

## 超強力合金の強度の向上を目指して —— 加工熱処理により靱性と加工性の改善 ——

航空機、ロケットなどの高速飛翔体やウラン濃縮遠心分離機、エネルギー貯蔵用フライホイールなどの超高速回転体には、軽くて強く、しかも曲りにくい性質をもつ材料が必要である。これらの性質は比強度（強度／比重）と比弾性（ヤング率／比重）と呼ばれる。比弾性は合金の種類にかかわらずほとんど一定なので、これらの用途において合金の性能を決めるのは比強度である。また、合金の比重はベース金属の種類によってほぼ決まり、比重の調整によって比強度を制御できる余地は少なく、比強度を高めることは強度を高めることと同じである。

このように、高強度化は構造用材料の最大の課題の一つである。鉄鋼材料の場合をみると軟鋼（引張り強さ40kgf/mm<sup>2</sup>、以下40キロと略）高張力鋼（50～100キロ）、強力鋼（90～130キロ）、超強力鋼（130キロ以上）と着実に強度は高められてきた。

軟鋼から高張力鋼に至る高強度化は、材料の肉厚を薄くできるなど経済性の向上が主な目的であった。それに対して、強力鋼、超強力鋼は高い比強度を必要とする用途に用いられる材料である。そのような分野では低強度鋼を用いて寸法を大きくするなど「間に合わせ」はきかない。そこでは、高強度化の目的は機械・構造物の高性能化である。

超強力合金は航空機をはじめ先端技術分野で用

いられるので、高度の信頼性が要求される。しかし、超強力合金では高強度化と信頼性の向上は基本的に相反する技術課題である。それは強度の上昇に伴い靱性が急激に低下する材料だからである。しかも、材料強度が高くなるほど、その強度を設計に生かすには靱性を増加させる必要がある。しかし、現実には高強度化に伴い靱性は低下するので、材料靱性の方が必要靱性を下回りはじめる限界の強度が必ず現れる。

それゆえ、超強力合金の高強度化は単に強度を高めるばかりでなく、靱性の低下を極力抑える配慮が重要となる。そのような強靱化を合金元素の調整のみで達成するのは困難であり、材料の再結晶、変態、析出を制御するため、高温で注意深い塑性加工を行う加工熱処理を利用し、材料の潜在能力を充分発揮して強靱化する方法がとられている。加工熱処理は均質かつ微細な組織に調整できる点に特徴があり、超強力合金のような一種の極限状態にある材料の高性能化に効果的である。

当研究所は従来マルエージ鋼に加工熱処理を適用して高強度化を図ってきた。最近、航空機用材料を目標として強力チタン合金の研究に着手した。チタン合金は加工性に難点があるので、この加工熱処理を強靱性の向上だけでなく、加工性改善の前処理として利用する立場から研究を進めている。

# 新しい加工熱処理法を開発

— マルエージ鋼の最高強度を430kgf/mm<sup>2</sup>に引き上げる —

マルエージ鋼は現用の超強力鋼中で、最も強度が高く靱性が優れた鋼である。炭素を含まないで、多量のNi, Co, Mo, Tiを含有し、マルテンサイト組織から金属間化合物を微細に時効析出させて強化した鋼である。現在、組成を微調整して強度を変えた一連の18Ni系鋼が主として用いられており、最高強度240kgf/mm<sup>2</sup>の鋼種まで実用化されている。

当研究所は更に高強度の鋼種の開発を目指して、その合金の設計指針を確立するため、強靱性と金属学的因子との関係を検討した。その結果、現用18Ni系鋼の延長上にある組成では靱性の低下が著しく、高強度化が技術的に難しいことがわかった。一方、INCOが提案した高Mo系組成では、従来の溶体化処理では析出物が必ず残留し、粗大析出物のない状態で微細な結晶粒をもつ組織に調整しえないという結論に達した。この粗大析出物のない細粒組織は強靱性向上のために必須の組織であり、また結晶粒の大きさは高強度化に応じて微細化しなければならないことが同時に解明された。

