

呉工業試験場報告

No. 21

October 1978

目 次

一報文一

- | | | |
|--|-------------------------------|----|
| 1 内面加工技術調査 | 兼広二郎・南良治 | 1 |
| 2 低騒音形軸流送風機の開発 | 大下 巖・永山博夫・斯波信夫・松垣和生 | 8 |
| 3 電動工具の騒音低減について | 中塩武之・山崎隆志 | 14 |
| 4 柑橘類果皮に含まれる油胞細胞の分離について | 中塩武之・永山博夫 | 17 |
| 5 自動化機器の機能・精度について | 大下 巖・松垣和生・片岡 豊・山崎隆志・吉池啓祐・平田敏明 | 20 |
| 6 穴あけ加工の耐用性の影響について | 山崎隆志・平田敏明 | 23 |
| 7 被覆アーク溶接棒による溶接ヒュームについて | 野地英治・横山宏樹・西川浩成・畑 徳宣 | 26 |
| 8 中炭素鋼溶接棒における低温割れ防止について(2) | 蒲田正信・西川浩成・畑 徳宣・野地英治 | 30 |
| 9 ボロナイジングの小物部品への応用 | 横山宏樹 | 33 |
| 10 水溶性焼入剤の熱劣化 | 土取 功・新田 明・加城正義 | 36 |
| 11 金属鑄物における球状黒鉛鑄鉄溶湯の保時時間が踏性質に及ぼす影響 | 新田 明・丸下清志・土取 功・加城正義 | 39 |
| 12 (その2)火花イメージの測定 | 世良時夫・原 信彦・橋本幸則 | 42 |
| 13 水ガラス系鑄物塵砂の中和処理について | 菊山信行・鴨下隆司 | 45 |
| 14 レジノイドオフセット砥石の音響試験 | 小林賢治・中村和清・酒井隆司 | 48 |
| 15 マグネシヤセメント砥石に用いる酸化マグネシウムの特性と製造プロセスへの影響 | 藤本宗之・金本 正 | 50 |
| 16 原子吸光法におけるアルカリ塩類の干渉について(その2 ニッケルの測定) | 清水加津子 | 54 |
| 17 溶液乾固・ブリケット法によるけい光X線分析法(その3 ステンレス鋼の分析) | 渡部英雄・日色和夫・田中 孝・川原昭宣 | 57 |
| 18 FRPの増量剤添加と強度の関係およびコストダウンについて | 応和 尚 | 60 |
| 19 市販並磨めっき浴の比較 | 好満芳邦・高崎宗利・関 守雄 | 63 |
| 20 めっきスラッジの固形化 | 清水達磨・田谷征雄・梶岡 秀 | 66 |
| 21 合油汚泥の加熱処理について | 田谷征雄・梶岡 秀・清水達磨 | 69 |
| ノ ー ト | 山根康男・丸下清志・森田健次・水富 精 | 72 |
| 1 表面処理工業排水処理スラッジ実態調査結果報告 | 関 守雄 | 75 |
| 2 黒皮赤レンガ品質の変動推移について | 萩岡英男・金本 正 | 75 |

広島県呉工業試験場

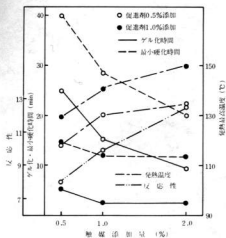


図2 常温硬化特性 (25°C)

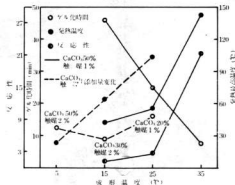


図5 CaCO₃添加と温度

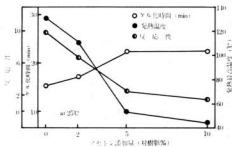


図3 アセトン添加の硬化

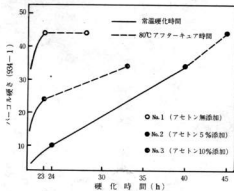


図6 積層板の硬化時間

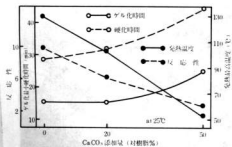


図4 CaCO₃添加物の硬化

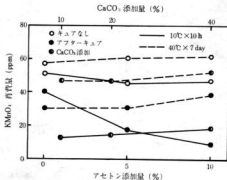


図7 積層板の析出試験

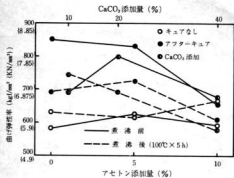


図8 煮沸による強度変化

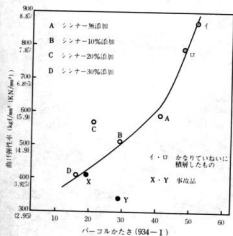


図9 シンナー添加と物性

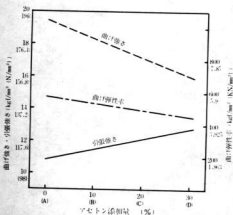


図10 溶剤添加量と強度

興工業試験場報告 (No. 21)

加工精度に関する研究(第1報)
内面加工技術調査

兼広二郎, 南良良治
県内東部地区で機械製造メーカーを対象に円筒研削盤, 機中ぐり盤, フライス盤, 旋盤, その他の機械で内面加工の技術調査を行なった結果, つぎのとがわかった。

- (1) 内径寸法精度は公差7級を満足しているものが61%で穴加工精度としてはよくない。
- (2) 表面あらさについては目標▽に達しているものが円筒研削盤を除いて少なかった。
- (3) 真円度でチャックの締付けの影響がでているものがあった。
- (4) 穴の内面加工では最悪条件で加工を行なっているところが少なかった。

興工業試験場報告 (No. 21) P. 1~P. 7

騒音振動に関する研究(第10報)
電動工具の騒音仕様について

中道武之, 永山博夫
電動工具の騒音防止方法について指針を得るため, 携帯用電動丸鋸盤を例にとり, その騒音性状と駆動機構を対比し, 発生系図を追求した。
その結果, 1) モーター輪の回転音, 2) 電動機冷却ファンの風切音, 3) 通風路における乱流音, 4) 駆力の軸方向振動音, 5) 切刃による風切音 6) 刃先部で生じる渦流音などが明らかとなった。

興工業試験場報告 (No. 21) P. 14~P. 16

騒音振動に関する研究(第9報)
低騒音型軸流送風機の開発

大下 敏, 永山博夫, 斯波信夫
松田和生, 中道武之, 山崎隆志
軸流送風機の騒音低減のため音波干渉を応用した二重型送風機を開発した。この送風機は吸入側駆動翼の回転によって生ずる回転騒音を排出側に取りつけた動翼から発生する騒音と干渉して自己消滅するよう基本周波数の波長と半波長ずらせた位置に取りつけたものである。

また音波の合成によって若干上昇する高周波部の騒音はねじれ角を持たせて固定した吸音整流板で吸収させ総合消音効果18dB(A)を得た。

興工業試験場報告 (No. 21) P. 8~P. 13

柑橘果実皮に含まれる油酸脂肪酸の分離について

大下 敏, 松田和生
柑橘果実皮をミキサーを使用して, アルベト, フララベト, および油酸部に分離する方法について検討した結果, 半月による高速回転分離が可能なることから内容量24%の実験用液状分離機を製作した。
分離効果に最も劣与するのは破砕時間および回転数であり油分濃度の低い製品を必要とする時は破砕時間を長くし, 油酸部を粒状で保留させるには果皮量, 加水量, 破砕時間によって定る一定の条件があることが判明した。

興工業試験場報告 (No. 21) P. 17~P. 19

員工業試験場報告 (No. 21)

生産設備の容易自動化に関する研究(第1報)

自動化機器の機能・精度について

片岡 豊, 山崎隆志, 吉地啓佑, 平田敏明
 生産設備の容易自動化への各種機器の応用について, 機能・精度を要検討した結果はつぎのとおりである。
 電磁方向切換弁などの構造には幾分かのリーク量は避けられないので, 正確な位置決め精度には適正な負荷がないといけない。圧力補償は流量調整弁は無負荷時にはかならず正確に作動するが, 負荷時には作動しなくなる。油圧回路によって発生する力は背圧, 流量の変化によって, 計算値よりも低くなる。パルスレリンドは高精度の位置決めを保つことが可能であるが, 作動条件の設定に注意する必要がある。

員工業試験場報告 (No. 21) P. 20~P. 22

溶接ヒュームに関する研究(第1報)

被覆アーク溶接棒による溶接ヒュームについて

野地英治, 横山宏樹, 西川浩成, 畑 徳宜
 被覆アーク溶接棒による交流アーク溶接法において発生するヒュームをとりあげ, 各種溶接条件による作業者周辺のヒューム濃度, 全ヒューム量, 単位溶接金属量当りのヒューム量を実験計画法を用いて測定した。その結果主に次のような結論が得られた。

- (1) 作業者周辺のヒューム濃度は下向き姿勢のアーク直上でヒュームを吸引すると大幅に許容濃度を越える。
- (2) ヒューム量は溶接電流, 姿勢, 棒径, アーク長の影響が顕著であり, その影響の度合い, 溶接条件ごとの発生量等が具体的に求められ, 工場で発生するヒューム量を推定することが可能となった。

員工業試験場報告 (No. 21) P. 26~P. 29

工作機械の動剛性に関する研究(第1報)

穴あけ加工の動剛性の影響について

山崎隆志, 平田敏明
 三台の種類の違った工作機械を使用しドリル加工を行ない加工精度, ドリルの振れ等について実験を行なった結果, 各工作機械とも切削中のドリルのリッサージェ図形は異なっており特に直立ポール盤, 1番ベッコ型フライス盤は複雑な形状を示した。ドリルの振れは1番ひざ型立フライス盤が小さく, 加工穴の真円度, 拡大しるも工具の支持剛性が一番大きいと思われる2番ひざ型立フライス盤が良かった。

以上の結果より工具の支持剛性の違いによりドリルの振れは大きな変化を生じ, それに伴なり加工精度も大きく変化することがわかった。

員工業試験場報告 (No. 21) P. 23~P. 25

炭素ガスアーク溶接法の中炭素鋼への適用に関する研究(第4報)

中炭素鋼溶接部における低温割れ防止について(2)

瀬田政信, 西川浩成, 畑 徳宜, 野地英治, 横山宏樹
 拘束応力の比較的低い(5 kgf/cm^2 (4.9 N/mm^2))の日形和東割れ試験片を用いて高入熱溶接を行ない, 割れ防止におよぼす予熱温度と溶接ワイヤの効果について検討した。

溶接入熱が高くなる割れは溶接金属部割れとなり, この割れは予熱により防止でき, 割れ防止予熱温度は溶接条件により異なる。軟鋼用ワイヤを用いると母材と同程度の引張強さを有する高強力鋼用ワイヤを用いた場合にくらべて約50℃ほど予熱温度を下げることできた。

員工業試験場報告 (No. 21) P. 30~P. 32

ポロナイジングの小物部品への応用

土取 功, 新田 明, 加城正義
 ポロナイジングの種々の部品の応用を目的として, 化合物層厚さと処理条件, 繰り返しのポロナイジング処理剤の劣化, 細孔へのポロナイジング処理等について実験を行い, 2・8の部品について応用を試みた。その結果, 1.8程度の層厚について, 化合物層厚さと処理条件の基礎データを得た。また, 1mm程度の細孔にもポロナイジングが可能であり, 劣化については, 毎回適当量の補充により, 安定した化合物層厚さが得られることがわかった。これらのデータから2・8の部品に応用したところ, その耐久性に好結果が得られた。

金型鑄造に関する研究(第4報)

金型鑄造における球状黒鉛鑄鉄溶湯の保持時間が鑄性質に及ぼす影響

世良時夫, 原 信彦, 橋本幸則
 金型鑄造における球状黒鉛溶湯の保持時間が鑄性質に及ぼす影響を調り, 組織, 化学成分, 引張強さ, 伸びに及ぼす影響を検討した結果は次のとおりである。
 組織に及ぼす保持時間の影響は大きく, 処理直後で球状化率95%程度, 5分間保持でテンパーカーボンと球状黒鉛の混在となる。10分間保持以降はD型黒鉛となる。金型鑄造では球状黒鉛が得やすい, K C剤処理の殘留量で0.005~0.01%が必要条件でMgを含む種別剤の再産出効果は大きい。引張強さ, 伸びとも黒鉛形状とよく一致した結果となり, 8~9%以上の伸びを得るには球状化率で75~80%以上が必要である。

水溶性焼入剤に関する研究(第2報)

水溶性焼入剤の熱劣化

新田 明, 丸下清志, 土取 功, 加城正義
 水溶性焼入剤を熱劣化させながら冷却特性, 粘度, 補充量の変化を追跡し, 本焼入剤の使用上の問題点を解明し, さらに分離剤の冷却特性について検討した。また水溶性焼入剤の焼入寿命の限界値決定について提案を行い, 各焼入剤の焼入寿命を求めた。

これらの結果, 分離剤は同様に使用できないものがある。水溶性焼入剤は, 熱劣化すると平均冷却速度の増大と粘度の低下をきたし, その程度は種類によって顕著な差が認められ, 使用に当っては, 十分検討が必要である。

火花試験による鋼種の判定について

(その2) 火花イメージの測定

火花試験にS D法を応用して, イメージを測定した結果, 次の事がわかった。
 1) 炭素鋼の炭素量を推定する場合, 火花特性の破綻の数は有力な基準となる。
 2) 合金鋼の火花のイメージは2つの因子で説明できる。第I因子は明るく, 女性的で鋭い, あるいは形状複雑, 破綻量多い, 流線太いに関する因子。第II因子は華やか, 放散する, あるいは鮮明さに関する因子である。
 3) 第I因子を説明する鋼は, SKH4A, SUH3, SUS304あるいはSOJ2, SCM4であり, 第II因子を説明する鋼はSUP6, SNCM9あるいはSKD1, SKS2である。

呉工業試験場報告 (No. 21)

自硬性銅型に関する研究 (第12報)
水ガラス系結合物塵砂の中和処理について

水ガラス系銅型は、使用度の高い銅型の一つであるが、近年廃棄物公害が激しくなつて、その投棄に著しい障害を受けるようになってきた。降雨による溶出水がアルカリ汚染として現れ、そのトラブルも日毎に増加している。本研究で強アルカリ成分の力性ソーダを、スラッジ($\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)、PTS(パラトルエンスルホン酸)、硫酸(13+100)を中和剤として選び中和すること、中性の Na_2S 型にしPHを下げる処理実験をおこなった。屋外放置試験等によって、スラッジ4%、PTS 9.5%、硫酸12.5%の添加でこれら溶出水のPH値が公害規制範囲に入る結果が得られ、現場処理の見通しがついた。

呉工業試験場報告 (No. 21) P. 45~P. 47

マグネシアセメント砥石の研究
マグネシアセメント砥石に用いる酸化マグネシウムの特性と製造プロセスへの影響

清水加津子
マグネサイト鉱をか焼して得た MgO 2種の比重、粒径分布、比表面積、活性、乾燥減量、強熱減量、化学分析値、熱分析性状、X線回折分析性状を調べた。強熱減量値では判断しえない減量性状の差異が熱分析で明示できた。これらの MgO を用いたオキシロライドポンドでアルミナ磁粒を結合した砥石を作成し、硬化プロセスの物性変化を弾性率、ロッキング係数からより追跡し、初期と長期経過後の組成の差を熱分析により調べた。

呉工業試験場報告 (No. 21) P. 50~P. 53

レジノイド砥石の研究 (第2報)
レジノイドオフセット砥石の音響試験

レジノイドオフセット砥石の検査項目のうち回転(破磨)試験、衝撃試験などは破磨試験であり、結合度試験も含めて手数を要するため非常に重要な項目でありながら全般検査に適さない。音響試験は手数がいらず正確な値が得られるなら検査の自動化に通じている。音響式弾性率測定機(グリーンドンニックMK-8)を破磨試験に代えて利用できるか否かについて実験した結果、結合度試験については代用可能、衝撃試験については不可能、回転試験については可能と思われるという結論を得た。

藤本宗之、金本 正

呉工業試験場報告 (No. 21) P. 48~P. 50

金属分析法に関する研究 (第5報)

原子吸光法におけるアルカリ塩類の干渉について(その2 ニッケルの測定)
渡部英雄、日色和夫、田中 孝、川原昭宜
原子吸光法でニッケルを測定する場合、アルカリ塩類が共存すると、フレームの燃焼条件により、異った干渉が現われる。今回は主に多量料フレームを用い、空気流量を一定として、アセチレン流量、バーナー先端と光束中心間の距離及び塩類の添加量を変えて吸光度を測定し、塩類の干渉機構を解明すると同時に、アルカリ塩類が共存しても、干渉のない測定条件を見いだした。

呉工業試験場報告 (No. 21) P. 54~P. 56

興工業試験場報告 (No. 21)

金属分析法に関する研究 (第6報)

溶浸乾固・ブリケット法によるけい光X線分析法

(その3, ステンレス鋼の分析)

ステンレス鋼の切削試料をけい光X線分析法で定量する方法について検討した。マンガン、ニッケル、クロム、モリブデン、銅の定量について実験計画法に基づき共存元素の影響を調べた。

マンガンの定量にはクロムが正の誤差を与える。その他の元素の定量については有意差のあるものが若干あるが無視できる程度である。マンガンはクロム1.5%共存させた鉄との三元調整合金ブリケットの積算線よりステンレス鋼を分析し好結果を得た。

プラスチックの成形と物性に関する研究 (第11報)

FRPの増量剤添加と強度の関係およびコストダウンについて好幾芳邦, 高崎宗利, 岡守雄FRP製品のコストダウンを目的に, アセトン, シンナーおよび CaCO_3 を添加して, 樹脂の硬化特性を主体に強度の関係を検討した。樹脂の硬化は適正な硬化剤の添加が品質および作業性に重要な因子となる。アセトンおよびシンナーの添加は, ゲル化および硬化の大幅な遅延をまねき, アセトンの5%添加はアフターキープをすれば使用が可能であるが, アセトンおよびシンナーとともに樹脂の増量剤としては, 得策な方法といえない。

CaCO_3 の添加は2.0%の添加において, 良好な物性を与え, 添加量の増加は作業環境温度および増量剤添加量の調整が必要である。

応和 尚

興工業試験場報告 (No. 21) P. 57~P. 59

合金めっきに関する研究 (第1報)

(市販塗膜めっき溶の比較)

限内の亜細亜鉛Ni-Crめっき工場の公習対策, 作業環境の改善を目的に市販の合金めっき液を, ハルセルメタスト, 旭水噴霧およびCASS試験等で比較検討した。

Sn-Coめっきが最もクロム色に近く, Sn-Niめっきは独特のローズピンクを呈した色調であった。Ni-P, Ni-Peはステンレス系色調に近い。耐食性は下地のめっき厚きに関係するが, Ni-P, Ni-Peめっきは変色しやすく, Sn-Co, Sn-NiもCrめっきに比べ耐変色性, 汚れの除去性の点でかなり劣る。

クロム色めっきとしてはSn-Coがよいが, 変色防止のクリヤー塗膜, 各種処理を検討する必要がある。

興工業試験場報告 (No. 21) P. 60~P. 62

めっきスラッジの固形化

めっきスラッジの中間処理として, 焼却して減量化(1/6~1/7)が行なわれている。そこで焼却スラッジをセメント固形化すれば有利ではないかと考えて, 4種類の処理剤を使用して, 生スラッジと焼却スラッジとを比較して6価クロム, シアンなどの溶出量を検討した。

この結果, 生スラッジでは6価クロムはほとんど溶出しなかったが, 焼却スラッジでは6価クロムの溶出濃度が真似値を示した。また, 市販処理剤Bおよび硫黄酸一鉄では溶出防止できた。シアンについては, 生スラッジはほとんど溶出しませんが, 処理剤を添加することにより, 固スラッジとも大中に規制値を上回った。なお, 処理剤を多量に添加すれば防止できる。

興工業試験場報告 (No. 21) P. 63~P. 65

興工業試験場報告 (No. 21) P. 66~P. 68

呉工業試験場報告 (No. 21)

倉油汚泥の加熱処理について

山根康男, 丸下清志, 森田健次, 水原 精, 関 守雄
県下の給油所の汚泥処分は70%が処理業者に委託しているが, 組合は, より適正な処理を行うため, 共同の焼却処理施設を計画している。その資料を得るため, 汚泥の油分含有量, 加熱温度による油分の状態および汚泥の埋立処理するとき問題になると思われる廃出量について検討を行った。

汚泥中の油分含有量は設置場所や使用条件により異なるが, 最高で十数%含まれている。焼却処理する場合, 含まれる油量は潤滑油系であり, 300℃以上に焼却すれば除去できる。油分の廃出試験では生汚泥より100~200%乾燥した方が廃出量が多く, 油分含有量だけで廃出量を判断するのは難しい。

加工精度に関する研究 (第1報)

内面加工技術調査

兼 広 二 郎 , 南 良 良 治

1. 緒 言

県内東部地区の自社製品製造業をみると、工作機械、木工機械など高精度の加工を要する部品が数多く見受けられる。なかでも主軸部、ハウジング、軸受部は機械の重要な構成要素を占めており、加工精度のいかんでは製品の付加価値に大きな影響を与える。

これらの部品の内面加工精度の測定状況を見ると、寸法精度についてはシリンダージェージやプラグゲージによる測定を行なっているが、表面あらさや真円度などの形状測定は実施していない企業が多い。

そこで当場では、これら業界の中ぐり加工に対する現状を把握し、問題点を明らかにするとともに内面加工に対する各企業の認識を深める目的で、当該企業に一定形状の試験片を配り、各種工作機械による中ぐり加工を行ない、寸法精度、形状精度を数値的にとらえ、加工条件の実態も同時に把握し、今後の加工技術、測定技術のレベルアップを図りたい。

2 調査方法

2.1 実施企業および実施方法

県内東部地区で内面加工用機械設備のある工作機械メーカ、木工機械メーカを対象と呼びかけ、それに応じた工作機械メーカ10社、木工機械メーカ5社にFC25、S25Cの試験片素材を準備し、各企業に対して、加工図面、加工条件調査表、素材各1個を配り、加工機械の指定、加工上の注意、加工条件などについて説明した。加工後回収し、寸法精度、表面あらさ、真円度などの加工精度を測定し、個々の企業の加工水準を把握するとともにそれらの問題点を解析した。

2.2 加工内容

試験片形状は図1に示す簡単な形状のものとし、素材の穴径はφ60で準備した。なお加工は、旋盤、フライス盤、横中ぐり盤、円筒研削盤、その他の機械による穴の内面加工とし、寸法精度、表面あらさは設定

した公差内に入るように指示した。また仕上面は機械加工のままとした。



図1 内面加工用試験片図面

2.3 加工条件の調査

企業の実態を調べるため、加工条件の指定はせず各企業の最良条件で加工を依頼した。また使用する機械は当場で指定し、工具は企業の選択にまかせた。つぎに加工条件、使用機械、製造年度を調査し、この集計をもとに加工条件が加工精度にどのように影響を及ぼしているか、またどのような問題点があるかについて調査し、改善点について検討した。

3. 測定方法

試験片は当場で回収し、防錆処理を施し20℃の恒温室に一定時間入れ、測定を行なった。

3.1 測定機器

- (1) 50~100mm シリンダージェージ：
三豊製作所製
- (2) ロンコムE-RT-1C-10CI 型真円度測定機：
東京精密製
- (3) サーフコム3B型万能表面形状測定機：
東京精密製
- (4) K-806A型電気マイクロメータ：

表1 試験片精度測定値および切削加工条件 (S26C)

項目	公差 ±0.004 mm				公差 (μm)	真円度 (μm)			面粗さ (μm)		P1 (μm)	P2 (μm)	機械的性質	製造ロット	加工条件																																																																																										
	5 (mm)	10 (mm)	15 (mm)	20 (mm)		Ave	10 (mm)	15 (mm)	20 (mm)	Ra					Rz	切削速度 (m/min)	切込量 (mm)	送り (mm/rev)																																																																																							
試験番号	8° 80°	8° 80°	8° 80°	8° 80°	Ave	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38	0.39	0.40	0.41	0.42	0.43	0.44	0.45	0.46	0.47	0.48	0.49	0.50	0.51	0.52	0.53	0.54	0.55	0.56	0.57	0.58	0.59	0.60	0.61	0.62	0.63	0.64	0.65	0.66	0.67	0.68	0.69	0.70	0.71	0.72	0.73	0.74	0.75	0.76	0.77	0.78	0.79	0.80	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00
8-01	2	2	2	2	2	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38	0.39	0.40	0.41	0.42	0.43	0.44	0.45	0.46	0.47	0.48	0.49	0.50	0.51	0.52	0.53	0.54	0.55	0.56	0.57	0.58	0.59	0.60	0.61	0.62	0.63	0.64	0.65	0.66	0.67	0.68	0.69	0.70	0.71	0.72	0.73	0.74	0.75	0.76	0.77	0.78	0.79	0.80	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00

※P1は100μm/rev、P2は150μm/rev、※P1は170μm/rev、P2は150μm/rev

表2 試験片精度測定値および切削加工条件 (PC25)

項目	公差 ±0.004 mm				公差 (μm)	真円度 (μm)			面粗さ (μm)		P1 (μm)	P2 (μm)	機械的性質	製造ロット	加工条件																																																																																										
	5 (mm)	10 (mm)	15 (mm)	20 (mm)		Ave	10 (mm)	15 (mm)	20 (mm)	Ra					Rz	切削速度 (m/min)	切込量 (mm)	送り (mm/rev)																																																																																							
試験番号	8° 80°	8° 80°	8° 80°	8° 80°	Ave	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38	0.39	0.40	0.41	0.42	0.43	0.44	0.45	0.46	0.47	0.48	0.49	0.50	0.51	0.52	0.53	0.54	0.55	0.56	0.57	0.58	0.59	0.60	0.61	0.62	0.63	0.64	0.65	0.66	0.67	0.68	0.69	0.70	0.71	0.72	0.73	0.74	0.75	0.76	0.77	0.78	0.79	0.80	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00
8-01	10	10	10	10	10	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38	0.39	0.40	0.41	0.42	0.43	0.44	0.45	0.46	0.47	0.48	0.49	0.50	0.51	0.52	0.53	0.54	0.55	0.56	0.57	0.58	0.59	0.60	0.61	0.62	0.63	0.64	0.65	0.66	0.67	0.68	0.69	0.70	0.71	0.72	0.73	0.74	0.75	0.76	0.77	0.78	0.79	0.80	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00

※P1は100μm/rev、P2は150μm/rev、※P1は170μm/rev、P2は150μm/rev

3.2 測定項目

(1) 内径寸法

測定場所は穴部入口側より5mmの所をD₁、入口側より15mmの所をD₂、入口側より25mmの所をD₃としてシリンダーゲージにより0°方向と90°方向の内径測定を行なった。

(2) 真円度

測定場所は上記径寸法と同じ所とし、真円度は最小領域中心法を採用した。

(3) 表面あらかさ

測定場所は穴加工幅の全域とした。表示法としては最大あらかさR_{max}と10点平均あらかさR_xを採用した。

(4) 穴の傾き

L形の底を基準として、電気マイクロメータにより穴の全域にわたり傾きを測定した。

4. 加工精度

測定結果を表1、表2に示す。

直径、真円度、表面あらかさについて平均値も記入した。

4.1 内径寸法精度

内径寸法の測定結果を図2、図3、図4に示す。全企業の集計はだいたい正規分布を示し、山の中心は1.0μmに近い。材料別も同じ傾向で、さらに機種別で見ると、円筒研削盤、横中ぐり盤、フライス盤は傾向

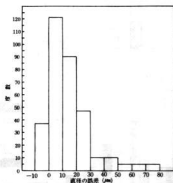


図2 全企業寸法の分布

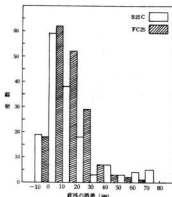


図3 材料別寸法の比較

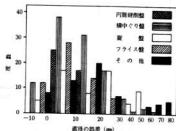


図4 機種別寸法の比較

はかわらないが、その他の機械は2.0μm～3.0μmに山が移動している。

つぎに寸法の測定値中で最大なものを取り各等級における試料数を表3に示す。公差7級に合格しているものが61%とかなり悪い。原因としては内径が数μm

表3 各等級に合格する試料数

	4級以下	5級	6級	7級	8級	9級以上
円筒研削盤	2	0	3	2	0	0
横中ぐり盤	0	1	3	7	2	1
旋盤	1	0	0	4	2	1
フライス盤	3	0	2	1	0	0
その他	1	0	3	2	0	2

不足しているものがある。これは加工中の環境温度を考慮すれば、まず合格する。しかし加工上のトラブルが16例もありもつと慎重な加工が望まれる。

4.2 表面あらさ

表面あらさの測定結果を図5、図6、図7に示す。その級別区分を表4にかかげる。全体の集計でみると正規分布を示しており、材料別でのあらさはS25

表4 表面あらさ級別区分(試料数)

	▽▽▽			▽▽			▽
	15S	8S	6S	12S	18S	25S	25S以上
円筒研削盤	0	5	2	0	0	0	0
横中ぐり盤	0	0	0	7	6	5	0
旋盤	0	0	0	1	5	3	1
フライス盤	0	0	0	2	4	4	0
その他	0	0	2	3	5	0	0

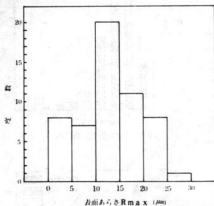


図5 全企業仕上面あらさ分布

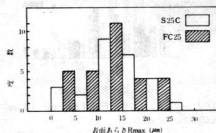


図6 材料別仕上面あらさの比較

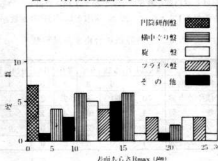


図7 機種別仕上面あらさの比較

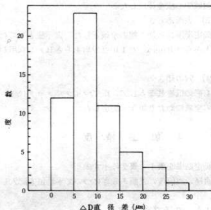


図8 全企業直径差の分布

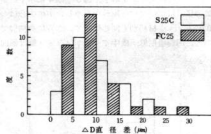


図9 材料別直径差の比較

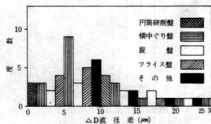


図10 機種別直径差の比較

CがFC25より良好な傾向を示した。機種別では円筒研削盤のみが指定した表面あざさに合格し、他の機種は▽▽の区分で目標にはとんどが達成していない。これは切削面にびびりの発生を防止するため工具切削のノーズ半径を各企業とも小さくしていることや中ぐり加工の場合、機械剛性や工具剛性、工具磨耗などを考慮すると高速切削が困難な条件におかれているのにも起因する。いずれにしても表面あざさの向上対策については切削加工条件、工具の選定などが今後の課題である。

4.3 円筒精度

(1) 直径差

これは測定場所6点のうち、最大内径 D_{max} 、最小内径 D_{min} を選び $D_{max} - D_{min}$ から求めた。

直径差の分布は図8、図9、図10に示す。材料別では大差がないが、機種別では各機械の精度の影響が現われている。取付方法が直径差の変動の原因になっているので特に注意する必要がある。

(2) テーパー

これは入口側直径 D_1 と出口側直径 D_3 からテーパー

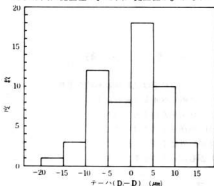


図11 全企業テーパーの分布

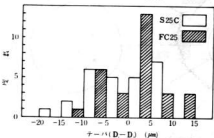


図12 材料別テーパーの比較

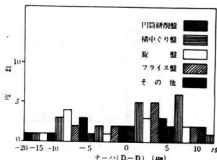


図13 機種別テーパーの比較

$= D_1 - D_3$ を求めた。図の表示値プラスは入口側内径が大きいテーパーでマイナスはその逆を示す。

テーパーの分布を図11、図12、図13に示す。

総体的には $\pm 10 \mu\text{m}$ 以内のものが主体であった。

(3) 真円度

真円度の測定は3点を測定し、このうち最大値をとり図14、図15、図16にその分布形状を示す。

全企業別、材料別では真円度は $5 \sim 10 \mu\text{m}$ を頂点に正規分布を示す。機種別で見ると、機種の主軸精度の良否の差がかなり明確に現われている。

