研究

スピーカー用焼結鉄ヨークの磁性と その設計要項について*

藤 山 俊 尚**・榎 木 喜 一**

Toshitaka Fuziyama, Kiichi Enoki : Magnetic Properties and Design of Sintered Iron Yoke used for Speaker.

To establish the design of sintered iron yoke used for speaker, various factors of dimension, shape, surface treating, history of iron powder raw materials, and gap between the yoke and permanent magnet core were studied.

The aging properties of B_s , B_{25} , B_{100} and the temperature variation of μ_m , H_c , and B_{25} were also studied.

NKS-7, NKS-5 type Alnico magnet were used for permanent magnet cores.

All the yokes except for ring specimens were prepared by cutting from sintered iron of $25\phi \times 20\text{mm}$ block.

Specimens used for surface treating test were heated in an atmosphere of steam. Specimens for B_s , B_{25} , B_{100} , B_g and ϕ_T are of ring and pot type.

These specimens were formed by the pressure of 6t/cm^2 and sintered in the atmosphere of cracked ammonia gas for 3hr at 1100°C .

The yoke of high density contains about 1.0% (wt) of phosphor. Gap flux density (B_g) of pot type yokes are correlated to the dimension of side and of the thickness of bottom; it sharply decreases at a certain dimension.

The yoke with hole in the bottom has also similar properties.

Yokes heated in the steam has no variation in B_g and ϕ_T .

B_g or ϕ_T values were not so much affected by the history of iron powder raw materials and their absolute values were slightly lower than those of carbon-steel (S10C).

Temperature dependence of μ_m , H_c and B_{25} were quite similar with those of S10C and exhibits no aging in flux density B_{25} , B_{100} . (Received July 15, 1965)

I 緒 言

焼結鉄の一般的な直流磁気特性については多くの発表¹⁻⁵⁾があるが、その焼結鉄をスピーカー、または計器用等に利用される形状での特性についての発表は見当たらない。

本報告は焼結鉄をつば形スピーカーのヨークとして利用した場合の設計資料を得ることを目的とし、スピーカーの効率に影響するヨークと磁石間の空隙磁束密度(B_g)および、全漏洩磁束(ϕ_T)を測定することにより、ヨークの形状、寸法、鉄粉末原料、ヨークの密度、使用する永久磁石の種類、表面処理等の影響を観察するとともに、

焼結鉄の磁束密度(B_s , B_{25} , B_{100})の経年変化、保磁力(H_c)、最大透磁率(μ_m)、磁束密度(B_{25})の温度特性もあわせて検討したもので、以上の結果について報告する。

なお本報告の図および表に示す B_g , ϕ_T , ヨークおよび磁石寸法の単位は Gauss, Maxwell, mm である。

II 実験方法

鉄粉は輸入の噴霧粉を使用し、鉄粉の履歴の相違および空隙の変化による特性の比較の場合のみ、噴霧粉のほかに輸入の還元鉄粉、国産の電解および還元鉄粉3種を

* 昭和40年当協会春季大会に発表

** 住友特殊金属株式会社 大阪府三島郡島本町大字高浜10

Table 1 Physical properties and particle distribution of iron powders.

Characteristics Iron powder used	Apparent** density (g/cc)	Flow rate** (sec/50g)
Atomized (Import)	2.44	29.6
Reduced (Import)	2.46	29.9
Electrolytic stamped (Domestics)	2.76	NO
Reduced (Domestics) No. 1	2.47	31.7
Reduced (Domestics) No. 2	2.75	26.6
Reduced (Domestics) No. 3	2.34	34.8

Mesh	- 65	- 100	- 150	- 200	- 250	- 325
Iron powder used	+100	+150	+200	+250	+325	
Atomized (Import)	0.1	25.5	27.3	14.7	13.5	18.9
Reduced (Import)	0.1	22.4	28.2	15.7	11.0	22.6
Electrolytic stamped (Domestics)*	0.2	17.8	15.4	30.6	14.4	21.6
Reduced (Domestics) No. 1	0.1	27.5	27.3	12.0	15.6	17.5
Reduced (Domestics) No. 2	0.2	18.4	25.8	12.4	18.7	24.5
Reduced (Domestics) No. 3	0.1	26.1	33.0	12.8	15.1	13.9

* After reducing 850°C×1hr (in H₂)

** Determined from JIS

Table 2 Chemical composition of iron powders and casting carbon-steel. (S10C).

