

金材技研

1977

ニュース

科学技術庁

金属材料技術研究所

還元鉱の連続溶解還元技術

製鉄業は近年労働、環境問題にたいして多大の努力をはらってきたが、さらにグローバルな資源、エネルギー問題にたいして新たな試練を受けようとしている。

工業化研究部においては、製鉄業に課せられたこれら周囲条件に対応するための技術改革の一環として、前者については連続製鋼法を、又資源問題については鉄資源の有効リサイクルをはかる新製鋼法を開発してこれを提供してきた。現在はエネルギー問題についてあらたにいくつかの観点から検討を進めており、その一つとして昭和49年度から強粘結炭を用いない省エネルギープロセスとしての還元鉱の連続溶解還元技術の開発研究をおこなっている。

本プロセスは、現在注目されている直接還元法と電気炉製鋼法を組合わせたプロセスの全消費エネルギーを、連続プロセスの導入と、溶解還元法の技術開発によってさらに低減し、かつ生産性の向上をはかるものである。装置は予熱予備還元炉、溶解還元炉、製鋼炉から成立っており、すべて連続的に結合されており、このように密閉タイプであることはNO_x、SO₂などの大気汚染因子の外部拡散防止の意味からも有効である。

写真はプロセスの中軸を占める溶解還元を受け持つ連続式の炉で、還元鉄分の溶解と未還元鉄酸化物の溶解と還元を効率よくかつ定常的におこなえる機能を有するものである。炉内の均熱と化学成分の均一化および耐火物原単位の低減をはかる

ため炉床反転の機構を有し、連続出湯の円滑化のため大円弧と小円弧によって構成される異形炉殻を有していることが特長である。

基本的な設計仕様は、電源、3相、1500KVA、炉内溶湯滞留量、1～3t、連続出湯能力、1.8～3.0t/hであり、炉内はガスシールによる半密閉式により雰囲気調節が可能である。

本年度は本炉の排ガスを制御するための装置を開発し、次年度に予熱予備還元炉を試作する予定になっており、これらを連結して予備還元率60～80%の原料を熱間装入することにより、さきにプロトタイプ装置（360kg/h）によって得られた結果すなわち全消費エネルギー、電力消費量、耐火物消費量、鉄収率、生産性などを定量的に確認し、連続溶解還元法の確立をはかる予定である。

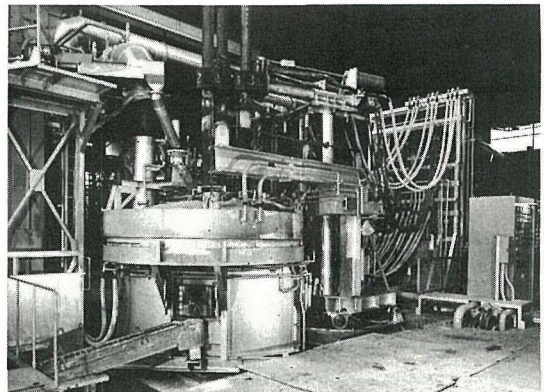


写真 連続溶解還元炉の外観

低炭素鋼の機械的性質に及ぼすTiCの影響

鋼にNb, V, Tiなどの合金元素を少量添加することによって、結晶粒の微細化および炭化物、窒化物の析出を利用して、強度とじん性を向上させることができる。このことは、特に非調質高張力鋼の製造に広く応用されている。これらの合金元素の中でNbについては多くの研究が行なわれ、最終圧延温度を900℃以下にまで下げた場合に顕著な効果が現われることが確かめられ、制御圧延として広く実用化されている。

圧延のための加熱の際には、これらの合金元素の炭化物はほぼ完全に固溶させられるのが普通である。鉄鋼材料研究部では、Tiについては炭素との比率を変化させながら、加熱の際に未固溶の炭化物が残存する範囲まで添加した圧延材の機械的性質について研究を行った。

