アルミナ溶射被覆鋼の耐高温酸化性[†]

長 坂 秀 雄*・小野寺陽子*・武 井 武*

Heat-Resisting Characteristics of Steel Coated with Al_2O_3 by Flame Spraying

Hideo NAGASAKA*, Yoko ONODERA* & Takeshi TAKEI*

Heat-resisting characteristics at temperatures between 900~1000°C, of the steel plate coated with ceramics by flame spraying were studied, and the following result was obtained. Flame spraying was carried out by powder method or rod method.

1. Steel plate coated with fused Al_2O_3 is nearly 3 times more resistant to oxidation than bare steel. But the coating technique in this case is not easy and the film is liable to strip out.
2. When metallic Cr is added to Al_2O_3 , the porosity of the film is reduced and the oxidation resistivity is increased. The maximum of the porosity was found between the Cr content of 20~50%.
3. The film is more closely adhered if the steel surface is at first covered with Fe-Al alloy and the flame spray is carried out on the alloy. Covering with Co metal with electroplating gives nearly the same effect.
4. When the fused Al_2O_3 tube connected through hole with metal wire is used as spraying rod, very resistant coating is obtained as in the case of (2).

1. 結 言

鋼は空気中で高温下において使用するとはなはだしい酸化を受け、遂には使用に耐えなくなる。このため表面をいろいろな材料で被覆し酸化を防ぐことが広く行なわれている。すなわちアルミナライジング、電気メッキ、セラミックコーティングなどが用いられている。著者らは溶射法により酸化アルミニウムを主成分とする金属酸化物で鋼の表面を被覆し、これに耐高温酸化性を与えようと試みた。本目的を達成するには、皮膜と鋼との密着度を増強し、かつ皮膜の有孔度を減少することが重要な因子である。そこで溶射に際して酸化アルミニウムに少量の金属微粉末または金属酸化物を添加し、それに対する影響を観察した。

実験の結果によると酸化アルミニウム自身はすぐれた耐熱性を持っているので、被覆鋼の耐高温酸化性は、皮膜の有孔度が少なく、酸素の貫通量の少ないものほどすぐれていた。また物体の加熱冷却による膨張収縮のために皮膜が素地から脱落したりキ裂したりしにくいものほどすぐれていた。

なお耐高温酸化性は、被覆を施した鋼を 900°C の電気炉（空气中）中に保ち、その時間対酸化増量の関係を連続式自動記録熱テンビンにより求め、判定した。

[†] セラミック溶射に関する研究（第1報）

* 理化学研究所（東京都文京区駒込上富士前町）

The Institute of Physical and Chemical Research

2. 実 験 方 法

2-1 溶 射

粉末式溶射は Metco P 型溶射機を用い、アセチレンガスと酸素とを使用した。棒式溶射は Torpedo 型金属溶射機を改良し（改良点は、圧縮空気送入口を棒の送られる口に増設したことおよび棒の搬送歯車をゴム製にしたこと）、これを使用した。溶射棒はすべて 3 mmφ にした。サンドブラastingを施した軟鋼上に規定の方法で溶射を行なった。

2-2 耐酸化性試験

試片としては 8.1 mmφ × 15 mm の軟鋼棒を全面被覆したもの、または 2 mm × 10 mm × 20 mm の軟鋼板の両面を被覆したものを使用した。測定は写真 1 に示すような連続式自動記録熱テンビンによって行なった。本テンビンは本目的のために自動式に試作した熱テンビンである。本機は長時間にわたって連続的に酸化の状況をしらべるのに大いに役に立った。炉内試料の重量変化によりテンビンのバランスがくずれた場合、このくずれを電気的なものとして取出し、モーター駆動によってテンビンに錘を増減し、バランスがとれるとモーターの運転がとまるようにしてある。そしてこのモーターの回転を記録計で画くようになっている。カンタル線使用の電気炉は白金—白金ロジウム熱電対を使用した自動温度調節計により一定温度に保たれている。溶射に用いた材料は写真 2 のような粉末式で、棒式の組成は第 1 表に示す。

① 熱テンビン、② 記録計、
③ 電気炉、④ 温度自動調節器（本器の後側に増幅器などを入れてある）

写真1 自動記録熱テンビン

2-3 有孔率測定

溶射を長時間つづけて皮膜の厚さを大きくしたものを鋼板よりハク離し試片とした。試片の四周をパラフィンで被覆し、これを空気中ならびに水中ではかり取り、比重から有孔率を算定する方式をとった。

