含浸刷子の動作特性と処理条件との関係

武 政 隆 一*

The relation between operating character and treatment
condition of the resin in impregnation brush

By Takaichi Takemasa

(Hitachi Laboratory Ltd)

Generally, the brush with excellent Commutating ability is made of large graphite particles. Therefore mechanical strength is poor, so the brush life is short.

Under the high current densities, the particles fall away from the sliding surface of the brush and then commutation goes bad.

For the purpose of improving this defect, the writer studied the impregnate brush with synthetic resin.

In conclusion, the brush, applying Hita buran resin denaturated by phenol has been more improved on the character of the life, friction, and commutation than ordinary brush in common use.

1. 緒 言

一般に、整流良好な刷子は多孔質で粒子が大きいために機械的強度が小さく摩耗が多いばかりでなく、高電流密度になると粒子が脱落し、整流が急激に悪化する欠点がある。これを改善する目的から合成樹脂の含浸について研究を行い、含浸処理条件と刷子の動作特性との関係について種々の角度から検討した。なお、含浸刷子については米国よりクマロン・インデン樹脂に関する特許申請¹⁾があり、また宗宮博士はこれについて炭素 (Vol. 5 p-23) で解説されている。本文では含浸剤^{2), 3)} および含浸処理条件を変えた場合における含浸刷子の動作特性を中心にして行なった実験結果を述べる。

2. 実 験 方 法

2.1 試 料

油煙系電気黒鉛質刷子素材 (34×110×210 mm) 1枚から 34×30×55 mm の試料を 28 個切り出しこれを試料とした。

含浸樹脂としてクマロンインデン樹脂⁴⁾、フェノール

変性ヒタフランおよびこれの高縮合物ベンツアルデヒド変性ヒタフラス高縮合物、ハイドロキノン変性ヒタフランならびにポリビニルホルマール・フェノール変性ヒタフラン^{4), 5)} 等を用い、溶剤としてトルエン、アセトン、トルエン～ベンゼン、アセトン～ベンゼンまたはベンゼン～メタノール等を使用した^{2), 3)}。つぎに、含浸処理はすべて真空において含浸液を徐々に滴下させて浸透させた。また乾燥は自然乾燥および真空乾燥を行ない、さらに適当な温度で焼成を行なった。

2.2 実験項目

実験項目は含浸率、見掛け比重、固有抵抗、曲げ強さ、弾性係数、摩擦係数、摩耗および整流の 8 項目で、摩耗および整流を除く外は全試料について実験を行なった。

刷子の物理特性の測定は日本学術振興会規格に準拠し、また整流は 3 kW 整流試験機を用い、補極電流および負荷電流を変え、無火花整流帯を求めた。実験条件として回転数 3,000 r.p.m.、刷子圧力 350 g/cm²、刷子寸法は 12.5×20×32 mm、取り付け角度 leading 30.°とした。

3. 含浸剤および焼成温度による影響

3.1 含浸剤の種別と物理特性

* 日立製作所、日立研究所 工博

Table 1 含浸剤と刷子の物理特性

素材 No.	含 浸 剤	含浸率 (%)	見掛け比重 (g/cm ³)	固有抵抗 (Ω -cm)	曲げ強さ (kg/mm ²)	弾性係数 (kg/mm ²)	硬 さ (ショアー)
No. 1	無 含 浸	0	1.524	0.0088	84.4	360	26 ~23.5
	ヒタフラン 0号	3.5	1.537	0.0086	100.0	456	25 ~21
	ハイドロキノ ン変性ヒタフ ラン	2.1	1.547	0.0085	102.7	455	25.5~23.5
	フェノール変 性ヒタフラン	1.7	1.540	0.0088	97.7	450	25.5~23
	ペンツアルデ ヒド変性 ヒタフラン (高縮 合物)	4.1	1.560	0.0085	127.1	547	25 ~23
No. 2	無 含 浸	0	1.496	0.0075	116.9	372	31 ~25.5
	クマロンイン デン樹脂	4.6	1.544	0.0079	168.2	727	31.5~25.5
	フェノール変 性ヒタフラン	1.9	1.525	0.0078	138.4	545	32 ~25.5
	フェノール変 性ヒタフラン (高縮合物)	4.6	1.560	0.0077	188.0	788	36 ~33
	変性ヒタフ ラン P. V. F フェノール	4.5	1.551	0.0077	188.0	780	34 ~33

