

呉工業試験場報告

No. 24

October 1981

目 次

抄 録

一 報 文 一

- | | | |
|---------------------------------------|-----------------------------------|----|
| 1. CBN工具によるフライス加工 | 山崎隆志・吉池啓術・池田哲宏 | 1 |
| 2. はさみの切れ味と耐久性 | 南良良治・兼広二郎・鈴木 寛・野地英治
出張宣明 | 4 |
| 3. 三次元座標補正回路の試作 | 斯波信雄 | 9 |
| 4. 鋼鉄及び低合金鋼のイオン窒化への応用 | 新田 明・菊山信行・土取 功・筒本隆博
土田博造 | 11 |
| 5. コンバクテッド・パーミキュラー黒鉛鋼鉄の製造
と性質 | 原 信彦・世良時夫・中村和清 | 15 |
| 6. 溶接工場における電力損失の低減 | 芳野光利・横山宏樹・西川浩成・蒲田政信
畑 徳宣 | 19 |
| 7. セラミックファイバー施工鍛造炉の省エネ対策 | 平田敏明・小林賢治・兼広二郎・大塚秀治
笹田伝三郎・加城正義 | 24 |
| 8. セラミックファイバーの高温特性 | 鈴木 寛・野地英治・酒井隆司・京極秀樹
中山照夫・松島三良助 | 29 |
| 9. 金属表面処理の低温型前処理技術に関する研究 | 大橋敏彦・酒井隆司・梶岡 秀・清水達磨 | 33 |
| 10. マグネシアセメント砥石の弾性率と研削性能 | 清水加津子・金本 正・古宅徳雄 | 37 |
| 11. 赤煉瓦素地の改良試験 | 金本 正・浜岡英男・藤本宗之 | 42 |
| 12. ストロンチウムの原子吸光定量におけるアルカリ
塩類の干渉現象 | 渡部英雄・日色和夫 | 45 |

BULLETIN

of the

KURE INDUSTRIAL RESEARCH INSTITUTE HIROSHIMA PREFECTURAL GOVERNMENT

October 1981

Vol 24

Contents

Scientific Papers

- Milling Operation by CBN Cutting Tool
Takashi YAMASAKI, Hiroyuki YOSHIIKE and Tetsuhiro IKEDA 1
Cutting Ability and Durability of Scissors.
Ryoji NARA, Jiro KANEHIBO, Hiroshi SUZUKI, Hideharu NOJI
and Noriaki DEHARI 4
Prototyped Touch Probe for Coordinate Compensation on 3 Dimensional
Measuring Machine (2)
Nobuo SHIBA 9
Ion Nitriding of Cast Iron and Alloy Steel
Akira NITTA, Nobuyuki KARIYAMA, Isao TSUCHITORI, Takahiro TSUTSUMOTO
and Hirozo TSUCHIDA 11
Production and Properties of Compacted/Vermicular Graphite Cast Iron
Nobuhiko HARA, Tokio SERA and Kazakiyo NAKAMURA 15
A Saving of Electric Power for Welding Works
Mitsutoshi YOSHINO, Hiroki YOKOYAMA, Hironari NISHIKAWA,
Masanobu KAMADA and Noriyoshi HATA 19
Fuel Saving in Forge Furnace Used Ceramic Fiber Blanket and Board
Toshiaki HIRATA, Kenji KOBAYASHI, Jiro KANEHIBO, Hideharu OTSUKA,
Denzaburo SASADA and Masayoshi KAJO 24
Properties of Ceramic Fiber Blanket and Boards at High Temperature
Hiroshi SUZUKI, Hideharu NOJI, Takashi SAKAI, Hideki KYOGOKU,
Teruo NAKAYAMA and Saburotsuke MATSUSHIMA 29
Study on Alkali Cleaning at Lower Temperature
Toshihiko OHASHI, Takashi SAKAI, Hideshi KAJIOKA
and Tatsuma SHIMIZU 33
Relation Between Composition, Elastic Modulus and Grinding Behavior
of Magnesia Cement Bonded Grinding Wheel
Katsuko SHIMIZU, Tadashi KANAMOTO and Tokuo KOTAKU 37
Some Examples of Improved Brick Body
Tadashi KANAMOTO, Hideo HAMAOKA and Maneyuki HUJIMOTO 42
Interference of Alkali Salts in the Atomic Absorption
Spectrometric Determination of Strontium
Hideo WATANABE and Kazuo HIRAO 45

Published by

KURE INDUSTRIAL RESEARCH INSTITUTE HIROSHIMA PREFECTURAL GOVERNMENT
6-21, Nishi-Chuo 3-chome,
Kure 737 Japan

CBN工具によるフライス加工

山崎隆志, 吉池啓佑, 池田哲宏

最近開発されたCBN工具を用い, 高硬度焼入鋼 (SKD-11) の断続旋削, フライス加工の実験を行なった結果, SS41鋼と焼入鋼との断続旋削における切削抵抗抗のうち, 主分力は大きな差はなかったが, 背分力は焼入鋼がSS41鋼に比較して大きくなる。工具寿命に関しては断続旋削は連続旋削に比較して $1/2$ となる。またフライス加工に関しては, 3種類の硬さの被削材

について, $V_B 0.3$ を規準とした工具寿命時間は, HRC37被削材53分, HRC47被削材23分, HRC61被削材は同一条件で破壊したので, 切削速度を下げて実験を行なった結果, 工具寿命時間は5分となった。各被削材の工具寿命形態はチップングによる寿命となった。

P 1~P 3 表1, 図4, 写真2, 文献2

はさみの切れ味と耐久性

南良良治, 兼広二郎, 鈴木 寛, 野地英治, 出張宣明

従来のラシャ切はさみに引き切り作用をとり入れた二支点の連動移動機構をもつ特殊な切刃機構によるはさみを試作し, 切れ味と耐久性の試験を行うため, 切味試験機および耐摩耗性試験機を製作し, 裁断回数20万回までの切れ味性能と耐久性試験を行い, 従来のはさみと切刃の自動移動機構をもったはさみの切れ味性能の比較をした結果, 切刃の自動移動ははさみが切れ味が良好

で切れ味性能の持続性があった。はさみ各部の耐久性については, はさみの切れ味に影響のある切刃は自生発刃作用があり意外に摩耗が少く, また裁断時に切刃どうしが接触するため切刃のせり出し現象が見受けられる。はさみ支点のボルトおよび鉄足材の選定は材質, 仕上面精度の影響が大きい。

P 4~P 8 表2, 図5, 写真5, 文献2

三次元座標補正回路の試作

斯波信雄

前報では測定プローブに歪ゲージを貼り, その出力で座標値を補正する方法を示し, 手計算により補正值を計算したが, 今回オンラインで座標値の補正ができるように三次元座標測定機に付属している計算機とマイコンを結ぶインターフェースを試作した。また前報の回路中にはS/H, A/Dコンバータが一つづつしかなく, S/H, A/D変換, マイコンの処理スピードの

和が, 2方向からの歪ゲージ出力の取り込み時間差となって現われ, 変化の遅い現象しか扱えなかったが, 今回それを改善する為, 二つの歪ゲージからの信号を同時に取り込める2現象用S/H回路を試作した。

P 9~P 10 表1, 図3, 写真0, 文献0

鋼鉄及び低合金鋼のイオン窒化への応用

新田 明, 青山信行, 土取 功, 筒本隆博, 土田博造

球状黒鉛鋼鉄, コンパクトド・パーミキュラー鋼鉄, 低合金鋼に各種条件でイオン窒化を行ったところ, 最高の表面硬さを得る条件は, 低合金鋼では500℃, 鋼鉄系では550~600℃であり, N_2/H_2 80%, CH_4 1%である。窒化物層厚さは, 高温度, 長時間, N_2/H_2 が大きいほど厚くなるが, CH_4 を添加するとその厚さは顕著な減少を示す。曲げ試験の最大荷重とたわ

み量は低下する。その傾向は鋼鉄系の材質において著しい。鉛木式摩耗試験において, 摩耗特性がもっとも良いのは N_2/H_2 80%, CH_4 1%の ϵ 相主体の試料であり, 以下 γ' 相, α 相とつづき無処理の試料とは顕著な差が認められた。

P 11~P 14 表3, 図9, 写真0, 文献5

コンパクト・バーミキュラー黒鉛鋳鉄の製造と性質

原 信彦, 世良時夫, 中村和清

2種類のCV黒鉛鋳鉄製造用添加合金および球状化処理浴の減衰効果を利用して, CV黒鉛鋳鉄の製造を試みその機械的性質および鋳造性を検討した。

(1) Ti系添加合金を用いた場合0.3%添加では不足であったが0.6%添加したものは肉厚10mm~30mmで安定したCV黒鉛鋳鉄が得られた。

また, Ce系は0.3%添加で肉厚20mm, 30mmに同

様の結果を得た。減衰効果を利用した場合は, 放置時間5分で肉厚20mm, 30mmがCV黒鉛鋳鉄になった。

(2) 機械的性質は, 黒鉛がCV化したものは引張強さ $36 \sim 43 \text{ kg/cm}^2$, 伸び5~6%を示した。

(3) 鋳造性は, 引け量, チル深さともPCとPCDのはば中間的性質を示した。

P 15~P 18 表0, 図3, 写真3, 文献8

溶接工場における電力の低減

芳野光利, 横山宏樹, 西川浩成, 蒲田政信, 畑 徳宣

交流アーク溶接機の無負荷特性及び負荷特性を調べるとともに, 溶接工場の交流アーク溶接機に限って電力低減対策を検討した。無負荷電力量は力率改善用コンデンサーが付いたものが多くなり, 負荷時の力率は2次電流の増減によって変化するが15~50%は改善される。2次ケーブルをコイル状に巻いたり, アース抵抗が増大することで, 2次電流が少なくなり, 正規

の2次電流にするために損失を大きくする結果になる。溶接工場の交流アーク溶接機(66台)の無負荷電力量は, 全使用電力の10%にも達する。各溶接機の2次ケーブルを1m短かくすることで全長66台では, 66mの短縮ができ, 約1Kwの低減ができる。配電線損失はコンデンサー付きで約均になる。

P 19~P 23 表5, 図7, 写真0, 文献4

セラミックファイバー施工鍛造炉の省エネ対策

平田敏明, 小林賢治, 兼広二郎, 大塚秀治, 笹田伝三郎, 加城正義

セラミックファイバー施工鍛造炉の場合には, 加熱炉の昇温特性が高く, 操業時間を短縮でき省エネ効果が大きい。セラミックファイバーは耐火性に関しては問題ないが, 操業初期の熱収縮が大きいので, この点を考えて施工しなければならない。排ガス回収として煙道部に二次空気予熱回路と重油予熱用の温水回路を取りつけて省エネ対策を行なった。

この炉の材料加熱の熱効率は30~50%で, 6時間連続操業の熱効率は18%となる一般の鍛造炉よりも熱効率が高くなっている。

P 24~P 28 表5, 図13, 写真0, 文献3

セラミックファイバーの高温特性

鈴木 寛, 野地英治, 酒井隆司, 京極秀樹, 中山照夫, 松島三良助

最近省エネルギー型加熱炉に多く使用されているセラミックファイバーの物理的, 化学的および機械的性質について調査し, さらに鍛造炉に施工したセラミックファイバーの変化および施工条件についても検討を行なった結果, 次のような結論を得た。

セラミックファイバーを1,300℃程度に加熱すると, その非晶質繊維がムライト($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$)とク

リストバライト(SiO_2)に結晶化し, この結果セラミックファイバーの収縮率は大きくなり, 引張強さが低下する。したがって, 実際の加熱炉に施工する場合には, このようなセラミックファイバーの性質を考慮して, 止め金具のスタッドを露出させないような施工方法を開発する必要がある。

P 29~P 32 表1, 図6, 写真2, 文献7

金属表面処理の低温型前処理技術に関する研究

丸下清志, 大橋俊彦, 酒井隆司, 梶岡 秀, 清水達磨

脱脂工程の省エネルギー化をはかるため, 市販低温型脱脂剤 12 種類の脱脂力比較試験を行ない実態を把握するとともに, 界面活性剤 9 種類, ビルダ-10 種類を組合わせて脱脂剤を試作し, 界面活性剤の特性, ビルダ-の組成と脱脂力について検討した。その結果, 市販脱脂剤の脱脂力にはかなりの差があるものの, 付着油によって脱脂剤を選定することにより, 20~30

℃での省エネルギー脱脂剤の採用が可能である。低温型脱脂剤にはノニオン系界面活性剤に, けい酸塩, リン酸塩, グルコン酸ナトリウム, イミドビス硫酸三ナトリウム等のビルダ-を配合したものが良好であった。

P 33~P 36 表 10, 図 0, 写真 0, 文献 4

マグネシアセメント砥石の弾性率と研削性能

清水加津子, 金本 正, 古宅徳雄

マグネシアセメント砥石のメーカーやユーザーは, 適切な研削性能の砥石を得たいが, 研削試験の複雑な操作と不正確さで製品ごとの実施が困難である。各種配合により製造した砥石の研削性能を測定し, 非破壊測定用のグランド・ソニックによる弾性率と関連づけてグレード化を行ない, 日常の簡単なチェックの可能性を見出し, 配合組成によるグレードの再現に役立つ

知識を得た。アルミナ質砥粒 (WA#120), 海水マグネシアと天然産マグネシアを各種比率で調合した酸化マグネシウム, 塩化マグネシウム溶液を各種配合割合で混合製練, 流成型して砥石を製造し, 研削性能の向上する配合組成に, 弾性率が上昇, 不変, 低下の 3 方向があることがわかった。

P 37~P 41 表 2, 図 10, 写真 0, 文献 1

赤煉瓦の研究 (赤煉瓦素地の改良試験)

金本 正, 浜岡英男, 藤本宗之

本県の赤煉瓦の生産は愛知県に次ぐ第 2 位を占め特産品と言える。しかし需要の大部分は鉄鋼業に依存し景気の影響が大きい。それから脱皮するためにも建築材への開拓が急務であるが, 外観を重視する建材用としてつぎの試験を行なった。1. 原土をより細かくする効果 2. 産廃物である砕石泥を補助原料として使用する効果, を実験した結果 1. 原土を分級し細粒化する

ほど圧縮強度は上がり吸水率は下がる。煉瓦の表面アラサも細粒化するほど滑らかになる効果が顕著に表われた。2. 原土に砕石泥を添加すれば, 添加量が多くなるほど圧縮強度は上がり吸水率は下がる。焼き締めり効果があり焼成温度を適度に下げることができれば省エネルギーの点からも効果が期待できる。

P 42~P 44 表 4, 図 5, 写真 0, 文献 0

ストロンチウムの原子吸光定量におけるアルカリ塩類の干渉現象

渡部英雄, 日色和夫

空気-アセチレン・フレイムを用いてストロンチウムの原子吸光定量を行う場合, アルカリ塩類が共存すると, アセチレン流量の差によって, 異った干渉が現われる。これらの干渉現象を, アルカリ塩類の種類や共存量, アセチレン流量及びバーナー先端と光束中心間の距離を種々に変えて検討した結果, アルカリ塩類による干渉のメカニズムを解明するとともに, 塩類が

共存しても, 影響のない測定条件を見いだした。

P 45~P 48 表 0, 図 8, 写真 0, 文献 3

新工具材種による切削加工

CBN 工具によるフライス加工

1. 緒 言

切削工具材種の中で、高硬度焼入鋼のような被削材は、従来の工具材料では極めて低速で非効率な加工しかできなかったが、最近の工具材料で、このような鋼材を高効率に切削加工することのできるCBN工具が注目されている。鋼の焼入部品は、あらゆる産業分野で使用されているが、その加工はほとんど研削加工によっており、特に仕上げ加工では全部といってよいほど研削加工となっている。しかし研削加工は切削加工にくらべて高精度加工ではあるが生産性が劣り、設備面、研削液などの廃棄物処理等いろいろな問題があり、これが切削加工におきかえられることになればメリットは非常に大きなものとなる。

CBN 工具は開発されてまだ日も浅く、従来の工具にくらべて非常に高価であり、再研削も困難であるため中小企業にはほとんど普及していない。現在CBN 工具による切削実験もほとんど旋削であり、しかも連続切削である。連続切削や、フライス加工については切削実験データは皆無といってよい。

今後中小企業におけるCBN 工具の活用としては断続を伴った旋削、フライス加工などあらゆる加工に使用されると思われるので、特にフライス加工に対するCBN 工具の通用性について切削実験を行なった。

2. 実験方法

本実験に使用した被削材はSKD-11材(JIS規格品)で、巾40mm、長さ90mmの角材を焼入れ、焼もどしをして所定の硬さにした。硬さは3段階で、HRC37は調質した軸などに使用され、HRC47~50は熱間プレス金型、HRC60~61は冷間金型に多く使用されている。工作機械は2番立型フライス盤(2LD、日立精機機製)でφ100のフルバック・カッターを用い、エンゲージ・アングルは θ にし、CBN 工具を1枚刃として切削を行なった。VB 0.3の工具寿命にい

山崎隆志, 吉池啓祐, 池田哲宏

たる摩耗の形態は走査電子顕微鏡で、VBの測定は万能工具顕微鏡により行なった。仕上面あらさは表面あらさ計(タリサーフ4型)により測定した。

フライス加工における切削条件、フルバック・カッターの刃先形状、被削材の硬さを表1に示す。

表1 工具, 被削材と切削条件

工 具	フルバックカッター刃先形状	切削条件	被削材
CBN 工具 (国 産)	アキシヤル レーキ角 -6°	HRC37 は HRC47 $79m/min$	SKD-11 硬さ
四角チップ	ラジアル レーキ角 -5°	HRC47 は 43m/min	□HRC37 ~38
ノース半径 0.8mm	コーナ アングル 25°	送り 0.12mm/rev — 定 切込み 0.1mm — 定	△HRC47 ~49 ○HRC60 ~62

3. 実験結果と考察

フライス加工に入る前に旋削による焼入鋼の実験を行なった。図1は普通鋼(SS41)と焼入鋼(SKD-11)硬さHRC61との断続切削時の切削抵抗と切削速度の関係を示す。

焼入鋼の切削は普通鋼の切削に比較して背分力が大きくなると言われている。¹⁾これは刃先が加工物に接している状態では切削力による刃先が後方に押しつけられているが、切欠き部において切削力がなくなると刃先が加工物に喰い込んだ状態になり、この状態で再び加工物に喰いつくため、断続切削時の衝撃は非常に大きくなるためである。図1も主分力は焼入鋼、普通鋼とも高速域になるにしたがって低下したが、背分力は普通鋼と焼入鋼を比較した場合、大きな差が出た。

次に焼入鋼の連続旋削と断続を伴った旋削実験を図2に示す。

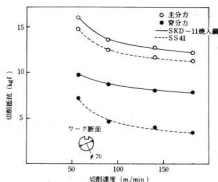


図1 断続切削における切削速度と切削抵抗の関係

連続旋削で $V_{B0.3}$ を規準とした場合、 90m/min で約20分寿命となったが、断続切削の場合、同じ速度で1.7分と短かく、焼入鋼の断続切削はCBN工具においても非常に困難な加工と言える。

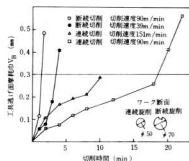


図2 連続、断続切削におけるCBN工具の摩耗進行曲線

次にフライス加工であるが、実験当初は3種類の硬さの被削材を同一条件により実験を行なう予定にし、HrC61の被削材を 79m/min 、送り 0.12mm/rev 、切込み 0.1mm で切削を行なったが、写真1のように破壊したので、HrC61の被削材の実験は、 43秒/min で切削実験を行なった。

今回の実験ではHrC61被削材を黒セラミック、サーメット工具でも切削実験を行なったが、今回使用したフライス盤の最小の回転数 43rpm/min 、切削速度 10m/min 、送り 0.12mm/rev ですべて破壊した。この破壊の特長の1つにサーメット工具、黒セラミック工具は工具すくい面に、CBN工具は写真1のように

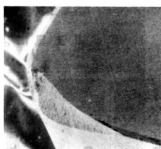


写真1 CBN工具の破壊(×30)

