

呉工業試験場報告

No. 25

October 1982

目 次

抄 録

- | | | |
|------------------------------------|-----------------------------|----|
| 1. 円筒研削盤の運転制御システムの開発 | 南良良治・中塩武之・池田哲宏・松垣和生
斯波信雄 | 1 |
| 2. マイコンによるコンクリート圧縮試験機の自動化 | 永山博夫・小池 明・金本 正 | 4 |
| 3. マイコン内蔵GTOインバータの試作 | 馬場祥宏・松垣和生 | 7 |
| 4. コンピュータを利用したやすりの切れ味・耐久性測定装置の開発 | 片岡 豊・永山博夫・南良良治・大下 巖 | 9 |
| 5. やすりの切削性能評価 | 山崎隆志・片岡 豊 | 12 |
| 6. アルミ製小型漁船における実働応力の測定と解析 | 畑 徳宜・永山博夫 | 15 |
| 7. アルミニウム合金溶接構造物に関する研究 | 蒲田政信・芳野光利・西川浩成・好漢芳邦
畑 徳宜 | 19 |
| 8. 換気用ノイズフィルタの試作 | 斯波信雄・吉池啓術 | 22 |
| 9. 鋼材の予熱による省エネルギー対策 | 平田敏明・野地英治・鈴木 寛・田谷征雄 | 25 |
| 10. コールドボックス造型装置の試作と造型技術 | 小林賢治・京極秀樹・田谷征雄・兼広二郎
加城正義 | 29 |
| 11. フレームレス原子吸光法によるホワイトメタル中のビスマスの定量 | 大橋俊彦・渡部英雄・広和 尚 | 33 |
| 12. りん酸系塗装前処理剤及び特殊防錆塗料に関する一実験 | 酒井隆司・清水達磨・梶岡 秀 | 37 |
| 13. オフセット砥石金型の耐久性の改善 | 清水達磨・酒井隆司・梶岡 秀・梅本武博
奥本昇生 | 40 |
| 14. 市販無電解ニッケルめっき液の性能比較実験 | 清水達磨・梶岡 秀・酒井隆司 | 43 |
| 15. PVA砥石の製造条件と結合材の物性 | 藤本宗之・金本 正・浜岡英男・清水加津子 | 46 |
| 16. 広島印刷団地の排水処理対策 | 丸下清志・山根康男・蔵本範雄 | 49 |
| 17. 炭素繊維等のハイブリッドFRPへの応用(その1) | 好漢芳邦・奈良忠司・高崎宗利・蒲田政信 | 53 |

BULLETIN

of the

KURE INDUSTRIAL RESEARCH INSTITUTE HIROSHIMA PREFECTURAL GOVERNMENT

Vol. 25

October 1982

Contents

Scientific Papers

- Development of Operating Control System for Cylindrical Slinger
NARA Ryoji, NAKASHIO Takeyuki, IKEDA Tetsuhiro, HIGAKI Kazuo and SHIBA Nobuo 1
- Automated Concrete Compression Test
NAGAYAMA Hiroo, KOIKE Akira and KANAMOTO Tadashi 4
- New Inverter Employing GTO Thyristor and Micro-processor
BABA Yoshihiro and HIGAKI Kazuo 7
- Development of Computer-Aided File Cutting Ability
and Durability Measuring Installation
KATAOKA Yutaka, NAGAYAMA Hiroo, NARA Ryoji and OSHITA Iwao 9
- Cutting Ability Evaluation of File
YAMASAKI Takashi and KATAOKA Yutaka 12
- Actual Stress Measurement and Analysis in Aluminium Fishing Boat
HATA Noriyoshi and NAGAYAMA Hiroo 15
- Studies of Al-Mg Alloys to Welded Structures
KAMADA Masanobu, YOSHINO Mitutoshi, NISHIKAWA Hironari,
YOSHIMITSU Yoshikuni and HATA Noriyoshi 19
- Trial Improvement of Sound-Deadening Device to Ventilate Used in
Enclosed Building of Factory
SHIBA Nobuo and YOSHIIKE Hiroyuki 22
- Effects of Preheating of Materials on Fuel Saving
HIRATA Toshiaki, NOJI Hideharu, SUZUKI Hiroshi and TADANI Isao 25
- A Study of the Use of Cold Box Processes for Iron Castings
KOBAYASHI Kenji, KYOGOKU Hideki, TADANI Isao,
KANEHIRO Jiro and KAJO Masayoshi 29
- Determination of Trace Bismuth in White Metal by Flameless Atomic
Absorption Spectrometry
OHASHI Toshihiko, WATANABE Hideo and OUWA Takashi 33
- Experiments on Phosphate Pretreatment Agents and Anticorrosive Paints
SAKAI Takashi, SHIMIZU Tatuma and KAJIOKA Hideshi 37
- Improving Endurance of Resinoid Grinding Wheel Metal Mold
SHIMIZU Tatuma, SAKAI Takashi, KAJIOKA Hideshi,
UMEMOTO Takehiro and OKUMOTO Nobuo 40
- Evaluation of Commercial Electroless Ni Plating baths
SHIMIZU Tatuma, KAJIOKA Hideshi and SAKAI Takashi 43
- Preparing Conditions of PVA Abrasive Wheel and Bond Properties
FUJIMOTO Muneyuki, KANAMOTO Tadashi, HAMAOKA Hideo and SHIMIZU Katsuko 46
- Waste Water Treatment in Hiroshima Printing Industrial Park
MARUSHITA Kiyoshi, YAMAGATA Yasuo and KURAMOTO Norio 49
- Application of Carbon Fibrous Materials and Other Fibrous Materials to Hybrid FRP
YOSHIMITSU Yoshikuni, TAIRA Tadashi, TAKASAKI Munetoshi and KAMADA Masanobu 53

Published by

KURE INDUSTRIAL RESEARCH INSTITUTE HIROSHIMA PREFECTURAL GOVERNMENT

6-21, Nishichuo 3 chou Kure-shi
Hiroshima 737 Japan

円筒研削盤の運転制御システムの開発

南良良治, 中畑武之, 池田哲宏, 松垣和生, 斯波信雄

円筒研削加工中に発せられる騒音・振動の信号から研削加工面に焼けや送り、びびりマークなどの工作物の異常現象の検知システムを開発し、これらの異常が発生する直前に加工の中断、機械の停止をはかる機械制御システムを試作した。制御システムは、まず研削盤心押台上の振動加速度ピックアップからの信号を入力信号前置処理部で増幅、雑音除去、半波整流などの

アナログ処理を行い、振動波形を平滑化し、低周波成分のみを取出してコンパレータで設定基準電圧以上の信号をパルス変換しマイクロコンピュータに取組む。そこで波形の特徴を一定の法則で解析することにより異常現象を検出し、機械制御部に制御信号を送り、リレーを動作させることによって、加工の中断や機械の停止を行う。

P 1 ~ 3 表 0, 図 4, 写真 2, 文献 2

マイコンによるコンクリート圧縮試験機の自動化

永山博夫, 小池 明, 金本 正

コンクリート圧縮試験機の駆動、成績書の発行は、従来人手を要する業務であるため、マイコンによる自動化を行った。その結果は

1. 最大荷重の自動測定及び成績書の自動作成
2. 圧縮試験機駆動のエアシリンダによる機械化が可能となった。圧力検出にはひずみゲージ式圧力変換器を用い、試験条件の設定はロータリースイッチを

用いた。また、プログラムのバイト数は約 3KB であった。このシステムは鉄筋の引張試験への適用も容易である。

今後の課題は、成績書の漢字処理、データ処理装置の小量化が挙げられる。

P 4 ~ 6 表 1, 図 3, 写真 2, 文献 3

マイコン内蔵 GTO イソバタの試作

馬場祥宏, 松垣和生

インバータは周波数制御により誘導電動機の無段変速を可能にする装置として最近注目を浴びており、ポンプ、ブロウをはじめとする広範囲な産業分野にわたって応用が試みられている。

また、ゲート信号により ON, OFF が可能である GTO (ゲートターンオフ・サイリスタ) はインバータの回路構成を簡略化することができるため、パワーエ

レクトロニクスの分野で注目されている。

そこで、GTO のゲート信号をシングルボードコンピュータで制御することによって PWM 電圧制御方式によるインバータを試作し、誘導電動機の手動制御を試みた。

P 7 ~ 8 表 1, 図 4, 写真 1, 文献 4

コンピュータを利用したやすりの切れ味・耐久性測定装置の開発

広島県の特産の一つであるやすりは全国生産の 80 兆以上にもなっており、従来からやすりの切れ味・耐久性についての試験は行われていたが、旧来の装置は老朽化し、そのうえ、長時間の人手作業を要するものであった。

本装置はこれらを全面的に改善しており、その特徴は第 1 に主として空気圧回路により、機械本体の構成

片岡 豊, 永山博夫, 南良良治, 大下 巖を行うことによって切削条件の変更が容易であるとともに取扱いも簡単である。

第 2 に試験された切削データが自動的にコンピュータにより実行されるので、旧来のやすり試験装置と比べて迅速であると同時に試験データの信頼性が非常に高くなった。

P 9 ~ 11 表 0, 図 6, 写真 0, 文献 1

やすりの切削性能評価

昭和55年度 当場において開発された全自動やすり切れ味、耐久性測定試験機を使用して、やすり目の形状と切削性能の関係を調べると共に、ケミカルミーリングされたやすり、外国製やすりの切削性能についても併せて調査を行った。

やすり目の形状による切削性能については、切刃逃げ角よりも切刃すくい角の影響が大きい。またケミカ

ルミーリングによるやすりについては、切削性能向上には有効であり、今回の実験では約10～36%の切れ味の増加を見た。外国製やすりと国産やすりの切削性能比較については、国産やすりも向上しており、外国製やすりに決して劣らないなどの結果を得た。

山崎隆志, 片岡 豊

P 12 ~ 14 表1, 図4, 写真2, 文献2

アルミ製小型漁船における実働応力の測定と解析

製品に働く実働応力を把握して強度評価を行うことが、信頼性、安全性を高めるうえで重要であり、それらのデータを設計に反映することを目的として、アルミ製小型漁船で実働応力の測定を行い、得られたデータをレインフローアルゴリズムで解析した。

測定した応力波形を周波数分析すると、エンジンの振動と同じ基本周波数に高調波が重畳したものであり、

エンジン回転数の増加と共に応力値が増加し、パネルの固有振動数がエンジンの振動周波数に近いほど大きな応力値になった。データをレインフローアルゴリズムで分解合成すると、応力頻度分布に二つのピークが存在し一つは基本成分によるもの、他方は高調波成分によるもので実際の波形とよく一致していた。

畑 徳宜, 永山博夫

P 15 ~ 18 表2, 図6, 写真0, 文献4

アルミニウム合金溶接構造物に関する研究

アルミニウム合金漁船に使用されているA5083 合金の突合せ溶接継手において母材の引張強さの規格値(28kgf/cm²以上)を満足しないことがしばしば問題となっているため、アルミニウム合金漁船によく使用される板厚6mmのA5083の片面一層溶接を行い、引張強さや靱性組織におよぼす溶接入熱の影響について実験した。

その結果、溶接入熱12960 J/cm 以下の溶接で規格値を満足することができるが溶込み不足やブローホールは引張強さを著しく低下させることがわかり、欠陥のない継手を得るよう溶接することが必要である。

蒲田政信, 芳野光利, 西川浩成, 好満芳邦, 畑 徳宜

P 19 ~ 21 表2, 図5, 写真1, 文献0

換気用ノイズフィルタの試作

換気用ノイズフィルタとして1段部張形吸音ダクトを試作し、その性能測定実験を行った。実験した吸音ダクトは“標準形”, “標準中子入”, “曲り”, “曲り中子入”の4種類である。

吸音ダクトの効果としては消音特性(音源音圧レベルの周波数特性-吸音ダクト出口音圧レベルの周波数特性)という形で評価してみた。音源としては純音(

50Hz~2KHz)をスピーカから出した。その結果、消音特性は空洞部の長さに影響され、標準形吸音ダクトより曲り吸音ダクトの方が全般的に良好な消音特性を示す。中子を入れることによる消音特性への影響は、曲り吸音ダクトより標準形吸音ダクトの方が大きくなることがわかった。

斯波信雄, 吉池啓樹

P 22 ~ 24 表1, 図9, 写真0, 文献2

鋼材の予熱による省エネルギー対策

平田敏明, 野地英治, 鈴木 寛, 田谷征雄

セラミックファイバー-施工製造炉に予熱室を用いて、以上のとおり予熱の効果は、明確だが、予熱のための材料の予熱を行い省エネルギー-効果を検討した。作業が必要となるのが問題である。

- (1) バーナーは中圧バーナーと、比例制御の低圧バーナーを用いたが、中圧バーナーを使用して材料を予熱した時の、熱効率が高かった。
 (2) 中圧バーナーを使用して、材料の予熱をした場合、鋼材トン当りの燃料使用量は、約14%低減できた。

P 25 ~ 28 表5, 図5, 写真0, 文献1

コールドボックス造型装置の試作と造型技術

小林賢治, 京極秀樹, 田谷征雄, 兼広二郎, 加城正義

フラン系樹脂を使用するボックスタイプのコールドボックス装置を試作した。位置の検討が必要である。
 粒度指数の異なる5種類の配合砂による試験片を作成し、圧縮強さ、表面安定性、流動性、通気度について、鋳型としての性能評価を行い、あわせて2種類の中子製作実験も行った。使用する珪砂の粒度分布はガッシング時間および強度、SSIに影響を与える。複雑な模様は、ペントホルの、
 位置の検討が必要である。
 亜硫酸ガス吸収塔は、ノズルの選択、多段シャワー方式で十分に性能を発揮し、小型軽量化ができた。

P 29 ~ 32 表6, 図2, 写真3, 文献1

フレームレス原子吸光法によるホワイトメタル中のビスマスの定量

大橋俊彦, 渡部英雄, 応和 尚

ホワイトメタルの性質に悪影響を及ぼす微量ビスマスを管理するため、フレームレス原子吸光法による分析法を検討し、以下のような結果を得た。
 ときの標準偏差は2.2%であり、再現性は良好であった。