備考 測定値は5個の平均値

含浸剤の樹脂濃度は30%とし、この場合における刷子素材の物理特性を測定した。Table 1はこの場合の1部の実験結果である。

Table 1 をみると無含浸より含浸刷子の方が一般に曲げ強さおよび弾性係数の平均値が高く、ことに高縮合物はこの傾向が顕著である。また米国のユナイテッド、カーバイド アンド カーボン、コーポレーションの特許¹⁾によるクマロン、インデン樹脂含浸に比較して縮合をすすめたヒタフラン樹脂含浸刷子の特性はすぐれている^{2),3)}。

つぎに、含浸によって刷子の物理特性がいかに変化するかを一元配置法により分散分析を行なったところ、見掛け比重、弾性係数および曲げ強さは危険率1%以下で関連があり、固有抵抗はほとんど関連がないことが判明した。

つぎに縮合をすすめたフェノール変性ヒタフラン樹脂の含浸率を変え、含浸率と曲げ強さおよび弾性係数との関係を求めた。Fig. 1 は含浸率と曲げ強さ Fig. 2 は含浸率と弾性係数との関係を示したものである。両図をみると含浸率が増加するほど、曲げ強さおよび弾性係数は比例的に増大している。

曲げ強さおよび弾性係数は含浸率に比例して増大するものと考え、含浸率1%当りの曲げ強さ増加率 β_1 および弾性係数増加率 β_2 を次式より求めた。

$$\beta_1 = \frac{B_2 - B_1}{B_1 \alpha} \quad \beta_2 = \frac{E_2 - E_1}{E_1 \alpha} \quad (1)$$

ただし

B_1, B_2 : 含浸前後における刷子の曲げ強さ (kg/cm²)

Fig. 1 含浸率と曲げ強さとの関係

Fig. 2 含浸率と弾性係数との関係

E_1, E_2 : 含浸前後における刷子の弾性係数 (kg/mm²)

α : 含浸率 (%)

Table 2 から明らかなように、ヒタフラン系樹脂の β_1

Table 2 各種含浸剤含浸率 1% 当りの β_1 および β_2

素材 No.	含 浸 剤	含浸率 (%)	曲げ強さ (kg/cm ²)			弾性係数 (kg/mm ²)		
			含浸前	含浸後	β_1	含浸前	含浸後	β_2
No. 1	無 含 浸	0	84.4	—	0	360	—	0
	ヒタフラン 0号	3.5	〃	100.6	0.052	〃	456	0.077
	ハイドノキノン変性ヒタフラン	2.1	〃	102.7	0.103	〃	455	0.125
	ベンツアルデヒド変性ヒタフラン (高縮合)	4.1	〃	127.1	0.123	〃	547	0.127
	フェノール変性ヒタフラン	1.7	〃	97.7	0.088	〃	450	0.147
No. 2	無 含 浸	0	116.7	—	0	372	—	0
	フェノール変性ヒタフラン	2.0	〃	138.4	0.093	〃	545	0.233
	フェノール変性ヒタフラン (高縮合)	4.5	〃	188.0	0.165	〃	788	0.248
	P. V. Fフェノール変性ヒタフラン (高縮合)	5.4	〃	188.0	0.113	〃	780	0.215
	クマロンインデン樹脂	5.0	〃	168.2	0.088	〃	727	0.192

備考 測定値は 5 個の平均値

および β_2 はクマロン、インデン樹脂の場合よりも大きく、またヒタフラン系樹脂は縮合をすすめたものほど、 β_1 および β_2 は大きくなる傾向が認められた。つぎに、含浸剤および刷子が同一品種であれば刷子素材が変わっても β_1 および β_2 が同じであるかを検討したが、両者ともにだいたい同じであった。しかし β_2 は β_1 よりも多少バラツキが多かった。