工具逃げ面に発生している。走査電子顕微鏡による観測では、CBN工具は切屑溶着が非常に少なく、サーメット工具に関しては切屑溶着が多く見られ、CBN工具とサー

メット工具の破壊現象の違いはこれらも原因していると思われる。

図3は3種類の硬さの被削材を表1に示したような切削条件下でフライス加工した時の工具摩耗進行曲線を示す。

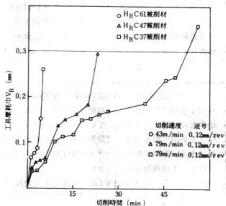


図3 CBN工具の摩耗進行曲線

各被削材とも切削時間の経過とともに摩耗巾は伸びているが、HrC61被削材については切削速度が低いにもかかわらず、ほとんど直線的に伸びて5分で $V_{B0.3}$ に達した。しかしHrC37、HrC47被削材に関しては、ゆるやかな摩耗進行を生じて $V_{B0.3}$ 寿命点まで、HrC37被削材は53分、HrC47被削材は23分となりCBN工具の有用性を示した。またCBN工具の摩耗の特長の1つにある切削時間までは寿命曲線は比較的ゆるやかに上昇するが、ある点から急激に摩耗が大きくなり寿命に達する現象が見られた。これは旋削加工においても度々見られた現象であった。

次に各被削材の工具寿命時における工具摩耗形態を写真2に示す。

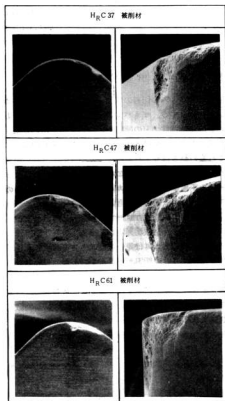


写真2 工具寿命形態(×30)

3種類の被削材とも寿命になるまでの時間は異なるが、だいたい同じ形態を示している。また寿命も正常摩耗による寿命ではなく、チャッピングによる摩耗によって寿命に達している。万能工具鋼微細による工具摩耗進行形態の観測では、3種類の被削材とも切削初期においてはコーナ側の方が摩耗が大きくなり、正常なアブレシブ摩耗であったが、切削を重ねて行くとフェイス側の摩耗が大きくなり、最後にチャッピングを起こして寿命にいたる。

今回の実験では工具すくい面にはほとんど摩耗が見られず、チャッピングを起した時の欠けが見られた程度であった。

次に各硬さの被削材における工具寿命前の切削仕上面あらしさを図4に示す。

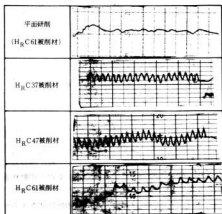


図4 各被削材の仕上面あらしさ

各被削材とも切削時間は異なっているが、HrC37被削材は工具のノーズ部が摩耗しているため、あらし先端部が丸くなっている。しかしHrC47、HrC61被削材に関してははうねりが出ており、被削材表面が硬いため、切込み通りの切削がされていないことを示している。

4. 結 言

CBN工具により断続旋削、フライス加工を行なった結果次の事が判明した。

- 1) 普通鋼と焼入鋼の断続切削における切削抵抗は主分力に関しては、大きな差はなかったが、背分力は普通鋼に比較して大きくなる。
- 2) 焼入鋼の連続旋削と断続旋削を比較した場合、工具寿命について、 $\frac{1}{2}$ 以下となり、CBN工具にとっても焼入鋼の断続切削は困難な加工と言える。
- 3) 今回のフライス加工でVB0.3を規準とした工具寿命時間はHrC37被削材53分、HrC47被削材23分、HrC61被削材については他の被削材の約 $\frac{1}{2}$ の切削速度で5分寿命となり、その寿命形態はすべてチャッピングによる。

文 献

- 1) 内田：精機学会中国四国支部「最近の生産加工技術講習会」
- 2) 内田：応用機械工学 7(1978)98

刃物の切れ味に関する研究(第一報)

はさみの切れ味と耐久性

南良良治, 兼広二郎, 鈴木 寛
野地英治, 出張宣明*

1. 緒 言

はさみは用途により多種多様なものがあり, 裁断機構から分類すると, はさみの支点を中心に加工物を押し切りながら裁断する機構のものが, 一般に普及しているが, 切れ味性能を改良する目的で二支点の連動移動機構を有するはさみを考案した。

このはさみの特徴は, 動力が自動移動運動をするため動力は引き切り作用を行う特殊な裁断機構となっている。ラシャ切りばさみにこの機構を応用し, 當場で開発した切れ味試験機および耐摩耗性試験機により, ラシャ切りばさみの切れ味および耐久性について試験を行ったので, その結果について報告する。

2. 試験機の試作

最近のはさみの切れ味を人間の感覚によらないで, 機械に置き換えて, 切れ味の評価が行なわれるようになった。

そのため機械切れ味を定量化する方法¹⁾として写真1に示す切れ味試験機を試作した。その構造はラシャ切りばさみの支点をねじで調節して支持し, この点を中心に鉄柄の一方をスプリングを介してマイクロメータヘッドにより側圧をかけることによって, 人間がはさみを使って布を裁断する操作過程をシュミレートした。

はさみの開閉は試験機下部に可変速モータを取りつけ回転運動をピニオンとラックを使って直線往復運動に変換し, 連接棒と鉄柄の一方を連結させて毎分12~70回はさみの開閉が調節できる構造とした。

はさみの切れ味は計量研式のはさみ切れ味試験機のように静刃柄上に圧縮型ロードセルを使用して布地の裁断時における切削抵抗を動歪計と電磁オシログラフを用いて記録測定を行った。

一方はさみ各部の摩耗および損傷状況を把握するため写真2に示す耐摩耗性試験機を試作した。その概要は無段変速モータを使って回転運動をタイミングベルトを介して6分割ゼネバ歯車に伝達させる。ゼネバ

歯車は, はさみの切刃の開閉と紙送りの相対運動をコントロールする。ゼネバ歯車取付軸上には特殊形状カムを取りつけ鉄切刃の開閉を行なわせる。試験紙は一本のゴムロールではさまれ一定寸法だけ送り出され, これらの動きはゼネバ歯車によりつぎのような作動サイクルの置けつ運動を行なわせるような機構とした。

第一工程: 特殊形状カムの作動により, はさみの切刃が開き, そのまま停止

第二工程: 紙送りローラ回転, 一定寸法の試験紙を鉄切刃内にそう入

第三工程: カムは第一工程よりさらに回転角を変動させ, はさみの切刃が閉じながら試験紙は裁断される。この作動サイクルは電気制御回路により単動, 連続サイクル運転が可能で, カウンターに裁断しようとする回数をリセットすることにより任意の切断回数に制御できる機構とした。

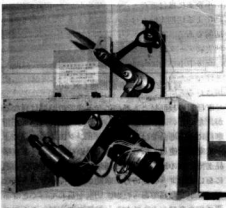


写真1 切れ味試験機

3. 切刃の自動移動はさみ

24 cm 標準ラシャ切りばさみに図1に示すように静

* 株式会社デハリ技術部長

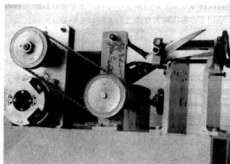


写真2 耐摩耗性試験機

刃上に半円弧上のサーキュラーガイド溝が廻り込まれており、動刃上にはこの溝にはまり合うガイドピンAがセットされ、鉄支点は楕円形のセンターガイド溝を有する。このため動刃の動きはサーキュラーガイド溝の仮想中心点 O_2 を中心に半径Rの円弧を描きながら動刃と静刃の要である支点 O_1 を中心として二支点が連動運動することにより、ガイドピンはA点からB点へ切刃の作用点が刃先から刃先に移動するにしたがって移動する。そのため動刃はこれらの動きに連動して矢印の方向に向かって引き切り作用を行いながら移動していく。静刃は一般のはさみと同様に押し切り作用を行うため、被裁断物を刃先側に押し出しながら裁断作用をしようとする。この両者の切削機構のちがいがうまくかみ合って裁断時に被裁断物の動きを封じ、切刃の上すべり現象を非常に小さく押えることができる。

また切削合力は従来のはさみに比較して刃元側に移行するため切断力は大きくなることが予測される。²⁾

4. 実験方法

従来一般に普及している裁断機構のはさみと切刃の自動移動機構による24cm標準タイプのラシャ切りばさみにより、新品のはさみを基準として表1にかかげる試験条件により耐摩耗性試験機により、一定回数クラフト紙を裁断したのち、切味試験機により布地を裁断しそのときの切刃抵抗を測定し、測定値を切味評価の基準とした。

それと同時にばさみ各部の摩耗状況および形状の変化について調査し、裁断回数20万回までの耐久性試験を行い、はさみの切味性能およびばさみ各部の耐久性について追求した。

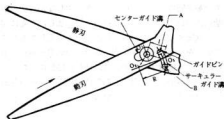


図1 切刃の自動移動鉄の切削機構

表1 はさみの切味および耐摩耗性試験方法

項目	内容
鉄の種類	従来のラシャ切鉄、切刃の自動移動機構をもちいたラシャ切鉄24cm標準タイプ
鉄の材質	858C(全身鍛造)、8K1、8K87(複合材)
鉄の切味試験	試験機: 鋼デハリ製 圧縮型ロードセル(2kg)と動歪計(共和電業 DPM-1 10B)を接続し、電磁オーシログラフ(共和電業 PM8-11)により記録測定を行う。 被裁断物: 綿100%, タオル地 厚さ0.5mm
切刃の摩耗、鉄各部の形状変化	万能投影機(日本光学V-16型)により測定倍率×5で測定、写真撮影を行う。
鉄の耐摩耗性試験	試験機: 鋼デハリ製 裁断回数 60回/min 鉄の開き角度 45° 被裁断物: クラフト紙 幅83mm 厚さ0.08mm

5. 実験結果と考察

5.1 はさみの切味性能について

はさみの性能については市場の動向によれば人間の感覚による判断が大半を占めており、科学的に追求されたものは数少ない。本報告では、はさみの切味を機械的切味として定量化した。機械切味による評価は写真1の切味試験機により行い、測定記録した切味加重

変動曲線を図2に示す。図2は裁断機構のちがいによるはさみの切味特性が出現している。

従来のはさみは押し切り切削であるため、裁断初期では被裁断物は弾性変形やすべりを生じながら切刃が喰込んでいくため裁断荷重は急激に増加し、刃先に向かって裁断するにしたがって切削抵抗も比例して増大する傾向を示す。また平手側、親手側の切刃接触点は常に同一点で接触するため、裁断回数の増加にしたがって切刃面が損傷し切刃面の損傷状態による切味の変動のバラツキが大きくなっている。

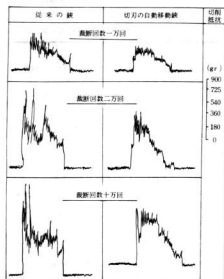


図2 はさみ裁断機構のちがいによる切味変動曲線

このはさみに対し、切刃の自動移動鉄は動刃の支点が移動することにより支点が刃先方向に移動する。このためはさみの力点と支点は長くなり、支点と作用点は逆に短くなるため力学上裁断荷重は少なくてすむ。

被裁断物の動きは、はさみ両刃の交互作用により、切刃上での動きが封ぜられ切始めの裁断抵抗は従来のはさみと比較して非常に小さい。もう一つの特徴は動刃の移動により、動刃は従来のはさみより長い線で裁断するため、切刃面の接触点は常に静刃上を移動し多少の切刃損傷があっても比較的めらかな切味荷重変

動曲線を示す。切刃の自動移動鉄は刃元側での切味が特に良好なことが特徴づけられ、その差は裁断回数の増加とともに顕著な差として現れている。

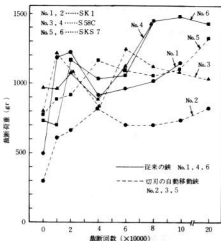


図3 材質別のはさみ切味性能比較

図3に切刃の材質別切味性能について示す。

図3は表1の試験条件で耐摩耗性試験機に試験用はさみをセットし、クラフト紙を連続1万～2万回裁断ごとにこのはさみを切味試験機に取り付けがえし、切刃全面にわたってタオル地を裁断したときの最大裁断抵抗値をプロットした。材質別ではSK1が全般に切味が良好で、S58C、SKS7については大差なかった。裁断機構のちがいによる比較では、従来のはさみは裁断回数8万回くらいから次第に切刃間にタオル地をかみこみ裁断不能になるなど切味の鈍化が目立ち始め、変動荷重のバラツキも大きくなる。

これに対し切刃の自動移動鉄は20万回裁断後も、布地のかみこみはく良好な切味を持続する。

表 2 鉄切刃稜線の挙動

(→)切刃摩耗 単位: μm

裁断回数	鉄の切刃	系 1 (SK1)			系 2			系 3 (S58C)			系 4			系 5 (SKS5)			系 6		
		刃先	切刃中央	足側	刃先	切刃中央	足側	刃先	切刃中央	足側	刃先	切刃中央	足側	刃先	切刃中央	足側	刃先	切刃中央	足側
2万回	動刃	-23	-100	-30	9	-24	11	-1	22	37	-39	23	-7	-29	-19	-29	4	-28	-28
	静刃	-14	5	-41	-14	12	-12	-18	-51	-31	-35	39	-9	-42	22	-3	-3	-10	
4万回	動刃	-36	22	8	4	-32	44	15	17	47	-10	-19	-2	25	-15	-30	9	20	-14
	静刃	-2	15	-17	-1	13	-35	-10	-15	0	-22	31	-7	-33	-30	38	-67	17	9
6万回	動刃	-31	15	7	-2	-14	11	9	21	89	-2	9	10	25	-40	-20	-20	20	24
	静刃	-30	26	-21	-11	-8	-43	-6	-11	35	5	67	6	-6	-40	37	3	1	1
8万回	動刃	-23	-19	30	16	0	30	16	55	101	-33	-3	9	51	-22	1	-25	28	29
	静刃	-44	20	-9	17	-20	-12	8	5	43	-21	65	25	-5	-15	68	28	20	-11
10万回	動刃	-39	25	-2	25	13	26	6	44	76	5	1	14	19	-25	-18	-3	16	-17
	静刃	-42	33	3	32	4	-43	11	14	41	-24	54	5	16	-28	60	22	177	4
20万回	動刃	1	-113	1	23	23	11	-2	46	75	-16	126	1	19	-30	-43	537	-128	-5
	静刃	65	-63	7	14	-177	-21	22	7	51	17	57	208	43	-6	42	-12	71	12

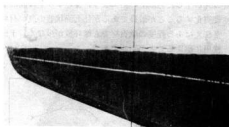
5.2 はさみ各部の耐久性について

5.2.1 はさみの切刃摩耗について

はさみのように二枚の切刃で切削作用をする刃物では、被裁断物を切るために起こる欠けや被裁断物と切刃の摩擦で生ずる機械的摩耗と、はさみの切刃どうしが接触しながら裁断するため切刃面に曲りやへたり、欠けなどが生じ裁断不能となる二通りの摩耗形態が考えられる。この両者の摩耗形態を調べるため切味性能試験と並行して、はさみの両刃裏側切刃稜線から約3mm下方に切刃面に沿ってケガキ線を入れ、その線を基準にして足側、切刃中央部、刃先の3ヶ所を中心に万能投影機により切刃形状の変化を観察した。その結果を表2に示す。(→)方向の形状変化は切刃のへたりや欠け、機械的摩耗量を示す。逆に(+)方向の形状変化ははさみ独特のもので、切刃が複合して裁断作用を行うため逆に切刃はせり出す現象をあらわす。

写真3～5に20万回裁断後の切刃の摩耗状況を示す。切刃の刃先では目コボレが目立つ。切刃中央部では写真4の中央より鉄足側にかけては機械的摩耗を生じているが切刃中央から刃先側にかけて前述した切刃のせり出し現象により、鋭利な刃先が発生している。

写真5は切刃の足側境界部の切刃の形状変化を示すこの点のはさみの切刃が最初に裁断作用を行うところで、切刃の損傷が一番著しく切刃部で黒い部分はへたりを示し、かなり大きくわん曲している。その右側ではせり出し現象が見受けられる。以上の結果より切刃の摩耗状態で欠けやへたりは決定的な切味の低下につ

写真3 刃先の摩耗状況
(裁断回数20万回)写真4 切刃中央部の形状変化
(裁断回数20万回)

ながるが、機械的摩耗についてはミクロ的にみれば裁断作用時に動刃と静刃で研摩しあい、切刃はせり出されて切刃が再生されるため前者と比較して切味に与える影響は小さいものと考えられる。

したがって両刃の相互研磨によって自生発刃作用が行なわれ切味は持続されるものと想定される。



写真5 境界部の形状変化
(裁断回数 20 万回)

5.2.2 はさみ支点の摩耗について

はさみ支点に使用したボルトの摩耗状況を図4に示す。図4から表面をハードクロムメッキした真鍮材が最も摩耗量が少なく、つづいて真鍮材も摩耗が以外に少なく良好な結果を示したが、SUS材はボルト表面の仕上状態が悪かったため摩耗量が以外に多く使用中にガタが生じた。以上の結果より、支点ボルトは表面を硬質化することが最良であるが仕上面状態の良い材料を使えばある程度の軟質材でも摩耗量が少なく、十分に使用に耐えることが可能である。

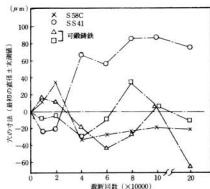


図5 鉄支点ボルト穴の寸法挙動

図5にはさみ支点のボルト穴の寸法挙動を示すが、図中で(+)側は穴が拡大したことを示し、(-)側は穴径が縮小される現象を表している。鉄足材としてSS41や可鍛鋼鉄を使用する場合は穴の摩耗が大きく、はさみ支点のガタが検出され、使用上摩耗対策が必要である。穴の縮小現象について切刃のせり出し現象と同様の現象により、穴径が縮小される。

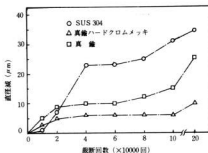


図4 鉄支点ボルトの摩耗状況

6. 結 言

切刃の自動移動機構をもったラシャ切り鉄の切味と耐久性試験を行い、つぎの結果を得た。

- (1) 切刃の自動移動機構をもったはさみの機械切味は、裁断力学上からも有利であり、従来のはさみと比較して切味は良好であった。
- (2) 裁断機構にとり入れられた動刃の引き切り作用により、切味荷重変動曲線に見受けられるように裁断過程の初期に特に切味が良好な結果を示した。
- (3) 切刃の摩耗は切味に大きな影響を与える。その主因は切刃後縁の形状変化が考えられる。
- (4) はさみは裁断中に切刃どうしが接触しあい、切刃間で研磨するため、自生発刃作用がある。
- (5) はさみの要である支点材料については、材質の選定および仕上げ方法については十分留意する必要がある。

本研究は鶴デハリが昭和54年度技術改善補助金を広島通産局より交付を受け「切刃の自動移動鉄の製品化技術の開発」を研究テーマとして、その指導の一環として行った研究であり、この研究に当り御指導いただいた工業技術院計量研究所計測機構課矢野課長をはじめ兵庫県機械金属工業指導所、播州鉄(協)や試験機の製作に御協力いただいた広島県東部業界諸氏に対して厚くお礼申し上げます。

7. 文 献

- 1) 鴨下：剪定ばさみの切味定量化，2(1977)7
- 2) 南良：第9回計測分科会，刃物の性能に関する研究会，
工技院計量研究所(1980)25

計測技術に関する研究(第2報)

三次元座標補正回路の試作(その2)

斯波 信雄

1. はじめに

前報¹⁾では三次元座標測定機の測定において、円筒プローブでワークの形状測定をする場合、品物によってはプローブの中心座標と、プローブとワークとの接触座標の違いから測定誤差を生じる場合のある事を示し、その一解決法として円筒プローブの円周方向に歪ゲージを90°隔てて貼り、その出力から座標値の補正をすることが可能であることを示した。前報での検討の結果、歪ゲージの貼付精度が補正値に大きく影響することや、2方向からの歪ゲージ出力を同時に取り込む必要のあることがわかったので、今回2つの信号を同時に取り込むことのできる二現象用S₀回路を試作した。また座標補正がオンラインで処理できるように、三次元座標測定機に接続されている計算機とマイコンをつなぐためのインターフェースを試作したので報告する。

2. 計算機とマイコンのインターフェース

表1 計算機端末の内容

PIN NO	REMARKS
1~8	INPUTS FROM EXTERNAL DEVICE
9	Input Strobe from External Device
10	Prime Output
11	Remote Learn Control
12~15	Display Digit Position of display Register
16~19	Output From Display display Register
20~27	GENERAL OUTPUTS
28~30	I/O Bus & Group I & I Code
31	Output Data Strobe
32	Keyboard Condition Indicator
33~35	Common
36	Chassis Ground