0.5%Si-1.0%Mn鋼を基本組成とし、これにCを0~0.13%, Tiを0~0.5%添加した。そして1200℃に加熱後圧延を開始し、最終圧延温度を、920℃としたときの機械的性質を調べた。

図1に計算炭化物量と機械的性質の関係を示す。この場合にはTiとCの重量%比率を4:1にして

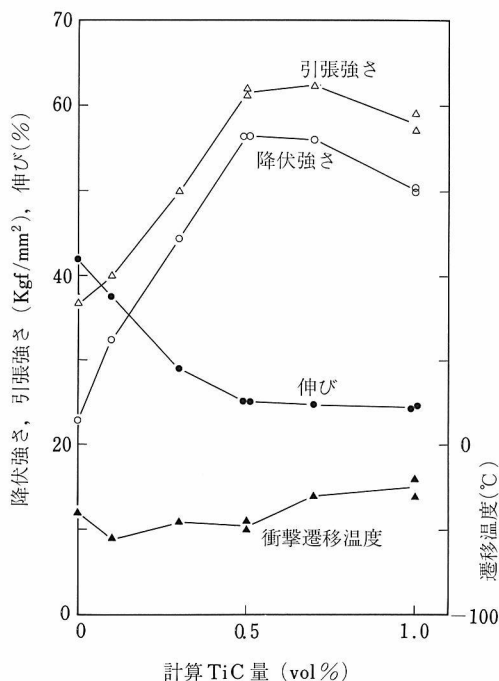


図1 機械的性質に及ぼすTiC量の影響

るので、パーライトが生成しない。一般に強度が上昇すると、じん性は劣化する。しかし図1をみると、TiC量が0.5%までは、TiC量の増加とともに降伏強さ、引張強さは上昇するが、衝撃遷移温度はほぼ一定である。0.5%をこえると、強度が低下するにもかかわらず遷移温度はむしろ上昇する。したがって約0.5%のTiCを含有するときに最も高い強度とすぐれたじん性がえられることになる。0.5%TiCでは降伏強さ56kgf/mm², 引張強さ61kgf/mm², 伸び25%, 遷移温度-50℃が得られた。

TiCの溶解度積をあらわす関係式から計算すると、1200℃における固溶限は約0.4%TiCである。このことは、写真1に示すように圧延材の顕微鏡組織において、0.5%TiC以上の鋼で未固溶のTiCが観察されることとよく一致している。

本系統の鋼の機械的性質を決定する重要な要因は、フェライト結晶粒度とTiCの析出硬化である。したがって降伏強さおよび遷移温度について、フェライト結晶粒度の変化による項と析出などの変化による項とに分離して検討を行った。その結果によると、フェライト結晶粒径が0.5%TiCにおいて最小になることが、極めて重要な役割を果していると考えられた。さらに、このようなフェライト結晶粒径の挙動を支配する要因や機械的性質に及ぼすTiとCの比率の影響などについて検討を行っている。

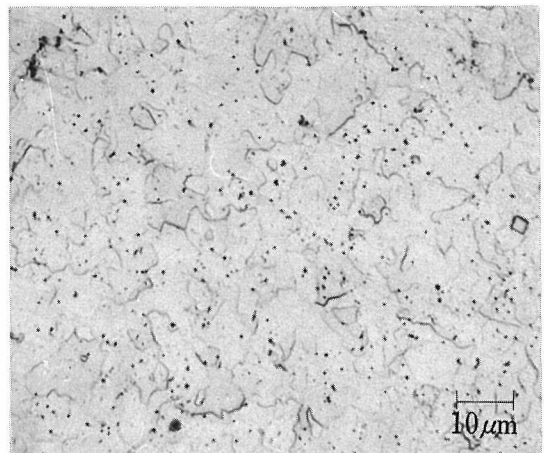


写真1 0.5%TiC鋼の圧延材の顕微鏡組織

低応力疲れにおけるマイクロフラクトグラフィ

材料の破断面には破壊時の作用応力や、破壊機構に対応して、電子顕微鏡の尺度のさまざまな特徴が残される。これらの特徴を解析する手法はマイクロフラクトグラフィと呼ばれ、破壊過程の研究や、破壊原因の調査などには有力な手段となっている。このため**疲れ試験部**では種々の材料について疲れ破壊のマイクロフラクトグラフィデータを系統的に集積している。