真円度形状の数例を図17、図18、図19に示す。加工方法やワークの取付方法による真円度の影響が見受けられた。主軸の調整により動的精度の改善、切削加工条件の選定、ワークの取付方法によって真円度の向上は可能である。

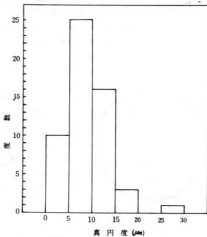


図14 全企業真円度の分布

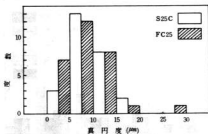


図15 材料別真円度の比較

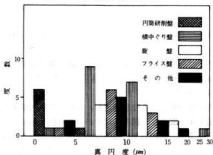


図16 機種別真円度の比較

4.4 穴の傾き

穴の傾きでは、プラス方向は入口側が高く、マイナス方向は出口側が高い。

穴の傾きの分布は図20、図21、図22に示す。±4.5 μmの範囲に傾きか広がっている。この影響には主軸、およびテーブルの傾き、取付誤差などが考えられるが前記のテーブルの影響もみのがすことができない。また穴加工のため工具剛性が低い場合、工具のたわみなども考えられる。

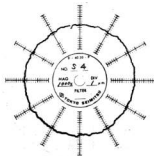


図17 横中ぐり盤による正常な切削時の真円度

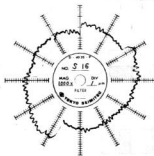


図18 切削力の変動による真円度曲線(横中ぐり盤)

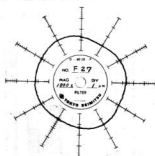


図19 四爪チャックの締付けによるワーク変形例

5. 加工条件

(1) 使用機械は85年度制から52年度制まで製造年度は幅広く加工精度と使用年度との相関についてはその差がみだせなかった。

(2) 使用工具および工具材質の指定はしなかったが大半が超硬工具を使用している。中ぐり工具は手製工具がかなりあった。

(3) 切削条件については切削速度も低速から高速域までかなりの違いがみられた。切込みも機種によって異なるが0.02 mm~0.8 mmと微小切込みもあった。送りについても0.02~0.15 mm/revとかなりまちまちであった。

切削加工による表面あらさは各企業とも悪く、びびりの発生を警戒して表面あらさに直接影響を及ぼすノーズ半径を小さくしている企業が多いことがわかった。

加工時間については試料不足であるが、同機種での加工時間のバラツキの大きいのは、心出し作業をしない、取付け段取り時間の差によるものがほとんどであった。加工技術については経験年数にもかなり左右されるが機械の保守点検も加工精度に大きく影響する。

6. 要約

今回の調査結果は試料数の不足や認識の不十分さもあり、技術レベルをうんぬんするのは早計かもしれないが、結果を要約するとつぎのとおりである。

(1) 内径寸法精度は一部の加工上のトラブルがあったもの以外は7級に合格しているものが60多で悪い。しかし、一部の企業では加工環境による温度の違い

で数 μm マイナスで公差外のものがあり、測定技術には注意する必要がある。

(2) 表面あらさは $\nabla\nabla\nabla$ の指定に対して、円筒研削盤にこれを満たしているが、切削加工による機種にはほとんど達成していなかった。

(3) 真円度については機械の主軸精度に影響のでているものがかなりある。

また取付方法により、取付けのアンバランス、チャックの締付けの影響がでているものが見受けられた。

(4) 円筒精度が比較的悪く、日常の機械の保守、精度管理をこまめに行なわなければならない。

(5) 内面加工の加工速度を高めるには加工精度に影響する要因が多く最適切削加工条件の範囲が非常に狭く今後の研究課題である。

7. 結 言

県内東部地区では切削加工技術調査の試みは初めてであり、いろいろ不備な点もありましたが、多数の参加を得ることができ御協力いただいた企業に対し感謝の意を申し上げます。

この調査結果にもとずき、個別に技術指導をしていく予定である。今後も引きつづき実施する予定であり今回以上の参加を呼びかけたい。

文 献

- 1) 井戸泰男他：加工精度に関する研究(第1報)
一切削加工技術調査—
熊本県工試報告(1976)
- 2) 機械技術研究所報告第91号：
4章 構成刃先の抑制による仕上面あらさの改善
- 3) 藤井義也他：切削力の輪郭加工精度へ及ぼす
影響 精密機械6, 1976
- 4) 服部敏男：加工公差, 仕上げ精度の位置づけ
機械設計10, 1976

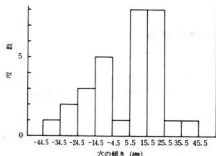


図20 全企業穴の径きの分布

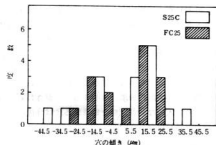


図21 材料別穴の径きの比較

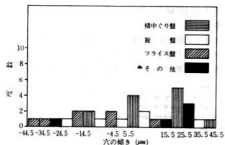


図22 機種別穴の径きの比較

騒音，振動に関する研究（第9報）

低騒音形軸流送風機の開発

大下 敏，永山博夫，斯波信夫
松垣和生，中塩武之，山崎隆志

1. 結 言

軸流送風機は，他の送風機にくらべて小形軽量で取扱いやすく効率がいため，鉄鋼，造船，鋳造，鍛造熱処理，建設などのあらゆる業界の送，排風に広く使用されているが，その反面騒音レベルが高いため，騒音公害の発生源として，しばしば指摘されるものでありその対策が急がれている。

軸流送風機から発生する騒音は，大きく分けて，ある特定の周波数に高いピークを持つ回転騒音と，広い周波数帯域にわたって比較的なめらかな音圧レベルの分布を持つ乱流騒音，および管路系からくる二次的な固体騒音の三つから成っており実際の騒音はこれらが合成されたものであるが，騒音スペクトルからみると回転騒音が支配的である。

軸流送風機の騒音低減については数多くの研究が発表されており，中でも動翼，静翼の面から研究されたものは多く，たとえば傾斜動翼の代わりに静翼を後傾させても効果がある¹⁾。静翼を駆動軸に対して直角な面内に傾斜させ，動翼と静翼との交差角を変える方法により比音響パワーレベルの値がかなり低くなり全圧効率，流量係数の値が改善される²⁾，吸入口形状を丸棒リングから成るリングガードに変え，動翼との距離を最適に決めると動翼との干渉による騒音を低減できる³⁾，送風機の主回転音は支持板と動翼の枚数の組合せや，それらの配置を工夫することによって低減可能である⁴⁾，送風機に流入する気流の乱れが特に強い場合の乱流騒音は，主として動翼後流に起因する⁵⁾。

また，動翼周辺の流路形状が騒音に影響を与えることは良く知られており，動翼幅比と内外径比が大きい場合には一般にベルマウスを用いると有効であり，動翼から吹き出された空気の流れを円滑に方向変換させ

ためにガイドコーンを取付けて流路断面積の急激な変化をなくすことも効果がある。

その他，低周速化の方向も大形送風機では効果があり，送風機の風速そのものより翼に対する相対流入速度を下げることによって騒音低下を図ろうとするもので，これは翼の音響出力が気流速度の冪乗に比例して大きくなるという理論⁶⁾⁷⁾，また動翼，静翼の組合せによって騒音低減を図る方法，不等ピッチ翼による方法，静翼の前後に整流環を付け乱流を順流に変える試みなど，いろいろの研究結果が発表されているが，送風機の場合音源に複雑な要素が多く，またそれらの各々の騒音を音響的に分離，解明することがきわめて困難なため，大幅な騒音低減を期待するには今後の研究に待たなければならない。

2 開発の手順

音波干渉による騒音の防止は，軸流送風機の主音源である回転騒音の基本周波数を送風機の吸・排出口に取付けた二個の動翼で互いに干渉させようとするものである。駆動軸の回転によって翼がある周期をもって空気に圧力衝撃を与えることが騒音発生の原因であるから，動翼の回転による騒音の基本周波数は回転数を

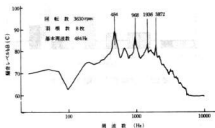


図1 軸流送風機の周波数特性

n 、動翼の枚数を x とすると、 $n x / 60$ となり、その倍数の周波数を持つ高調波が合成される(図1参照)。

本研究の目的は、吸入側動翼の回転によって生ずる回転騒音を排出側に取付けた動翼から発生する騒音と干渉させて消音させるものであるから、前述のように回転数 n 、動翼枚数 x の時、吸入側動翼による基本周波数 f は

$$f = \frac{n x}{60} \text{ (Hz)}$$

となる。ある周波数を持った音の波長は、音速をその周波数で割ったものに等しいから、この時の基本周波数の波長 λ は空気中の音の速度を c とすれば

$$\lambda = \frac{c}{f} \text{ (m)}$$

音波の直線的な伝達では、二つの信号の重ね合わせの原理により二次元領域内での音波は一様な波形で示すことができる。したがって、合成と干渉の曲線は位相関係がわかるとおのおの周波数で二つの信号をベ

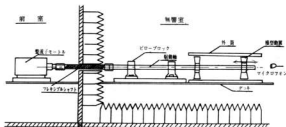


図2 模型翼による騒音干渉実験装置

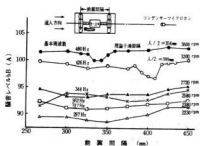


図4 回転数の違いによる干渉と非干渉の一例

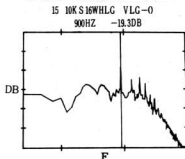


図8 二翼が干渉した時の周波数特性

クトル和するか、グラフ上に二つの曲線を重ね合わせることにによって得られる。

二翼形送風機の場合、吸入側と排出側の動翼間隔を基本周波数の波長の $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{1}{3}$ 、 \dots 、 $\frac{1}{n}$ の位置に取付け、同軸で回転させれば相互の翼から発生する騒音は排出口で $\frac{1}{2}$ 波長ずれて互いに打ち消す状態となり、干渉して自己消滅する。

また、音波の重ね合わせによって若干上昇する高周波域の騒音については、さきにも工業試験場で開発した吸収形消音器³⁾を併用し、二翼形送風機と一体化して、複合消音効果を持たせた低騒音軸流送風機としたものである。

2.1 模型実験

送風機の設計、製作に先立ちスピーカおよび動翼模型(写真1参照)による干渉消音の予備実験を行なった。

2.1.1 スピーカによる音波の干渉実験

二つの音波が重なり合うと、互いに合成するか干渉する。この現象をスピーカで予見した。無響室内に二つのスピーカを同一線上に並べ、音波の進む方向にマイクロホンセットし、騒音レベルの変化の測定を行なった。入力として

1,000 Hzの純音を増幅して同一位相で供給し、片側のスピーカをゆっくり前方に移動させた時、次第に合成音の乱れを生じ左右のスピーカの相対距離が18 cm

表1 模型動翼の干渉による騒音レベル差

回転数 (rpm)	翼枚数 (枚)	基本周波数 (Hz)	翼間距離 (mm)	レベル差 dB(A)
550	11	101	1680	
780	11	143	1188	1
1180	11	216	787	2
1580	11	289	588	1
1980	11	354	486	1
2300	11	422	402	3
2750	11	504	377	2

の所で強い音波干渉を生じた。そして、この位置からずれると音波は再び増幅されて85cm近傍で最大となった。干渉を起こした時の全周波域での減音量は、13dBであった。

つぎに、図1に示された騒音スペクトルを持つ送風機騒音をデータレコーダに収録し、二つのスピーカの入力として使用し、純音の場合と同様の実験を行なった。この時スピーカの相対位置が36cmの所で干渉を生じた。騒音の合成は二つのスピーカが同位置にある時が最も大きい。送風機騒音による全域の騒音減少量は、純音で得られた時よりも小さく7dBであった。

2.1.2 模型翼による騒音の干渉実験

模型実験用動翼を軸方向に任意に移動させることのできる干渉駆動装置(図2参照)を製作し、無響室内で模型翼をそれぞれの回転数、翼枚数によって定まる干渉帯域にセットして回転させ、干渉実験を行なった。干渉効果をリアルタイムアナライザで分析した結果の一例を図3に示す。

基本周波数のピークは干渉によって明らかに下がっているが、高周波域の騒音レベルは幾分上昇する。表1は模型翼の回転数を変えた時の各条件ごとの干渉による減音量である。干渉した時と干渉しない時のレベル差は、全周波域帯域では1~3dB(A)であるが、基本周波数の低下は2~5dB(A)であった。

2.2 実用実験機による干渉実験

模型実験の結果、干渉効果が認められることから現物の動翼を用いて実験を行なった。これは二個の動翼が軸方向に任意に移動し、かつ回転数を自由にさせることのできる二翼式干渉実験機を製作し、各種の動翼を取付け理論的に計算できる干渉間隔および回転数を設定して干渉音実験を行なった。

2.2.1 高速回転における干渉実験

干渉実験機の回転数を2,200~3,600rpmの間で6段階に設定し、それぞれの理論干渉間隔で高速回転時の干渉を調べた。図4に、各回転数ごとに干渉周波

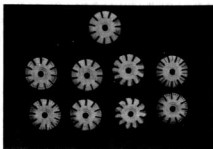


写真1 動翼模型の一部

数に入るように動翼間隔を移動させた場合の騒音レベルの一例を示す。

たとえば、回転数3,600rpmで供試動翼が8枚翼の場合、基本周波数は480Hz、2個の動翼の干渉間隔は理論的には354mmとなるが、実験では340mmで干渉し、騒音レベルが低下している。3,200rpmの場合、基本周波数は426Hz、理論間隔は399mmであるが、実験結果は400mmを少し上まわる所で干渉を起こしている。

2,200~2,700rpmは450mmの翼間隔内では干渉を起こさない。3,200rpmの時の騒音レベルをオーバーオール値と基本周波数の減音量で比較してみると、基本周波数は干渉によって5dB(A)低減するが、オーバーオールの値でみると3dB(A)の低減にとどまっている。

これは実験機を高速回転させたため駆動系の騒音が増加し、また動翼先端速度の影響が音響パワーレベルの上昇に卓越して効いてくることから、干渉効果が相殺されて全体としての騒音レベルの低下を妨げるものと思われる。

2.2.2 低速回転における干渉実験

干渉実験機の回転速度を上げれば、全体の騒音レベルが上昇して干渉効果が予想ほど期待できなかった。このため、実験装置を改良して低速回転での干渉実験を行なった。

回転速度を上げずに二つの翼から発生する騒音を干渉させるためには、動翼間隔を長くする方法と動翼枚数を増やす方法が考えられる。表2に回転数を1,000~1,800rpmの低減域で4段階にとり、翼枚数を変え

表2 騒音干渉時と非干渉時の騒音レベル差

回転数 (rpm)	翼枚数 (枚)	基本周波数 (Hz)	翼間距離 (mm)	レベル差 dB(A)
1000	6	100	1700	7
⊕	8 (A)	133	1275	6
⊕	8 (B)	133	1275	7
⊕	8 (C)	133	1275	4
⊕	10	166	1020	7
⊕	12(分割)	200	850	6
1200	6	120	1417	5
⊕	8 (A)	160	1063	6
⊕	8 (B)	160	1063	5
⊕	8 (C)	160	1063	5
⊕	10	200	850	4
⊕	12(分割)	240	708	6
1400	6	140	1214	4
⊕	8 (A)	187	911	5
⊕	8 (B)	187	911	4
⊕	8 (C)	187	911	5
⊕	10	233	729	6
⊕	12(分割)	280	607	5
1800	6	180	944	5
⊕	8 (A)	240	708	4
⊕	8 (B)	240	708	4
⊕	8 (C)	240	708	5
⊕	10	300	567	4
⊕	12(分割)	360	472	4

()は形状の異なるもの。

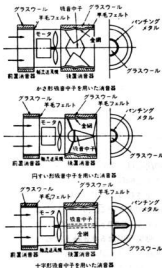


図6 吸音中子を用いた軸流送風機用消音器

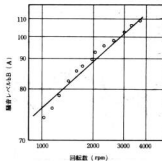


図5 二翼形軸流送風機の回転数と騒音レベル

て干渉帯域に動翼を装着して実験を行なった時の干渉結果を示す。

騒音低下量は4～7dB(A)となり、音質はソフトになっている。このように、低速にして干渉長を長くすれば、騒音は大幅に低下する。これは気流速度が低下するため駆動系またはステータ、ブラケットなどの気流障害物の存在によって生ずる乱流の影響が少なくなり、層流状態での干渉条件に近くなり、また翼の先端速度の昇降で騒音レベルに効いてくることのため、低速回転では外乱騒音の影響が少なくなり、干渉効果が顕著に表われるためと思われる。

2.3 二翼形軸流送風機の回転数と騒音レベル

模型および実機による実験の結果から明らかなように、動翼の回転数と発生する乱流の影響はきわめて密接である。一般に、送風機の騒音レベルPWLは比音響パワーレベルをPWLs、風量をQ、全圧をPtとすると

$$PWL = PWL_s + 10 \log_{10} Q P_t^2$$

であるから、回転数と騒音の関係は同一送風機の回転数をそれぞれ n_1 、 n_2 とすると、一般的に

$$PWL_2 - PWL_1 = 10 \log_{10} \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^m$$

となる。そこで、二翼形軸流送風機について実用回転域内で回転数と騒音レベルの関係を検討した。図5はその結果を示したものである。また、回転数と騒音の実測値から上式のmの値を計算すると $m = 5.78$ となり、二翼形送風機では回転数の変化に伴う騒音パワーレベルの上昇は通常の相似則に従う以上に大きく影響することをお表わしている。

2.4 吸収形消音器の改良

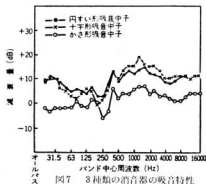


図7 3種類の消音器の吸音特性

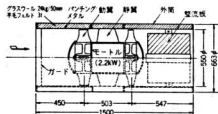


図8 二翼十字形軸流送風機

二翼十字形によって基本周波数のレベルは低下するが、高周波域のレベルは上昇する。このため、先に従工試で開発した軸流送風機用消音器(図6参照)を併用し二翼形送風機と一体化して消音効果を増すための消音器の吸音中子の改良を行なった、この消音器は三種類の吸音中子を持つものであり、その消音効果を図7に示す。

これらの消音器を二翼形送風機に適用する場合、基本周波数は本来の目的である干渉音音によって低減させ、高周波成分の騒音は消音器を用いて吸収させて騒音の全域にわたって複合効果を発揮させようとするものであるから、これに適した消音器としては十字形吸音中子を持ったものが妥当である。

十字形消音器の特性は、中子の端部の風切り音、支持棒の位置、形状、吸音材の材質またはその保持方法が関係するが、その中で最も消音効果に影響を与えるのは吸音中子の端部のねじれ角であることから、今回の二翼形送風機の排出口側に装着した場合のねじれ角を検討した。その結果最適ねじれ角は 15° であった。

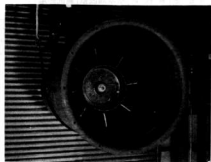


写真2 二翼形軸流送風機

3 二翼形送風機の製作と性能

上記の実験データに基づいて、低騒音型軸流送風機を製作した。軸流送風機の設計に際しては、一般に流量、断熱ヘッド、回転数が与えられると送風機装置全体の総圧力効率を最大にするような送風機外径が決定されるが、実際には送風機の外径は任意にとり得ない場合が多い。

今回の場合、干渉音の基本になる動翼は各種の軸流送風機用動翼の中から騒音性状を検討し、比較的基本周波数が忠実に表われて乱流騒音の少ないものを選んだ。供試動翼の羽根半径は548mm、8枚翼である。図8に試作した送風機の構造を示す。

外筒は内周面に面密度の異なるグラスウール二重層、羊毛フェルト、多孔薄板の順で内装し、ブラケットを介してモートル支持筒の中に動翼駆動軸モートルを内蔵している。動翼形状は模型および実機による騒音干渉実験の結果から、乱流を減らす分割翼を採用した。

回転数の決定は、騒音実験の結果二翼形の場合、騒音の大きさが回転数の5.78乗で効いてくること、および図5で示されるように、1,000~1,500rpmで騒音低下の度合いが大きいことから、分割翼の効果を高めることも含めて、1,200rpmとした。また、これによって定まる動翼間隔は503mmとなる。

排出口側に取付けられた十字形整流板は、多孔薄板および内部に装入された吸音材で形成されており、同心翼の周面上にねじれ角を与えて気流の旋回および乱

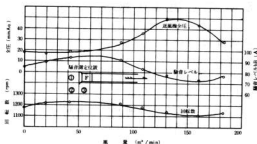


図9 送風機性能と騒音レベル

れを整流し、かつ吸音効果を持たせてある。なお、このねじれ角は実験の結果から 15° とした。試作した送風機の外観を写真2に示す。

3.1 性能

JIS B8830「送風機試験方法(ビーター管使用)」によって試作した送風機の性能試験を行なった。図9は各風量ごとの全圧、騒音レベル、回転数の変化を示す性能曲線である。主要性能として風量 $160\text{ m}^3/\text{min}$ 、全圧 46 mmAq の送風能力を示した。

3.2 騒音

送風機の騒音を検討する場合、当然送風機性能との関連で考慮することになるが、一般に与えられた形式の送風機については、その送風機との間に性能上の比例法則が成立すれば、その送風機の騒音を比音響強さで比較すれば好都合である。通常、軸流送風機の比騒音レベルは $33\sim 55\text{ dB(A)}$ とされているが、試作した送風機について比騒音 K を 45 dB(A) とすると、風量 Q は $160\text{ m}^3/\text{min}$ 、風圧 P_t は 46 mmAq であるから、この送風機の騒音レベル SPL は、

$$\begin{aligned}\text{SPL} &= K + 10 \log Q P_t^2 \\ &= 45 + 10 \log 160 \times 46^2 \\ &= 100\text{ dB(A)}\end{aligned}$$

となる。

二翼形送風機の騒音をJIS B8846「送風機の騒音レベル測定方法」に準拠して三点測定し、その平均をとると 78 dB(A) である。これによると、開発した二翼形軸流送風機の騒音はこれと同等の能力を持つ送風機のそれにくらべて $18\sim 22\text{ dB(A)}$ 低くなっている。またこの送風機は吸入側で 78 dB(A) 、排出側で 79 dB(A) となっており、排出側での騒音レベルの方が低く、送風機の後方 10 m をこえるとほとんど喧騒感を覚えない。

4. 結 言

音波の干渉理論を軸流送風機に適用して総合消音効果 18 dB(A) を得たが、これは工場、作業場に於て充分に実用機として使用でき得るものである。

製作上の注意点としては、

1. 前後の動翼は必ず同一のものをを用い、ダイナミックバランスは充分にとり翼の位相を一致させる。
2. 両翼間距離は理論値より若干ずれることがあるがわずかな位置の修正はスペーサ等によって行うとよい。
3. 動翼とケーシングのすきまはなるべく小さくするほうが干渉効果大きい。

(参 考 文 献)

- 1) 鈴木ほか：軸流送風機の騒音低減の実験的研究，機械学会誌，Vol.73, No.623(昭和45-12)1670
- 2) 原田 郁：低騒音軸流送風機，機械技研ニュース，No.9(1975)8
- 3) 板井照男：誘導電動機の騒音低減，日立評論，Vol.57, No.7(1975)67.
- 4) 妹尾ほか：低圧軸流送風機の騒音に関する研究，機械学会論文集，39-320(昭和48-4)1246.
- 5) 深野ほか：低圧軸流送風機の乱流騒音について，機械学会論文集，41-845(昭和50-5)1486.
- 6) I. J. Sharland: Intake Noise From Axial Flow Turbochargers and Compressors, PIME, Vol.182, No.3(67~68)
- 7) 梶沼次郎：流れと騒音，機械学会372 回講習会教材(昭和48-2)51.
- 8) Design News Co., Ltd.: Split Fanblade reduces air turbulence, Design News, 4-19-76
- 9) 大下 敏：軸流送風器用消音機の実験的研究，興工業試験場報告，No.16(1973-10)19.

騒音振動に関する研究(第10報)

電動工具の騒音低減について

中 塩 武 之 , 永 山 博 夫

1. 緒 言

携帯用電動工具は職業人ばかりでなく、一般家庭にも普及してきているが、その騒音は非常に著しいものである。今後問題化してくることは充分に考えられる。

この種の工具は軽量化の面から、むやみに対策のための付帯装置が取付けられず、加えて電動機は小型で高速の形式を用い、減速してトルクを得る方式をとるため騒音レベルは概して高い。これらのことは対策を進める上での大きな弊害となっている。

本研究は電動工具の中でも、騒音レベルが最も高く普及台数も多い電動丸鋸盤を例にとり、その騒音発生機構を解明し、この種の工具における対策指針および可能性について追求したものである。

2. 実験方法

鋸盤各所からの騒音は発生機構の違いから当然異った性状を示すが、端的には周波数の違いとして区別できる。実験においては機械的運動部分の周期性、鋸刃に伴う空力学的な騒音などに対しては、その周波数を理論的に求め、騒音周波数との比較により原因を探った。

図2に測定システムを示すが、一部の試験では鋸刃の軸方向振動(変位振幅レベル)を測定した。

図1は本実験で対象とした鋸盤の構造を示す。回転数は5200 r.p.m. 歯車比から逆算すると電動機回転数は29,900 r.p.m.となる。その他に数機種を実験のために用意したが、構造、仕様はほぼ同じものであった。

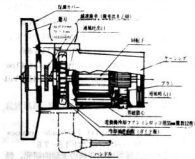


図1 携帯用鋸盤の構造

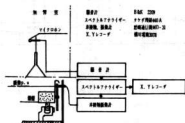


図2 測定機器ブロック、ダイアグラム

3. 実験結果および考察

図3に丸型鋸の騒音分析結果を示す。傾向としては白色雑音上に多数の純音性ピークが見られ、その発生位置はほぼ番号の点に現れるようである。騒音対策の上では、まずこれらのピークを低減することが先決となり、このことは聴感上での騒音の刺激感をも緩和する効果がある。

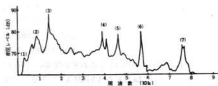


図3 丸鋸盤の騒音

(1)~(3)のピークは480Hzを基本とする三次までの高調音音として認められる。このピークは電動機冷却ファン騒音でマスキングされており、それを取りはずすことにより明確となる。図4にその結果を示す。

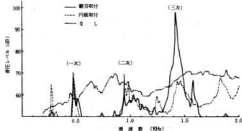


図4 (1)~(3)次の高調音音

隣中円板付は鋸月のない同径の単なる円板を取付けたものである。鋸月取付時のみピークが大きく現れているが、その周波数は電動機回転数とよく一致する。 $N/60(N:電動機回転数 r.p.m)$ から算出すると、 $29,900 r.p.m$ では 478 Hz となり、その高周波は 956 Hz 、 1434 Hz とピーク周波数に近いものである。一連のピークレベルは電動機負荷が小さくなれば低下する傾向にあり、鋸月より空気抵抗の低い円板、さらに何も取付けない状態では大幅に低下している。原因を考えると回転子の重量バランスには問題はなく、負荷に大きく左右されるところから、電動機軸のねじり振動が原因と思われる。

(4)、(5)のピークは円板取付、鋸月のない状態では全く現れず、鋸月先端の切刃が影響していることは明らかである。しかし鋸月の振動による機械音か、切刃に伴う空力学的なものか不明であり、試みに鋸月の軸方向振動を測定し騒音と対比してみた。その際回転数は、 $4,500 \sim 1,000 r.p.m$ に可変した。その一例を図5、図6に示す。

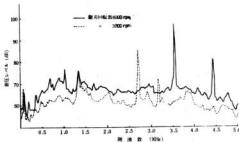


図5 鋸月の騒音(ピーク(4)、(5))

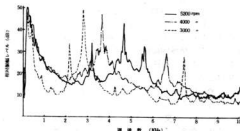


図6 鋸月の振動(切刃先端より15mm位置)

全体的に(4)のピーク周波数と振動のそれは一致する傾向がみられたが、 $2,000 r.p.m$ 以下になるとスペクトラムの変動が激しく、双方の相関は認め難い状況で

あった。なお振動は円板取付では全く現れず、切月がある場合に限り何らかの外力が作用するためとの推定がつく。さらに振動は鋸月の軸心に寄るほど低下する傾向にあり、このことは中心軸固定の円板の振動モードに従っていることを示唆している。

こゝで鋸月の振動原因を先述で生じるカルマン渦(以下考察では渦と称する)と想定し、それを裏付ける方向で理論考察を試みる。単位時間における渦の発生回数は次式により求めることができる。

$$CN = St \cdot V / d \quad CN: \text{渦数}, V: \text{鋸月周速 } m/s \\ d: \text{鋸月幅 } m, St: \text{ストロハル数}$$

より求まる。

$$Re = Vd / \nu \quad Re: \text{レイノルズ数} \\ \nu: \text{動粘性係数 } m^2/s$$

空気の動粘性係数(ν)は 20°C の乾燥空気とすると $1.512 m^2/s$ となり、実験を行った回転範囲 $1,000 \sim 4,500 r.p.m$ ではレイノルズ数(Re)は $900 \sim 4,200$ となる。この間のストロハル数(St)は 0.21 と一定、さらに鋸月幅 1.7 mm より上式は次のように単純化できる。 $CN = 0.21 \times V / 0.0017$

この式より算出した値と図3の(4)、(5)のピーク周波数を対比すると、不明瞭ながら(5)のピークに近いようである。各回転数で比較した結果を表1に示す。

回転数 (r.p.m)	計算値 (渦数/s)	ピーク(5)の周 波数 (Hz)	備 考
5200	5381	4700	ピーク音 圧レベル 88dB
4500	4657	4450	94%
4000	4188	4425	81%
3500	3619	3812	73%
3000	3100	3175	72%
2500	2581	-	

表1 (5)のピーク周波数と渦数との対比

渦数と振動ピーク周波数を比較してみたが、いずれの回転数においても相関はなかった。図6と表1から同回転数のものを比較してもそのことは明らかである。

鋸月の切刃が(4)、(5)のピークおよび鋸月振動を生じさせていることは明かであり、一連のことから(4)のピークは鋸月振動によるもので、(5)のピークはカルマン渦による空力学的なものが原因していると推定できる。なお当初は振動原因をカルマン渦に求めたが、他に何らかの原因があるよう明確な関連は得られなかった。

(6)のピークは電動機冷却ファンに伴うもので、ファンを削除した稼働ではいずれの場合も認められなかつ

た。ファン騒音については種々研究されており、スペクトラム上にこの様な純音性ピークが生じることはよく知られている。この周波数は $NZ/60$ (N :回転数 $r.p.m.$, Z :翼数)で定まり、本実験の場合 $29900r.p.m.$, 翼数12枚から 59801Hz と図3の結果とよく一致している。さらに回転数を可変し同様な比較実験を試みたがいずれも計算値と一致するものであった。ファン騒音としてはその他通風音が含まれるが、これはほぼ全周波数域にわたる白色雑音状のものである。レベルとしては前述のピーク程ではないが、周波数帯域が広いためやはり全体騒音を支配するものである。特にこの種の工具は図1のごとくかなり複雑な通風路となっているため擬して騒音も高くなる。ちなみに本実験の場合ファンを取除くことにより、各ピークを除いた他のスペクトルレベルに於ては約20dBの低下がみられた。

