電極により *in-situ* pH 測定を行った。ふくれさびが pH 電極に達する時点で約 4 という著しく低い pH がえられ、その後腐食後方へ取り残されるにつれ、pH はまた上昇した。塗膜下腐食の先端がアノード、後方がカソードという認識を実証的に確認した。ふくれさびの体積を精力

的に実測し、それを決定する初期腐食生成物は $\text{Fe}(\text{OH})_2$ として説明しうることを示した。この $\text{Fe}(\text{OH})_2$ が後期腐食生成物(X 線的に Fe_3O_4 , $(\alpha, \beta) \text{FeOOH}$, Fe_2O_3)に変態すると空隙率約 40% (計算)、比表面積 $98.3 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ (実測) というポーラスなさび層になる。これらは、上述の糸さび先端のアノード溶解速度 16 mm/y に対応するカソード面積—酸素還元速度を $10 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ と仮定して約 160 倍—を保証するのであろう。

本論文で採用された実験手法と精細な検討方法はめっき鋼板の塗膜下腐食に発展的に適用しうると期待できる。

俵 論 文 賞

新日本製鉄(株)中央研究本部第三技術研究所
製鋼研究センター(ドイツアーヘン工科大学留学中)
松 尾 充 高 君

吉川工業(株)技術研究所次長
高橋(旧姓斎藤) 力 君

新日本製鉄(株)技術開発本部プロセス技術研究所
製鋼プロセス研究部 主幹研究員

片 山 裕 之 君
新日本製鉄(株)技術開発本部プロセス技術研究所
製鋼プロセス研究部 主任研究員

平 田 浩 君
新日本製鉄(株)技術開発本部プロセス技術研究所
製鋼プロセス研究部 研究員

小 川 雄 司 君

上底吹き転炉を用いた鉄鉱石の熔融還元における二次燃焼・着熱挙動と石炭原単位の関係

(鉄と鋼, 76 (1990) 11, pp. 1879~1886)



松尾君は昭和 59 年 3 月京都大学工学部化学工学科修士課程修了後、ただちに新日本製鉄(株)に入社、中央研究本部第三技術研究所製鋼研究センター勤務を経て、平成 2 年 4 月よりドイツアーヘン工科大学に留学中である。

高橋(旧姓斎藤)君は昭和 28 年 3 月苫小牧工業高等学校卒業後、ただちに富士製鉄(株)入社、室蘭製鉄所研

究課, 生産技術研究所熱プロセス研究室, 第三技術研究所熱工学研究センター, 中央研究本部研究企画部, 製鋼研究センターを経て, 平成 2 年 1 月より吉川工業(株)技術研究所次長となり現在に至っている。

片山君は昭和 39 年 3 月東京大学工学部冶金学科卒業後, ただちに八幡製鉄(株)に入社, 東京研究所第三基礎研究室, 八幡技術研究所製鋼研究室, 生産技術研究所精錬凝固研究室, 第三技術研究所製鋼研究センターを経て, 平成 3 年 6 月より, 技術開発本部プロセス技術研究所製鋼プロセス研究部主幹研究員となり現在に至っている。

平田君は昭和 60 年 3 月大阪大学工学部冶金学科修士課程修了後, ただちに新日本製鉄(株)に入社, 中央研究本部第三技術研究所製鋼研究センターを経て, 平成 3 年 6 月より, 技術開発本部プロセス技術研究所製鋼プロセス研究部主任研究員となり現在に至っている。

小川君は昭和 63 年 3 月東京大学工学部船用機械工学科修士課程修了後, ただちに新日本製鉄(株)に入社, 中央研究本部第三技術研究所製鋼研究センターを経て, 平成 3 年 6 月より, 技術開発本部プロセス技術研究所製鋼プロセス研究部研究員となり現在に至っている。

鉄浴型溶融還元プロセスの開発にあたり, 石炭原単位低減のための方策として, 高二次燃焼-高着熱効率の組合せが追求されている。本研究では, 5t の試験転炉および一部 100t 転炉において揮発分の異なる石炭を用いて溶融還元を行い, この組合せによらず底吹き攪拌と揮発成分の影響を調べている。本研究結果の主要な点を要約すると以下のとおりである。