試料溶液の液性は硝酸と過塩素酸による混酸が最適であった。またチオ尿素の添加により大きな増感効果が現われ、スズ、アンチモンの共存による正の干渉も除去できた。ビスマス溶液を10回繰り返し測定した。
 なお、実試料についてJIS法と本研究で確立した分析法とによる結果を比較したところ、よく一致しており、十分利用できることがわかった。

P 33 ~ 36 表3, 図6, 写真0, 文献3

りん酸系塗装前処理剤及び特殊防錆塗料に関する一実験

酒井隆司, 清水達磨, 梶岡 秀

大型鉄鋼構造物の塗装前処理の簡易化の一つとして処理により向上した。促進耐候、耐候試験は大きな差は認められなかったが、耐塩水噴霧性は処理剤よりも素地調整方法の影響が大きく、二種・三種ケレンでは不十分で早期にふくれを生じた。以上のように防錆性に改善の余地が認められた。
 錆の上に直接塗布し、そのまま塗布し、上塗りができるといわれる市販りん酸系塗装前処理剤及び踏転換型特殊顔料系プライマーの性能調査を目的としてSPGC, SPHC及び赤さび鋼板を二種ケレン、三種ケレンした4種類の塗装下地に、7種類の塗装仕様で試験片を作成し比較試験した。その結果、密着性はりん酸系除錆

P 37 ~ 39 表3, 図1, 写真0, 文献3

オフセット砥石金型の耐久性の改善

清水達磨, 酒井隆司, 梶岡 秀, 梅本武博, 奥本昇生

広島県で多量に生産されているオフセット砥石の加工成型用金型は、硬い砥粒により摩擦消耗がはげしく、製品の寸法精度の低下、バリの発生及び金型寿命が短い等の問題がある。この対策として、現用の普通鋼鉄製金型に高硬度耐摩耗性の無電解めっき等の9種類の表面処理を施し、工場実験により耐摩耗性の比較をすると同時にテーパ式摩耗試験を行い結果を比較し

た。砥石成型数350枚/金型の段階で、複合無電解ニッケルめっき熱処理品及び工業用クロムめっきがキズ・摩耗が少なく良好で、耐久性の向上に効果があることがわかった。これは、摩耗輪に弾性輪CS-10を使用したテーパ式摩耗試験結果と同じ傾向を示した。

P 40 ~ 42 表0, 図2, 写真0, 文献0

市販無電解ニッケルめっき液の性能比較実験

丸下清志, 清水達磨, 梶岡 秀, 酒井隆司

次亜りん酸ナトリウムを還元剤とする無電解ニッケルめっきは、均一析出性、耐食性が良く高硬度耐摩耗性めっきとして良く知られており、県内でも高付加価値の機能めっきとして高い関心を持たれている。めっき業者が、市販めっき液を選定するための参考資料を得るために、薬品メーカー9社の協力を得て6ターンまでの連続めっき実験を行いめっき析出速度、硬さ、耐

食性等の比較試験を行った。めっき析出速度は銘柄により、1ターン目で1.4倍の差があり、6ターン目の析出量、連続使用時の析出速度の安定性等にも差がみられた。また、耐塩水噴霧試験でも銘柄、ターン数により大きな差があり、企業が市販液を採用するにあたって十分に検討する必要が認められた。

P 43 ~ 45 表2, 図0, 写真0, 文献0

PVA 砥石の製造条件と結合材の物性

藤本宗之, 金本 正, 坂岡英男, 清水加津子

ポリビニルアセタール(PVA)砥石の製造条件が、砥石気孔率に及ぼす影響と、砥石結合材が湿度によりどのように変化するかを実験により調べた。

原料のポリビニルアルコールは重合度1800前後の完全けん化物がよく、重合度がこれ以上でも以下でもよくない。ホルマリンは理論量以上必要で、添加量が多いほど砥石の乾燥収縮が小さくなり、気孔率は大き

くなる。気孔形成材としてでん粉を使用すると、微細気孔が得られる。粉末アルミニウムとでんぷんを併用すれば80%以上の高气孔率が得られるが、気孔径が粗くなり、精密仕上げ砥石には不向きである。砥石結合材は未反応水酸基を残しているため空気湿度が高くなると吸湿し弾性率が低下する。

P 46 ~ 48 表0, 図5, 写真0, 文献8

広島印刷団地の排水処理対策

丸下清志, 山泉康男, 藏本範雄

広島印刷団地(協)の排水対策は、組合事業として現像液、定着液、PS版等の濃厚な廢液を処理するのは、組合の技術力、経費負担からみて不得策であり、組合員ごとに貯槽を設置させ、回収専門業者へ委託し水洗水だけを集中共同排水処理することを計画した。

処理の方法は、排水を水質の違いにより、A系(フィルム水洗水・減力排水)、B系(PS版水洗水)、C

系(水練水洗水)に分別し、それぞれに中和法・凝集沈殿法・浮上分離吸着法による処理方法を選定した。

完成後の排水調査の結果、3系統の受槽水質は系統別処理方式の選定を是認したが、C系統に採用した処理装置について一部改善の必要を認めた。処理水はほぼ設計目標値を満足するものであった。

P 49 ~ 52 表7, 図2, 写真0, 文献0

オフセット砥石金型の耐久性の改善

清水達磨, 酒井隆司, 梶岡 秀, 梅本武博, 奥本昇生

広島県で多量に生産されているオフセット砥石の加工成型用金型は、硬い砥粒により摩滅損耗がはげしく、製品の寸法精度の低下、バリの発生及び金型寿命が短かい等の問題がある。この対策として、現用の普通鋼鉄製金型に高硬度耐摩耗性の無電解めっき等の9種類の表面処理を施し、工場実験により耐摩耗性の比較をすると同時にテーバー式摩耗試験を行い結果を比較し

た。砥石成型数350枚/金型の段階で、複合無電解ニッケルめっき熱処理品及び工業用クロムめっきがキズ・摩耗が少なく良好で、耐久性の向上に効果があることがわかった。これは、摩耗輪に弾性輪CS-10を使用したテーバー式摩耗試験結果と同じ傾向を示した。

P 40 ~ 42 表0, 図2, 写真0, 文献0

市販無電解ニッケルめっき液の性能比較実験

清水達磨, 梶岡 秀, 酒井隆司

次亜りん酸ナトリウムを還元剤とする無電解ニッケルめっきは、均一析出性、耐食性が良く高硬度耐摩耗性めっきとして良く知られており、県内でも高付加価値の機能めっきとして高い関心を持たれている。めっき業者が、市販めっき液を選定するための参考資料を得るために、薬品メーカー9社の協力を得て6ターンまでの連続めっき実験を行いめっき析出速度、硬さ、耐

食性等の比較試験を行った。めっき析出速度は銘柄により、1ターン目で1.4倍の差があり、6ターン目の析出量、連続使用時の析出速度の安定性等にも差がみられた。また、耐塩水噴霧試験でも銘柄、ターン数により大きな差があり、企業が市販液を採用するにあたって十分に検討する必要が認められた。

P 43 ~ 45 表2, 図0, 写真0, 文献0

PVA 砥石の製造条件と結合材の物性

藤本宗之, 金本 正, 梶岡英男, 清水加津子

ポリビニルアセタール(PVA)砥石の製造条件が、砥石気孔率に及ぼす影響と、砥石結合材が湿度によりどのように変化するかを実験により調べた。

原料のポリビニルアルコールは重合度1800前後の完全けん化物がよく、重合度がこれ以上でも以下でもよくない。ホルマリンは理論量以上必要で、添加量が多いほど砥石の乾燥収縮が小さくなり、気孔率は大き

くなる。気孔形成材としてでん粉を使用すると、微細気孔が得られる。粉末アルミニウムとでんぷんを併用すれば80%以上の高气孔率が得られるが、気孔径が粗くなり、精密仕上げ砥石には不向きである。砥石結合材は未反応水酸基を残しているため空気湿度が高くなると吸湿し弾性率が低下する。

P 46 ~ 48 表0, 図5, 写真0, 文献8

広島印刷団地の排水処理対策

丸下清志, 山梨康男, 蔵本範雄

広島印刷団地(協)の排水対策は、組合事業として現像液、定着液、PS版等の濃厚な廃液を処理するのは、組合の技術力、経費負担からみて不策であり、組合員ごとに貯槽を設置させ、回収専門業者へ委託し水洗水だけを集中共同排水処理することを計画した。

処理の方法は、排水を水質の違いにより、A系(フィルム水洗水・減力排水)、B系(PS版水洗水)、C

系(水機水洗水)に分別し、それぞれに中和法・凝集沈殿法・浮上分離脱着法による処理方法を選定した。完成後の排水調査の結果、3系統の受槽水質は系統別処理方式の選定を是認したが、C系統に採用した処理装置について一部改善の必要を認めた。処理水はほぼ設計目標値を満足するものであった。

P 49 ~ 52 表7, 図2, 写真0, 文献0

炭素繊維等のハイブリッドFRPへの応用(その1)

高強度炭素繊維トレカ T300, ケブラー 49 ならびにガラス繊維布を用いたハイブリッド FRP の検討を昭和 56 年度からはじめた。今回は炭素繊維を中心に熱的特性, 複合材料の機械的特性, 剛性強度特性, ならびに一部ハイブリッド化の検討を行った。それらの結果を要約すると, 1) 炭素繊維の接着性は他の繊維に比べて低い。そのため表面処理が必要である。熱酸

好満芳邦, 秦良忠司, 高崎宗利, 蒲田政信
化的処理が有望であるが, その場合重量減少率を 3% 程度に押えなければならない。2) ハイブリッド化における炭素繊維の役割は強度よりも剛性に求めるのがよい。また, 軽量化をはかり, 同時に機能を保ちつつコストを下げる方向での検討が必要である。以上, 今後検討すべき問題を提起することができた。

P 53 ~ 56 表 3, 図 6, 写真 0, 文献 16

異常音検出システムに関する研究

円筒研削盤の運転制御システムの開発

南良良治, 中塩武之, 池田哲宏
 検垣和生, 斯波信雄

1. 緒 言

最近の技術研究課題の中に製品の高度化, 生産の合理化, 省資源・省エネルギー対策を実現させるための省力化・自動化の一手法として, NC 工作機械の機能拡大や自動機などについても工具摩耗検知, 加工精度インプロセス計測, 工作物異常検知などの監視装置の開発が重要な課題となっている。¹⁾

そこで本研究では, 工作物異常検知システムの開発を目的として円筒研削盤を対象とし, 加工中の仕上面精度と研削中に発せられる騒音振動などの信号から仕上面精度との相関性を求め, 加工中の研削焼けや送りマーク, ひびりマークなど仕上面性状の異常現象をインプロセス検知すれば自動化を旨とする工作機械を限界条件いっぱいまで効率的に使用することが可能となる。

本研究では, これらの異常現象を騒音・振動の信号からインプロセスで正確に検出し, 波形の特徴をマイクロコンピュータ(以下マイコンと称する)により解析することで加工の中断, 機械の停止などをはかる機械制御システムを開発したので, 概要を報告する。

2. 異常現象の信号検出

制御に用いる騒音振動の信号は, 研削盤の各所でその適否を検討したが, 結局写真1に示す心押台センター上の前後水平方向振動が最も加工物の仕上面精度との相関性があり, この部分に振動加速度ピックアップを取りつけ, その出力信号を制御信号とした。なお騒音については, 研削液の噴射音や周囲の環境騒音で本来の研削音がマスキングされるために, この種の制御信号としては不適当と考えた。

研削条件は被削材を S43C, SKD61 各焼入材 SUS 304 素材を研削砥石 WA 60, 100 J 5V 砥石で円筒フライバース研削を行い, 心押台上に位置するピックアップの加速度出力をまずデータレコーダに集録し, スペクトラムアナライザにより, 砥石目直し直後からび

り振動が発生するまでの研削過程における波形解析を行った。さらに仕上面あらさ及び真円度を測定し, 仕上面精度と振動の相関性を求めた。

その一例を図1, 図2に示す。円筒研削盤による精密研削加工では, 図1(a)に示すように正常研削状態では比較的均一な振動加速度波形を示し, 仕上面あらさ, 真円度も良好な結果を示す。しかし, 研削加工の進行にともない砥石の目づまりや摩耗が発生し, 砥石の切れ味が鈍化する。このため研削加工面に研削焼けやらせん状の送りマークが発生し, 仕上面あらさは送りマークの条こん部で5~7 μmの段差が生じ真円度も不良となり, 振動加速度も図1(b)のように波形は変化してくる。なお研削を続行すると自動振動が発生し, 研削砥石と被削材が衝撃的な当りをし, 被削材表面にひびりマークが生じ図1(c)のような波形になる。

通常の研削加工では, 製品の不良を防ぐ上で少なくとも図1(b)の状態以前に研削加工を中止する必要がある。波形の特徴としては異常現象が発生し始めると振

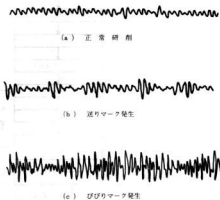


図1 研削仕上面状態における振動加速度波形

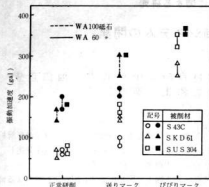


図2 研削仕上げ面精度と振動の相関性

幅が図1に示すように上昇するのに加え、比較的低周波成分で振幅変調された波形となり、仕上げ面精度の変化によく対応するため、この傾向を数量的に評価することで波形から正常、異常を判断する方法を採用した。異常現象の判断基準となるインターフェース内のコンパータ基準電圧 (V_0) の設定は、図2に示す送りマークが発生する直前の各種研削加工条件における振動



写真1 信号検出位置

加速度をいったんプリアンプで増幅し、その出力を図3の入力信号前置処理部で処理した値を基準電圧とした。したがって、使用する研削砥石や被削材によって基準電圧の設定値は異なる。

3. 制御システム

3.1 機械制御のためのハードウェア

制御のためのハードウェアは写真2、図3に示すように大別して、“入力信号前置処理部”、“マイコン”

“機械制御部”に分けられる。

まず振動加速度ピックアップの出力電圧をプリアンプで増幅し、入力信号前置処理部のアナログ処理回路に入力する。この部分は主にローパスフィルタと半波整流回路²⁾で構成され、研削と無関係のリブル雑音を除去、また振動波形を平滑化し、低周波の変調波成分のみを取出してボルテージフォロウでパルス変換部に入力する。

