

金材技研 1976

科学技術庁

ニュース

金属材料技術研究所

NO.9

共晶炭化物分散強化鉄合金

現在実用化されている耐熱合金のほとんどは固溶体強化型やこれに析出硬化を加えた型の合金であって、分散強化型合金はあまり使用されていない。しかし固溶体強化型合金や析出硬化型合金は、1000℃以上の高温では、軟化や析出相の凝集、素地金属への再固溶のために著しく強度が低下する。分散強化型合金ではその溶融温度まで分散相が素地金属と反応することなく安定に存在するので、1000℃以上の高温でも強度が維持できる。いままです分散強化型合金が殆んど使用されなかった原因としては、機械的混合法や化学的共沈法などいずれも粉末冶金技術の手法を必要とするものや、内部酸化法など特殊な製造法を要し、大型部品の製作が困難であり、溶製法で得た一般の耐熱合金よりも遙かに高価になるためである。

そこで鉄鋼材料研究部では製造法が一般の溶製法による耐熱合金の場合と何ら変わるところがなく、従って大型部品の製作にも容易に適用できる極めて経済的な分散強化型合金の製造を試みた。この新材料は多量の共晶状高融点炭化物を含有するにも拘わらず塑性加工が可能であり、加工すれば分

散状態が更に向上する。

図はフェライト系ステンレス鋼(25Cr系, 18Cr系)とオーステナイト系ステンレス鋼(20Cr-35Ni系, 18Cr-10Ni系)に7.2~8.3%TiCを分散させた材料の1000℃クリープ破断強さを示したものである。1000℃, 1kg/mm²の破断寿命はTiCを含むことによって含まないものより25Cr系で110倍, 20Cr-35Ni系で3.4倍も向上する。この結果からするとTiCの効果はフェライト系で著しい。一方TiCを含まない場合1000℃の高温ではオーステナイト系はフェライト系より遙かに強く、上記条件下の破断寿命は20Cr-35Ni系は25Cr系の1390倍もある。しかしこの大差は両合金系にTiCを分散させることによって41.6倍まで縮まっている。ところでTiCを分散させた20Cr-35Ni系合金の1000℃で1000時間のクリープ破断強さは1.2kg/mm²を示すが、これは高価なNi基超耐熱合金であるHastelloy Xの強さに匹敵している。このTiC分散強化鉄合金の顕微鏡組成は写真に示したごとく、オーステナイト素地中にねずみ色の平均粒径2.5μmのTiC粒子が分散している二相組成である。この種の溶製法による経済的な分散強化型合金の今後の発展が大いに期待できる。

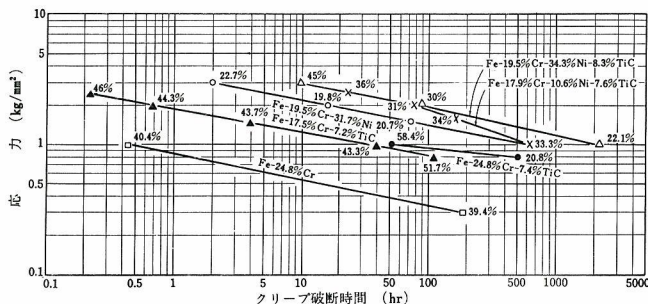


図 フェライト系およびオーステナイト系ステンレス鋼の1000℃クリープ破断強さにおよぼすTiCの効果。(％は破断伸び)

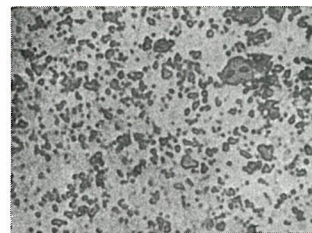


写真 Fe-19.5%Cr-34.3%Ni-8.3%TiC合金の顕微鏡組織(×400)

1000℃付近におけるハステロイ-Xのクリープ破断特性

多目的高温ガス炉の研究開発の一環として、ヘリウムガス冷却で試料部出口ガス温度1000℃のインパイル・ガスループ(UGL-1)を製作し、JMTR(大洗, 材料試験炉)に設置する工事が日本原子力研究所において進められており、昭和51年末の完成が予定されている。