3. 実験結果

3-1 粉末式溶射

3-1-1 酸化アルミニウム溶射

Metco P 型溶射機にあっては粉末の供給が落下式になっているので粉末は塊状をなし、かつある程度以上の大キサをもつ、さらさらした状態のものでないと使用できない。このために化学用アルミナと称する微粉末のものは不適當であった。Metco 会社で溶射用アルミナとして発売しているものは写真2 b のものである。著者らはこれに代るものとして写真2 a のような国産アランダムをとりあげ、粒度は重量比で320メッシュのものの70%と350メッシュのものの30%を混ぜて使用した。写真2 a に示すような粒形を示した。

第1図はこれらを溶射したものの時間対酸化増量を示したものであって、裸の軟鋼に比較すると被覆鋼はかなりの耐酸化性を示している。しかしながら溶射方法によってかなり差があり、溶射直後に皮膜がハク脱したり、測定のために炉中に保つと間もなく皮膜がハク脱するものもある。図中の(A)にその一例を示す。結局溶射方法が酸化増量に大きく影響することがわかる。

3-1-2 金属アルミニウム添加の影響

アルミニウムは耐酸化性にすぐれている。添加量を変化させたものを溶射したものが第2図であって、

×112 (× $\frac{2}{3}$)
粒度 24~41 μ

a 国産アルミナ
4Aアルミナ (JIS R 6111)

×112 (× $\frac{2}{3}$)
粒度 23~41 μ

b Metco アルミナ

写真2 溶射に用いたアルミナ粉

3% アルミニウムを添加したものはアランダム単独よりもすぐれた結果を示しているが大きな差は無い。アルミニウムが多くなるとあまりよくない。アルミニウムは200メッシュの切削粉を使用した。参考のためにアルミニウム粉末だけを溶射し、これを900°Cで30 min 加熱処理し FeAl₃ を主成分とする合金層を形成させたものについても測定を行ない図上に併記した(No. 5)。

3-1-3 酸化鉄と酸化アルミニウム焼結剤添加の影響

FeO : Al₂O₃ を6 : 94の割合に混合したものは、状態図からわかるようにほぼ共晶組成であるから、これを1350°Cで3 hr 焼結し粉碎して添加した。この焼結剤は Al₂O₃ より遥かに融点が高いので溶射の場合一種の結合剤の役目をなすと予想された。

第3図が実験結果であるが、Al₂O₃ 溶射の場合と差がなかった。前述の実験1-2において良い結果を示した3% アルミニウム添加をこれに行なってみたが、ほとんど影響を認めることができなかった。

3-1-4 金属クロム、ニッケル、コバルト添加の影響
鋼板への密着性良好でかつ耐熱性もすぐれているものとしてこれらの金属を選び、添加してその影響をしらべてみた。第4図をみると、クロムが最もすぐれ、ニッケル、コバルトの順になっている。

第1表 試作セラミックス棒の成分

	アランダム (WAト粒)	バインダー	焼結温度
a	70%	SSA 30%	1600°C
b	50	SSA 50%	1600°C
c	50	NC 50%	1450°C
d	50	LC 50%	1450°C

ただし

アランダム JIS R 6111 の 4A アルミナ

(240メッシュ全通)

SSA ジンターコールド用原料 (95% Al₂O₃)

LC 高アルミナ質燃焼管原料 (85% Al₂O₃)

NC 分析用燃焼ボート原料 (42% Al₂O₃)

なお、この4種の成分は下記ようになる。

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O
a	0.96	98.3	0.14	0.03	0.38	0.08
b	1.49	97.3	0.19	0.08	0.58	0.19
c	26.16	71.0	0.43	0.52	0.23	1.58
d	5.08	93.6	0.18	0.07	0.78	0.24

3—1—5 金属クロムを添加し熱処理した場合の影響

200 メッシュ全通の電解クロム粉を上記アルミナにいろいろな割合で添加混合後、これを圧縮成型し真空炉中で 1300°C で 3 hr 加熱したものを溶射原料とした。ただ単に混合したものと比較してみたが、第 5 図のようにかえって悪い結果を示した。