Composition Iron powders and steel used	C	Si	Mn	Cu	P	S	O ₂ *
Atomized (Import)	0.10	0.03	0.37	0.09	0.041	0.026	0.70
Reduced (Import)	0.04	0.09	0.03	tr	0.008	0.006	0.71
Electrolytic stamped (Domestics)**	0.01	0.02	tr	—	0.007	0.009	0.32
Reduced (Domestics) No. 1	0.02	0.11	0.16	0.05	0.022	0.008	0.21
Reduced (Domestics) No. 2	0.03	0.10	0.20	0.09	0.025	0.019	0.32
Reduced (Domestics) No. 3	0.03	0.05	0.29	0.10	0.011	0.012	0.15
Carbon-steel block (S10C)	0.11	0.12	0.61	—	0.026	0.007	—

* Determined from MPI

** After reducing 850°C×1hr (in H₂)

使用した。

Table 1, Table 2 に粉末特性とその化学分析値を示す。電解鉄粉のみは 850°C×1hr、水素中で還元を行なった。試料は、原料混合粉 (Zn-Stearate 1.0% 添加) を圧力 6t/cm² で約 25φ×20mm に成型後、分解アンモニアガス中 1,100°C×3hr 焼結を行なった。ただし低密度を得るときは成形圧力を低くし、高密度 (7.0g/cc 以上) のときは、鉄粉に P を 0.7~1.2% 添加して焼結すると密度が上昇するのでコイニングは行なわず、常に成形—焼結のみの工程で行なった。成形圧 6T/cm, 焼結条件を 1,100°C×3hr とした場合、P を添加して最高密度の得られる量は噴霧粉で 0.8%, 還元粉で 1.2%, 電解粉で 0.7% であったので、P の添加のときは以上のごとくした。鋼材もブロックを使用し Fig. 1 のごとき形状に切削加工を行なった。Cap 付の場合はリング状の Cap を別に切削でつくり、測定時はヨーク本体と Cap とはセロテープで移動しないように固定した。切削した試料は、焼戻等の処理は行なわなかった。また経年変化、温度特性の測定には、約 29φ×49φ×8mm のリング状試料を用いた。永久磁石は Fe-Ni-Al-Co-Cu 系 14φ×12mm の NKS-5, NS-7 の 2 種と、13φ×10mm の NKS-5 の片面に 14φ×2mm の Pole piece (S10C) を接着したもの 1 種と、計 3 種であり、その形状と磁気的特性を Fig. 2, Table 3 に示す。Fig. 3 は磁石とヨークとを組み合わせたときの形状を示すもので、Gap はすべて 0.5mm の一定 (ただし、Gap の変化のときのみ 0.5mm と 1mm の 2 種) とした。

Bg とヨークの肉厚の関係は、底厚を 2.2mm の一定とし、底厚を 1.3, 2.2, 3.1, 4.0mm と変えた。以上いずれも磁石は NKS-5, NKS-7 で、ヨークの密度は 7.1g/cc (P0.8%) と 6.5g/cc の 2 種である。

Cap 付ヨークの Bg と肉厚の関係では底厚を 3.5mm の一定とし、肉厚を 1, 2, 3, 4, 5mm と変化させ、磁石は NKS-5, NKS-7, ヨークの密度は 7.1g/cc (P0.8%), 6.7g/cc, 6.6g/cc とした。ヨークの底孔の直径と Bg の関係では、孔の直径を 0, 1, 2, 3, 4, 5, 7.2, 9mm とし、磁石は NKS-5, NKS-7, ヨークの密度は 7.1g/cc (P0.8%), 6.7g/cc, ヨークの形状は約 15φ×23φ×14.5mm

Fig. 1 Shape of sintered iron yokes used for speaker.

