

テンション・アニーリングをほどこした 洋白板の弾性的性質

村 川 梨

Elastic Properties of Tension-annealed Nickel Silver Strip

By

Kiyoshi MURAKAWA

Abstract: The modulus of elasticity and the K_b -value of tension-annealed nickel silver strip were measured and were found to exhibit large anisotropy. The flatness of the strip was found to be superb.

概 要

テンション・アニーリングをほどこした洋白板の弾性率と K_b 値とを測定して、大きな異方性（圧延方向とこれと直角の方向とで大きな差があること）を見出した。この板の平坦度はきわめて良好であることがわかった。

1. ま え が き

帯状金属板のばね性を劣化させないで平坦度をよくするためには、張力を与えながら高温で短時間の熱処理をすること（これをテンション・アニーリングと名づけることにする）によって目的が達せられるであろうということは誰でも考がえることである。しかしこれを具体的に実行するには種々の装置が必要になって、それほど容易なことではない。東京特殊金属 K. K. の太田、正林の両部長および筆者は洋白板（および洋白線）に関するこの方面の研究を長年にわたって行なった結果、テンション・アニーリングの実行に成功した。これによって得られた洋白板が普通の洋白板といかに異なっているかということを中心に記述してみたい。

2. 試 料 の 作 成

テンション・アニーリングのときに作用させる張力は熱処理温度における洋白板の抗張力よりもわずかに小さい張力であって、板の平坦度が完全になると同時に熱処理の時間は結果として適当な低温焼鈍を行なったのと同じようになることをねらう必要がある。洋白では張力が $1\sim 30\text{ kg/mm}^2$ で温度は $550\sim 450^\circ\text{C}$ として熱処理時間は1秒～5分で十分であることがわかった。

普通のばね用洋白板は 425°C で 1 時間の低温焼鈍を行なうと、方向性はきわめて小さくなるので、上述のテンション・アニーリングによって方向性はどうなるかということをしらべることはきわめて興味があると考がえられる。

ここではテンション・アニーリングをほどこした厚さ 0.23 mm の洋白板 (幅は 87 mm) をとり、これを no. 1 の試料と名づける。

これと比較するために、マーケットにある同じ厚さのばね用洋白板を入手、これを試料 no. 2 と名づけた。これを入手したときに、既に低温焼鈍がほどこしてあった。

No. 1 の試料と no. 2 の試料とは化学成分はほとんど同じで、両方とも Mn で脱酸したものと考がえられる。

3. ばね特性の測定

洋白板のばね特性について、いままでに既に発表した場合 [1] と同様に、Siemens の二点支持方式の新型ばね試験機 [2] によって、短冊形の板試料 (幅 10 mm, 長さ 87 mm) のへたりを測定した。その試料の中央の部分が 50 μ なる永久たわみ変位を示すような荷重でばね性を代表させるものとし、これをばね限界値 K_b と名づける。

No. 1 の試料と no. 2 の試料とから幅 10 mm, 長さ 87 mm の短冊形のテスト・ピースを多数切り出し、室温と 600°C との間の種々の温度で 1 時間焼鈍して、室温で K_b 値を測定した。その測定結果を Fig. 1 と Fig. 2 とに示す。荷重をかける時間は常に 1 分間であった。|| は圧延方向に、⊥ はこれと直角の方向に切り出した試料であることを示す。

Fig. 1 はテンション・アニーリングをほどこした洋白板に関する測定結果であって、これによれば、テンション・アニーリングにより圧延方向とこれに直角の方向とで K_b 値および弾性率 (E) はいずれも大きな差が生ずることがわかる。すなわち単なる低温焼鈍とちがって、圧延方向 (テンション・アニーリングを行なう間はこの方向に張力を作用させる) に強い内部ひずみが残って、これが異方性の原因となると同時に、圧延方向の平坦度をよくするものと考がえられる。