そこで、そのような組織に調整するため、次のような加工熱処理法(TMT)を考案した。まず、

1100℃以上の高温で溶体化処理を行い、析出物を完全に固溶化した後、その温度からの冷却過程で熱間加工を加えて細粒にし、直ちに焼入れる。この処理によって、靱性を改善できることを明らかにした。その後、時効によって高強度とする。この時効では強度レベルを変えることはできるが、靱性を高めることはできない。このように加工熱処理の有効性を明らかにしたことが一つのポイントである。

これらの結果に基づき、マルエージ鋼の極限強度に挑戦したが、その経緯を表に示す。13Ni-15Co-10Mo鋼に加工熱処理を適用すると、300kgf/mm<sup>2</sup>程度の強度が得られた。更に強度を高めるには、Mo量を増加させる必要があった。一方、Mo量が多くなると加工熱処理中の加工によって有害な粗大析出物の形成が促進される。この欠点を改善するため、加工によって析出が最も促進される1000～900℃温度区間の加工を中断することを骨子とする特殊加工熱処理法(STMT)を開発した。同時に、Mo化合物の析出を抑えるため、Mo量を下げTiを少量添加した組成として、360kgf/mm<sup>2</sup>の強度を得た。さらに、図に示すような特殊加工熱処理後、80%以上の冷間加工を加える処理により、最高430kgf/mm<sup>2</sup>の引張強さを得ることに成功した。

この強度は鉄の理論強度の約1/3に相当し、他の金属に比べて高い。靱性が伴わなければ強度は高められないので、高強度が達成されたことは一定の靱性の裏付けがあることを意味しよう。しかし、その強度を設計に生かして構造材料として使用するには靱性が充分とはいえない。そのため、当研究所は切欠靱性、環境強度、溶接性と強度との関係についてのデータを蓄積し、実用しうる限界強度の向上を目指して研究を進めている。

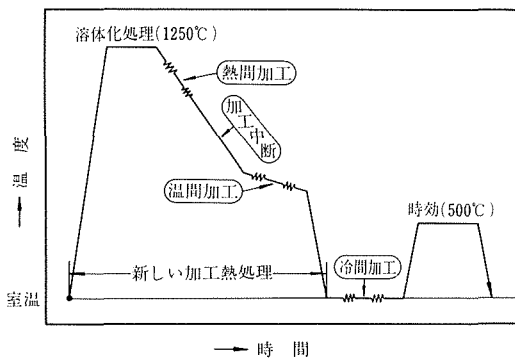


図 「新しい加工熱処理+冷間加工+時効」処理の模式図

表 マルエージ鋼の高強度化の推移

年代	1968年					1982年
引張強さ (kgf/mm <sup>2</sup> )	240	260	300	340	360	430
	実用→					
時効前処理	溶体化処理		TMT	STMT	STMT + 冷間加工	
組成	18Ni系	13Ni-15Co-10Mo	10Ni-18Co-14Mo		10Ni-18Co-12Mo-1Ti	

## 熱発電素子用p型FeSi<sub>2</sub>の開発—電流出力型へ— — 一歩前進 —

FeSi<sub>2</sub>熱発電素子は温度の変化に対する熱起電力の変化〔＝熱電率〕が大きく、耐熱・耐酸化性に優れている。それゆえ、電力消費量の少ないデバイス用小電源としてばかりでなく、高温大気中で使用できるセンサーとして実用化されつつある。しかしながら、これまでP型熱発電素子は熱電率が大きいという長所を示す反面、内部抵抗が大きいという欠点があるため大きな電流を取り出せなかった。

したがって、内部抵抗が小さく、かつ熱電率が大きいP型熱発電素子の開発は、ガス・石油暖房器のファンモータ用電源など民生用機器への用途に飛躍的な拡大が期待されるなど広範囲実用化の重要課題となっている。

当研究所では、FeSi<sub>2</sub>にMnとAlを二重添加することによって、熱電率を劣化させることなく、低抵抗のP型材料を開発することに成功している。例えば、1.67at%Mnと1.00at%Alを添加した素子では、温度差800Kのとき、開放端電圧が0.215Vとなり、1立方センチメートル当たりの最大出力は0.85Wと従来の素子の1.4倍になっている。

(機能材料研究部)

