

Fig. 3. Fatigue diagram of the deformed bar.

はその試験結果で右下方の破線の部分は推定によつたものであるが、Dの疲れ限度の推定線で振巾  $14 \text{ kg/mm}^2$  とあるのは最大  $17 \text{ kg/mm}^2$ 、最小  $3 \text{ kg/mm}^2$  の意である。なお試験サイクルは毎分 400 で、試料の破断状況は前項と同じである。

### (3) 考察

以上の実験値から異形丸鋼の引張圧縮疲労線図を作れば疲労を考慮した場合の許容応力が得られる。いま平均応力 0 の場合の引張圧縮疲れ限度を推定するため、各種の資料<sup>2)</sup> から両振曲げ疲れ限度の最小値である圧接材の  $10 \text{ kg/mm}^2$  の数値に 0.8 倍した値  $8 \text{ kg/mm}^2$  の点 (A) をとり、繰り返し引張り試験から得られた最小値である Fig. 3 の D の推定値、平均応力  $10 \text{ kg/mm}^2$  で応力振巾  $7 \text{ kg/mm}^2$  の点 (P) を挿入し、さらに SSD 49 の許容応力<sup>3)</sup>  $16 \text{ kg/mm}^2$  の線 (SR) を記入したものが Fig. 3 である。この線図は、コンクリート構造物の異形鉄筋に生ずる応力が Fig. 4 のハッチングの範囲内であるならば安全側であることを示す。

## IV. 結 言

(1) 上記の実験結果より Fig. 3 に示される異形丸鋼 (SSD 49) の疲労線図を得た。

(2) 異形丸鋼の両振曲げ疲れ限度と引張強さの比は圧接の影響を考えると 10/49、すなわち約 0.2 である。

(3) 疲労キレツ発生の位置はフシの付根に限られているので、今後さらに素材の強度向上の傾向とにらみ合せて、フシの形状になんらかの工夫をこらす必要がある。

## 文 献

- 1) 佐藤益弘: 鉄と鋼, 47 (1961), 5, 745.
- 2) 例えば, 日本機械学会編・疲れ強さの設計資料.
- 3) 土木学会基準 (昭 31)

## (141) 冷間圧造用線材に対する真空溶解および球状化焼鈍の効果

東京工業大学

工博○横山均次・工博 山本 晃・山本 襄  
Effect of Vacuum Melting and Annealing for Spheroidization Applied to Cold-Forming Wires.

Dr. Kinji YOKOYAMA, Dr. Akira YAMAMOTO  
and Jyo YAMAMOTO

### I. 緒 言

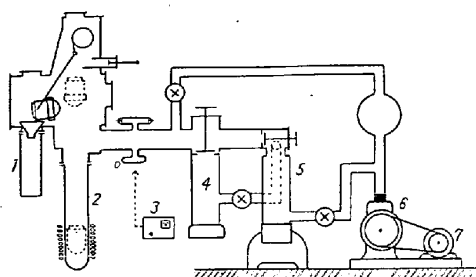
高度の冷間加工にさいして割れを生じないいわゆる冷間圧造用線材をうるために球状化焼鈍が有効であり、その方法と効果についてはすでに発表した<sup>1)2)</sup>。

また横山<sup>3)</sup>はさきに山田, 中村, 漆原とともに真空溶解したいろいろの炭素鋼の機械的性質について研究を行ない、その実験の範囲では通常の大気中溶解のものに比べて硬さ, 引張強さ, 降伏点が低く, 伸び, 絞りが大であることなどを明らかにした。真空溶解した鋼にはそのような特色があるので、それが上述の強冷間加工のさいの割れ疵発生の防止, 軽減に対してどのような影響があるかを検討することは有意義のことと思われる。

本報告は自動車用の冷間圧造ボルトなどに多く用いられる中位の炭素量の機械構造用炭素鋼材の大気中溶解および真空中溶解した素材について物理冶金的ならびに機械的諸性質をしらべ、表題のようなことがらを研究することを目的としたものである。

### II. 試料および実験方法

実験に用いた試料はつぎのようにして溶製した。すなわち、K 社製 S40C 市販材 (前報<sup>2)</sup> の実験に用いた線材と同一チャージのもの) を原料とし、成分補正または脱酸のため低磷銑, 金属シリコンおよび電解マンガンを追加した約 4kg のものをアルミナ質のるつぼ中で大気中溶解を行ない、下部 50mmφ, 上部 60mmφ の割型中に鑄造、このうち下部 50mmφ の部分をこの実験の大気中溶解試料の素鋼とする。つぎに、上記大気中溶解鋼の上部 60mmφ の部分を原料とし、成分補正のため低磷銑, 電解マンガンを追加した約 2kg のものをアルミナ質のるつぼに入れて真空中で溶解し、50mmφ の水冷型に鑄造、これを真空溶解試料の素鋼とする。上記溶解には 35 kVA 高周波溶解炉を用い、これを利用した真空溶解鍛造装置を Fig. 1 に示す。この溶解装置による到達真空度は  $10^{-4} \text{ mm Hg}$  程度である。また、両素鋼の化学組成はつぎのとおりである。



1 Mould  
2 Melting furnace  
3 Vacuum gauge  
4 Diffusion pump  
5 Ejector booster pump  
6 Rotary pump  
7 Motor

Fig. 1. Apparatus used for vacuum melting and casting. (Melting capacity : 2kg).