1000℃付近の出口温度を保証する高温機器の設計に当っては、これに対応して構造材料の特性、特に時間依存性のクリープ強度を十分に評価しておく必要があったが、この温度域で使用される耐熱金属材料の信頼できるクリープデータは非常に少なかった。クリープ試験部では昭和47年度末、同研究所との共同研究としてUGL-1炉内管高温部に用いられるNi基耐熱合金ハステロイ-X (21.5Cr-17.5Fe-9Mo-0.6Co-0.5W)の長時間クリープ破断試験を行い、設計の基礎データに供した。

試験材にはUGL-1内壁管に使用されるものと同一のロットからの鍛造母材と、施行上重要な溶接法による因子として電子ビーム(EB)およびTIG溶接継手材が選ばれた。さらに、上記の丸棒試験片(6mmφ×30mmGL)に加えて、実際の管に対応する板状試験片(10mm^w×3mm^t×30mmGL)を上記それぞれについて加工し、供試片とした。そして試験温度800, 900, 1000, および1100℃、応力範囲0.5-10kgf/mm²で最長約2万時間まで、約60点のクリープ破断データが得られた。

図1は丸棒母材のクリープ破断データをOrr-Sherby-Dornによる時間-温度パラメータで整理したもので、その結果に基づき、時間依存性の許容応力強さ S_t が算出され、「UGL-1高温構造設計指針」の基礎データとなった。

採用された二種類の溶接継手のクリープ破断強さは900℃で

は両者にあまり大きな違いはなく、母材とほぼ同等とみなされたが、1000℃になるとTIG溶接継手では破断延性が小さい(伸び10%以下)ため、破断寿命も低下する傾向が認められた(図2)。同様な傾向は板材についても認められ1000℃長時間で、TIG溶接継手の破断時間は母材の約1/2以下となり、この温度域で使用されるハステロイ-Xの溶接施工には電子ビーム溶接法の方が有利であることが示された。今後の予定としては、日本原子力研究所におけるハステロイ-Xの高温ガス炉環境下での粒界腐食挙動に関する研究成果に基づき、同合金の成分規制により材質改善をはかった材料(ハステロイ-XR)について、1000℃付近でのクリープおよびクリープ破断試験の実施が計画されている。