## 高温圧力容器用鋼の 水素侵食の研究

高温高圧の水素を使用する石油精製、アンモニア合成、石炭液化などの装置では水素侵食がおこるため圧力容器の材料選定が問題である。水素侵食は鋼中に侵入した水素が鋼中の炭化物と反応してメタンガスを生成させる現象であるが、不明確な点が多い。そして水素侵食によって圧力容器の強度、延性及び靱性が低下し、長時間の使用中に破壊事故が起ることも

ある。そのため、水素侵食について不明確な点の解明、圧力容器の安全性確保、さらに、より過酷な使用条件に耐える材料の開発が望まれている。

当研究所では、高温高圧水素処理装置を作成し、これらの問題について研究を開始した。本装置は防燃室内に設置され、その主要部は内径50mmの円筒状圧力容器であり、容器内に封入した高温高圧（最高600℃、300kgf/cm<sup>2</sup>）の水素中で試験片に水素侵食現象を生じさせることができる。（エネルギー機器材料研究グループ）

## スラグ中の硫黄定量 分析の迅速化

製鋼プロセス研究における反応を解析するには溶鉄及びスラグの性質を把握する必要がある。それらの化学成分としての硫黄の定量は重要であり、特にスラグ中の硫黄の定量に関しては、従来、湿式分析法（硫酸バリウム重量法）が用いられてきた。この方法は分析者の熟練を要し、また煩雑な操作で長時間を必要とする。

当研究所では、操作が簡便で精度の高い分析法である燃焼—赤外線吸収法を、難燃性であるスラグに適用することを試みた。そして最適な助燃剤等分析諸条件の詳細な検討を行った結果、精度、感度、迅速性に優れた方法を確立した。転炉スラグ、含ニオブスラグ等の日常作業分析に適用している。

(金属化学研究部)

## 硫化鋳の鋳床の生因、 溶解性などの推定に 熱電率測定を活用

近年、多種類の金属の相互分離や製品純度に対する要求がきびしくなるとともに湿式製錬の重要性が認識されてきた。この湿式製錬は原料粉の溶解工程や沈澱による分離の工程を含むが、これらは基

本的に懸濁系の不均一系反応に属する。これに関し基礎的な面で最も解明が遅れているのは、粒子の物性と反応との関係である。この原因は、粒子そのものの物性の適当な測定法がなかったからである。

当研究所では、物性として起電力測定のみで得られる熱電率を取り上げて種々の硫化鋳粉体試料の測定を試み、n型半導体方鉛鋳は粒子径の減少とともにp型に変わることなどを明らかにした。

このように粉体の物性測定が可能になったことにより、各鉱山、各切羽の鋳石の物性の変化と鋳床の生成条件、物性と浮選特性、沈澱生成物の物性のコントロールなど、当初予想しなかった広い関連分野にインパクトを与えている。

(製錬研究部)

## リチウム資源確保に 一歩前進

天然リチウム(Li)中に約7.4%含まれている<sup>6</sup>Li(質量数6のLi)は核融合炉の燃料として重要である。Li資源を保有するのは核大国であるので、これらの国から輸入されるLi中には戦略的に重要な<sup>6</sup>Liが2%という少ない値に減っている場合がある。このようなものは核融合炉以外の一般的な用途にしか使用できないので自前のLi資源の確保が将来必要になる。

海水中で金属Alの表面にできる腐食生成物によると、海水に微量(約0.2mg/l)含まれている天然Liを、表面積1m<sup>2</sup>当たり最大約0.5mg抽出できる。この腐食生成物を薄い酸で処理するとLiが取り出され、残った腐食生成物は抽出剤として繰返し使用できる。Alの腐食生成物を再使用する場合には抽出反応が非常に速く、海水の温度が低くてもあまり問題にはならない。

さらに、Li濃度が海水よりも高い地熱水などからLiを抽出する研究も進めている。

(金属化学研究部)

# 研究成果の発表(7~12月)

## 1. 国際会議 (○印は発表者を示す)

国際溶接会議 (昭和58年7月1日, ノルウェー・トロンヘイム)

