

# ステンレス 17-7PH の圧延板における低温焼鈍効果

村 川 梨

## Effect of Low-temperature Annealing in Cold-rolled Sheets of 17-7PH Stainless Steel

By

Kiyoshi MURAKAWA

**Abstract:** The effect of annealing recently improved 17-7PH stainless sheets at temperature in the neighbourhood of 475°C was studied; the residual bending stress  $\Delta\theta_{30}$  and the Vickers hardness number were measured (Fig. 1). The plot of the minimum value of  $\Delta\theta_{30}$  versus percentage of cold reduction shows that the material is uniform and that the spring characteristics of the 17-7PH stainless sheet is excellent. The precipitated particles were examined by means of electron microscope, and no appreciable directionality of the precipitants could be detected.

### 概 要

最近改良された 17-7PH ステンレスの圧延板を 475°C のあたりの温度で焼鈍するときの影響をしらべた; 残留たわみ  $\Delta\theta_{30}$  とビッカースの硬さを測定した (Fig. 1). 17-7PH の板における  $\Delta\theta_{30}$  の最小値を圧延度の関数として曲線を書いてみると, 点がばらつかない曲線となり, インゴットがかなり均一になったことを示している. またバネ性は良好であることもわかる. 焼鈍したときの析出物を電子顕微鏡でしらべた結果, 析出物が著しい方向性を示すようなことはないということがわかった.

### §1. ま え が き

精密計器用のバネとしてのステンレス板について, 既に 3 回にわたって報告した [1]. そのうちの第 3 報 (以下, これを l.c. と引用する) では析出硬化性 17-7PH ステンレス板について, かなり詳しくしらべてある. l.c. は約 1 年以前に得られた試料について実験した結果の取りまとめであったが, その後の 1 年間にわが国で生産される 17-7PH のインゴットは次第に改良されて, l.c. ではどうしても抜け切ることのできない不均一性がかなり除去されるようになった. そこで, このように改良されたもののうち二三入手できた試料について l.c. の Fig. 7 を補足する意味で行なった実験結果について以下簡単に報告する.

なお, 17-7PH ステンレスに関する文献は l.c. に挙げてあるので, ここでは繰り返さない.

### §2. 実 験 装 置

この実験でしらべた試料のリストを Table 1 に示す. 実は, この表に示したものよりもか

Table 1. List of samples of 17-7PH stainless sheet\*.

Sample No.	Cold reduction (%)	Thickness (mm)	Ingot No.
1	30	0.42	1
2	60	0.60	
3	70	0.60	2

\* Chemical composition: Cr 17%, Ni 7%, Al 1.1%, Mn 1%, C 0.07%, Fe bal.

なり沢山の種類の試料をしらべたのではあるが、厚さが 0.5 mm 前後で、 $\Delta\theta_{30}$  の測定に適するものは Table 1 に列挙したものだけであった。それ以外は、もっと薄い板であったが、種々の性質をしらべて見て、Table 1 のものとはほぼ同じ均一さのものであらうと想像することができたので、Fig. 2 は僅か3点しか実測点がないけれど、結論としては恐らく間違いないものと考えられる。

実験装置は l.c. のときと完全に同じであるから、

その説明をここでは繰り返さない。要するに、

たわみの残留ひずみ  $\Delta\theta_{30}$  (表面最大応力が 30 kg/mm<sup>2</sup> のときの  $\Delta\theta$ ) とビッカースの硬さとを測定した [2]。  $\Delta\theta_{30}$  が小さいほど、バネ性がすぐれていると言える。