Fig. 2 Shape of casting permanent magnets.

Table 3 Magnetic properties of casting permanent magnets.

Magnet	Br (G)	Hc (Oe)	$\frac{(B \cdot H)_m}{M \cdot G \cdot O}$
NKS-5	12,690	720	5.96
NKS-7	13,100	724	7.54
NKS-5 (With Pole Piece)	12,960	652	6.00

(肉厚 4mm, 底厚 2.3mm), 約 $15\phi \times 19\phi \times 16\text{mm}$ (肉厚 2mm, 底厚 4.1mm) の 2 種とした。Gap と Bg の関係では, Gap を 0.5mm と 1mm, 磁石は NKS-5 と NK-S-7 および Pole piece 付 NKS-5, 鉄粉末は噴霧粉と輸入還元粉, ヨークの密度は 7.1g/cc (噴霧粉は P0.8%, 還元粉は P1.2% 添加) 6.6g/cc とした。Bg と鉄粉の履歴の差での関係には, 鉄粉に噴霧粉, 輸入還元粉, 国産還元粉および電解粉を使用し, 比較に S10C の鋼材も用いた。ヨークの密度は 7.1g/cc, 7.2g/cc, 7.3g/cc でいずれも P を添加した。磁石は NKS-5, NKS-7, Pole piece 付 NKS-5, ヨーク寸法は約 $15\phi \times 19\phi \times 14.2\text{mm}$ (底厚 2.2mm, 肉厚 2mm) である。ヨークへの表面処理が Bg に及ぼす効果については, 密度 7.1g/cc (P0.8%), 6.5g/cc (鉄粉は噴霧粉), 永久磁石は NKS-5, NK-S-7, ヨークは寸法, 形状の異なったもの 3 種を使用し, 表面処理は蒸気による黒化処理を施した。経年変化は, 焼結後特性を測定し, そのまま常温で 250 日放置した後, 再度測定し, つぎに Silicon oil 中で $100^\circ\text{C} \times 100\text{hr}$ Aging を行ない特性の変化を観察した。温度特性は, 温度を $-40, -20, 0, 24, 100^\circ\text{C}$ とし, X-Y レコーダーで鋼材 (S10C) と磁気特性を比較した。以上, スピーカ

ー用つば形ヨークと永久磁石とを組み合わせたときの Bg を測定したが, Φ_T もあわせて求めた。Bg は約 $14.3\phi \times 3.04\text{mm}$ の紙に 0.1mmφ のエナメル銅線を 5~10 ターン, Φ_T は約 $14.4\phi \times 11\text{mm}$ の紙に 10 ターン巻いたもので測定した。

III 実験結果および考察

Fig. 4 はスピーカー用ヨークの肉厚を変化させたときの Bg の変化を示すもので, 3~4mm では差はないが, それ以下になると漸次低くなる傾向にあり, Bg の値はヨークの密度が大きいほど, また磁石の磁性がすぐれているほど大きい。Fig. 5 は底厚を変化させたときの Bg を示したもので, 2.2~4mm ではほとんど差はないが, どちらかといえば 2.2mm では幾ぶん低い値を示す傾向にあり, 1.3mm では低くなる。この場合も焼結密度が大きいほど, 磁石の磁性がすぐれているほど, Bg の値は大きい。Fig. 4, Fig. 5 からわかるごとく, ヨークの厚味がある一定の寸法より薄くなると, Bg が低くなるのは磁石および焼結鉄の磁束密度の値と磁石の寸法, 全磁束に対する漏洩磁束の割合等の関係からであると考えられる。ただ焼結鉄の密度が増大すれば磁性も向上するし, スピーカー用のヨークでは H のある程度高いところの B が使用され, 密度によって磁束を通す量が異なってくる。したがって B の高い (密度の大) ほうがヨークの同一形状, 条件では Bg が高いとはいえる。一般的には, ヨークの厚みは, 次式で設計上の目安はつけ得る。

$$t \geq Dm/4 \cdot Bm/By$$

ただし, t; ヨークの厚み

Fig. 3 Combined shapes of sintered iron yoke and permanent magnet.