(7)のピークは円板付では現れず、扇月が取付られた時のみ認められた。これもやはり(6)のピークと同様なもので切月によるものと推定できる。すなわち前述の式で扇月数は翼数に匹敵し、月数100枚、回転数 $5200r.p.m.$ から計算すると 86671Hz となる。図3の結果と比較すると計算値が高い結果となったが、これはつもの本筋によるものと思われる。回転数を可変し同様な比較実験を試みたが、ピークは計算値より低い周波数に現れながら、回転数との比例関係はたえず維持されていた。

以上扇盤の主だった騒音源を追求してきたが、その他減速歯車、ブラシの摩擦音、スパーク音などが認められた。しかし実験上で指摘した騒音に比べればレベルとして問題になるものではない。

対策手順としては騒音レベルからみて、電動機冷却ファン、扇月の順となろう。ちなみにファンを取除くと約10dB、扇月と共に取除くと15dB程度の騒音低下がみられる。特にファンにおいては通風音も共に消滅するため効果も大きい。この種の電動機は異例に高速のため一般的にみてファン騒音も著しいようである。

ファン騒音については本実験の一環として、種々の翼形状のものを試験してみた。形式別には遠心式、軸流式の二種類とし、後者の場合翼枚数、ひねり、翼間隙など異なるものを試したが3~4dBと大差ない結果であった。差が認められるものも主に風量の違いによる通風音の差のようである。

次に回転数を変化させ全体騒音を測定してみた。基本的にこれら回転機械は各部よりの騒音発生機構は異なるにせよ、回転数の低減は騒音の面でも効果的と思わ

れる。試みに扇月回転数を $4500\sim 1500r.p.m.$ の範囲で可変してみたが、 $95\sim 81\text{dB(A)}$ とその効果は大きい。

4. 結 言

この研究は騒音源の追求を主目的としたが、対策を進める上ではさらにそのための研究が必要である。騒音発生機構からみても種々のものが集合されており、個々の内容に応じた対策方法を究明しなければならない。さらに対策の方向として低騒音化への機構改善が基本となり、出た音を後から遮音するなどの方法は、工具の取扱いからみて限界がある。

おわりに扇盤騒音の要因をなす、電動機冷却ファン並びに扇月騒音について、その対策方針、可能性について検討してみる。

ファン騒音のうち翼数と回転数で定まる純音成分は、翼の周速を落すことが効果的とされており、そのためには翼の低速化が基本的考え方となる。同風量を得るとすれば大翼型にするか翼数を増し、回転数を低くおさえることである。しかし電動機冷却ファンにおいては、回転子と同軸構造をとるため、一方的にファンのみを低速化することはできない。このような場合には翼枚数を多くし、径を小さくすることも一つの考え方である。

通風路で生じる騒音については、乱流を防ぐよう配慮することである。空気抵抗を減少させるため通風路形状を再検討し、それによる流量増加に照して翼の小形化をはかることである。このことは前述の純音成分にも効果的及び方法である。

扇月の空力学的騒音は刃溝を浅くすることが有効と思える。また月数を多くし聴感上鈍い高周波域にピークを移すことも一つの方法である。このことは電動機冷却ファンにも通じる手段である。実験に用いた扇盤においても現状の月数を倍にすれば $14\sim 15\text{kHz}$ にピークを移すことができる。

扇月振動によるものは扇月の側面に制振材を貼るか、扇月の一部を機械的に挟み振動を低減する方法が考えられる。これらの方法はすでに試みられており、その効果は認められているが実験の域をでていない。実用化のためには適応した制振材の開発、扇月支持材並びに支持方法の究明が今後の課題である。

文 献

- 1) 桜井, 他3名: 日立評論 Vol157 No7 (1975-7) 66
- 2) 桜井, 藤本: 機械技術研究所報告 Vol127 No6 (1978) 6
- 3) 斎藤, 他2名: National Technical Report Vol123 No3 (1977) 486
- 4) 橋高: 広島県立木工試験場報告 No4 (1978) 86

柑橘類果皮に含まれる油胞細胞の分離について

大下 巖, 検 垣 和 生

1. 緒 言

温州みかんは、その多くが缶詰、あるいは果汁に加工されるが、その加工工程において発生するみかん加工カスの処理状況は、昭和50年度広島県内において缶詰、果汁工場から年間約1,200トンにものぼる量を対象となっており、その再利用が望まれている。

柑橘果皮はフラベト部、油胞部、アルベト部で構成されており、各々は物性を異にしている。果皮に含まれる成分は、新鮮物ではそのほとんどが水分で、ほかに粗たん白、粗脂肪、粗繊維、糖質、灰分を含んでいる。

現在、これら果皮の有効利用に酵素分解などの化学的方法により、有効成分の抽出、あるいは再加工が行われている。しかしながら化学的方法による場合、処理量、処理時間に大幅な制約が加わる。そこで今回、みかん果皮に含まれる有効成分の抽出、あるいは再利用のための処理方法について、破砕、切断などの物理的方法による分解の可能性について検討した結果、物理による分離が可能なることから高速回転式を用いた実験用破砕分離機を試作した。

2. 小型ミキサーによる破砕分離

使用した試料は、果汁工場の剥皮工程において発生する生の状態の果皮および冷凍した果皮を使用した。

破砕、切断などの物理的方法としては、家庭用ミキサー（ステンレス製4枚刃、有効容量1,000ml）を使用し表1に示す条件で試験を行った。

表1 分離効果に影響すると考えられる要因および試験条件

因 子	試 験 条 件
果皮 (1ロットあたりg)	100 200 400
水量 (1ロットあたりcc)	200 400 600
破砕時間 (sec)	10 20 40 60 80 100 120
回転数 (rpm)	10000 9000 7000 6000
最大切削速度 (m/s)	35.6 32.0 24.9 21.4

2.1 ふるいによる破砕果皮粒度の測定

ミキサーによる破砕効果を定量化するために、ふる

いを3段重ねにし、上段には(メッシュ10、オープニング1.651)一定、中段には20(0.840)、16(1.000)、14(1.168)、14(1.190)の4種、下段には28(0.589)一定として、各々のふるいに残る破砕果皮の重量を測定した。

2.2 沈降分離により分離した破砕果皮に含まれる油分濃度の測定

ミキサーにより破砕後、水を使用した重選により、油胞部とその他アルベト部、フラベト部を浮遊物と沈澱物として分離し、各々を2~3日間自然乾燥し、さらに80℃の乾燥機にて24時間放置した後、N-ヘキサンを使用し、ソックスレー抽出法(JIS-K-0102)により、その油分濃度を測定した。

3. 実験結果と考察

3.1 ふるいによる破砕効果の検討

上段のふるいのオープニングを10(1.651)、中段を14(1.168)下段を28(0.589)とした場合、各段のふるいに残る破砕果皮量とミキサーによる破砕時間との時間的变化を、図1に示す。なお一回の果皮処理量は

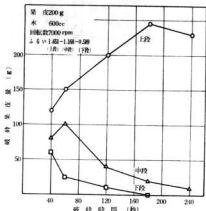


図1 破砕時間を変えたときの各段のふるいに残る破砕果皮量

200 g, 加える水 600 cc, 回転数 7000 rpm である。
図から認められるごとく, 破砕時間を長くするにつれて破砕果皮の粒度は小さくなる。

上段に残る破砕果皮は, 破砕が不十分なもので, 原形を留めた状態のものである。中段に残る破砕果皮は粒状の油胞部を比較的多く含む。下段はアルベト部が多く, わずかに粒度の小さい油胞部を含むものである。

破砕時間を長くするにつれて, 破砕果皮の粒度は小さくなるため, 油胞分を除去するには破砕時間を長くすればよく, また油胞分を抽出するには, ある適当な破砕時間を設定する必要がある。

中段のふるいのメッシュを変えたときの破砕効果について図2に示す。また破砕時のミキサーの回転数を変えた場合, 破砕果皮の粒度の変化の様子を図3に示す。

中段のふるいのメッシュは14(1.168)程度が油胞分の分離には比較的良好な結果を示した。また回転数, すなわち切削速度が高くなるにつれて破砕果皮の粒度が小さくなる傾向を示す。以上のことからミキサーによる果皮の破砕効果は, 回転数と破砕時間とに大きく影響されることが認められる。

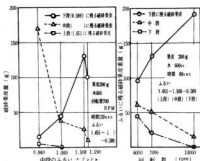


図2 中段のふるいを変えたときの各段のふるいに残る破砕果皮量

一回のミキサー運転で処理する果皮量と加える水量との割合を変えた場合の破砕効果を図4に示す。

果皮量と加える水量との割合を変えた場合の破砕効果は, この程度では顕著な差は認められなかった。

3.2 沈降分離による分離効果の検討

水を使用して沈降分離を行う場合, 油胞部はその比重差により水面に浮遊する。また, その他アルベト部フラベト部は沈降する。ミキサーによる破砕が不十分

である場合, 破砕程度の相違により果皮は浮遊, 沈降いずれの状態もとりうる可能性がある。

水量, 果皮の割合を変えたときの沈降分離による浮遊物, 沈降物に含まれる油分濃度の関係を図5に示す。図において, y は油分濃度を, x は水量と果皮との配合割合を x として実験式を求めたもので, r は相関係数である。

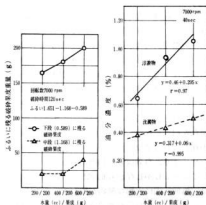


図4 水量・果皮の割合を変えたときの破砕効果

図5 水量・果皮の割合を変えたときの沈降分離による油分濃度の変化

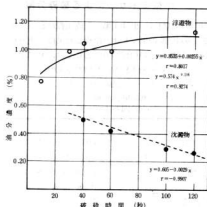


図6 沈降分離により分離した試料に含まれている油分濃度の破砕時間による変化(7000 RPM, 果皮/水: 200 g/600 cc)

油胞部の分離を行うには、一定量の果皮に対して水量は多い方が比較的良好な結果を示している。

ミキサーによる破砕時間の経過とともに浮遊物、沈降物に含まれる油分濃度の変化を図6に示す。図における式は、破砕時間と油分濃度の関係を表わしたもので浮遊物については、一次式および指数関数で示しており、 r は相関係数を示す。

水を使用した沈降分離により分離された浮遊物は、ミキサーによる破砕時間を長くすると油分濃度は、上昇する傾向を示す。ただし、破砕時間が120秒以上になると、ほぼ一定のラインに漸近する。また浮遊物と沈降物との重量比(乾燥させた試料)は、破砕時間が長くなると、下がる傾向となる。これは破砕時間が長くなるにしたがい、油胞部とフラベト部が完全に分離され、さらに油胞部までも破砕され、油分が水面に浮遊し、粒状でなくなってくるためであると考えられる。

以上のことから、油胞部をもっとも効果的に抽出するには、ミキサーによる破砕時間の設定を行う必要があり、油分の少ない試料を抽出するには、破砕時間を長くすればよく、種々の目的に応じて破砕時間を設定する必要がある。

4. 実用実験機の製作

家庭用ミキサーで実験室的には果皮の油胞細胞の分離が可能であることから、回転月を使用した実験用小型破砕機を試作した。試作した破砕機の仕様を表2、外観および構造を写真1、図7に示す。

表2 破砕機的主要仕様

容 量	24ℓ/1回
電 動 機	200V, 0.75Kw 4極
主 軸 回 転 数	1200~3600 r p m 6段階
回 転 月 周 速	15~35m/sec
切 月 の 構 成	2枚で4切月
切 月 角	20°
巾×奥行×高	800×500×800mm
重 量	60kg
材 質	SUS304

破砕機の構成は大きく分けて破砕筒と駆動用電動機より成り、破砕筒の内部には内容物の旋回を妨ぎ、上下対流を起させるような突出条を設け回転月との接触回数を多くして破砕効果を上げるようにしてある。円

錐筒状攪拌槽の底部には外部動力を伝達する主軸とそれに固着された回転月が組み込まれている。主軸の駆動は三相誘導電動機からVベルトとプーリーを介して連接され6段階の増、減速が可能である。月部は主軸の回転によって果皮を破砕する回転月で、回転方向に対して20°の切月角をもつ半月で(写真2参照)、左右非対象に角度をつけて折り曲げられて上下2枚で一組の回転月となっている。

本破砕機はこのように構成されているので、果皮を破砕槽に投入し適量の水を加えて運転し、油胞細胞を破壊することなく分離するための最適条件を探るための実験機として供することができ、これは今後の研究課題となる。



写真1 破砕機の外観



写真2 切 月

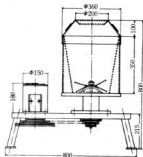


図7 破砕装置

生産設備の簡易自動化に関する研究(第一報)

自動化機器の機能・精度について

片岡 豊, 山崎 隆志
吉池 啓佑, 平田 敏明

1. 緒 言

生産工程に応用されるローコストのための、簡易自動化が中小企業が注目されだしてから長い年月が経つが、現在なおその要望が強く、また、せっかく設置した自動化設備も必要とする性能・精度を発揮するためにはいろいろな問題点があるといわれている。

その原因としては、簡易自動化の部品が多品種・多機能であること、高度な知識がなくても使用できること、記憶機能のあるものに変遷していること、ユーザは作動回路を設計するさいに動きに重点を置くため、経済的な回路、熱・位置決め精度に対する考慮が十分でなく、部品の機能にも支障をきたすことなどがある。

そのうえ、各種部品には加工上の許容誤差、組立誤差を必ず含んでおり、圧力・流量・温度などによる動的变化(動的精度)、制御機器の応答性については同一部品でも、同一挙動を示すとは限らないなど未解決のこともある。

以上のようなことから踏まえて、簡易自動化に使用される部品の性能と精度について研究する目的で2～8のことについて実験した。

2 実験回路

油圧機器を用いて、その制御はプログラムによるシーケンスコントローラも含めて行った。

油圧機器には、無負荷試験のとき弁による背圧がかかり、負荷試験のとき面積差による力と背圧がかかるようなメータアウト回路にした。

図1にそれぞれの実験に用いた油圧回路方式を示す。

それぞれの回路は空気の混入、異常な作動のないことを十分に確認してから実験した。

図1-(a)は油圧シリンダ(200mmストローク)を中央位置まで動かしたのちに、電磁方向切換弁によって中立位置に保持したとき、設定位置がどのように変化するかを安定条件のよくない無負荷のときに行なう。図1-(b)は面積差のある2個のシリンダに同一圧力をかけ、過大な流量は圧力補償付流量調整弁によりク

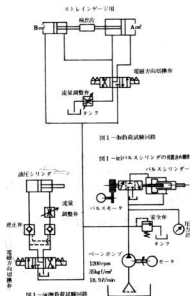


図1 各種実験の油圧回路方式

ックへ逃がすようにする。

ピストン中央につけたストレーンゲージによって、出力となる力の測定を行う。

図1-(c)は電気油圧パルスシリンダに直接設定圧力と設定流量を供給し、パルスシリンダで決められている最小設定単位(0.01mm/パルス)の指令値をくり返し与えることによって、行き・戻り行程の位置がどのように変化するかを、やはり無負荷のときに行なう。

3 実験結果と考察

図2は図1-(a)における回路で、無負荷にして圧力20 kgf/cm² [1.96 Mpa]のときの中立位置切換時から、10分経過までの戻り距離を示す。

この戻り距離の原因をつかむため、中立位置がプロ

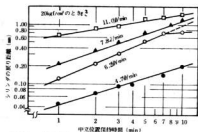


図2 無負荷における中立位置での戻り距離精度

ックセンタになったスプールに換えて実験を行ったが、各ポート間に加工誤差のための微小リーク量が生じ、行き・戻り方向のどちらに動くか一定せず不安定であった。1)

図のようなプレッシャポートブロックのスプールの場合、たとえリーク量があっても、タンクに逃げるので確実に停止するはずであるが、この回路がメータアウトになっているため圧力補償付流量調整弁の背圧により、除々に戻り方向に動いている。

これを確実に停止させるためには、これらの圧力差によって生じる力以上の負荷がないと止まらないことがわかる。

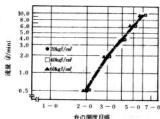


図3 圧力補償付流量調整弁の精度

図3は図1-(a)、(b)に用いた圧力補償付流量調整弁の開度による流量の変化を無負荷のときに測定したものを示す。

弁の開度が8-0以上になると、弁の通過面積に對数比例した流量がそれぞれの圧力で通っているが、この弁が圧力補償付流量調整弁であるため、無負荷のとき流量の変化はほとんどないことがわかる。

つぎに、図4は図1-(b)における負荷試験の実験記録である。

この図で、はじめの立ちあがりは油圧シリンダが動く前に、設定圧力をかけたのみで力が発生した状態(a)

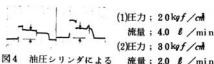


図4 油圧シリンダによる負荷試験の実験記録

であり、中間の値(b)はこの圧力で作動中の力を表わしている。さいごの値(c)は油圧シリンダの端部まで進んだときに発生する力である。逆方向に帰すときは、電磁方向切換弁を中立位置にすればもとの状態に容易に帰る。このような実験記録から、設定圧力・設定流量をいろいろ変化したときに、発生する力のようすを求めたものが、図5である。

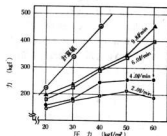


図5 作動条件と出力

この図で発生する力は圧力変化による計算値よりも低くなっているのは、回路中のピストン側に背圧がかかっているためであるが、流量の変化によってもかなりの力の変化が認められることがわかる。

この回路は回路中でもっとも剛性の高いメータアウト回路のため、2) 両ピストン側に正・負の背圧が作用して、計算値よりも複雑な挙動を示している。

図6は同じ負荷回路で、油圧シリンダが200mmストロークするまでの時間の変化を示したものである。

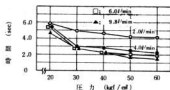


図6 作動条件における出力発生時200mmストロークの作動時間

圧力補償付流量調整弁は無負荷時には図8のような

精度を示すが、負荷時には、作動圧が高くなるほど、また流量が多くなるほど、弁の精度が悪くなっており、圧力が高いほど、流量が多いほど作動時間が短い。

以上のように、負荷試験における油圧回路の機能設計は油圧回路の特質と所要の力・作動速度から設定圧力・流量を十分に検討したものでないと、ローコストの簡易自動化は難しいことがわかった。

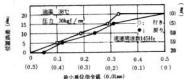


図7 パルスシリンダの行き・戻りの位置決め精度

図7は図1-(c)における回路で、パルスシリンダのストローク中央付近において、最小単位指令地0.01mmを1パルスづつ累積して50パルス与え、0.50mm行き・戻りさせたときの位置決め精度を累積パルス指令値と測定位置との差を位置誤差として示したものである。

パルスシリンダはパルスを受けて作動するサーボ機構の弁・出力用送りねじなどを内蔵しているため、加工誤差、組立誤差を含み、パルスシリンダの精度として、この程度の位置決め誤差は生ずるものと思われる。



図8 パルスシリンダの作動線図

図8は100.00mmストロークしたときのパルスシリンダの位置決め精度実験の作動線図を示したものである。

(1)の実験は静止点から、130パルス/sec(PPS)まで立ちあがり、そこから0.30secの間に200PPSに加速される。そして高速作動で動いたあと、0.27secの間に減速して130PPSにおとし、停止点を減速時から4.50mmになるように、作動条件を決めたものである。以下、(2)~(5)の実験も同じ要領で図のように作動させた。

表1は図8の作動線図のときの位置決め精度であり、0は設定位置決め位置に丁度停止したとき、+はその数値だけ行きすぎて、-はその数値だけ不足した値

表1 パルスシリンダの行程を100.00mmに設定したときの位置決め精度(μm)
油温 40℃ 圧力 30kgf/cm²

図8における(1)のとき								
行程	くり返し	1	2	3	4	5	6	7
行き		-1.5	-2.0	-0.5	0	-0.5	0	0
戻り		0	+1.0	0	0	+1.0	+1.0	0
図8における(2)のとき								
行程	くり返し	1	2	3	4	5	6	7
行き		+0.5	+1.0	0	+1.0	+0.5	0	+2.0
戻り		+0.5	0	0	0	0	-0.5	+1.0
図8における(3)のとき								
行程	くり返し	1	2	3	4	5	6	7
行き		0	0	+1.0	0	0	+1.0	+1.0
戻り		0	0	+0.5	0	-0.5	0	-0.5
図8における(4)のとき								
行程	くり返し	1	2	3	4	5	6	7
行き		+3.0	+3.0	0	0	+2.0	0	0
戻り		+1.0	-0.5	0	0	0	-0.5	-0.5
図8における(5)のとき								
行程	くり返し	1	2	3	4	5	6	7
行き		+4.60	+4.60	+4.60	+8.70	+4.60	+4.60	+4.60
戻り		+2.40	+2.85	+2.20	+2.90	+3.05	+2.30	+3.00

を示す。図8、表1より、高速作動が6800PPSまでは非常に高精度の位置決めが可能であるが、9100PPSには常に位置決め精度がよくなかった。

4. 結 言

油圧実験回路を組んで、それぞれの精度、機能について実験した結果、つぎのことがわかった。

(1) 電磁方向切換弁の構造には幾分かのリーク量はきけられないので、無負荷時における位置決め精度はとくに不安定であった。よって、位置決め精度を必要とするものは背圧などの圧力差による力以上の負荷がないといけない。

(2) 圧力補償付流量調整弁は無負荷時にはかなり正確に作動するが、負荷時には作動条件により正確に作動しなくなる。

(3) 油圧によって発生する力は回路内の背圧、流量の変化によって、計算値よりは低くなっている。

(4) パルスシリンダによる位置決め精度はパルスシリンダの構造上、加速・減速時などにパルスが追従しなくなることがあり、不安定な動きをして精度が悪化する。その特徴をよくつかひ必要がある。

文 献

- 1) 機械工学全書105油圧装置設計の実際120
- 2) 費島、古村：日本機械学会論文集 43-871
(昭52-7)2626

工作機械の動剛性に関する研究(第1報)

穴あけ加工の動剛性の影響について

山崎隆志, 平田敏明

1. 緒言

金属切削加工において、その加工誤差の要因としては工具-被削材-工作機械の動剛性及び切削条件など幾つかの要因が考えられる。これらの要因は相互影響しあい複雑に入りこんでおり、これら個々の影響を的確に把握することは不可能に近い。しかしこれらの影響度を少しでも解明するため、あらゆる角度からいろいろな研究がなされてきた。特に工作機械の動剛性については有限要素法、振動解析等によって研究が行なわれているが、未だ一般に応用できる段階には至っていない。

今回工作機械の動剛性を研究するにあたって直立ボール盤、フライス盤を例に取り、ドリル加工による工具の支持状態、主軸の剛性による工具の挙動、加工誤差の特性等について検討を行なったのでその報告をする。

2 実験方法

本実験に使用したドリルは先端角 118° 、ねじれ角 28° 、外周逃げ角 12° 、ドリル径 10mm で、被削材はS25C相当材を使用した。またドリル突出し長さはチャック端から 98mm に定めた。

切削条件は直立ボール盤は主軸回転数 825rpm 、送り 0.05mm/rev 、1番ベット型フライス盤は 800rpm 、 0.063mm/rev 、2番ひざ型立フライス盤は 811rpm 、 0.05mm/rev で行なった。

切削中のドリルのリサージュ観察はドリルの先端から 10mm のところから径 20mm 、長さ 20mm の円筒の電極をセットボルトにより固定し、直立ボール盤に取りつけた状態でドリル・ポインターにより外周を研削した。なおドリルはチャッキングしなすため、実験を行なうときはドリルの振れ(電極の振れ)は $0.04\sim 0.06\text{mm}$ になるように調整した。次に微小変位計のピックアップを工作機械のテーブルにX, Y方向が 90° になるようにセットし、電極間を 0.5mm に調整した。較正はピックアップについてのマイクロメータ・ヘッド(最小目盛 $1\mu\text{m}$)で行ない、モリスコープにリサージュを

画かし、これをデータレコーダに記録した。なお写真撮影は直流アンプで増巾して行なった。

写真1にドリルのリサージュ、振れの測定状態を示す。

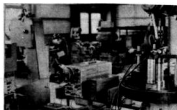


写真1 リサージュ観察

実験に使用した主な機器は次のとおりである。

直立ボール盤	吉田鉄工所	YUD-600
2番ひざ型立フライス盤	日立精機	2ML
1番ベット型フライス盤	豊田工機	ZIC型
微小変位計	岩崎通信機	MD-31
真円度測定機	東京精密	ロンコム1C-10C1
三次元測定機	三豊	マイクロコードA-21
モリスコープ	岩崎通信機	MS-5019A

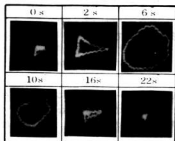
3 実験結果と考察

実験に際し予備実験として直立ボール盤を用いて、ドリル形状によるリサージュ図形の変化を観察したときの1例を写真2に示す。

次に本実験での各工作機械によって切削したときのドリルのリサージュ図形を写真3に示す。

なお写真の中の数字は切削時間を示す。

この写真から各工作機械によりリサージュはかなり異なっていることが分る。特に直立ボール盤は写真2に示すように強ねじれで先端角の大きなドリルは比較的安定したリサージュが見られたが、ねじれ角が中から弱になるにしたがって、また先端角は小になるにしたがって、写真3に示すような複雑なリサージュになった。次に2番ひざ型立フライス盤であるが切削初期から切削後期まで安定したリサージュになっており、



ドリル条件 先端角 135°
ねじれ角 38°
外周逃げ角 12°

写真2 リサージュ図形

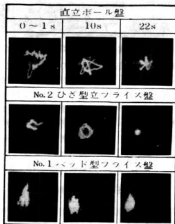


写真3 各工作機械のリサージュ図形

特に後期は非常に小さくなっている。1番ベット型フライス盤は振動が大きくリサージュにその振動成分が乗りこのような結果になったものと思われる。これはフライス盤のコラムの構造上の結果と思われる。すなわちこのフライス盤は横型のものにパーチャルヘッドを使用して立型にしたため振動が大きくなったものと思われる。また切削中の変化についてはこのようなリサージュのため分らなかった。

今回の実験でのリサージュは8例とも複雑であり、X、Y方向の変位測定など解析が困難なため、微小変位形のピックアップを1本にしてX方向のみのドリルの振

れを測定した。その結果を図1に、その記録例を図2に示す。

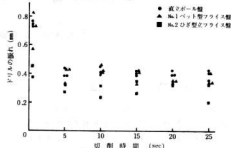


図1 切削中のドリルの振れ



図2 ドリルの振れ測定記録例

(2番ひび型立フライス盤)

3例ともチゼル部で切削中はドリルの振れは非常に大きくその後は安定している。特に直立ボール盤、1番ベット型フライス盤の振れは大きく、2番ひび型立フライス盤の約2倍の値を示した。またリサージュ図形ではマージン接触後はだんだん小さくなっていったが、この結果を見るかぎりではチゼル部の接触中をのぞいて切削後期においても振れは0.2~0.4mmと平均しており小さくならなかった。普通切削を開始前にマイクロメータヘッドの目盛を基準としてメモリスコープの目盛の校正を取り切削を開始するときはスポットは十字線の中心に位置している。しかし切削を開始すると写真3でも分るようにリサージュの中心はかなり移動している。これはリサージュが小さくなくてもあまり変化していない。一方方向の測定においてはこれを検出するため振れが小さくならないと思われる。

次に表1に図1で測定した時の穴の真円度を、図3にプロフィールの代表例を示す。

プロフィールからも分るように2番ひび型立フライス盤、直立ボール盤、1番ベット型フライス盤の順になった。特に1番ベット型フライス盤は穴の面粗度も悪く振動が大きく影響していると思われる。

今回の実験において真円度測定は穴の表面に近い1mmと底に近い4mmの2箇所を測定したが2番ひび型立フライス盤、1番ベット型フライス盤とも1mmと4mm

表1 穴の真円度 (μm)

工作機械	実験回数 穴の深さ (mm)	真円度 (μm)		
		1	2	3
直立	1	37	33	26
	4	20	18	17
No.2 ひざ型	1	18	22	31
	4	17	20	25
No.1 ベット型	1	28	22	30
	4	47	20	28

認められなかった。

表2 穴の拡大しろ (mm)

工作機械	実験回数 穴の深さ (mm)	穴の拡大しろ (mm)		
		1	2	3
直立	1	10.19	10.53	10.56
	4	10.17	10.62	10.67
No.2 ひざ型	1	10.17	10.17	10.52
	4	10.17	10.17	10.25
No.1 ベット型	1	10.35	10.57	10.56
	4	10.34	10.69	10.66

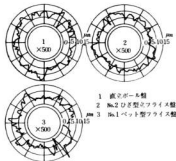


図3 真円度のプロフィール

の差はほとんどなく、直立ボール盤は1mmで大きく、4mmでは小さいという結果を示した。これは主軸の剛性やドリルのチャッキング状態の差によるものと思われる。すなわち直立ボール盤は3つ爪スクロールチャックであり、チャック、スリーブ等を支持している主軸の剛性も弱いためドリルのマージン接触後は振れも小さくなり安定した切削状態になる。これに反してフライス盤はコレットチャックであり、それを支持するテーパ軸、主軸等の剛性も大きいのでドリルのマージンはあまり影響せず最初から比較的安定した切削状態にあるためと思われる。

表2に穴の拡大しろの測定結果を示す。

穴の拡大しろも2番ひざ型立フライス盤が良く、直立ボール盤、1番ベット型フライス盤がほぼ同じ結果を示した。穴の深さ1mmと4mmの差は真円度のような傾向はなくほとんど同じ結果を示した。これは我々が以前に行なった実験(穴の深さ15mm)でも大きな差は

4. 結 言

8台の工作機械を使用してドリル加工を行ない加工精度、リサージュ図形、ドリルの振れ等について実験した結果次の事が言える。

- 1) 切削中のドリルのリサージュはリサージュを画かし、その形状から解析することが出来る。
 - 2) 各工作機械とも切削中のドリルのリサージュ図形は異なっており、特に直立ボール盤、1番ベット型フライス盤は複雑な形状を示した。
 - 3) ドリルの振れは2番ひざ型立フライス盤が最も小さく、直立ボール盤、1番ベット型フライス盤のは $\sqrt{2}$ の値であった。
 - 4) 加工穴の真円度、拡大しろは2番ひざ型立フライス盤が良く、工具の支持剛性に左右される。
- 以上今回の実験は工作機械の動剛性を研究するうえで、その手はじめとして簡単な考察を行ない2番ひざ型立フライス盤が加工精度の面から良い結果を得た。この事は工具の支持剛性、ワーク支持部の剛性等が他の工作機械よりも大きいことを物語っている。次回からはこれらの考察をより確実に行なうため振動解析など総合的な実験を進めて行くつもりである。

文 献

- 1) 藤井他：精密機械 43巻7号(1977)807
- 2) 垣野他：精密機械 43巻6号(1977)720
- 3) 金井：機械技術研究所報告 第84号 (1975)32
- 4) 関：シंकロスコープ 日刊工業新聞社

溶接ヒュームに関する研究(第1報)

被覆アーク溶接棒による溶接ヒュームについて

野地 英治, 横山 宏樹
西川 浩成, 畑 徳宣

1. 結 言

アーク溶接作業は必然的にヒュームが発生し、溶接作業者ならびに周辺作業者は、これのある程度吸入することは避けられず、労働衛生面から著しい注目を集めている。法的には溶接作業はじん肺法の規制対象となっており、溶接ヒューム濃度の測定方法のJIS化、さらに溶接協会が主体となって、ヒュームの分析方法¹⁾、作業環境管理基準²⁾、防じんマスク³⁾などの規格化が進められている。また人体への影響に関する論文も発表され、溶接ヒュームの有害性も明らかになりつつある。しかし県下の大半の企業では、未だヒューム対策は十分とは言えず、かつヒューム発生の実体すら明らかにされていない。