疲れ破面にはほぼ平行な縞模様（ストライエーション）が見られる場合が多い。この模様は応力の繰返し1回毎にき裂が進展した跡であるから、逆にその間隔から作用応力を推定することができる。一般にストライエーション間隔が $0.1 \sim 1.0 \mu\text{m}$ 程度の範囲ではこのような解析が有効であるが、それより小さなストライエーション間隔となるような低応力下での疲れ破面には、ストライエーション自体が現われにくく、解析には不向きとなる。そのような範囲では、鋼などにおいては**写真**に示すような結晶粒界にそった割れの特徴（粒界状ファセット）が現われ、これは析出等による粒界弱화가特にない場合にも一般に認められる。このような粒界状ファセットはき裂先端の作用応力が低い場合の破面の特徴の一つで、マルテンサイトなどの微視組織に依存した割れと同様、局所的な不

均質部の境界に迂り変形が起ってき裂が伝ばすることにより形成されるものと考えられる。粒界状ファセットが破面上に占める割合（面積率）は外力の大きさとき裂長さにより支配される。すなわち、これらの支配因子が大きくなるとストライエーションの面積率が増加し、逆に粒界状ファセットのそれは減少することとなる。材料が低応力の繰返ししか受けない場合でも、き裂先端には応力集中のため、局部的に塑性変形の繰返しを生ずる。ストライエーションによる破壊はき裂先端の塑性変形を生ずる領域が結晶粒径より大きいときに支配的になると考えると、このような破壊機構の遷移は材料の結晶粒径と関係するはずである。図は粒界状ファセットの面積率が塑性域サイズと粒径との比に対して変化する傾向を示したものである。図から粒界状ファセットの面積率は、上述の比が1前後で極大となり、以後減少していることがわかる。なおSK5鋼のHv780の場合、材料の破壊じん性が小さく、き裂先端の塑性域サイズが粒径に達しないうちに急速破壊に遷移するため、極大現象を示すに至っていない。

粒界状ファセット、微視組織に依存する破壊機構は、特に低応力領域の疲れき裂伝ば速度を支配するものとして重要である。またこれらのデータを事故調査などへ応用するためには、さらに検討を進めることが必要である。