Magnet; 14φ×12

— NKS-7

— NKS-5

d; 7.1g/cc (Atomized Fe+P)

d; 6.5g/cc (Atomized Fe)

Fig. 4 Relation between gap flux density and side thickness of sintered iron yoke.

Magnet; 14φ×12

— NKS-7

— NKS-5

d; 7.1g/cc (Atomized Fe+P)

d; 6.5g/cc (Atomized Fe)

Fig. 5 Relation between gap flux density and bottom thickness of sintered iron yoke.

Dm; 永久磁石の直径

Bm; 永久磁石の磁束密度

By; ヨークの磁束密度

Dm, Bm が一定であれば By が大きいほど t を小さくすることが可能である。

Fig. 6 は Cap 付ヨークの肉厚を変化させたときにおける By の値を示すもので、この形状が最も多く使用されているものであり、磁束を利用する Gap 以外の磁石とヨークの間隔を大きくして磁束の漏洩を少なくする形状である。同一磁石で肉厚 3~5mm では Bg の差はほとんどないが、2mm で幾ぶん低くなり、1mm では急に悪くなる。Bg は永久磁石の特性がすぐれているほど大きい。Fig. 4, Fig. 5 の Bg と比較してもわかるごとく、Cap 付にしたほうが高い値が得られる。これは、Flux を使用する Gap 以外の磁石との間隔を Fig. 4, Fig. 5 の 0.5mm より 2mm として漏洩磁束を少なくしたためである。Fig. 7, Fig. 8 はヨークの底に孔をあけたときの Bg の変化を示すもので、ヨークの形状は寸法の異なった 2 種を使用した。孔の直径が大きくなるにつれて、漸次 Bg は減少するが、孔の直径が約 4mm ま

ではほとんど実用上問題はないと思う。しかし製造上では Core の寸法が小さいので、折損する危険はある。Bg は磁石に磁性が強い NKS-7 を用いたほうが NKS-5 よりすぐれている。磁石の Flux を通すヨークの B が高いほど Bg が大きい、すなわちヨークの密度が大きいほど大である。Table 4 は磁石とヨークの Gap を 0.5 mm と 1mm としたときの Bg, ϕ_r の変化を示すもので、Gap を大にしたほうが低くなる。すなわち、わずかの Gap の差で Bg が変化することである。これは当然考えられることであり、ヨークの内径公差（とくに上方より約 3mm までの深さ）が小さいことを要求されるのは、ここに原因があると思われるし、またスピーカーの効率は Bg の 2 乗に比例するといわれていることから当然であろう。さらに Table 4 で Gap 0.5mm の場合を考察すると、磁性の高い NKS-7 と、Pole piece のついた磁性の低い NKS-5 を用いて漏洩磁束を少なくしたものと、ほとんど Bg の差がないことであり、ヨークの形状をよく考慮し漏洩磁束を少なくするようにしなければならないが、これは設計、価格の点から十分考慮されるべきことである。同一 NKS-5 では Pole piece 付の磁石にしたほうが優位である。しかし Gap を 1mm

Table 4 Relation between gap flux density and gap length of sintered iron yoke.

