

Element	C	Si	Mn	S	P
%	0.48~ 0.53	0.09~ 0.24	1.23~ 1.36	0.018~ 0.034	0.014~ 0.033

また一方これ等試料の圧延時よりの残留水素を理論的に計算すれば Table 2 に示した如くである。180 日或いはそれ以上経過した試料を分析した結果でも平均 0.00006~0.00007 重量 % H₂ が存在しており常温においては鋼材中の空隙内に固定されているか或いは水素化合物として存在しておりそれ以上減少しないと考えられる。さすれば放出し得る水素の圧延後の各日数経過後の重量 % は空冷材について Table 6 の如くなり実測値を理論計算値とよく一致する。この関係を Fig. 1 に示す。(図省略会場で提示)

含有水素量と伸び、絞りの関係を Fig. 2, 3 に示す。(図省略会場で提示) 含有水素量と伸びおよび絞りの間には一定の函数関係がある事がうかがわれる。但し徐冷材にあつては空冷材と同一の含有水素量より定まる伸び或いは絞りよりも幾分高い値を示しているがこれは徐冷により残留応力或いは変数応力の減少が伸び、絞りの増加として影響しているものと考えられ徐冷の効果は水素の強制放出のみでない事を示している。即ち靱性に影響を与える主要因子として含有水素量が考えられ副因子として僅かであるが変態応力、残留応力が考えられる。

(76) 高周波焼入の研究 (I)

(A Study on Induction Hardening (I))

Kingo Nagaoka.

北海道立工業試験場 長岡金吾

I. 前 言

高周波焼入については多くの貴重な研究の発表があるが、最近大容量の焼入装置にも真空管方式が実用化され、その周波数が高いことと、発振方式が従来我国で主として用いられていた高周波発電機、または火花式発振機と異なるために生ずる焼入効果の相違についての研究もなされるようになった。既に、焼入組織、硬度分布、磨耗現象等については石田博士¹⁾ 小川博士²⁾ 等によつて報告されている。一方、焼入装置の加熱性能も発振方式によつてかなり影響されるものであるが、公にされた資料に乏しいので出力 75KW 真空管管式焼入装置により得た結果について報告する。

II. 装置及び試験方法

焼入装置は発振管に 8T-21 (日電製) 1 本を使用する日本電子光学研究所製 (JEH 701 型) で周波数 430K.C 主変圧器の容量 130K.V.A である。高周波発振回路は陽極同調型自働発振方式である。

加熱の条件は多くの回路素子の調整によつて変化せしむることができるが、簡単のために主として陽極電圧を必要に応じてグリッド偏倚抵抗とフィードバックコイルの結合度を変化せしめて出力を調整した。

入力装置の計器から求め、一方出力は熱量計を用いその中に加熱した試料を投下し、水温の上昇から計算によつて求めた。

III. 試 験 結 果

加熱時間を変化し、その各々の場合にもつ試料の熱量をとると、熱量の時間的変化は Fig. 1 に示すように、

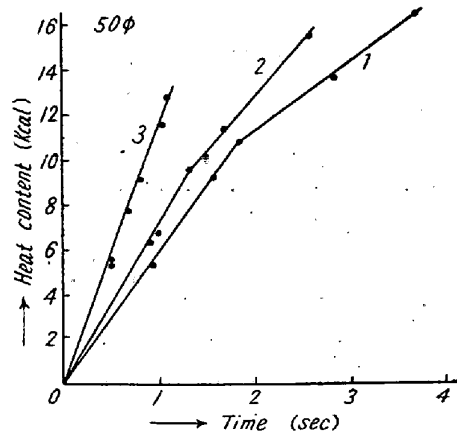


Fig. 1. Change of heat content during heating.

焼入のための加熱時間の範囲では、略々異なる傾斜の 2 直線を以て示すことができる。しかしてその折点を越えると熱量の時間的増加率即ち出力は急激に減少する。その上、下では出力を概ね一定値を以て代表させることができる。この出力の変化する点は所謂 Curie point に相当するものと考えられている点である。焼入の場合には勿論 Curie point 以下の出力が重要であるが、材料によつて焼入温度の高い場合にはその上で出力の大なることが特に必要になる。加熱条件の異なる場合には熱量曲線も変化する。図に示した如く陽極電圧を高めると、出力は増加し、これに伴つて出力が低下するに至る迄の時間も短縮される。従つて高周波焼入の出力または加熱力を考えるには、加熱条件の異なる場合に対して一定時間を以て平均を出して比較することは、その時間が各々の焼入条件においてもつ意義が異なるために適当でない。これに対しては Curie point の上、下の出力を区別して表示