底吹きガスに酸素を用いた場合, 攪拌力の増加とともに着熱効率は増加するが二次燃焼率は低下するので, 最適の攪拌力が存在する。底吹きガスを窒素にすると, 着熱効率を高く保ちつつ二次燃焼率を向上できる。石炭原単位は二次燃焼率の増加とともに低下するが, ある臨界値を境に増加に転じ, その臨界値は揮発分が多いほど低二次燃焼率側にずれ, 石炭原単位は増加する。

これらの結果を「必要固定炭素量」という考え方を導入して説明した。すなわち, 操業を安定させるためには一定量の固定炭素が必要である。二次燃焼率を上げると上吹き酸素による固定炭素の燃焼量も増加するので, 石炭原単位も増加する。したがって, 安定操業の二次燃焼率, 石炭原単位は, 固定炭素の必要量を示す線と従来から求められている熱・物質収支から決まる線の交点として求められる。

この考え方で, 規模, 原料などが大幅に異なる試験結果が統一的に説明できることを明瞭に示している。また, その後報告されている別の立場を取る研究者のデータも, これに矛盾するものではない。さらに, この制約を回避して石炭原単位を下げる方法として, 必要な予備処理条件も提示している。

以上のように, 本論文は現在研究がすすめられている溶融還元法を, 石炭原単位を下げて CO₂ 発生量削減という社会的要請に応えられるプロセスに仕上げてゆく上で, 新たな概念に基づく重要な提案を行っている点で,

技術的意義が高い。実験は精緻に行われており, 新たな概念の提案もあり, 論旨は明快であり, 高く評価できる論文である。

澤村論文賞

日本鋼管(株)鉄鋼研究所京浜製鋼研究室主任部員

中田正之君

(財)国際超電導産業技術研究センター超電導工学研究所
第 4 研究室長

塩原融君

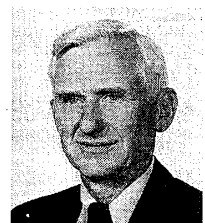
Prof. of Materials Processing, Department Head

Massachusetts Institute of Technology

Merton C. Flemings 君

Modification of solidification structures by pulse electric discharging

(ISIJ International, 30 (1990) 1, pp. 27~33)



中田君は昭和 50 年 3 月早稲田大学理工学部金属工学科卒業, 昭和 52 年 3 月早稲田大学大学院理工学研究科修士課程金属工学専攻修了, 昭和 52 年 4 月日本鋼管(株)に入社。技術研究所製鋼研究室, 昭和 62 年 4 月鉄鋼研究所京浜製鋼研究室主任部員となり現在に至っている。その間, 昭和 58 年 7 月~昭和 60 年 7 月, 米国 Massachusetts Institute of Technology, Department of Materials Science and Engineering の Graduate School に留学した。

塩原君は昭和 48 年 3 月早稲田大学理工学部金属工学科卒業, 昭和 54 年 2 月早稲田大学大学院理工学研究科博士課程金属工学専攻修了(工学博士), 昭和 54 年 4 月早稲田大学鑄物研究所特別研究員, 昭和 55 年 9 月 Massachusetts Institute of Technology, Materials Processing Center, Visiting Scientist, 昭和 58 年 9 月同 Research Associate を経て, 昭和 63 年 9 月(財)国際超電導産業技術研究センター超電導工学研究所第 4 研究室長となり現在に至っている。

Merton C. Flemings 君は 1951 年 Massachusetts Institute of Technology Department of Materials Science and Engineering 卒業, 1954 年同 Doctor of Science 取得を経て現在同 Professor of Materials Processing, Department Head である。

金属の凝固組織は一般的には凝固途中の冷却条件すなわち, 凝固速度, 凝固界面の温度勾配等で決定されるとされており, 冷却条件に従ってセル状, デンドライト状, 粒状晶などが得られる。しかしながら, 金属の凝固時の冷却条件はバルクのサイズに大きく依存し, 任意のサイズで自在に凝固組織をコントロールすることは非常に困

難である。

本論文は、このような状況において、凝固途中にバルク自身にコンデンサーを用いて外部から瞬時に高電圧を印加し、大電流を供給することで、瞬間的に電気振動を加え、冷却条件を変えることなく、デンドライト状から微細な粒状晶に改質することに成功したことを紹介し、その際微細粒状晶を得るための適正な電圧印加のタイミング、電圧値等の条件を示した。