パルス変換部では、まずコンパレータで設定される電圧 V_0 を基準として、入力電圧と比較しながら V_0 より大きい電圧のみ取出して、ワンショットマルチバイブレータで一定幅のパルスとした後マイコンに取り込まれる。

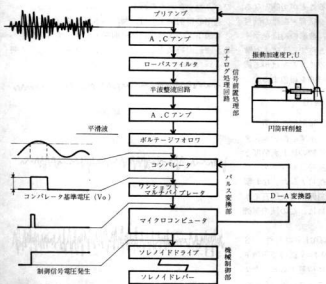


図3 ブロックダイアグラム

3.2 マイコンによる異常判断のためのソフトウェア

マイコンによる異常判断は、基本的にはワンショットマルチバイブレータから取り込んだパルス信号を、一定の法則でカウントしていき、その数から正常、異常を判断する。そのソフトウェアの処理概要を図4に示す。まず“パルス1”が入力されるとカウントレジスタは“1”となり、その後1秒以内に“パルス2”が入力されればカウンタは“2”となる。同様に次々と1秒以内にパルスが発生してくれば、順次カウンタは増加していく。この場合1秒以内に数回パルスが発生すれば、その数だけカウンタの数は増加し、カウンタが“5”になると異常と判断し、マイコンより機械停止のための制御信号が研削盤の制御部に送られ、機械は停止する。

この際、発生パルスの間隔が1秒をこえればカウント途中でもカウンタはリセット〔0設定〕され、次のパルスの発生から新たにカウントを開始する。この処理により何らかの原因で突発的なパルスが入力しても研削盤が誤動作することを防止している。

機械の制御機構は写真2に示すように、机上にインターフェース、マイコン及びリレー駆動用電源を配置し、円筒研削盤正面下部に砥石後退用操作レバーやテーブル駆動停止用レバーを作動させるためのソレノイドやリレーを制御ボックスに配置した。

制御方法は研削加工条件に合わせてソフトウェアにより基準電圧を設定し、図3に示すインターフェース内のD-A変換器を通して異常現象を検出し、マイコン

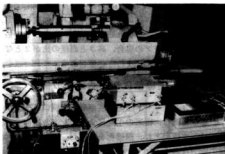


写真2 制御システム

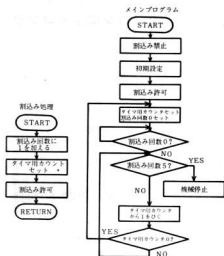


図4 プログラム構成

からの出力信号によりソレノイドリレーを作動させて機械を制御する。

もう一つの制御方法はコンプレータ基準電圧 V_0 を可変抵抗器のボリューム調整により電圧設定を行い、マイコンからの出力信号により、ハイパワーリレーからソレノイドを作動させ、砥石台を後退させた後、同様な方法でテーブルの動きを数秒後に停止させる。

4. 結 言

工作物の異常を検知する方法として、研削加工では使用する研削砥石、被削材によって仕上面性状と振動加速度は相関性があり、振動をインプロセスで検出することにより異常現象の予知は可能である。

これらの現象をマイコン応用データ処理回路と機械制御装置により、工作物の異常現象が発生する直前に機械を停止させることが可能となった。

5. 文 献

- 1) 吉田嘉太郎：日経メカニカル1980.5 P172 (1980)
- 2) 江村 超：機械設計別冊25巻9号P24-38 (1981)

マイコン応用に関する研究(第1報)

マイコンによるコンクリート圧縮試験機の自動化

永山博夫, 小池 明, 金本 正

1. 緒 言

マイクロコンピュータは1971年、インテル社から発表されて以来、その計算・制御機能を生かし、電子レンジ、エアコン等の家電製品から、CNC工作機械、計測機器等の産業分野へと多方面に応用されている。

マイコンの応用分野が拡大するに従い、その価格も大幅に低下し、現在はワンチップが数百円で入手可能となっている。このように、非常に手ごろとなったマイコンを応用し、従来人手に頼っていたコンクリート圧縮強度の測定、成績書の作成の自動化を行ったので以下に報告する。

2. コンクリート圧縮試験

コンクリートの圧縮試験は、ビル、橋等の建築工事に伴い、義務的に生ずるもので、現場における依頼試験総件数の約15%(55年度)を占めている。又コンクリート圧縮試験機の駆動、成績書の発行は人手に頼っているため、労力を要するものとなっていた。

コンクリートの圧縮試験は、通常標準供試体で行われる。標準供試体は円柱形で、一般に直径10cmと15cmの2種類があり、高さは直径の2倍である。供試体の養生は、強度のばらつきを少なくするため、周囲湿度 20 ± 3 ℃の湿潤環境中で圧縮試験日まで行う。

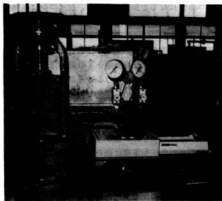


写真1 コンクリート圧縮強度自動測定機の外観

圧縮試験は、材令(型にコンクリートを流し込んでからの経過日数)が7日又は28日で行うのが標準である。実際の構造物に用いたコンクリートの強度を測定するには、構造物から切り取ったコアにより、その強度を測定する。コアの場合、高さと同径の比が2とならない場合強度の補正を行う必要がある。

3. 圧縮強度自動測定機の構成

図1にコンクリート圧縮強度自動測定機の構成を示す。駆動装置は、従来の手動によるハンドル操作をエアシリンダ駆動とし、機械化を計った。圧縮試験機本体の能力は最大100tである。プリンタとしては、トラクターフィードとフリクションフィードの両方が可能なエプソンMP-80を使用した。写真1にコンクリート圧縮強度自動測定機の外観を示す。左から、圧縮試験機本体、データ処理装置、プリンタである。

データ処理装置の内部構成を図2に、外観を写真2

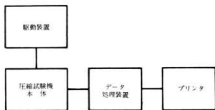


図1 コンクリート圧縮強度自動測定機の構成

に示す。コンピュータ部には、ワンボードマイコン（アドテックASC-80Z）を使用した。このボードは、CPUにZ80（2.5MHz）を使用しており、ROMは2716、RAMは2114、I/Oポートには8255を用いている。

試験条件（試験年月日、直径、高さ、材合、試料数、試料の種類）は正面パネルのサムロータリスイッチで設定する。荷重の検出は、従来機械式の圧力ゲージで行っていたが、ひずみゲージ式圧力変換器に置き換えた。圧力変換器からの荷重出力は、アンプで増幅され、A-D変換された後、マイコンに0.1秒間隔で取り込まれている。荷重の変化は非常に遅いため、0.1秒間隔のサンプリングでも十分な荷重検出精度が得られた。アンプによる荷重のゼロドリフトの低減のため、マイコンにより、荷重のゼロ補正を検出時ごとに行っている。荷重は、試験中はLEDに4桁デジタルでピーク値表示されている。

圧縮強さは、試験終了後、試験条件と共に、自動的にプリントアウトされる。例にコンクリート標準供試体の場合のプリントアウト例を示す。この場合、試験方法、試験年月日、記号、材合、直径、最大荷重圧縮強さを印字している。

データ処理装置の計測可能な最大荷重は120tで、精度は±0.5%であった。試料としては、上記コンク

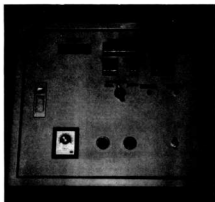


写真2 データ処理のパネル外観

リート標準供試体のほか、コア、空胴ブロック、レンガの試験ができる。コアの場合、材合は印字されず、圧縮強度は直径・高さ比により補正された強度が印字される。空胴ブロックの場合、直径設定スイッチに規定のブロック厚さ（100、120、190mm）を入力させている。レンガの場合、直径設定スイッチに、受任面積を直接入力させている。

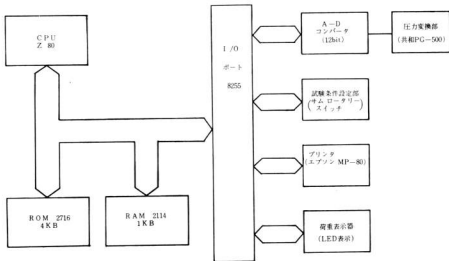


図2 データ処理装置の構成

試料名・数量：

試験項目：強度試験

試験方法：JIS A 1108 による。

試験結果：試験年月日 昭和 57年 5月 4日

供試体			最大荷重 (kg)	圧縮強さ	
記号 (B)	寸法 (mm)			kg/cm ²	N/cm ²
1	28	10	14200	181	17.7
2	28	10	13900	177	17.4
3	28	10	15100	192	18.9
--	--	--	----	---	---

備考

例 成績書プリントアウト例

4. 圧縮試験のフローチャート

図3に圧縮試験のフローチャートを示す。ここでT Cは試験回数である。試験は、荷重が3以上に上昇すると開始し、サムロータリスイッチからの試験条件を入力する。次に荷重が最大荷重を過ぎると1試料の試験が終了し、試験結果がプリントアウトされる。この過程は、試験回数が設定試料数に達するまで繰り返される。

四則演算、BCD-JIS交換、BCD-2進変換、2進-BCD変換のプログラムは文献2を参考に作成した。四則演算は、48 bitの固定小数点演算として、計算精度を確保した。

本プログラムは、メインプログラムと、10のサブプログラムから構成され、その合計バイト数は約3KBであった。

5. 結 言

マイコン応用によるコンクリート圧縮試験機の自動化研究により次の事が可能となった。

1. 最大荷重の自動測定及び成績書の自動作成
 2. 圧縮試験機駆動のエアシリンダによる機械化
- これらにより、圧縮試験業務の大幅な合理化が計られた。このシステムは、鉄筋の引張試験への適用も容易であり、現在検討中である。

今後の課題としては、成績書の漢字処理、データ処理装置の小型化、圧力変換器の高精度化が挙げられる。

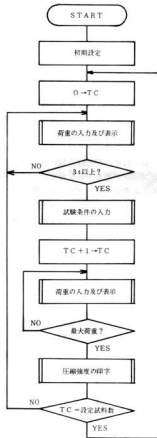


図3 圧縮試験メインプログラムのフロー

6. 文 献

- 1) 横田英一：マイクロコンピュータ Z 80 の使い方もム社刊
- 2) 庄司涉他：Z 80 マイコンプログラムテクニック 電波新聞社刊
- 3) 江村 超：機械設計 25 巻 9 号 P91~94 (1981)

電子実装技術に関する研究

マイコン内蔵GTOインバータの試作

馬場 祥宏、松垣 和生

1. 緒 言

電力変換回路にGTO(ゲートターンオフ)を、制御回路にマイコンを使用したインバータの試作報告をする。インバータは周波数制御により誘導電動機の無段変速を可能にする装置として最近注目を浴びており、ゲート信号により on, off 制御可能なサイリスタであるGTOは今後の電力用素子として期待されている。また、マイコンは主に制御用カスタムLSIの代用として採用したが、追加機能として回転速度及び時間設定のプログラマブル化を実現している。

2. 構 成

図1に試作インバータの構成ブロック図を示す。

マイコンはシングルボードマイコンTK-85を使用している。ユーザはまずTK-85モニタプログラムにより、キーボードからRAMの指定番地に周波数及び時間設定を行う。(図2参照)次にROMの指定番地から書き込まれている制御プログラム(アセンブラ 約300行)を実行する。このプログラムはRAMに格納

されている周波数及び時間を読み出し、それに応じたタイミングパルスをI/Oポートに出力するとともに、空き時間を利用して電動機の回転数の検出・表示を行うものである。図3にそのソースリストの一部を示す。回転数センサはフォトインタラプタを使用した非接触型で構成しており、その出力パルスを回転数計でカウントし、LEDに表示させている。

一方、ゲート回路により整形・増幅したタイミングパルスをGTOのゲート端子に印加し、タイミングパルスに同期した電力変換(直流チョッパ)を行う。ゲート回路の1次側と2次側との結合にはパルストランスを用い、主回路と制御回路とを電位的に切り離しており、直流チョッパにより発生するノイズの影響を低減している。

電力変換回路のGTOにはSC651AAを使用しており、(始動電流) < (GTO定格電流) なる条件から試作インバータの電力容量は100V、100Wとなる。(ソフトスタート機能を追加すれば大容量化も可能である。)

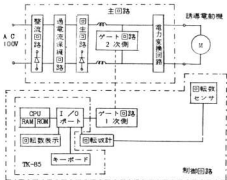


図1 構成ブロック図

```

.....
*
*
*      << RULE >>
*
*.....
* RAM START ADDRESS = 8000H
*.....
* DATA      *   EVEN ADDRESS *   ODD ADDRESS
*.....
* 80H-80H   *   STOP          *
* 80H-80H   *   FREQUENCY    *   TIME(SEC)
* 32H-FFH   *   LDDP         *
*.....
*
*
*      << EXAMPLE >>
*
*.....
* ADDRESS DATA * ADDRESS DATA * ACTION
*.....
* 8000H 00H * 0001H 02H * 15Hz, 2SEC
* 8002H 1EH * 0003H 04H * 30Hz, 10SEC
* 8004H 32H * 0005H FFH * 50Hz, 200SEC
* 8006H 1EH * 0007H 1EH * 30Hz, 30SEC
* 8008H 3CH * 0009H 08H * 60Hz, 100SEC
* 800AH 0FH * 000BH 08H * 15Hz, 11SEC
* 800CH 08H *          * STOP
*.....
    
```

図2 周波数と時間の設定

3. 試作インバータの性能

試作インバータは開ループ制御方式を採用しているため、負荷電動機を接続した場合の回転数精度・応答はインバータの特性と負荷電動機の特性とを合成したものに依存し、

$$T(S) = I(S) \cdot M(S)$$

インバータ伝達関数 $I(S)$

負荷電動機伝達関数 $M(S)$

トータルの伝達関数 $T(S)$

なる関係がある。電動機の代りに抵抗性負荷 $R(S)$ を接続すると、 $R(S) \div |R|$ と近似できるので

$$I(S) = T(S) / |R|$$

となり、インバータ自体の特性が露に現われる。この場合のインバータ各端子間電圧波形（出力周波数 60 Hz 時）を写真 1 に、周波数精度を図 4 に示す。これらから分かるように、試作インバータの周波数精度は $\pm 1\%$ 以内、時間遅れは数 μsec 以内である。一般の誘導電動機のすべり係数は $5 \sim 10\%$ であるから、トータルの特性は実用上負荷電動機の特性により決定され、周波数精度・応答に関して試作インバータはほぼ理想的なインバータと見なすことが可能である。

