

続 超 強 力 鋼 に つ い て

鉄鋼では炭素が強さの主役を演じている。それは歴史的な必然性からきている。炭素を製鍊から切離せなかったのである。だから鉄と炭素の関係に研究が注がれるのは当然で、常に炭素鋼を基にして合金鋼への発展がみえている。しかし、最近、この炭素を含まない合金で強力な鋼種が現われはじめた。炭素を少なくする製鍊法が急速に伸びてきたので、炭素をのけものにした超強力鋼もまんざらではない。

確かに炭素は鉄を強くする。一般的にその量に比例する。しかし、次第に脆くするほか取扱い上種々の苦勞がつきまとう。

この脆さはマルテンサイトの本質にあると思われていたがむしろ炭素を含んだときのマルテンサイトが脆くなりやすいのである。特徴あるマルテンサイト組織は炭素鋼に固有なのでなく、変態の仕方の一つの形態にすぎない。その組織自体は必ずしも脆くない。それどころか、強い上にタフであることが判っている。そこで、超強力鋼の第一歩はマルテンサイト組織を得ることにはじまり、次に、その他の強化機構を併用する。また、この組織は格子欠陥を多く含むことが一つの特徴で、一面これが強化に大いに役立っている。

強さは結晶内部の欠陥に強く依存する。なかでも転位がもっとも重要な働きをする。転位の数とその配列の様子は強さに大きく影響し、転位の数が中途半端なときがもっとも弱い。極端にその数が増加すると転位同志は干渉しあって、かえって、強化に一役買ってくれる。

転位増加の一つの手段は加工を加えることである。ここでマルテンサイトは拡散を併わない急速な剪断型の変態であるから、変態前のオーステナイト状態で極度の加工を施すと転位が著しく増殖され、この状態をほとんどそのままマルテンサイ

トへ受つげる。この性質を応用した一例にオースフォーミングという強化法がある。実際、マルテンサイトは加工せずとも相当転位密度が高く、その欠陥の多いマトリックスへ、析出硬化を利用すればよい。この析出硬化は比較的低温の処理ででき、いろいろな点で有利である。

製造冶金研究部加工冶金研究室は上述したことを総合して、耐食性のよい超強力鋼の一つの可能性を検討した。炭素を含まず、Ni・Crを配合した軟いマルテンサイトに、微量炭素の安定化もかね、析出硬化の可能なTiを添加し、表のごとき数種の合金鋼を溶製した。この立方マルテンサイトの硬さはRC25位であって加工硬化が極めて少なく強度の冷間加工ができる。引張試験の一例は180kg/mm²、伸び、10%，絞り60%，という強靭な性質で絞り値が特に高い点に特色がある。この系の合金の熱処理としては500°C前後で時効処理をすることであるが、この前にAf点以上へ一度加熱するとさらによい性質を得る。炭素鋼のような脱炭、焼割れ、寸法のくるい、などの心配はなく、低合金鋼、準オーステナイト系合金鋼より再現性が優れているなども特長といえよう。

炭素がなくとも強くなる。これは古いテキストからすると非常識であるが、極低炭素マルテンサイトと析出硬化を組合せれば超強力鋼の可能性があるといえよう。多種の析出相からなる硬化、耐熱、耐食性などに適う添加元素の選択、これらが適当であればさらに優秀な超強力鋼が開発できると思われる。

	C	Ni	Cr	Ti	Fe	引張強さ kg/mm ²	伸び %	絞り %
1	0.006	15	5	1	残り	184	9.5	62
2	0.007	12	10	1	"	178	9.3	55
3	0.005	8	15	1	"	174	10	57

アルミニウムの硬質陽極酸化について

アルミニウムは広く使われる様になっては来たが、軟いために表面だけでも硬くしたいとの要求があり、殊に耐摩耗性の大きい陽極酸化皮膜が要求されている。

耐摩耗性の大きい陽極酸化皮膜を造るために、約0°C附近の低温度で電解を行なうたとが提案され一部実施されているが、この方法では電解浴を低温度に保つために、高価な冷凍設備を必要とする欠点がある。

そこで、もし電解浴を冷凍する必要のない温度で、アルミニウムに耐摩耗性の大きい酸化皮膜を施すことが出来るならば、実際の作業上大きな利点となる。腐食防食研究部表面処理研究室では、このような目的を満たすために、硫酸にデカルボン酸を添加した混合電解液を用い比較的高い電解温度でアルミニウムの陽極酸化を行ない、生成した皮膜の性能について種々検討を行なった。その結果、シュウ酸またはマロン酸を硫酸浴に添加すると、硫酸単独浴の場合に較べ、約10°C高い電解温度でも同程度の耐摩耗性皮膜が生成することを確認した。すなわち、B. S. 1615に規定してある摩耗試験（衝撃摩耗）の結果を見ると、硫酸浴、5°Cの時の値と硫酸—マロン酸混合浴、20°Cの時の値ではむしろ混合浴の方が優っており、ま