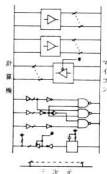


図1 計算機-マイコン-三次元インターフェース

三次元座標測定機に接続されている計算機に、マイコンを接続させることにしたのは、計算機が制御に不向きな製品だからである。

計算機とマイコンの仕事分担としては、計算機には三次元座標測定機の表示内容の取り込みと、各種の演算をさせ、タイプアウトさせる。マイコンにはS/H、A/Dの制御や、A/D変換されたデータを計算機に送り込んで計算させたり、計算結果により各種の制御をさせるといった使い方を予定している。

計算機の入出力はTTLレベルに統一されており、表1に計算機端末の内容を示す。

表1からわかるように、計算機出力の主なものとしてはPIN No12~19のdisplay Registerの内容と、PIN No20~27のGENERAL OUTPUTがある。PIN No12~19には常に表示管の内容が出力されており、計算結果を外部で利用したいといった場合、この出力を利用することになる。display Registerは16 digitから成るがPIN No12~15で Digit Positionを示し、PIN No16~19でその時の内容

をBCDコードで出力している。

PIN No.20～27はI/O動作に関連した出力で、一種のI/O機番といったもので、PIN No.31から出力されるOut Put Data Strobeでその内容をフェッチし、PIN No.28～30といっしょにして内容を解説し、利用する。

外部から計算機にデータを入力したい場合は、PIN No.1～8に入力すべきデータを与え、PIN No.9にInput Strobを加えてやればよい。

計算機からの出力が、TTL IC 1個しか駆動できないこと、Input Strobとしては10～20 μ sのパルスを与える必要のあること、PIN No.32のKeyboard Condition Indicatorの使い方が少し変わっていること、外部からデータを与える場合、他の機器と競合しないように配慮すること、等に気をつければ計算機とマイコンを接続することができる。

図1に計算機とマイコンのインターフェース回路を示す。

マイコンを使う場合、ハードで行くかソフトを用いるかということが問題になる場合がある。計算機とマイコンを接続する場合も、計算機からの信号をマイコンで常に監視しておく、いわゆるボーリング法である場合と、制御信号を組み合わせるマイコンで使える制御信号として使う場合とが考えられるが、ここで試作した計算機-マイコン-三次元インターフェース回路では後者を採用した。それはマイコンを計算機とのコミュニケーションにかかりきりにしておく、他の制御動作をさせたい場合に不便だからで、計算機からの信号を使ってマイコンの割込信号とREADY信号を作っている。

3. 二現象用S/H回路

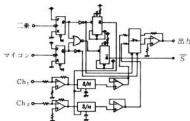


図2 二現象用S/H回路

測定プローブ

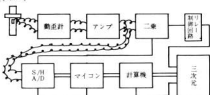


図3 測定系統図

考え方としてはデータ取込信号がきたら二つのS/Hに信号を加えて二現象の信号を同時に取り込もうとするもので、図2に試作した二現象用S/H回路を示す。

データ取込信号は前回試作したデータ処理回路により与えられる。データ処理回路中マイコンと書いた信号がそれで(図2では二乗と書いた)、この信号が加えられるとまずF/Fで信号保持を行ない、F/F出力でワンショットマルチをトリガしてS/H用のデータ取込信号として使い、一方ではアナログスイッチに印加してCh1の電圧のみが出力として現れるようにし、またこれに続くA/Dコンバータ用のスタート信号発生用のトリガとしても使っている。A/D変換が終了したときに出力されるA/D変換終了信号はこのF/FのCLEAR信号として使っており、次の信号入力に備える。

Ch1がA/D変換され、変換されたデータがマイコンに取り込まれると、マイコンからはCh2のホールド電圧を出力に出すようにこの回路に起動をかけてくる。図3にマイコンと書いた信号がそれで、この信号はアナログスイッチにCh2の信号を出力させ、A/Dコンバータのスタート信号発生用のワンショットマルチにトリガをかけることに使われる。

以上のようにして二現象の入力を同時に取り込み、A/D変換に必要な情報を与える。図3に全体の測定系統図を示す。

4. まとめ

今回二現象用S/H回路及び計算機-マイコン-三次元インターフェース回路を試作したことにより、ある程度スピードの速い現象(測定プローブをワークに接触さずスピード)にも追従できるようになり、自動的に座標値を補正させることが可能となった。

文 献

- 1) 斯波：本報告23(1980)

イオン窒化に関する研究(第2報)

铸铁及び低合金鋼のイオン窒化への応用

新田 明, 菊山信行, 土取 功
筒本隆博, 土田博造*

1. 結 言

Cr-Mo鋼にイオン窒化を行い、その摩耗特性を検討した報告¹⁾²⁾はある。しかし球状黒鉛铸铁(以下 FCD)にイオン窒化を行い、イオン窒化条件と硬さ分布、表面化合物層(白層)の組成などの関係を検討した報告³⁾コンパクトド・パーミキュラー黒鉛铸铁(以下 CV)にイオン窒化を行い、X線回折、表面硬さ、処理時間と全窒化深さおよび窒化層厚さの関係を検討した報告⁴⁾Al-Cr窒化鋼に生ずる針状 α' の生成を消失して ϵ に変化させるために、 N_2+H_2 のイオン窒化ふん囲気中に、C供給源として CH_4 ガスを添加し、その有効量を見出すことについての実験⁵⁾などの報告は、硬さとかX線回折による解析を主体とした研究であり、イオン窒化処理の大きな目標の一つである耐摩耗性についての検討がされていないのは不十分と考えられる。

したがって本実験は、铸铁系材料のFCD, CVおよび低合金鋼(以下 R)系材料についての摩耗特性を主体とした実験を行ったので報告する。

2. 試料と実験方法

2.1 試 料

FCD, CVは50KW高周波誘導炉で15kgを溶製し650℃で2時間、応力除去焼なましを行って試料とした。Rは焼ならし状態の鋼材を試料に用いた。表1にこれらの化学組成を示す。

表1 試料の化学組成(%)

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Al
FCD	3.60	2.60	0.14	0.06	0.015	-	-
CV	3.52	2.01	0.04	0.03	0.008	Mg (0.007)	Ti (0.05)
R	0.16	0.27	0.68	0.013	0.026	0.96	0.26

2.2 装 置

使用したイオン窒化装置は、富士電子工業製 FECH-10N(放電出力10KW, 炉内有効寸法 ϕ 200×H300, 二色温度計, PID制御)を使用し、摩耗試験は、西原式と鈴木式を使用した。

2.3 実験方法

イオン窒化条件は表2に示すとおりである。

表2 イオン窒化条件

	温度の 影響	時間の 影響	N_2/H_2 の影響	CH_4 の影響
窒化温度(℃)	500~600	550	550	550
窒化時間(h)	5	2~12	5	5
N_2/H_2 (%)	50	50	(6)~80	80
CH_4 (%)	-	-	-	1~5
真 空 度	3.0 Torr			

イオン窒化を行った試料は、顕微鏡観察、硬さ測定、曲げ試験、X線回折及び摩耗試験を行った。顕微鏡、硬さ及びX線回折の試料は、 $15 \times 19 \times t 3.5$ とし、片側のみイオン窒化処理を行った。

西原式摩耗試験は、丸歯スワループR056の潤滑油を使用して、すべり率100%の油膜滑状態とし、負荷荷重は30kgfから150kgfまで増加した。鈴木式は、摩擦圧力15kgf、摩擦速度0.94m/sec、摩擦距離は2,000mを主体とした。また、相手材は双方とも、焼入れ焼もどしを行ったSKS3(HRC60~63)を使用した。

3. 実験結果及び考察

3.1 表面硬さ

マイクロピッカーズ硬さ試験は、試料表面を軽くバフ研磨し、測定荷重100gfで測定した。

図1はガス比 N_2/H_2 50%、5時間処理における表面硬さと、500~600℃の処理温度の関係を示す。

* 広島市工芸指導所

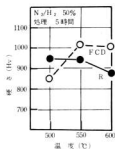


図1 表面硬さと処理温度の関係

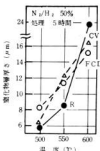


図3 窒化物層厚さと温度の関係

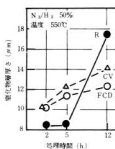


図4 窒化物層厚さと時間の関係

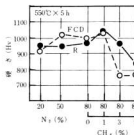


図2 表面硬さと窒素、メタン濃度の関係

図2は5時間処理における表面硬さと、ガス比(N₂, CH₄濃度)の関係を示す。低合金系のRは500°CにおいてHv950と最高硬さを示し、550~600°Cと温度が上昇すると硬

さは低下している。それに対し鉄系のFCDは処理温度が550°C~600°Cと高温になるほど表面硬さは大きくなっており、この結果は千原の結果³⁾と同じ傾向を示している。

図2においてR, FCD共に表面硬さは窒素濃度が高くなるほど硬くなる傾向にあり、更にCH₄を1%程度添加した条件がもっとも表面硬さが大きくなっている。したがってN₂/H₂ 80%, CH₄ 1%でRはHv1030, FCDはHv1040を示した。CH₄の影響は3%, 5%と増加するとスチーティングを起してイオン窒化が困難となり表面硬さの低下をきたしたと思われるが、これらの結果は高橋らの報告⁴⁾においては5%でスチーティングを起こし表面硬さが低下している結果と異なるが、筆者らのイオン窒化装置ではCH₄添加の方式がタクトタイマーによる間欠的な供給であるため、タクトが開いた瞬間は、流量計による混合方式より実質のCH₄濃度が3%以上であると考えられるためであろう。

3.2 窒化物層厚さ

図3, 4, 5に各種条件と窒化物層厚さの関係を示す。

図5において鋼種に関係なく窒素濃度を高くすると、

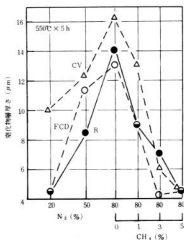


図5 窒化物層厚さと窒素、メタン濃度の関係

窒化物層厚さは大きくなるが、CH₄ 1%添加すると、20~30%も窒化物層厚さは減少する。これは、ち密なε相生成が関与しているものと思われ、硬さの上昇と窒化物層厚さの減少を伴うものと考えられる。

3.3 曲げ試験

表3にイオン窒化条件とX線回折の関係を示す。No1はγ'単相を狙った条件で、N₂/H₂ 20%ではγ'主体であるがγ'+ε混合の結果が出た。No2はε単相を狙った条件であるが、鉄系ではFe₃C(表中C)が混合しており低合金系ではγ'が混合している。No4のα相は、顕微鏡組織からも確認を行った。

表中のα(γ')はα相のピークが大きく、γ'相の小さなピークが認められるものであり、α相主体と認め

表3 窒化条件とX線回折の結果

試	温度×時間	N ₂ /H ₂	FCD	CV	R
1	550°×5 h	20%	$\alpha \gamma' \epsilon$	$\alpha \gamma' \epsilon$	$\alpha \gamma' \epsilon$
2	"	80% 1% CH ₄	$\alpha \epsilon C$	$\alpha \epsilon (C, \gamma')$	$\alpha \epsilon \gamma'$
3	"	80% 5% CH ₄	αC $\beta-Cr_2N$	$\alpha C (\epsilon)$ $\beta-Cr_2N$	αC $\beta-Cr_2N$
4	550°×1.5 h 550°×3.5 h	20% 拡散	$\alpha (\gamma')$	α	α

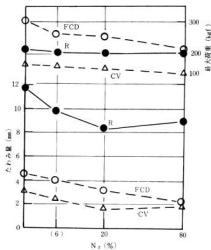


図6 曲げ強さと窒素濃度の関係

られる試料である。したがってNo.1は γ' 相主体、No.2は ϵ 相主体、No.4は α 相主体として実験を進めた。

図6は、5tonのオートグラフによる曲げ試験の結果を示したもので、テストピースはW18×t3.65×L110mmで引張応力を受ける側面のみをイオン窒化し、クロスヘッドスピード10mm/min スパン60mmで荷重を加えてゆき、試料の最大荷重と、その時のたわみ量をプロットした。

窒素濃度が高くなるとRは最大荷重、たわみ量ともわずかに減少している。鋳鉄系材料は最大荷重、たわみ量が顕著な減少を示し、イオン窒化した実用部品の靱性低下が問題となることが多くあり、本データにおいてもその傾向が強い。

3.4 摩耗試験

図7は西原式摩耗試験による各種条件での結果をプ

ロットしたものである。

FCD、Rともに母材は100kgf1万回で焼付きと極端な摩耗量の増加を示した。CVの実験データは図にのせていないが、CVの母材もほぼ同様な結果を示した。

本実験では、Rにおいて ϵ 相が最も耐摩耗性が良く、以下 γ' 、 α であり、これらは一般に指摘された通りである。そして鋳鉄系材料の摩耗特性そのもの

は、Rに比較して良好な結果を示した。しかしFCD

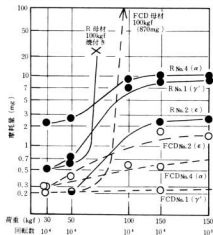


図7 摩耗量と試験荷重、回転数の関係

No.3の試料の摩耗特性は初期(低荷重)において窒化物層の脱落をとまらぬような摩耗が進行し、その摩耗量も大きかった。その他材料の均一性、あるいは信頼性の面で考るとと思われる鋳鉄系材料は、摩耗特性の順序が ϵ 、 γ' 、 α には必ずしもならない。特にCVは摩耗量の再現性が悪いので図示していないが、西原式において必ずしも悪い結果ではなかった。

図8、9に鉛木式摩耗試験の結果を示す。図8において各試料共、 ϵ 相に調整した試料が摩耗特性が良好であり、無処理の母材とは顕著な差が出た。CVとFCD母材の摩耗量の異なる原因に、CVのパーライト量10~20%、FCDのパーライト量70~80%の影響が考えられる。

図9は、ガス比と摩耗量の関係をみたものである。本図においてN₂/H₂80%、CH₄1%添加の ϵ 相主体

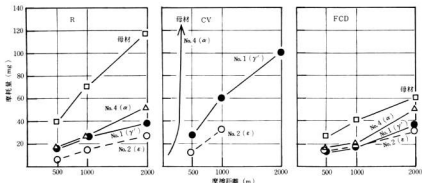


図8 イオン空化した試料の摩擦距離と摩耗量の関係

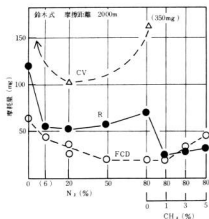


図9 摩耗量と空素、メタン濃度の関係

(2) 窒化物層厚さを大きくしたい場合は、高温で長時間処理、そして N_2/H_2 80%と N_2 リッチの条件である。 CH_4 を添加すると窒化物層厚さは顕著な減少を示す。

(3) イオン空化した試料の曲げ試験の最大荷重とたわみ量は低下する。その傾向は鋳鉄系の材料において顕著である。

(4) 鈴木式摩耗試験において、摩耗特性がもっとも良い条件は N_2/H_2 80%, CH_4 1%の ϵ 相主体の試料であり、以下 γ' 相、 α 相と続く。

(5) 低合金系材料、鋳鉄系材料において N_2/H_2 20% 550℃×5hの条件では γ' 単相は得られなかった。

その他、塩水噴霧による耐食性試験も試みたが、多くの試料は7時間で発錆開始、24時間経過で全試料が発錆したので試験を中止したが、試料の中には窒化物層厚さを20 μm 以上にとっても、その効果はほとんど認められなかった。

がもっともすぐれた摩耗特性を示した。

4. 結 論

(1) イオン空化において最高の表面硬さを得る条件は低合金系で500℃、鋳鉄系で550~600℃を設定し N_2/H_2 80%, CH_4 1%の条件であり、本実験ではRでHv 1030、FCDでHv 1040を示した。 CH_4 3%以上の添加は硬さを低下させる。

5. 文 献

- 1) 山田、河野：熱処理、20(1980)、214
- 2) 曾根、綱沢、山中：熱処理、17(1977)151
- 3) 佐々木、山田、青柳：熱処理、18(1978)130
- 4) 高瀬、中村、松浦：熱処理、19(1979)77
- 5) 千早、浦尾、吉岡：金属学会誌、39(1975)159

強靱鋳鉄に関する研究(第1報)

コンパクトド・パーミキュラー黒鉛鋳鉄の製造と性質

1. 緒 言

近年自動車業界などでは、省エネルギー対策の観点から軽量化が求められ、鋳鉄部品の薄肉化が迫られている。また、コスト対策の一環として鋳造歩留の向上、加工費の低減、熱処理の廃止などが考えられる。

すなわち、普通鋳鉄の持つ優れた鋳造性、切削性、熱伝導性を損うことなく機械的性質を改善することが要求され、普通鋳鉄と球状黒鉛鋳鉄の中間的性質を示すといわれているコンパクトド・パーミキュラー黒鉛鋳鉄(以後CV黒鉛鋳鉄と言う)が注目されてきた。

一部の大企業では、すでに量産部品に適用し部品の薄肉軽量化、コストの低減をはかっているとの報告¹⁾もあるが、中小企業ではあまり製品化されていない。

本報告では、市販のCV黒鉛鋳鉄製造用添加合金2種類と、球状化処理浴の減衰効果を利用する方法(以下減衰効果と言う)によりCV黒鉛鋳鉄を製造し、どの方法がより安定してCV黒鉛鋳鉄を得ることができるかを検討すると共に、鋳造性についても調べたのでその結果を報告する。

2. 実験方法

溶解材料は、カナダ製鉄鉄(4.3% C, 0.19% Si, 0.009% Mn, 0.025% P, 0.012% S)を主原料とし、C量およびSi量の調整には、冷間圧延鋼板1種及びFe-Si(75% Si)を用いた。

溶解は、50 KW高周波誘導炉を用い、溶解量16 kgで行ない、1,550℃まで昇温後出湯した。

溶解の処理には、Ti系合金(Mg, Ti, Ce, Ca, Al, Si合金)とCe系合金(Mg, Ca, Ce, Si)を使用し、添加量を0.3%, 0.6%, 0.9%と変化させ置注ぎ法によって処理し1,400℃前後で鋳込んだ。

また、球状化減衰効果を利用する方法は、KC1号を用いて球状化処理を行なった後、高周波炉中で1,350~1,380℃に保持し、試料の採取は処理直後お

原 信彦, 世良時夫, 中村和清

よび5分, 10分, 15分後に行なった。

なお、元湯はいずれもほぼ同一の成分(3.55% C, 2.7% Si, 0.03% Mn, 0.03% P, 0.012% S)とした。

肉厚の変化が黒鉛組織に及ぼす影響を調べるための試験片(以後肉厚試験片と言う)は30 mm×60 mmで、肉厚を5 mm, 10 mm, 20 mm, 30 mm, と変化させた4種類のものを使用した。

組織の観察は、各試験片の中央横断面の中心部で行った。

引けの状態を調べるために使用した試験片(以後引け試験片と言う)は、φ60×80 mmで肉厚試験片と同時に鋳込めるようにした。

引け量の測定は、引張部にビュレットを用いて水を注入してその量を測定した。

チル化傾向の観察には、くさび試験片(W₂)を使用した。

引張り試験には、4号試験片を使用しノックオフ型試験片に準じたものから採取した。

かたさの測定には、ブリネル硬度計を使用し試料は引張試験片のチャック部より採取した。

CV黒鉛鋳鉄の判定には、高純度の鋳鉄元湯中のMg含有量を増加させることによって得られた組織変化タイプ5および6がCV黒鉛組織とされている²⁾³⁾ため、これに近い黒鉛組織に強度と伸びを加味して行った。

3. 実験結果と考察

3.1 黒鉛組織

添加合金の種類及び量と黒鉛組織の関係(肉厚30 mmの試験片)を写真1に示す。

Ti系は、合金添加量0.3%ではD型+B型黒鉛であるが0.6%, 0.9%ではタイプ5~6のCV黒鉛となった。また、残留Mg量は合金添加量0.3%の場合、0.004%と少なく0.6%添加で0.009%, 0.9%添加で0.013%となった。

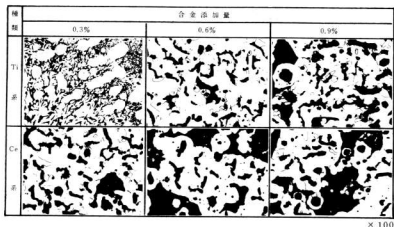


写真1 添加合金の種類及び添加量と黒鉛組織の関係(肉厚30mm)

