- (9) 衝撃試験も行つたが、これと折損破面との関係ははつきりしなかつた。
- (10) 抗折試験により、表面肌の状況の調査も出来ると思われる。
- (11) 疲労強度は大體、抗張力、硬度とに關係しているが關係ない場合も相当多く、製鋼上の欠陥が影響している様に思われる。
- (12) 脱炭は少くなつてゐるが Ferrite 層が Band になつてゐるものもあり Ferrite の存在しない事が望ましい。
- (13) 表面斑 U ボルトゆるみによる欠陥は非常に少く、改善されている。

即ち、上記に列挙した如く、何等かの欠陥が、板ばねを折損に導いているために、ばね材及び製作上の技術的向上が望まれるが、本試験結果から特に重要な因子となつてゐるものの早急な改善が望まれるのである。従つて今これを述べれば、下記の諸点が挙げられる。

1. 先づ、良質のばね鋼を製作する。
2. 表面肌、表面疵を改善する。
3. 硬度ムラを少くし、規格硬度以内におさめる。
4. 表面に打痕その他凹部を作らない様にする。
5. ニツプを研究し局部的に当りの強いものを作らない様にする。

「ツル巻バネ及辨バネの改善」に関する研究

志 熊 平 治 郎*

STUDIES ON IMPROVEMENT OF COILED SPRING

Heijiro Shiguma

In order to improve the design and characteristics of coiled spring, the author and his cooperators have been investigating formulae, effects of surface condition and other stress problems. These investigations are now going on, and this paper is only a brief description of the results hitherto obtained.

1. On formula

In conventional formula, number of active turn is assumed to be constant. But in our investigation, it is variable with deflection of the spring as follows;

$$n_t - n_a = a\delta + c = \left(a \frac{dD}{p} \right) \left(\frac{\delta}{n_t} \frac{p}{dD} \right) + c$$

where, n_t : number of total turn, n_a : number of active turn,
 δ : deflection of spring, d : bar diameter,
 D : mean coil diameter, p : pitch of spring
 a, c : constants

and $n_t - n_a = 1.11 \sim 1.56$
 $a \frac{dD}{p} = 6.9 \sim 8.1$

are obtained experimentally.

2. On surface conditions and stressing, investigation of the following subjects are now going on :

- a). Decarburization of Si-Mn spring steel.
- b). Theoretical and experimental investigation of fatigue strength of case-hardened spring.
- c). Improvement of torsional fatigue strength by shot-peening.

この研究は昭和25年度の鉄工業技術研究として通産省より補助金を交付されて行つたもので、研究は2年継続

* 日本發條株式會社

の計画で、本報告は第1年度の研究の要約である。

研究の項目としては第1年においては、

A, ツル巻バネの計算公式

B, 熱处理的表面処理の影響

C, 応力的表面処理の影響

の3項を取上げた。

研究の実施に対しては東京工大の津村、岡本両教授他工業技術庁機械試験所の松本、鎌田技官、の御指導と御協力を仰いだ。

本研究に対し通産省からの補助が正式に決定したのが25年11月で第1年度(昭和25年3月31日迄)の成果は多くを得られていず、メンバーとしては第2年度の研究に期待をかけ努力もしている。

ここに第1年度研究の要約を報告し諸賢の御批判と御助言を希望しています。

A, ツル巻バネ計算公式の検討

従来ツル巻バネの荷重と撓みとの関係は次式によつて求められていた。

$$\delta = \frac{8nD^3P}{Gd^4}$$

ここに δ : 撓み(mm)

n : 有効巻数

D : ツル巻バネの中心径(mm)

P : 荷重(kg)

G : 剪断弾性係数(kg/mm²)

d : 線径(mm)

併しこの式は実験値と喰違いを生ずるため実用上は線径に依じて G の値を修正して使用されている。併し材料力学上斯様な修正は極めて不合理なことであり又事実種々の径の丸鋼棒につき実験の結果もこのことを証明している。一方有効巻数 n は実用上は総巻数 Nr から一定数1.5~2.0を引いた値を使用しているがこの値の根拠は乏しく、疑点がある。

ここにおいて先づ6種類、各3個計18個のバネにつき正確に有効巻数を測定することに着手した、即ちバネに或る荷重をかけた時の全撓みを δ 、端末のコイルの影響を受けない中央部の3ピッチの撓みを δ_3 とし有効巻数を次の様に定義した。

$$n = \frac{3\delta}{\delta_3}$$

この様にして18個のバネにつき実験の結果を見ると、各バネに対しても n は一定値でなく或いは $(Nr-n)$ は撓み δ の函数であることが判明した。この際実験では撓み δ と荷重 P との関係が測定されていないので、た

とへ G の値が D/d 又は d の値によつて変化することがあつてもそれは本測定値には影響を及ぼすことはない

かくして実験の結果は $(Nr-n)$ は大體 δ の一次式で表わされ、無負荷時には1.11~1.56、全圧縮時には2.00~2.31となることを示している。尙 δ の一次式を

$$Nr-n = a\delta + c$$

$$= \left(a \frac{dD}{p} \right) \left(\frac{\delta}{Nr} \frac{p}{dD} \right) + c$$

p : ピッチ

の如くおき、実験の結果を無次元表示をして見れば、6種類の中2種類の他は $\left(a \frac{dD}{p} \right)$ の値が6.9~8.1となり平均値が7.3となる。