3.2 焼成温度と整流子面の荒損

焼成温度により含浸剤の炭化程度が変化するので、刷子摺動による整流子の荒損程度は当然相違する。よって刷子摺動による整流子面の荒損について実験を行なった。実際の整流子では表面荒さの測定が困難であったので、本実験では銅リングを用いた。Table 3 は焼成温度と銅リングの荒損との関係を示したものである。Table 3 から明らかなように、無含浸刷子よりも含浸刷子の方がいくらか荒損が大きい。これはおそらく含浸させた樹脂が炭化され、これによる引かき作用であると考えられる。250°C で表面荒さは 3S であるが、肉眼では判別できない程度である。このように、含浸により多少整流子面は荒損されるが、一面には過剰な皮膜を研磨しかえて無含浸の場合より動作特性が改善される。300°C の

場合は 5S となり肉眼でも判別できる程度になるが、それより焼成温度を高くすると、荒損は減少する傾向が認められる。

4. 含浸処理による影響

4.1 含浸処理条件の検討方針

含浸処理条件特に焼成時間を変えた場合における影響について検討した。検討するに当っては直交配列 $H_2 16$ 表を用い、要因はつぎの 4 因子とした。

A : 所定温度に上昇させるまでの時間 (h)

$$A_0 = ah, A_1 = bh, \text{ただし } a < b$$

B : 一定温度で保持する時間 (h)

$$B_0 = ch, B_1 = dh, \text{ただし } c < d,$$

C : 真空乾燥の効果

$$C_0 = \text{省略} \quad C_1 = \text{実施}$$

D : 刷子素材採取位置

$$D_0 = \text{素材の両端} \quad D_1 = \text{素材の中央}$$

測定項目は見掛け比重、固有抵抗、弾性係数、曲げ強さ、シヨアー硬さ、刷子摺動特性および電流しや断特性である。この中見掛け比重、固有抵抗およびシヨアー硬さは直接含浸処理条件によってほとんど影響をうけな

Table 3 焼成温度を変えた場合の含浸刷子による銅リング荒損実験結果

含 浸 剤	含浸率 %	焼成温度を変えた場合の含浸刷子による リングの荒損 (S)					
		20°C	200°C	250°C	300°C	350°C	400°C
フェノール 変性ヒタフラン	4.6	1.6	1.8	3.0	5.0	3.5	4.0

い。また、弾性係数と曲げ強さとは比例的関係にあると思われるので、直交配列による検討の対象としたものは曲げ強さ、摺動特性および電流しや断特性の3項目とした。

刷子摺動特性は刷子摺動障害に基因する脈動電流を測定し、脈動電流の大小より摺動特性の良否を判別した。

電流しや断特性測定試験機は Fig. 3 および Fig. 4 に示せるごとくで、刷子が同時に2個の整流子片①および②を摺動する時、インダクタンス L に電流が流れる。いま刷子が整流子片①を離れると電流がしや断される。瞬時に火花を発生する。この火花は L が一定な場合には刷子材の電流しや断特性と摺動接触に関係する。よって L を短絡し単なる摺動接触のみと、 $L(50 \mu H)$ を回路に入れた場合における摺動接触特性を測定した。刷子火花量が多ければ脈動電流は増大するから脈動電流の大きさから間接的に火花量を推定した。

Fig. 3 電流しや断特性試験機およびコイルリアクターの外観

Fig. 4 電流しや断特性測定試験機説明図

4.2 含浸処理条件と曲げ強さ

含浸処理条件を変えた場合の曲げ強さは付 Table 1, に示したが、これより、直交配列 $H_2 16$ 表により求めた分散分析表を示すと Table 4 のとおりである。