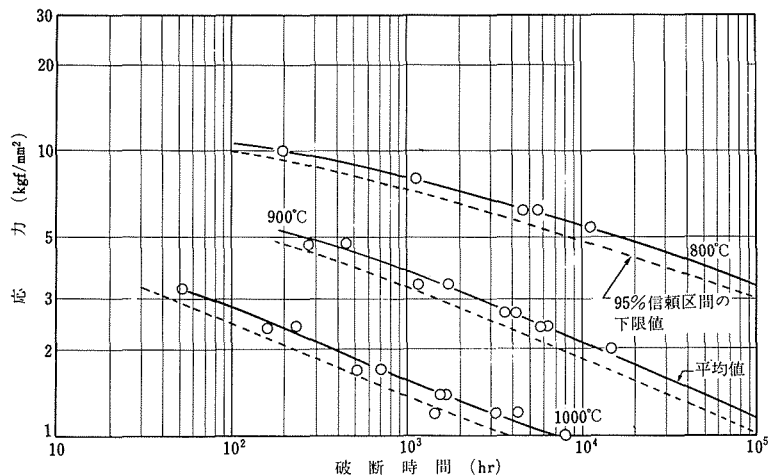


図1 ハステロイ-X, UGL-1用鍛造材のクリープ破断データ。O-S-Dパラメータ3次式回帰曲線および95%信頼区間の下限值。

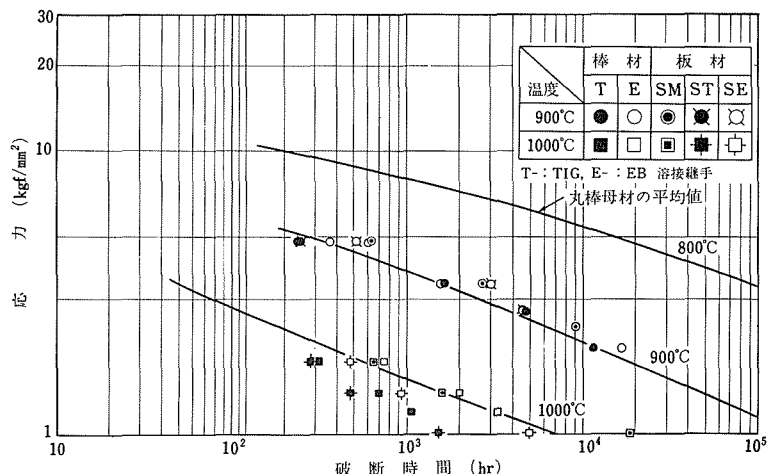


図2 ハステロイ-Xのクリープ破断データの比較、板材及び溶接継手。

遊星圧延機の荷重特性

圧延技術において、荷重特性を明確にすることは最も基本的な課題であり、実操業にとって必要不可欠なものである。従来の圧延機についてはこれまでに精力的な研究とデータの蓄積がなされてきた。しかし遊星圧延機については歴史も比較的新らしく、系統的に整理されたデータがほとんどない。その特異な圧延機構のゆえに理論的なアプローチにも多くの困難が伴っている。

金属加工研究部では、遊星圧延機の圧延機構を解明し、その普遍的な圧延特性を明らかにするため、実験と理論の両面より検討を加えている。

ここでは、圧延実験より実測された圧延荷重およびトルクを理論モデルからの計算結果と比較し、モデルの妥当性について検討を行った結果の概要を紹介する。

遊星圧延機の荷重特性を支配する基本的な因子は、スラブの送り速度、遊星ロールの公転速度、入側板厚、出側板厚である。実験は、99.5%純アルミニウム焼鈍材を用いて、上記4因子の水準を広範囲に変えた条件下で冷間圧延を行い、荷重およびトルクを測定した、これより個々の因子の荷重におよぼす影響を知ることができるが、それ等の絶対値を独立

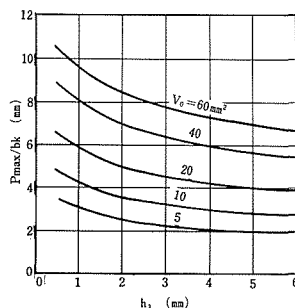


図1 最大荷重 P_{max} におよぼす V_0 , h_1 の影響 [b: 板幅, k: 変形抵抗]

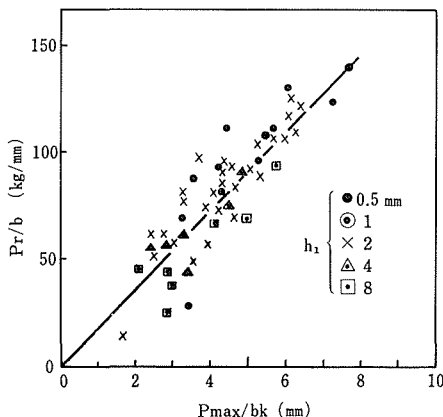


図2 最大荷重の実測値 P_r と計算値 P_{max} の比較

にとらえている限り、遊星圧延機一般の荷重特性を把握することは困難である。

一方、変形モードを単純化したモデルに基づき圧延過程の幾何学的変化を理論的に検討した結果、圧延荷重を支配する基本的なパラメータはワークロール1対当りに送り込まれる単位幅体積 V_0 と出側板厚 h_1 の2つであることを明らかにした。そしてこれよりワークロールの転圧過程で非定常的に変化する荷重曲線を求めることができる。いまその最大値 P_{max} に着目し、 V_0 , h_1 の影響を解析すると図1のような計算結果が得られる。

そこで前記の広範な実験より得られた実測荷重の最大値 P_r と、その条件に対応する計算値 P_{max} を対比させると、図2に示すように原点を通る直線関係が得られた。このことは理論荷重特性が広範囲にわたって実測値と定性的に一致することを示している。さらにこの直線の勾配より見掛けの変形抵抗を逆算すると $k=18\text{kg/mm}^2$ となり、最大荷重が現われる位置で材料が加工硬化していることを考えると、アルミニウムの冷間変形抵抗として妥当な値であり、理論モデルが定量的にも適用し得ることが示された。またトルクの最大値についても図3に示すように計算値 M_{max} と実測値 M_r の間には良好な相関が得られた。