Fig. 3 の顕微鏡組織が示すように、試料 no. 1 はきわめてこまかい結晶粒から成っている。このことは平坦度をよくすることに重要である。何となれば、テンション・アニーリングをほどこした後で帯状洋白板を巻き取るときに、巻きぐせがつかないことが必要であり、そのためには結晶粒が小さくなければならないからである。

Fig. 2 はマーケットにある洋白板をランダムにとったときの板に関する測定結果である。これは受け取ったときに既に低温焼鈍がほどこしてあったので、それに更に低温焼鈍をほどこしてもそれ以上の K_b の改善は望むことはできない。この予想は測定結果と矛盾しない。ただし no. 2 の試料は、Fig. 3c が示すように、結晶粒がかなり大きいからテンション・アニーリングをほどこしても平坦度の改善はあまり期待できないものと考がえられる。

4. 平 坦 度

平坦度を測定するために、圧延方向およびこれと直角の方向に試料 (no. 1 はテンション・アニーリングをほどこしたまま、no. 2 は受け取ったまま、それ以上に低温焼鈍をほどこ

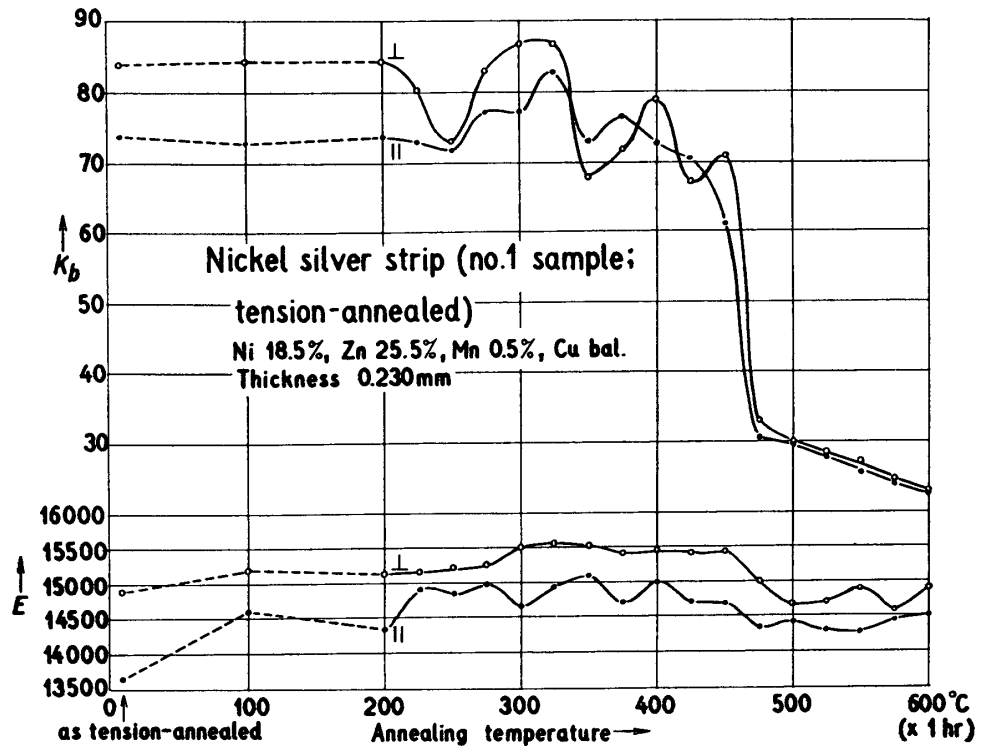


Fig. 1. Plot of K_b and E versus the annealing temperature (time of annealing being 1 hour in each case) for tension-annealed nickel silver strip (no. 1 sample). || and ⊥ represent the direction of rolling and the transverse direction respectively.