Table 4 より顕著にあらわれた要因としては A および B の主効果である。

Aの主効果：所定温度に上昇させるまでの時間は徐々に温度を上昇させた方が曲げ強さは大きくなる。

Bの主効果：所定温度を一定に保持する時間はなるべく短かくした方が曲げ強さが大きくなる。

結局、曲げ強さを大きくするためには極力含浸剤を蒸発させないように徐々に温度を上昇させ、最高温度で焼成す時の間を短縮した方がよいことになる。その他の要因は危険率が大きく明瞭でないが、真空乾燥を省略した方が含浸剤の散逸が少なく曲げ強さが大きく、また素材の中央部より端部の方がいくらか曲げ強さが大きいことが推定された。

Table 4 処理条件を変えた場合における曲げ強さ (付1表) の分散分析表

要 因	変 動 $S.S$	自由度 f	不偏分散 V	F 検 定	
				F_0	α_1 (%)
A	716	1	716	14.10	1
B	298	1	298	5.85	5
C	138	1	138	2.70	20
D	127	1	127	2.50	20
A × B	115	1	115	2.30	20
C × D	189	1	189	3.70	20
* A × B × C × A × B	484	1	484	9.50	5
* A × B × C × A × B × C	264	1	264	5.20	20
誤 差	357	7	51	—	

備考 α_1 危険率

* 交互作用が顕著に認められたので一応誤差から分離した。

4.3 含浸処理条件と刷子摺動特性

含浸処理条件を変えた場合における刷子摺動特性は回転数 1,200 r.p.m. の場合の測定値について計算を行った。前と同じように附表の分散分析表を示すと Table 5 のとおりである。Table 5 をみると主効果より交互作用の方が顕著にあらわれ、一般傾向として樹脂の含浸量が少なくなるような熱処理を行なえばよいことになる。すなわち、所定温度まで上昇させる時間はなるべく短い方がよく、温度を一定に保持する時間はなるべく長くした方がよい。また真空乾燥は実施し、かつ所定温度一定保持時間はなるべく長くした方がよいことが判明した。

Table 5 含浸処理条件を変えた場合における刷子摺動特性(付2表)の分散分析表

要 因	変 動 S.S	自由度 f	不偏分散 V	F 検 定	
				F ₀	α ₁ (%)
A	0.06	1	0.06	—	—
B	9.77	1	9.77	2.26	20
C	1.82	1	1.82	—	—
D	6.00	1	6.00	1.60	—
A×B	1.60	1	1.60	—	—
A×C	31.40	1	31.40	8.38	5
A×D	5.00	1	5.00	1.34	—
B×C	33.00	1	33.00	8.88	5
B×D	12.60	1	12.60	3.35	20
C×D	3.43	1	3.43	—	—
誤 差	18.55	5	18.55	—	—

4.4 含浸処理条件と電流しや断特性

L がある回路の電流を急速にしや断すれば L により火花を発生させるが、含浸処理条件によってこの電流しや断特性はどのように影響されるかを検討した。Table

Table 6 L がある場合の刷子摺動特性 (付3表) の分散分析表

要 因	変 動 S.S	自由度 f	不偏分散 V	F 検 定	
				F ₀	α ₁ (%)
A	3.24	1	3.24	—	—
B	22.60	1	22.60	3.32	20
C	9.00	1	9.00	1.33	—
D	13.34	1	13.34	1.96	—
A×B	0.12	1	0.12	—	—
A×C	20.30	1	20.30	2.99	20
A×D	10.56	1	10.56	1.55	—
B×C	2.72	1	2.72	—	—
B×D	0.90	1	0.90	—	—
C×D	5.07	1	5.07	—	—
誤 差	33.93	5	6.80	—	—

6 はこの場合における分散分析表を示したものである。

Table. 6 をみると B の主効果および A×C の交互作用があらわれているが、危険率 20 % で顕著でない。しかし、傾向としては Table 5 の摺動特性と同様であつて、温度を一定に保持する時間は、なるべく長くした方がよく、また所定温度まで上昇させる時間は、なるべく短い方がよいことが判明した。結局この場合も樹脂の含浸量が少なくなるような熱処理、すなわち急速に温度を高め比較的長時間焼成した方がよいわけである。