Type iron yoke	Length gap (mm)	Sintered density (g/cc)	Iron powders used	NKS-5		NKS-7		NKS-5 (with pole piece)	
				ϕ_T (Max)	B _g (G)	ϕ_T (Max)	B _g (G)	ϕ_T (Max)	B _g (G)
A	0.5	7.1	Atomized	19600	6060	20300	6460	16700	6540
		6.6	Atomized	19600	6060	20300	6460	16600	6500
		6.6	Reduced (Import)	19200	6060	20100	6460	16200	6460
B	1.0	7.1	Atomized	18100	4880	19200	5270	15200	4880
		6.6	Atomized	17900	4880	19200	5270	15100	4840
		6.6	Reduced (Import)	17100	4800	18800	5200	14900	4800

にするとこの傾向は変わってくる。さらに、ヨークの密度 7.1g/cc と 6.6g/cc とで B_g, ϕ_T にほとんど差がないのは Fig. 4~Fig. 6 からわかるごとく、肉厚、底厚を 3.5mm と厚くしたためであろう。Table 5 は鉄粉の履歴による B_g, ϕ_T を鋼材 S10C と比較した結果を示すもので、ヨークの密度は 7.1~7.3g/cc である。S10C 材の値に電解粉が最も近い。その他の鉄粉末も多少 S10C 材の値より低いが大差はなく実用上差はないものと考え

る。Table 6 はヨークに蒸気による黒化処理をする前後の B_g, ϕ_T の結果で、磁石、ヨーク回路の寸法、密度を変えた場合を示した。B_g, ϕ_T ともに、処理前後の差は認められない。Fig. 9 はヨークの密度と B_g との関係を示したもので、B_g とヨークの密度は直線的な関係にあり、密度の増大とともに大きくなる。ヨークの密度は、リング試料で測定した直流磁気特性の B₂₅ と同じ直線関係にあるので、一定形状のスピーカー用ヨークの B_g と

Fig. 6 Relation between gap flux density and side thickness of sintered iron yoke with cap.

Fig. 7 Relation between gap flux density and hole diameter produced bottom of sintered iron yoke.

Fig. 8 Relation between gap flux density and hole diameter produced bottom of sintered iron yoke.

密度との関係についてデーターを求めておけば、ヨークの密度またはリング資料での B_{25} の値で B_g が推定することが可能である。Table 7 は、リング試料で焼結鉄の経年変化の結果を示したもので、S10C材と比較した。磁性は最初に測定した B_s , B_{25} , B_{100} の値からの変化を%で示した。S10C材と比べて経年変化を認められたのは、密度 6.81g/cc の B_s のみである。すなわち磁場の少ないときの磁束である。原因については詳細な調査は行なわなかったが、密度が他の試料よりも低いので孔も多く、空気と触れる面積が大で、さらに250日後において発錆していたことおよび試料中の微量炭素および含有酸素ガスの影響ではないかと推察される。しかしヨークとして焼結鉄を使用するときは直流で、磁場の強さの大きい場合が多いので実用上は問題はないであろう。Fig.

10 は密度 7.2g/cc(P;0.8%) の焼結鉄と S10C の温度特性を比較した結果で、 B_{25} , H_c は低温になるほど大となり、 μ_m は逆の傾向を示し、温度と直線的な関係にあるとともに焼結鉄と S10C 材との傾向の差は認められなかった。

以上の結果よりつば型ヨークについては焼結密度が大きいほど、同一磁石での B_g は大きい値が得られるが、つば型ヨークの形状、すなわち Leakage Flux を少なくするような形状にすることが重要である。したがって Cap 付のつば型ヨークにする必要がある。同一の B_g を得るためには磁力の大きな磁石を使用して簡単なつば型にするか、磁力の低い磁石に Pole piece をつけて簡単なつば型にするかであるが、組み立てたときの cost の問題であろう。つば型ヨークの厚さは少なくとも検討結

Table 5 Relation between gap flux density and hysteresis of iron powders used.

