

(118) 加熱計測試験において出現する
各たわみの成因とその現場的対策

日本製鋼所室蘭製作所研究所

工博 下田 秀夫・工博○小野寺真作

徳田 昭

〃 検査部 田中盛馬

Some Causes and Practical Solution
of Deflections Observed during Heat
Indication Test.

Dr Hideo SHIMODA, Dr. Shinsaku ONODERA,
Akira TOKUDA and Morima TANAKA.

I. 緒 言

タービン軸および発電機軸が室温、実動温度およびその間の温度において十分安定であること保証するため、周知のとおり加熱計測試験が実施されている。筆者らは先に本試験において出現する5つの基本的たわみ (Fig. 1) をモデル試験装置によつて再現し、各たわみの成因を明らかにした¹⁾。さらに現在最も重要な論争点の一つであるD型たわみの成因については、従来一般に信ぜられていた熱拡散率原因説に誤謬のあることを指摘した²⁾。本報ではこれら実験室的研究結果から各たわみに対する見解を纏め、これを実物軸材に適用して改善された結果を示し、軸材メーカーにおいて実施する加熱計測試験のあり方について付言する。

II. B型たわみ

B型たわみの成因については Caplan らによつて軸材の残留応力が指摘されている。筆者らもほぼ同様の見解に到達している。すなわち最初の試験においてB型たわみが出現すれば、機械加工などによる軸材形状の変化、あるいは試験温度の上昇などがなされない限り再度出現することはない。この事実は数多くの実際の試験によつて確認された。したがつてC型たわみの共存する恐れのない場合は再試験の必要はない。

III. C型たわみ

C型たわみに関する従来の研究は Caplan らの偏心鍛造による偏心した偏析原因説、Burton らの熱膨張に関する研究および Barker らの炭化物原因説などがある。しかしこれらの諸研究は必ずしも問題を完全に解決していない。現在タービン軸材として主に使用せられている 1% Cr-1% Mo-V 鋼あるいは 3% Ni-Mo-V 鋼などの低合金鋼の軸材

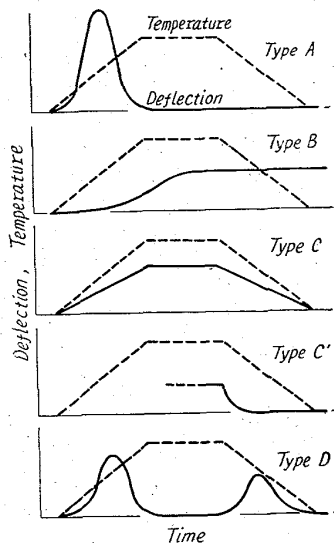


Fig. 1. Five basic deflections.

に出現するC型たわみの成因は、筆者らの研究によれば非軸対称な熱処理にあり、また物理冶金的成因は凸にたわんだ側が凹にたわんだ側より地鉄に固溶している Mo が多いことにある³⁾。要するにC型たわみの成因は軸材の材質的非軸対称性にあるのであるから、加熱計測試験を繰返してもその結果は本質的に変化せず、この点は実物軸材によつて確認された事実である。したがつて工業的に定められたある限度より大きいC型たわみを示す軸材はタービン軸あるいは発電機軸として不適當である。またこの種のたわみを軽減するための対策としては再熱処理以外の方法はない。この点は、消滅せしめるのに熱処理を必要としない他の4つのたわみと比較して、C型たわみの性格を示す重要な注意すべき特徴である。また全く別種の原因で出現し、軸材の欠陥とは考えられないC'型たわみとC型たわみとの区別は工業的に極めて重要である。

IV. A型、D型およびC'型たわみ

A型たわみについては Weaver の機械加工層原因説、Fuchs らの非軸対称に pitting した軸材についての実験あるいは Timo らの黒いラッカを半円周に塗つた軸材についての実験などがある。機械加工層原因説は明らかな誤謬を犯しており、Fuchs らおよび Timo らの実験も問題を完全に解決するに至つていない。D型たわみについては Timo らの熱拡散率原因説が示されているが、これについての批判は別に報告した²⁾。C'型たわみは筆者らが新しく提示したたわみである。

