

研技材

1963

科学技術庁

NO.6

ニュース

金属材料技術研究所

Swinden 型マルチプルクリープ試験機

各種の広範囲にわたる耐熱材料の向上を能率よく促進するためには、これらのクリープ強度に関する資料を、できるだけ多く、かつ早く、しかも長時間にわたって求める必要がある。これがためにはクリープ試験機の台数を増し、同時に試験しうる試験片の本数を増すことを要する。しかし、クリープ試験は非常に経費がかかる。通常の単式の試験機を使用すると、試験片 1 本あたりの設備費、使用床面積、および運転経費等が著しく大となる。これらの経済性を考慮すると、必然的にマルチプル型のクリープ試験機が要求されることになる。

本研究所においても、これらの点から耐熱材料の研究促進のため、また鉄鋼材料等の長時間クリープのデータシート作成等のため 3,000 時間から 30,000 時間、あるいは 100,000 時間以上のクリープ破断試験に使用する目的で、Swinden Lab. で開発され、Distington Eng. Co. Ltd. によって製造された Swinden 型マルチプルクリープ試験機 8 台を設置した。

本試験機は筒状縦型電気炉に、3 本の試験片をとりつけた引張軸を 4 本挿入するもので、1 台につき 12 本の試

験片が同時に試験できる。

本機の最大負荷容量は 3 トンで、1 対 20 の比率の二重テコによって負荷され、停電時等に生ずる引張軸の収縮にそなえて、負荷除去用安全装置がついている。

また、温度調節は図 1 に示すような制御特性の可飽和リアクター方式で、検出器には 0.1mm ϕ の白金抵抗測温体を使用しており、各試験温度 (450°C ~ 750°C) に設定したときの各試験片間の最大温度差は 5°C 程度である。

加熱される部分の引張軸には ESSHETE 1250 が、試験片チャックには NIMONIC 80 が、それぞれ使用されていて、細かい所に行きとどいた材料的な考慮が払われている点に特色がある。(材料強度研究部クリープ試験室)



Swinden 型マルチプルクリープ試験機

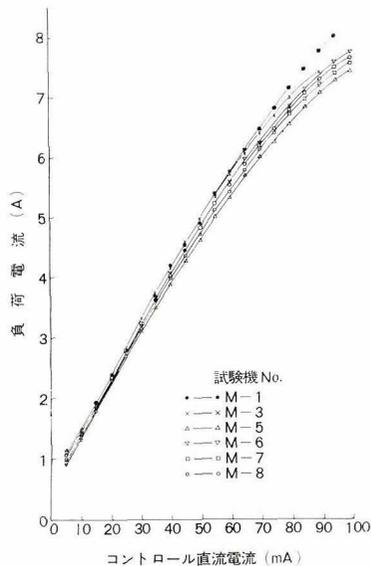


図 1 可飽和リアクターの制御特性

鉄の疲労

転位の電子顕微鏡による直接観察

疲労変形を受けた金属中の転位は、引張変形の場合と異なった配列をしていることが、迂り帯の観察や、X線、蓄積エネルギーなどの測定結果から予想されている。実際 FCC 金属では、電子顕微鏡の直接観察から、変形の様式によって転位配列に相違のあることが見出されている。すなわち、引張変形では、変形がすすむとともに、転位が密にからみ合ったセル壁が形成されるに対し、疲労変形の場合は、ジョッグの多い転位が、比較的一様に分布する。

一方 BCC 金属では、疲労変形の場合の観察結果がなく、引張変形との相違が明らかでない。

金属物理研究部第 2 研究室では、鉄の疲労破壊機構を明らかにするため、鉄の疲労に特有の現象を調べてきたが、電子顕微鏡での直接観察の結果によれば、疲労した鉄の転位配列は FCC 金属のそれとかなり異なっている。