このような情勢下において、今回最も多く使用されている被覆アーク溶接棒による交流アーク溶接のヒュームをとりあげ、各種溶接条件による作業者周辺のヒューム濃度の変化、および溶接条件別の全ヒューム量を実験計画法を用いて測定した結果、溶接条件とヒューム濃度、ヒューム量の間係が明らかとなり、作業環境改善の指針が得られたので報告する。

2 実験方法

2.1 作業者周辺のヒューム濃度測定方法

使用した溶接機は300A交流溶接機で、溶接棒は市

表1 ヒューム濃度測定時の溶接条件

因 子	水 準		
溶 接 電 流	小	中	大
棒 径 (mm)	3.2	4	5
姿 勢	下 向	水平隅内	立 向
アーク長	短	中	長
棒の乾燥	完全乾燥	自然放置	吸 湿
ヒューム採取位置	アーク直上 40cm	アーク直上 60cm	アーク直上 80cm

表2 具体的溶接電流値

溶接棒径	姿 勢	下向, 水平隅内			立 向		
		小	中	大	小	中	大
3.2mm		80	105	130	60	85	110
4 mm		120	150	180	100	125	150
5 mm		170	210	250	130	165	200

販のイルミナイト系を用いた。被溶接材料は黒皮付き軟鋼板(SS41, 厚板9mm)で、その上に各種溶接条件でビード置きを行い、JIS Z 3950(溶接ヒューム濃度の測定方法)による光散乱式濃度計(紫田化学製P-8形)によりヒューム濃度を測定した。この場合溶接作業環境の評価基準に従い、吸引口の前面に遮光面をおいて、実作業に近い状態でヒュームを吸引した。本実験にとりあげた溶接条件を表1に示す。これら因子、水準を実験計画法に基づきL₂₇(3¹³)の直交表にわりつけ、くり返し数は2回とした。また表1中の溶接電流値は溶接姿勢、棒径の組み合わせにより表2に示す値を採用した。また姿勢の立向と水平隅内の場合は実作業を想定して900×900mmの軟鋼板を置き、立板がわりとした。また実験はデータの均一性を増すため無風状態で、下向と水平隅内の場合は溶接棒を固定し、試料を走行装置にとりつけて溶接した。

2.2 全ヒューム量測定方法

表3 全ヒューム量測定時の溶接条件

因 子	水 準		
溶 接 電 流	小	中	大
姿 勢	下 向	水平隅内	立 向
棒 径 (mm)	3.2	4	5
アーク長	短	中	長
棒の乾燥	完全乾燥	自然放置	吸 湿
保持角度(度)	80	60	45

溶接条件を表3に示す。ヒューム量測定は、図1に示す容器⁵⁾を製作し、容器中でアークを1分間発生し、上部口よりハイボリュームエアサンプラ(STAPLEX社製、TF-1A型)で全ヒュームを吸引し、ガラス繊維製ろ紙に捕集しヒューム重量を測定した。その他溶接条件は前項と同様に行った。

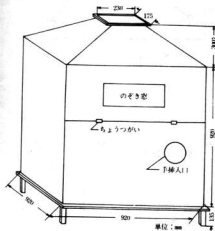


図1 ヒューム発生測定装置

3 実験結果

3.1 作業者周辺のヒューム濃度

作業者周辺のヒューム濃度を分散分析した結果、姿

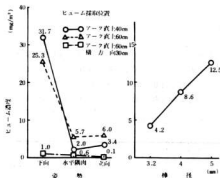


図2 各種溶接条件によるヒューム濃度

勢、採取位置の影響が顕著であり、図2に示すようにヒューム濃度は、姿勢が下向で、かつ吸引口をアーク直上にした場合は許容濃度²⁾(5 mg/m³)をはるかに越えている。したがって作業者は目に見えるヒュームが直接口もとにくる姿勢はさけるか、局部吸引装置を取りつける等の対策がせひとも必要である。また棒径が3.2 mm, 4 mm, 5 mmと太くなるにしたがって図のようにヒューム濃度はほぼ直線的に増加する。しかし他の溶接条件の影響は分散分析の結果非常に小さいことがわかった。

3.2 全ヒューム量及び単位溶接金属量当りのヒューム量

全ヒューム量の分散分析結果を表4に、また影響の著しい溶接条件の全ヒューム量変化を図3に示す。

表4 全ヒューム量の分散分析結果

要因	変動	自由度	不備分散	F ₀	寄与率(%)
電流(A)	847017	2	173509	81.78	387
姿勢(θ)	94475	2	47238	22.27	102
棒径(d)	266724	2	133362	62.86	296
アーク長(L)	139278	2	69639	32.82	152
乾性(E)	9500	2	-	-	-
保持角度(F)	3927	2	-	-	-
A x B	7887	4	-	-	-
A x C	3517	4	-	-	-
B x C	13565	4	-	-	-
誤差(e)	292	2	-	-	-
(e ²)	(38188)	(18)	(2122)		
合計	885680	26			

また単位溶接金属量当りのヒューム量を分散分析し、図4に示す結果が得られた。この結果、再ヒューム量とも、溶接電流、姿勢、棒径、アーク長の影響が大きく、他の溶接条件の影響は認められなかった。全ヒューム量に対しては、溶接電流の影響が最も大きく、溶接電流を増すと直線的に増加する。工場では一般に溶接電流を高めで行う場合が多く、中程度の電流値と比較すると4.5倍もヒューム量は増加する。したがって必要以上に溶接電流を上げない注意が必要である。

姿勢は立向きが他の姿勢と比較すると電流値が低いためヒューム量は少ないが、水平隅内は下向きと同一電流値でも、立板にヒュームが付着するため、浮遊ヒ

ューム量は約27%減少する。単位溶接金属量当りのヒューム量は水平隅肉が最も少ない。

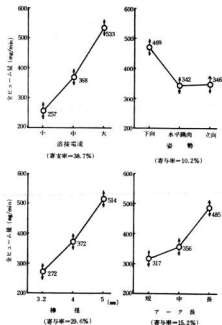


図3 各種溶接条件による全ヒューム量

棒径の影響は、径が大きくなるほど全ヒューム量は増加するが、単位溶接金属量当りのヒューム量は逆に減少する。したがって同一溶接金属量を得るためには、太棒径を使用した方が全ヒューム量は少なくなる。

次にアーク長の影響は、アーク長を長くすると両ヒューム量とも急激に増加する。アーク長が短い場合（コンタクト溶接）と長い場合と比較すると、全ヒューム量は5.3倍、単位溶接金属量当りのヒューム量は実に7.5倍も増加する。溶接ヒュームは溶接棒先端と

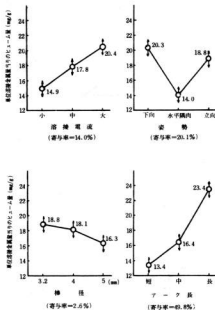


図4 各種溶接条件による単位溶接金属量当りのヒューム量

移行中の溶滴から発生する蒸気に支配されるとされており、またアーク長は出平るだけ短くして溶接を行うのが基本であり、ヒュームの点からも最も望ましい。

このようにヒューム量は溶接条件で大きく異なるが、概してその絶対量は比較的多い。紙面の都合上詳細は割愛するが、本実験の結果、工場で発生するヒューム量を推定することが可能となり、作業環境改善の指針が得られた。例として、50m×50m×10m²の工場で溶接工10名が下向き電流大で溶接を行うとすると、4mm棒で推定ヒューム量が584mg/分となり、

表5 イルミナイト系溶接棒による溶接ヒュームの化学組成例

溶接条件	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	MnO	TiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O
電流-小, アーク長-短	4.849	19.10	10.39	2.13	0.47	0.57	0.22	6.46	6.98
電流-大, アーク長-長	5.014	18.77	10.97	1.93	0.48	0.56	0.22	5.61	6.17
電流-大, アーク長-長	5.071	19.14	10.76	2.13	0.44	0.63	0.28	5.85	5.45

23.4分で、また5mm棒では(同676mg/分)18.5分で平均ヒューム濃度は許容濃度を越えることになる。したがって現在県下の中小企業では、まだほとんど溶接ヒューム対策はなされていないが、今後重要な課題の一つとなることが予想される。



写真1 イルミナイト系溶接棒のヒューム電顕写真例(×1500)

次に主な溶接条件別のヒューム分析例を表5に示す。この結果溶接条件の違いによる差はほとんどないが、イルミナイト溶接棒では溶接電流が小でアーク長が短い場合は酸化鉄がやや少なく、人体に対してはより有害なK, Naがやや多めとなる傾向が見られた。

また写真1の電顕写真例からも溶接条件の差はほとんどなく、ヒュームは0.05~0.3 μ 程度の大きさ⁷⁾といわれている一つ一つの粒子が凝集し、数 μ ~数十 μ の大きさとなっているものが多かった。

なお、ヒューム分析に関しては当場化学部の広和尙、渡辺英雄、尚研究員によるものである。

4 結 言

アーク溶接作業において発生する溶接ヒュームをとらげ、作業環境改善の指針を得るため、実験計画法を用いて、被覆アーク溶接棒による交流アーク溶接法の溶接条件を種々変化させ、作業員周辺の溶接ヒューム濃度の変化、および全ヒューム量、単位溶接金属量当りのヒューム量を求めた。その結果主に次のような結論が得られた。

(1) 作業員周辺のヒューム濃度は、下向き姿勢のアーク直上でヒュームを吸引した場合、大幅に許容濃度(5mg/m³)を越える。しかし他の姿勢、採取位置では許容濃度以下である。また溶接電流、アーク長、棒の乾燥の影響はほとんどない。

(2) 全ヒューム量および単位溶接金属量当りのヒューム量に対しては、溶接電流、姿勢、棒径、アーク長の影響が顕著であり、棒の乾燥、保持角度の影響は認められない。

(3) 全ヒューム量に対しては溶接電流の影響が最も大きく、溶接電流を増すと全ヒューム量は直線的に増加し、同一径棒で高電流にすると中電流に比し、45%も増し、適正電流の選定が必要である。

(4) 水平両面溶接では下向き姿勢と比較し、立板にヒュームが付着するため、浮遊ヒューム量は約27%減少し、単位溶接金属量当りのヒューム量は他の姿勢と比較すると最も少ない。

(5) 棒径の影響は、径が大きくなるほど全ヒューム量は増加するが、単位溶接金属量当りのヒューム量は逆に減少する。

(6) アーク長を長くするとヒューム量は著しく増加し、アーク長が短い場合より、全ヒューム量は50%強、単位溶接金属量当りのヒューム量は75%も増加する。ヒュームの点からもアーク長は出来る限り短かくして溶接することが必要である。

(7) イルミナイト系溶接棒は、ヒュームの分析例より、溶接条件にかかわらず、主にFe₂O₃が50%前後、SiO₂が20%弱、MnOが10%強、アルカリが12%前後含まれている。

(8) 総合的に現場の工場で発生するヒューム量を推定することが可能となった。

文 献

- 1) WES 9003K
- 2) WES 9004K
- 3) WES 9401
- 4) 例 佐野:溶接学会誌, 37(1968), 323
- 5) 小林:溶接技術, 24(1976), No.6, 20
- 6) 木村他:R & D/vol. 26, No.4, 34
- 7) 三上:溶接技術, 18(1970), No.3, 62

炭酸ガスアーク溶接法の中炭素鋼への適用に関する研究(第4報)

中炭素鋼溶接部における低温割れ防止について(2)

蒲田 政信, 西川 浩成
畑 徳宣, 野地 英治
横山 宏樹

1. 緒 言

前報¹⁾において、C形拘束突合せ溶接割れ試験片と斜めY形溶接割れ試験片を用い、中炭素鋼の炭酸ガスアーク溶接部低温割れについて報告した。この報告の溶接条件では、低温割れはすべて溶接熱影響部で発生し、拘束応力も比較的高い領域の実験であった。

実際の溶接施行では、炭酸ガスアーク溶接のメリットを生かすため高入熱で溶接する例も多く、拘束応力も比較的低いこともあると考えられる。そこで、今回高入熱、低拘束応力の条件のもとで溶接割れについて実験を行った結果、高入熱になるにしたがい割れは溶接熱影響部から溶接金属部の低温割れに移行し、割れ防止には予熱と溶接ワイヤに効果があることが認められた。又、溶接ビードの溶込み形状に関して、簡単なパラメーターにより整理することも試みたので、あわせて報告する。

2. 試料と実験方法

実験に供した試料は板厚10mmのS55Cである。割れ試験片による実験に先だち溶接部の溶込み形状の把握のためI形開先で電流、速度を変えて突合せ溶接し、溶込み形状の測定を行ない、割れ防止に関する実験条件の基礎とした。

本実験で採用した溶接条件は表1に示すとおりで、溶接機、突出し長さ、ガス流量等の他の条件は、前報と同じである。

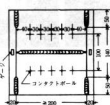
表1 溶接条件

ワイヤ	DS60(12φ) MG50(12φ)
電流(A)(電圧(V))	200(24) 240(26) 280(28)
速度(cm/min)	40(280A) 60 80(280A)
ルート間隔(mm)	1

予熱は酸素-アセチレンバーナーにより、試験片全

体を所定の温度より若干高めになるまで均一に行ない、目標の予熱温度まで空冷し、溶接を開始した。

割れ試験片は今回の実験が比較的低い拘束応力のもとでの割れに主眼をおいているため、種々検討した結果、²⁾図1に示すようなH形拘束割れ試験片を採用することにした。



このH形拘束割れ試験片の溶接金属部にかかる拘束応力は、割れの発生しなかった試験片の拘束板にストレンゲージを、溶接後貼りつけ、拘束板をノコ切断し、拘束板にかかっている圧縮歪の解放量を測定して次式により推定した。

$$\sigma_w = \frac{p}{hw \cdot lm}$$

σ_w ; 溶接金属部にかかる拘束応力(kgf/mm² (N/mm²))

p ; 拘束板の切断により求めた拘束力(kgf (N))

hw ; のど厚(mm)

lm ; 溶接ビード長(mm)

なお、ストレンゲージは拘束板中央の表と裏に貼りつけ拘束力測定に角変形の影響がでないよう考慮した。

又、ストレンゲージによる拘束力測定と同時に、コンタクトボールを溶接ビードをはさんで表と裏に標点距離100mmで打ち込み拘束板解放後の収縮量からも拘束力の推定も行った。その推定法は第2報と同様な方法によった。

3. 実験結果と考察

図2は溶込み形状を三角形(余盛の部分は除いた)溶接金属部の断面積で、ビード幅を B_w 、溶込みを H_p

とすれば $(Bw \times Hp)/2$ で表わされる)とみなして、片面溶接における溶落ちのパラメーター³⁾(これを形状パラメーターと呼ぶことにする)で整理したものである。これから形状パラメーターはバラツキも少なく溶込み形状を表わすパラメーターとなり得る。

又、溶接金属部の断面積が形状パラメーターで整理できるならばビード幅と溶接条件がわかれば溶込み深さが推定できる可能性があり興味ある結果といえる。

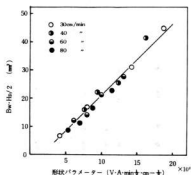


図2 溶込み形状と形状パラメーターの関係

図3は実験に用いたH形拘束割れ試験片の拘束応力を測定した結果で、ストレングージによる推定とコンタクトボールによる推定は、ほぼ一致していることが認められ平均して 5 kgf/mm^2 (49 N/mm^2) の拘束応力であった。本実験範囲では入熱による拘束応力の差はあまりない。予熱による拘束応力の変化は試験片全体に予熱すれば変化しないこともわかっている。⁴⁾

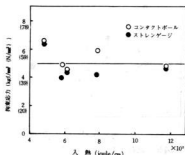


図3 H形拘束割れ試験片の拘束応力

割れはすべて低温割れで溶接後数時間から24時間以内に割れることが認められた。割れの発生場所は電流200Aの入熱の低い条件のみ溶接熱影響部で、それ

以上はすべて溶接金属部であった。割れはルート部から表面まで貫通し、ほぼビード全長にわたっていることが認められた。第1報⁵⁾でも述べているように中炭素鋼では溶接割れは割れが発生すると割れの伝播を阻止する能力がほとんどなく、ビード全長にわたって発生することが低い拘束応力のもとでも認められた。

図4は割れ防止予熱温度を入熱、形状パラメーターで整理したものである。入熱で整理した図では6000 J/cmあたりでバラツキがみられるが形状パラメーターはみられない。割れ防止予熱温度は形状パラメーターの $800 \text{ V} \cdot \text{A} \cdot \text{min}^2 \cdot \text{cm}^{-3}$ 前後で急激な差が認められ、DS60では $800 \text{ V} \cdot \text{A} \cdot \text{min}^2 \cdot \text{cm}^{-3}$ 以下で175℃それ以下で75℃であった。MG50では、それぞれ125℃、20℃であった。

入熱、形状パラメーターが低いと割れは熱影響部に発生する。これは、熱影響部の硬化が著しいことによるものと思われる。

溶接金属部割れに形状パラメーターが $800 \text{ V} \cdot \text{A} \cdot \text{min}^2 \cdot \text{cm}^{-3}$ で割れ防止予熱温度に急激な変化がみられるのは $800 \text{ V} \cdot \text{A} \cdot \text{min}^2 \cdot \text{cm}^{-3}$ 以下で溶接金属が板厚中心より上部にかたよっているためと思われる。すなわち、本実験に用いたH形拘束割れ試験片は拘束応力が低いため試験片の剛性が低く収縮による角変形でルート部に大きな応力集中が生じたためと思われる。以上のことから低い拘束応力のもとでの溶接金属部割れは溶込み形状も見逃せない因子であることがわかった。

DS60とMG50の割れ防止予熱温度を比較すると、MG50の方が約50℃低く、割れ防止に軟鋼用溶接ワイヤが有効であることが認められた。

第3報⁶⁾の静的強度に関する実験で軟質の継手でも母材に近い引張強さを得ているから製品によっては積極的な活用が望まれる。

図5は溶接金属部()のみ熱影響部(●)のかたさを割れ発生の有無でプロットしてみたものである。図中の実線は本実験から推定した溶接金属部に割れが発生しない最高かたさ(約Hv320)である。また、点線は斜めY形溶接割れ試験片によってステア・ケース法で求めた熱影響部割れを防止できるかたさ⁷⁾(約Hv450)である。割れを防止できるかたさの範囲があまり明確でなく、割れ防止の予測にかたさのみでは良い結果をもたらさないようである。

4 結 言

S55Cを低い拘束応力 (5 kgf/mm^2 (49 N/mm^2))

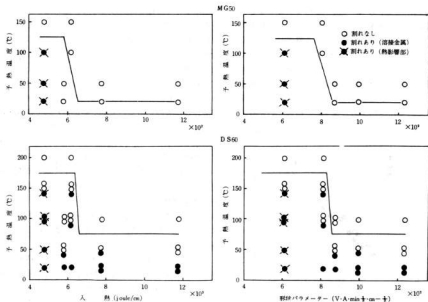


図4 割れ防止予熱温度におよぼす入熱形状パラメーターの効果

高入熱で炭酸がスパーク溶接部の割れ実験を行なった結果をまとめると次のようである。

- (1) 溶接入熱が高くなると割れは熱影響部割れから溶接金属部割れに移行する。
- (2) 予熱は割れ防止に効果がある。溶接条件により割れ防止予熱温度は異なり、入熱よりも形状パラメーターで整理すると良い結果が得られた。
- (3) 軟質継手(溶接に軟鋼用ワイヤを用いる)は割れ防止予熱温度を下げるができる。
- (4) 予熱温度と入熱が高くなると溶接部のかたさは低下するがかたさのみでは割れ防止の予測はバラツキが大きく困難である。

以上のはかに、余盛を除いた溶接金属部の断面積を三角形とみなせば、形状パラメーターが良い相関が得られ、溶込み深さ推定の可能性がみいだされた。

文 献

- 1) 畑, 他: 本報告20(1977), 47
- 2) 佐藤, 他: 溶接学会誌42(1973), 57
- 3) 溶接シリーズ編集委員会: 薄板軟鋼溶接のかんどころ, 産報(1970), 40

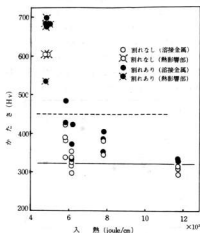


図5 割れとかたさ(DS60)

- 4) 日本鋼構造協会: JSSC8(1972)44
- 5) 野地, 他: 本報告20(1977)42
- 6) 蒲田, 他: 本報告20(1977)53
- 7) 蒲田, 他: 未発表(1975)

ボロナイジングの小物部品への応用

土 取 功 , 新 田 明
加 城 正 義

1. 緒 言

近年、鋼の表面硬化処理に対する関心が高まり、現在まで、種々の表面硬化法が開発されてきた。その一つであるボロナイジングは、Hv1800以上の高いかたきを得られ、耐熱、耐酸性に優れ、しかもその処理は、鋼種を選ばないなどの特徴をもっている。²⁾ ボロナイジング処理(以下B処理と言う)は気体法、塩浴法および固形法があるが、気体法は危険性のあるガスを使用する³⁾ため、実用化は困難であり、塩浴法は當場でも種々試みたが、ボットの耐久性、塩浴の粘性等に大きな問題がある。現在では、固形剤による処理が最も工業的であり、中小企業でも既存の設備で処理が可能である。しかしB処理の実用化技術に関する報告はきわめて少ない。著者らはボロナイジングの種々の部品への応用を目的として、化合物層(以下硼化層と言う)厚さと処理条件に関する基礎データ、繰り返し処理による固形剤の劣化、細孔へのB処理等について実験を行ったので、その結果および二・三の応用例を報告する。

2 試料と実験方法

2.1 試 料

試料は表1に示す市販の鋼材18種類を15×25×3.5⁴⁾mmの板状に切断後、0/4エミリーまで研磨し、脱脂後試料に供した。

表 1 供 試 材

炭素鋼	S10C, S35C, S55C, SK5, SK8
合金鋼	SCM8, SNC2, SNCM5, SKS8
	SKS8, SKD11, SKD61, SUS304

2.2 実験方法

2.2.1 ボロナイジング処理

B処理は、市取の固形処理剤(EKABOR-2)を使用した。試料は円筒状(φ100×h80mm)の容器に放射状に配置後、処理剤を充填し、中心部に熱電対を装入して電気炉により図1の条件で処理した。B処理剤の劣化実験はS35C, SK-8を使用してB処理剤補

充なしの場合と、毎回重量比で30%を補充し、よく混合したものととの比較を行なった。処理温度

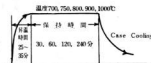


図1 ボロナイジング処理の熱サイクル

は800℃、2hr. 保持の処理を24回繰り返し、硼化層厚さの推移を測定した。細孔へのB処理は、厚さ12mmのS35C材にφ1.0~φ3.0mmの孔をあけ、900℃、2.5hr. 処理を行い、中心で切断し、硼化層厚さを測定した。

3 実験結果および考察

3.1 各鋼種の硼化層厚さと処理条件

各鋼種のB処理温度、時間と硼化層厚さの関係を図2(次ページ)に示す。硼化層厚さは処理温度の影響が大きく作用している。同一条件の場合、炭素鋼では低炭素鋼程厚く、合金鋼でも低合金鋼程厚くなっている。

B処理温度は一般に、900~1000℃附近で行っている報告が多いが、⁴⁾本研究では50μm前後の厚さを得るのに炭素鋼と低合金鋼では800℃前後でも処理が可能であることがわかった。低温でのB処理は、処理品の熱歪を少なくでき、また工具鋼など炭化物の固溶量、結晶粒の成長防止、直接焼入れ等、製品の品質に対してすべて有利である。

3.2 硼化層の組織とかたさ

S35CとSKS8の硼化層組織は写真1に示すように処理温度と共に硼化層厚さも増加している。また、それに続く再分布層⁵⁾のパーライトコロニーも粗大化しているのがわかる。SKS8の800℃処理では、球状ヤメンタイトが残留しているが900℃処理では、全量固容し、処理後の空冷で再析出して網状セメンタイトになっている。

S35Cで処理条件を変えた場合の顕微鏡組織を写真2に示す。硼化層厚さは、ほぼ同じであるが、再分布層組織に大きな違いを生じている。亜共析鋼の再分布層

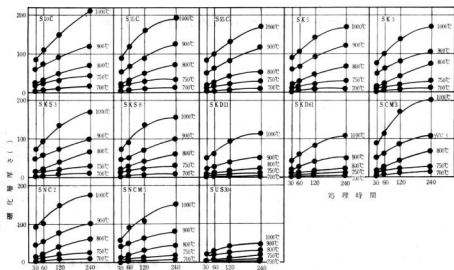
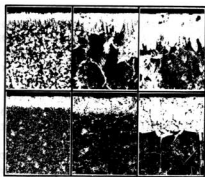


図2 各鋼種のポロライジング処理時間、温度と硬化層厚さの関係

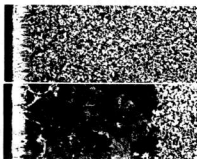


800°C 2hr 900°C 2hr 1000°C 2hr

上S35C 下SKS8

写真1 硬化層組織(×100)

は一般に硬化剤のCが排析されて内部に拡散して生じるものと考えられている⁶⁾が、ここでは硬化層厚さが同じであるから、この様に組織でみただけのパーライト量の増大を生じることは、従来のCの排析理論では説明がむずかしい。再分布層を生じる試料はγの状態でのB処理することにより、第3の元素(例えばボロン)の影響でパーライト析出機構に違いを生じたものと思われる。写真3はこの両者を860°Cより焼入れしたもので、再分布層のあった方が明かにマルテンサイト葉



上800°C 4hr., 下900°C 0.5hr. (×100)

写真2 S35Cの硼下層、再分布層組織



再分布層のあったもの 再分布層のなかったもの

写真3 S35CのB処理後の焼入れ組織

が粗い。また酸化層はSUS304, SKD11, SKD61を除いてすべて Fe_2B 単相である。

図3は各鋼種の酸化層の最表面かたきと炭素量の関係を示したものである。炭素量の増加と共にかたきもゆるやかに上昇している。SUS304, SKD11, SKD61のかたきが特に高いのは酸化層が $FeB+Fe_2B$ の2相となり FeB の高いかたき⁷⁾の影響である。

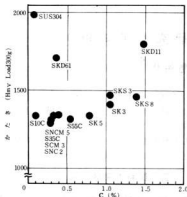


図3 各鋼種の炭素量と酸化層の表面かたき

3.3 ボロナイジング処理剤の劣化

現在、市販されている処理剤は安価とはいえず、部品へ応用する場合、何回使用できるかということがコストに影響する。図4に繰り返し使用の結果を示す。これからB処理剤補充なしの場合S35C, SK3共に2回目ではほぼ半分となり、反比例的に減少している。

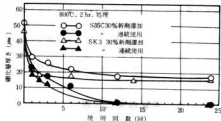


図4 ボロナイジング剤のくり返し使用が

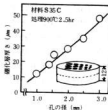
酸化層厚さに及ぼす影響

毎回30%補充では、3~5回使用で初期厚さの2/5程度に減少し、のちは一定となる。補充で初期厚さを維持することは困難であるが、適当量の補充により、酸化層厚さを安定的に得ることは可能である事がわかる。

3 補孔へのボロナイジング

孔の径と酸化層厚さの関係を図5に示す。径の大き

きに比例して酸化層厚さも直線的に増加している。本稿では割愛したが、孔の断面での酸化層厚さの変化は、孔の出口に近い程、厚くなっている。くり返し処理によりさらに厚くすることも可能である。



3.5 二、三の応用例 図5 孔の径と酸化層厚さ

酸化層は前述の様な高いかたきの他に、耐熱、耐酸性に優れた特性がある事から、幅広い応用が考えられる。写真4に特殊燃焼用ノズルへの応用を示す。このノズルは、カーボンの微粉末を水蒸気と共に高速で噴射させ、燃料と共に燃焼させるもので、耐摩耗性と耐熱性を必要とされている。従来、高速度鋼やステライトでの試作では6~8hr.で著しい摩耗をきたし、しかも加工が容易ではない。S25C材でこのノズルを試作し、処理したものは10倍以上の耐久性を示し、B処理がコストと性能面で有効な事が実証され、実用化に至った。

その他、耐摩耗性を要求されるもみ製粉機の金網や繊維機械小物部品でも好成績を納めた。金型にも応用を試みたが、表面に一部亀裂を生じ



写真4 特殊燃焼ノズル

た。これは処理後ラップ仕上げをせずに使用したためと考えられる。型の場合、高合金鋼が多く、表面に FeB を生じやすいため、拡散処理により、 Fe_2B 単相にして使用する必要⁸⁾がある。

4 結 言

各鋼種へのB処理と一連の実験により次の結果を得た。

1. 酸化層厚さは処理温度が高く時間が長い程、厚くなるが50 μm 前後の厚さを得るのに炭素鋼、低合金鋼では800 $^{\circ}C$ 前後で処理が可能である。
2. 亜共析鋼へのB処理の場合、処理条件により、再分布層に特異な現象がみられる。
3. 繰り返し使用する場合、毎回適当量の補充により

安定した酸化層厚きを得ることが可能である。

4. 細孔へのB処理は径が1mm程度まで可能である。
 5. 耐摩耗性を必要とする二三の部品にB処理したところ、その効果を認めた。
- 今後、この有効なB処理を県内企業へ普及させていく考えである。おわりに本研究に協力頂いた栄鋼産業株式会社、万国製針株式会社、日本テクニクス株式会社、啓文社株式会社に感謝の

意を表します。

5. 文 献

- 1), 2), 8), 5), 7), 8) A. G. Matuschka
BORIEREN 新日本鋳造協会
- 4) 例えば塩谷 恩他 第4回熱処理技術講演大会
- 6) 河上 護 熱処理 15 (1975), 2

水溶性焼入剤に関する研究 (第2報)

水溶性焼入剤の熱劣化[※]

新田 明, 丸下 清志
土取 功, 加城 正義

1. 緒 言

最近、水溶性焼入剤への関心が高まっており、本格的な採用を検討している企業も多くある。

焼入油に替えて水溶性焼入剤使用のメリットとデメリットについては、二・三の文献¹⁾²⁾にも発表されており、また実際に使用した結果を簡単に列挙すると、つぎのようになる。

利点としては、

- 1) 消防法の規制を受けない
- 2) 脱脂洗浄工程の省略
- 3) 作業環境の改善
- 4) 濃度、流速を変化させて適当な冷却能が得られる
- 5) 熱処理材料のグレードダウンが可能

欠点としては、

- 1) 熱処理安定性に欠ける(ひずみ、割れ、かたさのばらつきがやや大きい)
- 2) COD濃度が高いので、そのままでは河川への投棄はできない。

水溶性焼入剤は、ポリアルキレングリコールなど、水溶性高分子物質が主成分である。このような物質が加熱冷却されると、主成分の低分子化などにより、冷却特性が悪化することが推定される。しかし国内での使用実績は約10年であることや、外国特許によりその使用が制限されているため、各種水溶性焼入剤の統一した条件での劣化に関するデータはほとんど見いだせないようである。

そこで、市販の水溶性焼入剤について、熱劣化を主
※ 熱処理技術協会「熱処理」に投稿中

体とした耐久諸特性について研究し、若干の見解をのべる。

2. 試料と実験方法

実験に用いた水溶性焼入剤は、市販の国産品5種類、輸入品2種類である。一般的な特徴は、粘潤性のある透明または半透明液体である。

今回の実験では、2号入(φ120×190)のポリ容器に各種焼入剤を1.5号(20%濃度)取り、SUS304(φ80×61, 344号)をシリコニットがで850℃に加熱して、各焼入剤中に投入し、合計500回の焼入を行ない水溶性焼入剤を熱劣化させて、この液(以下**熱劣化液**という)の性能のチェックを行なった。また分離試験によって、下層に分離した液を屈折計で調整しながら再度水で希釈した液(以下**分離液**という)についてもチェックを行なった。さらに前記の条件で得たデータと未使用の水溶性焼入剤(以下**新液**という)の比較検討を行なった。

