

Fig. 4. Hysteresis loops of 3.75% Si and 6.25% Si specimens.

Si を含有する試片の履歴曲線を比較して図示した。

IV. 結 言

0.068%Si を含有する 0.8 mm 厚さの薄鋼板を試片とし、無孔皮膜を形成の後、拡散加熱を施す方法によつて、孔のない高導磁率性の高珪素鋼板を得ることに成功した。

本研究中最良の軟磁性を示したものは、珪素含有量約 6.25% であり、市販されている T_{90} などの熱延珪素鋼板のそれを凌駕し、最高導磁率、抗磁力および履歴損失がそれぞれ 10,800, 0.22 Oe, および 770 erg/cm³/cycle であつた。

なお本研究では低炭素鋼板を試片としたため、普通の珪素鋼板よりも炭素などの不純物含有量が極めて大であり、さらに炭素含有量を低くした場合には、軟磁性の向上が期待される。

文 献

- 1) 三谷, 大西: 日本金属学会誌, 23 (1959) p. 273.
- 2) 三谷, 大西: 日本金属学会誌, 26 (1962) p. 157.
- 3) 三谷, 大西: 日本金属学会誌, 26 (1962) p. 161.
- 4) 三谷, 大西: 鉄と鋼, 48 (1962) p. 560.

669,146,99-415,669,686.5
 2620,172,224

(118) ブリキ板その他薄板材のスプリング・バックテストについて

東洋鋼板下松工場 馬場敬志
 東洋製罐東洋鋼板総合研究所 63118
 〇橋田坦

Spring-Back Test for Tinsplate and Other Sheet Materials. 507~509
 Keishi BABA and Tan HASHIDA.

I. 緒 言

ブリキ板その他の製罐用材料は主としてロックウエル表

面硬度ないしは引張諸性質で管理され、このほかにステイフネス・テストなども用いられている。最近薄板を曲げ荷重を除いた場合のスプリング・バック角が降伏点と板厚に関係するという原理に基づき、降伏点より製罐用材料のテンパー度を管理しようとする試みが行なわれ、薄ブリキ、アルミニウム板などにも使用可能といわれている²⁾。

本報ではこのテスターの原理、概要ならびにテストの結果その他について報告する。

II. 測定原理

曲げの単純理論によれば³⁾ 薄板材を一定の曲率で均一に曲げ変形後荷重を取り去るとスプリング・バックを生じそのスプリング・バック角は最初の曲げ角度と曲げモーメントに関係する。曲げモーメントは材料の板厚や応力一ひずみ曲線(降伏点)と関係する。ステイフネス・テスターはこの曲げモーメント測定から材料の特性を求めるものである。一方材料の応力一ひずみ曲線が弾性域と完全塑性域から成ると仮定し曲げモーメントを計算しスプリング・バック角を求めると次の関係式が求まる。

$$\frac{\Delta\theta}{\theta} = 3\left(\frac{\sigma_e \rho}{Et}\right) - 4\left(\frac{\sigma_e \rho}{Et}\right)^3$$

- $\Delta\theta$: スプリング・バック角 (deg)
- θ : 最初の曲げ角度 (deg)
- σ_e : 降伏応力 (kg/mm²)
- ρ : 曲げ半径 (mm)
- E : ヤング率 (kg/mm²)
- t : 板厚 (mm)

この式から $\sigma_e \rho / Et$ が小さい範囲で $\Delta\theta$ が σ_e / t に比例するとして良い。従つて試料のスプリング・バック角と板厚を知つて降伏応力を求めることが可能である。これがスプリング・バック・テストの原理である。

III. 装置と取扱い

Fig. 1 に概要を示す。主要部は試料のクランプ部、半径 1/2" のマンドレル、成型ローラー、ハンドル、板厚測定ダイヤル・ゲージならびにスプリング・バック角度目盛りから成る。試料サイズは 25.4×152.4mm (1×6") で一端を固定してマンドレルに巻きつけて 180° 曲げる、ハンドルをもとに戻してはね返り角を読み降伏応力は予め作成したグラフまたはモノグラフから板厚を介して求める。