以上、遊星圧延機一般の荷重特性を支配する基本パラメータを明らかにし、それに基づく解析結果が多様な実操業にも適用し得ることが確かめられた。

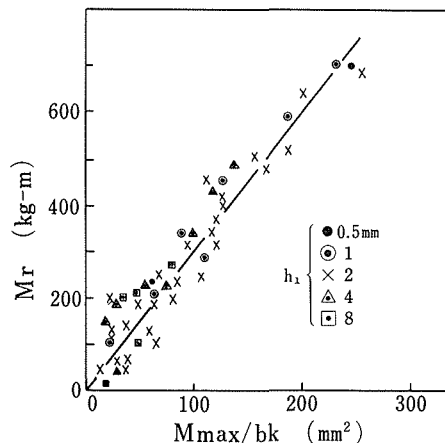


図3 最大トルクの実測値 M_r と計算値 M_{max} の比較

【特許紹介】

希土類セリウム族元素の酸化物を含む 銀基合金接点材料

出願公告 昭和51年2月24日 昭51-5983

特許 昭和51年7月28日 第822599号

発明者 森本一郎, 佐藤充典, 土方政行

この発明は希土類セリウム族元素の酸化物5モル%以下と残部銀よりなる合金、及びセリウム族元素の酸化物をMg, Mn, Zr, Ti, Ni, Zn中の1以上の元素の酸化物2.5モル%以下で置き換えた合金の接点材料を提供する。

銀合金接点材料として特にAg-CdO合金は優れた性質をもつが、これに代り得る材料としてLa, Ce, Pr, Nd, Smのセリウム族元素の酸化物を含む銀基合金が、耐溶着性、耐消耗性及び接融抵抗等の接点特性に優れていることを見出した。図1は本発明材料と現用材料との耐溶着性試験結果で、この合金の耐溶着性が現用材料と同等以上であることを示している。

加工性及び臨界電流値を向上させるための超電導マグネット材料の処理方法

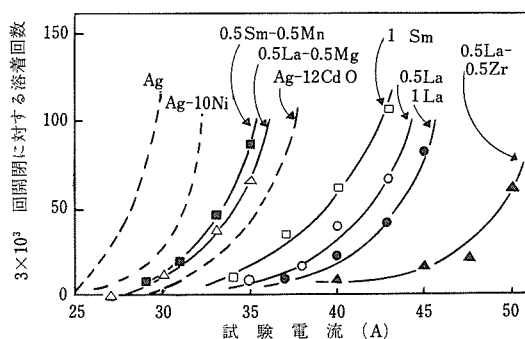


図1

出願公告 昭和48年12月4日 昭48-41078
特許 昭和50年10月24日 第292735号
発明者 太刀川恭治

この発明はNb-20~70at.%系合金の加工性と同時にその超電導特性を向上させる処理法である。

この合金は超電導現象を利用して強磁場を作るが、細線や薄いテープまで加工するのはかなり困難である。この発明では、前記合金の塑性加工の前にこれを650~950℃で1時間以上加熱することとを特徴とする処理法である。表面酸化を防止しながら5時間以上の加熱でその効果が著しい。この処理によって本合金はZb側とZr側の二つの体心立方格子相に分離し、溶製のままで高温で安定なβ相が常温まで無理にもたらされている1相状態より内部ひずみが少なく塑性加工が容易になる。

図2は直径1.5mmのNb-50at.%Zr合金線を0.75mmまで線引きした時のダイスの受ける抵抗力が本処理法の適用により減少することを示している。曲線1, 2, 3, 4は、線引きの前にそれぞれ785, 885, 685, 1050℃で5時間加熱したもので、曲線5は加熱していない。このように塑性加工が著しく容易になると同時に、本発明によると臨界電流及び臨界温度が向上する。

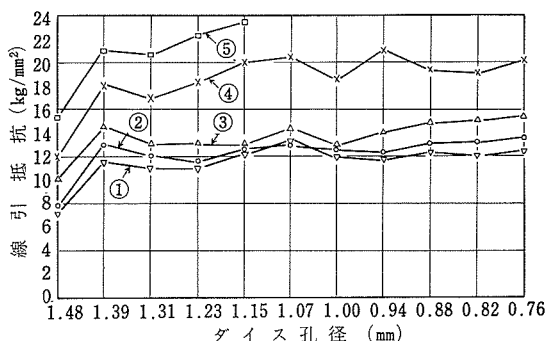


図2

◆短 信◆

●海外出張

中澤 興三 強力材料研究部

強力鋼の強靱化に関する研究のため昭和51年9月6日か

ら昭和52年9月10日までアメリカ合衆国へ出張した。

通巻 第213号

発行所 科学技術庁金属材料技術研究所

編集兼発行人 保 坂 彬 夫

印 刷 株式会社 ユニオンプリント

東京都大田区中央8-30-2

電話 東京(03)753-6969(代表)

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