

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ならんで真空溶解、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¹⁾²⁾³⁾。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

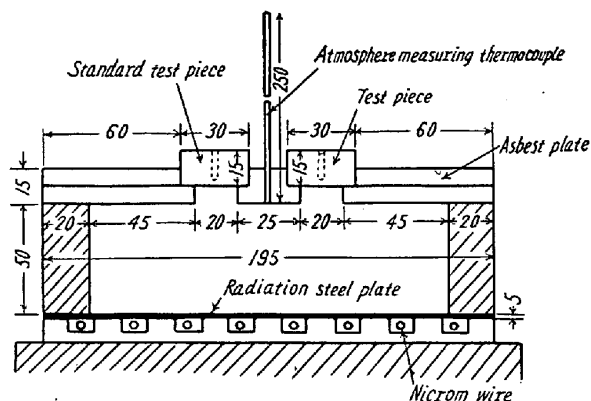


Fig. 1. Equipment for thermal absorption test.

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撰び、被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、蒸汽タービン高圧軸車、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。次ぎにこれら試験片の一面を、送り速度 4.2m/min, 1 回の切削量 3~5/100mm, 切削油として正醬油を使用し、4.5V 高速度鋼のハ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、ハ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

Table 1. Relations between hardness, roughness of machined surface and tempering temperature

	Quenching	Tempering	Hardness Hv	Roughness H_{max}
Cr-Mo-V steel	1000°C × 1h	500° × 20h A.C.	496	2.6
		550° × "	498	2.8
		600° × "	416	3.0
		650° × "	341	3.6
	O.Q.	700° × "	251	5.0
Ni-Mo-V steel	1000°C × 1h	500° × 20h A.C.	406	2.4
		550° × "	405	2.2
		600° × "	349	3.7
		650° × "	291	4.0
	O.Q.	700° × "	223	4.0
Carbon steel	880°C × 1h	450° × 20h A.C.	282	2.0
		500° × "	249	2.4
		550° × "	221	3.0
		600° × "	198	3.8
	O.Q.	650° × "	156	4.0

Table 2. Relations between hardness, roughness of machined surface and tempering time.

	Quenching	Tempering	Hardness Hv	Roughness H_{max}
Cr-Mo-V steel	1000°C × 1h	650° × 5 h A.C.	410	1.4
		650° × 10h "	390	1.4
		650° × 30h "	345	1.8
		650° × 50h "	326	2.2
	O.Q.	650° × 70h "	305	2.6
Ni-Mo-V steel	1000°C × 1h	650° × 5 h A.C.	327	2.1
		650° × 10h "	305	2.0
		650° × 30h "	287	2.4
		650° × 50h "	262	2.4
	O.Q.	650° × 70h "	251	2.8
Carbon steel	O.Q.	650° × 100h "	230	4.0

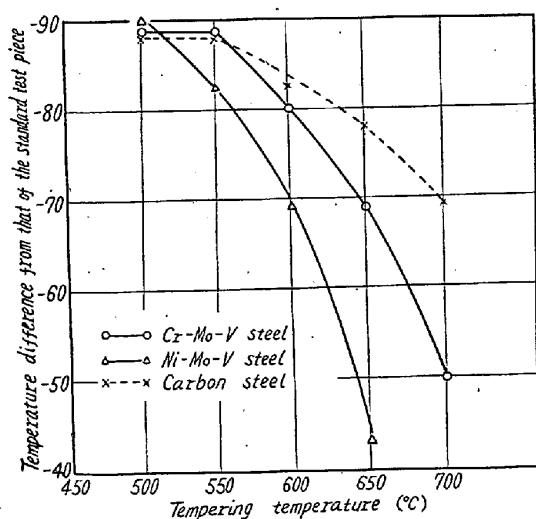


Fig. 2. Relations between temperature difference from that of the standard test piece and tempering temperature.

試験片との間に生じる温度差を測定し、纏めたものが Fig.2 である。

その結果を要約して述べれば下記の通りである。

(1) Cr-Mo-V 鋼, Ni-Mo-V 鋼, 炭素鋼, 何れも焼戻温度の高い程, その硬さは軟かく, そのヘール仕上面に加工むしれを生じ易く, より粗面となる。かつまた焼戻温度の高い組織程その熱吸収が良い。

(2) Cr-Mo-V 鋼, Ni-Mo-V 鋼の何れも一定焼戻温度では, その焼戻時間の長い程, 硬さは軟かく, そのヘール仕上面に加工むしれを生じ易くなる。かつまた焼戻時間の長い加工面程その熱吸収が良い。

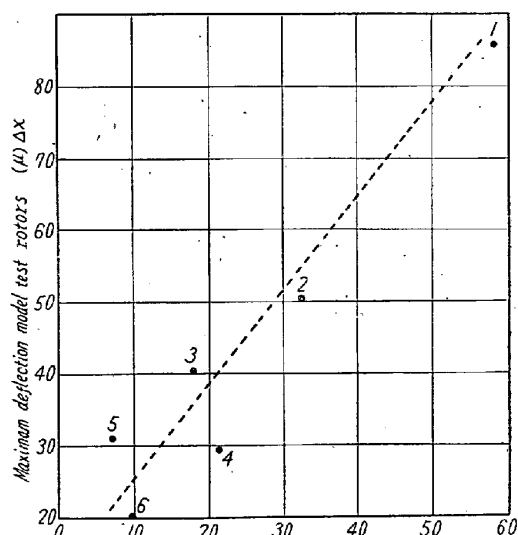
(3) 組織差に基因して加工面の表面粗さが異なり, この表面粗さが熱吸収に影響を与える。ところで同一鋼種では硬さにはほぼ比例して熱吸収が変り, 硬さの硬い組織の加工面程熱吸収が悪くなる。