実験に用いた試料は純度 99.98% の鉄の板で、これを右図に示す範囲の歪振巾で、曲げ疲労し、化学研摩で薄膜にした。

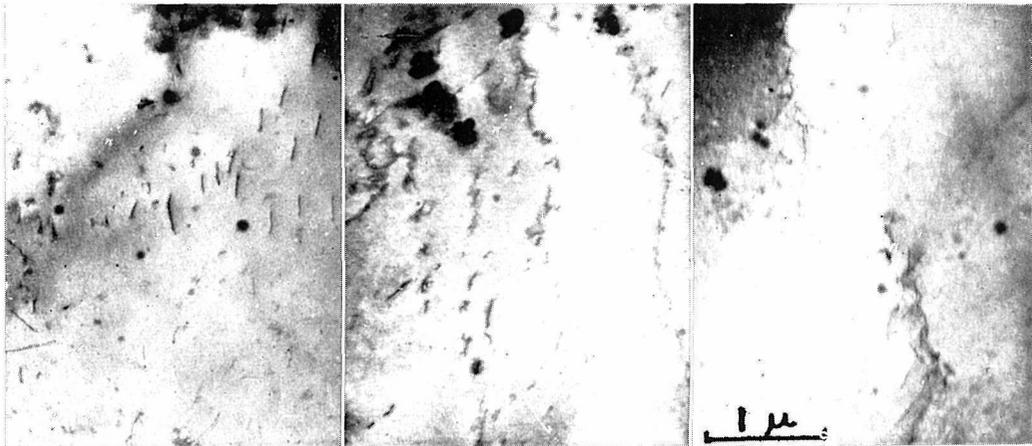
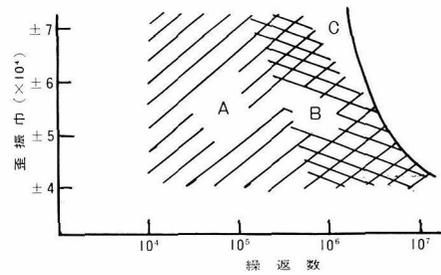
代表的な転位配列を写真 (a), (b), (c) に示す。歪振巾と繰返数が図の A の範囲では、転位は写真 (a) のように、直線状でジョッグを含まず、比較的一様に分布する。疲労がすすみ B の範囲になると、写真 (b) にみられるような副粒界状の配列をとる。なおこの状態でも転位は引張変形の場合

のようにからみ合わず、直線状のままである。歪振巾が大きく、繰返数が破断寿命に近い C の範囲では、写真 (c) に示すように転位は相互にからみ合い、引張変形と同様なセル壁ができる。

上述のように、疲労した鉄では、ジョッグの少ない転位が比較的単純に相互作用をしており、この点が FCC 金属の場合と異なる。

一方転位密度は破断したものでも 10^9 本/cm² 程度で、FCC 金属より 1 桁以上少ない。

疲労した鉄と FCC 金属での、このような転位配列と転位密度との違いが、疲労破壊の機構にどのような相違を与えるかは今のところ明らかではないが、引張圧縮の加工硬化の測定からこの点を追及している。



(a)

(b)

(c)

機械構造用炭素鋼における不純金属としての Ni, Cr の影響について

最近普通鋼の分野において含 Ni, Cr 鉄鉱石, あるいは Scrap などの製鉄製鋼原料より, 必然的に鋼中に残留してその諸性質に影響をあたえる少量の Ni, Cr が問題になっている。しかしながらこの問題に関連して系統的に調べた報告はその数が少なく, 鋼材の使用目的によって Ni, Cr の含有許容量を明らかにする必要がある。

工業化研究部工業化第一研究室では, まずその基礎的な資料を得る目的で機械構造用炭素鋼第 1 種, 6 種, 9 種に Ni, Cr をそれぞれ 0~0.9% 添加し, 諸性質におよぼす影響を調べている。

現在までに得られた結果によると, Ni, Cr 0~0.9% の範囲では一般に顕微鏡組織的な要素すなわちオーステナイト粒度, フェライト粒度, Mean ferrite path 等に対する Ni, Cr の影響はごくわずかである。しかしながら中炭素鋼では共析組成が Ni, Cr の添加によって低

下する結果, パーライト量は増加し特に Cr の影響が顕著である。従ってこれらから推測できるように, 低炭素鋼ではフェライトへの Solution effect, 中炭素鋼ではそれに加えてパーライトの形態, 量が優先した要素になって諸性質に影響すると考えられる。

引張り性質におよぼす影響は, 低炭素鋼では絞りに対して Cr の影響がみられるが他の性質においては Ni, Cr ともあまり顕著でない。Ductility の上昇する原因は, Cr による C, N の挙動, 歪硬化性などへの影響が考えられる。中炭素鋼では, 両元素共引張り強さをほぼ直線的に増加せしめ, 又伸びは Cr の添加により減少, 絞りは逆に増加する傾向を示している。本鋼種では, Cr の添加によってフェライトの歪硬化性およびパーライトの量, Spacing などが大きく影響をうけているためである。

