

研 技 誌

1964

科学技術庁

NO. 5

ニ ュ ー ス

金属材料技術研究所

表面あらし計 (Perth-O-Meter)

この装置は材料の表面のあらしやうねりを触針法により、電氣的に測定するもので、S4B型万能測定器、VCW型記録計、大型測定台および触針を取付ける歯車箱からなっている。あらしの測定範囲は $0.1 \sim 25 \mu$ 、 $1 \mu \sim 250 \mu$ 、縦方向の倍率は $400 \sim 100,000$ である。

この装置の特徴は、うねりとあらしのプロファイルを別々に、もしくは一語に記録できるのみならず、メーターの直読により、それぞれの国で規格として定められている各種の表示方法によるあらしが測定できることである。即ち、メーターの直読によりうねりW、平均最大高さあらしRt、うねりWと平均最大高さあらしRt、算術平均あらしCLA (BS規格)・AA (ASA規格)・Ra (ISO規格)、自乗平均平方根あらしRMS、平滑深さG (DIN規格)がそれぞれ測定できる。そのほかにDIN規格で定められた接触比——あらしのプロファイルを表面からある深さの距離にある水平線で切ったとき、実体の部分の長さの総和と測定した基準の長さの比——を求めることができる。この場合、うねりを除いた接触比 tp micro と、うねりを含ませた接触比 tp macro が測定できる。装置の概観を写真1に示す。

図1は研削した鋼の表面のうねりとあらしを同時に記録したものと、あらしのみを記録した結果を示す。図1の試験片についてメーターの直読により測定した各種の測定値を表1に示した。

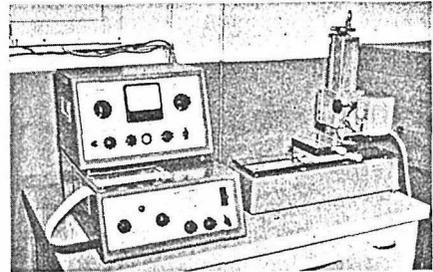


写真 1

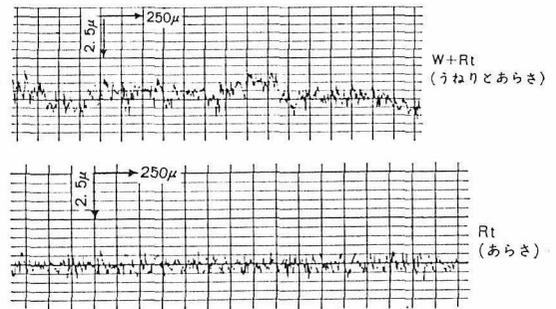


図 1

表1 図1をメーターの直読で測定した結果。

| 表示方法 | あらしまたは接触比 |
|---------------------------|------------|
| W + R | 2.0μ |
| C L A | 0.5μ |
| R M S | 0.6μ |
| G | 0.85μ |
| tp micro (深さ 0.25μ) | 10 % |
| tp micro (深さ 1.25μ) | 75 % |
| tp macro (深さ 0.25μ) | 85 % |

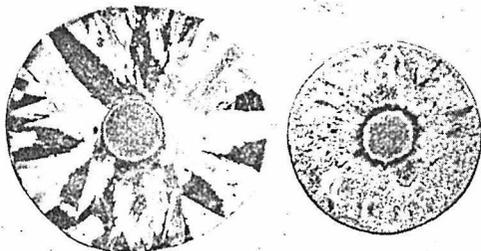
測定距離 10mm

耐熱合金の進歩 (8)

Moの新被覆法とその大気中クリープラプチャー試験

鉄よりも遙かに高い溶融点をもつ耐火金属は高温度までその強度が維持できるが、酸化しやすいために、そのままでは大気中高温高応力下で使用できない。そこで種々の保護被覆法が考えられているが、その被覆層は余程強固なものができないかぎり安全でない。高温使用中微少な被覆の割れが生じても材料の破滅は必然だからである。

Moは代表的な耐火金属であるが、その耐酸化性は完全に欠如している。Moが大気中高温高応力下で長時間使用できるためには如何なる被覆処理を施せばよいか。この問題の解決のために耐熱合金研究室では新しい被覆法を試みてみた。その方法とは鋳包み法とクラッド法を併用したもので、市販純Mo丸棒(1~6m/mφ)を、熱間加工が可能でしかもすぐれたNi基耐熱合金であるNimonic90で鋳包み、これを鍛圧加工する処理である。