表 1 試作インバータの性能

入力定格	AC100V(50Hz, 60Hz)
出力定格	100V, 100W
制御方式	PWM電圧制御
周波数範囲	1:5(12Hz~60Hz)
周波数分解能	1Hz
周波数精度	$\pm 1.0\%$

```

START          LXI          SP,STOCT
               CALL      BLANK
               CALL      INIT

LRL1          CALL      DATAIN
LRL2          OUT      PC
D-IN         IN      PA
               CALL      DISPLAY
               CALL      KEY
               CALL      NEWDATA
               CALL      TIME

               MOV      A,B
               CPT      B
               JZ      LRL3
               MOV      A,B
               OUT      PC
               CALL      INTERNAL

LRL3          MOV      A,E
               CPT      B
               SP      LRL2
               JMP      LRL1

*****MAIN END*****

```

図 3 制御プログラム

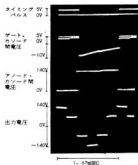


写真 1 インバータ各端子間電圧波形

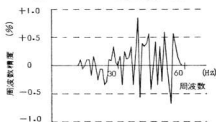


図 4 周波数精度

4. 結 言

本研究において採用したような、マイコンをカスタムLSIの代用として使用する方法是、コスト面で有利であるだけでなく、機能の追加にも柔軟に対処可能であり、多品種少量生産商品の開発には特に有効である。また、ターンオフ利得が小さく、ラッチング電流が大きいなど、使いにくい面はあるものの、サイリスタと比較して、回路構成の簡略化が可能で、小型化が容易であるという点はGTOの長所である。

5. 文 献

- 1) 福井宏ほか：GTOサイリスタのスイッチング特性，日立評論 63巻6号P373-378(1981)
- 2) 平賀則夫：電気式無段変速機とその上手な使い方省力と自動化1981/4P44-51(1981)
- 3) 横田建文：低価格，信頼性向上で浸透する小容量インバータ，日経メカニカル1981.5.25P106-111(1981)
- 4) 大塚賢一ほか：最近の交流可変速制御，日本機械学会誌 81巻711号P133-138(1976)

コンピュータを利用したやすりの切れ味・耐久性測定装置の開発

片岡 豊，永山博夫，南良良治
大下 巖

2. やすりの切れ味・耐久性測定装置の具備すべき事項

- (1) 被削材の突出量を少なく，常に一定にすること。
- (2) 切削試験の設定時において，切削ストロークは所要の範囲内で必要な切削速度に合わせ，切削ストローク長さを変えることができること。
- (3) 切削重量は切粉の採取でなく，被削材の切削長さの変化を自動計測し，比重を乗じて求めること。
- (4) やすり面へかける直圧力は可能なかぎり，衝撃的でなくかゝるようにすること。
- (5) やすりの切削試験（切れ味・耐久性試験）の前に任意の試験条件（たとえば，500回ごとに切削力・切削重量を検出して，切削重量/切削合力の値を求めるものは寿命試験，100回ごとに同様の操作で求めるものは切れ味試験とし，500×20回，100×10回のくり返し試験をする。）で設定を行い，試験が自動的に行えるようにすること。

3. やすりの切れ味・耐久性測定装置の構成

図1に本体の基本構成図を示す。

図1のように，試験装置本体の制御は空気圧回路を介して，やすりの切削試験動作をシーケンスコントローラで行い，切削データの情報となる切削力，被削材の長さの変化及び切削回数などは各種検出器とインターフェイスを通して，すべてコンピュータが処理を行い，その結果をプリントアウトする。

そのため，やすりの切削試験結果が自動的に得られるようになっている。

4. やすりの切れ味・耐久性測定装置の本体構造

本装置の本体はやすりの取付部分と被削材の取付部分とに大別され，それぞれが設定された条件で規則性を保持しながら動作する。

1. 緒 言

呉市仁方地区で，生産されるやすりの品種は主要なものだけでも200種類程度に及んでいる。

それらを品種別にみると，鉄工やすり・両刃やすり・粗やすりの3種で生産量・出荷額とも全品種の80%以上になっているのが，生産活動の実態である。

しかし，製品の品質に関して市場調査をしてみると，幅広い需要を持っているにもかかわらず，その評価は総じてきびしく，安価で中級品などといわれている。

こうした環境の中で，比較的規模の大きい企業はやすりの生産設備の更新も徐々に行われ，新機構による生産設備の開発も行われ，経営者のやすりに対する技術的向上対策も意識が高揚しつつあることが伺える。

一方，やすりの製造工程で，最も重要な目立作業工程，熱処理工程及びそのやすり目による切れ味・耐久性などに関する解決が各企業において非常に遅れていることも，やすり製品の品質評価に悪い影響を与えている。

そのため，やすり製品の品質評価をする手段として，新しいやすり試験機の開発がやすり業界から強く要望されていた。

この研究の目的はこれらの現状を踏まえて，開発に取り組んだものである。



図1 やすり試験装置の基本構成図



図2 やすり取付用摺動板の荷重作用図

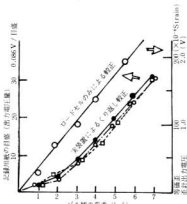


図3 やすり試験装置内の切削力検出の較正

やすりを取り付けた摺動部分の総組立における真直度精度は $0.24\text{ mm}/200\text{ mm}$ ストロークであり、切削ストローク 80 mm のとき、 $96\text{ }\mu\text{m}$ の真直度精度なので、切削中の切削断面積の補正は不要である。

また、切削力の測定は図2のように、やすり取付板の端部にあるロードセルを介して検出するようにした。図のように切削力の検出はロードセルの設定位置が切削力方向の中心線上からずれているし、摺動面にも摩擦抵抗を生じているので、切削力の較正をいろいろな実験により検討したものが図3である。なお、ロードセルには $5\sim 10\text{ kgf}$ の予圧を与えておき、切削中に切削力が不安定にならないようにした。図3からみても、切削試験中ロードセルにかかる荷重は安定していることがわかる。また、試験日時を変えて、くり返し実験をしたが(含、予圧の微調整もいろいろ変えた)、ロードセルにかかる荷重と出力電圧とは、本装置の機能・性能上、十分に許容できる範囲にあった。

5. やすりの切れ味・耐久性測定装置の駆動

図4に本装置の空気圧駆動回路と検出位置図を示す。SoL1が作用すると空気作動弁を通して、No.1シリンダが前進し、やすりの切刃面に当たる前に光电センサをOFFするが、No.1シリンダは前進をつづけやすり切刃面に当たる。

光电センサにOFF信号が入ってから 0.6 sec 後(時間設定は可変可能)に、SoL3を励磁して、やすり取付用のNo.2シリンダが前進し、切削状態に入る。

設定したストローク端LS2に当たると、第1回目の切削が終了する。

LS2に当たりONとなって、 0.2 sec 後(時間設定は可変可能)にSoL2, SoL4が作用して、No.1・No.2シリンダとも同時に後退する。

後退中において、No.1シリンダは空気回路中のエアタイマの作動により、光电センサから $20\sim 25\text{ mm}$ 離れた位置で停止させるので、被削材が段々と摩擦しても、その摩擦量だけはNo.1シリンダが前進して来るので、被削材保持具を離れない回路構成になっている。

第2回目以降は第1回目の戻りストロークにおける光电センサとLS1を共に検知することにより、第2回目の切削状態に入る。

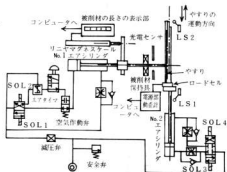


図4 空気圧回路及び検出位置図

6. コンピュータによる切削データの処理の方法

図5にやすりの切削試験データのフローチャート図

を示す。

やすりの切削試験ははじめに測定回数(M)、測定間隔(N)及び平均回数(L)を測定し、入力して置く。たとえば、 $M=20$ 、 $N=500$ とすると切削試験は $M \times N=10,000$ 回行い、その間に、500回ごとに20回ほどデータを処理することになる。

おのおのの切削データには切削の挙動にバラツキが生じることがあるので、 $(m \times N) + 1 \sim (m \times N) + L$ (ただし、 $m=0 \sim M$ の値)において、L回の切削データを求め、その平均値を計算して、 $(m \times N)$ 回目の切削データとして代表させる。

その結果は、 $\{(m \times N) + (L + 1)\}$ 回目にプリントアウトすることで、目的の切削力処理している。

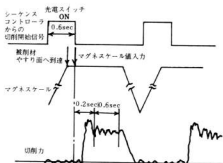


図6 切削データのコンピュータへの入力タイミング

し、安定域に入るのを待って、リニヤマグネスケールのそのときの値をつけて3回コンピュータに入力する。

そのあと、やすり往復台の起動時における過渡的な切削波形を避けるため、0.2 sec 待ったのち、30 m sec 間隔で20回の切削力点を取り入れて、被削材の切削力及び摩擦量から

$$\text{切れ味} = \frac{\text{切削重量}}{\{(\text{切削力})^2 + (\text{被削材の垂直荷重})^2\}^{1/2}}$$

を計算処理するプログラムにしている。

試験終了時には、シーケンスコントローラの外部割込へ終了信号をリアルタイムクロックの出力ポートから送り、本試験装置の制御を停止させる。

7. 結 言

本試験装置の特長は第一に主として空気圧回路により、機械本体の構成を行っており、切削条件の変更が容易なことで取扱も簡単である。

第二に試験された切削データが自動的にコンピュータによって実行・処理されるので、迅速であると同時に試験データの信頼性が非常に高い。

本研究の遂行にあたり、御懇切な指導をいただいた工業技術院電子技術総合研究所制御部論理システム研究室岡田義邦主任研究官に深く感謝の意を表します。本研究は昭和55年度技術開発研究費補助事業に係るもので、昭和56年10月、呉市、岡谷市において発表した。

8. 文 献

- 1) 佐々木重雄ほか：機械学会誌50巻

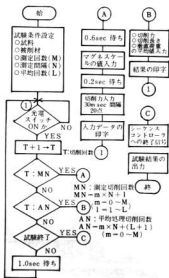


図5 やすりの切削データ処理のフローチャート

切削データ(切削力と被削材の摩擦量)となる入力タイミングは図6により、実行される。

図で、シーケンスコントローラからの外部割込信号(切削データとして必要な切削開始信号)を常にリアルタイムクロックの出力ポートを介して監視させている。

そこで、必要な切削回数信号のとき、光電スイッチがONしたあと0.6 sec 待ち、被削材がやすり面へ到達

やすりに関する研究(第42報)

やすりの切削性能評価

山崎隆志, 片岡 豊

1. 緒 言

従来やすりの切削性能試験は、昭和27年に製作された、佐々木式やすり切削性能試験機により試験されていたが、老朽化のため、ロードセルを利用した切削力の測定などに不備をきたしていた。また切削量の測定にも精度が悪く、人手を要することが多く、手間のかかる試験であった。このため昭和55年度技術開発研究費補助事業により、当場においてマイコンを使った全自動やすり切れ味、耐久性測定試験機が開発され、試験の効率化が計られるようになった。

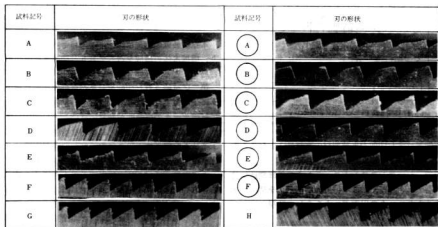
呉市仁方地方のやすり製造業界においては、やすりの切削性能向上のため、種々の技術開発が行われている。その中でケミカルシーリングされたやすりが注目されている。この加工法はアメリカで開発されたもので、最初は航空機部品の造形に対してであり、この作業が機械的ミーリングと同じ造形機能を持つところか

らケミカルミーリングと呼ばれた。この加工法は機械部品のミゾの角を鋭利にする働きがあるところからやすり、刃物の切削性能向上に応用されている。

今回の実験は、ケミカルミーリングによるやすりと従来のやすりとの切れ味、耐久性について比較を行ったものである。

2. 実験方法

やすりの切削性能試験は興工式全自動やすり切れ味、耐久性測定装置、FAM-55型により試験を行った。供試やすりは市販の鉄工用、200mm、平形、中目で目の形状は測定、解析が容易なため単目を用いた。なお切削性能試験前にはビッカース硬さ試験機(荷重50g)で硬さを測定した。やすりはメーカー数8社(内3社外国製)を選び、6社についてケミカルミーリングを行った。写真1に試験やすりの目の形状、表1にやすり目の条件を示す。



記号の○印はケミカル・ミーリングやすり

写真1 供試やすりの目の断面形状

表1 各やすりの目の条件

	すくい角 (δ)	逃げ角 (r)	ピッチ (mm)	目の深さ (mm)	目の傾き (α)	500行程ごとの平均切味	かたさ Hr 荷重50g	500行程ごとの平均切削重量(g)
A	$-8^{\circ}29'$	$27^{\circ}59'$	0.84	0.23	$66^{\circ}55'$	0.219	883	1.84
Ⓐ	$-10^{\circ}33'$	$24^{\circ}25'$	0.81	0.23	$67^{\circ}10'$	0.275	866	2.05
B	$-15^{\circ}57'$	$14^{\circ}48'$	0.87	0.31	$64^{\circ}14'$	0.174	841	1.36
Ⓑ	$-15^{\circ}46'$	$20^{\circ}51'$	0.89	0.34	$64^{\circ}21'$	0.263	875	2.31
C	$-8^{\circ}43'$	$31^{\circ}14'$	0.87	0.43	$73^{\circ}13'$	0.209	805	1.51
Ⓒ	$-7^{\circ}43'$	$27^{\circ}20'$	0.87	0.44	$73^{\circ}32'$	0.221	826	1.62
D	$-3^{\circ}36'$	$20^{\circ}20'$	0.86	0.31	$70^{\circ}18'$	0.226	825	1.94
Ⓓ	$-4^{\circ}36'$	$18^{\circ}18'$	0.85	0.28	$69^{\circ}20'$	0.288	884	2.49
E	$-10^{\circ}12'$	$21^{\circ}18'$	0.83	0.23	$67^{\circ}43'$	0.241	857	1.94
Ⓔ	$-10^{\circ}42'$	$22^{\circ}18'$	0.85	0.20	$68^{\circ}08'$	0.300	841	2.56
F	$-4^{\circ}27'$	$32^{\circ}14'$	0.54	0.30	$62^{\circ}17'$	0.201	874	1.54
Ⓕ	$-5^{\circ}36'$	$30^{\circ}27'$	0.58	0.28	$62^{\circ}53'$	0.173	927	1.07
G	$-2^{\circ}25'$	$29^{\circ}30'$	0.64	0.39	$63^{\circ}20'$	0.259	841	2.01
H	$-10^{\circ}25'$	$22^{\circ}34'$	0.81	0.38	$65^{\circ}13'$	0.189	850	1.52