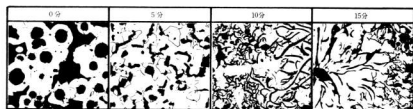


写真2 減衰効果を利用した場合の放置時間と黒鉛組織の関係(肉厚30mm)

0.3%添加がCV黒鉛にならなかったことは残留Mg量からもうなずける。また0.6%添加の場合、残留Mg量0.009%と比較的低MgでCV黒鉛になったが、これはS量が0.006%と低かったためと思われる。

Ce系は、合金添加量0.3%、0.6%はCV黒鉛になったが0.9%は球状黒鉛の量がわずかに増加した。また、残留Ce量は合金添加量0.3%で0.006%、0.6%添加0.011%、0.9%添加0.019%で残留Mg量は0.006%前後であった。

減衰効果を利用した場合の放置時間と、黒鉛組織の関係(肉厚30mm)を写真2に示す。

放置時間0分は、球状化率90%程度であるが5分後はCV黒鉛になり10分、15分放置するとD型+B型の黒鉛になった。

添加合金の種類及び肉厚と黒鉛組織の関係を写真3に示す。写真は、合金添加量0.6%と放置時5分のものである。Ti系は合金添加量0.3%では、いずれの

肉厚(5、10、20、30mm)でもD型+B型黒鉛であったが、0.6%、0.9%添加は肉厚5mmにはかなりの球状黒鉛が見られたが10、20、30mmはCV黒鉛になった。

Ce系は0.3%、0.6%添加で肉厚5、10mmにかなりの球状黒鉛が見られ0.9%添加するとその量は増加したが、肉厚20、30mmでは、いずれの添加量でもCV黒鉛になった。

減衰効果を利用した場合は、放置時間0分ではいずれの肉厚も球状黒鉛であったが、5分間放置すると5、10mmには、かなりの球状黒鉛が見られるが20、30mmはCV黒鉛になり10分後は5mmに球状黒鉛が見られ、その他の肉厚はD型+B型の黒鉛になった。

また、放置時間により残留Mg量は次の様に変化した。0分0.024%、5分0.010%、10分0.003%、15分0.001%で5分間放置の残留Mg0.010%がCV黒鉛になったことはTi系と同様低S(0.004%)のためであろう。

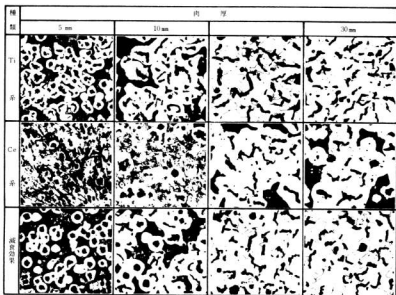


写真3 添加合金の種類及び肉厚と黒鉛組織の関係（合金添加量0.6%、減衰効果は放置時間5分）

なお溶湯中の残留Mgの時間的減少率は、0～5分で0.0028% Mg/分、0～15分で0.0015% Mg/分であったが、これは減少率0.0004～0.0028% Mg/分および高周波炉中で加熱保持した場合0.0013% Mg/分の報告³⁾⁴⁾とも一致している。

以上のことからTi系、Ce系合金および減衰効果の利用によってCV黒鉛鑄鉄を製造した場合、肉厚が黒鉛組織に及ぼす影響は、Ti系が比較的少なく安定してCV黒鉛が晶出した。

3.2 機械的性質

添加合金の種類及び添加量と、引張り強さ、かたさの関係を図1に示す。

強さ及びかたさは、Ti系の合金添加量0.3%は片状黒鉛になったため低い値を示したが、その他のものは強さ36 kg/mm²以上、かたさ150 H_N以上と良好な値を示した。なおTi系とCe系とでは、Ti系の方が強さかたさ共に低い値を示した。これは、Ce系に比べTi系はパーライト量が少なく、フェライト化傾向の強いTi⁵⁾⁶⁾に起因するものと思われる。

合金の種類及び添加量と伸びの関係を図2に示す。伸びはTi系の0.3%添加をのぞき、すべて4～6%の値を示した。

CV黒鉛鑄鉄の引張り強さは33.7 kg/mm²～40.1 kg/mm²で、伸びは3～5%、あるいは強さ30 kg/mm²以上

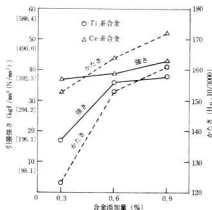


図1 添加合金の種類及び添加量と強さ、かたさの関係

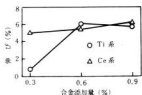


図2 添加合金の種類及び添加量と伸びとの関係

球状化減衰効果を利用した場合の放置時間と強さ、かたさ、伸びの関係を図3に示す。

強さ、かたさ、伸びとも放置時間の経過と共に大きく低下するが、5分放置したものの強さは $40 \text{ kg}/\text{mm}^2$ 、伸び6%、かたさ 160 H_B とCV黒鉛鋳鉄の値を示した。これは写真3の内厚20mm、30mmの黒鉛組織からもうなずける。

3.3 鑄造性

片状黒鉛鋳鉄、CV黒鉛鋳鉄、球状黒鉛鋳鉄の引け性を比較した結果、 $\phi 60 \times 80 \text{ mm}$ の試験片に発生した引裂の大きさは、CV黒鉛鋳鉄は $4.3 \sim 5.0 \text{ OE}$ で球状黒鉛鋳鉄の $5.5 \sim 6.2 \text{ OE}$ にくらべて少ない。また、片状黒鉛鋳鉄はFC30、 4.1 OE 、FC20、 2.8 OE と小さい値を示した。

なお、減衰効果を利用したものの内厚30mmの試験片に発生したザク果を観察した結果、ザク果の量は放置時間の経過と共に減少し15分放置したものには見られなかった。

チル試験の結果は、Ti系合金を添加したものが $7 \sim 10 \text{ mm}$ のチル深さであったのに対しCe系は $10 \sim 13 \text{ mm}$ で球状黒鉛の $10 \sim 14 \text{ mm}$ とほぼ同程度の値を示した。

なお、片状黒鉛鋳鉄FC30は $5 \sim 7$ であった。

内厚試験片5mmのセメント量は、Ti系に比してCe系に多く見られチル深さと同じ傾向を示した。

4. 結 言

2種類のCV黒鉛鋳鉄処理合金及び減衰効果を利用して、CV黒鉛鋳鉄の製造を試み、その機械的性質、及び鑄造性を検討した結果は次のようであった。

(1) 黒鉛組織は、Ti系合金は添加量0.3%ではCV化せずD型+B型黒鉛になったが0.6%、0.9%添加では、内厚5mmをのぞき(10、20、30mm)安定したCV黒鉛になった。

Ce系は、0.3%でも内厚5、10mmにかなりの球状黒鉛が見られ、合金添加量が増すと共にその量は増加

で伸び2%以上であるなどの報告⁷⁾⁸⁾からみるとTi系の0.3%添加をのぞいて、その他はすべてCV黒鉛鋳鉄になっているものと思われる。

球状化減衰効果を利用

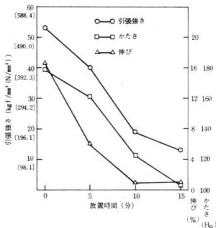


図3 減衰効果を利用した場合の放置時間と強さ、かたさ、伸びの関係

する傾向を示すが内厚20、30mmはCV黒鉛になった。減衰効果を利用した場合は、放置時間5分で内厚20、30mmがCV黒鉛になったが5、10mmではかなりの球状黒鉛が見られた。

このことからTi系合金は内厚による影響が比較的小く安定したCV黒鉛鋳鉄が得られることがわかった。

(2) 機械的性質は、黒鉛がCV黒鉛になっているものは、引張強さ $36 \sim 43 \text{ kg}/\text{mm}^2$ で伸びは $5 \sim 6\%$ を示した。なお、かたさは $153 \sim 172 \text{ H}_B$ であった。

(3) 鑄造性は、引け量、チル深さとも球状黒鉛鋳鉄と片状黒鉛鋳鉄のほぼ中間的性質を示した。

文 献

- 1) 浜田：総合鋳物，21(1980)1, 15
- 2) E. R. Evans, J. V. Dawson：AFS Transactions 84(1976)215
- 3) 大出，大平，千田：鋳物，52(1980)418
- 4) 中田，宮下，下島：日本鋳物協会第93回全国講演大会講演概要集，(1978)53
- 5) 岡本，依田：金属材料組織図説，鋳鉄編，養賢堂，1953, 117
- 6) 田中，斉藤，井川：鋳物，53(1981)187
- 7) 千田：鋳鍛造と熱処理，1(1980)3
- 8) 中村：ジャクトニュース，268(1979)4031

溶接工場における電力の低減

(交流アーク溶接機)

芳野光利, 横山宏樹, 西川浩成
蒲田政信, 畑 徳宣

1. 緒 言

発電の70%は重油による火力発電である。その発電効率は最新鋭設備でも40%、送電線損失を含めると需要家における効率は36%前後になる¹⁾。このように1次エネルギーの何程度しか利用されていない電力エネルギーは損失を少しでも少なくするということは、大きな省エネルギー効果をもたらすことになる。溶接機による電力消費量は全発電量の0.4%²⁾で、小さな数字のように思えるが、電力量に直すと18億KWh(年間)と大きなものになる。したがって溶接は、オイルショック以来比較的省エネルギー効果の大きいものとして盛んにPRされているが、実際に当てる効果報告は少ない³⁾。

溶接の省エネルギーを基本的に考えるならば、溶接設計、溶接作業及び品質管理、又はその他の付帯設備等も総合的に検討する必要があるが、下請企業となれば設計、溶接作業の変更は親企業の承諾が必要で、なかなか改善はむずかしい。当面ただちに着手できることといえば溶接機・付帯設備の電力損失の低減をはかることである。県下の輸送用機械器具製造業、建設業に関する溶接工場を調査した結果では、交流アーク溶接機が7割以上占めていることもあって、今回は交流アーク溶接機に限って電力損失の追求を行った。

2. 交流アーク溶接機による損失

2.1 実験用に用いた溶接機及び実験方法

実験に用いた交流アーク溶接機の仕様を表1に示す。溶接機は定格電流300Aと500Aのものを使用し、それぞれ力率改善用コンデンサー付きとコンデンサーなしのものを用いた。

負荷としては溶接棒(D4301)φ5, φ4, φ3.2, φ2.6で実際に溶接しながら測定した。電力計は日置製, 3013型である。電力量の測定は溶接し始めてアークが安定したと思われる時点から15秒間積算したも

表1 実験に使用した交流アーク溶接機の仕様

製 造 年(年)	1962	1980	1975	1973
重 量(kg)	130	102	178	195
定格1次入力(KVA KW)	245 12	195 12	44 235	34 23
定格1次電圧(V)	200	200	200	200
定格2次電流(A)	300	300	500	500
定格負荷電圧(V)	35	35	40	40
定格使用率(%)	50	40	60	60
コンデンサー容量(μF)	-	65	-	153

のをKWhに整理したものである。2次形態の相違による損失については、ケーブル長3mの短かいものと、23mの長い場合を比較するとともに、長い方は巻いた状態を作り、コンクリート上及び鉄板上における検討を行った。アースについては38mm²の銅線及び帯鋼(6mm×25mm×6m)を使用した。

2.2 無負荷時の特性

溶接機の電流調整方法は可動鉄心型、線輪可動型及び過飽和リアクトル型であるが、現在主に使用されているのは可動鉄心型が多い。今回使用した溶接機も可動鉄心型である。電力等の測定結果を図1に示す。電力は2次電流目盛位置を高電流側(漏洩磁束を少なくする)に移すことによって多くなっている。溶接機の負荷損はほとんどが鉄損すなわち過電流損及びヒステリシス損で、2次電流目盛位置を高電流側に移すことは磁束漏洩用の鉄心を引き抜くことで、磁束からみた鉄心の断面積を小さくすることになり、両者の損失を大きくする。コンデンサー付き溶接機はコンデンサーなし溶接機にくらべ無負荷損失は大きくなっており、これはコンデンサーの充電電流による損失が加わることに起因するものと思われる。力率はコンデンサーなしの方が少し良好でコンデンサーの作用からみれば当然のことといえる。定格電流300Aと500Aをくらべると力率は同程度であるが、電力、1次電流は500Aが多く、鉄心の大きさが影響している。これらの諸特性は鉄心の特性すなわち合金成分等による磁束の状態が

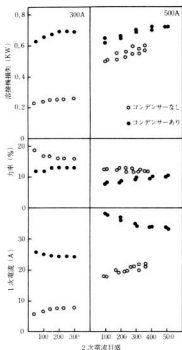


図1 無負荷時の特性

大きく影響するものと思われる、溶接機全体の絶対値とすることはできないが、傾向としては十分である。いずれにしても無負荷時における1次側の回路で損失は皆無になるため、1次切電撃防止器の活用が大いに望まれるところである。

2.3 負荷時の特性

2.3.1 溶接機内損失

負荷時の特性を図2に示す。左側は300A、右側は500Aのそれぞれコンデンサーなし、コンデンサー付きの測定値である。横軸はすべて2次電流である。負荷状態における溶接機内の損失は導体損と鉄損、それに漏れ磁束が鉄心、外箱等を部分的に通るために生ずる誘導負荷¹⁾がかなりのウェイトを占める。1次側の電力から2次側の電力を差引いたものが溶接機内の損失で図2の上部附近に示している。いずれも2次電流の増加とともに増加しており、コンデンサー付きとコンデンサーなしの差はほとんどなく、また300Aと500Aの間にも差は認められない。これらは導体

の巻線数、太さあるいは内部構造が大きく影響すると思われる、500Aにおいて2次導体がいくぶん太くなるだけで、溶接機内損失はすべてにおいて同一的なものと思われる。効率でもってあらわすと2次電流の変動による変化はあまり大きくあらわれていない。

2.3.2 力率および1次電流

力率はコンデンサーなしの場合、2次電流が増えるに従って25%から40%に変化しているが、力率改善用のコンデンサーがつくことによって55%から85%と改善され、1次電流はコンデンサーなしの3割から5割近く少なくなっている。コンデンサーによる電流はコンデンサー容量および電圧に比例するので、力率及び1次電流は溶接機によって多少変動がある。力率の改善によって1次電流を少なくし、配電線路による損失を少なくする方向で考慮する必要がある。2次電流を同一にしたときの1次電流は300Aと500Aの差はほとんどみられなかった。

2.3.3 2次回路の変化による影響

a アースの影響

工場で使用されているアースは銅片によるものや38mm程度の銅線が多い。回路損失を少なくするためには抵抗値の小さいことが望ましく、抵抗値の変化が諸特性に与える影響を示したのが図3である。横軸は借鋼(6mm×25mm×6m)上の溶接位置をあらわし、0mのところでは2次電流を180Aになるようにセットし、そのまま各位置上において溶接した結果である。電力の変化はほとんど目立たないが、電流は1次、2次とも下降している。溶接施工に当って、電流目盛位置を正常に合わせたつもりでも、アース抵抗が大きかった場合正規より小さい電流で溶接したことになる。

b 2次ケーブルの状態変化による影響

図4にその結果を示す。実験方法は2次ケーブル3mの短いもので電流を180Aに合せ、長いケーブル23mと交換し、交錯しないもの、コイル状に巻いてコンクリート上、鉄板上に置いたものについて測定した。その状態は図5に示した。電力はケーブルが長くなることで上昇し、1次及び2次電流はケーブルを巻くことで落ちこむが、コンクリート上及び鉄板上の差はほとんど認められない。力率はコンデンサーなしでは影響を受けていないが、コンデンサー付では改善の方向で働いている。効率についてはコンデンサーなしでいくぶん下り気味になるが、コンデンサー付ではほとんど変化していない。ともあれ、ケーブル長の長いもの、それを巻いたものは溶接機損失を大きくするばかりでな

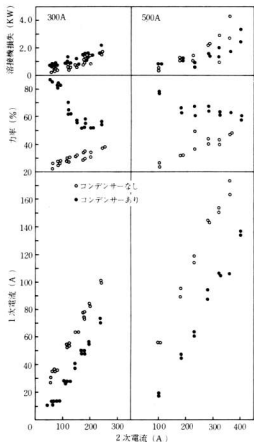


図2 負荷時の特性

く、2次電流が下るため、溶接の際上げることとなり、溶接機損失を更に大きくすることになる。

3. 溶接工場の交流アーク溶接機による電力損失

比較的交流アーク溶接機の使用頻度の高いと思われる工場を1つ選び、電力低減を目的として調査及び測定を行った。工場内の交流アーク溶接機は150 Aから

500 Aで、その数は66台である。表2にその内訳を示す。

表2 工場内の交流アーク溶接機台数(台)

種別	コンデンサーの有無	
	なし	あり
500 A	24	6
400 A	13	3
300 A	4	6
250 A	2	2
200 A	2	2
150 A	1	1
合計	46	20

3.1 無負荷損失

表3は各定格電流別の平均無負荷電力及び無負荷時の平均力率である。図6は無負荷電力の範囲と台数を示した。無負荷損失をなくするためには1次開閉の電撃防止器か、それに類似したものが必須である。当工場における調査結果では、1次開閉の電撃防止器があったのは1割に満たず、おまけに取付けてあっても動作させていない状態だった。したがって溶接機は始業の8時にスイッチが入ると昼の休みで1時間切られるだけで終業の5時まで入ったままになる。一般に使用率は25%³⁾といわれていることから残りを無負荷として計算すると全溶接機の無負荷電力は36KWhになる。工場内の配線は250 m^2 で分電盤まで、その後38 m^2 で3 m程度配線している。それらの無負荷時における配電線損失を計算すると3.2 KWhとなる。以上2つの損失を合わせ1日6時間として1月間(20日)の電力量は、8160 KWhにもなり、当工場における1月間の電力使用量は約50,000KWhなので16%以上の損失になっている。

3.2 負荷損失

表4は $\phi 4\text{mm}$ 溶接棒、2次電流180 A(150 A溶接機は150 A)で溶接したときの1次電力と力率の平均を示したものである。表5は溶接機内損失の平均値をあらわしたものであり損失の範囲と台数で整理したのが図7である。全体の溶接機の1次電力を合計してみると474 KWとなり、そのときの配電線路上における損失は4 KWになる。2次ケーブルの合計上は1139 mあ

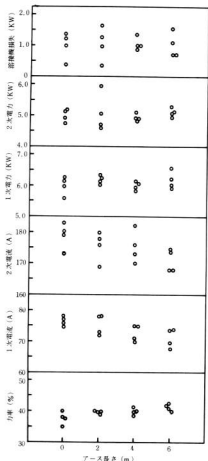


図3 アース長さと諸特性の関係

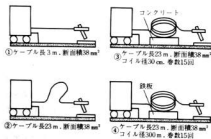


図5 2次側ケーブルの状態

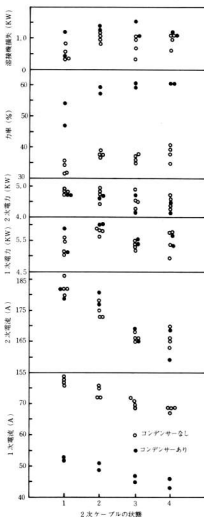


図4 2次ケーブルの状態変化と諸特性の関係

り、これらの全損失は19 kWになる。各溶接機の2次ケーブルを1mづつ短かくすることによって66台では66m短くなるので約1 kW 損失を少なくすることができる。アース全損失は約1 kWで思ったよりも小さい値である。溶接機内の全損失は111 kWで、溶接する際の全電力の28%にもなっている。1日2時間稼働するとして1ヶ月(20日)の2次ケーブル損

表3 定格2次電流別の無負荷電力および力率

種別	無負荷電力 力率	無負荷電力(KW)		力 率(%)	
		コンデン サーなし	コンデン サーあり	コンデン サーなし	コンデン サーあり
500 A	0.65	0.94	13.8	9.7	
400 A	0.61	0.99	13.6	11.7	
300 A	0.48	0.71	21.4	9.7	
250 A	0.33	0.51	9.6	8.5	
200 A	0.37	0.42	12.9	7.8	
150 A	0.43	0.53	10.5	22.3	
平 均	0.49	0.68	14.5	11.7	

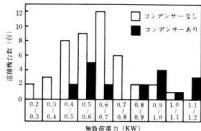


図6 無負荷電力の範囲と溶接機台数

表4 定格2次電流別の負荷電力および力率

種別	負荷電力 力率	負荷電力(KW)		力 率(%)	
		コンデン サーなし	コンデン サーあり	コンデン サーなし	コンデン サーあり
500 A	6.5	6.4	33.5	66.8	
400 A	6.1	7.0	35.2	64.3	
300 A	6.2	6.7	38.6	57.9	
250 A	7.2	6.9	45.9	55.1	
200 A	6.7	6.9	42.6	55.4	
150 A	6.2	5.8	40.3	50.6	
平 均	6.5	6.6	39.2	58.7	