IV. 実験結果

各種のテンパー度を有する板厚の異なるブリキ板を用いて実験を行なつた。

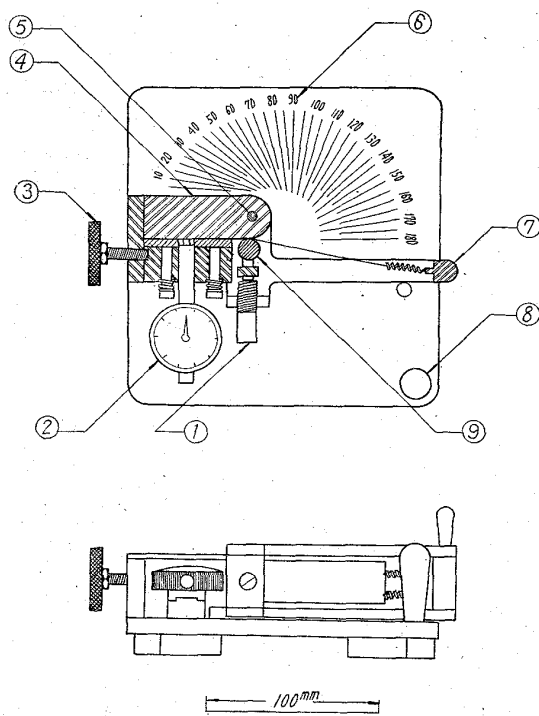
Fig. 2 にスプリング・バック角から求めた降伏応力と引張試験から求めた降伏応力の対応を示す。いくらかバラックが 45° 直線上に載っている。降伏応力値の再現性は引張試験の方がややおとるが大差ない。

Fig. 3 にテストからの降伏応力とロックウエル表面硬度(荷重 30 kg) の関係を示す。板厚が小さい場合硬度計のアンギル効果により硬度値が飽和しているのに対し推定した降伏応力では識別可能である。

その他この方法によれば引張試験と同様に板の機械的方向性を判別することもできる。

V: 考 察

Fig. 2 で明らかなように測定原理の想定が単純である



- ① Screw for pressing forming roller
- ② Dial gauge for thickness measurement
- ③ Clamping screw, ④ Forming mandrel
- ⑤ Center of bending curvature
- ⑥ Spring-back angle, ⑦ Handle, ⑧ Holder
- ⑨ Forming roller

Fig. 1. Cutaway view of the spring-back tester.

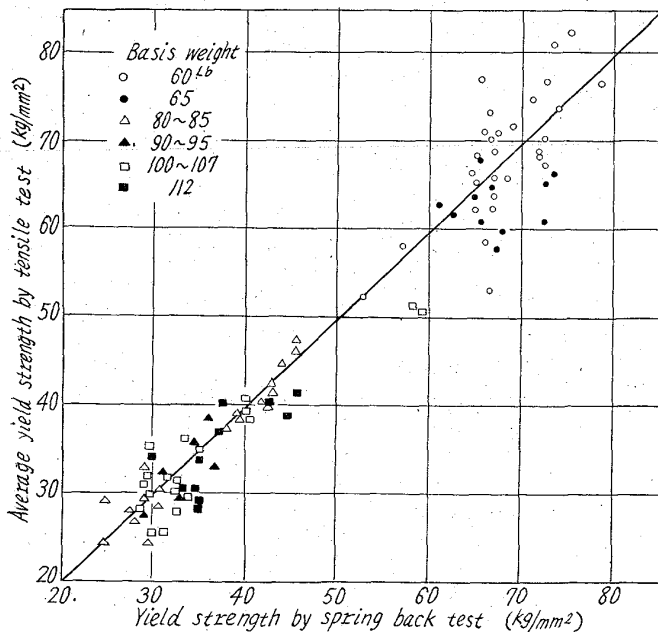


Fig. 2. Comparison of yield strengths as determined by tensile and spring-back tests on tinplate in the basis weight range of 60~112lb.

にもかからず引張試験値とは比較的良く対応している。これはハイ・テンパー材以外のブリキは降伏点のびを

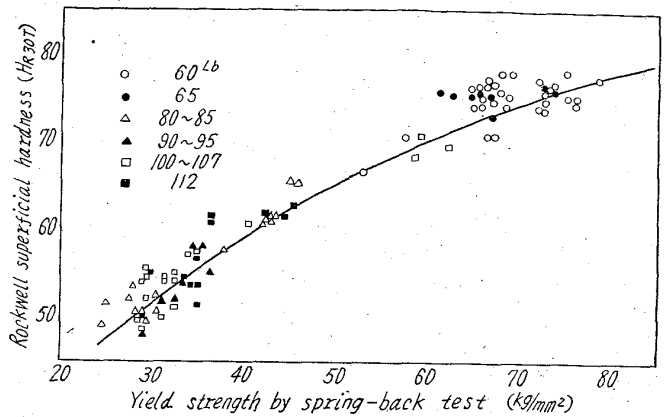


Fig. 3. Correlation between yield strength obtained by the spring-back test and Rockwell superficial hardness.

