

NO.10

金材技研 1969

ニエース

科学技術庁

金属材料技術研究所

連続製鋼技術に関する研究

昭和39年度以来、当所で開発を進めている“金材技研式3段連続製鋼装置”に依る連続製鋼技術の研究も、現在迄に1チャージ溶銑6t規模の試験操業を10回実施し、操業法および耐火物等に関する基本的問題について各種の知見を得、今後は製鋼反応の検討に移りつつある。

写真は実験操業の全景で、混銑炉（最大容量9t）から中央上の第一段炉に注入される溶銑は順次手前の第2段および第3段を流通しながら製鋼反応が行なわれ、溶鋼の状態で取鍋に受けられる。右側のビンは造滓剤タンクで、酸素との同時供給方式で各炉に吹込まれるようになっている。これによるとスラグフォーミングが早く、反応上極めて有利である。図は最近の二段操業実験の一例を示したもので、溶銑流量120kg/min、酸素吹精量55Nm³/tおよび造滓剤添加量5%の場合における各種測定値を示したもので、脱リン率はかなり安定した値を確保している。脱硫について

は、溶湯温度の上昇が不十分であったため脱硫率は約50%に留まっている。これは、現在の操業規模ではチャージする溶銑量（6t）が少ないため、設備の熱的安定が十分得られないことと操業技術上の問題によるものと考えられる。このため、現在、第1段炉で脱珪反応を、第2段炉以下で脱炭反応を主として行なわせる方針で、各段炉の製鋼反応の持分と熱バランスを中心に検討している。

今後は、長時間操業を可能にするため混銑炉の容量アップ（最大容量15t）を行ない、当該装置による操業の最適条件を求めるとともに、各反応因子の計測と反応の制御技術について検討を進めて行く方針である。

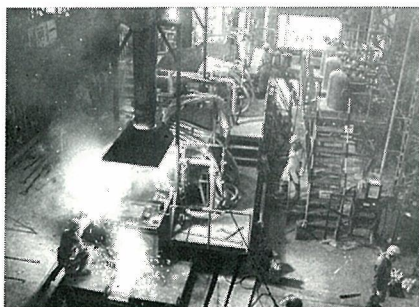


写真 金材技研式3段連続製鋼実験装置

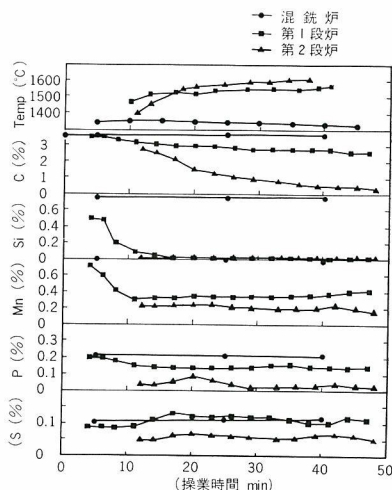


図 実験結果の1例 (No. 44 実験)

鉄単結晶の転位配列と加工硬化

結晶の加工硬化という現象を、転位の運動や、増殖、相互作用として、基礎的な立場から説明することは大きな課題の一つであり、また、材料の開発の基礎として重要である。金属物理第2研究室では、特に変形した鉄単結晶の中の転位の分布と硬化との関係に注目して、研究をすすめている。

鉄の大きな単結晶を変形して、いろいろな面に沿って薄膜を切出し、透過電子顕微鏡によって転位配列が、変形条件によって、どのように異なるかを調べた結果、写真1のように、らせん転位が均一に分布している場合と、写真2のように、転位密度の高い部分が層状に並んでいて、転位が極めて不均一に分布している場合とに大別出来た。

一方、転位密度の平方根 $\sqrt{\rho}$ と、変形応力 τ との関係は、 $\tau = \tau_0 + \alpha G b \sqrt{\rho}$ (G : 剛性率, b : バーガスベクトルの大きさ, τ_0, α : 定数)であらわせる。ここで、 α の値は転位の分布に依存した値である。歪による変形応力の増加を決めるものは、実際には、転位の分布の効果よりも、転位

密度の増加による効果の方が大きい。しかし、転位の相互作用と硬化量との関係を考えるときには、転位分布の相違による硬化量のちがいを検討することが必要である。

α の値と転位の分布状態との関係を調べた結果を表に示す。変形条件として、らせん転位が均一に分布した場合(U)の方が、転位密度の高い場所が層状に並び、転位が不均一に分布した場合(N)よりも α の値が大きい。このことは、転位が不均一に分布する場合よりも、転位が均一に分布した場合の方が、同じ転位密度で比較した場合には、加工硬化量が大きいことを示す。この結果は、例えば、転位の切れ合いが加工硬化を考えるときに重要である可能性を暗示している。