衝撃特性におよぼす影響については, 図 1 に示すように,

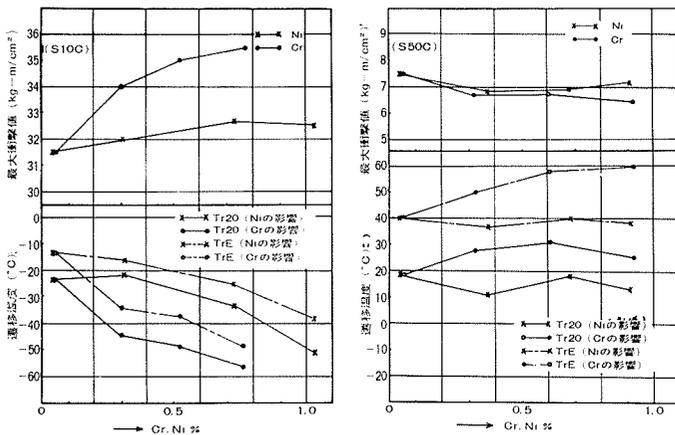


図 1 衝撃特性におよぼす Ni, Cr の影響

に, 低炭素鋼では Ni, Cr ともに遷移温度を低下せしめる。又中炭素鋼では, 遷移温度におよぼす Ni の影響は炭素量とともに徐々に少なくなり, Cr はやや遷移温度を上昇せしめる。そして Cr の場合は, パーライト量の増加が著しいため遷移温度域を拡げ, TrE の上昇が著しくなる。

小野式回転曲げで行なった疲労試験の結果 (図 2) 低炭素鋼では Ni は耐久限, 耐久比をわずかに上昇せしめ, Cr は逆に減少せしめる。又中炭素鋼では, Ni は低炭素鋼と同様な効果を示すが, Cr は耐久限を上昇せしめても耐久比をわずかに低下せしめる。

以上のように Ni は全般に諸性質に好結果をもたらし, 又 Cr は低炭素鋼では疲労特性に又中炭素鋼では衝撃特性に悪影響があることがわかったわけであるが, 特に Cr の影響が低炭素鋼では Solution effect, 中炭素鋼では組織的なものであるとすれば当然溶解法, 脱酸法の相違, 熱処理の問題等での影響が異なった形であらわれてくることが予想される。従って今後はこの観点からも Ni, Cr の影響を把握して, 総合的にその含有許容量を求めていく予定である。

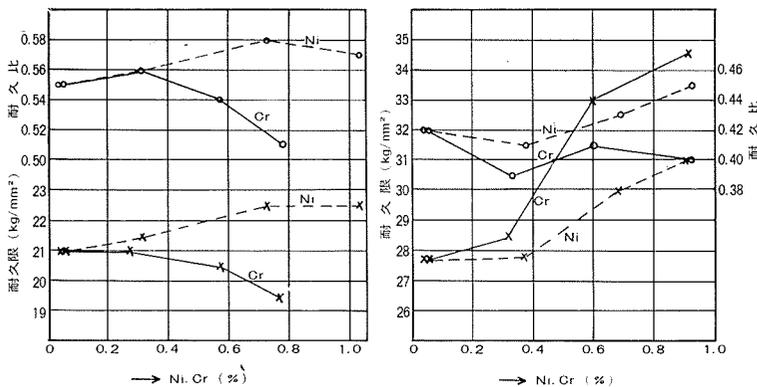


図 2 疲労特性におよぼす Ni, Cr の影響

渡米雑感

特殊溶接研究室長

工博 蓮井 淳

去秋3ヵ月間の米国への出張。その目的は米国における溶接技術、特に、特殊溶接技術についての研究状況、開発事情の調査、研究である。滞米日程の前半は Rensselaer 工大溶接研究室で過ごし、残った期間に各地の大学、研究所、工場を訪問することにした。

太平洋上空の雄大な眺に目をみはった後、上も下も同じ紺碧の中空を飛ぶ頃になると、出発まで不安であった飛行機にもなれてきて、じたばたしてもどうなるものかというあきらめが生じ、その中に、大きな動きに押し流されている安心感さえ覚えるようになった。また、単調に運転し続けているジェットエンジンを見詰めていると、堂々と大自然に挑戦している機械力も大したものだったりもする。初めての経験のこととて、複雑な内心である。