C Si Mn P S (%)

大気中溶解鋼: 0.39 0.25 0.54 0.021 0.017

真空中 " : 0.37 0.30 0.34 0.022 0.016

上記 50mmφ 中の両種の素鋼をエヤハンマーを用いて 13mmφ に鍛伸し、それぞれの半分を 880°C 2h 加熱焼ならしを行ない、また残りの半分ずつに、つぎの球状化焼鈍を施した。すなわち両試料を 880°C に 2h 加熱して油冷したのち、720±30°C に 40mn ずつ 3 回上下して炉冷した。以上の処理によつてえられた 4 種の

試料を以後つぎの記号でよぶことにする。

PA: 大気中溶解鑄造→鍛伸→焼ならし

PV: " →真空中溶解鑄造→鍛伸→焼ならし

PAG: 大気中溶解鑄造→鍛伸→球状化焼鈍

PVG: " →真空中溶解鑄造→鍛伸→球状化焼鈍

上記各試料について顕微鏡組織試験、硬さ試験、引張試験 (D=8mmφ, L=8D)、圧縮試験 (D=7.5mmφ, H=2.4D) を行ない、PA, PV 材についてはさらにオーステナイト粒度試験および非金属介在物測定試験を行なつた。圧縮試験装置は前報<sup>2)</sup>の実験に用いたものと同じである。

### III. 実験結果および考察

各試料 2 コずつの機械的性質を Table 1 に示す。真空中溶解鋼は大気中溶解鋼に比べて引張強さが低く、絞りは幾分高い。また両者は球状化焼鈍によつて伸び、絞りともいぢるしく高くなつてゐる。

各試料について圧縮試験を行なつた結果の 2 例ずつを Photo. 1 に示す。これによれば PA 材は 80% 程度の圧縮により圧縮方向に対して 45°C の角度をもつたいぢるしいり割れ疵を生ずる (この試料では 60% の圧縮においてすでに同種の

いり割れ疵を発生する) のに比べて、PV, PAG, PVG 材ではほとんど疵を生じないが、生じてもわずかである。

このように冷間加工性の向上が球状化焼鈍によつて効果的に達成されることはすでに前報<sup>1), 2)</sup>において明らかにされた通りに再現されたのであるが、PV 材が球状化しないものであるのかかわらず球状化材に匹敵する良好な冷間加工性を示していることは注目値する。また前報<sup>2)</sup>において、圧縮による割れ疵の発生が伸びの値よりもむしろ絞りの値な

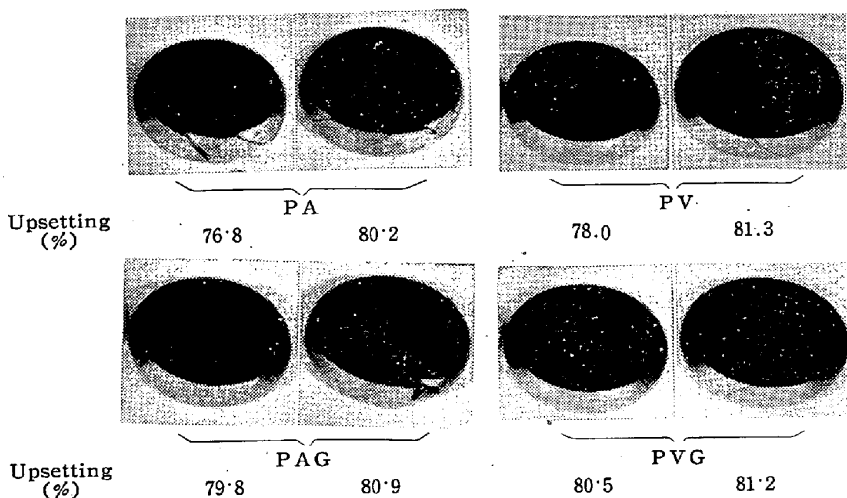


Photo. 1. Examples of the test specimen upset in compression test. ×1.06 (i/i)

Table 1. Mechanical properties of the test material.