表5 溶接機内の電力損失(Kw)

種別	コンデン サーなし	コンデン サーあり
	500 A	1.4
400 A	1.2	1.7
300 A	1.5	1.5
250 A	1.2	1.7
200 A	1.4	1.6
150 A	2.0	1.9
平 均	1.5	1.7

は759 KWh、アース損は40 KWhになり、ケーブルをできるだけ短く、アースの導電性を高めることはそれだけ節電効果を上げることになる。1次電流はコンデンサーなしが平均82.5 Aコンデンサー付きが平均45.5 Aとなる。これを幹線250 μ m、100m当りの損失

量と比較してみると、コンデンサーなし51W、コンデンサー付15W、38 μ mのケーブル3m当りの損失は10

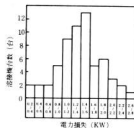


図7 溶接機内の電力損失範囲と溶接機台数

るだけ太く短くする必要がある。また2次ケーブルは必要最小限に短くし、コイル状に巻いて使用しないことが要である。

4. 結 言

交流アーク溶接機の定格電流300Aと500Aについて、力率改善用コンデンサーのないもの、付けたものの無負荷特性及び負荷特性を調べるとともに、溶接工場の交流アーク溶接機に限って電力低減をはかった。結果を要約すると次の量りである。

(1) 無負荷状態の損失

力率改善用コンデンサーが付いたものは、無負荷時の電力量がコンデンサーなしに比べて多くなる。また300Aより500Aの方が無負荷電力量は多い。溶接工場の無負荷電力量は月電力使用量の16%にもなり1次側開閉の電撃防止器を設置することが望まれる。

(2) 負荷状態の損失

負荷時の力率は力率改善用コンデンサー付きで15~50%程度改善される。工場における調査から、コンデンサー付は配電線路損失を約半に下げることがわかった。したがって使用頻度の高い溶接機を受電室にできるだけ近づけると負荷時での節電効果が大い。

(3) 2次ケーブルを巻いて使ったり、アース抵抗が増大した場合2次電流を下げる。したがって正規の溶接電流に上げるにはそれだけ溶接機損失を大きくする。

終りに、研究を遂行するにあたって御協力を頂いた(協) 呉金属工業協進会に感謝の意を表します。

文 献

- 1) 省エネルギーセンター編：エネルギー管理技術
- 2) 小柳：溶接技術，1(1980)，19
- 3) 平木：溶接技術，12(1978)，56
- 4) 安藤：電気溶接機器上，78

Wと3Wとなり、コンデンサー付きが相当有利である。

以上のことから節電効果を上げるために考えられることは、稼働率の高い溶接機はできるだけ受電室に近いところが望ましく、幹線から溶接機までの線はでき

熱間加工用加熱炉の省エネルギー対策(第一報)*

セラミックファイバー施工鍛造炉の省エネ対策

平田敏明^{**}, 小林賢治^{**}, 兼広二郎
大塚秀治^{***}, 笹田伝三郎^{***}, 加城正義

1. 緒言

世界的な石油の供給不足という国際環境の中で、エネルギー対策が、国家レベルの重要な課題となってきた。個々の企業にとっても、今後さらに高まるエネルギー高価格時代にどこまで対応できるかが、企業生存の一つの大きなポイントとなっている。とくに資源エネルギー多消費型産業にとっては、容易でない事態を迎えたといつてよい。製造品の生産工程においては、素材の加熱は不可欠で、それがコストに占める割合がかなり高いことから、業界の省エネルギーに対する考えは非常に切実である。福山市の鞆町においても船舶用金物および鉄筋用再生異形棒鋼の製造工場が多く、以前から省エネルギー対策の認識が高かった。そこで、新鉄鋼協連合会、省エネルギー対策委員会と当局との共同で、セラミックファイバーを使用した省エネ型鍛造炉を開発して、炉材、燃焼機器ならびに計測管理、操縦管理などから省エネルギー対策を行ったので報告する。

2. セラミックファイバー施工鍛造炉

2.1 炉の構造

試作した鍛造炉の断面を図1に示す。この炉の型式はパッチ型炉で、炉内寸法は幅 $0.75 \times$ 高さ $0.75 \times$ 奥行 0.77 mの立方体に近い形状に設計し、炉床面積は 0.64 m²で比較的小型の鍛造炉である。

2.2 炉材

鍛造炉の炉材の物性を表1に示す。セラミックファイバーは耐火断熱材¹⁾として応用範囲が広く、 $1,000$ ℃以下の加熱炉の炉材としては、主流をなしているものである。鍛造炉は加熱温度が $1,200$ ℃～ $1,400$ ℃と高

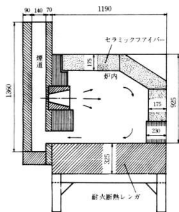


図1 炉の断面図

表1 炉材の物理的性質

物性値 炉材	熱伝導率 ($\text{kJ}/\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}$)	比熱 ($\text{kJ}/\text{kg}^\circ\text{C}$)	密度 (kg/m^3)	耐火度 ($^\circ\text{C}$)
セラミックファイバーボード	0.34 (1400 $^\circ\text{C}$)	0.27	150	1,400
セラミックファイバーブランケット	0.27 (1000 $^\circ\text{C}$)	0.27	100	1,260
ロックウール	0.04 (70 $^\circ\text{C}$)	0.20	100	600
レンガ (SK35)	0.30 (1300 $^\circ\text{C}$)	0.27	2,300	1,770

温のため、セラミックファイバーの寿命が短くなるので使用範囲が制限されていた。しかし最近では Al_2O_3 含有量の多い高品質のセラミックファイバーが開発され使用温度も $1,400$ ～ $1,500$ ℃となった。この鍛造炉

* 55年度共同開発研究

** 新鉄鋼協同組合連合会 青年部会 省エネ対策委員会委員

*** 新鉄鋼協同組合連合会 省エネ対策委員会副委員長

の場合、炉内表面は Al_2O_3 含有量が最も多いセラミックボードで施工した。耐火レンガはSK35を使用し断熱効果が大きいロックウールはセラミックファイバーの内張用として使用している。

2.3 施工方法

セラミックファイバーの施工方法を図2に示す。

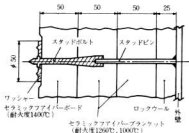


図2 セラミックファイバーの施工方法

この施工方法はペーパーライニング法で、施工に際してはセラミックボード(縦600×横900×厚25mm)を炉の形状にあわせて施工している。セラミックファイバーの固定は酸化珪素質(耐火度1,800~1,900°C)からなるスタッドボルトにより固定している。

2.4 炉の特徴

本開発炉の昇温特性を図3に示し、セラミックファイバーとSK35の放散熱量と蓄熱量を表2に示す。

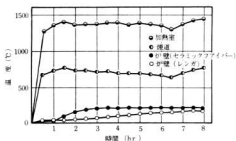


図3 炉の昇温特性

表2 セラミックファイバーとSK35の放散熱量、蓄熱量

材	材	放散熱量(kJ/m ²)	蓄熱量(kJ/m ² h)
セラミックファイバー		1,214	6,817
SK35		1,650	107,240

炉の特徴は図1に示すように燃焼ガスがバーナー正面

の炉壁に衝突し、炉床面にそってバーナー下部へと流動し、排ガスとして排出される。この燃焼方法は、燃焼ガスが循環するように設計したので、燃焼ガスの滞留時間が長く燃焼炎も安定している。図3からこの炉の昇温特性は、炉内温度1,300°Cまでに加熱するのにおよそ30~40分必要とし、排ガス温度は750~800°C、炉の蓄熱が一定となるのは、セラミックファイバーが3時間で、耐火レンガSK35はおよそ8時間である。表2からセラミックファイバーとSK35との蓄熱量の比はおよそ15倍程度セラミックファイバーが減少していることからセラミックファイバーの断熱効果が大きいことがわかる。

3. 操炉管理

3.1 燃焼機器

燃焼システムを図4に示し、バーナー先端の断面を図5に示す。

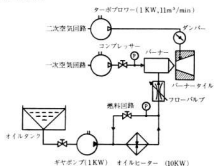


図4 燃焼システム

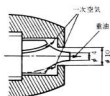


図5 バーナー先端部略図

この燃焼方法の大きな特徴は、中圧オイルバーナーを使用し、雾化用空気(一次空気)をコンプレッサーで送り、燃焼用空気(二次空気)を、ターボブローで送風する方法で、一次空気と二次空気をそれぞれ独立して送風していることである。この方法の最大の利点は、雾化用空気はコンプレッサーで空気圧を高めオイルとの雾化状態を良好にし、燃焼用空気はターボブローで空気量を多量に送風できる点である。バーナーは中圧オイルバーナーで、重油圧力は1.0~2.0 ㏩、一次空気圧力は0.2~0.7 ㏩の範囲で

使用した。二次空気はバーナー周辺にフードを取り付けここから送風できるようにした。

3.2 重油

使用重油はB重油で、成分と性状を表3に示す。

表3 B重油の成分と性状

比重	引火点	残留炭素分	灰分	硫黄分
0.9196	80℃	4.84 wt%	0.00 wt%	1.77 wt%
総発熱量	真発熱量	動粘度		eSt
10,600	9,970	40℃	50℃	75℃
kJ/kg	kJ/kg	38.0	29.6	13.1
				100℃
				9.8

動粘度から判断すると重油の予熱温度は40℃以上を必要とする。

3.3 測定

温度測定の概略を図6に示し、各種の測定機器については表4に示す。

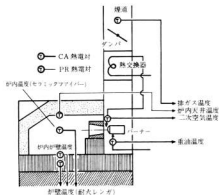


図6 温度測定の概略図

表4 測定機器

温度測定	炉内・PR熱電対 煙道・炉壁・重油 CA熱電対
排ガス中のO ₂ 量	ポータブル酸素計
炉内圧力	マンメータ
重油量	100kg荷重量

操炉において計測管理は重要である。重油の温度もオイルセーターとバーナー付近とは温度差が生じている。この間はおよそ2mであるが、バーナー部では10℃程度低下しているため、オイルヒーターはできるだけバーナーに近づける方が良いことになる。炉内温度も炉壁中央と天井の2ヶ所で測定したが、天井の方が

およそ50℃高くなっている。この他にも排ガス、炉壁および二次空気などの温度測定を行った。排ガス中の酸素濃度は酸素計により測定したが、酸素濃度が0.5～2.0%の範囲であれば燃焼は良好と言える。

3.4 空気比

空気比と炉内温度の関係を図7に示し、ダンパー調節と炉内温度の関係を図8に示す。

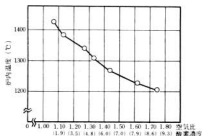


図7 空気比と炉内温度の関係

図7から空気比が1.10前後のとき最も燃焼が良好で、炉内温度が高くなっている。一般的に空気比が低く煙突から煙が出れば不完全燃焼していることがすぐわかり、燃料をむだに使用していると判断できるが、空気比が高くなった場合には、火災では空気比を判断できないため燃料をむだに使用している場合が多い。

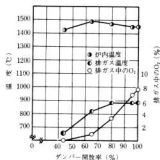


図8 ダンパー調節と炉内温度の関係

図8に示すようにダンパー調節をすることにより炉内温度が大きな影響を受ける。ダンパー調節は一般的に炉内圧力を調節するもので、炉内圧力が高いと火災が炉の開口部(扉やバーナータイル)から噴き出し、逆に炉内圧力が低いと開口部から空気が侵入して空気比が高くなる。このため操炉においては、火災が、扉の

すきまからわずかに噴出す程度に調節する。

3.5 排熱回収

排熱回収の回路を図9に示し熱交換器を図10に示す。煙道部の排ガス温度は600～800℃で、この熱を回収して二次空気と水の加熱を行なった。

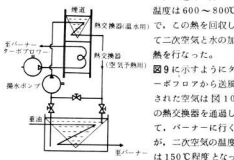


図9 排熱回収の概略図

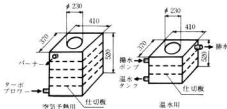


図10 熱交換器

重油の加熱は図9の煙道部で水を80～90℃に加熱し、これを水槽に貯蔵してこの水槽中に熱交換器(自動車のラジエーター)を入れ重油をこの中に通して加熱し、温度は70～80℃を得た。そのためラインヒーターを使用せずに重油の予熱ができて使用電力を低減することができた。

4. 熱効率

鋼材挿入量と熱効率の関係を図11に示し図12にダンパー調節と熱効率の関係を示す。

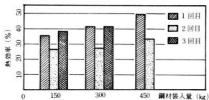


図11 鋼材挿入量と熱効率の関係

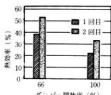


図12 ダンパーの開放度と熱効率との関係

表5 作業時間と熱効率の関係(鋼材挿入量 150kg)

作業時間 (min)	重油使用量(kg)	熱効率 (%)
26	6.2	38
35	8.4	35
44	11.2	26

などの関係から判断すると鋼材挿入量 300kgが作業性がよいと考えられる。図12に示すように、ダンパー調節すると熱効率は50%程度向上することも確認され、ダンパー調節は是非とも必要である。表5から同じ鋼材を加熱する場合には短時間作業が熱効率が良いことがわかる。

5. 連続作業

図13に6時間連続作業した場合の炉内温度および重油使用量の変化について示す。この図から、炉内温度を1,300℃まで上昇するには約40分必要とすることがわかる。150kgの材料を挿入した場合には、炉内温度は1,000～1,100℃に降下し、鍛造温度の1,200℃まで加熱するには約28分必要である。材料加熱のみの熱効率は30～40%で、全工程の熱効率は18%となる。現在稼働中の鍛造炉の熱効率は10%前後が多いので、²⁾当開発炉は50%前後の熱効率の改善を行ったことになる。

6. 炉の耐久度

セラミックファイバーの耐久度については次報³⁾に示すとおり、セラミックファイバーの収縮が最も大きな問題点となっている。この鍛造炉の短時間作業の場合にも、セラミックファイバーとそれに塗布した塗布剤の熱収縮率が違うので、塗布剤がはく離した。また、セラミックファイバーの収縮は操が初期に大きくボードの隙間が最大5mm程度となった。操炉時間が100時間程度になると、スタッドの溶落や、耐火レンガの割れ、さらにセラミックボードにひび割れが生じてきた。

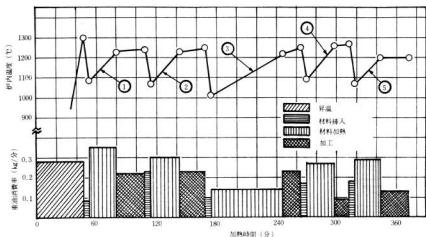


図 13 連続操業

7. 結 言

鍛造炉の省エネルギー対策として、セラミック系断熱材を使用した鍛造炉の開発および操業条件について研究した結果は次のとおりである。

- (1) セラミックファイバー施工鍛造炉は従来の耐火レンガ炉に比して昇温時間が30～40分程度になるので大きな省エネ効果が期待される。
- (2) セラミックファイバーは、熱収縮による割れおよびスケールによる浸食などが一部見られたが、施工法を改善すれば、総合的には鍛造炉にも使用が可能である。
- (3) 燃焼管理の場合、重油霧化用空気（一次空気）と燃焼用空気（二次空気）は、燃焼状態を大きく左右し、とくに二次空気量が大きな影響を与える。
- (4) 排熱回収は鍛造炉の煙道部から回収し、重油の予

熱や二次空気の予熱に利用でき、省エネ対策に効果がある。

- (5) 加熱材料のみの熱効率は30～50%で、連続操業の場合には18%と一般の鍛造炉に比較して省エネ型の鍛造炉といえる。

最後にこの研究を行なうにあたり、御指導、御協力いただいた日米炉材製造機、日本鋼管機福山研究所、県立福山高等職業訓練校および松本鉄工機に心から感謝を申し上げます。

8. 文 献

- 1) 日本工業炉協会編：工業炉ハンドブック（1978）560
- 2) 資源エネルギー庁：鍛造炉分科会報告書（1977）
- 3) 鈴木他：本報告24（1981）

熱間加工用加熱炉の省エネルギー対策(第2報)*

セラミックファイバーの高温特性

鈴木 寛, 野地英治, 酒井隆司
京極秀樹, 中山照夫**, 松島三良助***

トおよびボードBを用い, 施工はペーパーライニング法で行った。

1. 緒 言

セラミックファイバーが工業用耐火材料として使用されたのは1965年以降のことであるが, 特に, 1973年第一次石油危機を契機に原油価格は12倍, 加熱用エネルギーについても5~8倍に高騰し, 省エネルギー機能が加熱炉の必要条件の一つとなってきた。

これらのことから, 省エネルギー対策の一環として, セラミックファイバーの断熱材料としての使用が増加してきている。現在, 熱処理炉のような1,000℃以下での使用例は多いが, 鍛造炉のような1,300~1,400℃の高温での使用例は少ない。これは, セラミックファイバーが1,000℃以上の高温では結晶化し, 繊維自体が劣化するためである。^{1)~4)}しかし, 最近1,500℃程度までの高温に耐え得る高アルミナ質多結晶繊維の製品が開発されている。²⁾また, 施工法を改良して, セラミックファイバーの欠点を補う試みもかなり行われている。¹⁾²⁾

本研究では, セラミックファイバーのうちで代表的なものを用いて, 1,300~1,400℃の高温での材質および強度の変化について調査した。さらに, 前報³⁾で報告した鍛造炉に実際に使用したセラミックファイバーの変化との比較を行い, セラミックファイバーの鍛造炉への適用法についても検討した。

2. 実験方法

本研究では3種類のセラミックファイバーを用いた。それぞれのセラミックファイバーをブランケット, ボードAおよびボードBと記述する。各セラミックファイバーの諸性質は表1に示すとおりである。また, 前報³⁾で述べたように, 本研究の鍛造炉にはブランケッ

表1 各セラミックファイバーの諸性質

性質	試料	ブランケット	ボードA	ボードB
特 徴		Al ₂ O ₃ -SiO ₂ 系 多結晶繊維	Al ₂ O ₃ -SiO ₂ 系 多結晶繊維を繊維質・有機質バインダーで固めたもの	高アルミナ質の多結晶繊維を繊維質・有機質バインダーで固めたもの
化学組成	Al ₂ O ₃ SiO ₂	50% 50%	50% 50%	92% 14%
安全使用温度		1,260℃	1,260℃	1,560℃
熱 伝 率		0.27W/mh・℃ (1,050℃)	0.17W/mh・℃ (1,050℃)	0.34W/mh・℃ (1,400℃)
比 熱		0.27W/mh・℃	0.27W/mh・℃	0.27W/mh・℃

本研究の手順は次のとおりで, まず各セラミックファイバーから, それぞれの実験に使用する試料を作製した。これらの試料を本研究の鍛造炉で, 1,300~1,400℃の温度で加熱し, 実験用試料とした。また, これらの試料の加熱時間は, 0hr, 2hr, 20hr, 40hr および 80hr で, 各加熱時間における試料の寸定型電子顕微鏡観察, X線回折, 重量減少率, 収縮率, 引張強さ, 摩耗率および通気度の測定ならびに侵食試験を行った。さらに, 本研究の鍛造炉のセラミックファイバーの耐熱変化についても観察した。

3. 実験結果および考察

セラミックファイバーの繊維状態を調査するために, 寸定型電子顕微鏡により各加熱時間ごとの状態を観察した。これは写真1に示すとおりである。これから, 加熱前にはブランケットおよびボードAの繊維は直線的であるが, ボードBの繊維は曲がっているのがわかる。これらの試料を80hr加熱すると, ボードBの繊維状態はほとんど変化しないが, ブランケットおよびボードAの繊維は曲がっていくのがわかる。これはブ

* 55年度共同開発研究, 熱処理に投稿中

** 朝船船金物工業(協)理事長, 省エネルギー対策委員会委員長, 朝中森鉄工所

*** 朝金属工業(協)理事長, 省エネルギー対策委員会副委員長, 太陽工業㈱

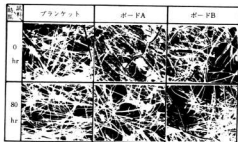


写真1 各試料の走査型電子顕微鏡写真(×300)