3—1—6 酸化クロム添加の影響

金属クロムを添加した原料を溶射すれば、その溶射段階において必ず酸化クロムが形成される。この酸化クロムが耐酸化性にどう響いてくるかを知る目的で酸化クロムを添加して実験した。すなわちアルミナに 1%, 2%, 3% と酸化クロムを加え圧縮成型後 1300°C で 3 hr 焼結させ、これを粉碎したものを溶射した。そしてこの耐酸化性を求めたところほとんどその差を認めなかった(第 6 図参照)。しかしこれに金属クロムを添加すると金属クロムの少ないほど良好で、また酸化クロムの少ないほどすぐれた結果を示した。

3—1—7 前処理の影響

前処理として広くサンドブラスタングが使われているが、これに各種の前処理を施し、その効果を求めた。

a. 電気メッキ

サンドブラスタングを行なった鋼板上に第 2 表に示すメッキ液でメッキを施し、この上に $Al_2O_3 : Cr : Cr_2O_3$ が 87.3 : 10 : 2.7 の溶射を行ない、それぞれの効果を求めた。第 7 図にそれを示す。メッキの効果は大きく、概して良い結果を示したが、中でもニッケルコバルト合金メッキとコバルトメッキはすぐれていた。

第 2 表 メッキ液の組成

	Ni-Co メッキ	Co- メッキ	Ni- メッキ
硫酸ニッケル	240g/l	—	300g/l
塩化ニッケル	45	—	45
硫酸コバルト	15	312g/l	—
ホウ酸	30	32	34
ギ酸ニッケル	50	—	—
ホルマリン	3.1	—	—
1.5 ナフタリンジスルホン酸ナトリウム	—	—	5
塩化ナトリウム	—	20	—

b. アルミニウム溶射

実験 1—2 において得られたアルミニウム溶射による $FeAl_3$ 層の上にアルミナを溶射し、これを第 2 図にのせた。これも相当すぐれた耐熱性を示した。

3—1—8 1000°C における耐熱試験結果

900°C で耐熱性を求めてきたのであるが、1000°C になった時にこれがどのように変わってくるかを観察した。温度差は 100°C であるが、酸化程度の差は大きい。第 8 図にその代表的な数例を掲げたが、裸の鋼との差が大きくなっているのが目立つ。

3—2 棒式溶射

高温炎の中に直接、棒を 200 mm/min の速度で送りこむので、完全に熔融状態となって飛散され、鋼上に付着するので、粉末式に比べ、密な皮膜のように見える。試作したセラミックス棒は第 1 表の 4 種である。

第 1 図 アルミナ溶射の効果 (900°C)

第 3 図 $FeO \cdot Al_2O_3$ 焼結体添加の影響 (900°C)

第 5 図 金属クロム添加物を焼結した効果 (900°C)

第 2 図 アルミニウム粉添加の影響 (900°C)

第 4 図 クロム、ニッケル、コバルト添加の影響

第 6 図 酸化クロム添加の影響 (900°C)

Cr_2O_3	5%	10%	20%
1%	No. 4	No. 1	—
2%	No. 5	No. 2	No. 6
3%	—	No. 3	No. 7

なお、ノルトン社（アメリカ）のセラミックス棒は Al_2O_3 の純度が 98.2% 程度である。

測定結果は第9図に示すように、 Al_2O_3 純度の低いものがすぐれた結果を示した。

次に第12図に示すように中空セラミックス（第2表 a および b の成分）を金属線で連結し、これを溶射した。金属線としてはニッケルならびにニクロムを使用した。その結果が第10図であって、ニクロムはかなり良い成績を示している。

3—3 有孔度の測定

Al_2O_3 に金属クロム粉を混じたものを溶射し、皮膜のみをハク離し、周囲をパラフィンで包んで、比重を求めた。この値を粉末から求めた比重値と比較し、これを気孔率とした。その結果第11図のように気孔率に極小値が認められた。この気孔率の値が実際に鋼板に溶射したもの耐酸化性と関連性をもつかどうかを吟味する意味で測定を行なったのである。

4. 考 察

1. メトコ社の溶射用アルミナ粉末をしらべたところ電融アルミナであり、粒度が $23\sim 41\mu$ になっていることを認めた。そこでこれに近いものとして国産の4Aアルミナで320メッシュ全通のものと350メッシュ全通のものを70：30に混じたところ、ほぼ同じ粒形、粒度のものを得ることができた。これをそれぞれ軟鋼上に溶射し、その耐酸化性を求めたが、両者はほぼ同じ結果を得た。酸化増量をみると裸の鋼が $10.5\text{ mg/cm}^2/\text{hr}$ なのに比べアランダムを溶射したものは $3.3\text{ mg/cm}^2/\text{hr}$ であり、相当の効果を示している。ただこの場合溶射技術が相当に問題となり、第1図にもあるように加熱途中で溶射皮膜がハク脱する例が多い。