1% 内外有し曲げによる表面の最大ひずみが板厚 0.25 mm の場合で 1% 程度になるためこの範囲内で応力-ひずみ曲線が想定と一致するからである。したがって降伏点の存在しない材料では応力-ひずみ曲線の偏倚分だけ誤差が混入することになる。

その他スプリング・バック・テストにおける誤差要因 (i) 材料のバラッキ:

(ii) 残留応力の影響: 試料切断時に反りとなつて現われる場合とそうでない場合がある。

(iii) ヤング率の違い: 降伏応力を求める際にはヤング率の値を用いて計算するがこの値が試料の値と異なれば降伏応力の誤差となる。

(iv) 原理が単純な想定に基づく: 応力-ひずみ曲線の違い以外に曲げ加工時に中立面が移動したり、強圧延を行なつた材料ではバウシinger効果のため異なつたスプリング・バック値を示すことが考えられる。

(v) 測定誤差: 角度読み誤差、板厚測定誤差その他 Fig. 2 の場合引張試験からの降伏応力も誤差を含んでいることを考えあわせれば上記の誤差はそれほど大きくなくテスターによる降伏応力の推定は充分可能である。

硬度試験値と比較した場合 Fig. 3 から明らかなように硬度の変化に対応する降伏応力の変化が大きいためこの方法が有利で、前述のように薄いハイ・テンパー材の管理に好都合である。その他硬度測定に比較しての利点は装置が簡便であること、試料が大きいため平均的な値が得られることなどである。

VI. 結 言

ブリキ材その他の薄板材の降伏応力をスプリング・バック角より推定する試験を行なつた結果は次のとおりである。

(i) 引張試験より求めた降伏点とは比較的良く一致する。これはブリキ板の場合測定原理の想定が実際の場合に近いと思われる。データの再現性も良い。

(ii) スプリング・バック・テストと現行のロックウエル表面硬度の結果の対応をみると、同一テンパーの変化に対して硬度変化よりも降伏応力変化の方が大きい。これはブリキ板のテンパー識別にはスプリング・バック・テストの方が有利であることを示し、特に硬度計の

アンヴィル効果が大きく出る薄い材料または軟い材料の管理にこの方法が向いている。

文 献

- 1) 矢野, 周藤: 鉄と鋼 40 (1954) 9, p. 913~914.
- 2) J. E. O'DONNELL, E. J. RIPLING and R. M. BLICK: : Metal Progress, 81 (1962) 5, p. 67~71.
- 3) 益田: 薄板の曲げ加工 (1958), p. 30~62.

669.146.99-415:669.686.5

多:621.771.2.016.2.014

(119) 低炭素鋼板の熱延条件の歪時効におよぼす影響について

(ブリキの硬度およびフルーチング性に関する研究—II)

東洋製罐東洋鋼板総合研究所

○周 藤 悦 郎

Influence of Hot Strip-Rolling Conditions on the Strain Aging of Low-Carbon Steels.

(Study on the hardness and fluting sensitivity of tinplate—II)

509~511
Etsuro Shuro.

I. 緒 言

巻取温度を高くして結晶粒を大きくすれば軟質の連続焼鈍ブリキを得られるとの想定の下に実験を行なつたところ逆にメッキ後の硬度は高くなつた。その原因を研究して熱延後の炭化物のサイズと分布状態が歪時効におよぼす影響が大きいことが判明したので報告する。

II. 実験方法および試料

同一チャージよりとつた Table 1 の化学成分の 3 種の熱延条件のボトム・コイルを 88% 冷間圧延して 0.24 mm 厚のフープとした。これを前回の報告と同様の方法でモデル連続焼鈍炉による焼鈍, スキンパスを行なつた。高温時効は電気錫メッキ条件 (245°C のパーム油中に 6 s 浸漬後直ちに 80°C 温湯に 2 s 間焼入) で行なつた。電気推抗の測定は電位差計法によつた。その場合の試料は焼鈍後 10% 引張したもので、時効温度は 150°C とした。