a. 鋳包み鋳造材 b. 40%加工材

写真9 Moの鋳包み鋳造材とその加工材のマクロ組織

写真9a~bはMo棒5m/mφを使用した場合の鋳包み材および加工材の横断面マクロ組織で、中心部のMoと周囲のNimonic90合金は完全に融着しており、これを加工しても割れの発生は少しもなく、鋳包み材にみられる粗大の柱状結晶は加工によって微細化することが知られる。そこで中心部から外周部への硬度分布をみると図11に示す如く、MoとNimonic90との融着部は極めて硬度が高く、脆い化合物が形成されていることがわかる。そしてMo素地とNimonic90合金素地の硬度は殆んど同じである。この脆い化合物相はMoNiを主体とするが、この相が完全にMoを包む厚さは2.5μ程度にすぎない。ところでMoに適用されている種々の被覆処理のうちでも最も耐酸化性のすぐれているものはCrとNiの多層被覆、あるいはSi蒸着によるMoSi₂被覆などである。しかしこれらの被覆処理をしたMoは加工すれば簡単に被覆が割れてしまうが、新被覆処理ではこのような恐れは全くない。それは脆弱な化合物の外層の厚いNimonic90合金が加工に際して潤滑作用に役立つからである。そこで1~6m/mφのMo丸棒を鋳包んだ加工試料を平行部6m/mφ(Mo棒φm/mφのものでは平行部を7m/mφ)のクリープ・ラプチャー試験片にして大気中1,000°Cで応力5kg/mm²の試験を行なうと、図12のようにNimonic90合金素材ではラプチャー・ライフは1時間にすぎないが、Mo棒の径の大きいものを使用するに従ってラプチャー時間は増加し、5m/mφMoでは約900時間、6m/mφMoでは1,700時間経過後試験機のチャックの方が破断し

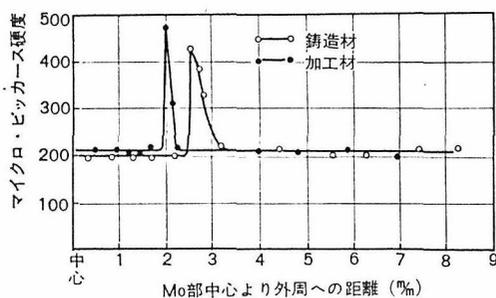


図11 鋳包み鋳造材とその加工材横断面の硬度分布

て試験が中断したほどの性能を示した。Mo径1~2m/mφではNimonic90合金素材よりも却って破断時間が短いのは、Nimonic90合金素材中へ少量のMoを含ませても、それは一種の粗大な異相偏析部となり、この部分への局部的応力集中が破断を促進するからである。しかしMo径が3m/mφ以上ではMoとその合金層が負荷応力に耐えるようになり、その径の増加に比例して破断時間が向上して行く。

この新被覆法は幾つかの特徴を持っている。その第1は脆弱な合金層を割れの心配なくMoと共に加工できることである。第2はMoの再結晶温度は1,150~1,200°Cであるから、この温度以下で加工を行えばMoを歪硬化によって強化できることである。第3はMoの加熱に雰囲気炉や真空炉は必要でなく大気中で自由に熱処理加工ができることである。第4は鋳包み状態で仮え局部的に融着不完全な部分が存在しても、後の熱間加工処理で健全な状態にできることである。そして第5はMoを大気中高温高応力下で長時間保持できることである。そこでこの被覆法を鋳包み加工被覆法と呼称することにした。

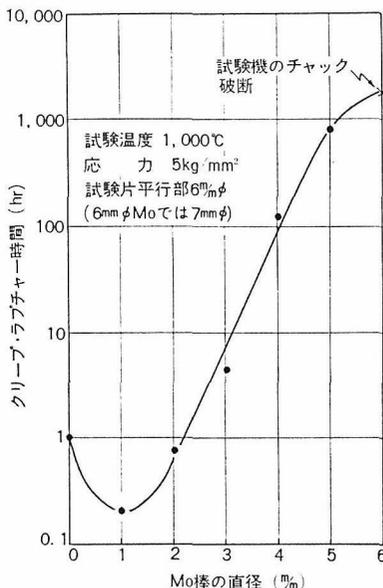


図12 鋳包んだMo棒の直径とクリープ・ラプチャー時間との関係

含ボロン・オーステナイト系耐熱鋼について

最近、熱機関の発達はめざましく、蒸気機関でも熱効率を高めより経済的な設備の建設が望まれており、それにはすぐれた耐熱鋼の開発が必要でその使用温度と許容応力を高めることが緊急必要な研究事項である。現在、熱効率と材料のコスト的な問題とのかねあいから主にフェライト系の材料が使用されているが、熱効率の向上すなわち蒸気温度、圧力が高くなるとどうしてもフェライト系の材料では目的を達し得ず、オーステナイト系の材料を使用しなければならない。その為には、現在のステンレス系統の材料、すなわち18-8, 18-8Mo, 18-8Nb等では高温強度の点から経済的に引き合わず、同程度のコストでより強力な耐熱鋼の開発が望ましい。