3. 実験結果と考察

3.1 水溶性焼入剤の性状

20%濃度で7種類の水溶性焼入剤新液では、PH 8.12~10.46とアルカリ性である。COD-Mnは100℃における過マンガン酸カリによる酸素消費量であるが、本実験に使用した水溶性焼入剤新液(原液)のCOD-Mnは、 $0.48 \times 10^5 \sim 4.9 \times 10^5$ ppmと高い。

水溶性焼入剤新液の分離試験の結果を表1に示す。

表1 水溶性焼入剤の分離試験(20%)

試料	分離温度(℃)	下層分離量(%)
E	79	25
K	常温	2~3
P	—	—
S	84	24
SE	79	12
T	常温	2~3
U	78	20

分離試験は、100ml入の比色管に、各試料を100ml採取した。その試料を常温に長時間放置すると、K、Tは分離して下層に2~3%の沈でん物を生じた。試料E、S、SE、Uは水浴中で徐々に加熱すると78~84℃の一定の温度で分離する。下層に分離した液量は12~25%である。

3.2 熱劣化と分離による冷却特性の劣化

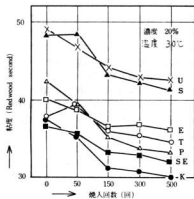


図1 焼入回数と粘度

Redwood Viscometer (1号型)によって熱劣化による粘度の変化を求めたものが図1である。レッドウッド砂は、試料容器(試料量約125ml)の底部のメノウ製細孔より、一定量(50ml)の試料を流下させるのに必要な時間を秒数で表わした値である。今回の実験では、試料の温度を30℃一定として行った。

図1から、試料Tの50回の変化を別にすると、全試料とも焼入回数が増すにつれて粘度が低下する。特に150回まで急激に低下し、以後はゆるやかである。

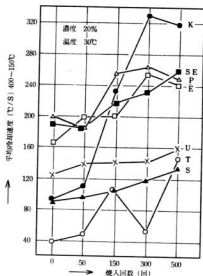


図2 焼入回数と平均冷却速度

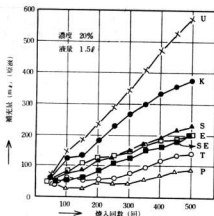


図3 焼入回数と補充量

したがって、熱劣化の推定には粘度を測定するのが一つの方法である。

図2は、各試料の冷却特性を熱処理油冷却性能試験法JIS K2526に準じた試験で求めた値であり、焼入回数と平均冷却速度の関係を示してある。全試料とも焼入回数が多くなるにつれて、平均冷却速度が大きくなる。したがって焼割れ、焼ひずみを増加させる原因となるので無視できず、その傾向は試料Kが顕著

である。しかし試料S, Uは平均冷却速度が小さく、かつ安定している。

本稿では、割愛したが、試料Sの濃度と平均冷却速度の関係において、新液と分離液は、ほぼ同程度の平均冷却速度を示しているので、分離液を新液として使用しても問題はないようである。また試料Uについても、新液と分離液の関係は、同程度の平均冷却速度を示した。しかし、試料E, SEの分離液使用については、新液と同条件で使用できない。

水性焼入剤の補充量(常に1.5ℓとするための補充量)と焼入回数との関係を図3に示す。試料Uは原液の補充577mℓ, Kは872mℓと他の試料に比較して補充量が非常に大きい。試料Uは260回の焼入で、Kは350回の焼入で1.5ℓ(20%)を補充したことになる。補充量の少ないPは50回から100回のところで補充量がマイナスになるという現象を生じている。これは試料Pの屈折率が焼入れによって大きくなったためと考えられる。

表2 水性焼入剤の焼入寿命(20%)

試料	E	K	P	S	SE	T	U
限界値(℃/S)	64	16	42	84	49	27	27
焼入回数(回)	280	50	180	370	350	80	410

水性焼入剤の焼入寿命の決定は、次のように行なった。すなわち図2より水性焼入剤の焼入回数が多くなると平均冷却速度が増大するため、焼入ひずみや焼割れが増加し、使用不能となる。前報告³⁾の水性焼入剤は、濃度を低下させると平均冷却速度が増大するとの実験結果を利用して、使用濃度の平均冷却速度が熱劣化により、5%低い濃度における平均冷却速度が増大した場合を焼入寿命の限界と定めた。しかし、1点の値よりも2点の値のほうが測定誤差の影響を低減することができるのでより合理的と考えられる。そこで、本実験では、20%濃度一定で焼入実験を行なっているの、前報告で求めた15%と25%の平均冷却速度の値から、次式によって平均冷却速度増大による焼入寿命の限界値を求めた。

$$\text{限界値}(\text{℃/S}) = \left\{ (15\% \text{の平均冷却速度}) - (25\% \text{の平均冷却速度}) \right\} / 2$$

上記の限界値と図2との関係を整理すると表2が得られる。これからは、試料S, SE, Uは他の試料に比較して焼入寿命が長く、350~410回の焼入に耐えるが、K, Tは80回程度の使用で寿命がくることが判断できる。

4 結 言

市販の水性焼入剤、7種類について、統一した条件での熱劣化を主体とした性能の比較検討を行なったが、種類により、つぎのような特性があることがわかった。

- (1) 水性焼入剤は、焼入回数とともに粘度が低下する。
- (2) 水性焼入剤は、焼入を繰返して劣化させると、平均冷却速度は全種類とも多少の差はあるが増加する。
- (3) 水性焼入剤の補充量および総合結果としての焼入寿命は、種類による差が顕著である。

市販の水性焼入剤の耐久性能特性は、以上のように種類により顕著な差があり、熱処理安定性の面で信頼のおける製品が少ないようである。一般の熱処理工場が、これを採用するには、よくその特性を検討する必要がある。しかし、熱処理部品の形状、材質あるいは数量を水性焼入剤が利用しやすくなるよう、ある程度調整可能な場合は、冷却性能が調整できるので、熱処理加工のコストダウンが期待される。消防法の規制や作業環境の改善など、近い将来水性焼入剤の採用を余儀なくされることが予想されるので、積極的な利用を検討しておく必要がある。なお、公害性の検討および対策については、次回に報告したい。

参 考 文 献

- (1) 山西, 仲久: 熱処理, 15(1955), 354
- (2) 信枝, 湯浅: 熱処理, 15(1955), 280
- (3) 新田, 加城他: 本報告, 19(1977), 14

金型鑄造に関する研究(第4報)

金型鑄造における球状黒鉛鑄鉄溶湯の保持時間が鑄性質に及ぼす影響[※]

世 良 時 夫 , 原 信 彦
橋 本 幸 則

1. 結 言

球状黒鉛鑄鉄の生産は年々増加の傾向にあり、砂型における技術進歩は著しい。しかし金型鑄造では急冷にともなうチル化が問題となり品質管理が困難とされていた。現在では、チル化した球状黒鉛鑄鉄は黒鉛化しやすいことから熱処理で、品質向上を図る傾向にあり、我々もこの考えのもとに実験を進めた。

本報では球状黒鉛鑄鉄溶湯の保持時間が組織、化学成分、引張強さ、伸びに及ぼす影響を球状化剤、接種剤の種類を変えて金型に鋳込み検討した。又組織については砂型に鋳込んだものととの比較を行ったので報告する。

2 実 験 方 法

試料の溶解は高周波誘導炉を用い、鋳物用鉄3種1号B90%,冷間圧延鋼板1種10%の原材料16kgと成分調整にFe-Si(75%Si)1.7%を添加し1550℃で溶解した。目標の元素成分は3.8~3.9% C, 2.8% Siの過共晶成分とした。

次に十分予熱した球状化処理トリベに市販の球状化剤(KC1号, C-8, M-8)1.2%を入れ、全量出湯後、コンバータ式に回転させて球状化処理を行い、直ちにFe-Si(75%Si)を0.4%接種して処理直後の試験片を採取した。又残湯は高周波誘導炉内で1350℃に保持し、5, 10, 15, 20, 30分間の各時間保持し試験片を採取した。

このほか前述の処理後8分と18分に市販の球状化補助剤(以下M剤という)0.4%を炉内で接種してその効果を調べた。なお、KC剤処理溶湯ではFe-Si 0.4%を炉内で再接種したものを追加して実験した。

金型は標準金型¹⁾を参考にして、試験片はφ25×250mmとし、金型比を1.5とした。

※ 日本鋳物協会第94回講演大会に発表

金型の基礎型はリン酸塩系、作業塗型にススを用い、予熱温度は120~140℃とした。

鋳込温度は1810~1820℃で試験片頭部にゆう出又は引けが終る約20~25秒で金型を開き試験片を取り出した。又同一溶湯をガス型(φ25×80mm)に鋳込み顕微鏡試料とした。

金型試料は下側から約210mmを切断し、焼鈍箱に入れ900℃,1時間保持後炉冷した。冷却後試料の下側から、4号引張試験片を作製し、試験片平行部の切削剤を分析試料に供した。

顕微鏡試料は金型では上側より採取し、砂型では試料の下側から約12mmの位置で、それぞれ横断面の黒鉛球状化率²⁾(以下球化率という)を測定した。

3 実 験 結 果

3.1 組織に及ぼす保持時間の影響

ここでは主として黒鉛形状について述べる。KC剤処理の金型試料は処理直後で球化率が95%程度で黒鉛粒も小さく数も多い。砂型試料では球化率90%程度で黒鉛粒も大きく数も少ない。5分間保持で金型試料はレディブライトと球状黒鉛となり、炭まましすると砂型より大きいテンパーカーボンと球状黒鉛の混在で球化率測定では75~80%となる。砂型試料では球化率50%以下となっている。さらに10分以上の保持時間では金型・砂型試料ともD型黒鉛となり金型試料では逆チルの発生がみられた。C-8, M-8処理ともほぼKC剤処理と同じ傾向であったが、M-8処理は球化率がよくなかった。

次に球状化処理後8分と18分にM剤0.4%を接種した結果、10分間保持の金型試料では球化率90%程度に著しく向上していることが認められた。しかし砂型試料では球化率50%以下であった。15分保持の金型試料は球状黒鉛とテンパーカーボンの混在で球化率75%程度に低下し、18分に接種した20分間保持の

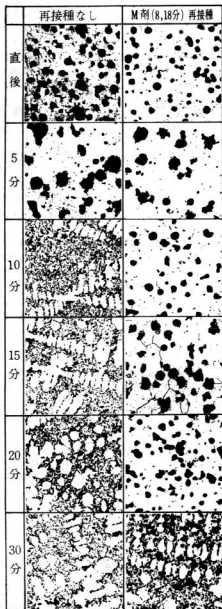


写真1 組織に及ぼす保持時間の影響
(×200)

球化率は80%程度であった。以上の結果を写真1に示す。KC剤にFe-Si接種の結果はD型黒鉛とキッシュ黒鉛の混在で球化率の向上は認められなかった。

C-8, M-8球状化処理剤ともM剤の接種効果は金型試料でとくに認められた。

3.2 化学成分に及ぼす保持時間の影響

KC剤で実験した結果を図1に示す。

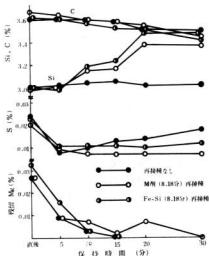


図1 化学成分に及ぼす保持時間の影響

Cは保持時間とともに脱炭現象が認められる。

Siはほとんど変化は認められないが再接種を行うと増加している。

Sは処理直後の値が高く、5分間保持で最低となりそれ以後は復硫現象が認められる。再接種を行うとS値は0.01%位に収束している。

KC剤はMg-Ce-La系であるがMg量でその傾向を調べた。Mgは処理直後から急激に低下している。M剤の再接種はMgを少量含むため増える傾向にある。

3.3 引張強さ、伸びに及ぼす保持時間の影響

実験結果は図2に示すとおりで各球状化剤とも引張強さに関しては、処理直後、5分間保持ともに48~49kgf/mm²(471~481N/mm²)と大差がない。しかしそれ以後の保持時間では引張強さは低下し41~42kgf/mm²(402~412N/mm²)となる。伸びは前者で8~10%、後者では急激に低下する。

M剤による接種効果は引張強さ、伸びとも向上して

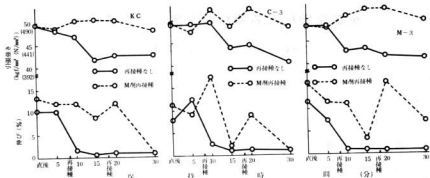


図2 引張強さ、伸びに及ぼす保持時間の影響（再接種の直後、5分の試料は再接種なしと同一条件）

いることから十分に認められる。しかしFe-Si 接種の効果は認められなかった。

4. 考 察

以上の結果から保持時間の影響は大きく、砂型に関する報告³⁻⁵⁾とはほぼ同様である。

組織では処理後5分と10分間保持を境に大きく変る。5分間の金型試料は総てレディブライトと球状黒鉛となっている。レディブライトの析出は金型のため冷却速度が速いことと、土居氏等の報告⁴⁾によると接種効果の消失であること等が考えられる。10分間保持以後の金型試料は逆テール現象が認められ、黒鉛形状はD型黒鉛となる。M剤は少量のMgを含むため接種効果は著しいが、化学成分から考えてKC剤処理の残留Mgで0.005~0.01%位あることが必要条件と思われる。Fe-Si接種の効果は十分でなかった。しかし、球状化剤の添加量を増した場合、Fe-Si再接種の効果は認められたが本文では省略した。

残留Mgが急激に低下するのは少量溶解と高周波誘導炉の攪拌に起因⁴⁾していると思われる。

引張強さ、伸びは黒鉛形状とよく一致している。球状黒鉛とD型黒鉛での引張強さの違いは $10\text{kgf}/\text{mm}^2$ (9.8N/mm²)以下で、D型黒鉛でも強度のあることは金型鋳造の特徴である。8~9%以上の伸びを得るには球化率75~80%以上が必要である。

金型鋳造における球状黒鉛鋳鉄は球状化剤を本実験より少し多目に添加して、再接種時期と量をコントロールすることで材質安定が図られると確信する。

5. 結 言

金型鋳造における球状黒鉛鋳鉄溶湯の保持時間が諸性質に及ぼす影響を球状化剤、接種剤の種類を変えて実験した結果をまとめると次のとおりである。

1) 組織に及ぼす保持時間の影響は大きく、処理直後では球化率95%程度、5分間保持では焼なましするとテンパーカーボンと球状黒鉛となり、10分間保持以降はD型黒鉛となる。Fe-Siでの再接種効果は認められず、球状化剤の違いも大差がなかった。

2) Cは保持による脱炭現象があり、Siはほぼ一定である。しかし再接種するとSiは増加する。Sは5分間保持で最低となり、その後復硫現象がある。再接種するとほぼ0.01%位に収束する。Mgは保持時間とともに急激に低下するが、再接種効果を得るには、KC剤処理の残留Mg量で0.005~0.01%位が必要条件である。

3) 引張強さ、伸びとも黒鉛形状とよく一致した結果となり、8~9%以上の伸びを得るには、球化率75~80%以上が必要である。

終りに、本研究にご協力いただいた、当場の応和尙研究員、渡部英雄研究員、山崎隆志研究員に謝意を表します。

6. 文 献

- 1) 日本鋳物協会：鋳鉄の金型鋳造、(1976)269
- 2) 特殊鋳鉄部会：鋳物、40、(1968)296
- 3) 阿部：鋳物、39、(1967)803
- 4) 土居、石田、渡辺：鋳物、39、(1967)737
- 5) 棚瀬、安田：岐金試報告、(昭和47年度)45
- 6) 張、山本、川野、尾崎：金属学会誌、41 (1977)1019

火花試験による鋼種の判定について

(その2) 火花イメージの測定

菊山 信行, 鴨下 隆司 著

1. 結 言

鋼種の判別にはいろいろな方法があるが、最も簡単な方法の一つに火花試験法がある。

火花試験法はグラインダーで鋼を削った時に火花の火花形態を見て、鋼種を推定する方法である。その場合、火花形態のどのような特性に注目して判断すればよいのか、またいろいろな鋼の火花に対するイメージはいかなるものかを測定した。

その測定手法は、心理学研究のために開発されたSD法¹⁾(Semantic Differential)を用いて行った。

2 実験方法

2.1 実験手法

人が火花を見た感じとか、あるいは火花から受けた印象など、多分に質的要素を含んだ心理的效果を量的に把握したいとき、SD法が便利である。

SD法はいろいろな刺激対象に対して、1人1人がいづく心理的意味を測定するもので、個人の感覚、感情、記憶などによって構成された各人独自の意味を測定しようとするものである。

具体的には、A鋼種の火花を見て受けたイメージが、かなり鋭活発であると思えば、図1の尺度の第1行7区切りの2番目に○印をつける方法である。

図1の意味尺度(評定する語句)は、JISの鋼の火花試験法に使用されている語句と、火花試験の経験者に火花に対する印象を述べてもらい、その中から20尺度を選定したものである。評定尺度は直線上に等間隔に区切りをつけて7段階の尺度とした。例えば、鋭い-鈍いの意味尺度であれば、非常に鋭い-かなり鋭い-少し鋭い-どちらともいえない-少し鈍い-かなり鈍い-非常に鈍いの7段階の評定尺度である。この7段階の評定尺度に、1点から7点の得点を与え統計的に処理した。

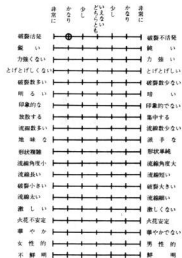


図1 火花試験のイメージ測定に用いた意味尺度

2.2 試験片と実験条件

試験片は表1に示す火花試験標準片(山本科学工具研究社製)を使用した。

実験条件は直射日光のあたらない部屋で、ディスクグラインダー(ビトリファイド系かつ色溶融アルミナ質、粒度86、結合度0.125mmといし、周速51.8m/s)を使用して、JISの鋼の火花試験方法に準じて火花を発生させた。被験者54人は火花試験の経験がないので、予備知識として表1の○印の鋼の火花を見せ用語の説明をした後、すべての鋼種の火花を傍見させた。その場合、1つの試験片の火花刺激から受けた印象を図1の20の尺度に記入後、次の試験片に進んだ。試験片の提示順序はランダムに行った。

表1 試験片の化学成分(%)

試験片	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo
°S10C	11	29	48	1.4	1.4			
S30C	31	27	68	1.5	1.8			
°S53C	53	31	69	2.0	0.7			
SK5	85	29	40	1.9	1.5			
°SK2	117	80	49	1.4	0.5			
SNC2	30	29	54	1.0	0.7	85	271	
°SNC9	46	30	76	2.0	1.3	83	181	23
SCM4	41	31	76	1.5	0.9	104		23
SUS403	11	25	60	2.0	1.9	1295		
°SUS304	5	48	188	0.9	0.5	1944	953	
SUH3	37	235	35	2.1	0.3	1058		84
SUJ2	96	24	32	1.5	0.9	150		
°SKD1	211	16	42	2.2	0.5	1425		
SKS2	105	36	54	1.4	0.6	69	W 119	
°SUP6	56	172	88	1.6	1.0		W1773	
°SKH4A	70	25	38	1.8	1.3	405	Co993	

3. 実験結果及び考察

3.1 炭素鋼の火花特性プロフィール

図2は5種類の炭素鋼に対する、54人の6個の尺度得点の平均をプロフィールの形で表わしたものである。破裂の大きさ、火花の明るさ、流線角度は0.5% Cに極大があり、C%がそれより多くても、少なくとも小さくなっている。したがってこれらの火花特性は炭素量を推定する場合、有力な基準にはならないと思われる。破裂の数は0.5% Cまで曲線のたち上がりは急であるが、それ以上になるとゆるやかになる。このことから破裂の数は炭素量を推定する有力な基準になると思われる。

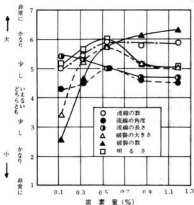


図2 炭素鋼の火花特性プロフィール

3.2 合金鋼のイメージ

3.2.1 因子分析法による解析

因子分析法²⁾は能力や性格を取り扱う心理学研究の方法として開発された手法で、直接測定することのできない潜在する因子を探り出す方法である。

今回の実験では意味尺度間の何らかの共通因子を求め、共通因子を座標軸として意味尺度間の配置を因子負荷量によって表わした。因子負荷量とは各々の意味尺度に対し、選び出された共通因子がどれだけ反映しているかを表わす量である。表1の合金鋼の20の意味尺度間について電子計算機で計算した結果、2つの共通因子が抽出された。因子負荷量を表2に示す。2

表2 意味尺度間の因子負荷量 (バリマックス回転後)

意味尺度	共通因子	
	I	II
破裂 活発	-0.870	0.473
鋭い	0.963	-0.221
力強くない	0.891	-0.429
とげとげしくない	-0.855	0.504
破裂の数多い	-0.908	0.337
明るい	0.971	-0.134
印象的なる	0.839	-0.539
放散する	-0.477	0.661
流線の数多い	0.890	-0.317
地味な	0.578	-0.469
形状複雑	-0.950	0.298
流線角度小	0.926	0.303
流線長い	-0.789	0.544
破裂小さい	0.817	-0.412
流線太い	-0.944	-0.120
刺激強い	0.755	-0.598
火花不安定か	0.895	-0.383
女性的	-0.218	0.790
鮮明	0.963	-0.193
与寄	0.153	0.927
与率	1.8806	4.531
	6.9%	23%

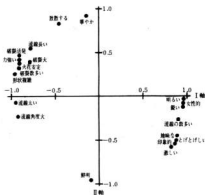


図3 合金鋼の火花イメージ

つの因子が説明する割合は第Ⅰ因子69%,第Ⅱ因子23%であり,全変動の92%が説明できる。より明確に表わすため,意味尺度を2つの因子軸によって表わしたものが図3である。Ⅰ軸は明るい,女性的,鋭い,あるいは形状複雑,破裂量多い,流線太いに関係する因子,Ⅱ軸は華やか,放散する,あるいは鮮明さに関する因子であると思われる。図4は因子得点で各鋼種の特

特徴を表わしたものである。Ⅰ軸のSKH4A, SUH8, SUS304はW, Coなど合金元素が多いため炭素破裂を抑制し,女性的で鋭いと感じたものと思われる。SUJ2, SCM4, SNC2は炭素量が比較的多く,合金元素が少ないため形状複雑,破裂の数多いと感じている。Ⅱ軸のSUP6, SNCM9は華やかで放散すると感じ,SKD1, SKS2は鮮明であると感じている。

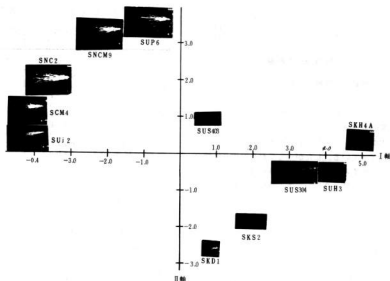


図4 I, II軸における合金鋼

4. 結 言

火花試験にSD法を応用してイメージを測定した結果,次のことがわかった。

(1) 炭素鋼の炭素量を推定する場合,火花特性の破裂の数は有力な基準となる。

(2) 合金鋼の火花イメージは2つの因子で説明できる。第Ⅰ因子は明るく,女性的で,鋭いあるいは形状複雑,破裂量多い,流線太いに関する因子,第Ⅱ因子

は華やか,放散するあるいは鮮明さに関する因子である。

(3) 第Ⅰ因子を説明する鋼は,SKH4A, SUH8, SUS304あるいはSUJ2, SCM4であり,第Ⅱ因子を説明する鋼はSUP6, SNCM9あるいはSKD1, SKS2である。

5. 文 献

- 1) 大山:人間工学, 4(1968)4
- 2) 浅野:因子分析法通論, 共立出版(1971)

自硬性鑄型に関する研究(第12報)

水ガラス系鑄物廃砂の中和処理について

小林 賢治, 中村 和清
酒井 隆司

1. 緒 言

鑄物業界における廃棄物問題は、特別に有害物質を含んでいない鑄物砂が主体となっている中で、従来あまり問題をしておらず、安易に投棄されていたが、近年になってこれらの投棄された廃砂が降雨により PH 値の高い溶出水を出し、そのアルカリにより局地的な汚染を与えていることが指摘され、投棄に著しい制約を受けるような情勢になってきた。これら廃砂処理については、炭酸ガス中和法、希硫酸中和法、高温加熱法²⁾などが、再生回収砂を得るための前処理工程として知られているが、排水による2次公害の恐れ、エネルギー浪費等の問題点があり中小鑄物業界での処理技術としては導入が困難である。このような現状において管内の企業からの要請が強くなった結果、とくに影響の大きな水ガラス系廃砂について、アルカリ度を下げ、るための中和処理実験をおこなった。

本実験に使用した中和剤は、鋼板の酸洗工程で発生するスラッジ(硫酸第1鉄を主成分とする産業廃棄物)、硫酸、PTS(パラトルエンスルホン酸)の3種を選別し、添加量、溶出水について検討したので報告する。

2 実験方法

2.1 試料

試料は鑄物工場のNVKプロセス(ダイカル法)による造型砂の廃砂をもちいた。廃砂は不規則な形状が多いため、クラッシュヤーで粗粉砕し、8メッシュ以上はカットした。表1に粒度分布を示す。

表1 粒度分布

メッシュ	20	28	35	48	65	100	150	200	270	PAN
	26	248	424	224	44	18	06	04	tr	06

2.2 試薬

中和反応(以下中和処理と呼ぶ)に使用した試薬(以下中和剤と呼ぶ)を下記に示す。

- 1) スラッジ、表2に化学成分を示す。
- 2) 硫酸、市販の1級硫酸を18+100に希釈して

使用した。

- 3) PTS(パラトルエンスルホン酸)

表2 スラッジの化学成分(%)

水分	フリー硫酸	$\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Mn	Al	Zn	Cr
192	128	677	025	0006	0014	0004

2.3 自然流出水量とNa量との測定

試料を20, 40, 60, 80, 100, 120g秤量し、フィルターを挿入したロートに入れ、上から50mlの純水をそそぎ試料から流れ出る水の量とNa量の測定した。

2.4 攪拌によるPHの測定

試料50gを800mlトルビーカーに秤量し、純水200mlを加え、攪拌機(100rpm)で、一定時間攪拌静置後上澄液のPHを測定した。

2.5 注水によるPHとNa量の測定

試料4kgに中和剤を添加し、中式混合攪拌機(107rpm)で1分間混合して中和処理をおこない、1kgを採取し2l容量のイルガトルに入れ、定量ポンプ(排出量12ml/分)で注水を始め、溶出水のPHとNa量を測定した。

2.6 屋外放置試験

鑄物用新砂で厚さ200mmの砂床(以下敷砂と呼ぶ)をつくり、その上に上記2.5での残り8kgの処理砂を径250mm、高さ250mmの内筒に入れ、屋外に放置し、降雨によって、試料および溶出水が敷砂に与える影響を、PH、Na量の測定で調べた。

3. 結果と考察

図1は試料をふるい分けした各粒度10gを秤量し、純水100mlを加え1時間攪拌静置後のPHとNa量を示したものである。この結果、砂粒子が小さくなる程Na量が増加している。200メッシュ以下を顕微鏡で観察すると、Na塩と思われる白色結晶が、粒子に付着しているものより、剥離された状態でものが多く

存在しているのが確認できた。このために 200 メッシュ以下は PH , Na 量ともに高い値を示すものと思われる。

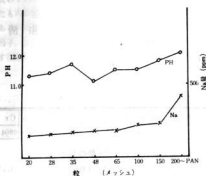


図1 各粒子における PH 値と Na 量

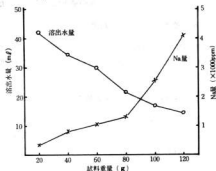


図2 一定水量 (50ml) を加えた砂から溶出する水の量と Na 量

図2は実験 2.8 に準じて測定した結果を示したものである。この図から砂の量に対して水の量が少くと溶出液の量は少くなるが、 Na 濃度は高くなっていることがわかる。現実には、多量の投棄砂に対する雨水の量は、この図の右半分の状態に似た形になっているものと推測される。

図3, 4は、中和処理に必要な中和剤の量を求めるために、試料を実験 2.4 に準じて1時間攪拌静置後、スラッジ、PTS、硫酸を加えて PH を測定した結果であり、中和に必要な中和剤の量は、スラッジが1.5~4%, PTSが1.5~3%, 硫酸で14~22%で、これら溶液の PH は公害規制値 (5.8~8.6) 内に入る。

以上廃砂についての基礎的実験を行い、実験 2.4 に準じて連続攪拌した結果を図5に示す。

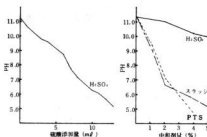


図3 試料の溶出水に対する中和剤の影響
図4 試料の溶出水に対する中和剤の影響

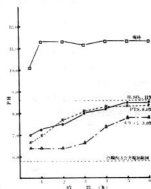


図5 連続攪拌における PH 値の変化

公害規制範囲に入る中和剤の量は、スラッジで8%, PTSで8%, 硫酸で13%必要であった。表3はそれぞれの中和剤で中和処理した試料1kgをイルガトルに入れ、一定水量を連続注水した溶出水の PH , Na 量の変化を測定したものである。注水による溶出水の色はスラッジ使用が淡黄色、未処理の試料およびPTS使用が黄褐色、硫酸が黄色であり、スラッジ使用については脱色効果が認められた。これはスラッジ成分である硫酸第1鉄の還元性、凝集性³⁾に因していると思われる。

連続注水による溶出水の PH は、連続攪拌による時に比べ、その値が高くなる傾向にあるが、これはスラッジ、PTS使用のものは初留から80分のあいだで PH が低下していることから、中和剤が流出したものであると思われる。 Na は最初の溶出水中に多量に含有され、注水量が増加していくに従って低下する。

表 8 連続注水による溶出水の pH と Na 量の変化

注水量 (m ³)	中和剤 添加量 (g)	スラッジ			PTS			H ₂ SO ₄		
		3.0		4.0	8.0		9.5	11.0		12.5
		P H	P H	Na (ppm)	P H	P H	Na (ppm)	P H	P H	Na (ppm)
		920	760	7340	900	670	4460	985	625	14780
180	0.5	870	720	2940	920	615	2140	980	640	2880
860	1	890	720	700	930	620	900	925	650	790
720	2	925	735	230	925	650	240	925	690	280
1440	3	985	750	190	960	660	130	925	710	220
2160	4	980	760	100	960	685	70	985	730	120
2880	5	980	790	80	980	680	50	985	740	70
3600	6	930	790	80	960	685	40	985	750	40

表 4. 屋外放置における
処理砂数砂の pH
および Na 量

	処理砂		敷砂	
	P H	Na (ppm)	P H	Na (ppm)
スラッジ	840	190	630	<20
PTS	690	<20	680	<20
H ₂ SO ₄	630	<20	650	<20

表 4 は、実験 2.6 に準じて屋外放置し、1.2 mm 程度の降雨の影響をうけた処理砂、敷砂から各 50 g を採取し純水 200 ml を加え 1 時間攪拌静置後 pH、Na 量の測定を行った結果である。この結果、処理砂の溶出水の pH が敷砂に与える影響は小さいといえるが、Na 量は、雨量に対して試料が少なかつたために、図 2 の左側の状態になり流出したものである。処理砂の着色状態はスラッジ処理したものが茶色で、砂粒表面に鉄酸化物

(水酸化第 2 鉄と思われる) が多量に付着しているのが顕微鏡観察で確認できた。PTS、硫酸処理砂は灰白色で、日がたつにつれ PTS の方は砂の表面に白色結晶の析出が認められた。