これは凝固組織制御の点で、従来の概念に無い全く新しい手法を示したものであるとともに、鉄鋼の電磁攪拌やレオキャストリングのように比較的長時間バルクを攪拌するものではなく、非常に短時間の処理でも凝固組織を改質できることを示しており、今後の凝固組織制御技術に新しい視点を与えるものであり、高く評価できる。

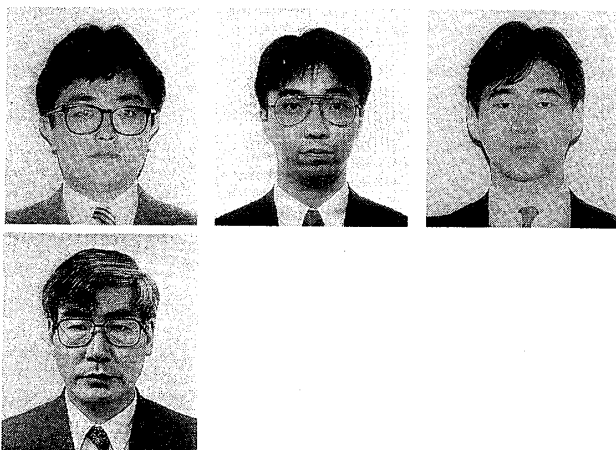
澤 村 論 文 賞

東京大学大学院工学系研究科博士課程在学中

	田 中 秀 毅 君
太陽神戸三井銀行システム部	近 藤 伸 彦 君
東京大学工学部	藤 田 庫 造 君
東京大学工学部助教授	柴 田 浩 司 君

Suppression of cryogenic intergranular fracture through heat treatments and roles of boron in high manganese non-magnetic steels

(ISIJ International, 30 (1990) 8, pp. 646~655)



田中君は昭和 63 年 3 月東京大学工学部金属材料学科卒業、平成 2 年 3 月東京大学大学院工学系研究科修士課程金属材料学専攻修了、同年 4 月博士課程材料学専攻に進学し現在に至っている。

近藤君は昭和 61 年 3 月東京工業大学金属工学科卒業、昭和 63 年 3 月東京大学大学院工学系研究科修士課程金属材料学専攻修了、同年 4 月三井銀行に入社、太陽神戸三井銀行システム部勤務となり現在に至っている。

藤田君は昭和 58 年 3 月福島県立白河高等学校卒業、

横浜郵便集中局勤務を経て、昭和 60 年 4 月東京大学工学部に就職、材料学科勤務となる。昭和 63 年 3 月東京理科大学理学部第二部物理学科を卒業し現在に至っている。

柴田君は昭和 42 年 3 月東京大学工学部冶金学科卒業、昭和 44 年 3 月東京大学大学院工学系研究科修士課程冶金学専攻修了、昭和 45 年 6 月同博士課程中退、同年 7 月東京大学工学部に就職し、助手、講師を経て、昭和 54 年 4 月助教授となり現在に至っている。

高 Mn 鋼は、溶体化処理後徐冷すると粒界析出が生じ脆化するので、一般に速い速度で冷却される（水靱）。本論文は、最近柴田君らが見出した、適切な速度で徐冷したり適切な温度域で再加熱することにより、高 N 高 Mn 鋼の粒界破壊が抑制され低温靱性が著しく向上する現象が、C、N 量によらないこと、かなり広い範囲で Mn 量を変化させた高 Mn 鋼においても観察されることを明らかにしている。このことは実用的に意義があるだけでなく、未解明のまま残されている高 Mn 鋼における高い粒界破壊感受性の原因を明らかにすることにも寄与するもので、基礎的な面での意義も大きい。また、本論文は α 線フィッシュトラックエッチング法を用い、上記熱処理により高 Mn 鋼の粒界破壊抑制に、るつばなどより混入した鋼中微量ボロンの粒界偏析の効果が大きいこと、そのボロンは低合金鋼の場合と異なり、0.4% という高 N 材でも BN として析出しにくいこと、ボロン量を最適化することにより低温靱性を格段に向上させることができることも明らかにしている。

以上のように本論文は、高 Mn 鋼はもとより他の高合金鋼の熱処理およびボロンの利用に関する基礎および応用両面において新しい道を拓くもので、その成果は高く評価される。

