

試験機の絵本

しけんきのえほん

高温クリープ試験のあけばの ~第2回:「そこまで、やるの?」(後編)~



元高千穂精機(株)スーパーバイザー 飯野純夫

前回のあらすじ -

高温クリープ試験用の炉とProsser温度調節機との出会いから急遽の生産に入り、業務の立ち上げから10年ほどの間に200セットを越える台数を手掛けた。他の業界から転入してきた我々には想定外の問題も多かった。また人手が足りず、後任の養成の必要にも迫られた。しかし別の角度から見ると、緊急な立ち上がりに対応できたのは少人数で小回りのきく我々だからこそとの自負もしていた。

試験機の技術資料は外国のものも入ってきていたが、最初はあまり関心を持っていなかった。ユーザーからの要望が多いことで注目するよう

になり、我々も「そこまで、やるの？」と自省の声を聞きながら機械系にのめりこみ、ついには空圧荷重方式縦形と横形を試作し、さらに発展形として引張の6連形と圧縮5連形のクリープ試験機を独自に造った。

しかしクリープ試験そのものはさらなる進化をしていた。その一つに応力補正クリープ試験というものがある。この試験に使われたアンドレ・チャルマー形とよばれる形式のほかに、簡易リラクゼーション試験機、特殊リラクゼーション試験機、一体形軽荷重クリープ試験機など多種多様な試験機が造られた。

■最初から想定外があった

日本の商用電源は関東の50Hzと関西の60Hzの2種類があり、中には混在している地区さえあるのだが、Prosser温度調節機を造るにあたってこの違いがどうなるかは最初は気付かなかった。回路が交流ブリッジと交流アンプになっていることもあり、そのうえ当時は地区にもよるが商用電源の電圧波形の変動が激しかったので、コンバータで100V60Hzを作り長時間のテストを試みたが失敗した。これはコンバータからの波形が極端に悪かったためで、東京での調整は諦め、結局京都に出張して調整することになった。幸いにも大掛かりな調整にはならず、定数を一部変えるだけで済んだ。

伸び測定について東京大学では、望遠顕微鏡で電気炉の窓から中の試料に取り付けた標点マークを直読する用法を探った。これは数台の試験機に対して望遠鏡1台をレール上に移動することができるためコストも安価であり、炉の密閉性も良く直接読み取るためミスやトラブルを防ぐことにもなった。しかし台数が増えた場合、温度測定も含めると大分時間が掛かるので、各ユーザーから自動記録を考えもらいたいと言う話が出た。定石から行くとダイヤルゲージ(図11)となるが、クリープ試験では1/1000mm感度のものとなり取扱いに注意を要し、周辺に触れることはトラブルの元になる。また一定時間毎に測定にとらわれることになる。あるユーザーから1コマ撮りのカメラ収録の依頼があった。10台ほどの機械の前にレールを敷き、カメラを載せた台を走らせ、一定時間毎の定位置でダイヤルゲージと時間計を1コマ撮りしたものを映写して一気に時間対応データとして書き込む。これは大幅に記録作業時間を短縮できるものであった。

さらに動作トランクによる自動記録は本誌5月号にあるように自動記録の定石である。

■作業しながら学習

Prosser方式による温度制御は素晴らしいが、実務上はそれ以外の問題があることが分かってきた。これには温度計測が深く関わっていた。

本誌4月号の図7電気系参考図のようになるが、精度±1℃の制御をしている場合、熱電対の取り付け方で20℃も違うことが分かった。熱電対は白金—白金／ロジウムの裸線を2孔アルミナ碍管に通し試料と接触させる。エラーの例として図14Aのように試料の外に縛りつけ、その上に断熱紐を巻いておく作業がやや難しい方法と、図14Bのように試料の両端ねじ部にあらかじめ加工の際にφ5mmの穴を開け、熱電対を挿し込む方法をあげるが、図14AとBでは同一炉内での測定600℃においてBの方が20℃ほど低いことがあった。輻射の有無によるものと測定されたが、Aの方法を<正>として測定することになった。