いずれにしても、この場合の刷子の電流しや断特性は摺動特性の良否に基因する火花に関係するようである。したがって、刷子材質自身の消弧能力(火花防止効果)は刷子の材質によって決定され、含浸処理による直接効果はほとんど認められない。

4.5 素材の見掛け比重と含浸率

同一原料、同一製造工程で作った刷子でも、見掛け比

Table 7 含浸率を変えた場合の刷子物理特性

素材	含 浸 処 理	含 浸 率 (%)		見掛け比重 (g/cm ³)	曲げ強さ (kg/cm ²)	弾性係数 (kg/mm ²)
		焼成前	焼成後			
No. 2	無 含 浸	—	—	1.50	1.17	372
	含 浸	4.5	4.3	1.56	188	789
No. 3	無 含 浸	—	—	1.51	119	420
	含 浸	5.6	4.6	1.55	165	730
No. 5	無 含 浸	—	—	1.57	135	439
	含 浸	2.6	2.3	1.61	169	721
No. 6	無 含 浸	—	—	1.49	121	408
	含 浸	4.3	3.8	1.54	165	671

備考 含浸剤：フェノール変性ヒタフラン(高縮合)

重が異なれば当然含浸量は異なるはずである。これを確認するために、素材の見掛け比重と含浸量との関係を一元配置法により検討した。Table 7 は無含浸および含浸刷子の物理特性および含浸量を示せるものである。または Table 8 は Table 7 の結果について一元配置法により検定した結果を示す。Table 8 の結果についてF検定を行なうと

$$F_0 = \frac{S_c}{(k-1)} \frac{S_E}{(N-k)} = \frac{7.78522}{0.02121} \div 367$$

$$k = 4 \quad N = 20$$

$$F_0 = 367 > F_{16}^3(0.01) = 5.29$$

Table 8 一元配置法による検定結果

要 因	変 動 $S.S$	自由度 f	不偏分散 V
級 間 変 動 S_C	23.35565	3	7.78522
級 内 変 動 S_E	0.33945	16	0.02121
全 変 動	23.69510	19

Fig. 5 見掛け比重と含浸率との関係

となり、1%の危険率で含浸率は見掛け比重に関係があることがわかった。さらに、見掛け比重の異なる素材を用い実験を行なったところ Fig. 5 の結果が得られた。Fig. 5 をみると見掛け比重の小さい素材ほど含浸率が大きくなっている。

5. 接触抵抗, 摩擦係数, 整流特性 および摩耗

5.1 接触抵抗

含浸による刷子の接触抵抗の影響を知るために、後述の摩耗試験の際、電流密度 $7.5\text{A}/\text{cm}^2$ の場合における接触電圧降下を測定し、さらにこの値を電流値で除して接触抵抗を求めた。なお、測定値はかなり変動するので、約1週間の間測定を行ない平均値を求めた。Table 9 から明らかなように無含浸でも接触抵抗にはほとんど差異が認められなかった。

5.2 摩擦係数

含浸によって刷子の摩擦係数はいかに影響されるかを究明するために、一つの素材から試料を採取し、含浸前後の物理特性を測定した。Table 10 をみると含浸刷子は無含浸刷子に比較して見掛け比重および固有抵抗はいくらか大きく、曲げ強さおよび弾性係数はかなり高くなっている。また摩擦係数は1種類の刷子で約50時間測定し、これの平均値を求めたが、無含浸および含浸ともに0.28で同じであった。摩擦係数は絶えず変動するので摩擦係数出現頻度率を求めたところ Fig. 6 の結果を得た。Fig. 6 から明らかなように、含浸刷子の方が無含浸刷子よりもかなりバラツキが小さい。したがって、含浸刷子の方が無含浸刷子よりも摩擦の変動が少なく、

Table 9 含浸刷子の接触抵抗

含 浸 の 種 別	実験時間 (h)	電流密度 (A/cm^2)	刷 子 の 接 触 抵 抗 (Ω)		
			正	負	平 均
無 含 浸 フェノール変性ヒタフラン	200	7.5	0.0622	0.1120	0.0870
	"	"	0.0553	0.1170	0.0860
無 含 浸 フェノール樹脂	20	7.5	0.0480	0.0866	0.0670
	"	"	0.0430	0.0853	0.0650