表 α の値と転位分布 (U: 均一, N: 不均一)

引張り軸 変形温度	[100]	[110]	
		$\epsilon < 10\%$	$\epsilon > 10\%$
-78°C	0.6U	0.5U	0.2N
23°C	0.3N	0.3N	

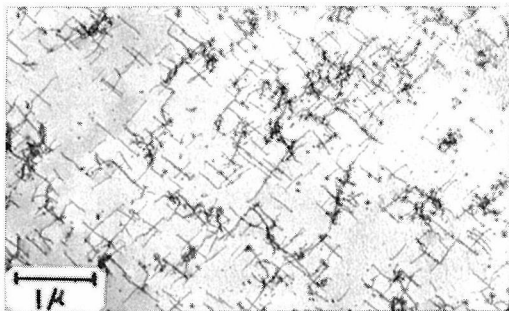


写真1 転位が均一に分布した例。[100]方向に-78°Cで4%引張った鉄の転位。

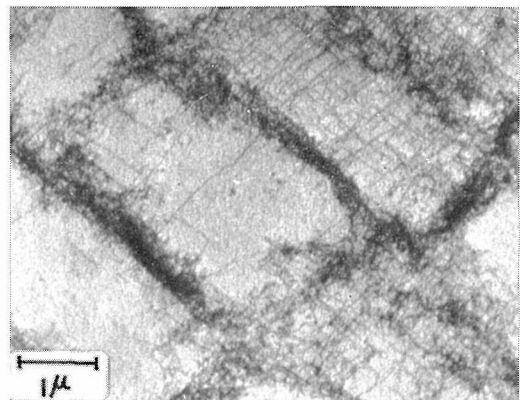
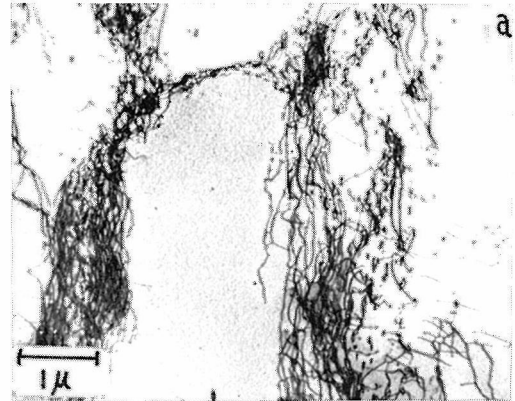


写真2 転位が不均一に分布した例。[110]方向に23°Cで約10%引張った鉄の転位。左右が引張り方向で、a・bは互に直角な面での観察

アルミニウムの硬質高速陽極酸化

アルミニウムおよびその合金の主要な表面処理法である陽極酸化を高速化することは、生産性の向上および製造原価の低減のために重要である。通常の方法によると、酸化速度は $0.3 \sim 0.5 \mu/\text{分}$ であり、これを増加するためには、電流密度を上昇させることが必要である。現在行なわれている高速陽極酸化法は、すべてアルミニウムの条または線を電解槽内に連続的に移送する方式によるものであり、展伸材、鋳物その他の成形品をバッチ電解方式で陽極酸化する場合には適用できない。もしバッチ電解方式により高電流密度で電解すると、アルミニウムの表面に点食または焼け (burnings) のような局部腐食を発生するので実用上致命的な不良になる。換言すれば、電流密度の上昇にともなう局部腐食を防止する方策をたてることが高速化の成功につながるのである。一般に、金属の局部腐食に関する研究は多いけれども、陽極酸化過程で発生する局部腐食に関しては単にこの現象の紹介が報告されているにとどまり、これに関する系統的研究または原因を究明した報告は皆無である。

腐食防食研究部表面処理研究室では、陽極酸化の電解諸元のうち重要な因子は電解質の酸種であると考え、まず、主として解離恒数が 10^{-4} 以上の無機酸および有機酸を選び、広汎な条件で電解を行なった。すなわち、濃度 $0.01 \text{ mol/l} \sim$ 高濃度、浴温 $20^\circ\text{C} \sim$ 沸点、電流密度 $0.5 \sim 40 \text{ A/dm}^2$ (従来の $20 \sim 40$ 倍) の広範囲にわたり実験した。そして電解後の表面状態の観察および障壁層の電気的厚さの計測により局部腐食および均一皮膜の微細構造を解明した。その結果局部腐食の原因はつぎのとおりであると推察された。

