

Fig. 3. Relation between temperature and heating time in hot model furnace.

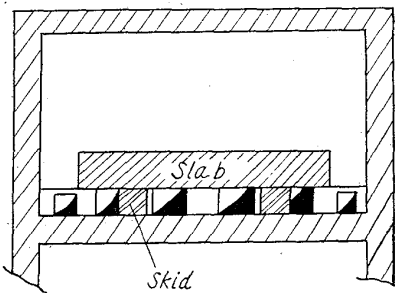


Fig. 4. Practical furnace.

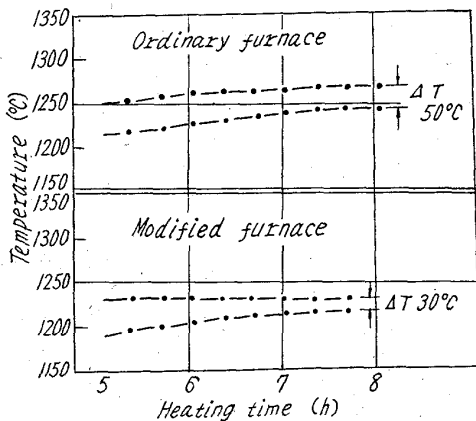


Fig. 5. Relation between temperature and heating time in an ordinary and a modified furnaces.

に現状のもの、新型式のもの、実炉の形のものとの3通りについて行つた。hot modelの内容、寸法は、流体用のモデルと同じく実炉の1/10とした。ガス流れを相似させるため、レイノルズ数をほぼ合わせ、高温加熱条件を得るため、燃焼用のガスにはCガスを使用した。炉内には厚さ40mmの鋼板を装入し、被熱体とし、こ

れの上下両面に熱電対を取付けその温度上昇を計つた。測定結果をFig.3を示す。破線で示したものが改造前のもの、実線が新型式のもの、鎖線が実際に改造した炉の場合の結果である。温度差は、改造前→実際新→新型式のものとなんとも小さくなつてゐる。

IV. 実際炉への応用

モデル炉での実験で好結果を得たので、この新型式で実際炉の改造を行う予定であつたが、築炉上の問題があり、止むを得ずFig.4に示すような構造とした。実炉による測定結果はFig.5に示す通りで、改造前50°Cの温度差があつたものが30°Cに縮まつた

V. 結 言

バッチ式加熱炉について流体実験および燃焼実験を行い、燃焼ガスの流れ方向を調べ、実際炉を改造して能率の向上を計つた。モデル実験で得た新しい型式をそのまま実際炉に応用できなかつたが、現状の改造結果でも従来のものに比べ非常によくつた。すなはち

- (1) スラブ底部の昇熱がよくなり、厚手スラブの上下温度差が50°Cより30°Cに減つた。
- (2) バーナー側への燃焼ガスの循環がよくなり、炉内のスラブ相互の偏熱が減少した。
- (3) 直接排気口へ逃げる熱損失を防いだので燃料原単位が低下した。
- (4) 在炉時間が短縮され、加熱能力を増した。

669,15,1982-194.3-415
669,14,018,58,1621,785,53,669,1782
(117)

無孔珪処理および拡散加熱処理による高導磁率性高珪素鋼板の試作

大阪府立大学工学部

工博 三谷 裕康・○大西 正巳

Preparation of 6~7% Silicon Steel Plate by Nonporous Siliconizing and Homogenizing Treatment. 505-507

Dr. Hiroyasu MITANI and Masami ONISHI.

I. 結 言

すでに報告したように筆者らの研究^{1~4)}では、鋼の表面に無孔の珪皮膜を形成せしめ、耐酸性をいちじるしく向上させることに成功した。さらに無孔珪試片の拡散実験⁵⁾から無孔皮膜および多孔皮膜の形成原因を明らかにしたのであるが、その際に約0.3mmの無孔皮膜を有する試片を比較的高温で短時間加熱した場合、カーケンダル拡散の余効果として皮膜に孔の発生することが認められた。しかるに加熱時間の延長と共に拡散層が成長し珪素濃度が稀釈化され、濃度勾配が減少するにつれ、孔も消滅することが明らかになつた。

