

金材技研

1972

科学技術庁

ニュース

NO. 1

金属材料技術研究所

新年のごあいさつ

所長 理博 河 田 和 美

謹んで新年のおよこびを申し上げます。

科学技術の進歩は経済社会の発展の原動力となり、終局的には国民に豊かな生活をもたらすものでなければならない。しかしながら最近は一方では環境汚染、各種の公害問題がおこり、他方ではいわゆるドルショックを契機として経済の発展の様相も変わり、また国際的にみても科学技術の研究の方向が変りつつあるように見える。ここで本年にたいする私共の研究計画を述べよう。

当研究所の研究の対象は大きく二つの分野に分けられる。第一は材料の性質を調べて品質の向上をはかり、更に進んで新しい材料を開発する材料科学・技術の分野で、第二は材料の新しい製造・加工方法を研究する冶金技術の分野である。

第一の分野においては、まず安全性という立場から材料の破壊や破損の原因を確かめ、安全性の高い材料やその使い方を求めようとして材料の破壊、疲れ、クリープ等の研究が行なわれる部門がある。そして昭和39年度から進められていたこれら材料の強さに関する研究の施設・設備の整備計画も47年度で完成させたいと思っている。

原子力、航空宇宙、海洋等の技術の研究開発は科学技術庁が積極的に進めているが、当研究所も当然これらのために必要な材料の研究を推進している。すなわち原子炉用としては熱交換器用としての耐熱材料、燃料被覆材料とその放射線損傷、原子炉内の配管材としてのジルコニウム合金の開

発研究が、また航空宇宙関係としては超耐熱材料や強力チタニウム合金の研究が行なわれている。一方技術の進歩は極限条件に向かって進み超強力鋼や複合材料のように強さの非常に高い材料や超

電導材料のように低温において電気抵抗が極めて小さい材料が求められ、当研究所ではこれらの材料の開発に向かって強力に研究を進めている。

冶金技術の分野としては原子力製鉄に関する研究の一環として粉鉄鉱石の高温水素による流動還元設備を試作して研究を進めると共にこれまで進めてきた連続製鋼の研究については制御の研究を進める段階にきた。新しい溶接技術に関する研究は従来から強力に進めてきたが今年度は更に水中溶接法の開発を本格的に進めようとしている。

昭和48年度から筑波学園都市に本研究所の一部が移転することが予定されており、今年はこの準備も進めなければならない。

年のはじめにあたり所員一同は研究に対して最善の努力をつくす決意をいたしておりますが各位の一層の御指導御鞭撻をお願いいたす次第です。



オースフォーム鋼の機械的性質

オースフォーム鋼の機械的性質は主として加工度に依存するが、そのほか合金成分によっても影響を受ける。一般に強炭化物形成元素を添加することの有効性が認められ、その説明として、加工によりマトリクス中に微細な合金炭化物が全面析出するためとする考え方があつた。しかし、この説は強度上昇と良好な靱性とが両立する事実を説明するうえで難点がある。

製造冶金研究部では、オースフォーム鋼のマルテンサイト特有のセル組織が存在することを見出し、この組織が強化に寄与する主たる原因であることを結論した。この場合、セルは独立した結晶粒と類似の挙動を示し、従つてオースフォームは一種の結晶粒微細化効果とみなすことができる。

図は、0.2%C-5%Cr-2%Mo鋼と0.2%C-5%Ni-2%Mo鋼を600°Cにおいて20%から75%まで種々の加工度で圧延した後、200°Cで焼もどした場合の0.2%降伏強さをセルサイズ ds の $1/2$ 乗に対してプロットした結果である。両者の間には比較的良好な直線関係が存在し、強化がセル組織に基づくものであることを示している。しかし同じ ds に対して、Cr鋼とNi鋼では強さが異なつてゐる。この事實は、強化が単に ds のみでなく、セル粒界の強度自身にも依存することを示唆している。粒界強度はPetchの関係式における k_y 値によって代表されるが、この値はCr鋼では1.89 kg/mm^{3/2}、Ni鋼では1.62 kg/mm^{3/2}であつた。