4. 結 言

水ガラス系珪物廃砂の中和処理実験を行った結果次のことがいえる。

- 1) 一定水量による廃砂の溶出水量は砂が多いと少なく Na 量は高い値を示す。
- 2) 廃砂の粒度 200 メッシュ以下に、Na 塩類が集合して溶出水の pH、Na 量は高い数値を示す。
- 3) 注水と屋外放置試験の結果、廃砂の pH が 11.8 位であれば、スラッジ 4 割、PTS 9.5 割、硫酸 (18+100) 12.5 割を廃砂に対して、それぞれ添加し混合すれば中和処理が可能であり、溶出水の着色の点を考えれば、スラッジで中和するのが有効である。
- 4) 中和処理された廃砂からの溶出水は、最初にシミ出す状態の溶液中に多量の Na 塩が含有されている。
- 5) 中和処理によって生成する Na 塩類の処理については今後の研究課題である。

文 献

- 1) 奥山他：ジャクトニュース、7、(1975) 85
- 2) 総合珪物センター：「機械材料部品情報化調査報告書」、第 2 部 (1978)
- 3) 井上他：「福山繊維工業試験場報告」4、(1972) 67

レジノイド砥石の研究(第2報)

レジノイドオフセット砥石の音響試験

1. 緒 言

研削砥石のかたき測定は大越式と音響式の試験法が一般的である。この実験で使用した音響式弾性率測定機(J.W. LEMENS-ELEKTRONIKA社(ベルギー)製 Grindo Sonic MK-8)は物体の固有振動から弾性率を求めるよう製作されており、砥石結合度は弾性率から換算表¹⁾を使って求めるようになっている。この装置によれば円形で薄い(直径/厚さ>25)円形のビトリファイド砥石について、その弾性率(E)は測定機の表示した数値から次式により求められる。

$$E = \frac{m P D^2}{t^3 R^2} \quad (\text{KN}/\text{cm}^2) \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここにm:質量 P:形状係数 D:直径 t:厚さ R:測定値である。

平形のレジノイド砥石についても同様にその弾性率と結合度の間には負の相関が存在することが岡田により確認されている。²⁾しかしオフセット型のような薄形で形状が複雑な砥石やガラスクロスで補強したばあいなどについては不明である。

この測定機で弾性率を求めるばあい、(1)式から明らかなように形状係数Pが必要であるが複雑な形状の砥石については算出が困難である。しかしながら配合と形状が同一の砥石に限定すれば、(1)式のm,t,p,Dは一定となるので、オフセット砥石について(1)式が成り立つものと仮定すれば岡田の実験結果²⁾などから考えて測定値と砥石結合度の間には正の相関が存在するはずである。従って実験では測定値と大越式結合度とを直接比較する方法をとった。また測定値が弾性率の関数であることから砥石の回転強度や衝撃強度についても測定値と何らかの関係があるものと思われるので、それらとの比較も併せて行った。

2. 試料と実験方法

2.1 試 料

砥粒:WA 24 および A60

藤 本 宗 之 , 金 本 正

樹脂:粗研削砥石用液状および粉末フェノール樹脂
充填材:硫酸バリウムおよびカーボンブラック

ガラスクロスは樹脂処理済みのもの

2.2 実験方法

2.2.1 実験用砥石の作製

図1に示す順序で180×6×22mmのオフセット型砥石を作り音響その他の試験に供した。

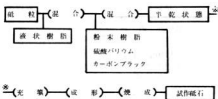


図1 実験用砥石の試作工程

配合:所定量の砥粒・樹脂・充填剤を混合し半乾状態で一夜静置した。

成形:A60(配合済み,以下同)ーガラスクロスーWA 24ーガラスクロスーWA 24の順で金型へ充填し,50~90℃,36~180kgf/cm²の所定の温度と圧力で5分間予熱後1分間プレス成形した。

焼成:空気循環型自動昇温焼成炉に成形試料を入れ村田が示す代表的な温度上昇法³⁾などを参考に最高温度185℃全焼成時間20時間で樹脂の硬化を行った。焼成温度曲線を図2に示す。

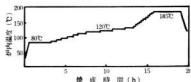


図2 砥石焼成温度曲線

2.2.2 試作砥石の物性試験

(1) 音響試験:試作した砥石をプラスチック製円錐形支持台に乗せ,自由に振動ができる状態にしたうえで

軽く打撃を与え、生じる振動をピエゾ電気ディテクターで検出した。

(2) 結合度試験：㈱東京衝機製造所製の大越式結合度試験機により砥石上三カ所の点で測定しその平均値を求めた。

(3) 衝撃試験：㈱東京衝機製作所製のオフセット砥石衝撃試験機により砥石の二カ所で測定し平均値を求めた。

(4) 回転試験：㈱日研製砥石回転試験機を使用しJISR6240（研削といしの試験方法）の規定に従い試験して破壊周速度を求めた。

3 実験結果および考察

3.1 大越結合度と音響法による測定値の関係

試験用砥石の製作に当たり同一のロット内にあった砥石では音響法の測定値と大越式結合度の間に図3のような良好な直線関係（ $r = 0.92 \sim 0.97$ ）が得られ

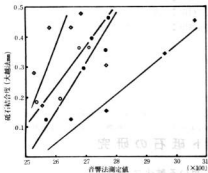


図3 大越結合度と音響法測定値の関係

た。しかし同一の配合比率であってもロット間相互には直線関係はなく非常にバラツキが大きくなった。その一因として樹脂を配合した砥粒は吸湿性が強く、静置する間に空気中から水分を吸収し、後の成形型内における流動性や焼成炉内での樹脂の硬化反応に影響を与えることが考えられる。配合時の温度も測定値に影響すると思われる。これらの影響については空調室内で配合することにより最小限に止めることができるものと思う。

3.2 衝撃強度と音響法による測定値の関係

大越結合度と音響法測定値のばあいと同じように同一の配合比率であってもロットが異なり直線関係の強いものとそうでないものがある。音響式測定法で得

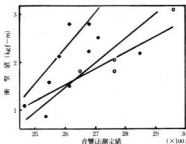


図4 衝撃値と音響法測定値の関係

られる値は弾性限界内において有効なもので、衝撃値のような破壊の領域まで推定することは困難とも思われる。

実験用砥石を作製するときのプレス成形圧力と衝撃値の間には図5に見るような一定の関係を得た。

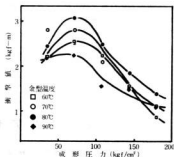


図5 成形圧が衝撃値に及ぼす影響

一昨年オフセット砥石安全協会が衝撃強度に関して日本工業規格の規準値よりも厳しい安全基準を決定したために、砥石業界では使用ガラスクロスを変更するなどの対応策をとったが、成形時の金型の温度管理を厳しくする必要のあることがこの図からもうかがうことができる。しかし耐衝撃性の最もよくなる80℃で成形すると脆型性が低下し、そのまま工場ベースで実施したばあいには作業能率の極端な低下が予想され、この点に関しては今後検討が必要である。

3.3 回転強度と音響法による測定値の関係

砥石の曲げ強さや引張り強さと弾性係数の間に一定の関係が存在することは海野や岡田⁴⁾によって調べら

れており、回転強度との関連性についても同様で一定の関係があることが調べられている。この実験においても測定値と回転強度の間に一定の関係が存在すると思われる結果を得たが、実験用砥石の作製にあたり空

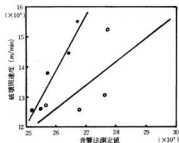


図6 回転強度と音響法測定値の関係

気中の湿度の影響を強く受けるため、でき上がった砥石の品質に再現性がないこと。また音響試験法が砥石の振動に基づくものであるため、厚さ・密度等にアンバランスのある砥石では測定箇所によって得られる値が異なる。などの問題があり測定値と回転強度の間の関係

を数式化するには至らなかった。

4. 結 言

レジノイド砥石のなかで特に生産数量の多いオフセット型砥石を対象として結合度・回転強度・衝撃強度について音響式弾性率測定機による非破壊試験法と現在一般に行われている方法とを比較検討した結果次の事が明らかになった。

- (1) 大越式結合度と音響法測定値の間には直線の関係がある。
- (2) 音響法測定値から衝撃強度を直接求めることは困難である。
- (3) 回転強度と音響法測定値の間には一定の関係があるように思われる。

文 献

- 1) 清水：セラミックス，11，842(1976)
- 2) 岡田：窯協誌，85，38(1977)
- 3) 村田：工業材料，13(7)，98(1965)
- 4) 岡田：セラミックス，8，94(1978)

マグネシアセメント砥石の研究

マグネシアセメント砥石に用いる酸化マグネシウムの特性と製造プロセスへの影響

清水加津子

1. 結 言

マグネシウムオキシクロライドをボンドとして砥粒を結合した砥石はMG砥石(記号O:オキシクロライド)と称し、刃物研磨用とか研削発熱をさくろ金属製品の研削、研磨用に重用されている。酸化マグネシウム粉末と塩化マグネシウム溶液を混合し、常温で化学

的に凝結硬化させたマグネシウムオキシクロライド化合物の弾性ボンドであり、他の砥石ボンドと異なり不焼成なので、製造プロセスではエネルギーの消費が少なく、設備費が少ない長所があるが、反面原料マグネシアの特性の差異により、製造時の作業条件が異なる上、成型後の強度発現、硬さ平衡到達等の不一致が生じる。耐水性不良、収縮ひび割れの防止対策はもち

ろんであるが、最近この種のボンドの砥石製品の保管中に膨張の例が指摘された。原料マグネシアの特性およびマグネシアセメント砥石成形体の諸物性を調べ、対策の一助にしたい。

2 実験方法

2.1 試料

マグネサイト鉱をか焼した軽焼マグネシアA, B 2種および表1に示したMG砥石4種を試料に用いた。

表1. MG 砥石

MG 砥石	原料MgO	砥粒の種類	砥粒量	砥石の形状	成成日
A'	A	アルミナ	—	長方形棒状試験片	53, 5.15
B'	B	ク	—	ク	ク
A''	A	ホワイトアルミナ8アルミナ9	41.1%	大型リソグ状製品	52, 11.27
B''	B	ホワイトアルミナ	43.3%	ク	ク

2.2 比重

ベックマン製空気比較式比重計930形を用い、乾燥試料10数gの容積を求め算出した。

2.3 粒径分布

セイシン企業製光透過式粒度分布測定器SKN型を用い、粒径分布範囲の差により、Aはイソプサルコール、Bはエチレンジグリコール溶液中に超音波10分間分散させ、沈降経過時間毎の吸光度を自動記録し、粒径の微細範囲は遠心分離機で沈降時間を短縮して測定し、重量累積率を算出した。なお50%の粒径を平均粒径とした。

2.4 比表面積

島津—マイクロメリティクス製比表面積自動解析装置2200型を用い、200℃、40min 脱ガス後の試料表面への窒素ガス吸着量からBET理論式により比表面積を求めた。

2.5 活性値(クエン酸溶液反応時間)

300ml 共栓三角フラスコにクエン酸試液(クエン酸28g, 安息香酸ナトリウム0.25g および1%フェノールフタレイン—エタノール溶液2mlを水で1lに希釈する)100mlを分取し、試料2gを投入し、同時にタイマーを作動させ、マグネチックスターラー上で定速で攪拌し、溶液が無色から紅色に変化した瞬間までの時間を記録し、活性値(秒)で表わした。

2.6 乾燥減量

105℃、8時間乾燥して減量を求めた。

2.7 強熱減量

乾燥試料を1000℃、1時間強熱して減量を求めた。

2.8 化学分析

乾燥試料について行なった。酸不溶解分は、塩酸、過塩素酸で分解後の不溶分、MgO, CaO, Al₂O₃は、EDTAキレート滴定法、Fe₂O₃は吸光度測定法、SO₃は重量法により求めた。

2.9 熱分析

理学電機製サーモフレックスを用い、MgO粉末は、試料10mg, MG砥石は20mgについて、20~200℃範囲を10℃/minの昇温速度で走査し、加熱減量曲線および示差熱曲線を測定した。

2.10 X線回折分析

理学電機製X線回折装置KG-X型を用い、Cu対陰極Niフィルター、30KV-15mA励起、2θ 4°/minの速度で5~60°を走査した。

2.11 弾性率

ベルギー、レーメンス・エレクトロニカ社製グリーン・ソニック測定器¹⁾を用い、MG砥石の棒状固体(長さ×厚み×巾 A', B': 140×22×50mm, A'', B'': 120×29×37mm, 密度 A': 2.45, B': 2.82, A'': 2.86, B'': 2.87g/cm³)を、両端からそれぞれ1/2の箇所にはゴム製支柱をあて、針状検出端子を接触させ、釘を用いて定点を打点し、デジタル表示された音響特性値Rを付属のヒューレットパッカードHP-65型カルキュレーターに入力すると直ちに弾性率B値(kg/mm²又はKN/mm²)が得られた。

2.12 硬さ

ロックウェル硬さ試験機で、スケールLを用い、砥石A', B'では鋳込試験片の底面について8回測定の平均値、砥石A'', B''では砥石面を共磨りして平滑にしたため測定面に内部気孔に由来する窪みの存在とアルミナ砥粒露出のためのぼらつきが大きく、5~6回測定して平均値を求め、HnLの表示値とした。

2.13 硬さ条件

乾燥球温度計を用いて、砥石の硬さおよび弾性率の変化を追跡した半年間(52年11月27日~53年5月27日)の放置室内に於ける乾燥示度と湿球示度を記録し、相対湿度を算出した。

3 実験結果と考察

許容範囲内の原料MgO Aと膨張傾向をもたらす原料MgO Bの特性を表2に示した。Aは平均粒径がB

表2 MgOの特性値

	A	B
比重	3.48	3.25
平均粒径 μm	8	17
比表面積 m^2/g	11.1	14.2
活性値(秒)	908 ⁿ	620 ⁿ
乾燥減量%	0.37	1.14
強熱減量%	3.88	8.03
酸不溶解分%	7.24	7.51
MgO%	87.89	81.49
CaO%	1.52	1.76
Al_2O_3 %	0.15	0.14
Fe_2O_3 %	0.32	0.14
SiO_2 %	0.21	0.26

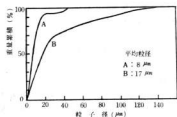


図1 MgOの粒径分布

の場で、図1に見るように粒径分布範囲も狭く、反応性が高いと予想したが、活性値からみる反応性はBの方が大きい。粒子表面への窒素ガス吸着量から求めた比表面積はBが大きく、Bの反応性が高いことを裏づけている。単純な純物質では粒径と表面積は、一方が大なら他方が小の関係にあるが、粒径と表面積がAについてはどちらも小、Bについてはどちらも大であることから、Bは粒子が大きいても表面が一樣でなく気孔に富んでいると考えられる。Aの強熱減量4%に対し、Bは2倍であり、X線回折分析を図2に、熱分析を図3に示したように、不純物の差、加熱減量性状の差がはっきりし、Aの単純な減量に対して、Bは4段階の減量を示している。

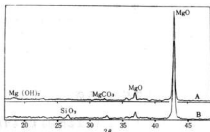


図2 MgOのX線回折分析

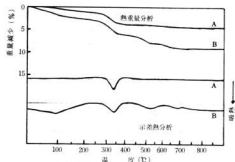


図3 MgOの熱分析(℃)

MgO A, Bを使って初冬(11月27日)マグネシウム砥石製品に焼成成型し、図4に示した冬期室内の大気中で半年間放置して自然硬化させた。

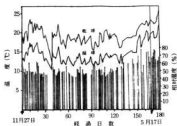


図4 砥石硬化過程の天然変化

10日以後の物性変化を追跡し図5に示したが、砥石の強度に関係のある弾性率B値も、砥石表面の結合度を示すロックウェル硬さHnL値も、すではほぼ平衡状態に近く、砥石Aⁿ、Bⁿには顕著な差はみられなかった。ロックウェル硬さに多少の変動がみられたが、測定面が不均一状であるためと思われる。

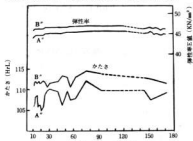


図5 マグネシアセメント砥石の物性の経時変化(長期過程)

10日以前のの状態を調べるため、晩春(5月15日)

に棒状試験片を同一条件で成型し、1日後に脱型し、**図4**に示す室内の大気中に放置し、自然硬化させた。**図6**にその物性変化を示した。砥石表面のロックウェル硬さは4日間で急激に増大し、その後は徐々に増加し、8日以後はわずかの増加に落ち着いた。表面硬化反応の進行と異なり、内部の硬化反応の遅れがうかがえ、7日間で急激に内部反応が進行した以後も、なおかなりの割合で進行しているのが、弾性率の測定により推定される。なおA'、B'に開きがあるのは、成型時の条件の多少のずれにより砥石密度が異なったためと思われる。

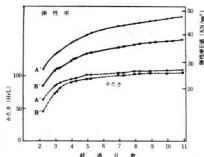


図6 マグネシアセメント砥石の物性の経時変化(初期過程)

原料MgOの差による反応生成物の多少の差が、熱分析により**図7**、**図8**に示すように、初期硬化体にも、長期経過後にもみられた。加熱減量曲線も、初期と長期では差がみられるが、前者がボンドを主とし、後者が約40%のアルミナ砥粒を含む試料を用いたので、量の比較は出来ない。

4. 結 言

マグネシアセメント砥石の製造に先立ち、原料マグネシアの購入時、砥石製品に支障を来さない特性をもつMgOを選定することは不可避のことであるが、MgOの特性と砥石製品との関係が明確にされていない現状である。

今回2種のMgOについて調べ、特性を明らかにした。マグネシアセメント規格(JIS-A-6905)ではMgOへの要求値は、強熱減量10%以下、CaO 4%以下、MgO 75%以上となっており、2種のMgOは、規格値以内であり、強熱減量の数値では判断しえない減量性状の差を熱分析で明示することが出来た。粒径分布は二者に差があるにもかかわらず反応性の差に対

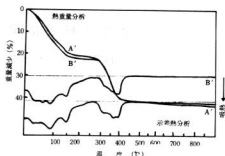


図7 マグネシアセメント砥石(8日後硬化体)の熱分析

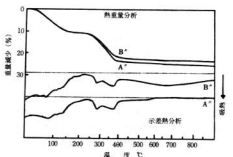


図8 マグネシアセメント砥石(150日後硬化体)の熱分析

応していないが、表面積の差が反応性の差に対応している。二種の原料MgOからの砥石の弾性率、表面のロックウェル硬さには大差はなく、砥石製品の普通条件下での使用には問題視されないもので見過されて来たであろうが、長尺物で寸法安定性を要求される用途には注意すべき点とも知れない。

謝辞 この研究を行なうにあたり、貴重な御助言をいただいた名古屋工業技術試験所5部、佐野賢郎、寺田召二両主任研究官、比表面積の測定に際し、多大な御協力をいただいた島津製作所広島支店、井口慎三氏、同、御池工場、竹内和氏、大藤勝之氏、試料を御提供いただいた御帝国研磨砥石製造所、小尻由三工場長に心から感謝申し上げます。

文 献

- 1) 清水, セラミックス11(4)342-347

(1976)

金属分析法に関する研究(第5報)

原子吸光法におけるアルカリ塩類の干渉について (その2 ニッケルの測定)

渡部 英雄[★], 日色 和夫[★]
田中 孝[★], 川原 昭宣[★]

1. 緒 言

原子吸光法でニッケルを測定する場合、モリブデン酸塩、リン酸塩および硫酸塩が共存すると、正の干渉があることが知られている。¹⁾本報告は、前報²⁾と同様にニッケルの定量におけるアルカリ塩類の干渉現象について研究した。アルカリ塩類共存下でニッケルを測定すると、フレームの燃焼条件により異った干渉が現われる。³⁾本報告は、主に多燃料フレームにおける干渉機構を解明すると同時に、アルカリ塩類共存下でも、干渉のない測定条件が得られたので報告する。

2 実験方法

2.1 装 置

日本ジャーレルアッシュ社製AA-1型を使用し、バーナーは水冷式魚尾型バーナー(スリットの長さ10cm)を使用した。ホローカソードランプは浜松テレビ社製のものを使用した。

2.2 試 薬

ニッケル標準溶液: 試薬特級塩化ニッケルを純水に溶解し、1000ppm溶液を調整した。塩酸を添加して、塩酸濃度を 1×10^{-2} Mとした。使用に際しては、この原液を適当に希釈して測定溶液を作成した。この溶液の塩酸濃度は 5×10^{-6} Mとした。なお干渉現象を測定するために使用した試薬は、全て試薬特級品を用い、純水に溶解して使用した。

2.3 試験方法

容量25mlメスフラスコに、ニッケル濃度が5ppmになるようにニッケル標準溶液をとり、これにアルカリ塩類を添加し、純水で標線まで希釈する。空気流量 $7.0 \ell/\text{min}$ とし、アセチレン流量及びバーナー先端と光束中心間の距離(以下B・Hと略記)を変え、吸光度を測定した。電流値は10mA、測定波長は232.0nm。

各種添加塩類の分子吸収は全て補正した。

3 実験結果と考察

B・H 6mmに固定して、アセチレン流量及びアルカリ塩類の添加量を変えて測定した結果を図1~2に示す。

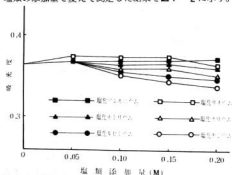


図1 各種塩類の影響
Ni 5ppm, B・H 6mm, アセチレン流量 $1.0 \ell/\text{min}$

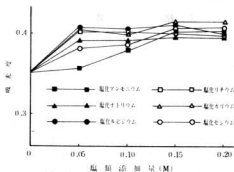


図2 各種塩類の影響
Ni 5ppm, B・H 6mm, アセチレン流量 $1.5 \ell/\text{min}$

図1~2より次のような結果が得られた。アセチレン流量 1.0 l/min では、塩類添加量が 0.05 M まではほとんど干渉を示さないが、塩類添加量が 0.1 M になれば、わずかに負の干渉が現われる。塩類濃度が 0.2 M になれば、干渉は明らかとなる。また干渉の度も塩化セシウム>塩化ルビジウム>塩化カリウム>塩化ナトリウム>塩化リチウム>塩化アンモニウムとなる。アセチレン流量 1.5 l/min の場合は、正の干渉がおこる。さらにアセチレン流量を増すと、塩類の干渉作用は認められるが、それらの間に系統性はみられない。そこで一般的なアルカリ塩類である塩化ナトリウム、もっとも干渉の少ない塩化アンモニウム、もっとも干渉の大きな塩化セシウムについて詳細に実験した。すなわちアセチレン流量、塩類の添加濃度及びB-Hを変えて、干渉現象を測定した。そのうち塩化ナトリウムを添加した時の吸光度の変化を図3~5に示す。

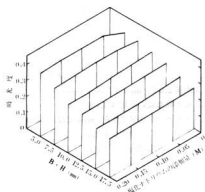


図4 塩化ナトリウムの影響
Ni 5 ppm, アセチレン流量 1.5 l/min

図3~5より次のような結果が得られた。ニッケル単独の場合、アセチレン流量 1.0 l/min で $B \cdot H 5.0 \text{ mm}$ の位置が一番吸光度は高いが、 $B \cdot H$ が変われば著しく吸光度は変化する。アセチレン流量 1.5 l/min では、塩化ナトリウムを添加すると、 $B \cdot H 5.0 \text{ mm}$ の位置で正の干渉を示す。その他の位置では、ほとんど干渉がない。またアセチレン流量 2.0 l/min ではニッケル単独の場合フレーム中では $B \cdot H$ がどの位置でも、ニッケル原子がほとんど同じ程度分布しているが、塩化ナトリウムを添加することにより、ニッケルの原子分布は $B \cdot H 15.0, 17.5 \text{ mm}$ の位置に集まり、 $5.0, 7.5 \text{ mm}$

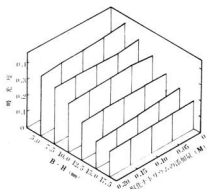


図3 塩化ナトリウムの影響
Ni 5 ppm, アセチレン流量 1.0 l/min

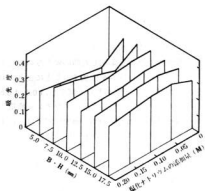


図5 塩化ナトリウムの影響
Ni 5 ppm, アセチレン流量 2.0 l/min

では著しく減少している。このことは 0.05 M の濃度が著しい。

以上の結果から多燃料フレームでは、塩化ナトリウムを添加することにより、銅⁴⁾と同じようにニッケルの原子分布が変わるためと思われる。

次に塩化アンモニウムを添加した時の吸光度の変化を図6に示す。アセチレン流量 2.0 l/min では塩化アンモニウムを添加することにより、フレームの下部にニッケル原子が集まる。このことは 0.05 M 濃度の時が著しい。これは塩化ナトリウムと同様に塩化アンモニウムを添加するとニッケルの原子分布が若干変る

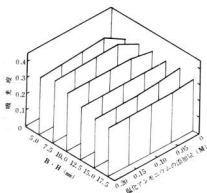


図6 塩化アンモニウムの影響

Ni 5 ppm, アセチレン流量 2.0 ℓ/min

ためと思われる。

またアセチレン流量 1.5 ℓ/min の場合は、B・H 5.0 mm の位置でのみ正の干渉を示す。その他の流量及び B・H では、ほとんど干渉を示さない。

つぎに塩化セシウムを添加した時の吸光度の変化を図7に示す。塩化セシウムを添加することにより、B・H 5.0 mm の位置で吸光度が著しく減少し、10.0, 12.5 mm の位置にニッケル原子が集まる。アセチレン流量 1.5 ℓ/min のときは、B・H 5.0 mm の位置では正の干渉を示すが、その他の流量及び B・H では、ほとんど干渉を示さない。

アセチレン流量 2.0 ℓ/min では、塩化セシウムの添加により、塩化ナトリウムほどではないが、やはりニッケルの原子分布が変わるためと思われる。

ここで塩化ナトリウム、塩化セシウムの沸点は 1418 °C、1800 °C で塩化アンモニウムは 883.78 °C で昇華する。ニッケルは一旦これらの塩類の中に含まれるが、塩化アンモニウムの時はフレーム中に入った直後に分解が起こり、ニッケル原子を放出し、塩化セシウムでは、フレーム中のやや高い位置で分解してニッケル原子を放出し、塩化ナトリウムは、さらに高い位置で分解がおこるためと考えられる。

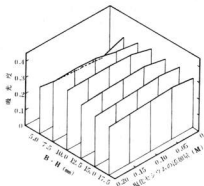


図7 塩化セシウムの影響

Ni 5 ppm, アセチレン流量 2.0 ℓ/min

4. 結 言

以上の結果を要約すると次のとおりである。

1. ニッケル単独の場合、アセチレン流量 1.0 ℓ/min, B・H 5.0 mm の位置が最も吸光度は高い。
2. ニッケル単独の場合の測定条件としては、アセチレン流量 2.0 ℓ/min で測定すれば、B・H が変わってもほとんど吸光度の変化はないので最適である。
3. アセチレン流量 2.0 ℓ/min では、塩類が共存するとニッケル原子分布が変わる。
4. アルカリ塩類共存下でのニッケルの測定は、アセチレン流量 1.5 ℓ/min とし、B・H が比較的長い位置で測定すれば、干渉なく測定出来る。尚、本研究は広島地区分析技術懇談会で一部発表したものである。

文 献

- 1) 武内他：工業化学雑誌 66 (1968), 1194
- 2) 渡部：本報告 No. 19 (1977), 69
- 3) 渡部他：日本分析化学会第 24 年会講演要旨集 (1977), 811
- 4) 日色他：分析化学 4 (1975), 275

金属分析法に関する研究(第6報)

溶液乾固・ブリケット法によるけい光X線分析法 (その3, ステンレス鋼の分析)

応 和 尚

1. 結 言

一定平面の得られない鉄鋼試料をけい光X線分析法で定量する方法として「溶液乾固・ブリケット法」を提案し、前報でブリケットの作成法¹⁾ 鋳鉄の分析²⁾ について報告したが、今回はステンレス鋼について検討した。

通常用いられるディスク試料の場合、ステンレス鋼等高合金鋼では共存元素の影響を大きく受けるため、共存元素の含有量に応じて補正するが、分析試料と類似した標準試料を用いて定量しなければならない。

この報告ではステンレス鋼を「溶液乾固・ブリケット法」でマンガン、ニッケル、クロム、モリブデン、銅を定量するとき、これらの元素が互にどのような影響を与えるかを実験計画法に基づき検討した。

この結果ディスク試料に比べ共存元素の影響がきわめて少いことがわかった。そして実試料を分析した結果好結果を得たので報告する。

2 実験方法

2.1 試料および試薬

表1の因子および水準を実験計画法に基づきL₂₇(3¹³)の直交表にわりつけた。鉄、マンガン、ニッケル、クロム、モリブデン、銅は99.99%以上の純金属を使用し、鉄以外は塩酸と過酸化水素水で溶解して1~20mg/mlの溶液を作成した。この溶液を直交表に従って200mlのビーカーにホールピペットを用いて

表1 因子および水準

因 子	水 準		
	1	2	3
ニッケル (%)	5.00	10.00	15.00
クロム (%)	10.00	20.00	30.00
モリブデン (%)	1.00	2.00	3.00
マンガン (%)	1.00	2.00	3.00
銅 (%)	1.00	2.00	3.00

試料1gの含有量となるよう採取し、残量を鉄として模擬ステンレス鋼を作成した。実験のかたよりを少なくするためランダムに試料を合成した。

ステンレス鋼は日本鉄鋼協会製の機器分析用標準試料(ステンレス鋼シリーズA, 650-5~655-5)をシェーバーで切削したもの6試料、化学分析用のもの1試料、そして著者らが化学分析したもの5試料、合計12試料を使用した。

また試薬はすべて市販の特級品を使用した。

2.2 装置および測定条件

使用したけい光X線分析装置および測定条件は表2のとおりである。粉砕は古田製作所製のシェーキングミルで1分間行い、アルミニウムリングは5×40mmφを使用した。

表2 装置および測定条件

けい光X線分析装置	理学電機社製 KG-X型
X線管球	フィリップス社製、タングステン管球
電圧、電流	50KV, 40mA
分光結晶	LiF
分析線	各元素共Kα線(n=1)
検出器、計数時間	SC, 40秒
波高分析	B, L: 80, C, W: 240
計測器の倍率	Mn: ×1, Ni, Cr, Mo: ×8, Cu: ×2

2.3 分析法

試料1gを200mlビーカーに精秤し塩酸(1+1)80mlと少量の過酸化水素水で加熱溶解し、水浴上で乾固する。炭酸バリウム5gを添加してガラス棒でかきまぜる。純いて過酸化水素水(6号)5mlでねり合せ残留塩酸を中和すると共に鉄を酸化する。時計皿に取り出して電気定温乾燥器に入れ、110℃で2時間以上乾燥する。放冷後ステアリン酸0.8gを添加してシェーキングミルで微粉砕し、アルミニウムリングを用いて全圧30tで加圧成型してブリケットを作成する。

このブリケットより各元素のX線強度を表2に従って測定し検量線より定量分析する。

3. 結果と考察

3.1 マンガンK α (n=1)線の測定

マンガン測定値の分散分析結果を表3に示し、有意差の認められたマンガン、クロム、銅の影響について図1に示す。

表3 マンガンK α (n=1)線測定値の分散分析表

要因	自由度	変動	不偏分散	F ₀	寄与率
ニッケル(A)	2	104.55	52.28	376	0.10
クロム(B)	2	157.84	78.92	568*	0.16
モリブデン(C)	2	57.10	28.55	205	0.04
マンガン(D)	2	79056.49	39528.24	284376**	98.89
銅(E)	2	166.21	83.10	598*	0.17
A × B	4	130.52	32.63	235	0.10
A × C	4	132.46	33.12	238	0.10
B × C	4	60.09	15.00		
e	4	51.19	12.80		
e'	8	111.19	13.90		
合計(F)	26	80027.55			

表3よりマンガンの影響の度合(以後寄与率という)は98.9%と高く、他の共存元素の影響は少ないことがわかる。

図1よりマンガンの検量線は3%まで直線を示し、クロムは正の誤差を与え、銅は若干負の誤差を与える。クロムの寄与率は0.16%と影響は少ないがクロムは含有量が高いため補正するか、クロムを含有したブリケ