無孔珪皮膜はFe₃Si(約14.2%Si)相当の均一組成であるが故に、薄鋼板に無孔皮膜を形成後、拡散加熱処理をほどこし珪素濃度を均一化せしめた場合、皮膜および鋼板厚さの比率より珪素濃度を調節し得るものである。

鉄-珪素合金では約6.5%Si組成のものが最良の軟磁性を示すといわれている。しかるにこの組成の合金は

硬く脆いため、薄板に加工することが困難である。

本報では薄鋼板試片の珪素含有量を約 6.5% とし、孔のない高導磁率性の高珪素鋼板を得るために、無孔滲珪処理後、拡散加熱処理を行なう実験を試みた。

II. 実験方法

滲珪装置はすでに報告⁴⁾したものとまったく同様である。無孔皮膜形成温度および拡散加熱温度は共に一定の 1230°C とした。carrier gas としての窒素の流量は 200 cc/mn, SiCl₄ 含有量は 10 vol% 一定とした。

薄鋼板試片の化学組成は 0.068% C, 0.02% Si, 0.23% Mn, 0.023% P, 0.05% S, 0.056% Cu であつた。板厚は 0.8mm で直径 36mm の円板を試片とした。

滲珪処理に際し、試片の歪み防止のために、両面から滲珪処理を行なつた。終了後ただちに SiCl₄ の供給を絶ち、窒素のみの気流中で拡散加熱した。

上記の方法によつてほとんど歪のない試片が得られるが、10h の拡散加熱後においても試片の円周部に珪素濃度勾配の大なる層が存在し、良好なる導磁率が得られなかつた。したがつて円周沿いに濃度勾配の大なる 3mm 巾の部分を除き、さらに外径 30mm, 内径 20mm の環状とし磁気測定に供した。なお試片の厚さは滲珪処理および拡散加熱処理によつて若干薄くなるので、磁気測定に先立ち、正確に厚さを求める必要があつた。磁気測定は弾動検流計法によつて行なつた。

III. 実験結果

種々なる珪素濃度の鋼板を得るための基礎実験として無孔皮膜厚さおよびそれを形成するのに必要な滲珪時間を求め、その結果から計算した珪素濃度と処理時間との関係を Fig. 1 に示した。

つぎに拡散加熱の予備実験として 22 mn 滲珪処理の後、1, 3, 5, 8 の各時間拡散加熱を行なつた。試片につき硬度分布を測定した結果、5h 以上の加熱で均一になることがわかつた。

以上の結果にもとづき、滲珪時間 20~25 mn, 拡散加熱時間 5h 以上の処理について重点的に研究を進めた。

Fig. 2 に最高導磁率 μ_{max} と珪素濃度 (分析値) との関係を示す。図中破線は 5h 拡散加熱後の μ_{max} を、実線は同一試片をさらに同温の 1230°C で 3h, 合計

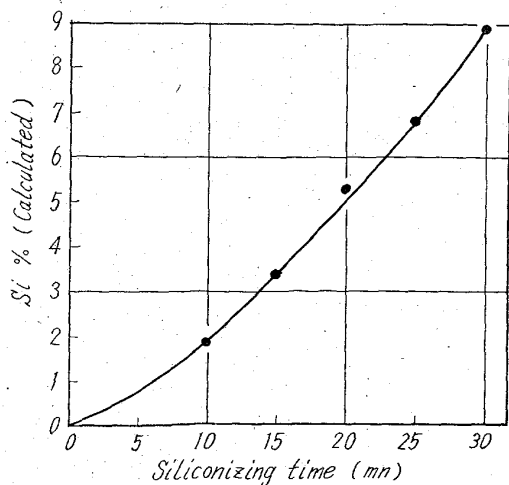


Fig. 1. Effect of siliconizing time on calculated silicon concentration.