- 1) Data Sheets on Fatigue Crack Propagation Properties for Butt Welded Joints of High Strength Steel (Class 800N/mm<sup>2</sup>) for Welded Structure.  
○A. Ohta, M. Kanao, Y. Sasaki, M. Nihei, M. Kosuge, T. Konno, Y. Maeda and T. Mawari
- 2) Fatigue Crack Propagation Rates and Threshold Stress Intensity Factors for Welded Joints of HT80 Steel at Several Stress Ratios.  
○A. Ohta, Y. Sasaki, M. Nihei, M. Kosuge, M. Kanao, M. Inagaki

国際低温材料会議 (昭和58年8月15~19日, 米国・コロラドスプリングス)

- 1) Superconducting Properties of V<sub>2</sub>(Hf, Zr) Laves Phase Multifilamentary Wires.  
○K. Inoue, T. Kuroda and K. Tachikawa
- 2) Low Temperature Strength and Toughness of Thermomechanical Treated and EB Welded Fe-13%Ni-3%Mo-Ti Alloys.  
○K. Ishikawa, K. Hiraga, T. Ogata and K. Nagai
- 3) Mechanical Properties of Cold-Rolled and Aged Fe-Ni-Cr-Ti Austenitic Alloys for Low Temperature Use.  
○K. Hiraga, K. Ishikawa, K. Nagai and T. Ogata
- 4) Heat Treatments and Low Temperature Fracture Toughness of a Ti-6Al-4V Alloy.  
○K. Nagai, K. Hiraga, T. Ogata and ○K. Ishikawa

鉄鋼に関する第4回日本-チェコスロバキヤ合同シンポジウム (昭和58年9月13~15日, チェコスロバキヤ・プラハ)

Low Cycle Fatigue Behaviors of Ni-Cr-W Alloys in Simulated He Environments of HTGR.

○I. Uchiyama

第3回国際核融合炉材料会議 (昭和58年9月19~22日, 米国・ニューメキシコ)

- 1) Pre-Irradiation Aging Effects on Void Swelling in Ti-Added Fe-25Ni-15Cr-0.02C Alloys.  
○T. Kimoto, H. Shiraishi and I. Uchiyama
- 2) Properties of TiC Film Co-Deposited with Ar Gas.  
○M. Shikama, K. Fukutomi, M. Fujizuka and M. Okada
- 3) Effects of Alloying and Heat Treatments on the Endurance Limit of Molybdenum  
K. Furuya, ○N. Kainuma,

合金の2相分離初期過程に関する国際討論集会 (昭和58年9月19~23日, 西ドイツ・セントアンドリュウスベルグ/ハルツ)

Diffusion Theory for Nucleation-Growth

○T. Tsujimoto

鉄鋼技術に関する国際会議 (昭和58年9月22日, 米国・ピッツバーグ)

Construction and Operational Results of the New Continuous Steelmaking Process.

○S. Yoshimatsu, R. Nakagawa, T. Iwasaki and Y. Fujikawa

国際ガスタービン会議 (昭和58年10月24~27日, 日本・東京)

Nickel-Base Superalloys Developed for Advanced Gas Turbine in "Moonlight" National Project.

○M. Yamazaki

第2回日中シンポジウム (昭和58年11月14~16日, 日本・東京)

