

金材技研

1968

科学技術庁

NO.9

ニュース

金属材料技術研究所

真 空 高 温 引 張 り 試 験 機

原子炉の炉芯部構造材料として用いられるジルコニウム合金やジェットエンジン材料として用いられる強力チタン合金など、高温で酸化の影響を受ける恐れのある材料の高温機械的性質を測るためには、試料を真空中で加熱しながら引張り試験を行なう必要がある。このため非鉄金属材料研究部と原子炉材料研究部では、精密引張り試験機(テンシロンUTM—II型)に真空炉を組み込み、さしあたり1000°Cまでの高温引張り試験を行なっている。荷重範囲は付属ロードセルの取り換えおよび記録計増巾器の切り換えによって最高5トンまでの精密測定ができる。クロスヘッド速度は0.004~500mm/minの範囲内で48種類に調節でき、伸び荷重曲線を巾300mmの記録紙にXY記録させる。このほか、クロスヘッドを記録計と連動させて反転またはサイクル運動させたり、歪速度を変化させるなど各種の実験もできる。

加熱炉は、50mm直径×140mm長さの縦型の割炉で、かまぼこ型の水冷真空槽の中央部におさめ写真1に示すように、耐火物は一切用いずに反射体により断熱を行って高真空の維持をはかっている。真空槽は引張り試験片の取り付けが容易なように前面の平板部(300mm×420mm)を開閉できるように設計されている。

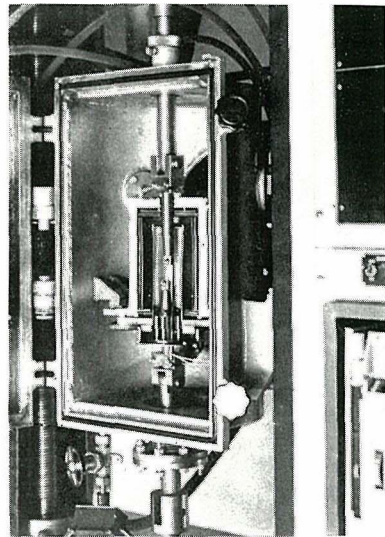


写真 1

試験片は長さ5~10cm程度の小型試験片を使い、ハステロイ製のネジ締めチャックを用いて炉の中心部に試験機の軸とあわせてセットされる。真空炉部全体は前後に移動できるようにレール上に組み込まれているので、テンシロンとの結合、軸あわせが容易で、簡単に取りはづしができることも特徴である。

高速炉用ステンレス鋼の研究(4)

耐 軟 化 性

一般に、加工硬化した材料は加熱によって再結晶が進行するので軟化してゆく。再結晶は回復過程でセルが形成され、またクリープ変形過程でも同様セルが形成されるが、これは転移の上昇運動によるものとされ、自己拡散に依存している。したがって、耐軟化性のすぐれた材料はクリープ強さもすぐれていると考えられる。事実 Ni-Cr 合金、高マンガン耐熱鋼において両者には密接な関連のあることを認めている。

そこで、前報（金材技研ニュース 1968-No. 8 掲載）で示した加工度60%の冷間圧延をしたステンレス鋼薄板を、アルゴン雰囲気中で 1150°C までの各温度に 1hr、加熱、水冷して軟化曲線を求めた。その結果を図 6 に示す。

304 系、316 系とも軟化前に硬化するが、同様の現象は 70/30 黄銅について最初注目され、低温焼鈍硬化現象と呼ばれている。その原因としては、G. P. 層の形成によるものであらうとされている。そして 304, 316 両系においてこの低温焼鈍による硬化量は、炭素量の多いものほど大となる傾向が認められ、曲線上軟化がみられる温度に加熱すると析出が検鏡で明瞭に認められるようになる。析出物はすべり線、結晶粒界、双晶境界などに優先的に生じ、周囲の炭素、クロム濃度の低下した領域に再結晶が認められる。このように、同

一粒内においても析出のし方が違うばかりでなく、ある粒内には析出が認められるが他の粒内には認め難いという現象も見られる。いずれにしても、この析出を伴う再結晶により硬度は次第に低下してゆく。

炭素量 0.21% までは炭素量の増加とともに軟化曲線の勾配はゆるやかになる傾向があるが、これは炭化物の析出によるものであらう。また、600°C ~ 700°C の範囲では一般に 304 系は著しい硬度低下を示すが、316 系ではそのような傾向はあまり認められない。さらに同一の炭素量では、316 系は 304 系に比べ軟化曲線は高温側に平行移動する形状をとり、600°C ~ 900°C の軟化過程では常に高硬度を示すが、これはモリブデンの固溶強化によるものと考えられる。

ところで、30%冷間加工した 304, 321, 347 の 650°C、10,000hr のクリープ破断強さは溶体化材に比べ劣るが、316 は逆にすぐれたクリープ破断強さを保持することが報告されており、図 6 と照し合せて興味深い。