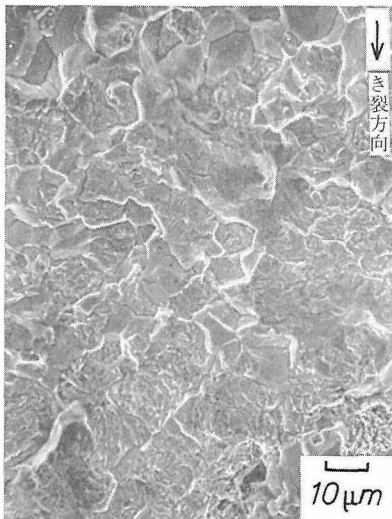


写真 疲れによる粒界状ファセット（SK5鋼，Hv780，応力振幅 3.5 kgf/mm^2 ）（矢印はき裂伝ば方向を示す）

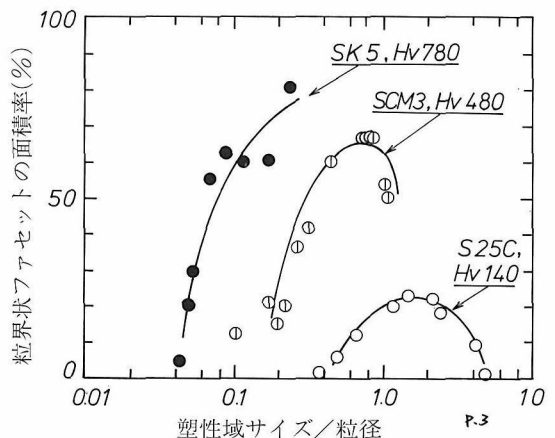


図 粒界状ファセットの面積率と塑性域サイズ/粒径との関係

【特許紹介】

超電導体の製造法

発明者 太刀川恭治, 吉田勇二

公 告 昭和51年5月27日 昭51-16759

特 許 昭和52年3月9日 第847251号

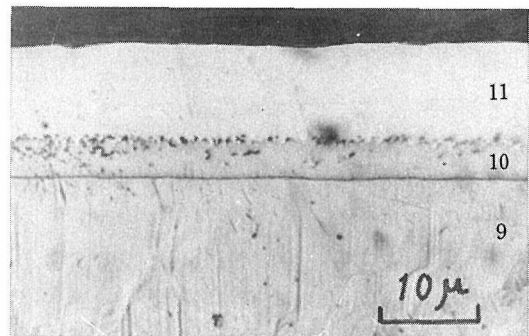
この発明は V_3Si 又は V_3Ga 超電導体の製造法に関するもので、従来多数の工程を経なければならなかったのを極めて簡略化した製造プロセスに改良したものである。

V_3Si などの超電導体は臨界磁界が200kOeを超えるすぐれた特性をもつが、加工性がないため線材の製造には特に工夫を要し、従来、種々の方法が試みられている。

この発明は銅などに0.1~50at%の珪素を含有させた合金を800~1200℃に加熱溶解し、純バナジウム又はこれに0.1~10at%のTi, Zr 又はHfを含む合金の基体金属を前記の溶解金属中に浸漬して上げた後、600~1200℃で熱処理して基体金属上に V_3Si の化合物層を生成させると同時に、その外層として銅を主成分とする超電導安定化層を生成させる方法である。 V_3Ga 超電導体の製造

の場合は、前記処理における溶解金属として、ガリウム0.1~50at%を添加した銅合金を600~1100℃に加熱して用いる。

写真は銅に30at%の珪素を配合して1000℃で溶解し、0.1mm厚、3mm幅のテープを連続的に浸漬した後アルゴン雰囲気中で950℃、20時間の熱処理をした超電導テープ断面の顕微鏡写真である。9は下地テープのバナジウム、10は V_3Si 層、11は銅に微量のバナジウムと珪素を含む金属層である。遷移温度は16.7K、外部磁界30kOeで液体ヘリウム中の臨界電流は35Aである。



◆短 信◆

●受 賞

科学技術庁業績表彰

このたび制定された科学技術庁表彰規定に基づいて5月30日長官より下記3名が表彰された。

牧口利貞 金属加工研究部長

鑄巣防止技術の研究に従事し独創的な考案によりダイカスト製品の鑄巣防止対策を確立し金属材料研究の進展に多大の貢献をした。

亀谷 博 製錬研究部室長

非鉄金属の連続直接電解製錬の研究に従事し独創的な考案により生産性の向上を図るとともに公害の防止に優れた技術的效果を発揮し金属材料研究の進展に多大の貢献をした。

笠原和男 工業化研究部 第1研究室

連続溶解還元炉用予熱予備還元炉の設計ならびに製作に優れた考案を行い研究業務の推進に寄与した。

●海外出張

小口 醇 金属加工研究部室長

第6回高圧力国際会議出席のため昭和52年7月23日から昭和52年8月1日までアメリカ合衆国へ出張した。

大野勝美 金属化学研究部 主任研究官

第26回X線とその分析への応用に関する会議、およびX線分析に関する研究状況調査、情報収集のため7月30日から8月22日までアメリカ合衆国へ出張した。

通巻 第224号

編集兼発行人 保坂 彬 夫
印 刷 株式会社三興印刷
東京都新宿区信濃町12
電話 東京(03)359-3811(代表)

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