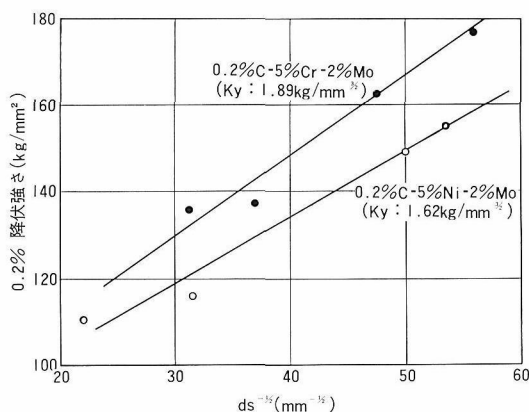


図 オースフォーム鋼の降伏強さとセルサイズ ds との関係

た。

セル粒界の強度を支配する主要因子はオースフォームの間にセル壁上に形成される合金炭化物と考えられ、その析出状況は含有合金元素の種類によって変化するものと推定される。オーステナイト中で炭素の活量係数を下げる Cr のような元素はセル壁上への合金炭化物の析出を促進するのに対し、Ni のように活量係数を上げる元素はむしろセル内部における析出を助長する傾向を有する。これらの傾向をオースフォームしたままの試料について直接検証することは困難であるが、500°C 以上で焼もどせば、両鋼における炭化物分布の差は極めて明瞭になる。直接観察および抽出レプリカの結果によれば、Cr 鋼の炭化物は主としてセル壁上で成長するのに対し、Ni 鋼では全面析出を起す傾向が認められた。

写真に 5Cr 鋼を 600°C で 75% 圧延した場合のセル組織を示す。セルの最小単位は 0.2 μ 以下であるが、一見大きくみえるセル内部にも細かいセルが存在している。5Ni 鋼で得られる組織もその基本的特徴は変わらないが、低加工度側ではセル組織が明瞭でなく、それに応じて強化に停滞がみられた。オースフォームの加工度と絞りの関係は両鋼において相反する傾向を有し、5Cr 鋼では加工度と共に増加するのに対し、5Ni 鋼では低下した。これらの挙動の差も、炭化物の析出形態の相違によって合理的に説明することができた。