図 7 は曲線中示される最高硬さと、1150°C に加熱した時の、すなわち加工前の硬さとの平均硬さを示す温度を、一応 50%再結晶する温度の目安として $T_{1/2}$ で示し、炭素量との関係を求めたもので、304 系、316 系ともに、炭素量約 0.2% 付近に山が認められる。これは炭素量がそれ以上では炭化物の析出が著しく、従って再結晶が促進されて軟化するためと考えられる。また、316 系は 304 系に比べ、約数十度高く、炭素量がますと $T_{1/2}$ の増加は減少する傾向があ。 (鉄鋼材料研究部耐熱合金研究室、材料強度研究部高温強さ研究室)

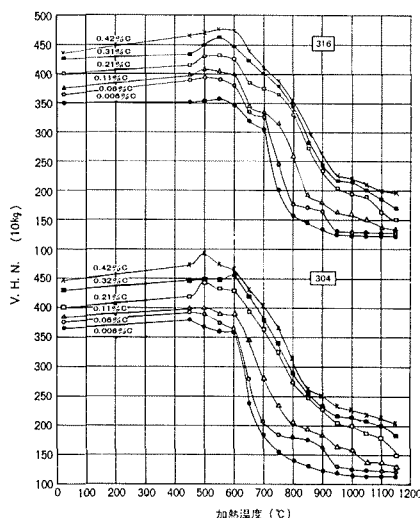


図6 60%冷間加工した 304, 316系オーステナイト鋼の軟化曲線

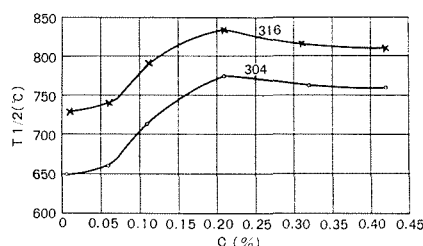


図7 304, 316系オーステナイト鋼の $T_{1/2}$ (°C) におよぼす C の影響

磁気探傷法における反磁界

磁粉探傷などの磁気探傷法は、鉄鋼材料の表面および浅い表面下の欠陥の検出に極めてすぐれており、広く用いられ、最近では高圧容器溶接部の検査等、多くの検査規格にとり入れられてきている。その場合、検査を適正に実施し、合否の判定等を客観的に行なうためには試験方法、試験条件および検査指示の判定が定量的基礎の上に定められることが必要である。これまで磁気検査法の有する簡便さから、必要とする磁化の強さなど検査条件となる諸量について定量的に十分明らかでないものが多く、検査装置、検査条件の選定に不便がみられた。このような観点から、材料強度研究部非破壊検査研究室では、磁気探傷法の定量化についての研究を行っている。

磁気探傷法は材料を磁化し、表面欠陥のまわりを生じる磁極による漏洩磁界を検出するものであるから、検査条件の基本的量として検査部分における磁束密度あるいは実効的、磁界強さをあげることができる。これらの量は欠陥による漏洩磁界と関連しており、検査において適正な磁化強さを定める基礎として、また現在用いられている JIS-G-0565 の標準試験片や個別に定めた磁化条件を統一的に理解するのに役立つ。

磁気検査において適正磁化を求める際、検査部分において有効な磁化の形式を妨げる反磁界の影響が大きな問題となる。反磁界は磁化された検査機に生じる磁極による磁界であって外部磁界による磁化を打消すように働き、とくにコイル(磁化)法すなわち電流を流したコイルによって磁化を行なう場合に著しい。この反磁界の影響については必ずしも定量的に明らかにされていないため、磁化の強さについて誤解が生じやすい。ここではコイル法における反磁界について検討を行なった結果について紹介する。反磁界は検査機の磁化を弱めるが、これは鋼材の見掛けの透磁率の低下として取扱うことができる。図1に一樣磁場における丸棒材の寸法と見掛けの透磁率との関係を示す。図において、丸棒鋼材は必要とする磁化を得るためには、その μ/μ' 倍の外部磁場を必要とし、径に比べ長さの短い被検査材においては十分な磁化を行なうことが困難なことを示している。

単巻コイルによる磁界は、コイルの中心軸上で中心からの距離によって変化する。単巻コイルによって丸棒鋼を磁化した場合、反磁界の影響を見掛けの透磁率を用いて図2に示す。実験値は空心コイルの中心磁場が100eの場合である。また透磁率の異なる場合について重畳法で近似計算を行った計算値も示す。実験値の曲線は材料の透磁率が実効磁界によって変化するので計算値の曲線と多少外れる。このようにして、検査における実効磁界または磁束密度を定量的に求めることが可能である。磁気探傷法の定量化としてさらに磁化強さと欠陥検出能など、探傷に影響を与える因子の量的関係について検討を進めている。