(4) 焼戻温度に対する熱吸収の敏感度は, 炭素鋼が最も大きく, Cr-Mo-V 鋼, Ni-Mo-V 鋼の順で小さくなる。

(5) 常温より 380~400°C までは試験片受熱面に最初に存在する熱吸収により標準試験片との温度差を生じ, 380~400°C を越えるとその受熱面に急速に酸化皮膜が形成され, 標準試験片との間の温度差が消失する。

IV. 考 察

実際に加熱計測試験の伝熱機構と, 熱吸収装置とのそれではかなりの相異がある。すなわち熱吸収測定試験片では, 受熱面で熱を吸収し, 15mm 厚さの試験片をへ



Maximum temperature between standard test piece and measuring test piece during thermal absorption test. (ΔT)

Fig. 3. Relations between deflection of model test rotors and temperature difference of thermal absorption test.

てその背面より熱を放出する。一方実際の軸車では、軸車表面より受熱し軸車中心部をへて、炉体より突き出している軸端より大気中に放熱する伝熱機構である。したがって熱吸収装置測定試験片に与えと同じ輻射能の差を実際の軸車に非軸対称に与えても、熱吸収装置試験片と、軸車に生じる温度差が同じにはなり得ないことは容易に推定される。そこでモデル試験装置¹⁾²⁾のモデル軸車に非軸対称に輻射能の差を与えた際に現われる撓みの最高値 Δx と、モデル軸車に与えたとほぼ同じ程度の輻射能の差を熱吸収測定試験片に与えて、その際生じる温度差の最高値 ΔT とを比較整理したのが Fig. 3 である。 Δx と ΔT との間には、ほぼ比例した関係が成立し、熱吸収測定装置で測定した試験片間に生じる温度差を以て A 型撓みの量を或る程度推測する事が可能であり、またその温度差の大小が輻射能の大小を定める尺度となり得ることが判つた。

文 献

- 1) 下田, 小野寺, 荒木田, 本間, 吉田: 日本機械学会第 37 期通常学術講演会, (1960)
- 2) 下田, 小野寺, 徳田, 本間, 吉田: 日本機械学会第 37 期通常学術講演会: (1960)
- 3) 下田, 小野寺, 徳田, 本間, 吉田: 鉄と鋼, 46 (1960), 408.

(143) タービン軸車の表面反射能と A 型撓みについて

(加熱計測試験に現われる A 型撓みの研究—Ⅱ)

石川島芝浦タービン

秋場 辰郎・吉田 宏・○金沢 暎

Studies on the Surface Reflectability of Steam Turbine Rotor and Type A Deflection.

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

Tatsuo AKIBA, Hiroshi YOSHIDA
and Ei KANAZAWA

I. 緒 言

タービン軸車の加熱計測試験における A 型撓みの成因は、最近、モデル軸車による実験的加熱計測試験により、軸車表面の輻射能の差に起因することが明らかにされた。しかしこの試験はモデル軸車のみにより確かめられたもので、実際の軸車では確かめられていない。そこで筆者らは A 型撓みについて実物軸車の表面の反射能を

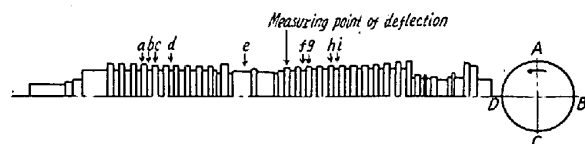


Fig. 1. Longitudinal section of the turbine rotor and the measuring points of surface reflectability.

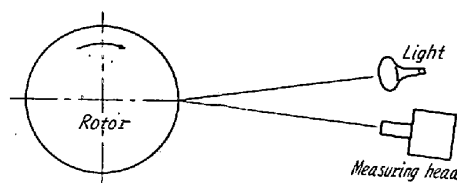


Fig. 2. Outline of the measurement of surface reflection.

放射温度計で測定して輻射能の大小を推定し、加熱計測試験における撓みの方向をも予想する実験を行なつたので、その結果を報告する。

II. 実験方法

試験用軸車は 125 MW 高圧軸車 (50 サイクル用, Fig. 1) を使用した。軸車表面の加工条件は翼車頂部および心棒表面を切削油を使用しない軽度のヘールバイト仕上げ (6-S 程度) を行ない、翼車側面は研バイトにより 25-S 程度の加工を行なつた。

表面反射能の測定は、軸車の加熱計測試験に入る前に Fig. 2 に示すような一定輝度の光源を軸車の測定面を与え、この表面よりの反射を放射温度計で測定し、その表面の見掛け温度を測定することにより反射能の大小を比較した。反射能を測定した後、軸車の加熱計測試験を行なつた。この試験の昇温速度は $100^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 、降温速度は $75^{\circ}\text{C}/\text{h}$ になるようにし、保持温度は 600°C とした。

III. 実験結果

(1) 反射能測定

軸車の翼車頂部、心棒表面についてそれぞれを代表すると思われる個所 9 点について反射能を測定し、その結果を Fig. 3 に示す。この結果、翼車頂部は A-B 方向および D-A 方向により大きな反射を示し、心棒表面は A-B 方向、D-A 方向および C-D 方向と相関性のない反射を示した。

以上の結果より、加熱計測試験の撓みの方向は、もし翼車頂部の輻射能のみが影響するとすれば、B-C 方向あるいは C-D 方向に撓むものと予測され、もし心棒表面も撓みに影響するとすれば、撓みの方向は、反射能測定結果に一致した方向性がなく予測は困難である。