澤 村 論 文 賞

大阪大学溶接工学研究所 助教授

野 城 清 君

大阪大学大学院工学研究科冶金工学専攻

博士課程在学中

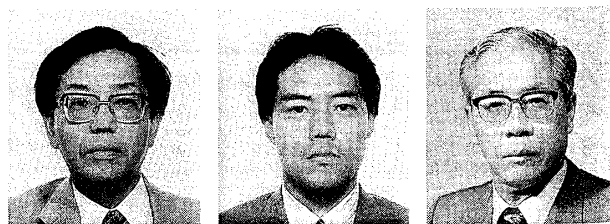
武 田 裕 之 君

大阪大学工学部 教授

荻 野 和 己 君

Effect of applied DC voltage on the wettability of zirconia by liquid iron and strengthening of sprayed zirconia to iron

(ISIJ International, 30 (1990) 12, pp. 1092~1100)



野城君は昭和 43 年 3 月大阪大学工学部冶金学科卒業、昭和 48 年 3 月博士課程単位取得退学後、ただちに同冶金工学科助手、平成 2 年 2 月同材料開発工学科助

教授，平成 3 年 4 月大阪大学溶接工学科助教授となり現在に至っている。この間昭和 58 年 8 月から 60 年 3 月までトロント大学に留学している。

武田君は昭和 62 年 3 月大阪大学工学部冶金工学科卒業，平成元年 3 月大阪大学大学院工学研究科冶金工学専攻修士課程修了，同年 4 月博士後期課程に進学し現在に至っている。

荻野君は昭和 28 年 3 月大阪大学工学部冶金工学科を卒業，旧制大学院特別研究生を経て，昭和 30 年 7 月大阪大学工学部冶金学教室に勤務，昭和 35 年 4 月講師，昭和 36 年 3 月助教授，昭和 41 年 6 月教授となり，現在材料開発工学科教授。この間昭和 63 年 8 月大学評議員，平成元年 8 月工学部長を歴任した。

耐熱構造材料の開発，実用化の展開において，金属表面へのセラミックス保護皮膜形成および金属-セラミックス間の接合といった問題は重要な位置を占める。本論文は，このような金属-セラミックス界面問題の一つとして鉄とジルコニア間の接合，濡れ性に注目し，直流電圧負荷による接合界面近傍での酸素ポテンシャルのコントロールという極めて斬新な手法により接合強度の改善およびその接合機構を明らかにしている。

まずジルコニア板上に形成された熔融鉄液滴の形状を動的に観察し，電圧負荷が固液接触面積の増大，接触角を減少させるため，濡れ性改善をもたらす可能性があることを指摘した。

次いで鉄板上にジルコニアを溶射した試料とジルコニアとを接触させ，接合温度，時間，電圧負荷条件をさまざまに変化させた試料について接合強度，組織観察を行い電圧負荷による接合界面近傍への酸素イオン輸送が接合強度改善に効果的であることを示した。この際，酸素イオン輸送により生成した FeO がジルコニア粒界に浸透しこれが接合強度を高める。また界面近傍からの酸素イオン離脱を促進する電圧負荷も接合強度改善をもたらすことを明らかにした。

従来の適正接合条件の模索は，負荷応力，雰囲気，材料組成の調整といった側面から行われてきた。本論文で用いた電圧負荷による界面近傍での酸素イオン輸送の制御といった手法は，材料の種類を問わずその条件により金属はよりセラミックス的に，またセラミックスはより金属的に変化させることにより接合強度改善が可能である。今後，鉄-ジルコニア系以外の広範囲の材料の接合への適用が期待され，本研究の結果は高く評価される。

三 島 賞

科学技術庁 金属材料技術研究所 力学特性研究部長
河 部 義 邦 君

高比強度金属材料の強靱性向上に関する研究



君は昭和 34 年 3 月東京工業大学理工学部金属工学科を卒業，(株)小松製作所を経て，36 年 8 月科学技術庁金属材料技術研究所に入所，鉄鋼材料研究部主任研究官，同室長，強力材料研究部室長を経て，59 年 4 月強力材料研究部長に就任，63 年 4 月力学特性研究部長となり現在に至っている。