以上の3種のたわみはともに軸材表面の非軸対称な thermal emissivity に基因することは概に示した¹⁾。

さらにその後の諸実験によつて具体的には

- (i) ベンキ、機械油、土など軸材の製造過程で生ずる単純な汚れ、
- (ii) 非軸対称なスケールの付着ならびに脱落、
- (iii) 非軸対称なあらさ (バイトのびびりなども考慮する)、

などに基因するたわみであることが知られた。この3種のたわみを消滅せしめるため、2回連続の試験を実施したこともあつたが確実な方法とは云えない。しかしA型、D型およびC'型たわみの成因の間に本質的な相違はなく、単にたわみの出現時期が異なるのみであるから、一つの適切な対策によつてこれら3種のたわみと同時に消滅せしめ得ると考えられた。この点を確認するため 1% Cr-1% Mo-V 鋼の 175 MW の高圧タービン軸材 (全長: 5,000mm) を特に準備した。全面機械切削後、耐熱性塗料シリカロン・エナメル、SG・クリヤ (日本特殊塗料K.K.製) に鱗片状黒鉛 (粒度は軸材表面のあらさの order に比較してやや小さい程度が望ましく、必要以上に小さい粒度では多量の黒鉛を必要とするためあらゆる点で不經濟である) を適当に混合し、シンナにて薄めたもの (シリカロン・グラファイトと略称する) を軸材を回転させながら適当な厚さに均一に吹き付ける。このような事前処理の後実施した第1回試験では Fig. 2-a に示すように完全にたわみが消滅した。さらに改めて軸材表面を機械切削して、そのまま実施した第2回試験では Fig. 2-b に示すようにA型のみならずD型たわみをも伴つて出現した。試験後の軸材表面状況をそれぞれ

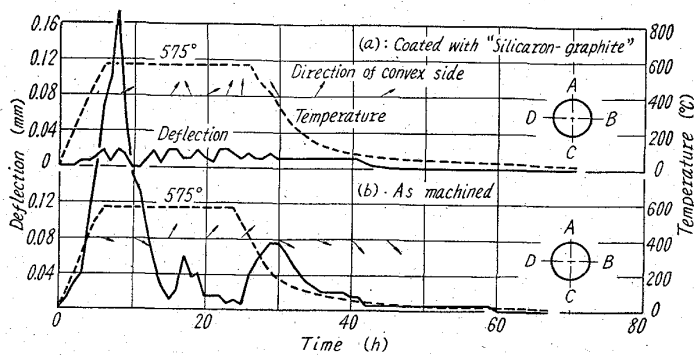
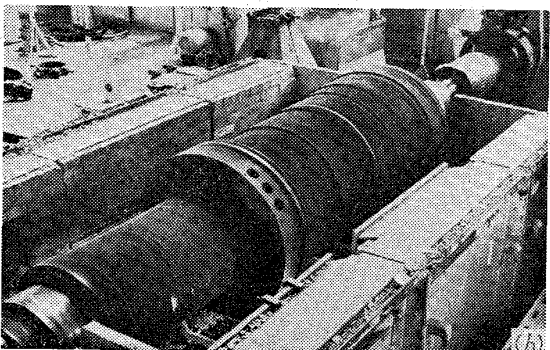
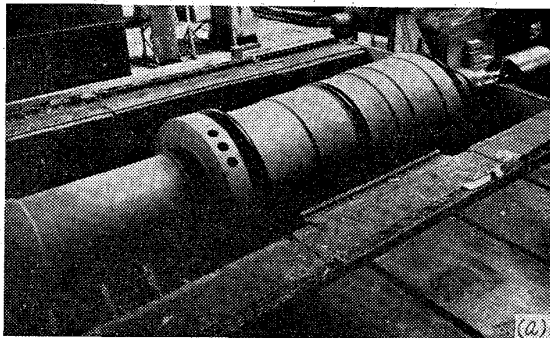


Fig. 2. Experimental results of heat indication test carried out with a 175 MW HP rotor.