以上の如く今回の実験により従来全く顧られなかつた事実が明らかとなつたが、実験値のバラツキにより妥当な結論の誘導を妨げている。これは実験に供したバネの形状殊に端末部のコイルの状況が不齊であつたためと考えられる。このため今後この点を注意の上実験用バネを新たに製作し、同様な方法によつて上記の事項を再検討する。

B, 脱炭の影響及び熱处理的表面処理の効果

(1) Si-Nn 鋼の脱炭層について、

現在我国において車輛用ツル巻バネとして多くのSi-Mn鋼が使用されているが、一方この鋼種に対しては、脱炭し易きこと及表面切欠感受性の大きなることも知られている。ここにおいて本鋼種を加熱する時に

a) 脱炭を防止したもの

b) 脱炭したものを液体滲炭浴で復炭したもの

c) 脱炭を防止したものに対し同様に滲炭したものについて、主としてJominyの方法により硬化能の変化を調査し、これによつて脱炭の影響を検べて見た。

この結果

1) 激しく脱炭したものは復炭によつて脱炭前の性質に回復しない。

2) 脱炭は著しく疲労限を低下させ、尙或程度以上脱炭すれば低下の程度は大して増加しない。

3) 脱炭による疲労限の低下は復炭により著しく回復され概ね脱炭しないものと同等になる。

4) 実験の結果は2)のa), c)の計算値とよく一致する。

等の結論が得られた。

C, 応力的表面処理の効果

応力的表面処理の中ツル巻バネの適用が容易でしかもその効果が顯著なものとしては先づショットピーニング

加工が考えられる。ここにおいて取敢えずその効果の有無或いはその程度の概略を知るため、試験片にシヨットピーニング処理を施し、これをシエック式疲労試験機により両振り振り疲労試験を行つてその効果を確めた。

Si-Mn鋼に焼入焼戻処理を行つたものにつき試験した結果は、シヨットピーニングを施さないものが 39kg/mm^2 の疲労強度を有するに対し、施したものは 45kg/mm^2 となり 15%の向上を示している。

小型時計ゼンマイ用鋼の材質に就て

小 柴 定 雄*

ON THE MATERIALS FOR TIME PIECE SPRING

Sadao Koshiba

The superiority of the quality of materials is essential for a good time piece spring. Accordingly the quality of raw materials, composition, heat-treatment, micro-structure, surface finish etc. must be fully examined for making good springs.

The author has investigated influence of impurities, relationship between non-metallic inclusions and cleanliness, change of hardness and micro-structure with a rate of cold working and intermediate annealing, heat-treatment and mechanical properties on the spring steel sheet which had been made of good Masago iron sand.

The author has also investigated for purposes of reference, foreign and Japanese time piece springs which were obtained on the open markets.

I 緒 言

懐中時計或は腕時計等に用いられる小型ゼンマイはその厚みが、約 $0.15\sim 0.060\text{mm}$ の極めて薄いもので、その材質は特に優れたものが要求される。時計ゼンマイ材としては以前は殆んど欧米諸国殊に瑞典より輸入せられたものであるが、終戦後これが在庫も少くなり、しかも輸入も不可能であつた為、これが内地で製造することが要請された。

弊社安来工場に於ては各方面の要望により当地方産出の真砂鉄を原料として、エル式電気弧光炉で熔製しこれを熱間圧延により 2mm のフープとなし、これを優秀な冷間圧延技術を有する特殊金属圧延KKにて種々の厚みの薄板とし、試作し、各方面で使用した結果所期の成績をおさめ、現在生産をなし好評を博している。而して本文は従来外国及び国産のゼンマイ材に就て調査し、又安来で種々研究を行つてゐる結果より、時計ゼンマイ材の材質に就て簡単に述べ、参考に資する次第である。

II 時計ゼンマイ用鋼の種類と性質

時計ゼンマイとして具備すべき条件は弾性限が高く、

耐屈撓性が大きく、且つ衝撃及び疲労に対して大なる抵抗を有することが挙げられる。即ちゼンマイが巻かれたときへたらず、トルクが大きく、且つ切れないことが必要である。従つて性能のよいゼンマイを得る為には、材質、組成、熱処理、冷間加工、顕微鏡組織、表面仕上等十分吟味しなければならない。即ち隣、硫黄及び銅等の不純元素が少く、又酸素、水素、窒素等の有害瓦斯も少く、且つ非金属介在物の出来るだけ少いことが望ましい。又偏析其他の有害な疵のないことも大切な事柄である。而して完全な焼入焼戻を行い、表面脱炭を防止し、且つ表面仕上も出来るだけ綿密に行い、厚みの公差も少い事が重要な事である。従つて原料鉄、熔解法、熱間並びに冷間加工法、熱処理、仕上加工等各分野に渡つて極めて綿密な作業を行わねばならぬ。

時計ゼンマイ用鋼は一般に柱時計、置時計用のものと懐中時計、腕時計用のものとその組成を異にする。第1表は用途別によるゼンマイ用鋼の概略の化学成分の範囲を示す。

即ち一般ゼンマイ材としては C $0.8\sim 1.0\%$ のものが

* 日立製作所安来工場冶金研究所長 工博