Continuous Treatment of Baotou Hot Metal

○A. Fukuzawa, R. Nakagawa and S. Yoshimatsu

## 2. 学・協会口頭発表

学・協会名	発表期日	発表題目	担当研究部
高温学会分科会	7.1	Mo上にマグネトロンスパック被覆したTiC中の内部応力	原子炉
日本防錆技術協会	7.7	各地に暴露した鉄鋼の大気腐食について	腐食
学振第123委員会	7.11~12	Cr-Mo-V 鋳鋼の長時間クリープ破断強度及び破断延性の支配要因	クリープ
電気学会	7.14~15	最近の熱電材料と熱発電素子の製造法	機能
日本金属学会高融点金属基礎研究会	7.14~16	1. 複雑な形状をもつMo単結晶の製造 2. TiCを被覆したMoの引張挙動 3. 2次再結晶法により製造したMo単結晶の低温変形	原子炉
日本化学会	8.29~30	1. 金属表面の偏析と析出の熱力学 2. プラズマ性ガスによる超微粒子の製造	腐食 機能
若手核融合研究会	9.6~9	1. 照射下クリープについて 2. 低Z材料表面被覆に関連して	原子炉
日本鋳物協会	9.7	1. アルミニウム溶湯へのアルミナ粉末の分散 2. 噴霧法による銅系合金の粒子分散鋳造材の製造	加工
化学工学協会	9.29	1. 高温用材料のクリープ破壊機構と余寿命予測 2. Ni基耐熱合金の高温耐食性表面処理	クリープ 腐食
アメリカ金属学会	10.2~6	Orientation and History Dependence of Cyclic Deformation in Al-Cu Single Crystals Containing θ' Precipitate	強度
日本分析化学会	10.3~7	1. ZAFプログラムの8ビット・パソコンへの移植と金属分析への応用 2. エアゾールサイクロンによる鉄鋼の直接ICP発光分光分析	化学
日本金属学会	10.4~6	1. CaNi <sub>5</sub> H <sub>x</sub> (x=0~1.2)の吸蔵曲線の熱力学的解析 2. 低Ti側Ti-Al-V三元系状態図 3. 金属間化合物 TiAlの検鏡試料に観察されるマイクロ・クラック	物理

学・協会名	発表期日	発 表 題 目	担当研究部		
日本金属学会	10.4～6	4. Vを添加したTiAl化合物の機械的性質	物 理		
		5. 相変態理論の適用領域拡張に関する2, 3の考察	"		
		6. ヘテロ接合における拡散現象の計算機実験	"		
		7. Tiを含む18Niマルエージ鋼の時効析出	"		
		8. Fe/中間層/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 界面の結晶格子の整合性と結合状態	"		
		9. Fe/FeO/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 界面の電顕観察	"		
		10. スパッタTi/Ni 2層薄膜のAr <sup>+</sup> イオン照射によるミキシング	"		
		11. スパッタTi/Ni 薄膜の電顕内加熱によるボイドの形成	"		
		12. 水素貯蔵合金FeTi <sub>1.14</sub> O <sub>0.013</sub> の水素ガス中不純物による被毒	機 能		
		13. TiNiのヘリカルコイルの疲労	"		
		14. Moの異常結晶粒成長について	"		
		15. βTi相を含有するFe-Ti系合金の水素化過程	"		
		16. NiTiスパッター薄膜とガラス基板との界面反応	"		
		17. FeTiスパッター薄膜の水素吸収の熱力学的考察	"		
		18. 急冷凝固したAl-Pb合金の機械的性質について	"		
		19. 金属超微粒子の焼結過程	"		
		20. Fe-Ni-Cマルテンサイトの低温における軸比異常	"		
		21. 等温マルテンサイト変態における律速機構	"		
		22. 「活性水素-溶融金属」法における金属超微粒子発生速度に及ぼす雰囲気力の影響	"		