ランケットおよびボードAの繊維が結晶化したためと考えられる。^{1)~4)} このような繊維の変化をX線回折により調査した結果、次のようなことがわかった。

X線回折の結果を示したのが図1で、これからわかるように、ランケットおよびボードAは加熱前には非晶質である。しかし、加熱するとピークが現われ、繊維が結晶化したことがわかる。これを Powder Diffraction File⁵⁾ のデータを用いて解析すると、ムライト($3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$)およびクリストバライト(SiO_2)であることがわかった。一方、ボードBでは加熱前から α -アルミナ($\alpha-Al_2O_3$)の結晶を含み、加熱後には他の試料と同様にムライト、クリストバライトが析出することがわかった。また、各試料とも加熱時間の経過に伴って、ムライトの結晶化が進んでいる。これは他の多くの研究^{1)~4)} においても示されている。一方、ボードBでは加熱初期段階で析出したクリストバライトが減少する傾向にある。これは Al_2O_3 80%, SiO_2 20%では α -アルミナとムライトが安定に存在するからである。

図2は加熱時間と重量減少率の関係を示したものである。図2より、いずれの試料でも重量減少は加熱初期段階で起こり、重量減少率はボードB、ボードA、ランケットの順で大きく、以後はほぼ一定となっているのがわかる。これは、ボードBおよびボードAとも無機質および有機質バインダーを含んでいるため、加熱初期にバインダーが燃焼してしまうためであると考えられる。

次に、セラミックファイバーを製造時に使用した場合、問題となる物理的、機械的および化学的性質について検討した。

セラミックファイバーの収縮率について調べた結果図3に示した。図3より、収縮率はランケット、ボードA、ボードBの順で大きい。ボードBは加熱初期

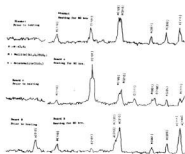


図1 ランケット、ボードAおよびボードBのX線回折結果

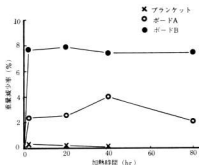


図2 加熱時間と重量減少率の関係

段階において収縮し、以後はほぼ一定となる傾向があり、収縮率は0.5%程度である。ボードAは20hr程度まで増加し、以後はほぼ一定で収縮率は5%程度である。このように収縮率に差があるのは、ボードBが α -アルミナ結晶を含む高アルミナ質多結晶繊維で1,500℃まで使用できるのに対し、ボードAは最高使用温度が1,260℃であるためと考えられる。他の報告^{1)~2)} によれば、1,200℃をこえて加熱した場合には収縮率が急激に増加しており、1,350℃付近で加熱した場合には7%程度となっている。セラミックファイバーの収縮率は、クリストバライトが1,200℃付近で析出するため、この温度以上では急激に大きくなることが知られており、^{1)~2)} 本実験の場合にも、 SiO_2 量が14%と最も少ないボードBの収縮率が最も小さい。集約の際にはセラミックファイバーを固定する必要があるため、この収縮率の大きさは断熱機能上大きな問題となり、さらに固定した際にはセラミックファイバーの強度も関係するので、引張強さについても調べた。

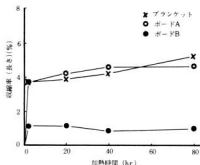


図3 加熱時間と収縮率の関係

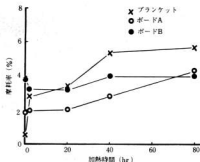


図5 加熱時間と摩耗率の関係

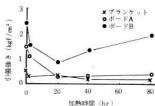


図4 加熱時間と引張強さの関係

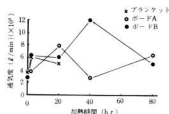


図6 加熱時間と通気度との関係

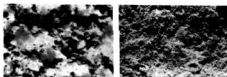
加熱時間と引張強さの関係を図4に示した。これから、引張強さはボードB、ボードA、ブランケットの順で大きく、ボードBおよびボードAとも20hrまでは減少し、以後ボードBではかなり増加し、ボードAではわずかに増加しているのがわかる。しかし、ブランケットの引張強さは初期段階で減少し、以後は一定となる傾向がある。いずれの試料の場合にも、引張強さが初期段階で低下する原因は多くの研究者^{1)~4)}により報告されているように、クリストライトの析出による繊維の劣化のためであると考えられる。ボードBでは20hr加熱以後、引張強さが増加しているのが認められる。これは、X線回折データの解析の結果で述べたように、ボードBでは長時間加熱すると、クリストライト量が減少するためと考えられる。

また、本研究の製造炉では火災が直接セラミックファイバーにあたるので、耐摩耗性も問題となる。図5は加熱時間と摩耗率の関係を示したものである。これより、ボードAおよびブランケットは加熱時間の増加に伴って摩耗率が増加する傾向にあるのがわかる。ボードBは時間によらずほぼ一定で、長時間加熱後は最も安定である。

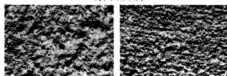
図6は加熱時間と通気度との関係を示したものである

が、データのばらつきが大きいため傾向がつかみにくい。このばらつきは、特に長時間加熱後の試料は劣化が激しく、通気度試験用試料の精度が悪かったためと考えられる。しかし、各試料とも初期段階における通気度の上昇は認められる。これは前述したようにバインダーが燃焼したこと、また走査型電子顕微鏡写真からわかるように、加熱後の繊維の緻密さがなくなっていることに関係していると考えられる。

さらに、本実験ではFe酸化物などのセラミックファイバーへの影響を調べるために、 V_2O_5 、Fe、 Fe_2O_3 および Fe_3O_4 によるセラミックファイバーの侵食状況も観察した。写真2は20hr後の状況を示したものである。塗布剤を使用しなかった場合には、各試料とも侵食が激しく、時間とともに侵食の割合も増加している。 V_2O_5 による侵食よりも、Fe、 Fe_2O_3 および Fe_3O_4 による侵食の方が非常に激しい。塗布剤を使用した場合にも、時間とともに侵食が激しくなり、特にブランケットにその傾向が顕著である。この場合にも V_2O_5 による侵食は、Fe、 Fe_2O_3 および Fe_3O_4 による侵食より小さい。しかし、塗布しなかった場合より、各試料とも侵食されにくいことがわかった。Fe、 Fe_2O_3 および Fe_3O_4 による侵食が激しいのは、セラミックフ



(a) ブランケットのまま (b) 塗布剤使用
(1) ブランケット (2) ボードB (3) 塗布剤使用



(a) ボードBのまま (b) 塗布剤使用

写真2 ブランケットおよびボードBの20hr加熱後のFeによる侵食状況

ファイバーとFe酸化物が化合して融点を下げると考えられる。また、塗布した場合もセラミックファイバーが侵食されるのは、塗布剤が加熱により割れ、Fe酸化物が侵入するためと考えられる。

最後に、本研究の鍛造炉に使用したセラミックファイバーの変化と試片の変化を比較検討した結果について述べる。前報²⁾で述べたように炉の内側にはボードBを使用しており、ボード上には塗布剤が塗られている。操炉約10hrですでにボード上の塗布剤にひび割れが入り、ふくれ、脱落が生じた。操炉約15hrでは上壁面の塗布剤の約1/3が脱落した。これは、炉の昇温または降温の際に生じるボードと塗布剤の熱膨張率の差によるものと考えられる。前述したように試片の場合には、塗布剤を使用した方がFe酸化物に対しては耐侵食性が大きかったが、実際の炉では塗布剤を使用しない方が良いと考えられる。

また、操炉約10hrではスタッドが突き出たり、各壁面の接合部には隙間が生じた。さらに、約40hr後には数個のスタッドが脱落し、炉壁上面および斜面上にかなりのひび割れが生じた。これはボードが収縮したため、図3より約1%程度の収縮率であると推察できる。ボードBは図3・4からわかるように収縮率が約1%と最も小さく、引張強さは約2kgf/cm²と最も大きい。実際の炉に使用した場合にはスタッドにより固定されているため、剛性のあるボードが収縮して割れると考えられる。また、長時間加熱によりスタッドが脱落してしまうことも考慮すると、本研究の鍛造炉に施工したペーパーライニング方法はあまり良くないと考えられる。

4. 結 言

鍛造炉の内壁へセラミックファイバーを施工して、断熱効果を図るため、高温加熱に伴うセラミックファイバーの変化および施工条件など、次のような結論を得た。

- (1) セラミックファイバーの繊維は、加熱に伴ない結晶化して曲がる。この結晶はムライト($3Al_2O_3$)およびクリストバライト(SiO_2)である。また高温用ボードBでは、その成分で α -アルミナとムライトが安定なため、加熱初期段階で析出したクリストバライトは減少の傾向にある。
- (2) セラミックファイバーに塗布剤を使用した場合には、使用しない場合よりFe酸化物に侵食されにくい。が、それらの収縮率の差により塗布剤が脱落するので、セラミックファイバーの表面には塗布剤を使用しない方がよい。
- (3) セラミックファイバーの収縮率測定の結果、ブランケットおよびボードA使用の場合には約4%と特に大きいので、セラミックファイバーの収縮率を考慮して築炉を行うべきである。また、ボードB使用の場合にも、収縮率が約1%で最も小さく、引張強さは約2kgf/cm²で最も大きい。固定する場合には築炉方法を考える必要がある。
- (4) 止め金具のスタッドが脱落することを考慮すると、セラミックファイバーを固定するものは炉内で露出させない施工方法を考えるべきである。

以上のことからすでに報告されているように、²⁾スタックボンド法のように、ペーパーライニング法以外の施工方法を開発する必要がある。

なお、本研究を行うにあたり日米炉材製造側よりセラミックファイバーを提供頂きました。ここに深謝の意を表します。

5. 文 献

- 1) 木野：鋳鍛造と熱処理, 33, No.5(1980)115
- 2) 伊藤：工業加熱, 15, No.4(1978)13
- 3) 清水：鋳鍛造, 30, No.2(1977)51
- 4) 堀江：金属, 47, No.9(1977)24
- 5) 平田他：本報告, 24(1981)
- 6) J.W. Smith: Powder Diffraction File, ASTM(1967) Philadelphia
- 7) W.W. Kingery et al.: Introduction to Ceramics, John Wiley & Sons(1976) New York

金属表面処理の低温型前処理技術に関する研究

大橋 俊彦, 酒井 隆司, 梶岡 秀
清水 達磨

2. 緒 言

最近の重油、電気料金の値上げ等により、企業はすべての生産工程における省エネルギーの検討を余儀なくされている。県下の多くの表面処理工場では、前処理脱脂工程で、80℃以上の高温アルカリ脱脂をしており、加熱コストは年間を通して積算するとかなりの額になると考えられる。近年、脱脂剤メーカーにより低温型または常温型脱脂剤が開発され徐々に広まりつつある。しかし、浴温度は常温から40~60℃まで加熱するタイプが多く、脱脂力も様々で、さらに改善の余地があると考えられる。そこで市販されている脱脂剤の性能を比較検討して実態を把握し、さらに各種の界面活性剤、ビルダーを組合わせて脱脂液を試作し、組成が脱脂力に与える影響を検討した。

3. 試料と実験方法

2.1 市販脱脂剤の脱脂力試験

新しく建浴した脱脂液と老化液について、標準汚れを塗布し脱脂力試験を行なった。

2.1.1 脱脂液の調製

新液は市販低温型脱脂剤12種類及び比較のために高温型脱脂剤1種類(No.13)を各社推奨の濃度に調整して供試した。脱脂液の濃度、性質等を表1に示す。PHは東亜電波製HM-20Bで測定し、有効アルカリ、全アルカリは、試料1mlをコニカルピーカーに入れ、純水を加えて100mlとした後、それぞれフェノールフタレイン、メチルオレンジを指示薬として $N/10$ -HCℓで滴定、CODはJIS法によった。

老化液は新液の脱脂試験に使用した油11種類の等量混合物30mlを新液1ℓに添加してよく攪拌した後、一昼夜放置して浮上分離した油を除去して、実験に供した。

2.1.2 標準汚れ試験片の作成

広島県内企業で使用されている油11種類を標準汚れとして、それぞれ電解脱脂したSPCC鋼板(50×100

表 1 供試市販脱脂剤

メーカー	脱脂剤	濃度 (g/ℓ)	使用温度 (℃)	浸漬時間 (分)	PH	有効アルカリ (mg)	全アルカリ (mg)	COD (ppm)	特 徴
A	1	40	~50	3~10	12.7	15.6	24.8	6,100	無リン
	2	40	~50	3~10	13.1	16.4	24.4	5,900	無リン
	3	40	~50	3~10	12.3	19.9	25.7	6,500	無リン
B	4	30	40	3	12.7	8.5	14.3	5,800	ケイ酸塩、リン酸塩、炭酸塩、キレート剤
	5	30	40	3	12.8	9.4	15.4	5,000	可性ソーダ、ケイ酸塩、リン酸塩、炭酸塩、キレート剤
C	6	30	30~50	3~10	12.8	14.6	18.6	5,400	無リン、無キレート
	7	50	~50	3~10	9.6	0.8	1.6	7,300	無キレート
D	8	50	25~60	2~50	12.8	16.5	26.4	6,100	無リン
E	9	50	~60	1~10	13.1	18.8	28.8	3,700	油分離タイプ、電解脱脂も可
F	10	30	60~Boil		12.9	12.7	17.6	3,900	無リン
G	11	80	~50	3~20	8.8	0.0	1.0	7,600	
H	12	50	~80	3~30	12.2	3.0	6.2	1,500	無リン、無ABS
D	13	50	80	5	11.4	11.6	17.6	3,500	無リン

pH, 有効アルカリ, 全アルカリ, COD以外はカタログによる。

mm)の片面に $10 \pm 1 \mu\text{m}$ 塗布し、 $100 \sim 110^\circ\text{C}$ で1時間加熱後1昼夜放置して試験に供した。

標準汚れは、防錆油2種類、プレス油、マシン油、水溶性防錆剤、切削油、加工防錆油、加工油、転造油、ネジ立て油2種類の11種類の新品で、このうち、防錆油、水溶性防錆油、プレス油は加熱せず試験した。

老化後の脱脂力試験に供する標準汚れ試験片の作成は、 $100 \sim 110^\circ\text{C}$ 、5分間加熱とした。

2.1.3 試験方法

脱脂液に標準汚れ試験片を浸漬し、5分後に水洗し、水はじきの状態を表2の区分で5段階に目視判定した。新しく建浴した脱脂液では溶液を 30°C 、 40°C で行い、比較的性能の良い3種類については、 20°C でも試験した。また比較のために高温型脱脂液(80°C)でも試験した。

老化後の脱脂試験は浴温 40°C で行ない、同じく比較のために高温型脱脂剤でも試験した。

2.2 脱脂液の試作と脱脂力試験

2.2.1 脱脂液の試作

市販の界面活性剤9種類、ビルダー10種類を組合わせて脱脂液を試作した。界面活性剤の性質を表3に、ビルダーを表4に示す。

2.2.2 標準汚れ試験片の作成

2.1で使用した油のうち比較的脱脂され易いもの、中程度のを4種類(防錆油、ネジ切り油、転造油、プレス油)を選び、それぞれ $10 \pm 1 \mu\text{m}$ を電解脱脂したSPCC鋼板の片面に塗布し $100 \sim 110^\circ\text{C}$ で1時間加

表2 目視判定基準

区分	A	B	C	D	E
水ぬれ面積%	100	99~90	89~70	69~50	50以下

表3 供試市販界面活性剤

メーカー	界面活性剤	性	質	用途		
I	I	アニオン	フッ素系	耐薬品性耐熱性に優れる	脱スケール	
	II	アニオン	フッ素系	耐薬品性耐熱性に優れる	アルカリ洗浄剤 エマルジョン安定剤	
J	III	ノニオン	ポリプロピレングリコール	ポリエチレングリコール	金属アルカリ脱脂剤	
	IV	ノニオン	特殊配合		金属洗浄剤	
	V	ノニオン	ポリエチレングリコール	ニルフェニルエーテル	HLB 12	金属洗浄剤
	VI	ノニオン	ポリエチレングリコール	オクチルフェニルエーテル	HLB 14	金属洗浄剤
K	VII	ノニオン				
	VIII	アニオン			繊維精練、ゴムプラスチック乳化	
	IX	カチオン			機業可溶性、ゴムプラスチック乳化	

熱後一昼夜放置して試験に供した。

2.2.3 試験方法

2.1に準じて行った。ただし浴温は 20°C で行ない判定は同一試験片で5分毎に目視判定した。

3. 実験結果と考察

3.1 市販脱脂剤の脱脂力試験

新液の脱脂力試験結果を表5に示す。より客観的に考察するためA~4点、B~3点、C~2点、D~1点、E~0点として各脱脂液ごとに集計すると表6のとおり表現される。温度は脱脂力に大きく関与しており、¹⁾常温での脱脂は厳しい条件といえる。カタログには常温から使用可と記載されていても 30°C 以下では、脱脂力が弱いため被脱脂性の良い油にしか対応できない。実際に表5、表6から 30°C では脱脂剤1, 3, 6が比較的良好な結果が出ているが、油によっては高温型脱脂剤にはるかに及ばず、注意して脱脂する必要がある。 40°C では各脱脂剤とも脱脂力が増大し、高温型脱脂剤に匹敵するものが約半数を占め実用に耐えう

表4 ビルダー

名称	化学式
TS18*	$\text{Na}_3\text{N}(\text{SO}_3)_2\text{H}_2\text{O}$
苛性ソーダ	NaOH
オキシスチレンソーダ	Na_4SiO_4
STPP**	$\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$
炭酸ソーダ	Na_2CO_3
酒石酸ソーダ	$\text{Na}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$
グルコン酸ソーダ	$\text{NaC}_6\text{H}_{11}\text{O}_7$
クエン酸ソーダ	$\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
EDTA	$\text{Na}_2\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{O}_8\text{N}_2$
硫酸ソーダ	Na_2SO_4

* イミドビス硫酸三ナトリウム

** トリポリリン酸ナトリウム

る。しかし脱脂剤7, 8, 9, 11, 12はさらに温度を上げて脱脂力を上げる必要がある。また 20°C で脱脂試験を行った脱脂剤1, 3, 6については 30°C とはほぼ同じ結果が得られた。脱脂されにくい切削油、プレス油は粘度が高く、被脱脂性は化学構造、極性ととも

表5 市販脱脂剤脱脂結果(浸漬時間5分間)

油の種類	温度℃	脱脂剤												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13*
防錆剤 I	30	A	A	A	A	A	A	C	A	A	A	E	A	A
	40	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
防錆剤 II	30	A	A	A	A	A	A	C	A	B	A	B	A	A
	40	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
水溶性防錆剤	30	A	A	A	B	A	A	B	A	A	A	A	A	A
	40	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
プレス油	30	B	B	B	D	B	C	E	C	E	C	E	E	E
	40	A	A	A	A	A	A	B	D	B	A	C	E	E
切削油	30	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
	40	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
加工防錆油	30	B	D	D	D	E	C	E	E	E	E	E	E	E
	40	A	A	A	A	A	A	E	A	A	A	C	E	E
加工油	30	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
	40	B	A	A	A	C	A	E	B	E	B	D	E	E
転造油	30	A	D	B	C	A	E	B	E	B	E	E	E	E
	40	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	D	A
ネジ切り油(I)	30	A	A	A	A	A	C	E	D	C	E	E	E	E
	40	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	E	E
ネジ切り油(II)	30	E	E	D	E	E	D	E	E	E	E	E	E	E
	40	A	E	A	A	A	A	B	E	E	E	A	B	E
マシン油	30	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
	40	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E

* 13 は比較用高温脱脂剤 (80℃)

表6 脱脂力の点数換算(市販脱脂剤)

脱脂剤	温度℃		脱脂剤	温度℃		
	30	40		30	40	80
1	26	35	8	17	28	-
2	21	32	9	12	27	-
3	24	36	10	19	35	-
4	21	36	11	7	27	-
5	21	34	12	12	16	-
6	25	36	13	-	-	35
7	9	26	-	-	-	-

粘度によっても大きく左右されることがわかる。これは金属表面から脱脂液中への溶出が油の流動性の大小に関係するものであることから理解できる。

老化脱脂液脱脂試験の結果を表7に、点数換算したものを表8に示す。脱脂剤1, 6が強い脱脂力を示しており、かつ耐老化性も良いといえる。全体に老化液の40℃における脱脂力は、新液の30℃における脱脂力に相当するといえる。