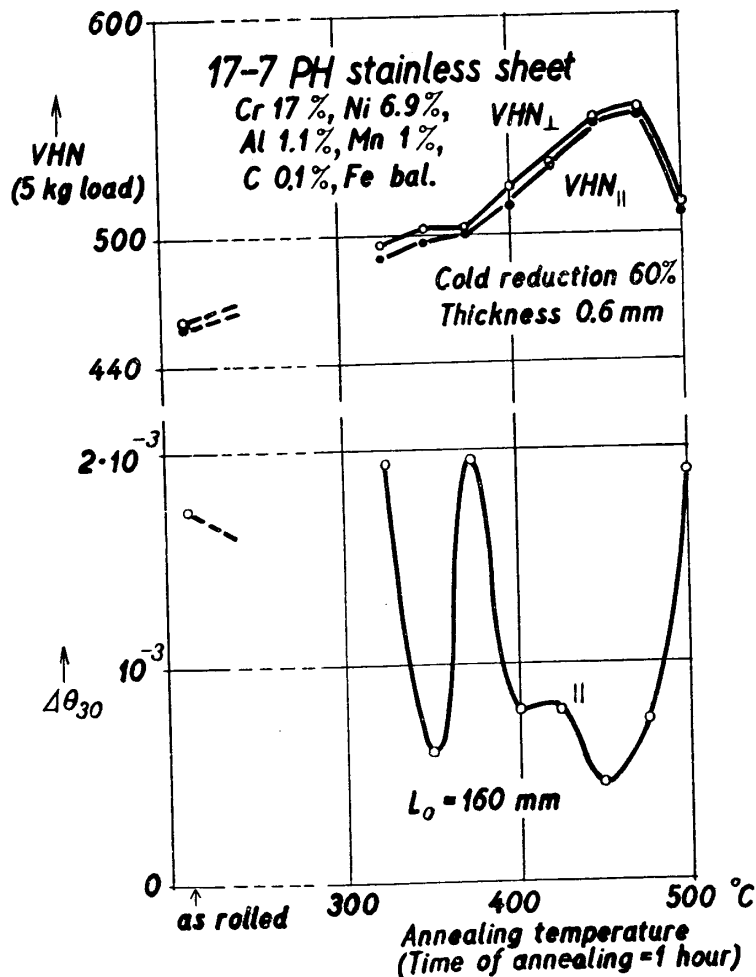


Fig. 1 Plot of Vickers hardness number and the residual bending stress ( $\Delta\theta_{30}$ ) in 17-7PH stainless sheets versus annealing temperature.

### §3. 実験結果

典型的な 17-7PH ステンレスの冷間圧延板に関する低温焼鈍効果は既に l.c. の Fig. 3 と Fig. 4 とに要約されていると考えることができる。今度も、これと極めて類似した結果が得られた。例えば試料 No. 2 (冷間圧延度 60%) に関する測定結果は Fig. 1 の通りである。475°C よりもやや低い温度で 1 時間焼鈍することにより、最小の  $\Delta H_{30}$  が得られることは l.c. の Fig. 3 と同じである。このような  $\Delta H_{30}$  の最小値を冷間圧延度の関数として曲線を書いて見ると Fig. 2 が得られる。これは l.c. の Fig. 7 に対応する。l.c. ではインゴット毎に特性がちがっていて、今度の Fig. 2 に相当する曲線の上の点がバラバラであった。今度は実測点がかかなりよく一つの曲線の上にあるということが出来る。すなわち、インゴットの均一性\* がかなり改善されたと結論することができる。また、 $\Delta H_{30}$  の最小値を洋白 [3] などと比較しても、17-7PH ステンレスの圧延板の方が洋白よりもすぐれている (ただし、今は電気伝導度の大小は考慮に入れないで議論している) ということができる。17-7PH では圧延度が 40 % 以上ならば、精密計測用パネとして優秀なものであると考えられる。また、焼き入れ後焼き戻した炭素鋼のゼンマイを置き換えるものとしては、少なくとも 90 % の圧延度が必要であると考えられる。

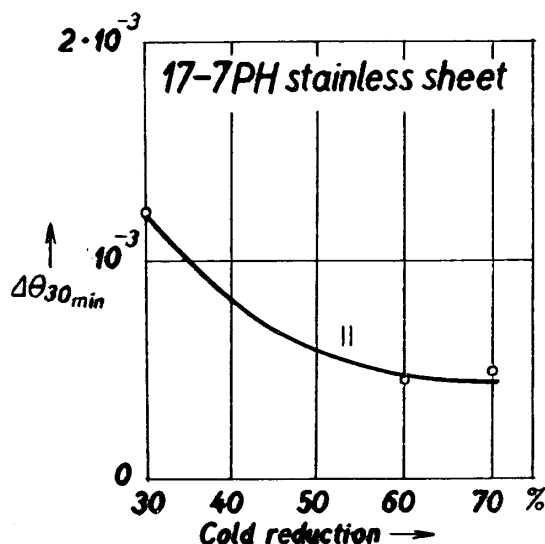


Fig. 2 Plot of the minimum value of  $\Delta H_{30}$  (attained by annealing the specimen at approximately 475°C for 1 hour) in 17-7PH stainless sheets versus percentage of cold reduction.

### §4. 顕微鏡組織

試料 No. 2 についてしらべた組織の写真の若干を Fig. 3 に示す。その写真 a は圧延したままの試料に関するものである。l.c. の Fig. 8m と著るしい相異はない。今度はオーステナイトの粒界が圧延することによって消失しかけていることが、もっと明らかである。

475°C で焼鈍することによってあらわれる析出物は 1800 倍に拡大して見ても小さい点状であるが、電子顕微鏡で 20000 倍に拡大すると、はじめて有限の大きさになってあらわれる。これを見ると圧延方向に対しての著るしい方向性はないようで、これはかなり不可解の現象のように見える。何となれば 17-7PH は強い冷間加工 (例えば強圧延) を施さないと析出硬化性にならないから、析出物は圧延方向と関連した幾何学的方向性を持つことが予期されるからである。