Table: effective power and efficiency

Dia of work (mm)	Cond. of Heating	Min. time for hardening (sec)	Mean (kw) effective power	Power under Curie point P_1	Power above Curie point P_2	Ratio P_2/P_1	Mean (%) efficiency	Power density (kw/cm ²)
50 (gap 2.0mm)	1	2.7	19.9	24.1	13.8	0.57	34	0.64
	2	1.9	23.8	31.5	20.5	0.65	37	0.77
	3	0.9	47.8	51.5	36.5	0.71	45	1.52
35 (gap 1.0mm)	1	1.5	18.8	26.3	9.0	0.34	38	0.85
	2	0.9	27.0	32.8	15.5	0.47	42	1.23
	3	(0.5)	43.4	48.1	25.1	0.51	51	1.98
35 (gap 3.5mm)	1	3.6	11.6	14.8	5.4	0.37	26	0.55
	2	2.5	14.2	18.4	6.7	0.36	26	0.68
	3	1.4	21.4	24.3	10.9	0.46	29	1.02

するか、或いは表面硬度の測定等から焼入時間の最小値を定め、それぞれの場合に対するこの時間内の平均値を求めて平均出力とすることができる。最小焼入時間から求めた直径 50mm および 35mm の試料についての実験結果を次の表に示す。材料は S35C でインダクターは単捲コイルである。

Curie point の上、下の出力の比は、出力の大きさおよび試料、インダクター等によつて異ってくるが、発振管の出力特性、負荷インピーダンス等の回路条件によるものである。

加熱中、入力も出力と同様に変化するの効率に対しても出力と同様の考え方によつてそれを求めた。その結果は表中に示したが全入力に対する効率は 50% 以上になった。なお、使用した装置の入力にはフィラメント加熱のための 9KW が入っているので効率はこのために小出力の場合に低い値になる。また、効率の測定法には、同じくカロリー法ながら、試料中に通水してその温度上昇から出力を出す方法があるが、比較試験によれば Curie point 以上の場合の出力測定は困難であった。

インダクターと試料の間隙が大きくなる程出力並びに効率は低下する。而して gap の大なる場合には、陽極電圧を上げた影響が小さくなる。

加熱電力はまた、焼入による硬度および硬化深度に影響する。直径 22mm の試料に多捲コイルのインダクターを用いた試験結果を Fig.2 に示す。加熱条件①は表面電力密度 0.40KW/cm² ②は 0.52KW/cm² の場合である。表面電力密度の低い場合には硬化は時間的に遅れるが、それが開始すると急激に増加している。硬化深度は顕微鏡組織的にパーライトが消えてマルテンサイトが認められる位置を以てした。従つてフェライトが多少残っている程度の状態である。

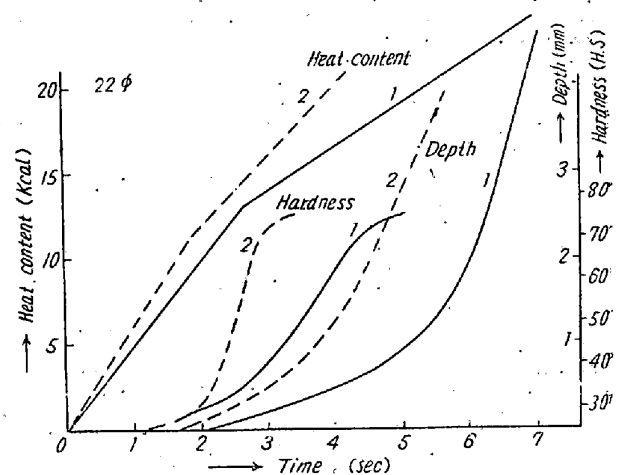


Fig. 2. Heating power and effects of hardening.

IV. 結 言

真空管式の高周波焼入装置は一般にその取扱が複雑で負荷の変化に対して鋭敏であると言われており、実際にも整合の効果の大きなことが予備的試験によつて知られたが、本報告の試験ではまず簡単のために陽極電圧のみの調整で出力を変化せしめた。加熱中出力は変化するが Curie point を境にしてその上下に対して一定と見なすことにより、焼入に対する平均出力効率の求め方について考察した。また、基礎的問題であるが、試料の大きさと、出力 gap の影響と焼入効果の関係について試験した。装置の加熱効率は全入力に対して径の小さい試料に対しても 50% 以上が得られた。また、電力密度も以上から、目的に応じた適当な値をとり得ることを知つた。なお、径の大なる試料についても実験を行いたい考えである。

文 献

- 1) 東京都立工業奨励館報告 第3号 p.36
- 2) 同上 p.61