その間，耐熱鋼，超強力鋼，チタン合金など広範な材料を対象とし，一貫して強度特性の高度化を図るという立場から，熱処理と加工熱処理により金属組織を調整して各種組織因子と力学特性との関連性を系統的に研究し，強靱化が可能な組織制御とその組織を付与できる製造技術の確立に関して，次のような先駆的な成果を挙げた。

1. 超強力鋼の高強度化

まず，当時ほとんど不明であった高強度水準下における各種力学特性と組織因子との関係を明らかにするため，強度水準の異なるマルエージ鋼について熱処理効果を検討した。その結果，延性と靱性では結晶粒径依存性が異なること，特に高強度材料の靱性値は結晶粒細粒化では改善することはできないという重要な知見が得られた。一方，高強度化のためには，延性と靱性を同時に改善する必要性が明らかにされたため，その要求に応え得る金属組織を提案した。しかし，このような組織は熱処理のみでは付与できない。そこで，新しい加工熱処理法を開発し，280 kgf/mm² 級マルエージ鋼の製造技術確立した。さらに，この製造方法に改良を加えて強靱化の極限追求を試み，400 kgf/mm² を超える強度を得ることに成功した。これらの実証性を重視した研究成果は，鉄鋼材料の極限化に対して明確な展望を与えるものとして，高い評価を得ている。

2. チタン合金の高比強度化

チタン合金の最高強度は時効硬化型合金の発展に伴い急激に上昇しているが，その比強度は超強力鋼と比較するとまだまだ低い。その原因を明らかにし，また高強度化の可能性を定量的に予測するため，種々のチタン合金の組織と諸特性に及ぼす熱処理の影響を検討し，高強度化を強く規制している組織因子を解明した。そしてその知見に基づき高強度化のための組織制御の指針を提案した。さらに，この高強度化の可能性については，靱性によって高強度化が規制される挙動の解析により，実用可能な強度の上限をかなり明確に予測できることを明らかにした。これらはチタン合金のみならず高比強度材料全般に共通する実用化のための指針として，評価されている。

三 島 賞

住友金属工業株式会社 研究開発本部 技監
林 千 博 君

鉄鋼材料の塑性加工に関する研究開発・実用化



君は昭和 34 年 3 月東北大学理学部、36 年 3 月同大工学部を卒業後、直ちに住友金属工業(株)に入社、50 年中央技術研究所主任研究員、研究所次長、62 年鉄鋼技術研究所副所長兼精密技術開発部長を経て、平成 2 年 6 月より技監に就任し現在に至っている。

君は入社以来、一貫して鉄鋼材料の塑性加工に関する研究開発に従事し、その実操業化により現場操業上の諸問題を解決し、歩留り、能率、品質の向上と革新プロセスの工業化に数多くの業績をあげた。また昭和 62 年 4 月より日本鉄鋼協会共同研究会圧延理論部会の部会長を委嘱され、運営方法を刷新し部会の活性化に努めている。

1. 継目無鋼管の製造技術に関する研究

君は特にマンネスマン-マンドレルミル工程の研究開発を強力に推進し、世界に誇れる革新技術の開発に成功している。すなわち、先ずマンネスマン穿孔圧延工程では穿孔原理そのものを抜本的に見直し、ロール傾斜角に加えて新たにロール交叉角の概念を導入し、交叉穿孔機を開発し、その実操業化に成功した。マンドレルミル延伸圧延工程では世界に先駆けて塑性論を構築し、孔型設計理論と回転数設定理論を完成し、現場操業上の諸問題を解決するとともに、次工程のストレッチレデューサにおける管端厚肉化現象をマンドレルミルにおける管端薄肉化制御で相殺する油圧圧下制御システムを発明・開発・実用化し、ストレッチレデューサにおけるクロップエンド制御の開発と相俟って驚異的な歩留り向上を実現した。ストレッチレデューサ絞り圧延工程でも塑性論を構築し、独自の孔型設計理論と回転数設定理論を完成している。なお、マンドレルミルの塑性論はコールドビルガミルの塑性論に発展し、冷間圧延工程の製造合理化に大きく貢献している。