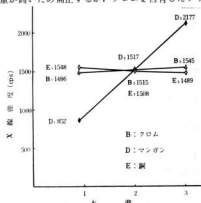


図1 マンガン、クロム、銅の影響

ットを作成する必要がある。

銅は寄与率で0.17%と低く、銅の含有量は一般的に低いため日常の分析において補正する必要はない。

3.2 ニッケル、クロム、モリブデン、銅のK α (n=1)線の測定

これらの元素についてもマンガンと同様に分散分析を行った。表4は寄与率をまとめたものである。

表4 寄与率表

測定線	元素	マンガン	ニッケル	クロム	モリブデン	銅
ニッケル K α 線		-	99.56	-	-	0.05
クロム K α 線		-	0.02	98.67	-	0.65
モリブデン K α 線		-	-	-	99.94	-
銅 K α 線		-	0.17	-	-	99.73

表4よりクロム測定時の銅の寄与率が高い。しかし銅の含有量は通常は低いため補正する必要はない。他の元素については共存元素の影響は無視できる。

本法では試料1gに炭酸バリウム5gとステアリン酸0.8gを添加して約7倍に希釈するためと、バリウム塩の添加によりマトリックスの影響が軽減されるため、ディスク試料に比べて共存元素の影響が小さいものと思う。このためこれらの元素は鉄との二元複合金により検量線を作成して定量分析ができる。

3.3 検量線の作成

マンガンはクロムの影響を受けるため、鉄との二元合金と、クロムを1.5%共存させた三元合金の2種類のブリケットを作成した。この結果を図2に示す。

ニッケル、クロム、モリブデン、銅の検量線は鉄との二元合金で作成した。含有量の範囲と相関係数は、

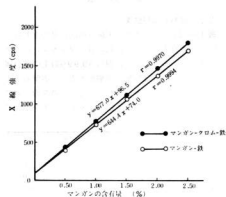


図2 マンガンの検量線

表5のとおりである。実験の範囲内でクロム、モリブデン、銅はいずれも直線を示したが、ニッケルは曲線を示した。

表5 検量線の範囲と相関係数

元素	含有量%	相関係数
ニッケル	0.50, 1.00, 1.50, 2.00, 2.50	0.9982
	5.00, 10.00, 15.00, 20.00, 25.00	
クロム	0.50, 1.00, 1.50, 2.00, 3.00	0.9984
	5.00, 10.00, 15.00, 20.00, 25.00, 30.00	
モリブデン	0.010, 0.025, 0.050, 0.075, 0.100, 0.250	0.9999
	0.50, 1.00, 2.00, 3.00, 4.00, 5.00	
銅	0.025, 0.050, 0.075, 0.100, 0.250	0.9999
	0.50, 1.00, 2.00, 3.00, 4.00	

相関係数はいずれも高値を示すが、ニッケル、クロムは含有量が高いため、3個位のブリケットを作成することが望ましい。

本法では特にモリブデンの分析において重量法、感光光度法、原子吸光法に比べ精度、再現性にすぐれている。

3.4 モリブデン、銅の検出限界の検討

試料19採取したときの検出限界を検討するため、モリブデンは0.01~0.10%、銅は0.025~0.25%含有したブリケットを作成して検討した。この結果を図3に示す。 $S/N=2$ (N は標準偏差の4倍)を検出限界とした。モリブデンは0.01%、銅は0.02%まで定量できる。

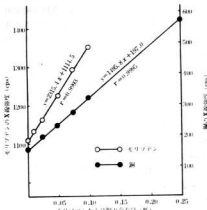


図3 モリブデン、銅の低含有量における検量線

3.5 ステンレス鋼の分析

切削試料を2.3によりブリケットを作成して定量分

析を行った。この結果を表6に示す。

表6 ステンレス鋼の分析結果

試料名 (材質)		マンガン	ニッケル	クロム	モリブデン	銅
650-5	標準値	0.36	0.24	16.43	0.012	0.082
(SUS430)	本法	0.36	0.26	16.68	0.010	0.082
651-5	標準値	1.70	9.08	18.51	0.082	0.11
(SUS304)	本法	1.76	9.40	18.69	0.083	0.12
652-5	標準値	1.95	11.80	17.41	2.46	0.22
(SUS316)	本法	1.91	12.60	17.11	2.54	0.24
653-5	標準値	1.62	13.78	22.51	0.084	0.053
(SUS309S)	本法	1.68	13.60	22.93	0.076	0.079
654-5	標準値	1.54	19.78	24.69	0.071	0.065
(SUS310S)	本法	1.52	20.1	24.84	0.068	0.100
655-5	標準値	1.58	11.49	18.52	0.050	0.088
(SUS347)	本法	1.57	11.50	18.88	0.044	0.114
第8号(a)	標準値	0.46	1.01	14.21	0.081	0.186
(SUS429)	本法	0.49	1.10	14.31	0.076	0.198
NL 1	化学分析法	0.47	0.20	13.26	0.086	0.080
(SUS405)	本法	0.47	0.18	13.27	0.083	0.082
NL 2	化学分析法	1.42	12.32	18.63	0.022	0.058
(SUS305)	本法	1.39	12.70	18.59	0.020	0.050
NL 3	化学分析法	1.30	9.76	18.37	0.087	0.17
(SUS304)	本法	1.28	9.80	17.96	0.083	0.23
NL 4	化学分析法	0.46	0.56	16.23	0.013	0.015
(SUS430)	本法	0.49	0.54	16.15	0.010	0.015
NL 5	化学分析法	0.09	4.50	24.54	1.88	0.047
(SUS2911)	本法	0.09	4.80	24.50	1.85	0.050

4. 結 言

ステンレス鋼の切削試料をけい光X線分析する方法について検討し、次のような結果が得られた。

- (1) ディスク試料に比べて共存元素の影響が少ない。
- (2) 純金属を使った検量合金より検量線を作成できる。
- (3) マンガン、モリブデン、銅は1個のブリケットでよいが、含有量の高いニッケル、クロムは3個ぐらいのブリケットの作成が望ましい。

尚、本研究は試料19で検討したが、試料採取量を多くすれば定量下限を下げるができるものと思う。おわりに本研究に対して御協力をいただいた当場の野地英治研究員、渡部英雄研究員に謝意を表します。

5. 文 献

- 1) 応和、蔵本：本報告 19(1977)64
- 2) 応和、蔵本：本報告 20(1977)1
- 3) 田口：実験計画法(上)
- 4) 保田、長谷川：原子吸光分析法、講談社、123
- 5) 小林：相関・回帰分析法入門、日科技連
- 6) 河島：分光研究 Vol.17(1968)22

プラスチックの成形と物性に関する研究 (第1報)

FRPの増量剤添加と強度の関係 およびコストダウンについて

好満芳邦, 高崎宗利
関守雄

1. 緒言

高度成長から安定成長に入ってから、すべての製品に対して省エネルギー、省資源がさげばれている。FRP製品においても、成形材料および人件費の上昇、これに加えて製品の競合があって、低コスト品の設計は今まで以上にきびしく要求されている。

FRP製品のうち、ハンドレイアップ成形法においては、製品の材料構成および製造時の人的要素によって、その品質とコストは左右されるものである。

筆者らは、FRP企業を指導する範囲において、市場の厳しい価格競争に対処するため樹脂の増量剤として溶剤を添加し、製品原価の低減を図った結果、それが製品品質に与えた影響の大きいことを体験している。この事例は、FRP製品の品質に対する認識の欠如を示したものである。本実験においては、コスト低減としてのアセトン、シンナーおよび炭酸カルシウムを充填剤に、その強度等に及ぼす影響について検討した。

2. 試料と実験方法

2.1 樹脂の性状

FRPのマトリックスである樹脂は、一般用の三液性タイプを使用し、硬化剤は触媒として55%メチルエチルケトンパーオキサイド、促進剤は6%ナフテン酸コバルト溶液を添加した。

樹脂の硬化特性の測定は、硬化剤の添加量を変化させて発熱法¹⁾により行った。

2.2 樹脂への充填剤添加

溶剤は比重0.821、揮発性として18℃×60分にて0.14%のアセトンを使用し、アセトンは樹脂に対して、2.5および10%添加して、そのときの硬化特性を測定した。無機物充填剤としては、一般用の炭酸カルシウム(以下CaCO₃)を樹脂に対して10~50%の範囲にて添加した。なお、樹脂は二液性タイプを使用して、触媒は1%添加とした。

2.3 充填剤添加積層板の作成

表1 試験積層板の材料構成

No.	樹脂 (%)	ガラス繊維(%)	アセトン (%)	CaCO ₃ (%)
1	300	150	0	
2	300	150	5	
3	300	150	10	
4	300	150		10
5	300	150		20
6	300	150		40

表1に示す材料構成により、図1に示すような積層

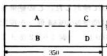


図1 積層板の寸法と

供試料採取位置

して、図1のように分割し、A、C部は硬化(キュア)処理をせず、B、D部は80℃にてアフターキュアを行うもので、これらの処理の有無のうち、A、B部は強度試験に使用し、C、D部は煮沸および浸漬試験に供した。アフターキュアについては、積層板の硬化過程から判断して、No.1およびNo.2は5時間、No.3は10時間行った。

煮沸は沸騰水中に8時間浸漬して、その前後の表面状態を外観により判断した。また、浸漬試験は100℃×10hおよび40℃×1週間の浸漬により、その浸漬液の過マンガン酸カリウム消費量を測定した。

強度試験は、図1に示すA、B部について、それぞれ100℃×5hの煮沸浸漬を行ない、前後の曲げ試験をJIS K 6911に準拠して行った。なお、煮沸浸漬の実施は充填剤効果の促進化を図ったものである。

2.4 シンナー添加積層板

FRP製品のうち、使用中において応力に対する剛性低下というトラブルが発生した事例から、それがシ

シナー添加に起因することが判明したため、溶剤としてシナー（主成分酢酸エチル）を樹脂に対して、10、20、30 重量部添加し、ガラス繊維は $4500\text{g}/\text{m}^2$ の 2 層を用いて積層板を作成した。その積層板の物性を測定して、シナー添加量と強度との相関を求めた。

3. 実験結果と考察

3.1 不飽和ポリエステル樹脂の硬化特性

FRP用の樹脂は、通常樹脂中に促進剤を添加混合した二液性タイプとして、使用時に触媒を添加するが、作業時間の設定にあたっては、硬化剤の使用量が作業性を決める重要な因子である。触媒と促進剤の添加量の検討は、三液性タイプを使用して、図2に示すように促進剤を樹脂に対して、0.5 重量部および 1 重量部として触媒の添加量と硬化の関係を求めた。

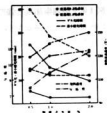


図2 常温硬化特性(25°C)

触媒の添加量を硬化反応は、図2に示すように硬化剤の増加に比例して、ゲル化時間（ポットライフ、可使用時間ともいう）の短縮を示すとともに、樹脂の硬化が急激に促進されるため、内部の発熱温度も上昇して、体積収縮が大きくなると同時に硬化物のクラック発生にも起因してくる。

作業の標準温度である 25°C においては樹脂メーカーの指示している硬化剤の添加量にて管理することが必要で、図2の結果においても触媒 1 重量部、促進剤 0.5 重量部は理想的な配合である。一般的に FRP の成形工場では、硬化剤の添加に対する意識が低く、あらためて管理の徹底が要望される。

3.2 アセトン添加樹脂の硬化特性

アセトン無添加に対して、5 重量部の添加は図3に示すように反応性において 63 重量部の低下を示すとともに、内部発熱温度の低下により、ゲル化はするが、硬化の大幅な遅延がみられ、アセトンの添加は樹脂の未硬化をまねく傾向にあり、作業環境温度の低下する冬期等においては大きな問題である。なお、10 重量部の添加物については、80°C × 15 h のアフターキュアを行ったが、

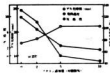


図3 アセトン添加の硬化

添加したアセトンの揮散とともにクラックの発生があり、内部は依然として未硬化の状態にあり、樹脂への 10 重量部添加は不可であることを認めた。

3.3 炭酸カルシウム添加樹脂の硬化特性

CaCO_3 を添加した硬化特性は、図4に示すように



図4 CaCO_3 添加物の硬化
添加した CaCO_3 の増加により、樹脂の硬化性は低下

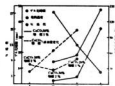


図5 CaCO_3 添加と温度
加と同様にゲル化時間も安定している。また、作業環境温度の影響としては、図5に示すように温度の依存性もあり、環境温度と CaCO_3 の添加量によっては、触媒量の変が必要である。

3.4 充填剤添加積層板の諸物性

3.4.1 アセトン添加積層板の硬化特性

表1の構成によって作成した積層板について、積層後の時間経過とともに、硬化特性をその硬さから判断したものが、図6に示すものである。

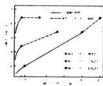


図6 積層板の硬化時間

FRP の品質を判断する基準のうち、硬さは重要な項目であり、一般に常温硬化においては硬化剤の添加により、樹脂との化学反応で架橋されて硬化が進行するが、そのキュア工程の促進により、成形品の硬さは一般に上昇するものである。

アセトンの添加が多い場合は、低い硬化反応を示して硬さの上昇がみられないが、5 重量部の添加はアフターキュアを施せば、使用の可能性を示している。

3.4.2 積層板の煮沸および浸漬物性

積層板は表2に示す充填剤の添加量とキュアの有無により分別して、それぞれの煮沸試験を行った結果、

表2 試験積層板の形態と煮沸試験

No.	積層試験片の形態	煮沸後の状態
1	キアなし、アセトン無添加	若干黄変
2	カ、アセトン 5 雫	黄変大
3	カ、アセトン 10 雫	白化、繊維露出
4	アフターキア、アセトン無添加	僅かに黄変
5	カ、アセトン 5 雫	黄変大
6	カ、アセトン 10 雫	白化、繊維露出
7	キアなし、CaCO ₃ 10 雫	黄変
8	カ、CaCO ₃ 20 雫	黄変
9	カ、CaCO ₃ 40 雫	黄変

表2に示すようにアセトンの増加は変色を大きくする傾向にあり、CaCO₃の添加は樹脂本来の色を白色化するために判断し難いが、アセトン添加に比較して変色度は小さく、耐煮沸性は高いと考えられる。

また、浸漬による過マンガン酸カリウム消費量は、図7に示すように、各種の処理においてアフターキアしたものとCaCO₃の添加物は良好な性状を与えており、アフターキアの必要性が認められた。

物性面においては、図8に示すようにアフターキア

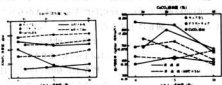


図7 積層板の溶出試験 図8 煮沸による強度変化
アしたものが、初期の高い曲げ弾性率を与えており、キアの無い場合、煮沸の前後において差はないが、これは煮沸が熱処理効果を与えて強度の低下を補ったものと考えられる。なお、煮沸後の試料について硬さを測定した結果、アセトン有無およびキアの有無にかかわらずほとんどが58~60の硬さを示しており、熱処理の有効性の大きいことを認めた。

CaCO₃の添加は、築板³⁾によると20~80雫が強度的に良好な性状を与えており、本実験においても初期物性は、20雫添加物が高い数値を示している。なお、CaCO₃の増加は煮沸による吸水により、強度低下の傾向がある。

3.5 シンナー添加積層板の物性

図9に示すX、Yのものが、FRP製品として使用さ

れていたもので、硬さおよび曲げ弾性率ともにシンナーの20~80雫添加のものより低い数値を与えており、シンナーの増加は硬化を判断する硬さの低下が顕著であり、図9によれば、硬さと弾性との関係においてかなりの相関のあることが認められた。

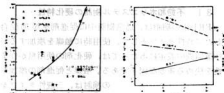


図9 シンナー添加と物性 図10 溶剤添加量と強度

シンナーの添加有無とその物性について、その回帰直線を図10に示すが、引張強さと曲げ強さにおいて、シンナーの添加量との関係が逆比例の結果を与えており、これは補強材としてのガラス繊維の形態と比力の分散する方向性に起因するものと考えられる。

4. 結 言

FRPのコストダウンとして、充填剤を添加した結果、その硬化特性から、次の結論が得られた。

- (1) 樹脂の硬化は、硬化剤の適正な配合と管理により、FRP製品の品質と作業性が決定される。
- (2) アセトンの添加は、樹脂に対して5雫まではアフターキアを行えば、使用は可能であるが、反応性を高めるため作業環境温度の考慮が必要であり、アセトンの添加は得策な方法といえない。
- (3) CaCO₃の添加は、量的な増量効果が大きい。樹脂の硬果特性からみて20雫添加が良好であり、それ以上の添加は、作業環境温度および硬化剤の添加量の調整が必要である。
- (4) シンナー添加FRP製品は、見掛においてアセトン添加のものより硬化し易いと考えられるが、硬さの低いことから高い強度が得られず採用は危険である。

文 献

- 1) JIS K 6901
- 2) 小柳: プラスチックス 27 (1976) 7
- 3) 築板: 別冊化学工業 12 (1968) 202

合金めっきに関する研究(第1報)

(市販裝飾めっき浴の比較)

1. 緒 言

クロムメッキは高硬度で耐摩耗性が大きく、大気中で変色せず耐食性が良く、薄めっきでも光沢が良いなどすぐれた性質に加え、表面に付着したしみ、汚れ等を容易に除去できる特性をもつため、裝飾多層めっきの最終仕上げめっきに広く用いられている。しかし、6価クロムを高濃度で多量にめっき液として使用するため、建屋、敷地の狭い小規模工場で公害対策や労働衛生上の問題を生じやすい。そこで、代替めっきに6価クロムを使用しないクロム色合金めっきを検討するため予備として市取合金めっき液4種類の性能をハセルテスト、塩水噴霧、CASS試験、めっき速度、かた

清水達磨, 田谷征雄
梶岡 秀

さなどについて比較したので、その概要を報告する。

2 供試合金めっき浴および実験方法

2.1 供 試 浴

浴組成およびめっき条件を表1に示す。

Sn-Co合金めっきは、もともとクロム色に近いものであり、工具類、自転車部品、プラスチック上のめっきに一部使用されている。

Sn-Ni合金めっきは、耐食性、耐変色がすぐれ、色調は、かすかにローズピンクを呈し、独特のものをもち、実用合金めっきとして評価が高く、電子部品、事務用品、化学器具、自動車、建築部品に適用される。

表1 供試合金めっき液組成とめっき条件

めっきの種類 メーカー	Sn-Co		Sn-Ni		Ni-P		Ni-Fe	
	A 社		B 社		C 社		D 社	
浴組成 (%)	Sn 塩 55 ~ 45 (45)		K ₂ P ₂ O ₇ 200 ~ 800 (250)		NiSO ₄ ・6H ₂ O (300)		NiSO ₄ ・6H ₂ O 80 ~ 180 (105)	
()内は最濃 または標準	塩化コバルト 5 ~ 12 (8)		SnCl ₂ ・2H ₂ O 25 ~ 35 (28)		添加剤 1 (200)		NiCl ₂ ・6H ₂ O 40 ~ 80 (60)	
薬 件	P 値 10 ~ 28 (15)		NiCl ₂ ・6H ₂ O 25 ~ 40 (30)		-		H ₂ O ₂ 40 ~ 50 (45)	
*印は ml/l	アルカリ度 7.5 ~ 11 (8)		添加剤 1 15 ~ 40 (20)		-		添加剤 1 15 ~ 50 (20)	
			添加剤 2 * 1 ~ 5 (8)		-		FeSO ₄ ・7H ₂ O 5 ~ 20 (10)	
めっき条件								
PH	-		7.5 ~ 8.5 (8)		15 ~ 20		20 ~ 35 (33)	
浴温 C	55 ~ 65 (60)		45 ~ 60 (50)		45 ± 5		55 ~ 65 (60)	
浴圧 V	8 ~ 6 (5)		-		-		-	
DK A/dm ²	0.2 ~ 2 (1)		0.1 ~ 1 (0.5)		(4)		2 ~ 10	
DA A/dm ²	-		-		-		1 ~ 3	
電流密度 A/l	0.1 ~ 0.5 (0.2)		-		-		-	
めっき時間 分	1 ~ 5 (1.5)		-		-		-	
めっき厚み μm	0.1 ~ 0.4 (0.2)		-		-		-	
陰極/陽極	1:1 ~ 1:2 (1:2)		1:1以上		1:1		-	
關 極	カーボン		ニッケル		ニッケル		Ni:Fe=8:1	
かたば	空気またはコソードロック		不 差		空気操作		低圧ブローによる空気	
材 質	常時耐食性が過		連続が過		連続が過		連続耐食性が過	
アノードパッド	特に必要なし		必 要		ポリプロピレン		ポリプロピレン	

Ni-P合金めっきは、次亜リン酸塩による化学ニッケルメッキとして広く利用、周知のものであるが、電気めっきにより、光沢を得て裝飾の中間めっきあるいはステンレス系色調の特殊な裝飾めっきの用途をもつ、高度の耐食性、耐薬品性およびかたさを必要とする工業用めっきとして利用される。

Ni-Feめっきは、最終仕上げめっきより、そのすぐれたレベリング性、光沢、均一な仕上りおよび高電流密度の作業性とニッケル節減を目的に開発され、従来の光沢ニッケルめっきの代替合金めっきとして利用されつつある。実用合金めっきの一つとして取上げた。いずれの浴も最適あるいは標準浴組成およびめっき条件が指示されており、本実験でとくに記入していない場合は、その指示にしたがった。

2.2 ハルセルテスト

試験片は、所定寸法の黄銅板を用いた。条件は、液量267ml、めっき時間5minを一定とし、必要に応じ空気攪拌した。

2.3 めっき速度

試験片に20×25mmの研磨した黄銅板を用いハーリングセルを利用して5、15、60minめっきし、顕微鏡法でめっき厚さを測定した。

2.4 かたさ測定

20×50mmの磨軟鋼板に100 μ m以上のめっき後、必要に応じ研磨してマイクロピッカースを用いて表面かたさを測定した。

2.5 耐食性試験

各供試合金めっきは全て裝飾の最終めっきに利用すると仮定し、40×50×0.5mmの磨軟鋼板に厚さ5 μ mおよび20 μ mの光沢ニッケルめっきしたものを用い、合金めっき時間を2min、5minの2種類の試験片を作製し、JIS Z 2371およびJIS D 0102に準じ塩水噴霧およびCASS試験をした。

3. 結果と考察

3.1 めっきの色調およびハルセルテスト結果

ハルセル試験結果の1例を図1に示す。各浴は最適浴組成とし、PH、浴温、総電流を変えて実験した。

色調は、Sn-Coが最もクロム色に近く、一見してクロムめっきと識別することはむずかしい。Sn-Niは、独特のごく淡いローズピンクを呈しているのでクロム色とかなり異なる。Ni-P、Ni-FeはNiを多く含むステンレス系の色調でクロム色とはいいがたい。

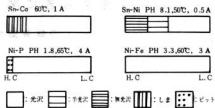


図1 ハルセル試験結果例

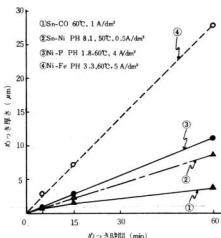


図2 合金めっきの電着速度

PH、浴温、総電流がハルセル板の外観におよぼす影響はNi-Snが最も受けやすく、Ni-Feは広い範囲にわたって鏡面光沢を呈し良好であった。

3.2 めっき速度およびかたさ

最適条件でのめっき速度を図2に示す。Sn-Co、Sn-Niは陰極電流密度が小さく、めっき速度は遅い。Sn-Coは、めっき時間が長くなると次第に光沢を失い、60minでは灰褐色無光沢である。これを走査顕微鏡で8000倍に拡大したものを写真1に示す。

めっきのかたさは	Sn-Co : Hv(50) 399
	Sn-Ni : Hv(50) 601
	Ni-P : Hv(50) 498
	Ni-Fe : Hv(50) 265

であったが、Sn-Co、Sn-Niは、圧痕周辺にクラックが生じることが考えられる。写真2は、Sn-Niめっき(60min)の表面に生じたクラックを示す。

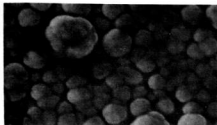


写真1 Sn-Coめっきの表面(SEM×3000)

Ni-Feは、光沢がすぐれ、かつ軟質のめっきが得られるので、二次加工する品物への適用が考えられる。

3.3 耐食性

下地めっきに5 μ mおよび20 μ mのNiめっきした試験片および自動車ドアハンドル、万年筆部品、鉛筆口金などめっき製品のNiめっき品上に2minおよび5minの合金めっきを施して、塩水噴霧、CASS試験をし、クロムメッキ品と耐食性を比較した。

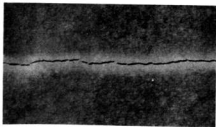
試験片の場合、塩水噴霧、CASSとも下地Niめっきの影響が大きいが、同じ下地Niめっき厚さの場合、Crめっきが最もよい。Ni-Feめっきは本来、最終仕上げめっきを目的としていないためか、CASS試験1サイクルで全面赤さびの薄膜が生成した。

工業的にめっき加工されている亜鉛ダイキャスト部品のNiめっき終了品にSn-Co、Sn-Niめっきし、Crめっき仕上品とCASS試験で比較した場合、白さび発生は8者間に差はないが、Sn-Co品は次第に布で拭いても除去し難いくもりや変色を生じる。Sn-Ni品は赤味があったまだらの変色を生じ外観が著しく低下する。Crめっき品は、汚れを生じても布で容易に除去でき、もとの光沢、色調となる。CASS4サイクルの結果を写真3に示す。なお、Ni-PめっきはCASS1サイクルで紫色に変色した。

4. 結 言

公害対策および作業環境改善に役立てるため、クロムめっきの代替めっきとして、市販の装飾用合金めっきを検討した結果、つぎのようなことが言える。

(1) Sn-Coめっきは、一見クロムめっきと識別しがたいほどクロムめっき様の色調を呈している。Sn-Niめっきは、クロム色にほど近く、独特の色調を生かした利用を考慮したい。

写真2 Sn-Niめっきのクラック
(SEM×3000)写真3 ドアハンドルのCASS試験
4サイクル

(2) 塩水の噴霧、CASS試験による耐食性は、下地めっきの影響が大きく、Sn-Co、Sn-Niめっきは、Crめっき以上に耐食性の向上は期待できない。

(3) 現状では、これらの合金めっきは変色、くもりを生じやすく、この点ではクロムめっきに著しく劣る。したがって、変色、くもり抵抗の大きいめっき浴の検討あるいはクリアー塗装などの後処理を考慮する必要がある。

(4) Ni-P、Ni-Fe合金めっきは、装飾の最終仕上げめっきとしては、耐変色性などに問題がある。しかし、それぞれの特長を生じて利用することにより、県内でもいろいろな需要が考えられる。

終りにあたり、本実験に終始御協力いただいた(株)富士金属化工小野木恒彦氏および供試浴、めっき試料を心良く提供していただいた奥野製業工業㈱、日本化学機材㈱、住原ユー・ジライト社、有信精器工業㈱、西セーラ一万年筆、(株)中村製作所にあつくお礼を申し上げます。

めっきスラッジの固化化

田谷 征雄, 梶岡 秀
清水 達磨

1. 緒 言

めっきスラッジの処理については、コンクリート固化化、山元還元、電気熔融法等いろいろ行われている。県内においても東部地区の中国鍍金工業組合でスラッジのコンクリート固化化処理工場を造りすでに稼働している。

また、西部地区においては、減量化して山元還元処理への方向にあるが、現実には問題点も多くあり行われていない。このため2~3の企業においてスラッジの中間処理として、焼却処理し減量化(1/2~1/3)に減量をはかっている。

そこで、焼却スラッジをセメントに固化化すれば混練とか、あるいは処理剤等の節減に有利な点の有無につき検討する目的で、セメント固化化実験し、焼却スラッジと生スラッジとを混練して、CN、Cr⁶⁺ 溶出試験により比較した。セメント固化化における供試処理剤として、市販処理剤2種類と、普通ポルトランドセメント、Cr⁶⁺の溶出防止を考えて硫酸第一鉄の添加を試みた。

なお、セメント固化化後、CN、Cr⁶⁺について溶出量を検討した。

2 試料および実験方法

2.1 試 料

実験に使用した供試スラッジNo.1はシアン溶を用いる亜鉛めっき専業工場の排水処理スラッジ、No.2は非シアン溶(ジシケート溶)の亜鉛めっき専業工場のスラッジで、実験にあたっては前もって、混練機で均一化をはかった。

供試処理剤を表1に、供試スラッジの成分を表2に示す。

2.2 配合割合と混練

供試スラッジは、生スラッジの場合100g、焼却スラッジは50gを秤量して、処理剤を表3のように混練した。なお、No.1、No.2の試料については、配合割合

の影響をみるために配合を変えて固化化した。秤量したスラッジ、処理剤の混練は、乳鉢を使用し均一化してビニール袋で保管し、2日間室内で養生した後、粉砕して試料とした。

2.3 溶出試験

溶出試験は環境庁告示第13号に準じて行った。試料50gを秤量し純水を加えて500mlとし、6時間溶出を行い、濾過し試験液として定量した。

分析方法は、シアンは、ピリジン-ピラゾロン吸光度法、Cr⁶⁺は、ジフェニルカルバジド吸光度法を用い、T-Crは、過硫酸アンモニウム酸化過マンガン酸カリウム滴定法、原子吸光度計ジャーレルアッシュAA-5500型を使用した。

表1 供試処理剤

名 称	形 状	特 性
普通ポルトランドセメント	粉 体	規 格 品
市販処理剤 A	粉 体	固 形 化 剤
B	液 体	溶 出 防 止 剤
硫酸第一鉄	液 体	還 元 剤

表2 実験に用いた供試スラッジの成分

No.	試 料	含有及び 溶出試験	T-CN (ppm)	F-CN (ppm)	T-Cr (ppm)	Cr ⁶⁺ (ppm)	PH	含水率 (%)
No.1	生 スラッジ	含有試験 溶出%	55.0 (%)	163 (%)	0.51 (%)	—	—	78.84
	焼 却 スラッジ	含有%	0.07 (%)	0.07 (%)	ND (%)	ND	8.4	171
No.2	生 スラッジ	含有試験 溶出%	—	—	14.9 (%)	—	—	78.29
	焼 却 スラッジ	含有%	—	—	7.11 (%)	—	—	2.12

3 実験結果と考察

3.1 Cr⁶⁺の溶出量

Cr⁶⁺は有害物質であり、溶出試験で規制値は1.5

では80mℓ添加で0.03mg/ℓと効果的であった。

以上のようにCr⁶⁺の溶出量については、生スラッジに比較して焼却スラッジの溶出量が多くみられるが、これは焼却による酸化のためであり、このことは今までよく知られている。

3.2 CNの溶出量

CNの溶出量についても、厳しい規制基準が設定されており、規制値は1mg/ℓ以下とされている。

そこで、Cr⁶⁺と同様に生スラッジ、焼却スラッジについて、処理剤を添加しない場合と、添加した場合を比較した。添加しない場合、生スラッジで0.07mg/ℓ、焼却スラッジでは0.7mg/ℓと規制値以下であるが、焼却スラッジの方が高値を示した。

処理剤を添加した場合、生スラッジ、焼却スラッジとも逆にCNの溶出量が著しく増加している。

市販処理剤Aでは、生スラッジ、焼却スラッジとも約130～13mg/ℓと減少はしているものの規制値を大きく越えている。効果をみるために処理剤を200gとスラッジ量の2倍量を添加すると0.05mg/ℓ、焼却スラッジで同じく2倍量を添加すると0.21mg/ℓと規制値以下に減少した。また、F-CNについては生スラッジで70g添加すると0.5mg/ℓと減少した。焼却スラッジでは35gで3.03mg/ℓ、100gで0.04mg/ℓと減少し処理剤を大巾に増せば溶出防止できることが確認された。