Table 10 含浸刷子の摩擦係数

含浸の種別	含浸率 (%)	摩擦係数 (平均値)	見掛け比重 (g/cm^3)	固有抵抗 ($\Omega\text{-cm}$)	曲げ強さ (kg/cm^2)	弾性係数 (kg/mm^2)
無 含 浸	0	0.281	1.486	0.0069	160	547
含 浸	1.8	0.281	1.524	0.0077	216	706

備考 含浸剤：フェノール変性ヒタフラン（高縮合）

Fig. 6 摩擦係数出現頻度率

刷子の摺動特性が安定であることが推定できる。

5.3 整流特性

無含浸刷子および含浸刷子の整流特性を比較するために、3kWの整流試験機により無火花整流帯を測定した。なお本整流試験機の補極は一般直流機の補極のように負荷電流で励磁するのでなく、別の電源により励磁するようになっている。したがって、無火花整流帯の中心線はFig. 7のように斜め上方に伸びる。Fig. 7は無含浸刷子の無火花整流帯を示せるもので、最初はかなり整流帯の幅が広く整流が良好であるが、運転時間の経過とともに漸次整流が悪化して30時間前後には整流帯の幅が狭くなっている。これに対してFig. 8は含浸刷子の場合の無火花整流帯を示すもので、運転時間の経過による整流悪化はきわめて少なく特性が良好である。さらに整流特性を再確認するために、別の素材に含浸させて整流特性を測定したところFig. 9およびFig. 10の結果を得た。無含浸刷子の場合はFig. 9から明らかなように、35時間後にはかなり整流特性が不安定になっている。これに対し、含浸刷子の場合はFig. 10のように35時間後になっても整流特性はほとんど変化がな

Fig. 7 無含浸刷子の無火花整流帯曲線

Fig. 8 含浸刷子の無火花整流帯曲線

Fig. 9 時間経過による無含浸刷子の無火花整流帯の変動

Fig. 10 時間経過による含浸刷子の無火花整流帯の変動

で安定である。

つぎに、含浸率をいろいろ変えて整流特性を測定したが、含浸率があまり大きいと、かえって無含浸刷子よりも整流特性が悪かった。

結局、含浸刷子は後述のように耐摩耗性が大きいばかりでなく、適度の樹脂を含浸させることにより高電流密度における整流特性が著しく改善されるわけである。ま

Table 11 油煙系含浸刷子の摩耗特性

含 浸 剤	含浸率 (%)	1,000 時間 当りの 刷子 摩耗 量					
		寸 法 法 (mm)			重 量 法 (g)		
		正	負	平 均	正	負	平 均
無 含 浸 フェノール変性 ヒタフラン	0	0.500	0.683	0.593	0.177	0.187	0.182
	2.6	0.317	0.517	0.417	0.157	0.177	0.167

備考 測定値は5個の平均値

た、多少の研摩性があるので、過剰な皮膜を除去するのにも効果があり、一般的特性が無含浸刷子よりもすぐれている。

5.4 摩耗特性

含浸刷子の特長としては摩耗が少ないことであるが、含浸量は 5~15% でかなり多い¹⁾。しかし、含浸量が多いと整流が悪くなるので、含浸量を少なくした場合の摩耗特性を検討した。油煙系無含浸刷子とフェノール変性ヒタフランを 2.6% 含浸させた刷子を用い、摩耗試験を行なった。その結果は Table 11 のとおりで、摩耗量を重量法あるいは寸法法で測定しても含浸刷子の摩耗は無含浸刷子の場合よりも少ない。結局特性の良好な樹脂を含浸させることによって 5% 以下の含浸量でも摩耗を少なくすることができる。

6. 結 言

含浸刷子の含浸処理条件を変えた場合における刷子の動作特性について研究を行なったところ、つぎの結果を得た。

- (A) 含浸刷子の特性は含浸剤の種別により著しく影響される。
- (B) 含浸刷子の特性は焼成法により著しく影響される。
- (C) 含浸率が大きいほど弾性係数、曲げ強さおよび