		23. ICP発光分析法によるニオブ含有鉄鋼中のマンガン、ニオブ、リン、イオウの定量	化 学		
		24. 水素化合物発生原子吸光法による耐熱合金中の微量As, Biの定量	"		
		25. 一向凝固Ni基耐熱合金TMD-5の開発	エネルギー		
		26. モリブデン一部分安定化ジルコニア焼結材の性質	加 工		
		27. 新型転換炉圧力管材の耐食性評価の検討	腐 食		
		28. ガスタービン用Y-Al複合被覆層の高温耐食性	"		
		29. ステンレス鋼表面のTiCコーティング膜の密着性	"		
		30. 超高真空下での金属/アルミナ接合界面の観察	"		
		31. 高温水中における鋭敏化304ステンレス鋼のSCCと表面皮膜の性状との関連について	"		
		32. N, B添加18-8ステンレス鋼表面上へ析出させた窒化ボロン皮膜の均一性	"		
		33. Ti添加改良316ステンレス鋼のクリープ特性に及ぼすHe注入の効果	原 子 炉		
		34. プロトン照射による低スウェリングFe-Ni-Cr系オーステナイト合金の研究	"		
		35. Ti添加改良316ステンレス鋼のプロトン照射によるボイドスウェリング	"		
		36. Mo及びInconel合金上に活性化マグネトロンスパッタ被覆したSiO <sub>x</sub> の性質	"		
		37. 焼結モリブデンの高サイクル疲労に及ぼす平均応力と引張りひずみの効果	"		
		38. モリブデンの疲労限に及ぼす合金化と熱処理の効果	"		
		39. トーション式クリープ試験装置による316ステンレス鋼の16MeVプロトン照射下クリープ実験	"		
		40. 液体リチウム中におけるAlloy 600, Alloy 800の腐食	"		
		41. Mo熱延板の単結晶化に及ぼす表面予処理の効果	"		
		42. マグネトロンスパッタ法によりTi <sub>x</sub> C <sub>1-x</sub> 皮膜を被覆したMoの引張特性	"		
		43. 2次再結晶法により製造された〈110〉軸を有するMo単結晶の低温破壊	"		
		44. Mo上にマグネトロンスパッタ被覆された炭素過剰Ti <sub>x</sub> C <sub>1-x</sub> 皮膜の特性と構造	"		
		45. Fe-C-X合金のオーステナイト粒界への初析フェライトの核生成速度に対するXの偏析の効果	強 力		
		46. Al-Cu合金の疲労挙動に及ぼす繰返し負荷履歴の影響	"		
		47. 部分整合粒子を含むAl-Cu合金の疲労特性とヒステリシスループの解析	"		
		48. 純Niの水素脆化	"		
		49. 超強力マルエージ鋼の水素ガス中遅れ破壊に及ぼす負荷条件及びNi被覆の影響	"		
		50. 超強力マルエージ鋼のNi及びCu被覆による水素ガス中脆化助長現象	"		
		51. 冷間圧延したFe-Ni-Cr-Tiオーステナイト合金の時効組織と極低温における機械的性質	極 低 温		
		52. 低温用チタン合金(Ti-5Al-2.5SnELI)の極低温における疲労特性	"		
		53. 低温用チタン合金(Ti-5Al-2.5SnELI)の極低温下での機械的特性	"		
		54. 合金系超電導材料の高磁界特性の改善とピンニング挙動	"		
		55. V <sub>2</sub> (Hf, Zr)ラーベス型極細多芯線の超電導特性	"		
		56. Ti添加Sn合金を用いた複合加工Nb <sub>3</sub> Sn超電導線材	"		
		57. In Situ V <sub>3</sub> Ga超電導線材の長尺化の研究(第2報)	"		
		58. チタン合金の極低温における破壊靱性の熱処理による改善	"		
		日本鉄鋼協会	10.4～6	1. バーナーリグによるNi基耐熱合金の高温腐食	エネルギー
				2. Ni基耐熱合金の流動床式熱疲れ	"
				3. γ量を変化させたNimonic 80A系合金の加工性	"
4. 構造用鋼の溶接欠陥とそれら欠陥を含む溶接継手の疲労及び腐食疲労寿命の予測	材 料 強 さ				
5. 熱処理の異なる2½Cr-1Mo鋼のクリープ特性	ク リ ー プ				