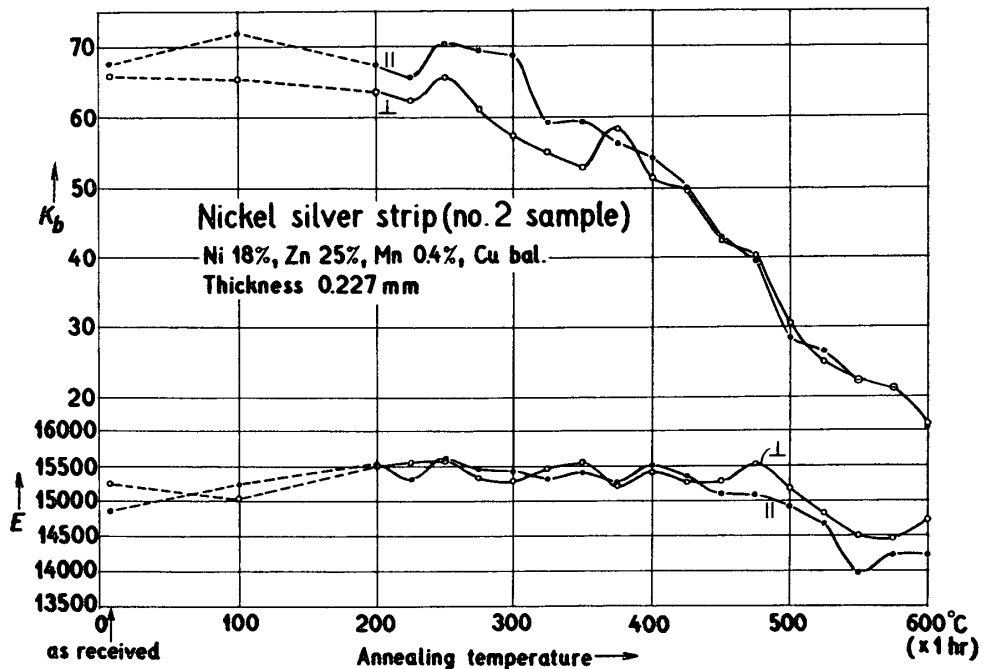


Fig. 2. Plot of K_b and E versus the annealing temperature (time of annealing being 1 hour in each case) for nickel silver strip randomly selected in the market (no. 2 sample.) This strip had been given low temperature annealing when received. || and ⊥ represent the direction of rolling and the transverse direction respectively.



Fig. 3. Micrographs of nickel silver strip. (a) No. 1 sample. As tension-annealed. $\times 750$. (b) No. 1 sample. As tension-annealed. $\times 180$. (c) No. 2 sample. As received. $\times 180$.

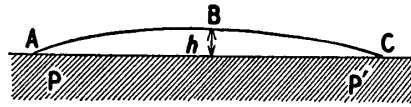


Fig. 4. Schematic representation of the method of measurement of the flatness of an oblong piece of nickel silver strip. PP' is a perfectly flat plane, and ABC is the sample whose flatness is to be measured.