耐摩性は大きくなるが、整流は逆に悪くなる。

- (D) 見掛け比重、固有抵抗および硬さは含浸による影響をほとんどうけない。
- (E) 適度に含浸させた刷子は摩耗、摩擦および整流特性が著しく改善される。
- (F) フェノール変性ヒタフラン樹脂含浸刷子はクロム・インデン樹脂より良好である^{2),3)}。

本研究を行なうにあたりご指導をいただいた日立研究所長三浦博士、今尾技師長、第1部部長小林博士、主任研究員一木博士、またご助言とご援助をいただいた日立化工茨城工場長高橋博士、日立山崎工場工場長鶴田博士、日立研究所高野博士、終始実際に御協力くださった西沢清司氏に対し厚くお礼を申しあげる。

7. 参 考 文 献

- 1) ユニオンカーバイドエンドカーボンコーポレーション特許出願公告 (昭 28-5815) (昭 28. 11)
- 2) 武政, 高野: 特許第 229217 号 (昭 32. 2)
- 3) 武政, 高野: 特許第 229229 号 (昭 32. 2)
- 4) 鶴田, 高野: プラスチックス Vol. 5 No. 11 p-40 (1954)
- 5) 鶴田, 高野, 福村: 日立評論 Vol. 32 p-937 (1950)

10/5/61

(2 頁よりつづく)

委員会委員長は会員の内より選出して、前記三委の認証を取る。また地許開催委員長は必要な場合には自由に協力者を選出することが出来ることにしてある。

次回開催地 (1963) は Pittsburgh で、プログラム委員長は Dr. S. Ergun 氏、また地許開催委員長は Dr. R. Friedel 氏で、両氏共 U. S. Bureau of Mines の人である。

以 上

S. Mrozowski
Am. Carbon. Committee
Executive Committee

註: 本状は第5回カーボン会議に出席した永井雅夫氏が Dr. Mrozowski 氏に照会した手紙の回答である。

付 1 表 含浸刷子物理特性 H₂ 16 表

試 料	含浸率 (%)	処 理 条 件	見掛け比重 (g/cm ³)	固有抵抗 (Ω -cm)	弾係数 (kg/mm ²)	曲げ強さ (kg/cm ²)
No. 8	3.6	$A_0 B_0 C_0 D_0$	1.625	0.0078	905	237
			1.630	0.0078	—	264
No. 4	3.4	$A_0 B_0 C_0 D_1$	1.620	0.0079	855	240
			1.620	0.0083	—	232
No. 1	3.1	$A_0 B_0 C_1 D_0$	1.635	0.0080	885	252
			1.635	0.0085	—	254
No. 25	3.5	$A_0 B_0 C_1 D_1$	1.615	0.0082	820	223
			1.615	0.0083	—	240
No. 24	3.4	$A_0 B_1 C_1 D_1$	1.620	0.0087	825	234
			1.610	0.0085	—	224
No. 7	3.3	$A_0 B_1 C_1 D_0$	1.620	0.0079	910	275
			1.615	0.0078	—	225
No. 10	3.2	$A_0 B_1 C_0 D_1$	1.690	0.0077	865	249
			1.690	0.0080	—	253
No. 15	3.6	$A_0 B_1 C_0 D_0$	1.630	0.0079	950	237
			1.630	0.0080	—	228
No. 18	3.2	$A_1 B_1 C_1 D_1$	1.620	0.0079	900	217
			1.620	0.0078	—	240
No. 21	3.4	$A_1 B_1 C_1 D_0$	1.610	0.0086	924	263
			1.595	0.0090	—	246
No. 19	3.3	$A_1 B_1 C_0 D_1$	1.630	0.0083	905	267
			1.630	0.0081	—	255
No. 23	3.5	$A_1 B_1 C_0 D_0$	1.600	0.0082	905	243
			1.600	0.0083	—	249
No. 14	3.5	$A_1 B_0 C_0 D_0$	1.620	0.0085	865	257
			1.630	0.0079	—	274
No. 11	3.2	$A_1 B_0 C_0 D_1$	1.700	0.0077	800	263
			1.690	0.0077	—	273
No. 22	3.5	$A_1 B_0 C_1 D_0$	1.650	0.0086	840	282
			1.610	0.0090	—	232
No. 5	3.4	$A_1 B_0 C_1 D_1$	1.615	0.0079	890	250
			1.625	0.0076	—	270