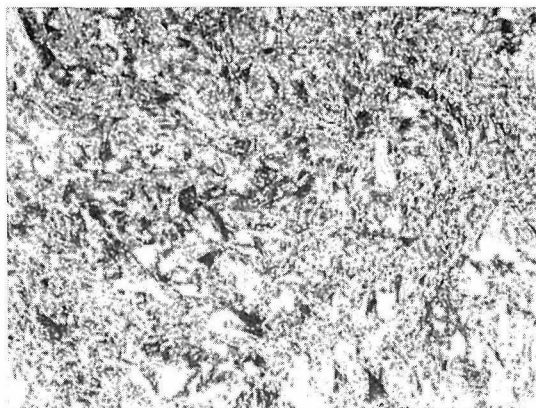


写真 0.2%C-5%Cr-2%Mo 鋼のオースフォーム組織 600°C、75%加工後空冷(薄膜)×5,000

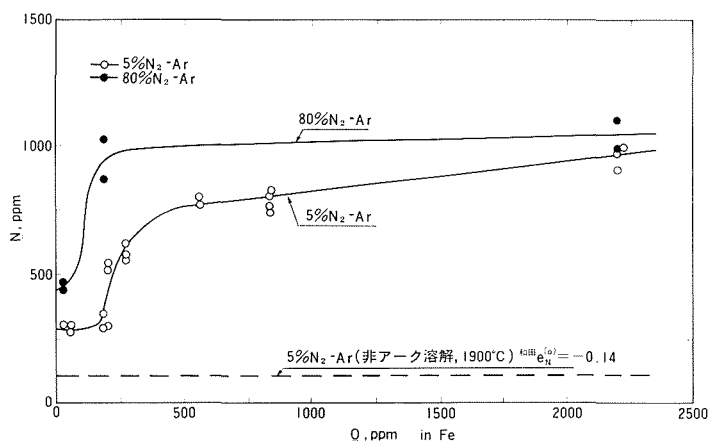
溶着金属へのガス吸収

アーク溶接の場合、溶着金属は極めて短時間（数秒）に「溶融—凝固」の過程を通る。この溶融状態で溶接雰囲気ガス、溶接スラグおよび溶融金属間に化学反応が進行し、さらに次の急速な凝固によって反応は終結する。この1分足らずの短時間に一種の製錬反応が行なわれ、理想的には母材金属と近似的のものが得られねばならない。しかし実際には成分的に母材と近似のものが得られても溶着金属の熱履歴まで変えることはできない。溶着金属の生成反応を分けて考えると(1)ガス—金属、(2)スラグ—金属、(3)金属の凝固反応となる。(1)の反応ではアーク気相中高温ガスと金属の反応が関与しており、一般の製錬反応と異なる点である。(2)の反応は製錬反応的手法で処理できるであろう。(3)の反応は普通の铸造の場合よりも凝固速度が著しく速く溶接金属独得のものである。溶接研究部溶接冶金研究室では(1)の反応を取上げ、アーク溶接時における溶融金属中へのガス吸収について研究を行なっている。

アーク溶接時には溶接雰囲気中に微量混入した窒素、酸素および水分がしばしば溶着金属の気孔、欠陥および脆化などの原因となることが知られている。この溶着金属中のガス含有量は、例えば、100%窒素雰囲気中で非アーク溶解したときの溶解量に匹敵することがある。このような異常なガス溶解量は製鋼反応の熱力学的データから説明することができない。図に当研究室で得られた結果の一例を示す。アーク溶接時における窒素溶解量は表面活性成分、酸素（または硫黄）の含有

により非アーク溶解（図中破線）より著しく増大しており、窒素分圧および表面活性成分の増加とともに増大する。

とくに酸素濃度 200 ppm 付近を境にしてそれ以上 600 ppm まで窒素溶解量が急激に増大していることは注目すべきである。Kozakevitch らの表面張力（溶鉄）測定の実験で溶鉄の bulk 濃度が 200~400 ppm 酸素に達すると、表面過剰濃度の値がほぼ FeO の組成に近づくことが指摘された。この酸素濃度範囲はまた図で窒素溶解量が急激に増大する範囲と一致している。このことは、溶鉄表面に FeO 組成層の形成前後で窒素の溶解機構が変化したものと推定される。アーク溶解時の溶鉄中への窒素溶解量は真の平衡に対する値ではなく、溶鉄へのガス溶解と逃散がつり合っている一種の定常状態濃度とみるべきと考えられる。この概念を中心にしてアーク溶解時のガス吸収機構のモデル（紙面の関係で省略）を立てると上記現象をよく説明できる。アーク溶解時における純鉄およびアルミニウム中への水素溶解量についても測定した。水素の場合、純鉄に対して、水素分圧 0.3 気圧までは製鋼反応の平衡論的溶解度曲線（Sievert の法則）を与えるが、0.3 気圧以上からは逆に水素溶解量が減少する現象がみられた。アルミニウムの場合、高水素分圧（0.3 気圧以上）では純鉄の場合と同様であるが 0.3 気圧以下では窒素と同じような現象すなわち非アーク溶解の溶解量よりも大きい値が得られた。このようなアーク溶解にのみみられるガス溶解現象はアーク溶解



時のガス吸収機構のモデルによってよく説明することができる。上述のようにアーク溶解時におけるガス溶解量は表面の状態に著しく影響されることがわかった。したがって実際のアーク溶接の場合にも、鋼材中に含有される酸素、硫黄などの微量成分をも十分に考慮しなければならないと考えられる。

低硫黄強靱鋳鉄

公 告 昭 和 46 年 5 月 31 日
 公告番号 昭 46—19426

この発明は、硫黄量を 0.0030% 以下、燐量を 0.02~0.1% とすることによって引張強さ、流動性および耐成長性を著しく向上させた強靱鋳鉄に関するものである。

一般に鋳鉄は、その中に含有する硫黄、燐等の微量元素により、その機械的性質、流動性および耐成長性等の諸性質に大きな影響を受ける。すなわち硫黄は、(1)鋳鉄の白銹化を助長する。(2)湯流れを悪くする。(3)引張強さを減じる等の弊害を及ぼし、また燐は、高い流動性を必要とする場合に 1% までの範囲で鋳鉄中に添加されるが、鋳鉄中の燐の含有量の増加はまた靱性の劣化を招くものでもある。