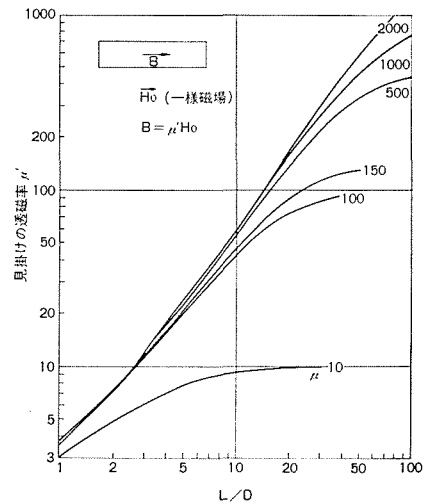


図1 一樣磁場における丸棒の見掛けの透磁率 (L 丸棒の長さ, D 丸棒直径)

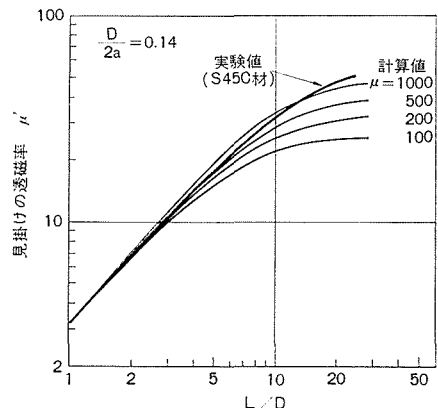


図2 単巻コイル磁化における丸棒の見掛けの透磁率 (a コイル半径)

帰 朝 報 告

製錬研究部

主任研究官 工博 福島清太郎

筆者はカナダのアルバータ州立大学、鉱山冶金学科に2年間留学して、この7月帰国した。

アルバータ大学は州第一の都市 Edmonton にある。この町は人口40万、カナダとしては大都会の一つであり、また大都会としては一番北に位置する町である。しかし豊富な天然資源を背景にして人口は年々急速に膨張しつつあり、人口増加率はカナダで第一位となっている。

市の発展にともない学生数も急激に増加してきたので、大学は将来を予想して、いま大拡張が行なわれている。すなわち、従来の敷地の約半分以上に相当する隣接地域の民家を全部買上げて取こわし、とくに手狭を訴える Dept. of Chemistry や Dept. of Law等が移る予定である。化学の建物は地下1階、地上5階の大きなビルディングで、つい4、5年前建てられたものであるが、すでに狭く、さらに2倍に膨張するのだという、私のいた Dept. of Mining and Metallurgy は私の帰る2ヶ月前に新しく9階建の建物が完成して移転したばかりで、化学工学科、機械工学科の一部と共同で使用する。全館空調調節を行ない、天秤室や精密測定器具室はさらに厳密な湿度と温度の調節が行なわれる。建造費が800万ドルということで、居室も実験室も至れり尽せりの建物である。近い将来同じ建物がさらに3棟建増され、ここが工学部のセンターになる。

鉱山冶金学科は主任の教授の他に教授4名、助教授1名、化学、機械、電気、金属組織にそれぞれ技術者が2名ないし3名配置されている程度の小じんまりした教室である。実験は主として大学の学生によって行なわれるが、技術者がかなり、高度の知識と経験を持っており、大概の装置



は彼らの手作りで用が足りるし、実験テクニックについても学生のよき相談相手になる。州政府の財政の豊かさを反映して研究費は比較的豊富であるが、とくに、大きなテーマに対してはやはりNRC (National Research Council) の補助が必要になる。NRCの調査はかなり厳密であり、この場合もレポートの数が物をいうことが多い。教室での講義は10月中旬に始まり、翌年5月初旬に終る。講義日数が少ないかわりに、それに関する数多くの専門書を読むこと、毎回のよう計算その他のレポートの提出を求められる。したがって学生はかなり多忙である。夏季学期もあるが、一般の学生はSummer Employmentで、次年度の生活費や授業料を稼ぐ。そのためか彼らは日本の学生に較べて自分の専門に対する自覚が強く、考え方が現実的で大人である。

Student Unionの中にPlacement Officeがあり、ここで夏期休暇中のSummer Employmentや卒業する学生の就職の斡旋を行なう。これは大学のOfficeでなく、州の出先機関であるが、常時各会社のパンフレットを用意し、情報を提供してくれる、就職の第一次面接もここで行なわれる。

以上大学の一端を紹介したが、いずれにしてもEdmontonは寒冷の地である。長く、ほとんど7ヶ月にわたる冬が過ぎると人々はむさぼるように太陽を求めて旅行に出かける。夏はまた厳しい冬を帳消して余りあるほどに、それは美しい快適なシーズンなのである。ともあれ、ここで過した2年間はすべての意味において終生忘れ得ない思い出となろう。

通巻第117号

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

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 目黒(719) 2271(代表)
郵便番号 153