\* ここでいう均一性とは同一のインゴットのうちの種々の部分の均一性はもちろん、別々のインゴットを比較したときの均一性をも含めて意味する。

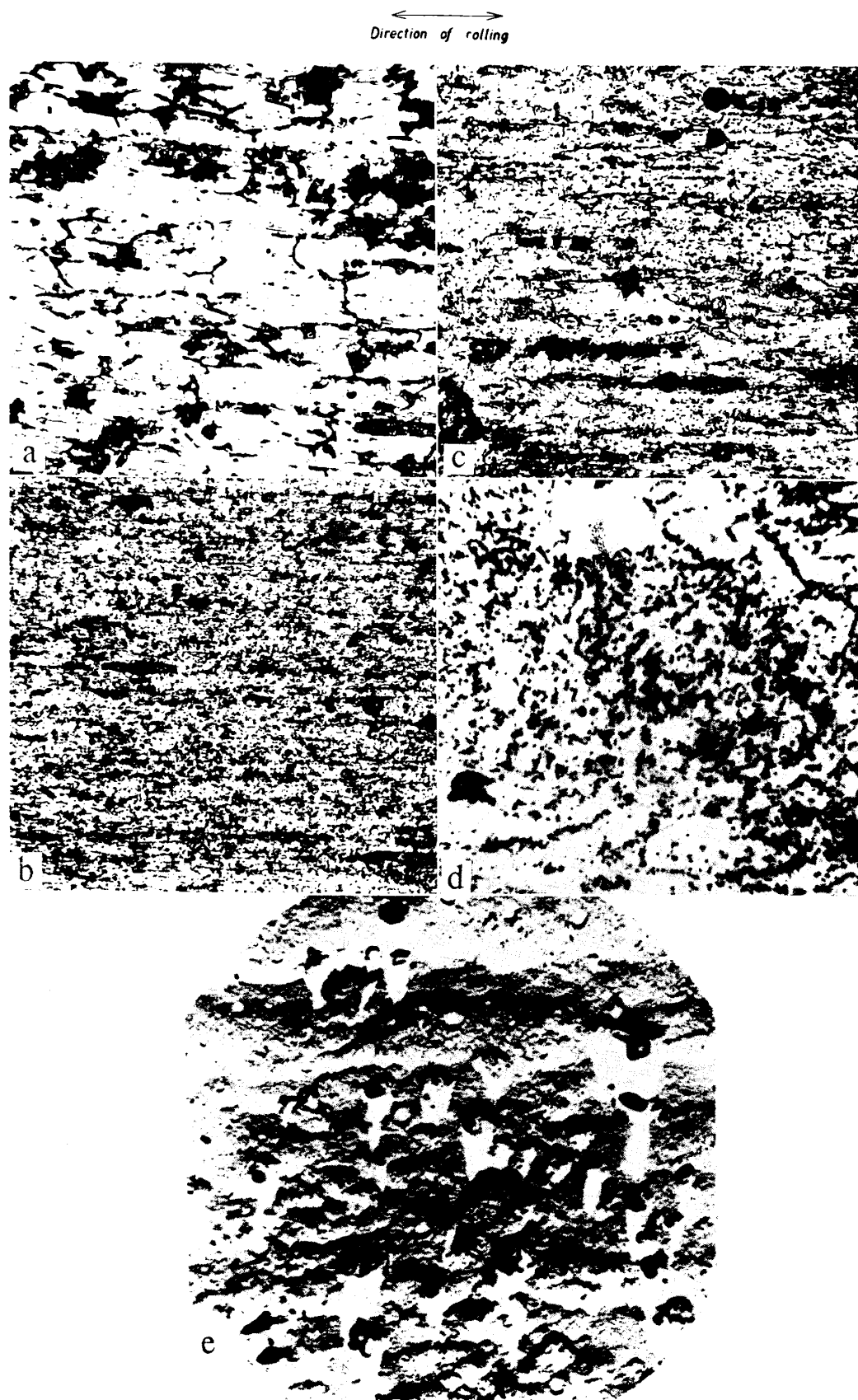


Fig. 3 The caption is at the end of next page.

これらの不明な点については、今後更に研究することによって明らかにし度いと考えている。

1960 年 7 月 30 日 計 測 部

### 文 献

- [1] 村川：東京大学航空研究所集報 1 (1958) 109; 1 (1959) 365; 2 (1960) 1.
- [2] K. Murakawa: Rep. Inst. Sci. Technology, Univ. Tokyo 10 (1956) No. 1.
- [3] 村川：東京大学航空研究所集報 1 (1959) 97.

---

Fig. 3. Microstructure of 17-7PH stainless sheet, no. 2. In each case the plane of rolling is examined.  
a. as rolled.  $\times 180$ .      b. as rolled; etched with oxalic acid.  $\times 180$ .      c. heated for 1 hour at  $475^{\circ}\text{C}$ .  $\times 180$ .  
d. heated for 1 hour at  $475^{\circ}\text{C}$ .  $\times 1800$ .      e. electron microgram; heated for 1 hour at  $475^{\circ}\text{C}$ .  $\times 20000$ .