Test material	PA	PV	PAG	PVG
Tensile strength $\sigma_B$ (kg/mm <sup>2</sup> )	66.2 66.9	61.4 59.5	53.9 54.4	50.3 50.2
Elongation $\epsilon$ (%)	24.6 23.3	23.6 22.9	27.2 27.9	27.7 26.7
Reduction $\phi$ (%)	53.1 53.6	55.0 58.4	62.3 67.8	71.4 68.7

らびに組織状態にきびしく関連する……と結論したが、組織はともかく PV 材は絞りの値があまり高くないのかかわらず割れ疵が発生しにくいというこの実験の結果は真空中溶解鋼の冷間加工性になんらかの特殊性が潜んでいそうに思える。

#### IV. 結 言

以上の実験結果から冷間加工性の悪い線材でも真空中溶解鑄造を行なうことにより球状化焼鈍に匹敵する高い塑性を与える効果を期待できるといえる。何故そのような効果があるかについての本質的な説明はなお今後の研究にまたねばならないが、高性能の冷間圧造用線材をうるための手段として球状化焼鈍にらんで真空溶解、排気鑄造のような製鋼上の処理が考慮されるべきことを提案したい。

#### 文 献

- 1) 横山, 山本: 日本機械学会誌 (創立 60 周年記念特集号, 技術論文) 60 (1957), No. 465, p. 1080~1085.
- 2) 横山, 山本, 杉田: 鉄と鋼, 47 (1961), No. 3, p. 432~435.
- 3) 山田, 横山, 中村, 漆原: 日本金属学会誌, 21 (1957) No. 3, p. 141~145, No. 4, p. 230~234.

### (142) タービン軸車材料の熱処理と熱吸収の関係についての研究

(加熱計測試験に現われる A 型撓みの研究—I)

日本製鋼所室蘭製作所

工博 下 田 秀 夫

石川島芝浦タービン ○吉 田 宏

Studies on Relation between Thermal Absorption and Heat Treatment of the Material for Turbine Rotors.

(Studies on type A deflection revealed during heat indication tests of turbine—I)

Dr. Hideo SHIMODA and Hiroshi YOSHIDA

#### I. 緒 言

加熱計測試験に際し現われる A 型撓みの成因は、軸車表面に存在する輻射能の非対称性により生じることをごこれまでの研究で明らかにした<sup>1)2)</sup>。本報では、軸車材料の組織差に根源し、その後の機械加工により生ずる熱吸収の差異を比較定量し、軸車の熱処理とその表面の熱吸収との関連性を主として報告する。

#### II. 熱吸収測定装置

熱吸収の大小を比較定量する方法として、Fig. 1 に

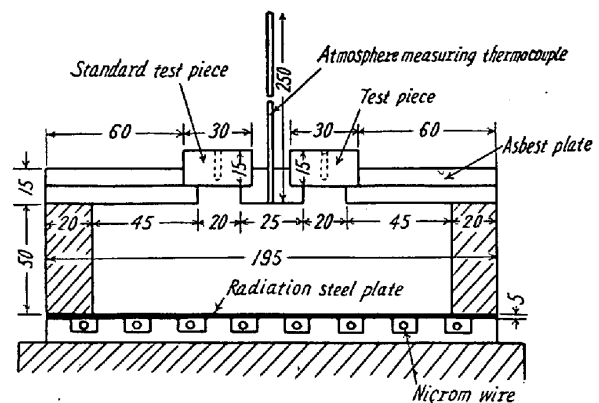


Fig. 1. Equipment for thermal absorption test.

示す装置を用いた。すなわち輻射用鉄板を発熱体として、この輻射板より 50mm 離れた位置に、測定しようとする試験片と標準の黒度を持つ標準試験片をセットする。発熱体と試験片との四囲はイソライト煉瓦で密閉し、主として輻射により試験片が加熱されるようにする。標準試験片としては 1Cr-1Mo-0.25V 鋼の 650°C × 30mm 加熱保持の際に生成する酸化皮膜を受熱面とするものを選び、被測試験片の受熱面との間に、加熱中に生じる温度差の大小を以て熱吸収の大小を比較する。なお試験片の温度は試験片の裏面の中央より 2mm の小孔を受熱面より 1mm の距離まで正しく穿孔し、この小孔に Pt-PtRo の熱電対を挿入し、電位差計でその温度を正しく読みとる。また試験片の大きさは巾 50mm 長さ 40mm 厚さ 15mm の直方体に正しく機械加工してあり、試験片の加熱速度が 100°C/h になるように、発熱体の温度を調節する。

#### III. 試 験 結 果

本試験に使用した試験片は、蒸気タービン高圧軸車、低圧軸車に主として使用される 1Cr-1Mo-0.25V 鋼、2.5Ni-1Mo-0.25V 鋼と 0.3C の炭素鋼を使用した。これらは 15×35mm の寸法の角材に火造り後、所定寸法に機械加工した後 1000°C×1h 油冷焼入後、500, 550, 600, 650, 700°C の各温度に 20h 保持後空冷処理したものと 1000°C×1h 油冷焼入後 650°C で 1, 5, 10, 30, 50, 70, 100h 後空冷した熱処理を与えた。次にこれら試験片の一面を、送り速度 4.2m/mn, 1 回の切削量 3~5/100mm, 切削油として正醬油を使用し、4.5V 高速度鋼のヘールバイトで機械加工し、この機械加工面を受熱面として、標準試験片との間に加熱中に生じる温度差を測定した。なお熱処理の相異による硬さと、ヘール仕上面の粗さとの関係を示せば、Table 1, 2 の通りである。

Table 1, 2 の各試験片について、熱吸収装置で標準