2. 分塊、条鋼線材、大形形鋼の圧延技術に関する研究

スラブやビレットの鋼片圧延技術に関する研究も積極的に推進し、分塊パススケジュールや鋼塊設計法の改善により驚異的な歩留り向上を実現している。また、大形形鋼の分野では CC スラブからの H 形鋼の圧延技術の開発により歩留り、能率、品質を抜本的に改善し、電力および燃料原単位を大幅に低減することに成功した。また最近ではロータリリダクションミル (RRM) を開発している。

三 島 賞

日本鋼管(株) 技術開発本部 鉄鋼研究所 副所長
小 指 軍 夫 君

熱間加工における組織制御の基礎研究とその工業化



君は昭和 33 年 3 月東京大学工学部応用物理学科卒業、直ちに日本鋼管(株)に入社、技術研究所鋼材研究室課長同福山研究所主任部員、鉄鋼技術部主任部員、中央研究所第二材料研究部長、同京浜研究所長を経て、昭和 62 年 7 月鉄鋼研究所副所長に就任し現在に至る。この間、昭和 37 年 9 月から昭和 39 年

6 月まで米国コロンビア大学に留学、昭和 50 年 3 月東京大学より工学博士を授与される。

君は、今日、TMCP (Thermo Mechanical Control Process) 技術が開発され、工業的にますます広汎に展開されつつある状況において、以下の本分野における極めて多数の基礎的研究を実施した。すなわち、1) 熱間加工中のオーステナイトの静的回復、再結晶、2) 熱間加工および冷却過程での Microalloy の炭・窒化物析出挙動、3) 熱間加工後の γ - α 変態と変態挙動、4) 熱間加工後加速冷却による組織変化と材質特性、5) 制御圧延材で形成する集合組織と機械的性質の異方性、6) 組織、介在物と強度、延靱性、疲労特性との関連、などである。

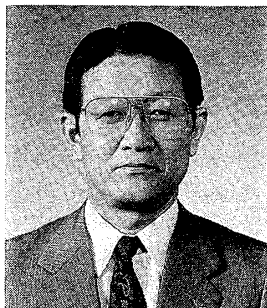
これらの基礎的研究成果は、直ちに高強度・延靱性・高溶接性高張力鋼板を大量に生産しうる制御圧延技術を経て、制御圧延後の加速冷却技術 (On Line Accelerated Cooling) の工業化をうながし、今日の TMCP 技術を創造したと言える。特に、オーステナイトの再結晶、Microalloy の炭・窒化物析出挙動、未再結晶オーステナイトからの変態および細粒化、加工オーステナイトの加速冷却効果、などは日本におけるこの分野での先駆的な研究であると同時に、世界での日本の指導的役割を確立するのに大いに貢献した。これらに関して、数多くの優れた論文を発表、また国際学会で Keynote lecture をプレゼンテーションするのみならず、Encyclopaedia-Materials Science and Technology (Volume 7) などを日本を代表して執筆するなど、内外で本分野での体系的著述物を著している。

なお、最近では新しい鉄の可能性について提唱、特に若手研究者の指導において顕著な成果を挙げている。例えば鉄基形状記憶合金、高性能軟磁性 Fe-Al 合金、低合金系制振鋼材などである。鉄そのものの原点に立ちかえって鉄自体の持つ性質を引出す姿勢が、鉄の研究に新しい活力を与えている。

林 賞

中部鋼鈹(株) 取締役 名古屋製造所副所長
宇対瀬 強 一 君

厚板用鋼の大型電気炉製鋼技術の確立



君は昭和 38 年熊本大学工学部金属工学科卒業、直ちに中部鋼鈹(株)に入社。圧延工場長、製鋼工場長、技術部長、名古屋製造所製造部長を経て平成 3 年 6 月取締役名古屋製造所副所長に就任し現在に至っている。

君は大型電気炉の生産性向上、コストの低減及び、厚板向け品質の製造体制の確立に努めた。

その結果、生産性は、昭和 55 年当時の 57 t/h を平成 3 年 3 月には、123 t/h まで 2 倍強向上した。また、品質的には、電炉-LF-スラブ CC-四段厚板圧延という、我が国では唯一の電炉・厚板製造プロセスを確立した。

1. 昭和 55 年 200 t 電炉の生産性向上に着手。設備の導入、改造及び操業改善を行い、これらにより大幅に生産性が向上した。

当時炉修サイクルが 1 回/週と多く、この対策として炉蓋、炉壁の水冷化(水冷化率 90%)、耐火物の高級化(高純度 MgO 耐火物)、出鋼時間短縮と寿命延長をめざして出鋼口の大型化(幅 500, 高さ 800 mm)を行い、これらによって 1 回/月のサイクルとなった。