まず、高速化に適する電解液は、陽極酸化皮膜の底に存在する非孔性の障壁層を陽極表面において均一に多孔性皮膜へと転換させるために、適度の皮膜溶解作用を有しなければならない。もし皮膜の溶解作用が弱い場合は障壁層が厚くなるので陽極上の電圧降下が大きくなり、障壁層の弱点に選択的に電流が集中し、したがって皮膜が局部的に厚く生長する。すると、この部分の皮膜が機械

的に破壊されて素地に達するワレを生じるので、ここに電流が集中する。このような電流の加速的集中が起る結果、点食にいたることが判明した。なお、逆に皮膜の溶解作用が過大であると、電解研摩の場合と同様に皮膜が厚く生長しない。

つぎに、焼けは点食と均一皮膜の中間状態であり、電解槽内の幾何学的配置によって電流分布が不均一になる場合、または陽極の温度が場所によって異なる場合に発生することが判明した。

そして均一皮膜を高速度で生成する条件はつぎのとおりである。すなわち、電解質として適当な酸種は、マロン酸、リンゴ酸、マレイン酸などのようにいずれも $\text{pKa} 2.3$ 以下のカルボン酸またはオキシカルボン酸であり、 $0.5 \sim 3.0 \text{ mol/l}$, $30^\circ\text{C} \sim$ 沸点において均一皮膜を生成することができた。皮膜の生成速度は最高 $10 \mu/\text{分}$ に達した。高速電解により生成した皮膜は電解発色を有し、 $\text{Hv } 400$ 以上のように硬質である。電解液の冷却装置などの点からみると、従来の低温硬質法に比べて利点がある。