III 実験結果および考察

各工程の硬度変化を Fig. 1 に示した。ホット・コイルおよび焼鈍後では巻取温度 595°C が最も硬度が高いが、電気錫メッキ後は最も低くなつている。Fig. 2 に示すようにメッキ後のエリキセン値は巻取温度が低い方がよい。フルーチング性は圧下率 1% のときのみ 595°C

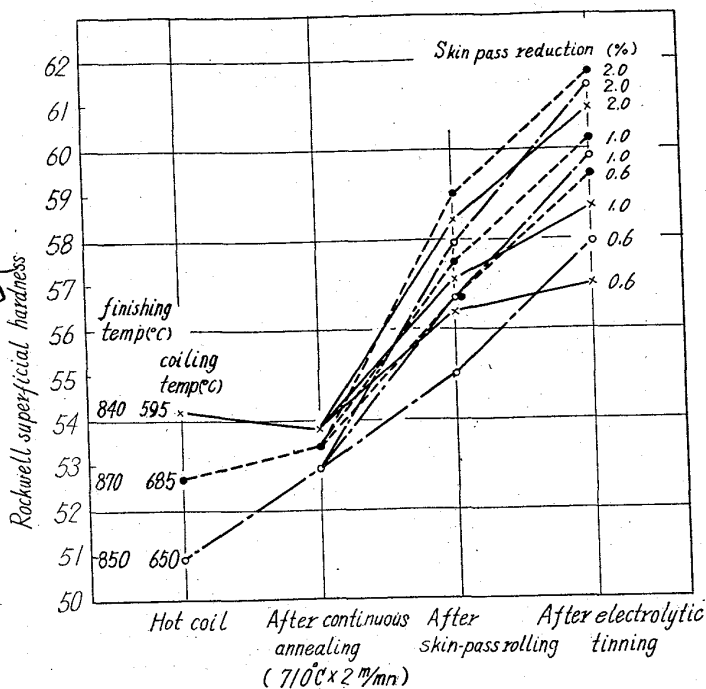


Fig. 1. Hot-rolling conditions and Rockwell superficial hardness of hot coils, after continuous annealing, skinpass rolling and after electrolytic tinning.

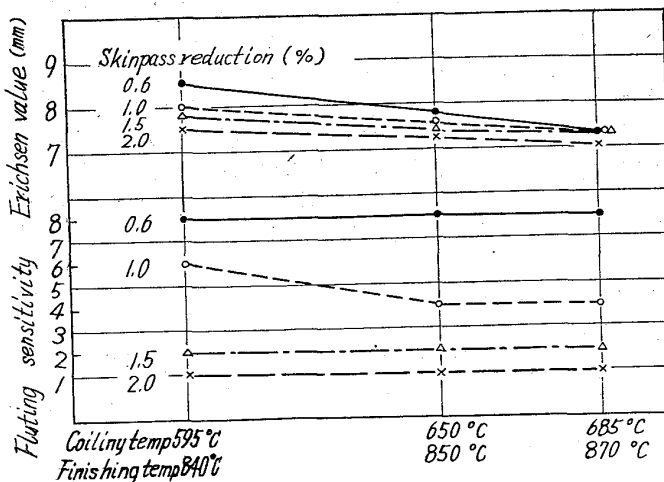


Fig. 2. Hot-rolling conditions and Erichsen value and fluting sensitivity after electrolytic tinning.

がやや大きくその他の場合は巻取温度による差はない。このような現象は過飽和溶質原子によるものと推定して時効による電気抵抗変化率を測定した (Fig. 3)。150°C

Table 1. Hot coils used in this investigation.

Finishing temp. (°C)	Coiling temp. (°C)	A. S. T. M. grain size (No.)	Rockwell superficial hardness (30 t)	C (%)	N (%)	P (%)	S (%)	Mn (%)	Cr (%)	As (%)	Sn (%)
840	595	9	54.2	0.05	0.0024	0.008	0.032	0.38	0.025	0.019	0.021
850	650	8	50.9	0.03	0.0021	0.009	0.015	0.31	0.026	0.017	0.017
800	685	7.5	52.7	0.05	0.0016	0.010	0.023	0.32	0.026	0.025	0.027