3. 実験結果と考察

3.1 やすり目の形状による切れ味

一般にやすりの切削性能におよぼす影響としては、やすり目の形状によるものが大きい。図1にやすり目のすくい角と切れ味の関係を示す。

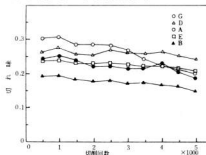


図1 切刃すくい角が切れ味におよぼす影響

これを見ると切刃すくい角がマイナス側に大きくなるにしたがって切れ味は低下していることが分る。なお逃げ角に関しては、測定値のパラッキもあるが、顕

著な影響は見られなかった。

3.2 ケミカルミーリングやすりと従来のやすりの切れ味の比較

写真2、写真3にケミカルミーリングやすりと従来のやすりの切刃状態を示す。

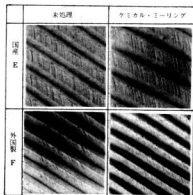


写真2 やすり目の比較

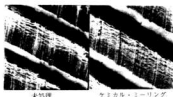


写真3 やすり目の比較 (国産)

この観察によると、国産のケミカルミーリングやすりが従来のやすりに比べて刃先が鋭利になっているのが見られた。ただ写真2の外国製やすりは、刃先状態が未処理の方が鋭利であり、切削実験の結果も未処理やすりの方が切れ味が良い結果が見られた。

次に図2、図3にケミカルミーリングやすりと従来のやすりの切削実験を行った結果を示す。

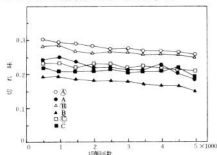


図2 ケミカル・ミーリングされたやすりの切削性能線図

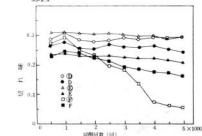


図3 ケミカル・ミーリングされたやすりの切削性能線図

今回行った実験では、外国製をのぞいてケミカルミーリングやすりがすべて切れ味が良くなる結果を得た。特にBメーカのやすりは従来のやすりに比べて36%増の切れ味の増加を見た。また最低でも10%増の切れ味の増加を見ており、このケミカルミーリングによ

るやすりは、切削性能向上には有効と言える。しかし、外国製やすり⑦については逆の結果になった。今回の実験は国産やすりに合わせてケミカルミーリングを行ったため、このような結果になったものと思われる。

次に今回実験した外国製(3社)と国産Dメーカのやすりの切削実験結果を図4に示す。

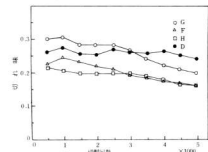


図4 国産やすりと外国製やすりの比較

従来から国産やすりは外国製やすりに比べて品質がやゝ劣ると言われていたが、この結果からは決して見劣りするものではなく、むしろ耐久性は勝っている。これはDメーカだけでなく他のメーカについても言えることで、最近の国産やすりが品質的に安定していることを裏付けるものである。

4. 結 言

ケミカルミーリングやすりと従来のやすりとの切削性能比較を主体にした実験結果、次の事が判明した。

- (1) やすりの切削性能は目の形状に大きく左右されるが、切刃角度については切刃逃げ角よりも切刃すくい角によるところが大きい。
- (2) ケミカルミーリングされたやすりについては、切削性能向上には有効であり、今回の実験では約10～36%の切れ味の向上が見られた。
- (3) 外国製やすりと国産やすりの切削性能比較については、国産やすりの品質も向上しており、外国製やすりに決して考えない。

終りに本研究を行うにあたってケミカルミーリングやすりの試料の提供をいただいた彦明技研株式会社にお礼申し上げます。

文 献

- 1) 鈴木はか、本報告、14巻P35～38(1971)
- 2) 電気加工ハンドブックP452(1976)

軽量化に関する研究

アルミ製小型漁船における実働応力の測定と解析

畑 徳宣, 永山博夫

1. 結 言

近年省エネルギー・省資源・コストの低減ということから、構造物・機械・車輛・船舶などの製造において軽量化が行われている。さらに製品の高性能化、高信頼性もあわせて要求されている。

これら構造物・機械・車輛・船舶などの使用中には時間的に変動する様々な荷重が作用している。一般にこのような荷重を実働荷重と呼んでいる。実働荷重が作用している場合、思わぬ事故が起こることが多い。これらの事故のうち大部分は疲労破壊が原因となっている。それで疲労破壊を防ぐために設計及び製造方法が色々と工夫され改善されているが、完全に防ぐことは困難である。そこで作用する実働荷重を測定して疲労寿命が予測できれば、破壊が発生する前に部品の交換なり補修を行えば製品をより長く安全に使用することができる。また疲労破壊の発生が予測されるならば設計を変更することで、より信頼性の高い製品を作ることが可能となる。

製品の寿命予測を行うには、部材に働く実働応力の測定を行ない、測定した実働応力頻度を求める必要があり、直線被害則と疲労試験データと応力頻度から疲労寿命が計算可能となる。

実働応力の解析法は、いろいろと提案されているが本研究では、コンピュータによる処理が容易なレインフローアルゴリズムを用いて応力頻度を求める目的で行い、アルミ製小型漁船で測定した実働応力を解析した。

2. 実働応力の測定

2.1 測定対象

実働荷重が作用している測定対象物は多くあるが、県下の中小造船所において製作しているアルミ製小型漁船を対象とした。アルミ製の漁船を作る初期には、

あちこちの造船所で船体に小さな割れが生じる事故を起こしていた。現在では種々の経験や研究により、船体の板厚を厚くしたり、パネルの分割を増すことで事故はなくなっている。一方、製造上のコストを下げる的同时に燃費の改善やスピードの向上が望まれており、これを実現するためには、船体の板厚を薄くして軽量化すること、パネルの分割を最小限にして加工工数を減らす必要がある。しかし各板厚における、パネルの分割の程度、また分割したパネルがどの程度までの実働応力に耐えるかのデータがなく、実際に働いている応力を測定したデータもない状態である。今回は実際に製作されたアルミ製小型漁船を航走させて、各パネルがどの程度の実働応力を受けているかを測定したデータを得た。これらは、解析することにより、板厚が変化した場合、パネルの分割の大きさが変化した場合、そこには、いくらの応力が働くかを推定して、その応力が破壊に結びつかどうかを、予測するための基礎データとなるものである。

2.2 測定方法

測定したアルミ製漁船の大きさは、長さ9.8m、幅2.3m、トン数3.24トンで、エンジンは70馬力で

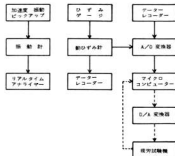


図1 船体パネルの固有振動数、ひずみ測定データ解析フロー

2800 rpm, スピードは16ノットである。

図1に船体パネルの固有振動数、ひずみ測定及びデータ解析のフローを示す。固有振動数の測定は、パネルの中央に振動加速度ピックアップを取りつけ、振動計により変位、加速度を測定し、リアルタイムアナライザで共振周波数を求め、パネルの固有振動数とした。パネルの加振はプラスチックハンマで行い接水前と接水後を実施した。

ひずみの測定は、パネル長手方向中央のすみ内容接部ごく近傍にひずみゲージを溶接線と直角方向に接着した。測定は船の航走状態を種々変えて実施し、データレコーダにひずみ信号を記録した。

データ処理は、データレコーダからA/D変換器を通してマイクロコンピュータで行った。

図2に、船底パネルの固有振動数、ひずみ測定点を示す。



図2 船底パネルの測定点

2.3 測定結果

表1に船体各部パネルの固有振動数を示す。

表1 船体各部パネルの固有振動数

測定点	固有振動数 (Hz)	
	接水前	接水後
1	375	165
2	220	100.5
3	250	172.5
4	290	295
5	285	202
6	340	150
7	310	140
8	315	135
9	-	135

船底パネルの固有振動数は、接水後接水前の約45%に低下している。舷側で約70%、水圧を受けていないところは、接水前後でほとんど固有振動数に変化がなかった。パネルの固有振動数がエンジンの振動周波数に一致するとパネルが共振して振幅が最大となり固定端に働く応力も最大になるので、固有振動数を高

くする必要がある。今回測定した魚船のエンジンの回転数は2800 rpmで振動周波数は、約90Hzとなっている。

図3にエンジンの回転数とパネルに働く応力の関係を示す。測定はエンジンの回転数を一定にして航走している状態で行った。エンジン回転数1500回転で、パネルに働く応力は、約 $0.8 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ ($7.85 \text{ N}/\text{cm}^2$) 2000回転では約 $1.2 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ ($11.8 \text{ N}/\text{cm}^2$) 2500

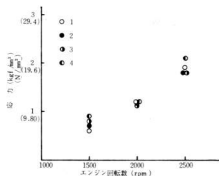


図3 エンジン回転数と応力の関係

回転では約 $2.0 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ ($19.6 \text{ N}/\text{cm}^2$)となっている。エンジン回転数の上昇と共にパネルに働く応力は増し、エンジンの回転数上がるほど顕著になる。これは、エンジン回転数の上昇によって生じる振動周波数がパネルの固有振動数に近くなることによる。

図4に測定したひずみ波形の例を示す。a)はダイレクト信号を、b)はローパスフィルタ100 Hzで電磁オシログラフに書かせたものである。ダイレクト信号をリアルタイムアナライザで周波数分析を行うと基本成分は65 Hzで、それに高調波が重畳したものであった。b)が基本成分のひずみ波形である。基本成分である65 Hzをエンジン回転数に換算すると1950回転になる。ひずみ波形をオシロスコープで観察した結果、エンジン回転数の急激な上昇、下降による振幅変化の大きいところがあり、船体の共振によって起こされたものと思われる、パネルに働く応力は定常回転の2~3倍になっていた。フェリーや水中翼船の航行によって生じた波に直角方向から船を航走させて得られたひずみ波形は、振幅のうねりとなっていたが衝突する波の数が少ないので周波数の分析ができなかった。

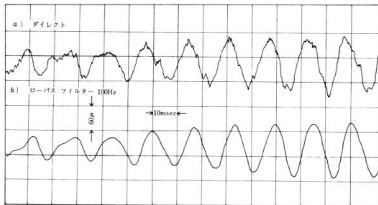


図4 ひずみ波形の例

エンジンの回転数を一定にして、規則的な波に船が衝突するとき、ひずみ波形は3重畳波になると思われるが、荒天時にはランダム波形にエンジン振動による2重畳波形が重なったものになると思われる。

今回の測定は、なきの状態で行ったので主としてエンジンの振動によるひずみ波形が得られたが、荒天時におけるひずみ波形の収集も必要である。

3. 実働応力の解析

3.1 解析法

図5にレインフローアルゴリズムのフローチャートを示す。レインフロー法は、¹⁾ ひずみ波形の時間軸を縦軸にして、ひずみ波形の山と谷を多重の屋根とみなし雨滴を流し、雨滴の停止条件を定めたものである。アルゴリズムは、雨滴は屋根のつけ根から流れはじめ停止条件が満たされるまで流れ続ける。停止条件としては右向き(左向き)に流れる雨滴の出発点より左側(右側)に他の屋根の軒先が表れたとき。また屋根の一部をすでに雨滴が流れていたら停止する。以上のことをコンピュータで、解析するためのフローが図である。プログラムの処理手順としては、データレコーダからのひずみ波形信号をA/D変換器でアナログ信号をデジタル信号に変換しコンピュータに入力する。入力されたひずみの波形信号から極大、極小値となるピークを検出して図5に示すレインフローアルゴリズムで、ピーク値から振幅値を計算してループとなる振幅値とループにならない振幅値を検出する。次に検出した振幅値をレンジ毎に集計して、頻度分布を求め、グラフ化する。

3.2 解析例

図6は、アルミ製小型漁船で測定したひずみ波形から得た応力頻度分布である。図に2つのピークが見ら

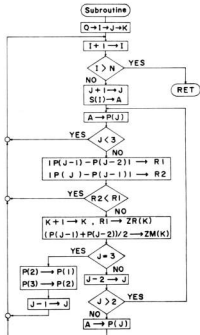


図5 レインフローアルゴリズム フローチャート

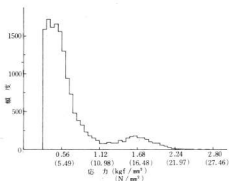


図6 応力頻度分布

れるのは、ひずみ波形がエンジンの振動による基本成分に高調波が重畳していたことより、高い方が高調波の頻度を、低い方が基本成分の頻度を示している。このようにレインフローアルゴリズムによって分解合成したひずみ波形の頻度分布と実測データとの間にはよい相関がある。

表2は図6で示した応力頻度を表にしたものである。実測応力による疲れ試験データがあれば、直線被害法則とこの表から疲労被害の計算ができる。

4. 結 言

アルミ製小型漁船で、固有振動数、ひずみ測定を行い、レインフローアルゴリズムに基づくプログラムを作成し、マイクロコンピュータで実測したひずみ波形を解析した結果次のことが得られた。

1) 船体各パネルの固有振動数は、100 Hz以上でエンジンの最高回転数2800 rpmで振動周波数は約90 Hzとなり、エンジンの振動によって、パネルが共振することはないが、パネルの固有振動数は高いほうがよい。