Rensselaer 工大 (N. Y. 州, Troy) : かの地における溶接機関の最高のものの一つではあるが、その研究設備は、誠に、古色蒼然たるものである。高速引張装置を付備した“Gleeble”と称する新設計の溶接熱サイクル再現装置のみが、薄暗い実験室の中で、光っている。これによって、目下、合金鋼の急熱急冷過程の延性を研究中。一方、伝統の抵抗溶接に関する基礎研究も、相変わらず継続されている。主任の Nippes 教授は Du Pont 社へ一年契約の客員研究員として出向いて留守。Savage 教授が一切の業務を担当して多忙をきわめていた。

米国の秋は爽快だと聞いていたが、9月末から10月にかけて、Troy 滞在中は、秋雨に煙る日が多かった。

レーザーの応用：これについては、Raytheon (Boston, Mass.), Westinghouse 中央研究所 (Pittsburgh, Pa.) RCA 研究所 (Princeton, Pa.) を訪問。いずれにおいても、部品故障とか調整不十分とかで装置が満足に作動しない。W社では、レーザーで薄い Mo 板の突合せ溶接したものをを見せてくれたが、そっと持っていて曲げてみようともしない。所内を案内してくれた物理屋はこれの実用について希望的に話すが、もう一人の金属屋はそう宣伝されては、まだ、先走り過ぎて迷惑といわぬばかりで、遂には口論となる。この会話の内容、早口で、しかも、一方は吃ときているから、さっぱりわからない。現在は、むしろ、レーザー発生装置そのものの開発途上であって、材料加工へ安定して実用されるのは少し先のことのように思った。

プラズマジェット的应用：訪問した研究機関のほとんどすべてがこの装置を設備している。切断への利用については種々施工法の開発が試みられ実用されているけれど、溶射に関しては、一般に市販されているままの状態設備されていて、特に考案がなされていない。溶射への応用については検討の段階にあるようにかがえた。

ニューヨークにて：空港からのリムジンバスから降ろされた多勢の客が車道に向って雑然と立っている。制服を着た黒人の吹く笛に集まるタクシーに思い思いに行先を通じては次々と走り去る。初めの中は、彼等と同じように、競って運転手と交渉していたが、下手な英語を少し話しかけたところで、OK、外の人が乗込んでしまう。順番を待つには雑然とし過ぎている。しかも、こちらは日本人で、こんな場合、彼等と同じようにしても同じようにならないのは必定。思い切って、圏外に出て、トランクを放り出し、KENTに火をつけ、ビルの間の夜空を眺めていると、例の黒人がやってきて、どちらへ行くのかと問う。ここまで諦めると、かえって気になるらしい。ゆっくり話しても、これは最後まで聞いて、車に乗せてくれた。

Illinois 工大：Rudy 氏の示した金属繊維、金属粉を溶接開先面間にはさみ、直接通電方式によって、繊維や綿の爆発的溶融の瞬間に、圧接する方法。従来抵抗溶接では難点のあった材料の溶接に有利とのことで、うまい考案と思う。

California 大学：Berkley に Hazzlett 教授を訪問。古機械改造の摩擦溶接機を、「今まで一、二の実験を行なったけれど3000 R. P. M. 以上の回転は危なくて」などと苦笑しながら説明される。軍事に関係しない研究は資金難だといっていた。敗戦直後の日本に建ち列んだような木造の研究室を出て、ふり返ると、大学裏の丘の上、Lawrence 教授記念原子研究所が悠然と兩上りの空の下に拡がっていた。

General Atomic 社とそこへの道にて：G.A. 社では発明者 Brower 氏自身、Magneform を作動して見せてくれる。本来の用途に対してはとも角として、衝撃溶接への利用はどうか。B氏自身、その応用には気がつかなかったという。とっさに要望した簡単な溶接実験は失敗に終わったけれど、コイルの形状、治具などを工夫すれば、溶接用エネルギー源として、この衝撃力は有望と思われる。San Diego へ、米国西部自慢のフリーウェイを制限速度ぎりぎりに、M氏が慎重に車のハンドルを握っている。その我々よりもはるかな高速で追い抜いて走った何台もの車。ここでは、我が国と違ったスケールでの交通違反が行なわれている。同じような行動をとる人間が、どこにもいるものである。

帰途 羽田到着の前まで、約1時間、稲妻のとびかう上を飛んだ。時速900kmの飛行というから、およそ本州全土をおおうほどの雷雲である。途方もなく大きな自然現象が人知れず起っている。人間も人間だが、自然も自然だと思ふ。

(通巻54号)

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

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300番地
電話 目黒(712)3181(代表)