第7図 電気メッキを施した上への溶射 (900°C)

第8図 1000°Cにおける耐熱性

2. アルミナ溶射皮膜のみの酸化増量 (900°C における加熱) は0であるから、溶射皮覆物の重量増加は素地鋼板の酸化増量となる。酸化は主として皮膜の穴を通して進むと考えられるから、皮膜の多孔性を減らし、かつ素地と皮膜との密着度の増大をはかることが重要であると思われた。

3. 鋼の上に Al の溶射を行なってこれを加熱拡散させて FeAl_3 の合金を表面上に作る。この上にアランダム溶射を行なうと、 FeAl_3 は 800°C 付近まで相当良好な耐熱性を示し、これとアランダムとの密着性は良好になる (残留している少量の Al の融点が低い) ので、耐熱度はかなり良好になると予想された。測定結果は第2図の ($\text{FeAl}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$) の曲線に示したように $1\text{ mg/cm}^2/\text{hr}$ という酸化増量であった。

4. Al の鋼中への拡散による合金形成 ならびに バインダー的役割を一工程で行なうため、アランダムと Al 粉末との混合物を溶射したところ第2図のように良い結果を得られなかった。特に Al 含有率の高いものではこれ自身の酸化が激しいらしく良くなかった。

5. $\text{FeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ は 6：94 の組成のところで共晶となり、融点も 1320°C で Al_2O_3 よりも遥かに低い。このものを Al_2O_3 皮膜の気孔を充テンするために使おうと考え、これを 5% アランダム中に混合し溶射したが、すぐれた結果が得られなかった。しかし溶射技術の苦手なために皮膜が脱落するようなことが無く、その点だけはすぐれていた。これはおそらく、この共晶物と鋼との密着性が良いためであろう。

6. Al_2O_3 にそれぞれ Co, Cr, Ni の金属粉を混じ溶射したところ Cr が最も良かった。そこで Cr と Al_2O_3 との混合粉末を加圧成型し、これを焼結したものを粉碎して使用したが、かえって結果は悪かった。サーメット形態を呈するので良いと思われるのであるが、焼成中の真

第9図 棒式溶射の耐熱効果

第10図 金属線入りセラミックス棒の溶射効果 (900°C)

第11図 Al_2O_3 -Cr 溶射皮膜の気孔率

第12図 金属線入りセラミック棒の構造

空度が悪く、加熱中に酸化クロムが生成されたため、このような結果になったものと考えられる。 Cr_2O_3 が耐酸化性にどのような影響をもたらすかを知るための実験を行なったが、その結果金属クロム添加量のいかんにかかわらず Cr_2O_3 の多いものほど劣っていた。しかし一方 Cr_2O_3 含有量と耐酸化性との間になんらかの関係があるように思われた。

7. そこで Al_2O_3 と Cr_2O_3 だけで、種々混合率を変化させ 1300°C で 2 hr 焼結して、その気孔率を求めた。その結果第13図のように Cr_2O_3 2% のところに気孔率最少の点があった。気孔率最少の点は最もよい耐酸化性を示すと予想されるが、第14図の測定結果がこれを証明している。

8. Al_2O_3 と金属クロムとを混じり溶射した場合、気孔率は第11図のように 20~50% Cr のところに最少点がある。一方耐酸化性をしらべると第15図のように 20~50% Cr のところが最もすぐれ、両者の結果が良く一致している。 Al_2O_3 -Cr の溶射を行なうと、溶射時に必ず Cr_2O_3 が生成されるので、出来た皮膜は Al_2O_3 - Cr_2O_3 -Cr の組成から出来ているわけである。この三者の配合が適当なところで最も耐酸化性のすぐれた点が出てくると思う。

9. 溶射の際に出来る Cr_2O_3 の量を求めたのが第16図である。Cr 含有率が 10% 以上になるとほぼこれに比例して Cr_2O_3 が増加していることがわかる。第6図をみると金属クロム含有量の多いものほど（特に 10% 以上）耐酸化性に対する影響が大きくなっている。これは Cr が酸化される割合が Cr 含有率 10% 以上から急激に大きくなることからうなずける。