3.2 脱脂液の試作と脱脂力試験

ビルダーを固定して界面活性剤の濃度を変化させたときの脱脂力の变化を表9に示す。

界面活性剤の濃度の増大とともに脱脂力は強くなる

表7 老化液脱脂結果

油の種類	脱脂剤	温度℃												
		1	4	6	8	9	10	11	12	13*				
防錆剤 I	I	A	A	A	A	A	D	C	E	A				
	II	A	A	A	A	B	B	E	A					
水溶性防錆剤	I	A	A	A	A	A	A	A	E	A				
	II	A	A	A	A	A	A	A	E	A				
プレス油	I	C	C	C	C	E	E	E	E					
	II	C	C	C	C	E	E	E	E					
加工防錆油	I	A	E	A	A	E	C	E	A					
	II	A	E	A	A	E	C	E	A					
加工油	I	E	E	D	E	E	E	E	E	A				
	II	E	E	D	E	E	E	E	E	A				
転造油	I	B	E	C	E	E	E	E	E	A				
	II	B	E	C	E	E	E	E	E	A				
ネジ切り油(I)	I	D	E	E	D	E	E	E	E	A				
	II	D	E	E	D	E	E	E	E	A				
ネジ切り油(II)	I	E	E	E	E	E	E	E	E	A				
	II	E	E	E	E	E	E	E	E	A				

* 13 は比較用高温脱脂剤 (80℃)

表8 老化液脱脂力の点数換算

老化液	点数	老化液	点数
1	22(-14)	9	8(-19)
4	14(-22)	10	11(-24)
6	21(-15)	11	0(-27)
8	19(-9)	13	24(-11)

() は新液 40℃との差

表9 界面活性剤の脱脂力に与える影響

界面活性剤	ビルダー		目視判定					
	NaOH (%)	TS1S (%)	浸漬時間 分					
V	0.1	2.5	2.5	5	10	15	20	25
				-	-	D	D	A
				-	B	A	A	A
				E	A	A		
				D	B			
A	A							

が、CMCは一般に $10^{-5} \sim 10^{-2} \text{ MoL/l}$ であり、CMCを超えると脱脂力は変化しない²⁾ことを考慮して以後の実験は界面活性剤濃度を0.5%として試験した。

界面活性剤I, IIを使用した場合金属表面に膜を作り、脱脂に適さずIII, IVはTS1S 0.5%溶液に不溶のためこの実験から外した。VはHLB14で親油性に乏しく脱脂力が弱いため良好な結果は得られなかった。VI, VII, VIIIは脱脂力にあり、表3の中ではVが最も適していると思われる。

界面活性剤Vを用い、ビルダーを変化させた時の脱脂力試験の結果を表10に示す。

TS1Sは最近新物質として登録された物質で、アルカリ保持力に優れ、適度なキレート力、洗浄力、および水溶性があり、他種ビルダーと配合して相乗効果が期待できる³⁾また人体、環境への影響は安全な常薬に入るとい報告⁴⁾もあり、ビルダーとしての用途が期

表 10 ビルダーを変えた場合の脱脂力試験結果

ビルダー(%)	油						ネジ立て油(A)						軽油						プレス油						費点				
	浸漬時間(分)						5						10						15							20			
TSIS(5)	B	A					C	B	A				B	A			E	E	E	E			E	E	E	E			33
TSIS(2.5)グルコン酸ノード(2.5)	A						B	A					A										E	D	B	A			38
TSIS(2.5)オルソフケル酸ノード(2.5)	E	C	A				E	C	A				A										E	E	E	E			28
TSIS(2.5)STPP(2.5)	E	A					E	E	E	A			B	A									E	E	E	E			31
TSIS(2.5)グルコン酸ノード(2.5)オルソフケル酸ノード(2.5)	A						C	A					A										B	B	A				26
TSIS(2.5)オルソフケル酸ノード(2.1)STPP(2.1)	B	A					B	A					A										E	C	B	A			
TSIS(2.5)STPP(2.5)グルコン酸ノード(2.5)	A						B	A					A										E	C	B	B			
TSIS(2.5)グルコン酸ノード(2.1)オルソフケル酸ノード(2.1)STPP(2.1)	A						A						A										A						24
TSIS(2.5)炭酸ノード(2.5)	E	B	A				E	E	A				B	A									E	E	E	E			27
TSIS(2.5)クエン酸ノード(2.5)	C	B	A				E	C	C	B			E	B	B	B							E	E	E	E			32
TSIS(2.5)酒石酸ノード(2.5)	E	A					E	E	C	B			E	E	E	B							E	E	E	E			31
TSIS(2.5)硫酸ノード(2.5)	E	D	A				E	E	E	E			E	E	B								E	E	E	E			25
TSIS(2.5)EDTA(2.5)	E	B	B	A			E	E	E	E			E	E	E	C							E	E	E	E			38
グルコン酸ノード(2.5)オルソフケル酸ノード(2.5)	A						C	A				A										B	B	A					
グルコン酸ノード(2.5)STPP(2.5)	A						B	A				A										E	D	C	B				
オルソフケル酸ノード(2.1)STPP(2.1)	B	A					C	A				A										E	C	A					
グルコン酸ノード(1.8)STPP(1.8)オルソフケル酸ノード(1.8)	A						A					A										B	A						
グルコン酸ノード(2.5)りん酸ノード(2.5)	E	A					E	A				A										E	E	E	E				
グルコン酸ノード(2.5)炭酸ノード(2.5)	B	A					C	A				B	A									E	E	E	E				

待たれている。

ビルダーとしてTSIS単味であるよりも、グルコン酸ソーダ、オルソフケル酸ソーダ、STPPをそれぞれ加えてビルダーを形成した方が相剋効果があり、良い結果が得られる。また、これらすべてを含むビルダーではさらに強い脱脂力を示し、市販脱脂剤に相当する脱脂力となっている。炭酸ソーダ、硫酸ソーダ、クエン酸ソーダ、酒石酸ソーダ、EDTAは、TSISとの相剋効果は薄い。

グルコン酸ソーダ、オルソフケル酸ソーダ、STPPを組合わせてビルダーとした場合もかなり良い結果が得られるが、TSISを含むビルダーに比べ、若干劣っている。

4. 結 言

(1) 市販されている低温型脱脂剤の脱脂力には、かなりの差があるものの、付着油によって脱脂剤を選定することにより、20～30℃の脱脂が可能である。しかし一般的に脱脂力は、高温型脱脂剤の脱脂力には及ばず、同等の脱脂力を得るためには40℃以上に加熱することが必要である。

老成液の脱脂力は、新液に比べてかなり低下するものの、脱脂剤によっては被脱脂性のよい付着油に対し

て十分な脱脂力を持っており、使用にあたっては、脱脂剤と油の関係を熟知しておく必要がある。

(2) 低温型脱脂剤にはノニオン系界面活性剤でHLB12付近のものが適しており、ビルダーとしてけい酸塩、りん酸塩、グルコン酸ナトリウム、TSIS等と混合したものが良好である。

またノニオン系界面活性剤は、曇点以上に加熱すると脱脂液から分離するため、脱脂液の再生が容易となる利点がある。

終りに、脱脂剤、界面活性剤、油等を提供していただいた、ユケン工業㈱、ディプソール㈱、新和化成㈱、共栄社油脂化学工業㈱、キザイ㈱、西村薬品産業㈱、奥野製薬工業㈱、音戸工作所、デルタ工業㈱、東洋工業㈱、東京プレス㈱に深く感謝の意を表します。

文 献

- 1) 難波他: 界面活性剤ハンドブック 209
- 2) 辻: 工業洗剤と洗浄技術 70
- 3) 鈴木: 化技研ニュース, 化学工業資料 Vol15 No.4
- 4) 鈴木他: "イミド硫酸塩の利用に関する総合研究" 科学技術庁研究調整局(1980)

マグネシアセメント砥石の製造に関する研究 (第3報)

マグネシアセメント砥石の弾性率と研削性能

清水加津子, 金本 正, 古宅徳雄*

1. 緒 言

弾性率測定は、材料強度予測に有用な物性を特徴づけるが、砥石の弾性率を非破壊で、しかも簡単に正確に求め得れば、研削性能の予測も出来、砥石メーカーやユーザーにとって極めて重要となる。

マグネシアセメント砥石は、常温硬化型の不焼成砥石ですばらしい研削能力があり、特殊用途に用いられているが、原料の活性や不純物の問題が、配合割合による所望グレードの再現を困難にしているばかりでなく、破壊試験による研削性能の把握が容易でなく、明確なグレード化が未だなされていない。

酸化マグネシウム原料メーカーにより異なる原料を種々の比率で調合した試料を用いて、塩化マグネシウム、白色帯融アルミナ質砥粒と混合混練し、流込成型して、硬化プロセスの弾性率をグランド・ソニック測定器で、材台4ヶ月の砥石の研削性能を、試作した試験機で測定し、その関連を追求した。研削性能が向上する配合組成に、弾性率が上昇、不変、低下の3つの方向があることがわかった。

2. 実験方法

2.1 試 料

酸化マグネシウムは、三社の品を用い、A社、C社の海水マグネシアとB社の天然産マグネシアを表1の種々の比率で調合して試料とした。MgO原料のX線回

表1 MgO原料の調製

試料番号	種類	
	海水マグネシア	天然産マグネシア
1	A社品 100%	
2	A社品 75%	B社品 25%
3	A社品 60%	B社品 40%
4	C社品 40%	B社品 60%

表2 MgO試験のための砥石製造条件

MgO原料の種類	二次(ホバートミキサー)混練5分、石川式攪拌らいかい機混練10分)				MgO	MgSO ₄ ·3H ₂ O
	一次(ホバートミキサー)攪拌, 30分)					
	砥粒番号	MgCℓ ₂ ·6H ₂ O	溶 液	水		
A社品	200	84	52.5	0	113	0
D社品	200	84	52.5	0.6	113	5

試薬純度: MgCℓ₂·6H₂O 97.9%, MgSO₄·3H₂O 99.7%
単位: g, 製造雰囲気: 23℃

折図を図1に示したが、純度の高いD社の海水マグネシアと比較し、A社、B社品にかなりの不純物あるいは添加物が認められた。A社品とD社品の製造に於ける状況比較のため、表2の方法で砥石を製造し、硬化プロセスの弾性率、ロックウェル硬さ、長さ変化率を43日間測定し、図2に示した。A社品は流動性、流

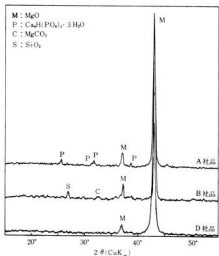


図1 MgO原料のX線回折図

* 株式会社 帝国研磨砥石製造所

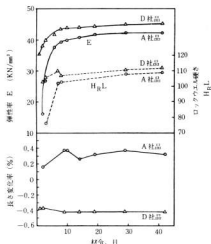


図2 MgO原料の異なる硬化プロセス

成形性良好であるが、硬化が遅く、硬化後は0.4%近くまで膨張するが収縮もし、その後僅かだが伸縮が見られる。D社品は粘性が高く流込成形性不良だが急速に硬化し、弾性率、ロックウェル硬さが大で、2時間後から1日までに0.4%近く収縮するが、10日以後は寸法変化は見られなかった。43日材令の硬化体の上部表面を比較したX線回折図を図3に示したが、主構成物質の5-1-8オキシクロライドの他に、A社品では砥石表面へ析出した KCl と $NaCl$ を顕著に認めた。又、表2の配合割合では、 MgO が一部未反応で残ることがわかった。図7上で示すと、G26に近い配合である。

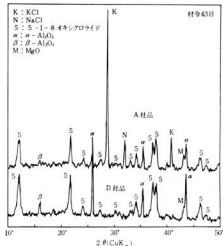


図3 MgO原料の異なる砥石表面のX線回折図

182~199 μ)に流込成型、1日後に脱型して砥石を製造した。これをそのままの形で、弾性率、ロックウェル硬さ、研削試験に用いた。

2.3 弾性率と硬さの測定

弾性率は、ベルギー、レーメンス・エレクトロニカ社製グリンド・ソニック測定器¹⁾を用い、図4のようにして測定した。これは非破壊試験で、簡単で精度が良い。打音による音響特性を即座にデジタル表示し、

2.2 砥石の製造

MgO試料No.1~4

を用いて20℃の室内で、図7に示す実験、点線の交点に位置する割合で、アルミナ質砥粒(WA#120、比重3.98)、 MgO (比重3.50)、 $MgCl_2$ 溶液(比重1.28)を配合混練し、外径、厚さ、穴径 $100 \times 10 \times 19$ mmの穴あき円板状(重さ

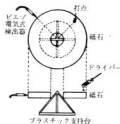


図4 グリンド・ソニックによる弾性率の測定

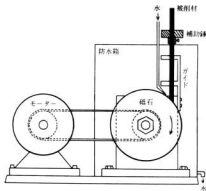


図5 試作した研削試験機

繰り返し操作の再現性が良好な上、硬化による弾性率変化の状況と同じ試験片で追跡出来る利点がある。硬さはロックウェル硬さ試験機で、スケールLで測定した。

2.4 研削性能の測定

図5の装置を試作し、モーター(1/4HP, 1,720 rpm)をVベルトで砥石軸に等速に導き、砥石を回転させた。被削材は、材質SS41, 断面形状10×10mmの鋼の角棒を、始めの長さが500mmで、垂直に下ろし、始動時砥石周に密着するまでならし運転をする。角棒の荷重は600gで試験を開始し、試験毎に減少した荷重は補助錘で補った。一回3分間研削し、砥石と鋼の減量を求め、単位時間当りの減量gを夫々a, b

とし、研削比 b/a 、作業率 $b \times (b/a)$ を算出した。なお、研削火花や研削発熱の防止に研削面に水道水を注水した。被削材として丸棒を用いると砥石面が凹状に、パイプ棒を用いると砥石面が凸状になり好ましくなく角棒を選んだ。荷重1Kgで行なうとMgO試料No.4の点数が砥石面の自生発刃が短時間で停止し研削不能となるので荷重は600gを選んだ。

3. 実験結果と考察

図7に示す範囲で、アルミナ質砥粒, MgO, MgCl₂溶液を合せて100容積%になるよう配合した。各配合に適する作業性を得るためMgO原料を調査して用い

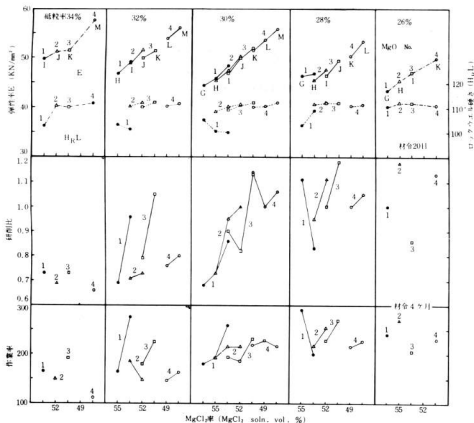


図6 マグネシアセメント砥石の配合組成と弾性率, 硬さ, 研削性能の関係

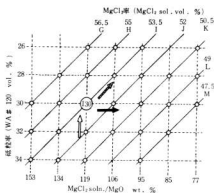


図7 マグネシアセメント砥石の配合組成

た。図8はその硬化プロセスを示しており、10日頃まで表面硬さが、15日頃まで弾性率が著しく向上し、その後は表面硬さはあまり変化しないが、弾性率は少しずつ向上することがわかる。反応の速い海水マグネシアへの、反応の緩慢な天然産マグネシアの添加量が

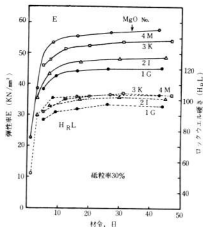


図8 マグネシアセメント砥石の硬化プロセス

増せば、材令20日以後の弾性率の上昇勾配はMgO試料No.1からNo.4へとわずかずつ高まる。砥粒率一定でMgCl₂率を下げると、G、I、K、Mへと弾性率は高まる。表面硬さの差は顕著ではない。

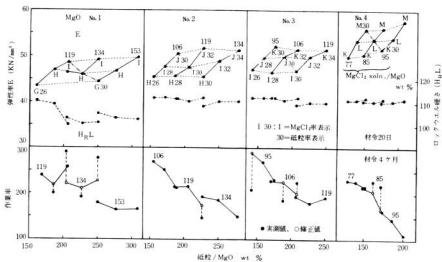


図9 マグネシアセメント砥石の配合組成と弾性率、硬さ、研削性能の関係

研削試験は破壊試験であり、精度、再現性に乏しく良好な結果は得られなかったが、研削性能の傾向を把握することは出来る。図6では、図7中の→の、砥粒率一定、 $MgC\ell_2$ 率減少の方向では、硬さはあまり変化しないが弾性率と研削性能が増すことがわかる。図9では図7中⇒の、 $MgC\ell_2$ 溶液と MgO の重量比一定、砥粒率減少の方向では、弾性率は実線に沿って低下するが研削性能は高まることがわかり、図7⇒中の、 $MgC\ell_2$ 率一定、砥粒率減少の方向では、弾性率は点線のように殆んど変化しないが、研削性能は高まり、図7中→の、砥粒率一定、 $MgC\ell_2$ 率減少の方向では、弾性率は破線に沿って高まり研削性能も高まることわかる。 $MgC\ell_2$ 率の低い配合を達成するために海水マグネシアに天然産マグネシアの添加量を増していくと、No.1からNo.4へと移行し、表面硬さは110付近に止まり、弾性率は高まるが、研削性能は低下していくことがわかる。No.4のデータは、研削試験開始後短時間で砥石の減耗が低下し、砥石面に被削金属が溶着しやすかったが、弾性率の過大と、未反応 MgO の過剰を考慮する必要がある。

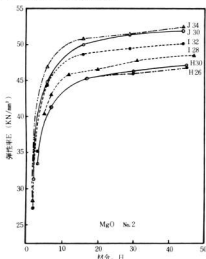


図10 マグネシアセメント砥石の硬化プロセス

図10では、 MgO 試料No.2の6種の配合の硬化プロセスが弾性率の向上によってわかる。15～20日まで弾性率は著しく向上し、その後は材合の経過により徐々に向上する傾向を認めた。

砥石試験片を用いて回転破壊試験を行なったところ

5,000～7,000 m/minの間に分布し、全試料の平均は6,230 m/minであった。安全性に於て充分満足のいく数値を得ることができた。

4. 結 言

マグネシアセメント砥石のメーカーやユーザーにとって、弾性率は有効な示唆を与える。メーカーやユーザーは適切な研削性能の砥石を得たいが、研削試験は破壊試験の複雑な操作と不正確さで製品ごとの実態が困難である。各種配合組成の砥石の研削性能を非破壊測定で弾性率と関連づけ、グレード化出来れば、簡単な操作による日常のチェックが実現し、グレードの再現も可能になる。

アルミナ質砥粒(WA#120)、 MgO 、 $MgC\ell_2$ 溶液を合せて100容積%とし、砥粒率26～34%、 MgO 率12.5～23.5%、 $MgC\ell_2$ 率47.5～56.5%の範囲で配合を行なうため、海水マグネシアと天然産マグネシアを調査した MgO 試料を用いて砥石の製造を行ない、弾性率、ロックウェル硬さ、研削性能を測定して次の結果を得た。

図7に示す配合組成の範囲で矢印の方向に研削性能が高まるが、弾性率は3方向で次のように異なる。

- 1) → : 等砥粒率線上で $MgC\ell_2$ 率が減少すると、弾性率と研削性能が増す。
- 2) ⇒ : 等 $MgC\ell_2$ 溶液、 MgO 重量比率線上で砥粒率が減少すると、弾性率は低下し研削性能は増す。
- 3) ⇨ : 等 $MgC\ell_2$ 率線上で砥粒率が減少すると、弾性率は殆んど変化しないが研削性能は増す。

酸化マグネシウム原料の活性や不純物の問題を別にすれば、原料、製造条件が同じロットなら、弾性率は研削性能の根拠に基づくグレード化を可能にする重要な物性であることがわかった。

反応の速い海水マグネシアの作業性の調節や発熱抑制のために天然産マグネシアを添加するが、過量過ぎると反応は長期間にわたるばかりでなく、 $MgC\ell_2$ 率の低い配合組成による不利益を生じる恐れがある。

謝辞 本研究を行うに当り、多大な援助と、結果の公表に理解ある協力を頂いた株式会社帝国研砥石製造所 小尻由三工場長に深甚なる感謝の意を表します。

文 献

- 1) 清水加津子, セラミックス, 11(4)342～347 (1976)