工業化研究部工業化第一研究室では従来より18Cr-12Ni系オーステナイト・ステンレス鋼の高温性質におよぼす各種元素単独添加の影響を検討しており、この結果を基礎資料とし、合金元素を複合的に添加してその影響を系統的に検討し、強力な耐熱鋼の開発を進めている。

その際、基本的な添加元素としてBを取りあげている。Bはごく少量で著しくクリープ強さを高める有効な元素である。しかし、一方鍛造性、溶接性を悪くする元素でもあり、その主たる原因は融点の低い共晶が粒界にそって形成されることである。しかし、このBを0.1~0.2%添加した

耐熱鋼で確認された硼化物は $CrAl_2$ 型正方晶の Fe_2B ではなく、斜方晶として報告されている Cr_2B と同じ構造を持つと思われる $(Cr \cdot Fe)_2B$ であり $Fe-Fe_2B$ の共晶温度が $1180^\circ C$ であるのに対し、 $Fe-(Cr \cdot Fe)_2B$ の共晶温度は $40 \sim 60^\circ C$ 高温側にある。さらに、Bとの親和力の強いTiを添加すると硼化物を一部溶融点の高い TiB_2 に変えることが出来る。又このTiは図1に示すように変形抵抗を下げ、特にその傾向はBと共存する際著しい。このようにBの製造冶金上におよぼす悪影響は相当減らすことが出来る。さらに実用性を増すためBの悪影響を除き、又Bと他の共存元素との組合せによりBの効果を最もよく引き出せるように検討する必要がある。その実験結果を図2に示す。この結果はC0.2%, Cr18%, Ni12%をベースとし、Mo3%, B0.16%, Nb0.5%, Ti0.4%を組合せて添加した16鋼種から、 $700^\circ C$, 1000時間のクリープ・ラプチャー強さを高温性質の特性値とし、各元素の影響を求めた値である。すなわち、BはMoと共存する時その効果が相乗的になり、又炭化物成元素としてはNbよりTiの方が好ましいことがわかった。この相乗的な効果の原因としてMoが粒内の強化に寄与するのに対し、Bは主に粒界の強化に寄与することが考えられ、破断した試料の観察とクリープ速度の測定から定性的に裏付けられる。又、Tiはクリープ強さを高め、変形抵抗、変形能を高める有利な添加元素である。又、時効硬さの観察から硼化物の時効硬化性はほとんど期待出来ず、むしろ時効硬化をおさえ組織を安定にすることこそ高温強度を高めるのに有効であることがわかった。結局、ごく少量のBの添加でその効果を最大限に引き出すよう検討することより経済的で強力な耐熱鋼の開発が期待出来る。

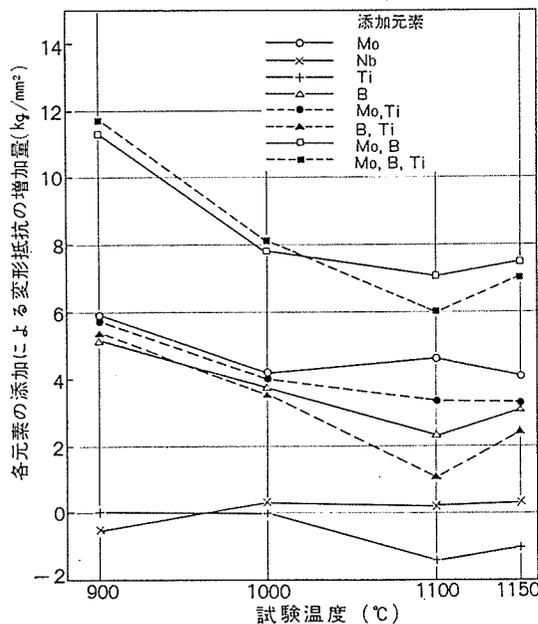


図1 各試験温度での変形抵抗の増加量におよぼす添加元素の影響

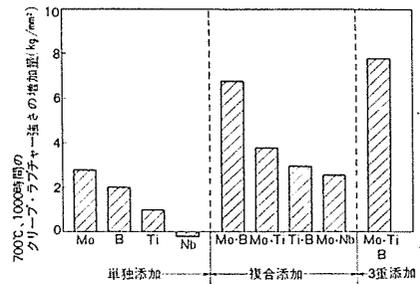


図2 $700^\circ C$, 1000時間のクリープ・ラプチャー強さの増加量におよぼす添加元素の影響

昭和 39 年度 研究 計 画

番号に○印は特別研究

総合研究

- 1) 超伝導マグネット材料に関する研究
- 2) 金属材料の高速加工に関する研究
- 3) ロケットおよびジェットエンジン材料の性能向上に関する研究
- 4) 耐熱鋼の性能向上に関する研究
- 5) 鋼中介在物に関する研究
- 6) 鋼中の不純金属の含有許容量に関する研究
- 7) 高張力鋼溶接部の流化水素割れに関する研究
- 8) クリーブのデータシート作成に関する研究
- 9) 特殊溶鉄炉の操業法の確立に関する研究
- 10) 熱疲労に関する研究