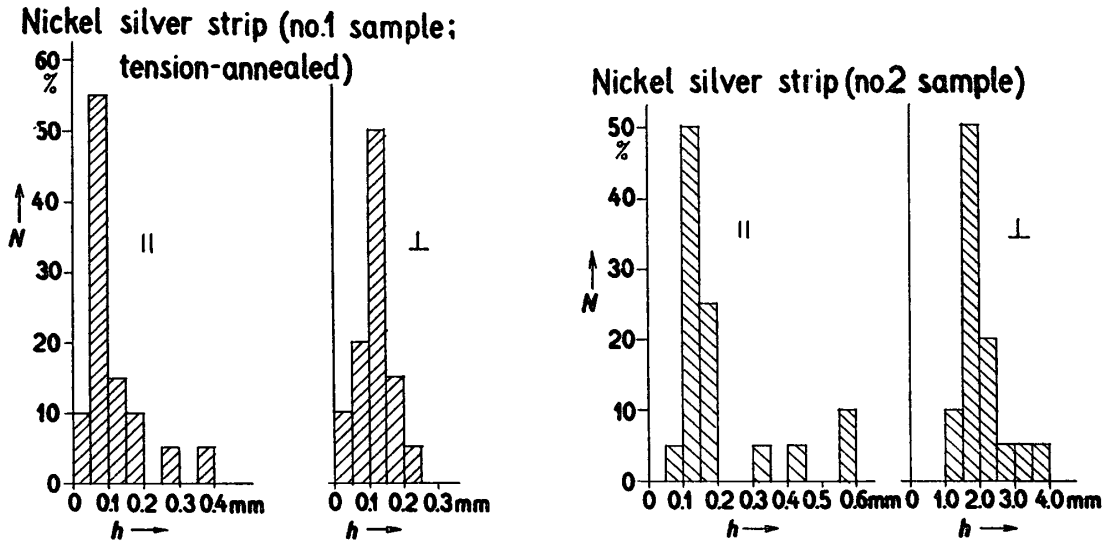


Fig. 5. Plot of N (percentage of the number of pieces whose h lie in the respective range) versus h for the nickel silver strips no. 1 and no. 2.

さない) を長さ 87 mm, 幅 10 mm の短冊形に切ったものをそれぞれ 20 枚ずつ作り, これを常板の上におき, もっとも盛り上った部分の下側と常板との距離 h をカセットメーターで測定した (Fig. 4). h の 0.05 mm 飛びの範囲で試料をグループ分けにして, その数 N を 20 に対する % であらわし, グラフにプロットした (Fig. 5). 20 という数は十分に大きいとは考がえられないが, Fig. 5 で平坦度の傾向ははっきりわかると考がえられる. 試料 no. 1 はテンション・アニーリングのおかげで圧延方向もそれに直角の方向も平坦度は優秀である (3). 試料 no. 2 は, Fig. 5 の下半分からわかるように, 圧延方向と直角の方向にかなり湾曲するようなくせを持っていて, これが圧延方向の平坦度を良好になるようにしている. しかし, 圧延方向と直角の方向には平坦度がきわめてわるいから (そのために, この方向に切り出した試料 no. 2 に限って h を 0.5 mm の間隔のグループに分類して Fig. 5 にプロットすることにした), 圧延方向と 45° をなす方向に切り抜いたとすると, やはり優秀な平坦度は得られない.

テンション・アニーリングをほどこした洋白板は全体として平坦度が良好であるばかりでなく, これを小片に切りきざんでも, 曲ることがないから, 実用的には, たとえば小片を打ち抜いて平行に並べた精密器機を作る場合に, 更に人手によって矯正するような必要がなくなるという利点がある. この点でテンション・アニーリングは単なるローラー・レベラーを

かけることよりも優秀な結果を与えるのである。

1963年3月7日 計測部

参 考 文 献

- [1] 村川：東京大学航空研究所報告，4 (1964) 32.
Siemens の新型ばね試験機を利用する以前に，洋白板の最大応力 30 kg/mm^2 における $\Delta\theta$ (これを $\Delta\theta_{30}$ と書いた) でばね性を代表させて，しらべた測定結果は次の文献で発表した。
亀井：東京帝国大学航空研究所報(1945) 181. 村川：東京大学理工学研究所報告，3(1949) 10；東京大学航空研究所集報，1 (1958) 97.
- [2] Siemens u. Halske A. G., Wernerwerk f. Messtechnik, Karlsruhe: Beschreibung und Bedienungs-Anleitung über ein Siemens-Federblech-Prüfgerät nach DIN 50, 151.
Siemens の新型ばね試験機については，次の文献にくわしく述べてある。
坂本光雄：機器用ばね材料，工業日日新聞社 (1962).
- [3] ここで述べたのとちがった方法で線の直線性を試験する方法が，次の文献に述べられている。
伊藤義一，清水湧一：日本電信電話公社電気通信研究所経過資料第 1328 号 (1963).