2) ひずみ波形は、エンジンの振動による基本周波数に高調波が重畳したもので、エンジン回転数の急激な変化により振幅値が2～3倍に変化する。

3) 実測したひずみ波形をレインフローアルゴリズムで解析した結果、得られた応力頻度分布と実際の波形の間により相関があった。

今後の課題として、実測応力のシミュレーションによる、疲労試験のマイクロコンピュータ制御、疲労試験データの蓄積によって疲労被害の予測が可能となる

表2 頻度分布表

ボルト(V)	サイクル数	%	応力(Kgf/cm ²)
.02	0	0.00	.056
.04	0	0.00	.112
.06	0	0.00	.168
.08	0	0.00	.224
.10	0	0.00	.280
.12	1591	10.62	.336
.14	1722	11.49	.392
.16	1614	10.77	.448
.18	1662	11.09	.504
.20	1557	10.39	.560
.22	1297	8.65	.616
.24	940	6.27	.672
.26	727	4.85	.728
.28	478	3.19	.784
.30	377	2.52	.840
.32	324	2.16	.896
.34	229	1.53	.952
.36	182	1.21	1.008
.38	147	.98	1.064
.40	121	.81	1.120
.42	77	.51	1.176
.44	77	.51	1.232
.46	93	.62	1.288
.48	86	.57	1.344
.50	85	.57	1.400
.52	118	.79	1.456
.54	103	.69	1.512
.56	152	1.01	1.568
.58	169	1.13	1.624
.60	181	1.21	1.680
.62	155	1.03	1.736
.64	153	1.02	1.792
.66	136	.91	1.848
.68	101	.67	1.904
.70	85	.57	1.960
.72	85	.57	2.016
.74	55	.37	2.072
.76	45	.30	2.128
.78	26	.17	2.184
.80	16	.11	2.240
.82	7	.05	2.296
.84	4	.03	2.352
.86	3	.02	2.408
.88	1	.01	2.464
.90	1	.01	2.520
.92	0	0.00	2.576
.94	2	.01	2.632
.96	0	0.00	2.688
.98	2	.01	2.744
1.00	0	0.00	2.800
合計 14986			

ようにする必要がある。

謝 辞

実測応力の測定にあたって、アルミ製小型漁船を提供された、共立機械株式会社、動ひずみ計、データレコーダを提供いただいた、共和電業広島営業所にお礼申し上げます。

5. 文 献

- 1) 遠藤達雄, 安西弘幸: 実働疲労被害の評価法(上)
- 2) 遠藤達雄, 安西弘幸: 材料 30巻 1981
- 3) 中村 宏他: 機械の疲れ寿命算出法 養賢堂
- 4) 日本材料学会編: 金属材料疲労設計便覧 養賢堂

軽量化に関する研究

アルミニウム合金溶接構造物に関する研究

蒲田政信, 芳野光利, 西川浩成
好満芳邦, 畑 徳宜

1. 緒 言

アルミニウム合金漁船などに使用される Al-Mg 合金の溶接施工に際して突合せ溶接継手の引張強さが焼なまし材の規格最低値を満足しないことが多くあり問題となっている。この原因は溶接凝固組織や溶接部の合金組成によるものとされ、これらはいずれも溶接入熱によって影響されるものである。また形材の普及にともない片面から一層で溶接を行い工数低減をはかることも多くなると思われる。

そこでアルミニウム合金漁船によく使用される A5083-O 材(板厚 6mm)を用いて溶接入熱をかえて片面一層溶接を行い、溶接入熱と引張強さ、凝固組織などの関連について実験を行ったので報告する。

2. 試料と実験方法

実験に用いた材料と溶接ワイヤ(直径 1.6mm)の化学成分、機械的性質を表 1 に示す。

試験板は開先角度 60 度の V 形開先でルート面を 2mm、ルート間隔を 0mm とし両端を仮付け溶接を行った。

溶接姿勢は下向で、400A ミグ溶接機のトーチを走行装置に取付け、自動溶接で行った。トーチの保持角度は溶接方向、左右とも直角でワイヤ突出し長さを 20mm とした。また溶落ち防止のためみぞをつけた銅板(板厚 12mm)を裏あてとして使用した。

溶接条件は表 2 に示すとおりで溶接電流と電圧は一定で溶接速度を変えることにより溶接入熱を変化させた。溶接後図 1 の位置から引張試験片とマイクロ組織試験片を採取し、引張強さ、溶込み形状、凝固組織など

の観察を行った。引張試験は JIS Z 312H より 1 号試験片に加工して行った。溶接部の硬さ測定はマイクロ組織の観察後試験表面から 2mm の位置で 1mm ピッチでビッカース硬さの測定を行った。

表 2 溶接条件

電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	入熱 (J/cm)
240	27	30	12960
"	"	40	9720
"	"	50	7776
"	"	60	6480
"	"	80	4860

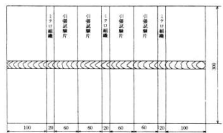


図 1 試験片採取位置

溶接部のマイクロ組織では凝固組織と引張強さの関連を考察するためデンドライト・セルサイズの測定を行った。デンドライト・セルサイズの測定は試料をダイヤモンドパフにて研磨後、ストラス社製電解研磨液でエッチングを行い、光学顕微鏡を用い 400 倍で写真撮影し、適当な長さの直線を区切るセルの個数を測定

表 1 化学成分と機械的性質

試料	Mn	Cr	Fe	Si	Cu	Zn	Mg	Ti	引張強さ	
									kgf/mm ² (N/mm ²)	kgf/mm ² (N/mm ²)
5083-O	0.65	0.09	0.22	0.10	0.02	0.016	4.47	0.05	15.5 (152)	32.4 (318)
5183-WY	0.73	0.08	0.17	0.07	0.01	0.004	4.83	0.08	-	-

してセルサイズを求めた。

またこの試料を投影器で10倍に拡大し、ビート幅、溶込み深さ、余盛高さの測定を行った。

3. 実験結果と考察

ビート幅、溶込み深さ、余盛高さの測定結果を図2に示す。ビート幅は溶接入熱の増加とともに大きくなる。溶込みは溶接入熱が12960 J/cmでは溶接部全線にわたって裏波がでていたが、9720 J/cm以下では裏波がでていないところがあり、その傾向は溶接線後半に多くみられる。

これは溶接時のワイヤのふらつきと回転変形によるものと思われる。余盛高さが後半で高くなっていることから回転変形が生じたことがうかがえる。

今回の実験では試験板を拘束するため12mmの鋼材を上置き、裏あての鋼板とを4個のC形クランプで締めつけたのであるが回転変形を防止することができず、仮付けなどを含め工夫が必要とされる。

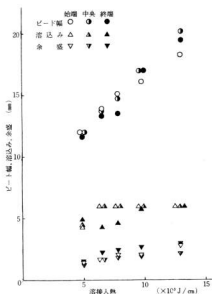


図2 ビート形状測定結果

図3は引張強さを測定した結果である。溶接入熱の低い領域では溶込み不足があるためもとの板厚のままでの引張試験では引張強さの比較が困難と思われたので試験片の板厚を3mmまで切削加工して溶込み不足を

取除き引張試験を行った。また溶接入熱が7776 J/cm以上のものは板厚6mmのままの試験片も引張試験を行った。

板厚を3mmまで切削加工し溶込み不足を取除いた試験片の引張強さは溶接入熱が増加するとともに若干低くなる傾向はあるが12960 J/cmの入熱まで規格最低値の28 kgf/mm² { 275 N/mm² } を満足する。

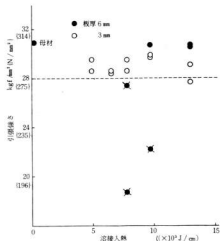


図3 引張強さに及ぼす入熱の影響

一方板厚がもとの板厚6mmのままの継手も12960 J/cmの入熱でも充分規格最低値を満足することができるが、入熱が9720 J/cm以下の継手に規格値以下のものがみられる。図中、裏印の継手がそれで、引張試験を行った後の破面を観察してみると破面に微細なブローホールや溶込み不足が認められた。これら微細なブローホールや溶込み不足は引張強さを著しく低下させる原因となっているものと思われる。一般に鉄鋼の溶接継手の場合溶接金属の引張強さは母材のそれと比較して強くなるよう合金不分の調整がしているため静的な引張試験において少しばかりのブローホールや溶込み不足の欠陥は継手としての引張強さを低下させないが、A5083の溶接継手ではこれらの欠陥が引張強さを低下させられるので欠陥をださない溶接施工が求められる。

欠陥のない健全な継手で板厚を3mmに切削加工した試験片と板厚6mmの試験片を比較してみると板厚を3mmに切削加工した試験片の引張強さが低い結果を得ている。これは破断位置が溶接金属部であることと図4

にみられるように溶接金属部の硬さが母材より低いという結果から軟質継手と考えられる。このような継手では軟質部の形状が引張強さに影響をあたえることが

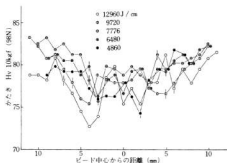


図4 溶接部の硬さ測定結果

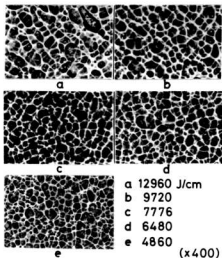


写真1 溶接金属のデンドライトセル

知られており本実験のように板厚を切削により減厚した試験片は溶接金属部の幅が板厚に対して相対的に大きくなり塑性拘束が減少して引張強さを低下させたものと思われる。

溶接金属の化学成分はデンドライト・セルサイズとともに引張強さに影響する。合金成分の中でMg量は溶接中に蒸発損失することを考慮してワイヤのMg量

を母材より多くしてある。溶接金属を削り取って分析した結果では母材と溶接ワイヤのMg量の中間を示し溶込み率から計算した値とはほぼ同じであり今回の溶接条件ではMgの蒸発損失はあまりないと考えられる。

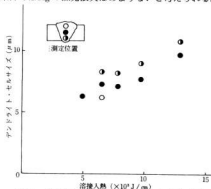


図5 溶接金属のデンドライト・セルサイズ

デンドライト・セルサイズが大きくなると引張強さが低下するといわれている。図5はセルサイズの測定結果で写真1はそれぞれの入熱でのデンドライトセルの写真である。セルサイズは入熱の増加とともに大きくなり最大10 μ であった。セルサイズを小さくするには入熱を低くするほかにTiを添加すると有効であることが確認されており本実験に使用したワイヤもTi入りのワイヤであった。いずれにしてもセルサイズが10 μ 以下であれば規格値を満足するものと思われる。

4. 結 言

アルミニウム合金漁船に使用されるA 5083-0の片面一層溶接を行い、次のことがわかった。

- 1) 溶接入熱12960 J/cmで引張強さの規格最低値は満足することができる。
- 2) デンドライト・セルサイズは入熱の増加とともに大きくなり、今回の実験範囲では10 μ 以下であった。
- 3) 微細なブローホール、溶込み不足が引張強さを低下させるので欠陥のない溶接施工が大切である。

アルミニウム合金漁船に関して、溶接継手の引張強さが規格値を満足しない問題の外にエンジン振動などによる疲れ破壊が問題となってきている。今後疲れ破壊に関して実験をすすめる予定である。

終りに、溶接に際して終始協力をいただいた呉高等職業訓練校の大森、小林真先生に感謝の意を表します。

換気用ノイズフィルタの試作

斯波信雄，吉池啓侑

1. 緒 言

騒音についての苦情が発生した場合、規制についての法的根拠となる騒音規制法が施行されて十余年が経過した。この間、中小工場は住工混在という立地条件の悪さ、しかも騒音の固定発生源であることから苦情対象の矢面に立たされ、資金力の貧しきにもかかわらず騒音防止対策を余議なくされてきた。中小企業がとってきた主な騒音防止対策は、住宅地から規制値の低い準工又は工業地域への工場移転、工場建屋の遮音性能の増強といったことであったように思われる。工場建屋の遮音性能を増強する場合の留意点はできるだけ開口部を作らないことであり、必然的に工場建屋は密閉構造をとる形となった。また近年、騒音公害という観点からではなく、環境問題といった観点から規制値以下でも苦情が発生した場合、何らかの防音対策を講じるよう指導がなされる場合もあり、ますます工場建屋の密閉構造化が促進される傾向にある。しかし工場建屋の密閉構造化が強まれば強まるほど工場内の作業環境の点から工場内換気の必要性が高まる。そこで中小企業が簡単に製作できる換気用消音器（換気用ノイズフィルタと呼ぶことにする）を目標に、1段階張型吸音ダクトを試作し、その消音効果測定実験を行った。

2. 試作概要

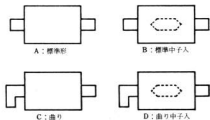


図1 吸音ダクトの形状

図1に示すような4種類の吸音ダクト（換気用ノイズフィルタ）を試作し、消音効果測定実験を行った。図1のAを“標準形”，Bを標準形に中子を入れたという意味で“標準中子入”，Cは出口を曲げたという意味で“曲り”，Dは曲りに中子を入れたという意味で“曲り中子入”と呼ぶことにする。

試作した吸音ダクトの構成を図2に示す。材料はどこでも簡単に入手でき、作業も簡単ということで主にトタン板と塩ビパイプ等を使用した。

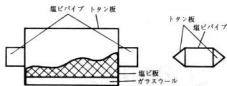


図2 吸音ダクトの構成

図3に測定ブロック線図を示す。図右のスピーカーから音を出してダクト左の騒音計で音圧レベルを測定した。また音源音圧レベルは図3から吸音ダクトを取りはずした状態で出口から直径方向、長手方向ともそれぞれ20 cmづつ離れた位置で測定した。図中分析器と書いた測定器はある周波数範囲（例えば20～20000 Hz）を自動掃引し、その掃引周波数を中心周波数としたフィルター機能を持っている。また掃引周波数は外部で使えるように出力されており、この実験でもこの