一般研究及び特別研究

- 1) 金属物理研究部
 1. 金属薄膜の格子欠陥と磁性に関する研究
 2. 鉄および鉄合金の機械的性質に関する研究
 3. 鋼の異方性組織に関する研究
 4. 格子欠陥の電子顕微鏡的研究
 5. 空気の計測器の金属物理分析への応用に関する研究
- 2) 金属化学研究部
 1. 塩素冶金に関する化学的基礎研究
 2. 金属材料の高温酸化機構に関する研究
 3. 高純度金属中の微量元素の定量法に関する研究
 4. 金属中の非金属介在物に関する研究
 5. 金属材料の放射化分析法に関する研究
 6. 高濃度組成合金の分析精度向上に関する研究
- 3) 製錬研究部
 1. ベレットの製造に関する研究
 2. 特殊製鉄法に関する研究
 3. 特殊製鋼法に関する研究
 4. 低品位アルミニウム鉱物の還元によるシルミンの製造とその利用に関する研究
 5. 加圧下の乾式製錬に関する研究
 6. 溶融塩を利用するアルミニウムおよびそれに類する金属化合物の析出に関する研究
 7. 複雑硫化鉄製錬残滓の高度利用に関する研究
- 4) 鉄鋼材料研究部
 1. 超高圧下の鉄鋼材料の相平衡に関する研究
 2. 時効硬化性窒化鋼に関する研究
- 5) 非鉄金属材料研究部
 1. 溶接用アルミニウム合金に関する研究
 2. 析出硬化型銅合金に関する研究
 3. ニオブおよびタンタル合金に関する研究
 4. 粒子分散強化型チタン合金に関する研究
 5. アルミニウム合金の初期時効に関する研究
 9. タングステン合金に関する研究
 7. 加圧浸出法に関する研究
- 6) 特殊金属材料研究部
 1. 原子炉用ベリリウムの成型加工と機械的性質に

関する研究

2. 電子ビーム溶解したモリブデンの加工性に関する研究
3. 原子炉用セラミックに関する研究
4. 希土類金属の製造に関する研究
5. R I 利用による鍛圧品の品質向上に関する研究
- 7) 電気磁気材料研究部
 1. 電気接触材料に関する研究
 2. 電着磁性薄膜に関する研究
 3. 強磁性微粉末の製造と利用に関する研究
 4. 物理精製による高純度金属の製造およびその性質に関する研究
 5. 金属間化合物半導体の製造と性質に関する研究
 6. 遷移金属酸化物に関する研究
- 8) 製造冶金研究部
 1. ダイカスト製品の性能向上に関する研究
 2. 溶解雰囲気調整による強靱鋳鉄の製造に関する研究
 3. 鋼材の各種熱処理変態曲線に関する研究
 4. 金属粉末の製造並びに焼結加工に関する研究
- 9) 材料強度研究部
 1. 腐食疲れに関する研究
 2. 高温における工具鋼の機械的強さに関する研究
 - ③ 微量不純物による鉄鋼の内部摩擦変化に関する研究
 4. 超音波探傷結果と傷、材質および強度との関係に関する研究
 5. 電磁誘導による試験結果と傷および材質の実体との関連に関する研究
- 10) 腐食防食研究部
 1. 原子炉用金属材料の腐食防食に関する研究
 2. 応力腐食に関する研究
 - ③ 高張力鋼の利用度向上に関する研究
 4. アルミニウムとその合金の化成処理に関する研究
 5. 腐食計測に関する研究
- 11) 溶接研究部
 1. 高張力鋼の自動溶接の改良に関する研究
 2. 原子炉用異材継手の溶接と熱脆化に関する研究
 3. アーク溶接冶金に関する研究
 4. 異種金属の接合に関する研究
 5. 原子炉材料の特殊な溶接方法の開発に関する研究
 6. 特殊ろう接に関する研究
 7. 特殊溶接方法の開発に関する研究
 8. プラズマジェットの方法加工への応用開発に関する研究
- 12) 工業化研究部
 1. 延性鋳鉄に関する研究
 2. 連続製鋼、鋳造技術に関する研究
 3. 耐熱アルミニウム合金の開発に関する研究

(通巻第65号)

発行所 科学技術庁 金属材料技術研究所

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

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