市販処理剤Bにおいては、生スラッジで約200mg/ℓ、焼却スラッジで100mg/ℓと規制値を大きく上回っており効果はほとんど認められなかった。なお処理剤の添加量を大巾に30倍と増すと減少した。F-CNについてもT-CNと同じような傾向にある。普通ポルトランドセメントおよび硫酸第一鉄では今回おこなった配合比ではほとんど減少しておらず期待できない。

4. 結 言

本実験では、No.1, No.2, 2社による生スラッジ、焼却スラッジについて、4種類の供試処理剤を用いて

配合比を変えて比較実験を行い、その効果を調べた。

スラッジの素性は多種多様であり、画一的には結論できないが、焼却スラッジは、減量化のメリットはあるものの今回の実験においては、特に生スラッジより有利な点は見いだせなかった。実験結果をまとめると次のとおりである。

1) Cr⁶⁺は生スラッジについては、各処理剤ともNDであった。焼却スラッジは、生スラッジに比較してCr⁶⁺の溶出濃度が高い。

2) Cr⁶⁺の処理剤の効果については、市販処理剤B、還元剤としての硫酸第一鉄が特に効果があったが、市販処理剤Aは減少はしているものの満足できるものではなく、また普通ポルトランドセメントは溶出濃度が高く、あまり溶出防止効果がない。

3) T-CN, F-CNについては生スラッジ、焼却スラッジとも処理剤を添加することによりCNの溶出量が著しく増加し規制値を大きく越えた。

4) スラッジの混練について、特に生スラッジの場合作業しにくく量が多くなれば均一に混練するのは大変困難である。また焼却スラッジは微粒子であり浮遊しやすく作業環境が良くない。

文 献

- 1) 酒井、清水：本報告 No.17 1974
- 2) 大山、笠原、渋谷、大科：公害と対策 No.6 1977
- 3) 内川：セラミックス No.2 1977
- 4) 柏原：PPM 1974 2
- 5) 大山、植村、芦田：水処理技術 No.4 1978

含油汚泥の加熱処理について

山 県 康 男 ， 丸 下 清 志
森 田 健 次 ， 永 富 精
関 守 雄

1. 結 言

給油所から排出される廃棄物には、廃油、含油汚泥、ウェス類、空缶、隔タイヤなどがある。

含油汚泥は車両の洗浄、整備場や床面の洗い流しにより、道路上の土砂が油水分離槽に沈積したもので、潤滑油やワックスなどの油分を含んでいる。従って、そのまま屋外に野積みしたり、埋立てたりすることは、環境保全上好ましくない。

最近の調査によると、県内給油所の含油汚泥の処分方法は自家処理30%、委託処理70%となっており、特に都市部では、95%が処理業者に委託している。

広島県石油商業組合では、含油汚泥の適正な処理を行うため、共同の焼却処理施設を計画している。その指導資料を得る目的で汚泥の性状、加熱処理後の性状について検討した。

2 汚泥発生の実態と性状

県市内および近郊の6給油所を選び、汚泥採取をかねて、その発生概要を調べた。

表1 給油所の車利用状況

給油所	給油台数	洗車装置使用数	整備車数	水道水の使用量	分離槽の大きさ	汚泥処理方法
台	台	台	台	月	cm	
A	80	20	90	85	(200×50×70) ×1	自社埋立
B	150	220	200	460	(150×40×90) ×3	業者委託
C	200	400-600	200	210	(150×50×90) ×3	〃
D	100	90	50	470	(330×60×100) ×2	〃
E	100	—	100-150	200	(120×90×40) ×2	〃
F	150	200	50	350	(200×60×100) ×3	〃

給油所の車両利用状況は表1に、汚泥の性状を表2に示す。汚泥中の油分は油水分離槽の設置場所、使用条件により異なるが、概ね数%～数十%含まれている。一般に、沈砂槽の汚泥は砂分が多く、油分は比較的

表2 給油所汚泥の性状

	水分(%)	油分(%) (ヘキサシン抽出物)	焼熱(%)	乾泥中の重金属(ppm)					
				Cd	Pb	Cr	Zn	Mn	Cu
A	35.2	6.1	93	18	29.5	87.0	646	885	14.5
B	39.1	3.2	107	0.7	40.8	8.4	1290	1110	9.2
C	39.0	10.7	11.1	0.4	38.0	11.4	925	730	15.8
D	41.9	6.7	13.4	2.5	65.3	8.2	1420	970	16.7
E	34.0	3.9	8.5	0.6	56.3	12.6	1010	620	18.7
F	44.7	5.6	14.7	1.7	67.4	19.4	1100	735	24.0

表3 給油所汚泥の溶出重金属

	Cd (ppm)	Pb (ppm)	Cr (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	PH
A	ND	ND	ND	0.13	0.19	0.11	7.75
B	〃	〃	0.008	0.06	0.17	0.18	8.0
C	〃	〃	0.012	0.08	0.17	0.12	7.9
D	〃	〃	0.008	0.15	0.35	0.10	8.35
E	〃	〃	0.008	0.04	0.41	0.13	8.8
F	〃	〃	ND	0.15	0.23	0.10	7.9

少ないが、油水分離槽のそれは粒子が微細で泥状であり油分も多い。全体的に槽の管理は悪く、表面に油槽が数cmの厚さで浮いていたり、汚泥が満積したままになっている所もあった。

汚泥中の重金属は一般土壌の組成と比較して、Pb、Zn量が若干多いものもあったが、溶出試験結果では、いずれも水質汚濁防止法の排水基準以下であった。

3 汚泥の加熱試験

3.1 試 料

含油汚泥の加熱処理による性状その他を検討するため、F給油所の沈砂槽、油水分離槽内の汚泥を採取した。給油所の配置図および採掘位置を図1に示す。

採取した汚泥中には小石、繊維くず、木片、プラスチック類が混入していたので、6メッシュの篩を通してこれらを除き、プフナー漏斗に5A濾紙を用いて吸

引回したものを試料とした。加熱試験の試料は直径3 cm、高さ5 cmの円柱状に成型した。

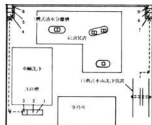


図1 F給油所配置図及び採泥位置

3.2 試験方法

加熱方法は成型試料を所定温度に保持した電気炉に入れ一定時間加熱した後、炉外に取り出し放冷した。

水分：試料を105℃で乾燥し、その減量を水分とした。

油分：汚泥中の油分は、ヘキサンまたは四塩化炭素による抽出物を含量とした。抽出方法はどれもソックスレー抽出器を用いた。ヘキサン抽出は蒸発させたのち残留物の重量を、四塩化炭素抽出は赤外吸収法でそれぞれ測定した。溶出試験は環境庁告示第18号に準拠して試料を製し、ヘキサン抽出重量法または四塩化炭素抽出赤外吸収法で行った。

粒度：標準篩によりロータップ試験機を用い、粒度分布を求めた。

3.3 実験結果

F給油所の含油汚泥の性状を表4に示す。沈砂槽はおもに大型車両の洗車排水が流入する。その汚泥物は砂分が多く粒子も粗い。また夾雑物も少なく比較的汚

表4 F給油所汚泥の性状

	油分 %	発熱量 Kcal/kg	強熱減量 %	粒度指数
①	0.61	240	5.59	144
②	1.13	230	7.29	288
③	1.40	290	9.90	309
④	8.49	1380	17.79	289
⑤	8.65	1450	19.26	292
⑥	11.31	1570	21.65	344
⑦	15.6	440	10.24	251
⑧	7.30	1040	15.76	341
⑨	9.60	1540	18.90	452

れは少ない。油水分離槽では含油排水のほかに雑排水も流入するため、種々雑多な夾雑物があり、その汚泥はF川泥と似ており腐敗していた。表4に示すように、汚泥の粒度指数と油分含有量は比例関係にあるので、汚泥中の油分は飽和状態と考えられる。

試料3と9の油分含量はそれぞれ1.4%と9.6%であり、粒度分布は図2に示すように、試料8は粒子が粗く砂状であり、試料9は泥状である。

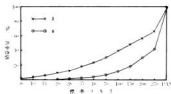


図2 汚泥の粒度分布

汚泥中の油分を四塩化炭素で抽出し、その抽出油の熱減量曲線および赤外吸収スペクトルを図3、4に示す。

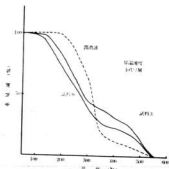


図3 抽出油の熱減量曲線

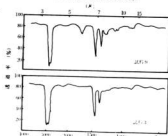


図4 汚泥から抽出した油分の赤外吸収スペクトル

減量開始温度は試料8が150℃、試料9が125℃、90%減量時の温度は、それぞれ510℃、470℃であり、550℃付近で両者とも恒量になった。また赤外線吸収では試料8は潤滑油と同様の吸収を示したが、試料9は潤滑油の吸収以外に5.8μのCOの吸収があった。

加熱温度による汚泥中の油分含有量およびその溶出量を表5、6に示す。汚泥は100℃程度の乾燥では油分は蒸発しないが、300℃で長時間加熱すれば潤滑油は蒸発除去される。このことは強熱減量によっても示されており、300℃以上での強熱減量分は油類以外の

表5 汚泥の含量、溶出油分(試料8)

加温 温度 ℃	加熱 時間 h	水分 (%)	強熱 減量 (%)	油分(含有量)		油分(溶出)		圧縮 強さ (kg)
				ヘキサ ン抽出	ccl ₄ 抽出	ヘキサ ン抽出	ccl ₄ 抽出	
生試料		27.3	9.9	14000	18000	190	620	ND
100	0.5	19.8	9.8	14000	—	220	360	0.7
	1.0	12.9	9.7	14000	—	140	440	1.2
	3.0	1.0	9.7	14000	—	120	54	2.5
200	0.5	9.2	9.8	14000	—	420	230	1.4
	1.0	0.4	9.8	14000	—	560	250	1.7
	3.0	0.3	9.2	6500	—	190	55	2.6
300	0.5	9.0	9.8	14000	14000	280	250	0.2
	1.0	0.3	8.6	4500	8600	120	30	0.3
	3.0	0.3	6.7	ND	100	ND	ND	0.2
400	0.5	0.3	7.7	1500	2600	ND	17	0.2
	1.0	0.3	4.9	ND	140	ND	ND	0.1
600	0.5	—	3.4	740	130	ND	ND	0.1
	1.0	—	3.0	ND	130	ND	ND	ND
800	0.5	—	1.4	580	140	ND	ND	ND
	1.0	—	0.4	ND	110	ND	ND	ND
				ND=	ND=	ND=	ND=	ND=
				500	10	100	33	0.1
				以下	以下	以下	以下	以下

4. 結 言

給油所の含油汚泥の実態を調査し、その性状と焼却時の油分の状態を検討した。

- (1) 汚泥中の油分含有量は最高十数%含まれていた。
- (2) 含有重金属はPb、Znが土壌中の含有よりやや多いが、溶出試験では何れも排水基準以下であった。
- (3) 汚泥中の油類は潤滑油であり、300℃以上加熱すれば蒸発燃焼し除去される。

有機物によるものと考えられる。

汚泥の溶出油分は採掘時の生汚泥より100~200℃乾燥時の方が多くなり、油分含有だけでなく、他の要因によっても、溶出量に影響するものと考えられる。

汚泥をロータリーキルンなどで焼却する場合、塊状になり、汚泥が均一に焼けないことがあるが、給油所の汚泥については200℃附近までは油の影響で固まることも考えられるが、300℃以上になれば蒸発燃焼し、汚泥は形を保つだけの強度はなくなり粉状となる。

表6 汚泥の含量、溶出油分(試料9)

加温 温度 ℃	加熱 時間 h	水分 (%)	強熱 減量 (%)	油分(含有量)		油分(溶出)		圧縮 強さ (kg)
				ヘキサ ン抽出	ccl ₄ 抽出	ヘキサ ン抽出	ccl ₄ 抽出	
生試料		28.8	18.9	96000	12000	130	980	ND
100	0.5	24.1	18.9	96000	—	470	1100	0.4
	1.0	18.2	18.8	96000	—	670	1600	0.5
	3.0	5.4	18.8	96000	—	580	950	1.2
200	0.5	12.5	17.8	92000	—	920	1400	0.9
	1.0	1.1	17.8	92000	—	560	810	1.1
	3.0	0.4	15.2	59000	—	160	300	1.8
300	0.5	14.0	17.8	92000	87000	1300	2300	ND
	1.0	0.3	14.1	55000	42000	200	85	0.2
	3.0	0.3	8.3	ND	120	ND	ND	0.2
400	0.5	0.5	14.2	53000	40000	190	100	0.1
	1.0	0.5	4.5	ND	140	ND	ND	ND
600	0.5	—	2.6	890	130	ND	ND	ND
	1.0	—	1.2	ND	120	ND	ND	ND
800	0.5	—	0.4	600	120	ND	ND	ND
	1.0	—	0	ND	25	ND	ND	ND
				ND=	ND=	ND=	ND=	ND=
				500	10	100	3.3	0.1
				以下	以下	以下	以下	以下

- (4) 汚泥中の油分溶出量は含量と比例しない。

文 献

- 1) 官公庁公害専門資料 Vol.12, No. 8
- 2) 伊藤：公害と対策, 6 (1975), 650
- 3) 小川：PPM, 12 (1973), 60
- 4) 広島県石油商業組合：資料

表面処理工業排水処理スラッジ 実態調査報告

梶 岡 秀 , 田 谷 征 雄
丸 下 清 志 , 清 水 達 磨

1. 緒 言

めっき、酸洗、金属塗装などの金属表面工業は、その特性から各種重金属類やシアン等を含有する排水処理スラッジを多量に生じ、その処理処分が大きな課題となつて久しい。県東部地区では中国鍍金工業協同組合が、すでに、共同公害防止事業として高度化資金によるコンクリート固型化工場を建設、中間処理をするともに暫定的な処分地も確保し処理体制を整えつつある。

一方、県西部地区のめっき、酸洗および限内金属塗装工業は、スラッジ発生量、組成、性状などの把握も不十分であり、その対策も十分検討されていないようである。そこで、西部地区電気めっき業に重点をおきあわせて全体的に「スラッジ調査票」、「スラッジ問題アンケート」ならびに現地調査を行ない、スラッジサンプリングとその成分分析、有害物検定試験（溶出試験）を実施し、スラッジ発生原因と対策、技術研究・指導の方向および広域処理、共同処理の可能性について検討した。以下その概要を報告する。

2. 調査対象および方法

2.1 調査対象

対象は、表1の規制対象で表面処理に関係ある事業所とし、その分類、事業所数を表2に示す。

表1 調査対象事業所

規 制	業 種	特 定 施 設
水質汚濁 防止法	63. 金属製品製造業 又は機器製造業	ロ、電解式洗浄施設
	65. 全 業 種	酸アルカリによる表面処理施設
	66. 全 業 種	電気めっき施設
県 条 例	—	流水式塗装施設

2.2 スラッジの成分分析と溶出試験

成分分析は、一般化学分析および原子吸光光度法によつた。溶出試験は、「産業廃棄物に含まれる有害物質の検定方法（昭48.2.17 環告13 改正）」に準じ、試験液の調製は海面埋立をのぞく埋立処分向けとし、PH5.8～6.8の純水を用い、JIS K 0102 に準じ原子吸光法などで定量化した。

3. 調査結果

3.1 スラッジの年間発生量

発生量は、業種、加工内容、作業方法、排水処理方法、脱水法、保管方法、保管期間などによって大きく変化するので正確な値を把握することはむずかしい。

県東部地区のめっき専門業者のスラッジ発生量は、中国鍍金工業（協）の共同公害防止施設の診断資料に若干補正を加えた形で表3に示す。

これらを除く、県西部地区のめっき、酸洗、塗装事業場からの年間スラッジ発生量を示す本調査結果とあ

表2 調査対象事業所の分類と事業所数

分類及び加工内容		対象事業場数	調査票回収数	現地調査数	スラッジ分析試験料数	
め っ き 業 社 め っ き 業 社 め っ き 業 社 め っ き 業 社 め っ き 業 社 め っ き 業 社	電 気 め っ き 業	総合めっき	16	11	16	10
		亜鉛めっき	21	15	18	17
		工務用クロムめっき	5	4	3	3
		装飾・その他	16	11	4	6
		中 小 企 業	17	4	4	7
		大 企 業	11	8	9	15
酸 洗	A 陽 極 酸 化	2	2	2	1	
	溶 融 亜 鉛 め っ き	7	5	5	4	
	小 計	95	60	50	63	
酸洗（中小、協同組合）		—	5	5	8	
金 属 塗 装	社 内	酸洗（中小企業）	—	2	2	3
		中 小 企 業	—	1	0	0
		大 企 業	—	12	9	20
		小 計	—	20	16	31
合 計		—	80	66	94	

わせて、「スラッジ問題アンケート調査」で明らかに
なった共同又は広域処理を希望する年間スラッジ量を
表4に示す。

西部地区のめっきスラッジは年間約840トンそのうち
中小企業分が275トン(月間23トン、50事業所)
本調査分以外のものを加えると300~320トンと推定
される。なお、専業1社最大量は54トンである。

酸洗スラッジは、4社1組合で1008トン発生し、
うち1社が約700トン排出し、さらに廃酸1500ト
ンを生じている例がある。廃酸は、酸洗業にかぎらず、
溶融亜鉛めっき、電気亜鉛めっき業等でもかなりの量
を廃出し、自社処分できない場合は、関西、九州方面
で委託処分しているのが現状である。

塗装工場からのスラッジは、脱脂、酸洗、化成処理
等の前処理排水、水性塗料、水洗ブース、塗装滓な
どに加え、中和凝集沈澱法あるいは加圧浮上法などの
排水処理工程でCOD、BOD、Pなどの除去を目的に大
量に加えられる鉄塩、硫酸アルミニウム、PAC、粉末
活性炭および脱水剤等に起因する。本調査結果
でも、西部地区だけで年間約7000トン発生している。
金属塗装事業の実態把握が不十分であり、さらに詳
しく調査することにより、かなりの量加わるものと
考えられる。

3.2 スラッジ成分の定量分析と溶出試験

現地調査で採取した59社、94試料の代表的な分析
結果を表5に示す。

(1) 定量分析結果

含水率が90%以上は2試料しかなく各種脱水機の
普及がうかがえる。低いものは1%以下8試料、10%
以下では10試料あり、減量化を目的とする中間処理
に焼却あるいは、強制乾燥が採りきれつあるが、ク
ロムの再酸化等の問題が生じている。

灼熱減量は、亜鉛めっき、クロムめっきが30%、
塗装では50%から70%近いものもあり、塗装スラ
ッジは焼却が有効なことを示している。

酸不溶解分は、脱水剤の使用工場では、50%
以上とスラッジが増加していることを示していた。

Ca, Al, Feは、酸洗、溶融亜鉛、電気亜鉛、陽極酸
化の工場に多く、塗装工場でも、鉄塩、硫酸バン土
PAC、前処理、顔料などで合計20~30%を示す。

Znは、電気亜鉛めっき工場に多く、30%前後、分
別している工場では60%を越えている。溶融亜鉛は、
10~20%と意外に低い。

Cu, Niは、塗装めっきでも2~5%と少ないが、大

表 3

分類	調査機関および年月	系1	系2	系3	系4
		昭49.5	昭50.1	昭49.1	昭50.1
1	総合めっき	184	132	198 (50)	— (89)
2	亜鉛めっき	66	55	179 (48)	— (28)
3	工業用クロム	30	27	47 (10)	— (7)
4	装飾その他	85	72	112 (28)	— (20)
5	溶融亜鉛	30	35	80 (67)	— (32)
6	中小社内めっき	0	1	本 調 査 56 (9) 12715 (3814)	—
7	大社内めっき				
合計		395	323	611 (199)	— (126)

注) ()内の数値は乾燥スラッジ(水分0)を示す。

表 4

分類	調査および年月	本調査	共同処理等の希望量
		昭52.11	
1	総合めっき	77 (25)	74 (24)
2	亜鉛めっき	96 (41)	87 (46)
3	工業用クロム	4 (2)	4 (2)
4	装飾その他	195 (57)	192 (59)
5	溶融亜鉛	45 (45)	45 (45)
6	中小社内めっき	26 (7)	31 (10)
7	大社内めっき	565 (96)	78 (18)
8	酸洗	1063 (387)	180 (78)
9	塗装	7866 (1622)	882 (255)
合計			1594 (551)

試料	含有および溶出試験結果(上段……含有量, 下段……溶出量)																	溶出液のPH
	水分	焼減量	酸不溶分	クロム抽出分	Cu	Al	Fe	Zn	Ca	Ni	Cr	Cr ⁶⁺	Hg	Cd	Pb	As	CN	
	%	%	%	%	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
1 総合めっき	7865	2422	405	0.71	0.23	0.06	1.0	107 ND	327 ND	231 ND	33.1 ND	0.14	ND	<1.9	1.19	33.2	1408 ND	3.02
2 巻船めっき	7010	3063	210	12.14	0.23	0.03	21.5	21.6 92.5	0.01 ND	<0.01 ND	0.23 ND	ND	0.02 ND	<2.0	1.60	23.6	27.6 ND	3.41
3	3.74	1071	7.45	3.13	0.04	0.77	24.5	17.0 87.8	0.66 0.84	0.27 ND	3.94 2.61	22.7	ND	以下 ND	144	31.0	1730 0.27	7.59
4 陽極酸化	620	420	0.3	<0.1	<0.01	0.27	0.1	<0.01 ND	<0.01 ND	<0.01 ND	<0.01 ND	ND	0.04	<1.0	12.0	0.4	ND	7.07
5 溶融亜鉛	0.7	90	108	<0.1	7.52	0.16	44.9	9.3 0.12	0.01 ND	<0.01 ND	0.12 0.08	0.22	ND	0.0	27.00	2.0	ND	7.66
6 社内めっき	626	472	3.4	<0.1	11.1	0.12	0.3	2.61 ND	3.89 0.15	4.44 4.94	0.09 ND	ND	ND	<1.0	0.5	2.0	444 ND	3.31
7 酸洗	301	182	5.6	0.18	3.48	0.29	40.8	0.08 ND	0.13 ND	0.02 ND	0.05 ND	Trace	0.23	<2.0	33.00	<0.4	4.0 ND	3.30
8 塗装	532	332	4.4	9.99	20.3	0.07	13.0	0.07 ND	<0.01 ND	<0.01 ND	<0.01 ND	0.03	ND	<1.0	3.40	11.4	ND	7.53
9 電着塗装	606	404	22	127.0	7.04	0.51	22.4	0.62 <0.1	0.04 ND	<0.01 ND	0.29 ND	ND	0.02	<2.0	132.00	1.4	2.4 -	3.06

量にスラッジが発生する工場で8〜10%含有するものがある。Cu, Niは、高価な金属で、工程内回収が容易であり、リサイクル化の経済性も高い。早急に回収あるいは、メタル化による再資源化が望まれる。

Crは、工業用クロム工場が30%を越え、量的にもかなりの量がスラッジ化している。槽上スプレー水洗の助行、スクラバー-廃水からめっき液の回収、めっき液老化防止のため不純物除去装置を設けたい。電気亜鉛めっき工場でも3〜10%のCrが混合している。クロメート液再生装置の導入もよいであろう。

有害物の6価クロム、Hg, Cd, Asはいずれも、業種を問わず、きわめて微量か不検出であった。Pbは工業用クロムに極めて多く1〜6%含有している。又、塗装スラッジにも防錆顔料として含まれていたものか1〜5%含有するものもある。

(2) 溶出試験結果

有害産物と判定されたものは、59事業場、94試料中めっきスラッジの7社、7試料である。溶出成分は、6試料が6価クロムでうち1試料が同時に鉛を溶出した。残り1試料は強制乾燥したスラッジでシアンが判定基準を超えた。6価クロムを溶出したスラッジは5試料が焼却、強制乾燥したもので、1試料は4〜5年間長期風乾状態にあったもの。加熱、焼却によりスラ

ッジ重量、嵩は大巾に減少するが、クロムの再酸化に注意を要する。この対策は當場でも検討中である。

(3) 現地調査

中小めっき工場にかぎらず、リサイクル化、スラッジの分別化がかなり遅れている。又、スラッジの保管状況が不良で早急に改善を要するところが多々ある。

(4) アンケート調査

90%以上の企業がスラッジに非常に関心をもっており、めっき業者は、広域あるいは共同処理を望むものが多いが、安価に処理できればという条件付の企業がほとんどである。また、関心点は、行政がいかに対応するか集中しており、技術面には関心が低い。

4 今後の対策

(1) 県西部地区に山元還元を第1目標とする大形倉庫付の共同処理施設が望まれる。処理方法は東部にセメント固化設備があるので、電気溶融法等の設置も考えられる。また、有害スラッジ以外のスラッジの処分用地確保等が緊急に望まれる。

(2) 技術指導、研究面では、めっき工場のリサイクル化。塗装工場におけるスラッジ減少、水再利用目的の超濾過、逆浸透装置の応用研究。機械的なスケール除去技術、酸洗抑制剤、廃酸再生の研究、指導などが必要と考えられる。

県産赤煉瓦品質の変動推移について

浜岡英男，金本正

1 緒 言

広島県の赤煉瓦生産は、竹原市吉名町、豊田郡安芸津町に産出する青マサを主原料とし、トンネル窯および輪廻窯により焼成する。主原料の青マサは、当地方に無尽蔵に賦存しているといわれているが、採掘地周辺の宅地化、防災面からの規制が厳しくなり、採掘地の限定など将来楽観出来ない状況である。使用原土の変動はとうぜん煉瓦の品質に影響してくる。品質を決定する原因がすべて原土によるものではないが、要因の一つであることは言をまたない。

煉瓦の品質は常に安定でなければならぬが、経済活動の好、不況による需要の増減は生産速度に関連し多量生産方式をとる場合、原土の使用量も増加し、採掘現場での韵味がおろそかになりがちで、青マサ赤マサの配合比、砂粒層の混入等煉瓦品質の変動要因が大きい。

本報告は過去数年の各社毎の煉瓦品質を集計し、推移を解析したものであり、過去の品質変動をとらへ、将来の原土処理方式の導入等の指針となれば、幸である

2 試料と試験方法

2.1 試 料

試料は昭和48年～52年の期間、各社で1ロットを4本として、サンプリングし、當場で試験した土焼一等の煉瓦である。煉瓦は全形の寸法を測定したのち、半マサに切断し1つを吸水率、他の1つを圧縮強度測定用とした。

2.2 試験方法

吸水率、圧縮強度はJIS-R-1250により行なった。A-B-C社についてはS48年～52年末D社50～52年 E社49～52年の期間の全試料について、吸水率および圧縮強度を測定した。

そのデータを集計し、各社の性能比較、各年のロットごとの性能推移を比較するため、総平均、その95%信頼限界における区間推定、ならびに変動係数を図示した。各社の吸水率および圧縮強度の性能比較を図1、図2に示す。

なお、JISでは上焼一等の基準を吸水率20%以下圧縮強度150 kgf/cm²以上としている。

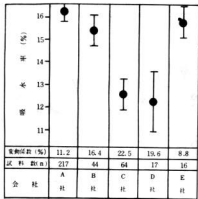


図1 各社の土焼一等煉瓦の吸水率比較

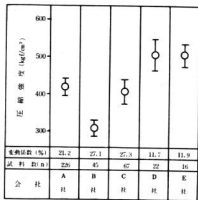


図2 各社の土焼一等煉瓦の圧縮強度比較

3. 解析と考察

3.1 解析

各社のロットごとの性能推移を図3-1～図3-2に示す。試料数 n が226個から16個と各社まちまちであるが、その時点における品質を代表するものであり、判定評価の材料にはなった。各社の品質は、JIS

規格の上焼一等の数値は満足するものの、時期および使用原土の差異の特徴は顕著には表われず、各社の性能の開きが大きく、かつ不安定である。

図4は各社のロット内での吸水率、圧縮強度の変動係数の推移を示したものであるが、不況による減産体制に移行した51年以降、品質変動が安定しつつある。

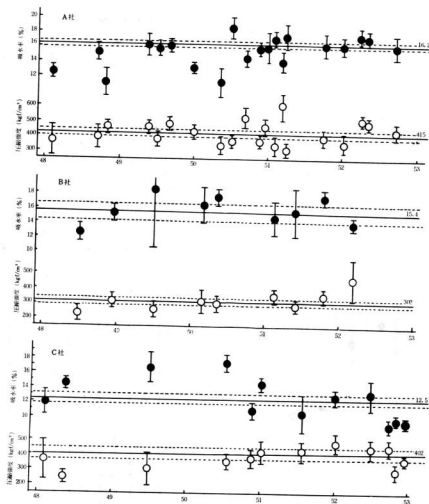


図3-1 各社のロットごとの吸水率・圧縮強度の総平均と95%多形範囲

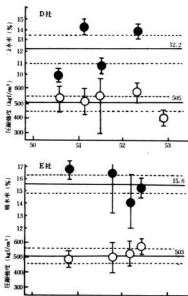


図3～2 各社のロットごとの吸水率圧縮強度の総平均と95%限界範囲

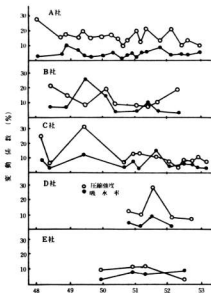


図4 各社の変動係数の推移

3.2 考察

A社 吸水率は48～50年にかけて9～16%の範囲にばらついているが、それ以降16～17%に落ちついており、傾向としては安定している。圧縮強度については、不確定要素(形状、受圧面の平行度、焼成温度差)が多いため、解析が困難であるが吸水率とは必ずしも相関はないが比較的安定している。問題は危険なロットについて再現防止の対策が打たれたかの点であるが、その努力がみあたらない。(48年1月と51年8月に危険ロットがある。)

B社 吸水率、圧縮強度とも50年に異常なバラツキがあるが、全体に95%区間が大きい。上下幅が大きく、不安定で傾向がつかめない。圧縮強度については漸増傾向がみとめられ安定化している。

C社 吸水率圧縮強度とも50年中頃までバラツキが大きいが、以後安定のきざしが認められる。とくに吸水率については52年9月以降、低い値で安定しており、工程上の改善、品質管理での努力の効果が認められる。

D社 試料数が少ないため、判断が難しいが、吸水率については、変動がピストンのつかみようがない。使用原土が不安定で、粗砂が多い場所、粘性の低い原土に起因する。それでいて圧縮強度は安定している妙な現象がみられる。

E社 D社と同様試料数が少なく安定しにくい。他の4社がトンネル窯焼成であるのに対し、輪窯窯焼成を行っており、室内の温度差が大きく、練瓦にバラツキがあるため、等級選別を厳密にし、上焼一等としているため、数値は安定している。

図4の変動係数の推移を判断すれば、吸水率については変動が低下しており、企業努力が表われている。全般的に50年を境に品質は安定化しており、成長経済から安定経済への移行の影響を若干ものがあった。多量生産から、不況による減産への転換がうかがえる。

4. 結 言

以上の結果から、県産赤煉瓦の特徴は、JISよりも高水準で満足するものの、地域の特徴はなく各社間の性能の開きが大きく安定性がない。従って品質管理のためには、原土の粒度調整などの前処理が不可欠であり、今後高付価値製品への転換を図るためには、品質管理手法を現場で取り組み準備しないと、直面してからでは遅く、スムーズな移行が困難である。

昭和53年10月5日印刷

昭和53年10月16日発行

編集
発行

広島県立呉工業試験場

〒737 呉市西中央3丁目6-21

TEL 呉局(0823)⑥6438①①

支場 〒720 福山市山手町砂畑

TEL 福山局(0849)⑥2732

印刷所 松広印刷株式会社

呉市東中央3丁目4-4

TEL ⑥2175・⑥0989