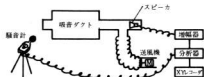


図3 測定ブロック線図

抽引周波数出力を音源の発振器として利用した。

使用した測定機器を以下に示す。

- 騒音計 リオン 普通騒音計 NA-20
- 分析器 IMV 周波数分析器 62K1
- XYレコーダ 理研電子 ポータブルXYレコーダ モデルF-5
- 増幅器 TEAC INTEGRATED AMPLIFIER AS-200S
- スピーカ テクニクス ウーハー16PL017

3. 実験結果と考察

消音効果に及ぼす因子として“風速”と“胴長”を考へ、その影響度を調べる目的で表1のような実験を行った。

表1 実験内容

項目	ダクト形状	胴長	備考
風の影響	A, B	A: 30~80 cm	風速は4段階
		B: 50~80 cm	
胴長の影響	A, C	30~80 cm	10 cmピッチ
	B, D	50~80 cm	

風速の影響を調べる実験では表1に示すように標準形吸音ダクトと、標準中子入吸音ダクトについて行った。図3の送風機から風を送りながらスピーカから音を出し、図のように吸音ダクト出口から軸方向、長手方向各20 cmの位置で音圧レベルの測定を行い、送風機を止めた状態で測定した音圧レベルとの差を求めて風速の消音効果に及ぼす影響を調べた。風の強さによる影響をみるために、風の強さを2m/s、3m/s、4m/s、5m/sと4段階に変化させた。

図4に標準形吸音ダクト、胴長80 cmの場合の風の

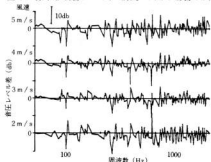


図4 風速による影響(標準中子入, 胴長80 cm)

強さを変えて音圧レベル差を求めた結果を示す。比較を容易にするために風速を変えて求めた結果を縦に並べてみた。

風がある場合とない場合とで消音効果にどのような変化が現われてくるか、図4からだけではよくわからない。もう少し丁寧な実験を積み重ねて行く必要があるように思われる。風の強さによる影響は今回程度の範囲であれば小さいように見受けられる。ただ、音圧レベルの測定を行う際に、送風機の騒音の影響を小さくしようと分析器のフィルター機能を使用したことが図4のような結果になったとも考えられ、もし機会があれば確認のための実験をしたいと考えている。

次に胴長が消音特性に及ぼす影響を調べた実験結果を紹介する。図5には胴長の影響を調べるときに使用した音源の周波数特性を示す。また音圧レベルの測定には分析器のフィルター機能は使用していない。

図6に標準形、図7に標準中子入吸音ダクトの消音特性を求めた結果を示す。標準形には50~70 Hz、

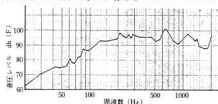


図5 音源周波数特性

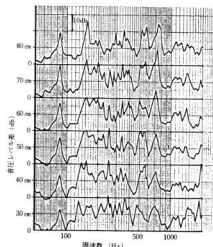


図6 標準形吸音ダクト消音特性

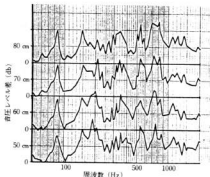


図7 標準中子入吸音ダクトの消音特性

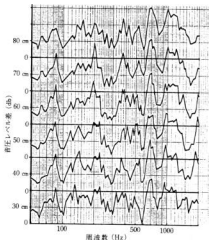


図8 曲り吸音ダクトの消音特性

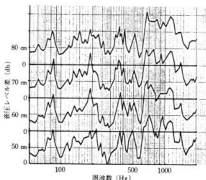


図9 曲り中子吸音ダクトの消音特性

100～130 Hz, 700～1000 Hz 付近に音圧レベル差の小さな部分があり, 80～90 Hz, 130～160 Hz, 500～800 Hz 付近に音圧レベル差のピークが見られる。標準中子入の場合もほぼ同様の傾向を示すが, 150～200 Hz 付近と 700～1000 Hz 付近が少し異なっており, 中子を入れたための変化が見られる。標準形では胴長 80 cm で 160 Hz 近くに大きなピークがあり, 中子入の消音効果より大きい。中子入の場合の胴長 50 cm, 190 Hz のピークは標準形にみられないものであり, また 700～1000 Hz の間で標準形より消音効果が上廻っている。

図8に曲り, 図9に曲り中子入吸音ダクトの消音特性を求めた結果を示す。曲り吸音ダクトの場合, 中子を入れたことによる消音特性の改善は 700～1000 Hz 間に少し見られる程度で, 標準形ほど効果がないように思われる。“標準形”と“曲り”の消音特性を比較した場合には, “曲り”の方が 50～100 Hz 間と 700 Hz 以上の周波数範囲で消音効果が大きくなっているのがわかる。

4. 結 言

簡易な換気用ノイズフィルター(一般騒音形吸音ダクト)を試作し, 消音効果測定実験を行った。その結果を要約すると,

- (1) 風速を変えても(2→5m/s)消音特性はあまり変化しなかった。
- (2) 消音特性は胴長の変化に影響される。
- (3) 標準形吸音ダクトより曲り吸音ダクトの方が, 全般的に良好な消音特性を示した。
- (4) 中子を入れることによる消音特性への影響は, 曲り吸音ダクトより標準吸音ダクトの方が大きく, 消音特性を改善する効果が認められた。

5. 文 献

- 1) 北村恒二:騒音と振動のシステム計測
- 2) 福田基一ほか:騒音対策と消音設計

熱間加工用加熱炉の省エネルギー対策(第3報)

鋼材の予熱による省エネルギー対策

平田 敏明, 野地 英治, 鈴木 寛
兼 広 二郎

1. 緒 言

鍛造加工は、素材の加熱に多量のエネルギーを必要とし、製品価格に占めるエネルギーの割合も比較的高く、エネルギー多消費型産業である。第一次、第二次の石油危機を契機に、電気ガス料金も値上げされ、業界の省エネルギーに対する要望は、ますます高くなってきている。

前報¹⁾では、セラミックファイバーを施工した省エネルギー型鍛造炉を製作して、炉材、燃焼機器ならびに操縦管理などの面から省エネルギー対策を検討した。本報では予熱室を製作して材料の予熱を行い、排熱の

有効利用を計った。バーナーは中圧バーナー及び低圧の比例制御バーナーを使用し、予熱効果による省エネルギーを検討したので、これを報告する。

2. 予熱室の製作

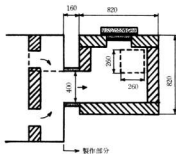
今回製作した予熱室の形状を図1に示す。図の様に予熱室を加熱炉に直結して製作し、排熱を加熱炉の中央部分から予熱室へ導くようにした。

予熱室を通過した排熱は、45°に傾斜した煙道を通じて加熱炉の煙道に戻る構造とした。予熱室の内部は、床面がレンガ(SK35)の二段積み、側面はレンガ(SK35)の一枚重ね、天井面と扉は、セラミックファイバーブランケット(25mm厚)と、セラミックファイバーボード(25mm厚)の二重構造とし、加熱炉からの導入口及び傾斜した煙道の内側は、セラミックファイバーブランケット(25mm厚)で施工した。この予熱室の容積は約0.1m³で、鋼材150kgの予熱が可能で大きな大きさである。

3. 中圧バーナーによる操業

3.1 燃焼装置及び測定

燃焼装置の構成は前報で使用したのと同じである。次に温度測定点を図2に示す。



製作部分

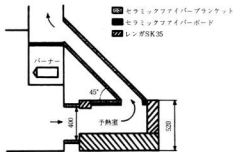


図1 炉の形状

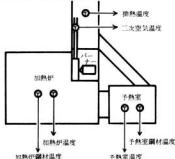


図2 温度測定点の概略図

- セラミックファイバーブランケット
- セラミックファイバーボード
- レンガSK35

温度測定は6ヶ所で行い、加熱室温度の測定はPR熱電対、他の個所はCA熱電対を使用して測定した。

3.2 昇温特性

加熱炉の昇温特性を表1に示す。これは停止中の加熱炉を最大の燃焼状態で1300℃まで昇温した後、燃料及び二次空気を適切に調節することにより、1時間保持した結果である。

表1 昇温特性(中圧バーナー)

工程	時間 (分)	燃料消費量 (kg)	燃料消費率 (kg/h)
昇温	29	10.9	22.6
定温	60	18.1	18.1

加熱炉の温度を1300℃に上昇させるには、約30分必要で、燃料消費量は約11kg、燃料消費率は約23kg/hであった。また、1300℃の一定温度に加熱炉を保持するには、約18kg/hの燃料が必要であった。

予熱室を設けない状態での昇温時間は約30分、燃料消費量は約8kg、一定温度保持の燃料消費量は約8kg/hであるから、予熱室を設置したことにより燃料の消費が増大した。

温度は、1300℃のとき、予熱室温度は約800℃、排ガス温度は約500℃となった。

3.3 操業方法

操業は実際の鍛造作業に準じて、炉の昇温、鋼材の押入、加熱、加工という一連のサイクルを繰り返した。一回に押入する鋼材量は100kgと150kgで、予熱を行う場合と、行わない場合について比較検討した。各々の操業方法については次に述べる。鋼材の予熱を行わない場合の加熱室の温度曲線を図3に示す。

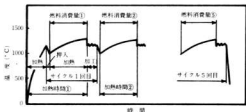


図3 加熱室の温度曲線

操業の手順は次のようにする。

- (1) 加熱室の温度が約1200℃になるまで加熱する。
- (2) 鋼材を加熱室へ押入する。

- (3) 鋼材の温度が1200℃になるまで加熱する。
- (4) 鋼材1個(約10kg)の鍛造時間を1分と仮定して、鋼材を1個づつ取り出す。

- (5) (2)~(4)を5回繰り返して1日の操業とする。

1回の鋼材の押入量は150kgと100kgで、150kgの鋼材に対しては3日間繰り返した。

次に鋼材の予熱を行う場合の操業の手順は、次のようにする。

- (1) 加熱室温度約1000℃で予熱室に鋼材を押入して、加熱室温度を約1200℃まで加熱する。

- (2) 予熱室の鋼材を加熱室へ押入する。予熱室へは、別の鋼材を押入する。

- (3)~(5)は、上述の手順と同様である。

3.4 操業の結果

操業の結果、予熱を行わない場合の最高温度は、予熱室で1000℃以上、煙道で600℃以上となり、予熱を行う場合は、各々700℃以上、500℃以上となった。また鋼材は、400℃前後の温度に予熱できた。

燃料消費量及び操業の時間について表2に示す。

表2 操業の結果(中圧バーナー)

摘要	炉の形態 鋼材量	加熱炉 (前報より)	予熱室付加熱炉	
			予熱を行わない場合	予熱を行う場合
燃料消費量 (kg)	150kg ×5回	82.2 (110kg/ 鋼材t)	80.2 (107kg/ 鋼材t)	68.7 (92kg/ 鋼材t)
	100kg ×5回	-	59.4 (119kg/ 鋼材t)	58.7 (117kg/ 鋼材t)
時間 (時:分)	150kg ×5回	(6:08)	4:01	3:47
	100kg ×5回	-	3:05	3:04

前報¹⁾の加熱炉の操業では、鋼材量150kg×5回で、燃料消費量は82.2kgであり、予熱室付加熱炉の場合は、80.2kgであるから、操業において燃料消費量は、ほぼ同じである。操業時間が大幅に違うのは、作業方法が若干異なるためである。鋼材量150kg×5回の操業で予熱を行う場合の熱効率率は21.7%、行わない場合は18.6%で予熱を行う場合は、行わない場合に比較して燃料消費量で15kg/鋼材t(14%)の節約となり、時間は、約15分短縮できた。鋼材100kg×5回の操業では予熱を行う場合と行わない場合との差異は、は

とんどみられなかった。

次に燃料消費量及び作業時間を、加熱工程と加工及び押入工程別に内訳して表3に示す。

表3 作業の結果詳細

工程	摘要 鋼材の別 別量	燃料消費量 (kg)		時間 (時:分)		燃料消費率 (kg/h)	
		行わない	行う	行わない	行う	行わない	行う
加熱	150kg ×5回	57.7 (①-⑥) 平均 10.5	46.6 (①-⑥) 平均 7.9	2:41 (①-⑥) 平均 28	2:18 (①-⑥) 平均 22	21.5	20.3
		46.0 (①-⑥) 平均 7.3	42.8 (①-⑥) 平均 6.6	2:09 (①-⑥) 平均 22	2:02 (①-⑥) 平均 19	21.4	21.0
加工及び押入	150kg ×5回	22.5	22.1	1:20	1:29	16.9	14.9
		100kg ×5回	13.4	15.9	56	1:02	14.4

これより加熱工程の燃料消費量は、予熱を行う場合は2.6kg/回(150kg/5回)、0.7kg/回(100kg×5回)少なく、時間は各々6分/回、3分/回短縮できた。

しかし、加工及び押入工程では、予熱を行う場合の方が作業量が多くなるため時間を要した。

4.1 燃焼装置及び測定

燃焼装置の構成を図4に示す。

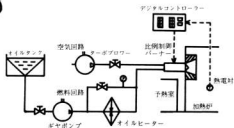


図4 燃焼システム

比例制御バーナーは、ワンレバーにより油量と燃焼用空気量を、バーナー内部で同時に比例調節できる低圧空気噴霧式オイルバーナーで、空気圧600mmH₂Oで重油燃焼量が最大14.2l/h(カタログ値)のもの

を使用した。

デジタルコントローラーは、マイクロプロセッサをベースとして、設定点と時間の関係を自由にプログラムできる。ダイレクト入力プログラムコントローラーである。

コントローラーからデジタル信号が、モジュロールモータを回転させ、その回転はリンクを介してバーナーのレバーを操作するようになっている。なお、温度の測定は図2に準じて行った。

4.2 検査方法

検査は、中圧バーナーの場合と同様に、炉の昇温、鋼材の押入、加熱、加工のサイクルを繰り返した。鋼材の予熱を行わない場合と行う場合の各々について、1回に押入する鋼材の量は150kgとし、3回の押入を1日の作業として2日間おこない比較検討した。この工程と温度曲線の概略を図5に示す。