(a) A typical case coated with "Silicaron-Graphite".
(b) A typical case as machined. (No treatment with "Silicaron-Graphite" (cf. Fig. 2)

Fig. 3. 175 MW HP rotor forging after the heat indication test.

Fig. 3 に示す。

V. 考察と結言

本報に示した実験によつて現在最も重要な問題の一つであつたA型およびD型たわみ(C'型たわみについても同様に論ぜられる)は軸材材質の本質的な欠陥で出現するものではなく、単なる見掛け上のたわみであることが実物軸材によつて確認された。すなわち必要ならばA型、D型およびC'型たわみは熱処理を行なうことなく一軸材材質に本質的な変化を与えることなく一確実に消滅せしめ得る。実際の検査業務に適用した十数例では各種タービンおよび発電機軸について、満足すべき良好な結果が例外なく得られている。

加熱計測試験における各たわみの成因が実物軸材による諸実験によつて確認され、これに関連した諸問題が体系的に解決され、さらに各たわみを消滅せしめる方式が知られ、必要ならば直ちに実施し得る実際的な方案が確

立された。軸材メーカーで実施する加熱計測試験ではその目的とするところからB型およびC型たわみには注意すべきであるが、反対にA型、D型およびC'型たわみは軸材としての欠陥とは認められず、検査の対称とすべきでない。

加熱計測試験は筆者の知る限り世界的に実施されている最も一般的な試験法である。しかしたとえばフランスのRateau社での試験法、一部メーカーで実施されているヒータ・ボックス試験法は注目し、これらは加熱計測試験と同類の試験ではあるが、その持つ意義に思想的な差異が認められる。軸材メーカーで実施する試験では一再機械加工などを前提とする中間試験としては一加熱計測試験のみで十分であると考えられることを付言する。

文 献

- 1) 下田, 大野寺, 徳田, 本間, 吉田: 鉄と鋼, 47 (1961) 4, p. 591~599.
- 2) 下田, 小野寺, 徳田, 相沢: 鉄と鋼, 47 (1961) 10, p. 1549~1551.
- 3) 下田, 小野寺, 徳田, 本間: 日本機械学会論文集, 27 (1961) 182, p. 1628~1636.

Weaverをはじめとする従来の諸研究についてはつきを参照して頂きたい。

下田, 小野寺, 徳田: 日本機械学会誌, 64 (1961) 507, p. 621~1092.

620.186.82:669.112.227.1

P.544~546

(119) 截片法によるオーステナイト 粒度および混粒度判定法について

千葉工業大学 岡田 厚正

Discrimination of Austenite Grain
Sizes and Mixed Grain Sizes by
"Lineal Analysis".

Atumasa OKADA.

I. 緒 言

オーステナイト粒度および混粒度を表示する方法は、学振法、JIS、その他の方法としてすでに規制されている。しかし偏在または混在する混粒の場合には、実用上簡単な混粒度の定量的な判定法についてなお問題が残されている。

ここでは、オーステナイト結晶粒度の判定をきわめて容易にする粒度分布を求め、この問題を解決することを試みた。

学振粒度標準図の粒度分布は、ここに示す方法によりほとんど正規分布として取扱うることを明らかにした。正規分布として取扱うので、確率紙を用いることによつてオーステナイト粒度および混粒度(偏在型および混在型の場合)をきわめて容易に定量的に判定しうることを示し、その取扱ひ法の例を示した。

II. 球状粒子のモデルについての考察

オーステナイト結晶粒度を考察するに先立つて、もつとも簡単な場合として球状粒子のモデルを考察する。まず、球状粒子の半径はすべて r に等しく、単位体積内の