冷接点冷却器は中に氷を入れ温度0℃の基準として白金熱電対と導線との中継をしているが、氷の溶けかかりと塩を入れた時では4℃程度の差が誤差になると言われ、現在は室温補償が行われている。

熱電対の起電力も規格では±1%とされているが経年変化があるので、熱電対のチェックも必要となる。

さらに大きな問題は炉の煙突逆効果で温度分布変動することであった。開口部は伸び計測のため閉じられないでの上の開口部もロックウールで覆うことによ

なり、水で濡らしてセメントのようにしたがこれが失敗であった。炉熱でやがて乾いてひび割れし、煙突逆効果による極端な変動が起きた。

温度測定のガルバノメータは高感度すぎて、ある会社の研究室が海岸近かつたのだが、波が岸に当たる度に光点が揺れる問題もあった。

■ 同業他社の状況は？

我々がProsser温度調節機を手掛けていた頃、同業他社では独自にクリープ試験に対応できる温度調節計を開発していた。

主なものは、磁気增幅形、電動スライドトランジスト形、サーミスタ方式、シリコン二極管形などであるが、最も個性的なものが磁気增幅形で、元々は電源電圧変動に対する自動制御に使われたものであるが、原理的にはリアクターの応用である。鉄芯にコイルを巻いたのがリアクターで、交流に対して阻止する

図11

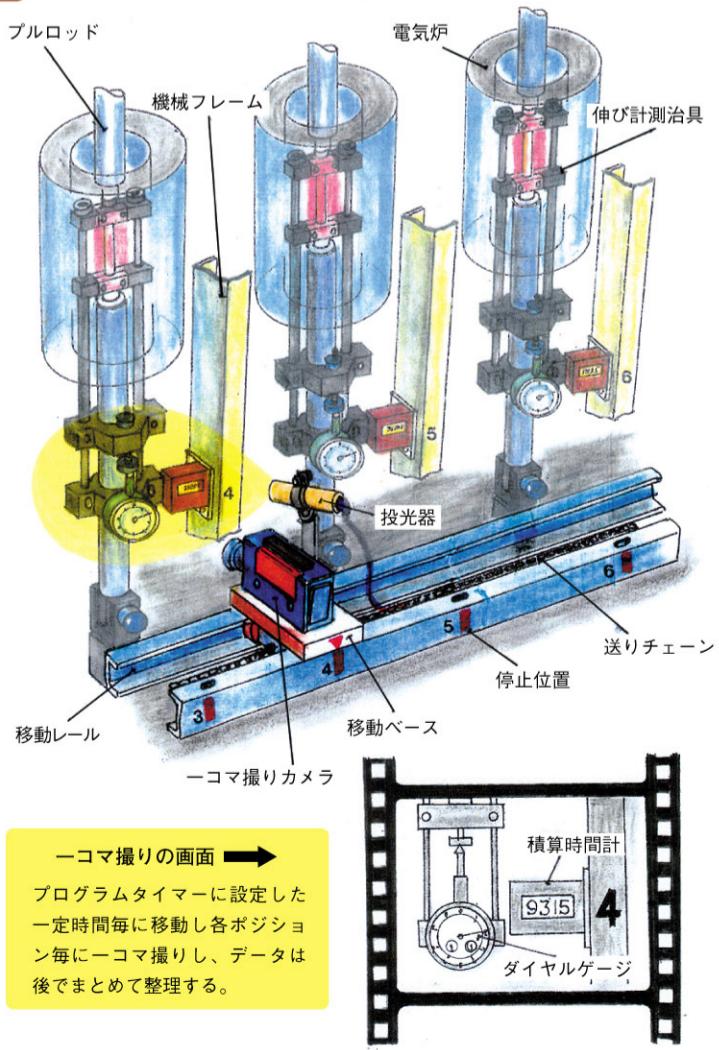
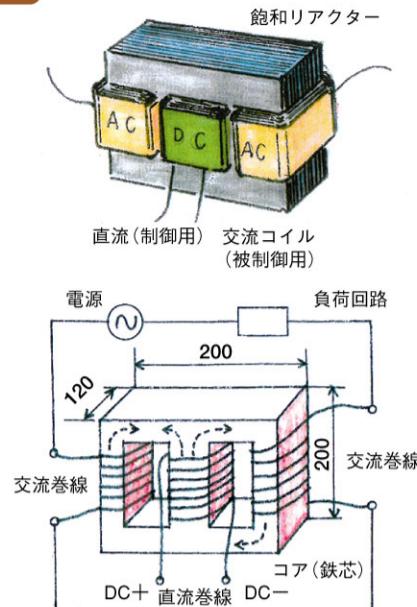