また、電炉投入エネルギーの多様化を目指し、マルチバーナーの設置(10 本バーナー)、さらに酸素富化操業(酸素 50 m³/t 投入)を行った。その結果、迅速溶解と、C, Al 灰のパウダーインジェクションによって還元及び、スラグフォーミング技術を確立した。

同時に、合金歩留りの向上、精錬の迅速化を目指し、Fe-Si, Si-Mn, 脱 S 剤も合わせて、オールパウダーインジェクション技術を確立した。

2. 昭和 57 年 200 t 電炉用スラブ CC を設置し、電炉-スラブ CC の操業技術を確立した。低温、低速 casting 及び、電磁攪拌設備の導入による偏析緩和、及び断気 casting による介在物の抑制、さらに二次冷却及びロール管理による中心ワレ防止等により、厚板用のスラブの品質が確保された。特に厚板製品の肉質及び Z 軸特性の改善が大きい。

次に、オール CC 化を目指した。当初対象とした普通鋼のみならず、30 t 電炉で下注ぎ造塊の炭素鋼、低合金鋼も 200 t 電炉-スラブ CC 化とし、前記 200 t 炉の生産性向上と合わせて 30 t 炉を休止し大幅な合理化を果たした。なおこの時期に、Ca 及び Ca-Si のワイヤーフィーダーの技術導入を行い、電炉での Al キルド鋼の製造技術と Al₂O₃ によるノズルクローズの防止技術を確立した。

3. 昭和 60 年電極原単位低減のための水冷試験を開始し、昭和 62 年より、本格的電極水冷を行った。

これは、把持器と炉蓋間の電極表面に水膜を作ることにより、電極表面の酸化を防止する技術である。この技術は瞬く間に電炉業界に普及し、電極原単位を大幅に改善した。

4. 平成 2 年 LF 設置、電炉の EBT 化を行い、大型 EBT 電炉-LF-スラブ CC のプロセスが完了し、高能率、高品質、大幅コストダウンを達成した。

以上のように大型電気炉製鋼技術の確立により、我が国唯一の電炉・厚板の企業基盤を確立した。

山 岡 賞

製錬新基盤技術研究組合 溶融還元製錬技術委員会

フェロクロム溶融還元製錬技術の研究開発

当研究組合は共通基盤型石油代替エネルギー技術開発費補助金制度の一環として設立され、その中に当該テーマの研究機構として溶融還元製錬技術委員会を設置した。

その構成としては新日鐵・NKK・川鉄・住金・神鋼・日新鋼・日重化・日電工・栗村金・大同特・日立金の 11 社研究員からなり、相馬(東大)・佐野(東大)・徳田(東北大)の各教授からご助言を頂きつつ、昭和 57 年より 63 年まで 7 年間にわたる研究開発を実施した。

ステンレス鋼などの高クロム鋼の主要原料である高炭素フェロクロムを、電力に依存せず、安価に、かつ不純物(P, S)含有量を低く製造する方法を開発することを目的として、研究が行われた。主な成果は次のとおりである。

①数百 kg 規模の 3 種類のプロセス試験を実施して、これまで先例のない、電炉によらないフェロクロム製造が可能であることを示した。

②その中から、上底吹き転炉を利用し多量スラグで製錬する方式をパイロット試験(2 t/h 規模)に進めた。そして、耐火物損耗を抑制しながら安定に操業できる条件を見いだすとともに、コストダウンのために粉鉍石の直接使用法の開発、低 P 化に伴う問題解決のために予備処理法の開発などを行った。

③開発されたフェロクロム製造法は、電炉法に比べ製造コストを約 20% 低減できる可能性があり、品質的には S, P, N などが低いという特徴があり、当初の目標を達成した。

研究結果の実用化については、経済情勢が大幅変化し、特に円高のため輸入フェロクロムとの価格競争がきびしくなり、現時点ではフェロクロム製造法としては実現されるに至っていない。しかし、この研究はクロム鉍石を製鋼転炉で利用する各種研究の引き金になった。また、現在共同研究が行われている鉄浴溶融還元炉における鉄鉍石の還元反応挙動の理解にも有効な情報を与えている。