た、テーパー式摩耗試験機（滑り摩耗）による結果でも、混合浴の方が約10°C高い電解温度ではほぼ同等の耐摩耗性を示している。これは、生成した酸化皮膜の電解液による溶解度の差に基づく有孔度の相違（写真1, 2, 3, 4参照）および化学分析の結果から確認される皮膜組成の均質性の差などがその原因と考えられるが、電子回析の結果から硬質皮膜は格子歪みの多い極微結晶であり、これを少し加熱して観ると写真5のような面心立方型結晶のγ—アルミナから成っていることが分る。硬質皮膜の構造は、写真1ないし4に見られるような多孔層と活性層の二層から成っており、活性層の存在は定電流電解における電圧の急上昇から確認される。また、硬質皮膜には複屈折現象が観察されるといわれるが、このことは皮膜を構成するγ—アルミナがイオン結合よりもむしろ共有結合に近い形で結合しているもの（共鳴状態）と考えられ、従って、硬質クロムメッキにも優る大きな硬さを示すものと思われる。なお、陽極化皮膜の生成機構および添加物の作用については、今後さらに深く追求しなければならない問題である。

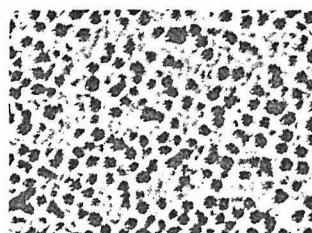


写真1 硫酸による化成皮膜の表面
(×40,000)

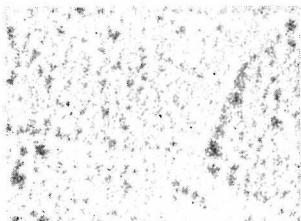


写真2 硫酸—シュウ酸による化成皮膜の表面 (×40,000)

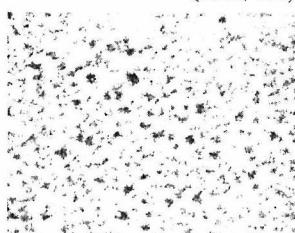


写真3 硫酸—マロン酸による化成皮膜の表面 (×40,000)

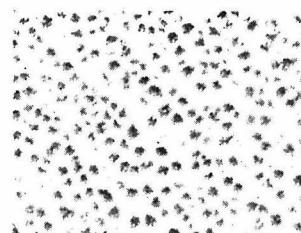


写真4 硫酸—マレイン酸による化成皮膜の表面 (×40,000)

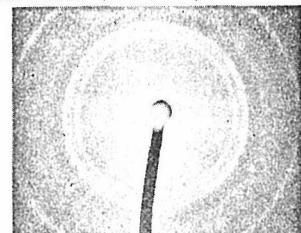


写真5 硬質皮膜の電子回折模様

Princeton 大学 Frick 化学教室

特殊金属材料研究部

特殊冶金研究室室長 工 博 河村和孝

Princeton 大学 Frick 化学教室の先生方の研究分野は下に示す通りで、従って Ph.D. コース研究テーマも大半がこの中に含まれております。

Prof. Allen : 理論化学および化学物理、電子構造体の量子力学

Prof. Alyea : インヒビター、表面ポテンシャル

Dr. Baxter : 機器分析、遷移金属のサク化合物

Prof. Enke : 電極反応の速度と機構、表面化学、機器分析

Prof. Fresco : 生化学および核酸の物理化学、Polynucleotide の合成と蛋白の合成

Prof. Hamilton : 溶液中における有機化学反応速度と機構、enzyme 系のモデル化反応、遷移金属サク塩による触媒化、光合成のモデル。

Prof. Hill : アルカロイドの化学、イオンの再配列、立体化学

Prof. Hornig : (教室主任) 分子構造とスペクトル、理論化学、衝撃波による迅速反応の反応速度。

Prof. Horrocks : 遷移金属化合物、金属カーボニル誘導体、および alkene サク塩の物理的およびスペクトル的研究、無機系における水素結合、電荷移動型スペクトル。

Prof. Jacobson : 分子構造と X 線回折、量子力学。

Prof. Kaufman : 核反応の放射化学的研究、核反応における化学的効果、放射性同位元素の応用。

Prof. Kauzmann : 化学への量子および統計力学の応用、蛋白質の物理化学。

Prof. Laity : 融解塩の電気化学とその性質、非可逆熱力学。

Prof. Leroi : 分子スペクトルと分子構造の決定、ligand field 説の応用、化学的に不安定な核種の製造と同定。

Prof. Naumann : 安定域からかなりズレたところにある核種の製造とその性質、電磁法及び迅速化学分離法を用いた放射性同位元素の分離と同定

Prof. Sargent : 含水炭素系のパイ電子の親核性、cyclopropane リングの親核性、光合成反応の機構、carbonium イオン中における化学結合の性質