10. Cr 含有率が 40%, 50% という大きな時には、 Cr_2O_3 生成率は 8~10% となるのであるが、この場合はまた別な状況を呈するの否かは今後検討してみたい。

11. 気孔率の減少とともにもう一つの重要な因子である密着度増強の手段として鋼上にうすく電気メッキをほどこし、この上に Al_2O_3 の溶射を試みた。この結果が第7図であって、Co ならびに Ni-Co メッキがよかった。Co は加熱された場合、鋼との接着がよいためであって、一方 Al_2O_3 との密着性もよいのではないと思われる。

12. 結局特別な前処理を施した上に Al_2O_3 -Cr のセラミックスを溶射したものが最もよい耐酸化被覆を形成すると予想されるので、今後この方面へ研究を進める予定である。

13. 試験温度を 900°C から 1000°C にあげると酸化がいちじるしく増大する。それゆえ今後はさらに高温での試験も行なってみたいと考えている。

14. 棒式溶射の場合は第1表に示すように Al_2O_3 の純度の異なるもの4種を作り実験を行なった。試料の a

第13図 Al_2O_3 - Cr_2O_3 系焼結体の気孔率 (1300°C 焼結)

第15図 Al_2O_3 -Cr 溶射被覆鋼の酸化速度

第14図 Cr_2O_3 含有量と耐熱性 (Al_2O_3 - Cr_2O_3 系) (900°C)

第16図 Cr 含有率と溶射による Cr_2O_3 生成率

はノルトン社の溶射棒と Al_2O_3 純度がほぼ等しい。不純物にも大きな差異はないように思われる。第9図の結果をみると Al_2O_3 の純度の低い c, d がすぐれた結果を示している。この原因は

c, d の方が融点が高いので気孔率も少なく、かつ鋼への密度がよいのではないかと思う。900°C 程度の温度だと Al_2O_3 の純度の差は出てこない。なお c が d より悪いのは、この程度 SiO_2 が含有されると溶射した粒子が若干繊維状を呈するので、気孔性が増すためと思う。これより SiO_2 の多いものを吹くと完全に繊維状を呈する。第17図は Al_2O_3 の含有率と酸化速度（これで被覆した軟鋼板）との関係を求めたもので、90% をこえると溶射がむずかしくなってくるため気孔率が増大すると考えられる。

第17図 セラミックス棒溶射と耐熱性 (900°C)

15. 粉末式溶射の場合と同一な考え方から第12図のように中心に金属線を入れた連珠状の溶射棒を作りこれを溶射した。やはり b 組成の方がすぐれている。Cr の系統の方がよいようである。同じ b 組成のものを比べても、Ni の入ったものは 50~60% も耐酸化性がすぐれている。b 組成の中の一つは途中から皮膜のハク脱がおこったものと思う。d 組成のものに Ni-Cr 線を併用した場合は、さらに良いものが出てくると思われる。

この研究はアルミナを主体とするいろいろな組成の耐酸化性物質を鋼板に溶射して、被覆鋼板の耐酸化性を直接酸化増量の測定によって判定したものである。この実

験だけでは耐酸化性の機構，耐酸化性増大の方法を考察することはできない。さらに研究を進め，皮膜の状態，たとえば組成，組織，結晶状態，接着の状況などを調べれば，これによって上記の結論が得られると思われるの

で，著者らは引続いてこの方向に研究を進めている。

本研究遂行にあたり試料の作成その他の点でご援助頂いた福田金属箔粉工業株式会社および日本化学陶業株式会社に厚く感謝する。(1959-7-5 受理)

(27ページよりのつづき)

金属の蒸着方法

特公昭34-6609 昭34-7-31 窪田治夫 他2名

蒸着すべき金属を装入した炉を真空函内に装備し，前記炉内炭化チタニウム，ホウ化ガリコニウム，ホウ化クロウムあるいは炭化ケイ素のような高温で溶融金属と反応し難い材料よりなる複数本の棒状電極をその先端部が相接近するように傾斜して挿入し，該電極に通電することにより炉内装入金属を加熱，溶融蒸発せしめることを特徴とする金属の蒸着方法。(上田)

エンジンバルブ頭にアルミニウム溶融鍍金を行う方法

特公昭34-6967 昭34-8-13 大石高行 他1名

内燃機用エンジンバルブ頭にアルミニウム溶融メッキをなすに際して，バルブに高速度回転を与えながら，その遠心力を利用するようにしたことを特徴とするアルミニウム溶融メッキ方法。(上田)