Iron powders and Steel used	Sintered density (g/cc)	Permanent magnet					
		NKS-5, 14 ϕ ×12 A		NKS-7, 14 ϕ ×12 B		NKS-5, 13 ϕ ×12 C (with pole piece)	
		ϕ_T (Max)	B _g (G)	ϕ_T (Max)	B _g (G)	ϕ_T (Max)	B _g (G)
Atomized (Import)	(P: 0.8%) 7.1	17,700	5,860	18,300	6,300	15,900	6,340
Reduced (Import)	(P: 1.2%) 7.1	17,700	5,890	18,200	6,190	15,600	6,190
Electrolytic stamped	(P: 0.7%) 7.2	18,100	6,040	18,900	6,340	16,000	6,340
Reduced No. 1	(P: 1.2%) 7.2	17,250	5,710	18,050	6,015	15,350	6,280
Reduced No. 2	(P: 1.2%) 7.1	16,900	5,630	17,750	5,985	15,150	6,180
Reduced No. 3	(P: 1.2%) 7.3	17,650	5,670	18,250	6,035	15,500	6,280
C-Steel (S10C)	7.8	19,000	6,025	19,750	6,460	16,050	6,540

- × Electrolytic iron powder
- Atomized iron powder
- △ Oxide reduced iron powder

Fig. 9 Relation between gap flux density and sintered density of iron yoke.

Table 6 Effect of surface treatment on sintered iron yoke.

Treatment; Steam-atmosphere heating

(): Value before surface treatment

Type iron yoke	Sintered density (g/cc)	Dimension of Curcuit				NKS-5 14 ϕ ×12		NKS-7, 14 ϕ ×12	
		Out side diameter, a (mm)	Inside diameter, b (mm)	Height, C C ₁ , C ₂ (mm)	Bottom thickness, t (mm)	B _g (G)	ϕ_T (Max)	B _g (G)	ϕ_T (Max)
A	7.1	19.97	15.03	14.45	2.30	(6,000) 6,080	(18,600) 18,600	(6,520) 6,540	(19,300) 19,600
	6.5	19.98	15.03	14.47	2.24	(5,860) 5,900	(17,500) 17,600	(6,230) 6,300	(18,400) 18,400
B	7.1	19.08	15.03	13.42	1.32	(5,710) 5,780	(15,700) 15,900	(6,000) 6,000	(16,400) 16,200
	6.5	19.10	15.03	13.42	1.35	(5,420) 5,420	(15,000) 15,000	(5,790) 5,790	(15,500) 15,500
C	7.1	23.10 23.05	15.00 19.98	C ₁ ; 3.25 C ₂ ; 11.47	2.31	(6,770) 6,780	(16,500) 16,300	(7,400) 7,320	(17,200) 17,100
	6.5	23.06 23.09	15.03 19.99	C ₁ ; 3.20 C ₂ ; 11.43	2.23	(6,440) 6,410	(15,200) 15,200	(6,810) 6,770	(15,900) 15,900

果から 3mm 以上にする必要がある。密度は 1,100°C×3hr で焼結したときの値であるが、焼結条件を変えても得られる密度が 1,100°C×3hr より変化するので B_g の値は密度で判断してもよいと考えられる。

IV 総 括

スピーカーに利用されるつば型焼結鉄ヨークの形状、寸法等の設計に関する検討と、表面処理、使用鉄粉末の履歴の相違による効果、経年変化、温度特性について測定した結果を以下に述べる。

1 つば型ヨークで Gap 0.5mm, 肉厚 2mm としたとき底厚が 2.2~4mm の範囲では B_g に大差なく、2.2mm 以下では減少の傾向にある。

2 つば型ヨークで Gap 0.5mm, 底厚 2.2mm としたとき肉厚が 3~4mm では、B_g はほとんど変わらず、3mm 以下で減少の傾向にある。さらに Cap 付ヨークの場合(底厚 3.5mm, Gap 0.5mm)でも、肉厚 3~5mm の範囲では B_g の差はほとんどなく、3mm 以下では減少の傾向を示し、2mm では少ないが、1mm では急に悪くなる。

Table 7 Variation of flux density by the aging.