付 2 表 L なき場合の含浸刷子摺動特性 H_2 16 表

試 料	含 浸 処 理 条 件	各回転数における含浸刷子摺動特性 (μA)					
		400 r. p. m.	600 r. p. m.	800 r. p. m.	1,000 r. p. m.	1,200 r. p. m.	1,400 r. p. m.
8	$A_0 B_0 C_0 D_0$	150	270	410	590	1,310	1,300
4	$A_0 B_0 C_0 D_1$	260	380	460	620	820	1,200
1	$A_0 B_0 C_1 D_0$	240	360	510	800	1,230	2,100
25	$A_0 B_0 C_1 D_1$	270	320	440	590	1,210	1,810
24	$A_0 B_1 C_1 D_1$	350	400	470	810	1,540	2,140
7	$A_0 B_1 C_1 D_0$	330	450	550	800	1,020	1,800
10	$A_0 B_1 C_0 D_1$	200	320	500	620	780	1,300
15	$A_0 B_1 C_0 D_0$	180	300	370	540	700	1,020
18	$A_1 B_1 C_1 D_1$	320	440	520	700	1,300	1,800
21	$A_1 B_1 C_1 D_0$	150	270	410	590	880	1,300
19	$A_1 B_1 C_0 D_1$	290	330	600	800	1,030	1,450
28	$A_1 B_1 C_0 D_0$	240	420	500	660	800	1,240
14	$A_1 B_0 C_0 D_0$	360	480	740	940	1,300	1,800
11	$A_1 B_0 C_0 D_1$	220	340	500	1,000	1,650	—
22	$A_1 B_0 C_1 D_0$	280	360	460	620	880	1,580
5	$A_1 B_0 C_1 D_1$	300	320	470	690	870	1,300

付 3 表 L ある場合の含浸刷子摺動特性 H_2 16 表

試 料	含 浸 処 理 条 件	各回転数における含浸刷子の摺動特性 (μA)					
		400 r. p. m.	600 r. p. m.	800 r. p. m.	1,000 r. p. m.	1,200 r. p. m.	1,400 r. p. m.
8	$A_0 B_0 C_0 D_0$	200	370	590	900	1,450	2,100
4	$A_0 B_0 C_0 D_1$	290	460	520	670	950	1,600
1	$A_0 B_0 C_1 D_0$	260	380	500	950	1,600	2,200
25	$A_0 B_0 C_1 D_1$	360	660	730	1,410	1,840	2,210
24	$A_0 B_1 C_1 D_1$	490	690	840	1,090	1,440	1,940
7	$A_0 B_1 C_1 D_0$	500	600	800	1,140	1,200	1,900
10	$A_0 B_1 C_0 D_1$	320	450	660	920	1,140	1,800
15	$A_0 B_1 C_0 D_0$	240	370	530	670	1,040	1,360
18	$A_1 B_1 C_1 D_1$	400	600	780	1,020	1,600	2,200
21	$A_1 B_1 C_1 D_0$	180	280	450	660	900	1,600
19	$A_1 B_1 C_0 D_1$	350	410	680	900	1,190	1,750
28	$A_1 B_1 C_0 D_0$	240	420	540	650	840	1,420
14	$A_1 B_0 C_0 D_0$	400	540	780	980	1,380	2,000
11	$A_1 B_0 C_0 D_1$	220	400	620	1,000	1,710	—
22	$A_1 B_0 C_1 D_0$	280	380	580	940	1,160	2,180
5	$A_1 B_0 C_1 D_1$	360	470	640	940	1,160	1,500