赤 煉 瓦 の 研 究

赤 煉 瓦 素 地 の 改 良 試 験

金 本 正, 浜 岡 英 男, 藤 本 宗 之

1. 緒 言

広島県の赤煉瓦生産は、過去に全国第1位を占めた時代があったが、昭和54年では愛知県に次いで第2位となっており、全生産量の約15%を占めている。生産品の大部分は、大口需要先である製鉄業界で、高炉、転炉等の外壁材材として使用され、鉄鋼の好、不況が即、赤煉瓦業界の景気に反響されるのが現状である。近年、鉄鋼の生産減量、設備投資の抑制で、赤煉瓦の需要も激減しており影響は大きく、これら炉材用から建材用への需要開発を図りつつある。建築の内・外装装用、舗道敷用、道路用花壇等、使用されつつあるが、量的、比率もまだ微々たるものと言えよう。本県の赤煉瓦は、呉線沿いの竹原市吉名地区に賦在するマサ質粘土を原料とし、酸化鉄の発色によるいわゆる「赤レンガ色」を呈する。しかし他産地の煉瓦と比較し、マサを使用するため、砂粒が多くキメが荒い。化粧面に小ヒビと称する亀裂が発生し、外観を重視する建築用としてはマイナス因子と言えよう。これらは原土の処理工程に問題があり、旧方式からの脱皮がなされていない点にある。

これらを改良するため

A: 原土をより細かくしたときの効果

B: 砕石泥を補助原料として添加したときの効果

等により、赤煉瓦の外観向上を図り、焼き締まり効果を期待するとともに、省エネルギーの考え方から、焼成温度の低下を目的として、つぎの実験を行なった。

2. 試料と実験方法

2.1 試 料

○赤煉瓦用原土 竹原市吉名地区で採掘され、現在煉瓦工場で使用中のもの。

○砕石泥 呉市広地区砕石場で脱水処理されたケーキ状(水分量20%)の泥を乾燥、粉砕したもの。

2.2 実 験 方 法

A: 1.2・0.6・0.3・0.15・0.088mmそれぞれのフルイを通した坯土で作成した煉瓦の圧縮強さと吸水率、表面アラサの関係。

B: 原土に砕石泥を0, 10, 20, 30, 40, 50% 添加した坯土で作成した煉瓦の圧縮強さと吸水率の関係を調べるため、つぎの試験を行った。

○原料の性状試験

化学分析 JIS R2212による。

粒度試験 JIS A1102に準ずる。

熱膨張率 英弘製熱膨脹計による。

X線分析 理学製X線回折装置による。

○試料の作成

A・Bで調整した試料(水分量9%)を煉瓦寸法の約半分の105×50×30mmの金型で成型圧(50kgf/cm²)で加圧成形した。

○焼成 愛機製LPG焚試験室(内容積43ℓ)

8時間焼成(1,080℃で1時間保持) 圧縮強さ・吸水率測定 JIS R1250による。

表面アラサ 触針式表面アラサ計による。

表1 煉瓦原土の化学分析値(%)と耐火度

種類	lglass	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	計	耐火度
坯土	6.13	60.83	21.03	6.82	2.48	0.49	97.78	SK17 ⁺
・砂分	2.26	76.98	9.64	4.75	2.74	0.06	94.17	SK18 ⁺
粘土分	7.75	56.14	24.35	7.58	2.72	0.49	99.03	SK18

表2 原土の粒度分布(%)

種類 \ 粒度	1.2 以上	1.2~ 0.6	0.6~ 0.3	0.3~ 0.15	0.15~ 0.088	0.088 以下
A	8.3	21.5	16.2	13.3	8.7	32.0
B	3.0	11.5	14.1	12.5	8.8	50.1

3. 実験結果と考察

表1は原土の化学分析値を示す。砂分と粘土分の区別は0.15mm以上のものを砂分とした。耐火度は砂分中に石英粒が多いためか他より少し高い。

表2はA・B社で使用中原土の粒度分布を示す。採掘場所の差により0.6mm以上のものがAで30%以上、Bで15%も存在する。相当粗い粒子も含まれていた。これを処理するため工場ではロールクラッシャを2基から3基設置し、ロールの間隔を3段階の順序に調整し、順次に細かく砕いて細粒化している。しかしそれでも相当粗いものも見うけられ、ヒビが発生している。細粒化することは良いが、かえって粒子の数を増加しており、適正処理とは言い難い。

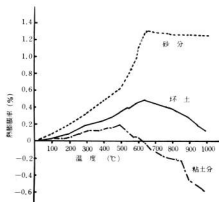


図1 原土の熱膨脹曲線

図1は表1の分類のとおり、砂分と粘土分および混合坯土の熱膨脹率を示すものである。(乾燥素地から加熱したとき)砂分は粘土分に比較し約600°Cで異常な膨脹率を示す。真空土練機で成形された煉瓦は、口金を滑りながら押し出されるため、表層に微細な粘土粒が配向し、平滑な化粧面をつくる。しかし乾燥、焼成を経て、膨脹率の大きな素地中の石英粒が表層の粘土を突き上げた状態で煉瓦表面に小ヒビを発生させる。これが外観上のマイナス因子となっている。

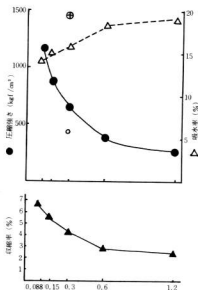


図2 粒子別圧縮強さ・吸水率・収縮率

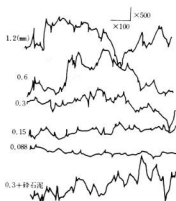


図3 焼成煉瓦の表面アラサ

表3 表面アラサの最大値

粒度 (mm)	1.2	0.6	0.3	0.15	0.088
Rmax (μm)	100	80	70	30	20

図2は最大粒を除いた試料煉瓦の圧縮強さ、および吸水率の変化を示す。粒子が細くなるほど圧縮強さは上り、吸水率は下がる。図中の○印は粗粒を0.3mmに砕き坯土中に混合した値を示しているが、粗粒を除去したものより低い値を示す。⊕印は0.3mm以下の土中に砕石泥を半分混入したときの値を示す。焼き締まりがよく、圧縮強さ、吸水率ともに向上している。

図3、表3は焼成煉瓦の表面アラサを示すが、粒子が大きいほどアラサの凸凹の差が大きく、細粒化するのは煉瓦表面の平滑度はよくなり、細粒効果は顕著である。0.3mm+砕石泥は、素地の泥の焼き締まり度が違うのか表面アラサは大となった。

表4 砕石泥の化学分析値(%)

Ig loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	耐久度
3.89	59.25	18.80	8.23	3.68	2.83	2.27	8 K 7

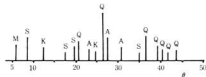


図4 砕石泥のX線回折

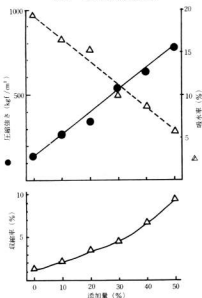


図5 砕石泥添加による圧縮強・吸水率・収縮率

表4は砕石泥の化学分析値を示す。Fe₂O₃の含有量は8.23%とかなり多く、むしろ煉瓦原土より多い。耐火度はSK7(1,230℃)と低く、これを補助原料として添加すれば焼き締まり効果があり、焼成温度の低下が可能となる。

図4は砕石泥のX線回折を示す。組成鉱物は石英、長石(曹長石)で少量の粘土鉱物(セリサイト、カオリン、モンモリロナイト)を含むものである。

図5は砕石泥を添加した試料煉瓦の圧縮強さ、吸水率を示す。添加量が多くなるほど圧縮強度は上がり、吸水率は下がる。しかし収縮率は大きくなる。これは焼き締まり効果がよくなることである。現在工場ではトンネル窯で1,100℃以上で焼成しているが、低熔融性の砕石泥を添加することを加味して1,080℃と少し焼成温度を下げて設定してみた。従って、砕石泥を0%とした無添加試料は極端に低い強度しか示していない。

4. 結 言

- (1) 原土を分級し細粒化するほど圧縮強度は上がり、吸水率は下がる。煉瓦の色調は細くなるほど明るく淡色化する。粗粒を取り除いたとき、砕いて原土に混入したときを比較すると、除いた方が粗粒の数が少なくなり、良いことが解った。表面アラサでも細粒化するほうが、表面の平滑度はよくなる。
- (2) 原土に砕石泥を添加したときは添加量が多くなるほど、圧縮強さ、吸水率共に向上するが収縮率も大きくなる。焼成温度の引き下げ等実施すれば省エネ効果としても期待できる。

以上のことから、現在の原土の処理方法の検討、産廃物を有効利用することにより、煉瓦外観の改良、強さ、耐水性の向上、省エネルギーも図れるのではないかと。工場が個々に設備投資するよりも、共同処理施設等を計画すれば、一括多量に処理が可能であり、コストの低減、商品性の向上、需要取崩の拡大などが期待される。

ストロンチウムの原子吸光定量におけるアルカリ塩類の干渉現象*

渡部 英雄, 日色 和夫**

1. 結 言

従来からケイ酸塩や鉱石中のストロンチウムの原子吸光定量を行う場合、試料の分解にアルカリ溶融法を適用すると、アルカリ塩類共存下で原子吸光測定することが多い。

筆者らは、空気-アセチレン・フレイムを用いて、ストロンチウムの原子吸光定量を行う時にアルカリ塩類が共存すると、アセチレン流量やアルカリ塩類の種類や共存量により、異った干渉のあることを見いだした。

本報告では、これらの干渉現象について検討した結果をのべる。

2. 実験方法

2.1 装 置

日本ジャーレルアッシュ社製 AA-8500型を使用し、バーナーは水冷式魚尾型バーナー（空気-アセチレン・フレイム用はスリットの長さ 10 cm, 亜酸化窒素-アセチレン用は 5 cm）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

ストロンチウム標準溶液：試薬特級の硝酸ストロンチウムを純水に溶解し、1000 ppm 溶液を調整した。硝酸を添加して酸濃度を 0.1 M とした。なお干渉現象を測定するために使用した試薬溶液は、全て試薬特級品を純水に溶解して作成した。

2.3 試験方法

容量 100 ml のメスフラスコに、ストロンチウム濃度が 10 ppm になるようにストロンチウム標準溶液をとり、これに酸又はアルカリ塩類を添加し、純水で標線まで希釈する。空気-アセチレン・フレイムの場合の空気流量は 13.0 l/min, 亜酸化窒素-アセチレン

・フレイムの場合の亜酸化窒素流量は 13.0 l/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。ホローカソード・ランプの電流値は 10 mA, 測定波長は 460.73 nm である。なお酸又は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

3.1 酸濃度の影響

最も一般的な無機酸である硝酸、硫酸、塩酸の酸濃度の影響について検討した結果を図 1 に示す。図 1 よ

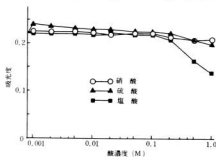


図 1 酸濃度の影響
アセチレン流量 3.5 l/min, Sr: 10 ppm, B・H 15 mm

り次のような結果が得られた。硝酸については、酸濃度 1.0 M まではほとんど影響はないが、硫酸については、酸濃度 0.001 M になるとわずかに正の干渉を示し、1.0 M になると負の干渉を示す。塩酸については、酸濃度 0.2 M 以上になると著しい負の干渉を示す。この現象は、高温でも難解離性の塩化ストロンチウムが生成するためと思われる。図 1 は B・H 15 mm, アセチレン流量 3.5 l/min の場合であるが、アセチレン流量 2.0, 2.5, 3.0, 4.0 l/min の場合や B・H 10 mm の場合も同様の傾向を示す。

3.2 アルカリ塩類の影響

* 日本化学会中国四国・九州支部合同大会で発表

** 工業技術院大阪工業技術試験所

アルカリ塩類の中で、陰イオンの影響のない硝酸塩を選び、塩類の影響を検討した。まずアルカリ硝酸塩の中で、最も一般的な硝酸ナトリウムの影響について検討した結果を図2に示す。図2はB・H及び硝酸ナ

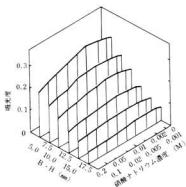


図2 硝酸ナトリウムの影響
アセチレン流量 2.5 ℓ/min, Sr: 10ppm,
0.001M-HNO₃

トリウムの共存量を種々に変化させ、吸光度を測定した結果である。この図からわかるように、B・Hがどの値でも硝酸ナトリウムの共存量がふえるに従って正の干渉を示し、共存量が0.005Mの時、最も吸光度は高い。しかしそれ以上共存すると吸光度は減少し、0.05M以上では、硝酸ナトリウムの存在しない場合より負の吸光度を示す。図2はアセチレン流量 2.5 ℓ/min の場合であるが、アセチレン流量 2.0, 3.0, 3.5 ℓ/min の場合も同様の傾向を示す。

次に各種アルカリ硝酸塩の干渉の様子を検討した結果を図3に示す。図3は各種アルカリ硝酸塩の共存量を0.001Mとし、アセチレン流量 2.0 ℓ/min と小燃料フレームの場合の干渉の様子を調べたものである。図3より次のような結果が得られた。塩類が共存すると、B・Hがいずれの場合でも正の干渉を示し、干渉の度合も硝酸セシウム>硝酸ルビジウム>硝酸カリウム>硝酸ナトリウム>硝酸チリウムとなり、イオン化電位の低いもの程、干渉が大きいことが認められた。従って本干渉現象は、イオン化干渉であると判断できる。この現象は、アセチレン流量 2.5 ℓ/min の場合も同様であった。

次にこの干渉現象を、高温フレームである亜酸化窒素-アセチレン・フレームを用いて検討した結果を図

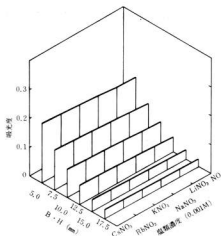


図3 少燃料炎の場合の塩類の影響
アセチレン流量 2.0 ℓ/min, Sr: 10ppm
0.001M-HNO₃

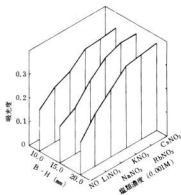


図4 亜酸化窒素-アセチレン炎の場合の塩類の影響
アセチレン流量 8.5 ℓ/min, Sr: 10ppm,
0.001M-HNO₃

4に示す。図4は塩類の配置を逆にして、次のような結果が得られた。塩類が共存しない場合は、少燃料フレームの場合と異なり、B・H どの値でも、ほとんど同じ吸光度を示す。塩類が共存すると、B・H どの値であっても著しい正の干渉を示し、その干渉の度合も硝酸セシウム>硝酸ルビジウム>硝酸カリウム>硝酸ナトリウム>硝酸リチウムとなった。すなわち

亜酸化窒素-アセチレン・フレイムの場合、このイオン化干渉が、より明瞭に現われることが確認された。

次にやや多燃料フレイムの場合における干渉現象について、検討した結果を図5に示す。図5はアセチレ

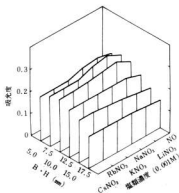


図5 やや多燃料炎の場合の塩類の影響
アセチレン流量 $3.0 \ell/\text{min}$, Sr: 10 ppm
 0.001 M-HNO_3

ン流量 $3.0 \ell/\text{min}$ の場合であるが、塩類が共存すると B·H どの値でも正の干渉を示し、B·H $5.0 \sim 12.5 \text{ mm}$ での干渉の度合は、硝酸リチウム > 硝酸ナトリウム > 硝酸カリウム > 硝酸ルビジウム > 硝酸セシウムとなる。この順序は、先の少燃料フレイムの場合及び亜酸化窒素-アセチレン・フレイムの場合と逆になった。この傾向は、鉄¹⁾、銀²⁾ やカルシウム³⁾ の場合と同様、アルカリ金属のモノ酸化物の生成熱の順序と一致している。

さらにアセチレン流量 $3.5 \ell/\text{min}$ とかなり多燃料フレイムの場合について、検討した結果を図6に示す。図6はB·Hの順序が逆になっているが、次のような結果が得られた。塩類が共存しない場合は、他のフレイムと異なりB·Hの大きい方が、吸光度は高い。また塩類が共存すると、B·Hのどの値の場合も著しい正の干渉を示し、B·H $5.0 \sim 15.0 \text{ mm}$ での干渉の度合は、硝酸リチウム > 硝酸ナトリウム > 硝酸カリウム > 硝酸ルビジウム > 硝酸セシウムとなり、図5と全く同様の傾向を示し、アルカリ金属のモノ酸化物の生成熱の順序に一致することが判明した。これらの現象については、フレイム中で一部生成した酸化ストロンチウムの結合酸素が、原子状態のアルカリ金属によって奪い取られ、

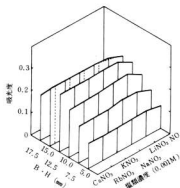


図6 かなり多燃料炎の場合の塩類の影響
アセチレン流量 $3.5 \ell/\text{min}$, Sr: 10 ppm
 0.001 M-HNO_3

それによって原子状態のストロンチウムの存在量が多くなり、ストロンチウムの吸収が高くなるものと考えられる。すなわちアルカリ金属のモノ酸化物は、生成熱の値から酸化リチウムが最も安定であるために、リチウムによる干渉が最も大きくなるものと考えられる。この考え方をより確実にするためには、更に研究が必要である。

次にアセチレン流量 $4.0 \ell/\text{min}$ と、さらに多燃料フレイムの場合の塩類の影響について検討した結果を図7に示す。図7は各種塩類濃度を 0.005 M とし、先にのべたように、最も干渉の大きな共存量で測定した結

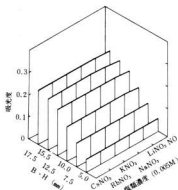


図7 多燃料炎の場合の塩類の影響
アセチレン流量 $4.0 \ell/\text{min}$, Sr: 10 ppm
 0.001 M-HNO_3

果である。図7より次のような結果が得られた。ストロンチウム単独の吸光度は、図6と同様B・Hの大きいほうが吸光度は高い。塩類が共存した場合、B・Hどの値でもほとんど干渉はない。すなわちアルカリ塩類共存下でストロンチウムを測定する場合、アセチレン流量4.0ℓ/minでB・Hの大きい値で測定すれば、比較的吸光度も高く、塩類の影響もなく測定できる。

最後に塩類共存と不存におけるストロンチウムの検量線を図8に示す。図8で使用したアルカリ塩類は硝

渉の大きい、すなわちイオン化干渉のある条件で作成したものである。本実験では、硝酸セシウムの濃度を種々変化させて、ストロンチウムの検量線を作成し、それらと比較したところ、硝酸セシウムが0.001M以上共存する場合の検量線の傾斜は、ほとんど同じ程度大きくなっている。また図8はB・H7.5mmの場合であるが、5.0、10.0、12.5、15.0、17.5mmの場合も同様の傾向を示す。

4. 結 言

以上ストロンチウムの原子吸光測定における、アルカリ塩類の干渉現象について検討した。これらの干渉現象において、アセチレン流量の差により干渉の様子が異なることについてはまだ不明であるが、一応、イオン化干渉とアルカリ金属の酸化物の生成による干渉があることを推定した。

本研究によって、アルカリ塩類の種類と共存量、B・H及びアセチレン流量の差により、干渉の種類と程度が異なることが判明した。

したがってストロンチウムの原子吸光定量には、アセチレン流量4.0ℓ/min、B・Hの大きい値で測定すれば、比較的吸光度も高く、アルカリ塩類の影響もなく測定できる。

文 献

- 1) 日色, 川原, 田中, 平井: 分析化学, 24(1975)275
- 2) 渡部, 日色, 蔵本: 本報告, No.22(1979)55
- 3) 渡部, 日色: 中国工業技術, No.14(1981)7

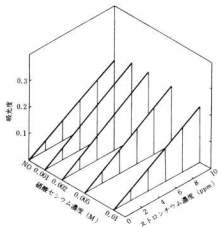


図8 硝酸セシウム共存下でのストロンチウムの検量線
アセチレン流量2.5ℓ/min, B・H7.5mm
0.001M-HNO₃

酸セシウムで、アセチレン流量は2.5ℓ/minと少燃料フレームの条件で得た結果である。本条件は先にのべたように、硝酸リチウムより硝酸セシウムのほうが干

平成
度を
同

アル
干渉
様子
イオ
干渉が

、B
と程

、ア
測定寸
もな

昭和56年10月5日印刷
昭和56年10月15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)②643895

支場 〒720 福山市山手町砂畑
TEL福山局(0849)③2732

印刷所 松広印刷株式会社
呉市東中央3丁目4-4
TEL②2175・③0989