Aging condition; Leaved at room temperature for 250days, afterward heated 100°C×100hr in silicon oil.

Density (g/cc)	Aging Condition	B ₅	B ₂₅	B ₁₀₀
6.81 (Sintered)	0	8580 (G)	11990 (G)	13930 (G)
	After 250 days	-21.4%	-1.9%	-1.7%
	Heating	-44.0%	-2.1%	+1.7%
7.05 (Sintered)	0	10250 (G)	12960 (G)	14740 (G)
	After 250 days	-0.5%	-0.5%	-1.0%
	Heating	-0.3%	0%	-1.0%
7.11 (Sintered)	0	10330 (G)	13250 (G)	15250 (G)
	After 250 days	-1.6%	-0.5%	-1.6%
	Heating	-0.5%	-0.02%	-0.7%
7.8 (Casting, S10C)	0	7240 (G)	14370 (G)	17660 (G)
	After 250 days	-2.2%	-0.9%	-0.2%
	Heating	-0.3%	-0.4%	+0.5%

Fig. 10 Temperature variation of coercive force (H_c), maximum permeability, flux density (B_{25}).

Specimen; Sintered iron yoke. (d: 7.2g/cc). —•—
Casting C-stcel. (d: 7.8g/cc). ○----○

3 つば型ヨークに底孔があると、孔の直径が大きくなるにつれて、 B_g は減少の傾向にあるが、3~4mmφまでは少ない。

4 1, 2, 3 の場合、 B_g の値はヨークの密度が大きいほど、また永久磁石の磁性がすぐれているほど高い値を示す。とくに Cap 付のときが高い値が得られた。

5 つば型ヨークの B_g は、Gap が 1mm より 0.5 mm のほうが高い。

6 肉厚、底厚をおおの、約 3.5mm にしたとき、ヨークの密度 6.6g/cc と 7.1g/cc では B_g にはほとんど差が認められなかった。さらに Gap が 0.5mm の場合、磁性のよい NKS-7 で得られる B_g と、NKS-7 より磁性の低い NKS-5 に Pole piece をつけたときの B_g とはほとんど差がない。しかし、Gap 1mm では NKS-5 に Pole piece をつけたときの B_g のほうが低い値を示す。

7 つば型ヨークで鉄粉の種類 (焼結密度 7.1~7.3g/cc) による B_g の相違は多少あるが、大差はない。しかし S10C 材よりわずかに低い。

8 つば型ヨークの密度と B_g は直線的な関係で密度の増大とともに大きくなり、密度とリング試料で測定した B_{25} と同傾向にある。

9 焼結鉄に黒化処理をしたときの、処理前後における B_g および ϕ_T の差は認められない。

10 リング試料で測定した密度 7.2g/cc の焼結鉄の温度特性は S10C 材と同傾向にあって、低温になるほど B_{25} , H_c は増加し、 μ_m は減少する。

11 リング試料で測定した磁束密度の経年変化は S10C 材と比較し、密度 6.81g/cc の B_s のみ大きく変化し悪くなった。しかし同密度でも B_{25} , B_{100} ではほとんど認められない。また密度 7.05g/cc, 7.11g/cc では B_s , B_{25} , B_{100} ともに S10C 材と大差はない。

文 献

- 1) R. Steinitz; J. Appl. phys, Vol 20, No. 712-714, July, 1949
- 2) H. Dietrich; Z. Metallkde, Bd. 52 (1961) H.4, 232-235
- 3) R. Steinitz; Trans. A.I.M.E. (1948) 175, 834, Metals Tech, Feb. 1948, TP 2335
- 4) Claus G. Goetzel; Treatise on Powder Metallurgy. Vol II, 1950, 270~287
- 5) 藤山;「住友金属」Vol. 12. No. 1 (昭35), 39~46