金属の表面に合金被覆を形成する方法

特公昭34-6969 昭34-8-13 ポール・ヴェリイ

被覆すべき金属の存在およびハロゲン化合物の存在に炉内で加熱する被覆金属のガス相中で拡散によって表面合金覆を形成する方法において，前記の被覆金属はあらかじめ焼結され，かつ適当な多孔度を有する要素の一つまたは多数から成ることを特徴とする金属の表面に合金被

覆を形成する方法。(付記2あり) (上田)

亜鉛金属表面被膜処理法

特公昭34-6970 昭34-8-13 日本ビクター株式会社

亜鉛金属表面に直接，あるいは鉄その他亜鉛メッキ可能な金属表面に亜鉛メッキを施したる後，重クロム酸ナトリウムを主成分とする水溶液を電解浴として陽極処理したことを特徴とする亜鉛金属表面の黒色皮膜処理法。(上田)

化学研磨法

特公昭34-7206 昭34-8-20 ウェスターン・エレクトリック・カンパニー・インコーポレーテッド

フェライト磁心上の固められた変成器線輪の金属，その他の材料の構成外表面をして，表面導電金属より軟質な表面導電金属の一成分を，また薬剤にほとんど不溶料の金属化合物を形成されるために，化学薬剤で反覆処理し，そして形成された金属化合物に関しては摩擦性であるが表面の非処理金属およびフェライト材料に関してはほとんど非摩擦性であるところの滑らかな物質にて反応処理済みの表面を摩擦し，前記構成表面上に滑らかな表面ができるまでかかる手段を続けることを特徴とする金属たとえば銅または銀，その他の材料の合成外表面突出導電金属を除去する方法。(付記4あり) (上田)

8 月分事業 (会議2 催物3)

- 5日 ライニング部会例会 (レストラン東京)
- 7・8日 メッキ部会見学会 (本田技研工業(株)浜松工場，トヨタ自動車(株)本社工場)
- 12日 編集委員会 (レストラン東京)
- 28日 メッキ用語工業標準原案作成委員会 (レストラン東京)
- 28・29日 溶射に関する講習会並びに展示実演会 (共催…日本溶射協会，金属表面技術協会関西支部，大阪府技術協会) (大阪府立工業奨励館講堂)

編集委員会 《会誌関係》10周年記念号発行につき打ち合わせ。

ライニング部会例会 塩化ビニル金属積層板について…北村洋一 (東洋鋼鈑)

溶射に関する講習会 金属溶射による機械部品の補修作業規格について…多賀谷正義 (阪大)，最近の樹脂ライニングコーティングの進歩…武井 武 (慶大)，アルミニウム溶射被膜の熱処理について…伊佐重輝 (阪大)，肉盛溶射規格に於ける研削研磨について…井上 睦 (大阪金型製造)，肉盛溶射規格に於ける図面作成と見方について…広瀬順一 (阪府工奨)，耐食耐熱アルミニウム

溶射について…美馬善文 (阪府大)，セラミック溶射について…田中広吉 (工技院阪工技試)，弗素樹脂 エターナル エポキシ樹脂 ポリエチレン ライニングの天然色スライド…本荘耐酸化学機械株式会社提供，金属溶射被膜の天然色スライド…大阪府立工業奨励館提供，セラミック樹脂，金属の溶射実演

“Metal Finishing Abstracts” 購読募集

- ① イギリス Robert Draper 社 (雑誌 Electro-Plating and Metal Finishing の出版社) 発行，② 隔月刊，③ 内容は前処理，電気メッキ，アルマイト，溶融メッキ，メタリコン，蒸着メッキ，有機被覆，ホウロウ，試験，分析など表面処理全般にわたる抄録 (特許も含む)
- ④ 価格 6,300 円，⑤ 申込は送付先 (すべての漢字にかならずフリガナをつけること) を明記し代金を添えて本協会あて送付のこと。[詳細は現場パンフレット5月号 p.36 参照]

【編集後記】

原稿が少し足りないらしいとあわてていたら，締切り近くになってドッと集まり，逆に少ないページ数に押し込むのに大なたをふるい執筆者にご迷惑をおかけしました。どのページをあけてもまさに“ひしめく”といった感じで息抜きができませんが，内容の充実を強調したい。長い残暑も終わった，初秋の息抜きは「現パ」でどうぞ。(H.N.)