学・協会名	発表期日	発 表 題 目	担当研究部		
日本鉄鋼協会	10.4～6	6. スペシメンバンク材 (SUS304) のクリープ破断特性に及ぼす温度と応力の影響	ク リ ー プ		
		7. Cr-Mo-V 鋼におけるクリープ損傷と高温疲れ寿命	"		
		8. SUS 321ステンレス鋼の微細組織とクリープ破断性質	"		
		9. SUS 304鋼のクリープ疲労複合荷重下の破断寿命に及ぼす応力時効の影響	"		
		10. クリープ破断延性値からのクリープ疲労寿命予測	疲 れ		
		11. 原子炉圧力容器用鋼の高温高圧水中疲労き裂伝ば挙動に及ぼす温度の影響	"		
		12. Ni-Cr-W固溶体の格子定数	原 子 炉		
		13. SiO <sub>2</sub> をコーティングした Inconel617の不純ヘリウム雰囲気中での腐食挙動	"		
		14. Ni-Cr-W系合金の不純ヘリウム中クリープ破断特性	"		
		15. 高張力鋼の各種水中犠牲陽極下での疲れき裂伝ば速度及び下限界値	強 力		
		16. 高強度鋼の腐食疲労き裂伝ばに及ぼす温度の影響	"		
		17. 超流動液体ヘリウム中での引張試験におけるセレーションと温度上昇	極 低		
		日本機械学会 日本物理学会	10.9～11	1. NbOの電子構造	疲 物 理
			10.11～14	2. SnCo <sub>3.5</sub> Cu <sub>1.5</sub> の低温磁化反転	極 低
			10.20～22	1. ろう接継手の疲労強度に関する一考察	溶
				2. 各種金属のフラッシング現象について—フラッシュ溶接に関する研究—	"
				3. 電子ビーム溶接における溶融金属の挙動 (第1報) —縦割れの発生機構—	"
4. 電子ビーム溶接における溶融金属の挙動 (第2報) —溶接姿勢の影響—	"				
日本非破壊検査協会	10.27～28	5. 対話形式による溶接熱伝導シミュレータの開発 (第4報) —基本熱源エレメントの選択とその組合せによる熱サイクル特性—	"		
		6. 溶接継手の疲れ強さに及ぼす余盛止端形状の影響	疲 れ		
		1. 探傷面の粗さが超音波探傷感度に及ぼす影響	材 料 強 さ		
		2. ステンレスオーバーレイの弾性異方性と超音波の伝ば	"		
		自己修復性被覆法の超高真空容器用材料への適用	腐 食		
		固液界面反応に及ぼす溶湯中での塑性変形の影響	加 工		
		高張力鋼平滑材の腐食疲労における微小表面き裂の成長	疲 れ		
		11.8～10	1. 水噴霧 Ni-20%Cr Super fines の焼結性	加 工	
			2. 粉末冶金法によって作製した TiNi合金のマルテンサイト変態温度	機 能	
		11.9～11	1. 塩化物—硫化物水溶液中におけるステンレス鋼のエロージョンコロージョン	腐	
			2. 高温水による鋭敏化304ステンレス鋼の応力腐食割れにおける酸化皮膜の役割	"	
		11.9～11	1. Sn-Ti合金を用いた複合加工 Nb <sub>3</sub> Sn 超電導線材	極 低	
			2. V <sub>2</sub> (Hf-Zr) ラーベス型極細多芯線の超電導特性 (第2報)	"	
			3. In situ 型 V <sub>3</sub> Ga 超電導線材の組織と超電導特性 (第6報)	"	
		11.10～12	Ba の高圧下の超伝導	"	
			モリブデン中での侵入型不純物の粒界偏析	原 子 炉	
			1. S45C, SCM 435鋼の回転曲げ腐食疲れ破壊機構	疲 れ	
11.13～15	2. 浸炭焼入鋼の引張り及び曲げ挙動	"			
	3. JIS 機械構造用鋼の軸荷重疲れ特性	"			
	4. S45C, SCM 435鋼の回転曲げ腐食疲労特性と速度効果	"			
	1. クリープ疲労複合荷重を受けた SUS 316鋼のクリープ疲労相互作用とクリープ破壊特性との関係	ク リ ー プ			
11.28～30	2. オーステナイトステンレス鋼の長時間クリープ破断強度予測の精度	"			
	3. 耐熱合金 NCF 800H の高温低サイクル疲労寿命のひずみ波形依存性	疲 れ			
	4. クリープ疲労寿命とクリープ破断延性値の関係	"			
	12.6～7				

◆短 信◆

●海外出張

内山 郁 科学研究所

第4回日本・チェコスロバキア合同シンポジウムに出席のため、昭和58年9月10日から昭和58年9月19日までチェコスロバキアへ出張した。

岸本 直樹 原子炉材料研究部主任研究官

核融合炉第1壁材料の照射損傷の研究のため、昭和58年9月15日から昭和59年9月14日まで米国

へ出張した。

吉松 史朗 工業化研究部長

1983年度 AISE鉄鋼技術に関する国際会議に出席のため、昭和58年9月17日から昭和58年9月24日まで米国へ出張した。

貝沼 紀夫 原子炉材料研究部主任研究官

第3回核融合炉材料国際会議に出席のため、昭和58年9月18日から昭和58年9月25日まで米国へ出張した。

通巻 第298号

発行所 科学技術庁金属材料技術研究所

編集兼発行人 越川 隆 光  
印 刷 株式会社 三 興 印 刷  
東京 都 新 宿 区 信 濃 町 12

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