なお、均一皮膜の生成条件を図解的に示すと下の濃度と浴温図のとおりである。このような均一皮膜の生成領域は電流密度が高いほどせまくなる。

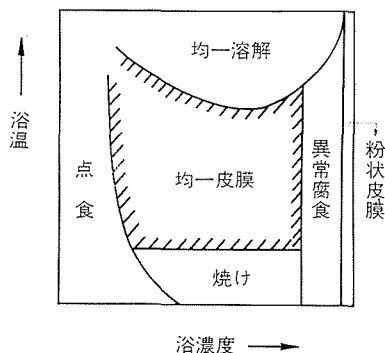


図 均一皮膜の生成条件

◇ 短 信 ◇

海外出張 荒木 喬技官は昭和44年9月20日より10月9日までアルミニウム鋳物研究状況の調査・視察のためアメリカ合衆国及びカナダに出張した。

試験研究成果の秋季学協会発表（口頭）

部名は略称で、○印は発表者を示す。

発表題目	担当者	部	発表題目	担当者	部
鉄鋼協会			渡辺 治		
◇固体還元剤混入ペレットの還元過程	○神谷 昇司	製錬	◇炭素繊維の密度	○富塚 功治	"
◇G P レーザを用いた写真測定法における溶融鉄合金の分光分析（溶鋼の直接分析法の研究Ⅰ）	大場 好章	"	日本分析化学会		
◇溶融鉄中の Zr による脱酸および脱窒反応について	郡司 好喜	化学	◇カーボンチップを用いた真空融解法による金属中の窒素酸素同時定量におけるガス抽出率について	○斉藤 守正	化学
◇減圧下における溶鉄中の炭素と酸素の関係	須藤 恵美子	製錬	◇EDTA マスキングー共沈分離法による微量分析の研究（第4報）	○大河内春乃	"
◇Si を添加した鉄-炭素系合金の高圧下の恒温変態（鉄鋼の諸性質におよぼす圧力の影響Ⅳ）	高橋 好喜	"	◇脱炭と真空処理が鉄鋼中の微量チタンの定量	須藤 恵美子	"
◇Fe-Ni-Si 析出硬化鋼におよぼす添加元素の影響	○有田 好喜	"	◇Al K β 線の化学シフトによる Al 化合物の状態分析	○大野 勝	"
◇マルテンサイト系 Fe-Ni-Si 合金の析出過程について	○郡司 好喜	"	日本鋳物協会		
◇介在物と鋼の機械的性質の関係に関する粉末法によるモデル実験（鋼の疲労性質と介在物の関係についての基礎的研究Ⅶ）	青木 恩樹	鉄鋼	◇ねずみ鋳鉄のクレージングと機械的性質との関連について	○生井 亨	製冶
◇鋼の衝撃性質に及ぼす球形介在物の影響（鋼中非金属介在物と鋼の機械的性質に関する基礎的研究Ⅰ）	藤田 充苗	"	◇脱炭と真空処理が鉄鋼の機械的性質に及ぼす影響	○菊地 政郎	"
◇オースフォーム鋼の二次硬化について	○正敏 照義	"	◇鋳物工場における診断工学の応用-球状黒鉛鋳鉄のピンホール生成要因に関する多変量解析の応用	○栗原 豊	"
◇窒素を含有する 18Cr-12Ni-3Mo 系鋼の高温強度におよぼす析出硬化挙動の影響	荒木 透	"	◇コンピュータ利用による炉況修正の一考察	○吉村 浩	原材
◇18Cr-12Ni 系耐熱鋼の高温強度に対する Mn, Cr の強化作用	○和正 雄	"	◇ダイカスト鋳造の鋳巣発生要因の統計的解析	○牧口 利貞	製冶
◇18Cr-8Ni, 18Cr-10Ni-Ti および 16Cr-13Ni-3Mo 鋼管材のクリープ破断特性（国産ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼管材の長時間クリープ破断特性についてⅠ）	○角田 方衛	"	溶接学会		
◇1Cr-1/2Mo, 1/4Cr-1/2Mo および 2/4 Cr-Mo 鋼管材のクリープ破断特性（国産ボイラ・熱交換器用合金鋼管材の長時間クリープ破断特性についてⅠ）	○内山 郁	"	◇CPT 試験（Cast-Pin Tear）試験による凝固割れの研究	○大野 悟	溶接
日本物理学会			◇オーステナイトステンレス鋼内盛溶接金属の後熱処理に関する冶金学的考察	○和田 次康	"
◇体心立方遷移金属中の格子間不純物原子の拡散の圧力依存性（Ⅰ）	○荒木 透	鉄鋼工業	◇電子ビーム溶接溶込みに対する合金成分の影響に関する一実験	○宇田 雅広	"
◇Mn ₅ Ge ₃ 蒸着膜の FMR の温度変化	○河部 義邦	鉄鋼工業	◇摩擦圧接過程について（第2報）	○稲垣 道夫	"
◇スピン波モードの多重励起	○中川 義邦	鉄鋼工業	◇熱腐食による固相圧接部の結合性の判定について	○中村 治方	"
◇二つの拡張転位間に働く力	○吉田 進信	材試	◇固相圧接における変形度、温度、時間の影響	○富中 望	溶接
◇鉄単結晶の高温における加工硬化	○門馬 義雄	"	◇鉄合金に対する銀ろうのぬれについて（第2報）	○橋本 達也	"
◇鉄単結晶の転位配列と加工硬化（Ⅱ）	○伊藤 弘	"	◇Pd ろうによるろう付部の高温特性（第1報）	○大橋 修	溶接
◇Co-Be 合金のマルテンサイトにおける積層不整	○吉田 進信	"	◇酸化クロムの溶射について	○和田 次康	"
応用物理学会			日本材料学会		
◇高純度ニッケルの残留抵抗におよぼす内部磁場の影響	○新谷 紀雄	"	◇炭素鋼の淡水中引圧疲れの平均応力の影響	○上田 輝之	材強
日本化学会			◇ステンレス鋼の飽和限に対する荷重保持効果の X 線応力測定による研究	○岩元 兼敏	"
◇コークスの湿式酸化反応性	○岡本 昌明	物理	日本機械学会		
	○吉川 明静	"	◇Zn-Al 超塑性材料の時効現象について	○舟久保 康一	"
	○寺田 道子	"	日本機械学会		
	○坂田 亮宏	"	◇腐食疲れの被害の進行と繰返し速度の影響についての再検討	○岩元 兼敏	"
	○大河内 真宏	"			
	○川崎 要造	"			
	○武内 朋之	"			
	○池田 省三	"			
	○梶原 節夫	"			
	○藤井 忠行	電磁			
	○森本 一郎	"			
	○富塚 功	特材			

（通巻 第130号）

発行所 科学技術庁金属材料技術研究所

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

東京都目黒区中目黒2丁目3番12号
電話 目黒 (719) 2271 (代表)
郵便番号 153