図12



飽和リアクター方式による温度調節器

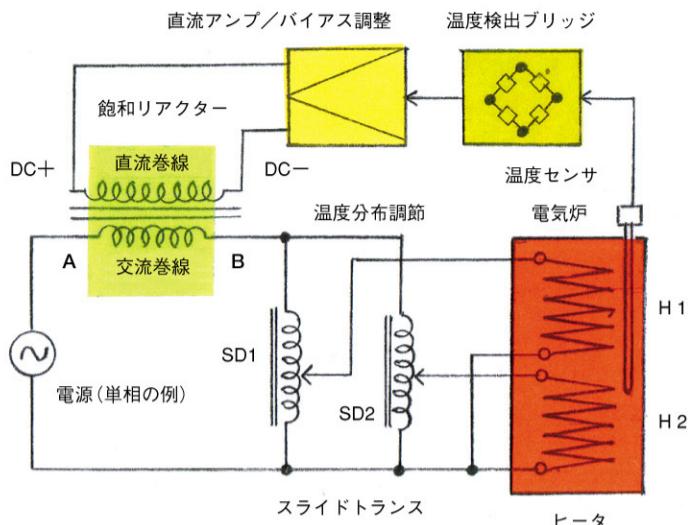


図14

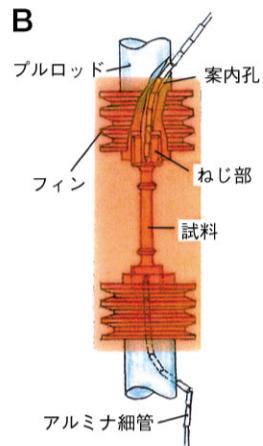
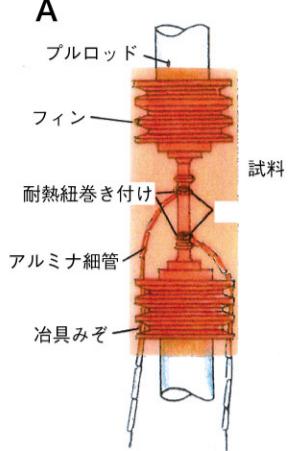
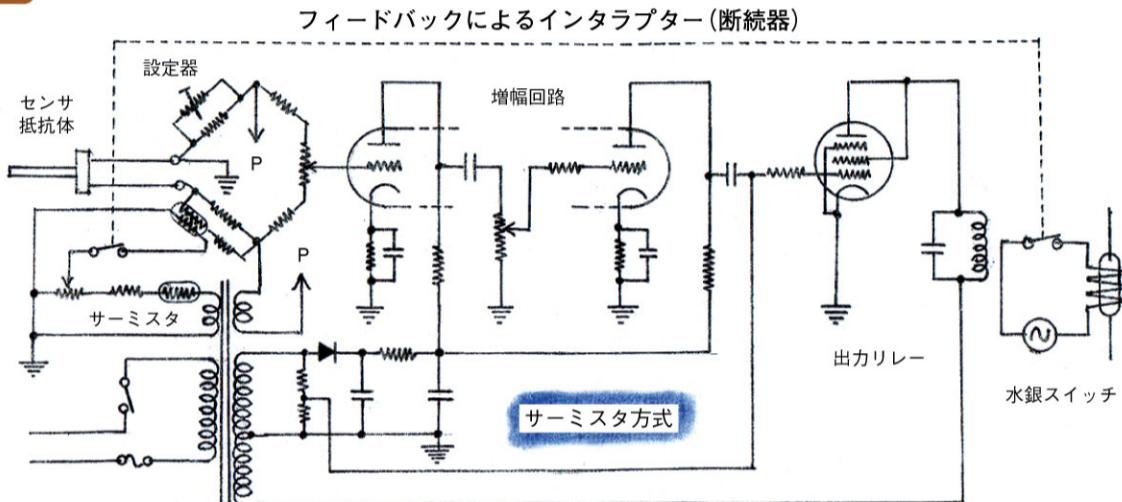