Prof. Schleyer : 有機物理化学—Carbonium イオン、生成速度、安定度係数および再配列—全般、構造解析、水素結合のスペクトル的研究

Dr. Spiro : 金属イオンおよび金属サク塩の溶液化学、加水性のサク塩生成平衡の電気化学的分光学的研究、溶液中におけるサクイオンの構造とスペクトル。

Prof. Taylor : 異節環化合物化学、薬用および天然物質の合成、光化学

Prof. Thomas : 核分裂生成物の質量および電荷の分布、低エネルギー核反応、核的性質

Prof. Tobolsky : 巨大分子の物理化学、液相中の反応速度、固体の物理化学、統計熱力学

Prof. Turkevich : 不均質触媒、電子および核磁気共鳴、コロイド化学

Prof. Wallis : 立体化学、分子の再配列、ある種の天然および非天然物質の化学

このほかに客員教授としてノーベル科学者の Kendall (生化学)、と Morrison (物理化学) がおります。

筆者は Prof. Laity のところで融解塩中のある種イオンの相互拡散係数をクロノポテンシオメトリーで測定し、他の動力学データ——電気伝導度、輸率、自己拡散係数——と組合せて共通パラメーター friction coefficient を求める仕事を 2 年にわたり続けて参りました。このパラメーターは非可逆熱力学を動力学的現象に応用した時に出て来るもので、測定値がどれを基準にしたものでも (たとえば porous plug、器壁、融解塩中の他のイオンなど) 変らない特長を有しているため、今後融解塩の動力学的現象の系統的な研究には非常に役に立つものと考えております。

帰朝報告

材料強度研究部

静的強さ研究室 山崎道夫

私は1962年9月から約2年間米国のMITに留学したので、その学生生活等を中心として御報告します。

米国の大学院学生の大半は Assistantship という名目で自身の研究活動（これが卒論となる）に対して給料を受け、一方学生としては授業料を収める。この Assistantship は授業料を収めても独身者の生活費には充分であり、一方大学卒後会社等に数年勤務し貯蓄した人が、小供を2,3人持ちながら、Assistantship とその貯蓄を利用して大学院学生となるというケースもかなりある。米国では学位を取るには必ず大学院を出なければならないが、これはこのような制度と経済情勢に支えられているからであり、日本がそれをそのまま真似しなかったのは賢明である。なおこの Assistantship は外国人学生にも広く利用されている。

MITを始め米国の大学の設備は一般にかなり古い。特に必要な時は限られた予算で部品を買い集め自分で装置を組み立てる。彼等はそれに誇りを持っており、例えば、電子線マイクロプローベアナライザー、電子ビーム融解炉、電子ビーム焼純装置、疲労試験機等が教授や学生によって作られていた。筆者のいた Grant 教授の研究室には手製のみすばらしいクリープ試験機が5台しかなく、Grant 教授の数十にのぼる高温強度関係の論文がこの試験機から生まれたとは信じられなかったが、筆者も結局この試験機のお世話をになった。消耗品もかなり制限を受ける。学校の中に器具等を伝票で買う Lab Supply という所があるが、筆者がボロ布を買おうと思ったところそんな物はないというので薄い綿のタオルを12枚買った。ところが後で Grant 教授にタオル12枚とはこれ如何に、継ぎ合わせてシーツでも作ったかと

つるし上げられた。

MITの学生はよく学びよく遊ぶ。ほとんど全く休講の無い充実した講義、毎週出る宿題、1コース、2,3回はある試験等に苦しめられながら、Mixer と呼ばれるガールフレンドを探すためのパーティーはもちろん、登山、スキー等もかなり盛である。

米国には美しい教会が多く目を楽しませてくれるが、筆者はキリスト教が若いアメリカ人、特に技術系の学生の心の中でどのような位置を占めているかということに興味を持った。アメリカ人は Christian name を持っているという点からは全て Christian であろうが、Grant の研究室の十数人の中で真の Christian と呼べる人は一人であろう。この人はカソリックで、毎朝教会へ行くそうである。キリストの奇蹟を信じて疑わない彼が、それと彼が行なっている分散強化型合金の強化機構の研究という科学的物理的真実とを心の中で如何に両立させているかについての説明はついに聞けなかった。そういう質問は彼の幸福そうな微笑の中にやんわりと受止められて解答を与えられずに消える如くであった。この人を除けば、キリスト教の生活道徳上の教えの優秀性は認められるが、キリスト教そのものを頭から信じている人は無いようである。しかしこの宇宙の創造主としての神、或いはもっと一般的に宇宙の真理そのものに神性を認める人はかなり多い。これは現代の若人の一般的傾向であろう。

以上のような宗教論も含めて、彼等はよく議論をする。討論だけでなく、何か人を説得したい時彼等は決して一回であきらめない。説得される方もかなりねばり強い。一回ノーといわれても決してあきらめないのが習慣のようである。話は飛躍するが、このような国民性の相違が第2次世界大戦の原因の一つだったのではないかと思う。つまり米国側は真珠湾の前にまだ多くの話し合いを期待していたのではないかということである。

（通巻 第75号）

編集兼発行人 吉村 浩
印 刷 奥村印刷株式会社
東京都千代田区西神田1の10

発行所 科学技術庁材料技術研究所

東京都目黒区中目黒2丁目300番地
電話 目黒 (712) 3181 (代表)