8h 加熱した結果を示し、拡散時間の延長により μ_{max} の向上が認められる。さらに合計 11h まで拡散加熱時間の延長を試みたが、 μ_{max} の値は 8h のそれとほぼ同様であつた。本研究最良の μ_{max} は 21.5mn の無孔滲珪処理後 8h の拡散加熱で珪素含有量 6.25% の場合に得られ、その値は 10,800 であつた。

抗磁力 H_{c10} および履歴損失 Wh_{10} は上記 μ_{max} と同様 8h 以上の拡散加熱においてほぼ一定値を示したので、Fig. 3 に 8h 加熱の場合の H_{c10} と Wh_{10} とを珪素濃度 (分析値) に関して図示した。同図からも明らかごとく珪素含有量 6.25% において H_{c10} および Wh_{10} は共に最低値となり、それぞれ 0.22 Oe, 770 erg/cm³/cycle が得られた。

Fig. 4 に市販されている組成に相当する 3.75%Si を含有する試片と本研究中最良の軟磁性を示した 6.25%

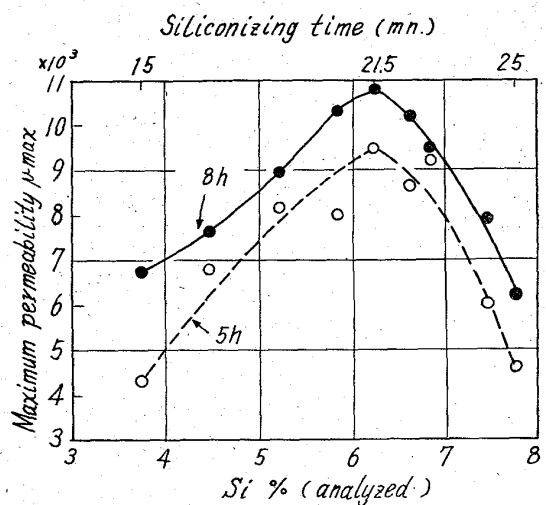


Fig. 2. Effect of silicon concentration on permeability. (5h and 8h diffusion treatment)

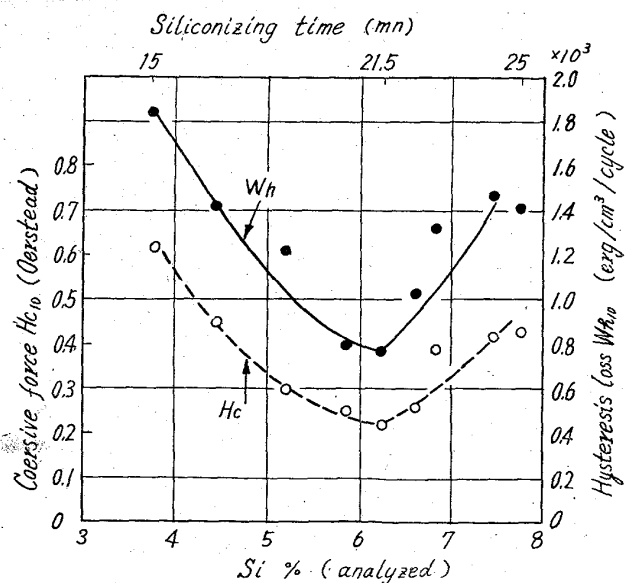


Fig. 3. Effect of silicon concentration on coercive force and hysteresis loss. (8h diffusion treatment)

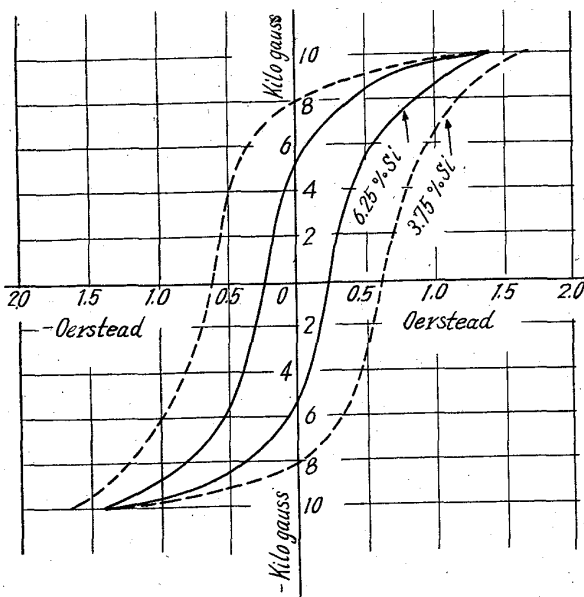


Fig. 4. Hysteresis loops of 3.75% Si and 6.25% Si specimens.

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
 東洋製鐵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. 結 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