図13



機能があり、この交流巻線と磁路を共有しあう直流巻線に直流を通じると磁束が飽和して交流を阻止する機能を失う。これは飽和リアクターとも呼ばれており、静止形電力制御部分は図12のように構成されている。前段には温度センサを入れたブリッジ回路と温度設定抵抗体があり、温度偏差出力を増幅した直流をリアクターの直流巻線に流して閉ループ制御するものであったが、装置として重量が重い、調整が難しいなどの難点もあり、あまり普及しなかった。

電動スライドトランジスト形はこのリアクター部分をモータードライブのスライドトランジストに置き換えたものであるが、機械部分の耐久性や応答性に問題がありクリープ試験には適さないと思ったが、他の直接通電加熱の試験機にもちいて素晴らしい結果がでた。

略称でサーミスタ方式(図13)と呼ばれたのは、従来形ON/OFF二位置方式の制御回路の出力から入力側に接点とサーミスタによるフィードバックのインタラプター(断続器)を追加して精度を上げることを目指したものと聞いたが、他社製品であるため成果を知ることはできなかった。

さらにトランジスタやトライアック、サイリスタなどの大電力コントロールの素子をもちいたソリッドステート形は、当時としては信頼性に問題ありとして採用されなかった。

■発展への悩み——分水嶺の月

業務にある程度慣れたところで、焦りと倦怠を覚えることがある。

我々の社会は多忙で二分列状態になりつつあった。一方は大企業一社へ納入するテレビ部品の大量生産で、制服の女子工員の大集団であり、もう一方は一品料理に近い試験機製作で数名の男子メンバーで、こちらは取引先も多く出張も多いが、双方の売り上げは概略同じであった。会社としては新部門の我々はおよそ不完全な接ぎ木のようなところがあった。

当時(1960年頃)は飛行機は空港も便数も少ないためほとんど利用することなく、汽車の乗り継ぎだけで大仕事だった。たまたま小生の出張は故障修

理で九州と山陰安来の日立金属だったが、帰りの汽車の時間調整ミスで山陰線から山陽線にでる列車が馬の背のような分水嶺の頂上で深夜機関車に石炭や水を補充するため長時間の停車となつた——寂しい駅だった。

雪の残った列車の外に出てみると、静まり返った家並みの上には鎌のような細い月が寒々とかかっていた。駅前の石段を降りると狭い道があるだけで電柱の街灯がぼんやりとあたりを照らしているが人影はまったくなく、置き去りにされたような孤独な気分だった。

汽車に乗る前に東京本社に電話した。「仕事は進んでいますか?」「いいえ、テレビ部が忙しくなって人を取られて一人でやっていますがとても納期に間に合いません。部長はいつ帰りますか?」と石本君の湿り声だった。最大の問題は会社としては受注オーバーで手に負えない状態になっていることだった。しかし仕事は十分にあるのだからこれを乗り越えれば前途は開けるはずだ、と自らを励ました。一方、悩みも同時に増えていった。

その多くの原因はマンパワーの不足だったが、さらに暗い出来事があった。1958年のことだった。高温クリープ試験推進の中核であられた東京大学芥川教授のご逝去の報に接した時は言葉を失った。

門外漢の小生は実務上でお世話になったのだが、家族的お付き合いもさせていただいた。お人柄は理論家で、家庭的、気取らず、優しく、ユーモアを解して、真面目な人だった。誠に残念なことであった。

この後、自分の将来のことでも真剣に考えるようになり転機の兆しも見えたが、アプローチの方法が掴めないことで悩んだ。

次回予告

「高温クリープのあけぼの」第3回は、「転機の兆し」と題して、様々なイベントやエピソードをご紹介したいと思います。

お楽しみに!