この発明は、鋳鉄中の硫黄量を一定限度以下に減少せしめることにより上記硫黄による害を除去し強靱鋳鉄の諸性質を向上せしめたもので、従来良い湯流れを得るため添加した燐をむしろ 0.02~0.1% という値に減少させても高い流動性が得られ、靱性が向減する等の特徴を有するものである。

C 4.13%, S 1.84%, Mn 0.19%, P 0.08% を含有する鋳鉄を用い、S の含有量を 0.0012~0.042% の範囲で変化させる実験結果から硫黄含有量 0.0030% 以下で引張強さ 30 kg/mm² 以上の強靱鋳鉄が得られることが発明者によって確認されている。

外国人訪問者

昭和46年1月から12月までに当所を訪れた海外関係者は12か国 102名(団体を含む)をかぞえ、年を追って増加してきている。研究施設、設備の視察見学とともに、これら訪問者と当所研究員の間で、研究課題を中心に各分野における専門的な討議などが活発になされた。

次に主なる訪問者を下に掲げる。

- 46. 4.10 Prof. Dr. W. Köster (Max-Planck Inst. für Metallforschung 「前所長、西ドイツ」)
- 4.10 Prof. R. Kiessling (Sandvik Steel Works Ltd, スウェーデン)
- 4.26 Prof. R. Maddin (Director, School of Metallurgical Engineering, University of Pennsylvania, アメリカ)
- 5.21 Mr. K. Becker ほか 16名 (鋼構造産業視察団, 西ドイツ)
- 5.26 Prof. S. Eketorp ほか 9名 (Royal Institute of Technology, スウェーデン)
- 6. 2 Mr. W. N. Kissell, JR ほか 2名 (E. I. du Pont de Nemours and Company, アメリカ)
- 8. 4 Dr. R. V. Tamhankar (Director, Defence Metallurgical Research Laboratory, インド)
- 8. 5 Dr. K. J. Miller (Engineering Department, University of Cambridge, イギリス)
- 8. 9 Dr. Jarmolow ほか 1名 (Director, Research Institute for Advanced Study, アメリカ)
- 8.12 Dr. Coffin ほか 2名 (Research and Development Center, General Electric Company, アメリカ)
- 8.23 Prof. Hult (Royal Inst. Technology, スウェーデン)
- 8.26 Dr. U. Wolfstieg (Max-Planck-Inst. für Eisen-

- forschung, 西ドイツ)
- 8.26 Dr. T. Ericsson ほか 1名 (Central Research and Development AB Volvo, スウェーデン)
- 8.27 Mr. K. Sacks (G. K. N. Group, Technological Center, イギリス)
- 9. 3 Prof. J. Philibert ほか 1名 (Centre National de la Recherche Scientifique, Laboratoires de Bellevue, フランス)
- 9.22 Mr. D. M. Kohler ほか 7名 (ARMCO Steel Corporation, アメリカ)
- 10.18 Dr. H. Ketter ほか 3名 (Cold Rolling Committee, 西ドイツ)
- 11. 2 Dr. K. Zoltan (Chief of Research Division Metalotechnica, ルーマニア)
- 11. 4 Dr. Lange (National Research Laboratory, Chief of Low Cycle Fatigue Division, アメリカ)
- 11. 4 Dr. H. N. Lauder ほか 5名 (Climax Molybdenum Company, アメリカ)
- 11. 5 Dr. M. Korchynsky (Jones and Laughlin Steel Corporation Graham Research Laboratory, アメリカ)
- 11. 5 Dr. M. J. May (British Steel Corporation Corporate Laboratories, Head of Metallurgy Department, イギリス)
- 11.11 Mr. H. Wintermark ほか 10名 (The First International Symposium of Japan Welding Society 見学団, 数か国)
- 11.13 Mr. I. P. Kazanets. ほか 7名 (ソ連邦政府鉄鋼省一行, ソビエト)
- 11.22 Dr. J. E. Roberts (British Steel Corporation General Steels Division, イギリス)
- 12. 7 Dr. V. B. Zenkevitch (Institute for High Temperature, Academy of Sciences, ソビエト)

通巻 第 157 号

編集兼発行人 林 弘
 印刷 奥村印刷株式会社
 東京都千代田区西神田 1-1-4

発行所 科学技術庁金属材料技術研究所
 東京都目黒区中目黒 2 丁目 3 番 12 号
 電話 東京 (03) 719—2271 (代表)
 郵便番号 (153)