以上のように、本技術委員会の「フェロクロム溶融還元製錬技術の研究開発」において、共同研究を効果的に進め、今後の鉄鋼製造プロセスに有益な多くの成果を得た。

山 岡 賞

自動車用表面処理鋼板研究開発ワーキング・グループ

自動車用薄膜有機複合めっき鋼板の開発および適用技術の確立

1981 年、日産自動車(株)、新日本製鉄(株)、NKK、住友金属工業(株)、川崎製鉄(株)で、自動車用有機被覆表面処理鋼板に関する研究開発ワーキンググループを組織し、研究をスタートした。その後、(株)神戸製鋼所も加わり、薄膜有機複合めっき鋼板の開発を共同で進め、数々の成果を残して現在に至る。

薄目付け合金めっきと薄膜有機被覆で構成される自動車用新型表面処理鋼板の開発を通じて、表面処理技術及び表面処理鋼板製造技術、さらには自動車適用技術の向上とグローバル化を図ることにより鉄鋼業の進歩発展に顕著な貢献をした。

1. 表面処理技術の向上

車体の腐食過程を追跡調査し、鋼板、表面処理皮膜層、及び塗料の寄与を解明し、新しい防錆鋼板の概念を創出し、新規性に富んだ薄膜有機複合めっき鋼板として具現化した。

2. 表面処理鋼板製造技術の向上

酸性めっき浴からの亜鉛・ニッケルめっき鋼板の高電流密度化による高効率製造、電析メカニズムの解明にもとづく亜鉛・ニッケルめっき鋼板の低温チップング性の

改善、ロールコーター方式による 1 μ m の有機皮膜の鋼板への高速塗装技術の開発およびこの技術にもとづく電気めっきラインでのインライン塗装の実機化、160°C 焼付け塗装に耐える BH 用めっき原板の製造技術の確立等を、全世界に先駆けて行った。

3. 自動車適用技術の向上

本防錆鋼板の実機化にあたり、最適な利用加工技術の追求を行い、潤滑油への依存度の少ないプレス技術の開発、新型溶接用チップを含むスポット溶接技術の研究にもとづく冷延鋼板との混合使用が可能な溶接技術の開発等を行い他の表面処理鋼板に無い自動車組立ラインの高生産性を実現した。更にこうした技術開発を進める中で、車体腐食のシュミレートが可能な複合試験法の調査に基づく促進腐食試験条件確立等、幅広い分野で優れた研究成果を上げている。

本防錆鋼板は北米、欧州等で現地生産され、日本からのトランスプラントされた自動車会社のみならず、海外の自動車メーカーでも高防錆鋼板として採用の動きにある。

本鋼板の開発および自動車への適用技術は、鉄鋼業の進歩発展に貢献したばかりでなく、複数社の協力による大がかりな研究開発例として、日本工業界に新しい技術開発のありかたを提案した例としても優れた業績と言える。

鉄 と 鋼 Vol. 77 No. 12 広告目次

表 2 丸本工業(株)	試料準備機器	前 7 日本電気三栄(株)	ストレンアンブ	後 2 川鉄テクノリサーチ(株)	
前 1 住金テクノリサーチ(株)		8 カシオ計算機(株)	SI 電卓		試験分析サービス
	試験分析サービス	9 (株)チノー	放射温度計	東京科学(株)	試料準備機器
2 住商エレクトロニクス(株)		10 第一高周波工業(株)	誘導加熱装置	3 第二吉田記念商事(株)	高速連続引抜機
	発光分析装置	11 神鋼電機(株)	真空誘導溶解炉	坂井化学工業(株)	フラックス
3 (株)島津製作所	各種分析装置	12 (株)堀場製作所	各種分析装置	4 (株)化学情報協会	
4 (株)島津製作所	万能試験機				材料物性データネットワーク
5 (株)島津製作所	磁気式酸素計			表 3 市村金属(株)	白金分析器具
6 理研電子(株)	磁力計	後 1 日本カノマックス(株)	レーザー流速計	表 4 日本アナリスト(株)	ONAr 分析装置

■カタログ請求用ハガキは「鉄と鋼」Vol.77 No.11

綴込分を、ご利用ねがいます。