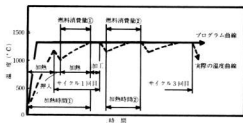


図5 加熱室の温度曲線

図5の実線は、デジタルコントローラーに入力した温度曲線である。

実際の温度曲線は、点線のようになることが予想されるが、加熱室温度は、コントローラーで制御されるため、1350℃を大幅に上回ることはない。

4.3 作業の結果

作業の結果、予熱を行わない場合の最高温度は、予熱家で1000℃以上、燃道で600℃以上となり、予熱を行う場合は、各々700℃以上、300℃以上となった。また鋼材は約400℃に予熱できた。燃料消費量及び作業時間について表4に示す。

表4 作業の結果(比例制御バーナー)

摘要	予熱の有無	予熱を行わない場合	予熱を行う場合
燃料消費量 (kg)		52.9 (117kg/鋼材t)	48.8 (108kg/鋼材t)
時間 (時:分)		3:59	3:46

予熱を行う場合の熱効率率は18.4%、行わない場合は、16.9%で、予熱を行う場合は行わない場合と比較して燃料消費量で9kg/鋼材t(7.6%)の節約となり、作業時間は、13分短縮できた。

次に燃料消費量及び作業時間を、加熱工程と加工及び押入工程別に内訳して表5に示す。

表5 操業の結果詳細

工程の別	燃料消費量(kg)		時間(時:分)		燃料消費率(kg/h)	
	行わない	行う	行わない	行う	行わない	行う
加熱	42.6	38.3	3:12	2:56	13.3	13.1
	①~③ 平均 11.3	①~③ 平均 9.1	① 1:44 ②③ 平均 :44	① 1:44 ②③ 平均 :36		
加工及び押入	10.3	10.5	47	50	13.1	12.6

これより加熱工程の燃料消費量は、予熱を行う場合2.2kg/回節約でき、時間は8分/回短縮できた。しか

しバーナーの容量が小さいため、1回目の加工までの加熱時間を非常に長く必要とした。

加工及び押入工程では、予熱を行う場合の方が作業量が多いため時間を要した。

5. 結 言

- (1) 予熱室を設置して空だきした場合、昇温時及び定温保持に、燃料消費量が増大した。
- (2) 全操業時の熱効率率は、中圧バーナー使用の場合で、予熱を行わない場合18.6%、予熱を行う場合21.7%。比例制御バーナー使用の場合で、予熱を行わない場合16.9%、予熱を行う場合18.4%となり、いずれの場合も予熱の効果が認められた。
- (3) 予熱を行うことにより、中圧バーナー使用の場合で14%/鋼材t、比例制御バーナー使用の場合で7.6%/鋼材tの燃料節約ができたが、予熱室から加熱炉への鋼材の移しかえ作業が必要で、作業者の労力が増え、時間の浪費も生ずる。予熱室から加熱炉への鋼材の、移動方法は、今後の課題である。

6. 文 献

- 1) 平田敏明ほか：本報告 No.24 P24-28(1981)

鋳物の省エネルギー造型技術に関する研究

コールドボックス造型装置の試作と造型技術

小林賢治, 京極秀樹, 田谷征雄
兼広二郎, 加城正義

1. 緒 言

昨今の省資源, 省エネルギーは, 鋳造業界に限らず, あらゆる業種に係わる大きな問題である。昭和54年税制改正以来, コールドボックス鋳造型機など省エネルギー設備に係わる固定資産税の課税標準の特別措置が講じられた。その後フェノール系樹脂によるコールドボックス中子は生型造型用として, 中小鋳造工場でも使用され, 従来のシェル中子にくらべ, その普及は著しく, 特に回収砂中の複合粒は, 鋳肌・寸法不良の問題発生となっている。この原因はフェノール系樹脂の粘度が高いため, 粘度指数の低い砂を使用せざるを得ないこと, 耐火度が比較的高いためと考えられる。フェノール系樹脂に対し, 最近フラン系樹脂によるコールドボックス造型法が注目され始めた。これはフラン系樹脂がフェノール系樹脂にくらべ, 粘度が低く混練砂の流動性が良いため, 比較的粒度の小さい砂が使用でき, また回収砂の処理及び管理も容易なためである。本報では, フラン系樹脂によるボックスタイプのコールドボックス装置を試作し, 中子造型を行い, 中小鋳造工場への技術導入の可能性を検討したので報告する。

2. 試料と装置及び実験方法

2.1 供試材料

表1 試料の粒度分布

試料	粒度分布 (重量%)										
	20#	28#	35#	48#	70#	100#	145#	200#	280#	PAN	FN
A	tr	0.1	0.4	1.6	20.0	42.5	25.7	7.1	2.0	155	
B	tr	3.2	14.3	14.0	2.5	13.7	29.0	16.8	4.6	1.2	117
C	0.2	4.4	11.8	12.0	5.2	14.8	29.4	16.5	4.4	1.3	118
D	0.4	8.7	19.8	17.4	4.5	11.5	21.4	12.0	2.9	1.4	96
E	tr	0.2	2.3	45.6	41.0	9.8	0.2	tr	0.1	89	

2.1.1 原材料 実験に使用した供試材料の珪砂, 及び樹脂, 硬化促進剤(以下MEKPOという), 硬化ガスの性状を表1・2に示す。

フラン樹脂は, 現在工場で使用されているものをコールドボックス用に改良されたもので, 粘度も11.4 CPSにくらべ, 100±30 CPSと高くなっている。

2.1.2 装置 写真1は, 本実験で使用した試作装置全体を示すもので, 図1にその略図を示す。

2.2 実験方法

2.2.1 圧縮試験片の作成 表1に示した5種類の配合砂を品川式攪拌機(羽根: スクリューボータ)を用い, 210mmで3kg/パッチを混合し, φ50×50の木型に入れ, ガッシングを行い直ちに脱型し供試品とした。

フラン樹脂は砂に対して, 一律に1.2%添加し, MEKPOを対樹脂比30~50%添加した。混合順序及びガッシング手順を次に示す。



型込め → PG (ブレイガッシング: 0.2kgf/cm²・5秒) → MG (メインガッシング: 1kgf/cm²・1秒・2ISO₂/分) → AP (エアージ: 2.2kgf/cm²・30秒) → 板型。

2.2.2. ボックスタイプガッシング装置 図1の①

は, 50kg液化SO₂ボンベで②の温水加熱装置で30~35℃に保持し, (高圧ガス取扱法では, 40℃以下) SO₂ガス体として取り出した。温水40℃では液化SO₂が流入し, 完全な気体状態とならなかった。上記温度範囲であれば, SO₂ガス圧力は十分保持することができる。

SO₂ ガス蒸気圧を図2に示す。¹⁾③は、SO₂ ガス流量を監視するための流量計でガッシング時のSO₂ ガス流量を2~3ℓ/分に調整した。

安定を計り、ボックス内のチャンバー⑥で模塊⑦に吹込んで瞬時に硬化させた。型砂表面の飛散を防止するため初期0.2kgf/cm²のPGを5秒間行った後、MGを行った。MGの条件は1kgf/cm²、1秒、SO₂ ガス流量2ℓ/分であった。MG終了後、型内の残留SO₂ ガスを揮散させるためのAPを行った。未反応及び鋳型内の残留SO₂ ガスは、フード⑧、排気ファン⑨を通してSO₂ ガス吸収塔⑩で吸収し、排気した。

表2 樹脂・パーオキサイド・SO₂の一般的性質

性状 原材料	外 観	比重(25℃ /4CH ₂ O)	粘 度 (CPS/25℃)	引火点 (℃)	沸 点 (℃)	消 防 法 危険物分類	高圧ガス 法の分類
樹 脂	褐色液体	1.90 ± 0.01	100 ± 30	80	-	第4類 第3石油類	-
酸化触媒 (MEKPO)	無色透明 液体	1.16 ± 0.01	17 ± 3	95	-	第1類	-
非硫酸ガス	無色気体 独特な 刺激臭	気体 2.26 (41和0℃ 1atm) 液体 1.37 (25℃/4℃)	-	- (不燃性 気体)	-10	-	酸化ガス 毒性ガス

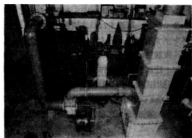


写真1 コールドボックス試作装置

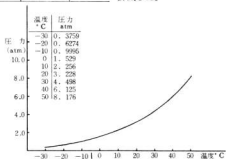


図2 亜硫酸ガスの蒸気圧曲線 (ICT)

SO₂ ガス吸収塔の内容積は0.45 m³で、シャワーは1段目に充円錐ノズル1個、2段目には空円錐ノズル4個を使用し、2段シャワー方式の採用でガス吸収能力を高めた。なお、吸収液は40%のNaOH溶液を使用した。

2.2.3 各種試験法

2.2.3.1 放置強度 φ50×50%目の標準試験片を使用し、所定時間放置後の圧縮強さを測定した。(JIS Z 2604)

2.2.3.2 表面安定性(以下SSIという)試験片をロータップ機につけた6メッシュフルイ上に置き、叩くことなく1分間振蕩した後のフルイ上の残留量と試験片重量との割合(%)で表わした。

2.2.3.3 流動性試験 JIS Z 2604の試験片つき固め機筒内に6メッシュのフルイを用いて、混合砂(樹脂添加量1.2%)を入れて、3回つき固めた後、砂の充填密度を求めた。

2.2.3.4 通気度試験 JIS Z 2603に準じて、通気度試験機を使用して測定した。

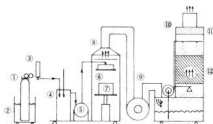


図1 試作装置の概略図

④は、6Kwヒータを挿入したφ300×450%Hのガス混合器で、ホットエアとSO₂ガスを完全に混合するため、ラシヒ管を投入した。ホットエア圧は1kgf/cm²、SO₂ガス2次圧を1.7kgf/cm²に調整した。混合ガスは⑤のバッファタンク内に導入し、ガス圧力の

3. 結果及び考察

3.1 各種混合砂の流動性及び通気度

混合砂の流動性及び通気度の良否は、 SO_2 ガス拡散、ガッシング時間及び圧力に影響を与えることが予測されるので、各種混合砂について、流動性、通気度について調べた。

各配合砂に樹脂1.2%添加した場合の結果を表3に示す。表3よりEは粒度分布も2ピークの珪砂で、配合後の通気性も非常に良いことがわかった。

表3 各試料の流動性および通気度

項目	試料	A	B	C	D	E
流動性(%)		33.5	35.5	36.5	37.5	34
通気度		59	57	57	166	132
$\phi 50 \times 50$ 片例		128	143	140	144	275

3.2 MEKPO添加量およびガッシング時間と放置強度の関係

各配合砂に樹脂を1.2%添加し、MEKPOを対樹脂比で、30、40、50%と添加量を変えて2.2.1に準じて試験片を作成した。それぞれの放置強度の関係を表4に示す。表5は2.2.1に準じて、 SO_2 ガス流量を3 ℓ /分でおこなった時の放置強度を示す。この結果MEKPO添加量を多くすれば、硫酸生成に必要な SO_2 ガス量も増加し、その結果硬化剤が増え、初期強度

の上昇が認められた。フラン樹脂硬化のために必要な、 H_2SO_4 の生成量は40%MEKPOの添加で十分であった。

試料の強度については、3.1で調べた通気度の結果と良く一致し、通気性の良い試験片は、初期及び最終強度、SSIとも良好な結果を示した。

3.3 S S I

生型機械造型を対象とする中子は、塗型作業がほとんど行われないため、砂カミ等の不良発生の原因になっている。本プロセスで造型される中子のSSIも重要な管理項目となる。MEKPOの添加量及びガッシング時間と、SSIの関係については、初期強度は高いが、最終強度には大差は認められなかった。しかし粒度指数の値が大きくなる程、強度、SSIとも低下する傾向が見られる。これは砂粒全体の表面積が大きくなり、粘結力を高める樹脂量が、不足する結果と考えられる。この結果粒度指数80~90、2ピーク位の珪砂の選択が必要と考えられる。

3.4 中子造型

写真2、3に本実験で試作した中子を示す。写真2は、比較的通気性の良い機型を使用し、配合砂A~Eで造型した重量700 g の中子である。写真3は、複雑な機型で、左右凹凸部にベントホールを必要とした重量1.8 kg の中子である。表6に試作中子の造型条件を示す。この結果、複雑な機型は、ベントホールの位置、数によってガッシング時間の短縮、 SO_2 ガス消費量の低減が可能となる。

表4 MEKPO量と放置強度及び表面安定性の関係 (SO_2 流量2 ℓ /minの場合)

強度 = %

放置時間 (対樹脂)	配合砂			A			B			C			D			E		
	30	40	50	30	40	50	30	40	50	30	40	50	30	40	50	30	40	50
5min	1.0	1.5	2.0	3.5	3.5	3.0	3.5	5.5	5.5	7.0	8.5	8.0	28.1	40.2	37.4			
30min	5.5	8.5	10.0	7.0	8.5	8.5	8.0	10.8	11.0	10.3	18.0	16.5	50.7	68.7	64.7			
60min	8.9	10.3	11.0	15.3	17.2	17.0	18.5	18.4	18.0	25.4	30.6	28.1	68.9	77.6	70.6			
24hr	9.0	10.3	11.0	18.5	20.5	21.0	19.0	21.0	20.0	28.0	31.0	30.0	75.4	78.3	77.2			
表面安定性(%)	85	92	92	90	91	91	90	92	92	92	95	95	95	98	98			

表5 MEKPO量と放置強度及び表面安定性の関係 (SO_2 流量3 ℓ /minの場合)

強度 = %

放置時間 (対樹脂)	配合砂			A			B			C			D			E		
	30	40	50	30	40	50	30	40	50	30	40	50	30	40	50	30	40	50
5min	2.4	4.0	5.6	7.8	7.9	8.9	8.7	10.4	19.5	20.0	25.4	25.8	69.0	67.1	45.3			
30min	6.0	7.4	8.8	10.5	19.7	22.4	12.6	21.0	22.7	25.2	27.0	31.0	69.1	68.5	76.0			
60min	8.5	12.0	12.5	18.0	22.0	23.2	19.2	23.4	24.0	29.4	30.4	31.4	70.2	79.0	82.7			
24hr	10.2	12.4	12.7	19.2	22.7	23.5	20.7	24.0	24.7	30.1	32.6	33.7	77.5	80.2	85.8			
表面安定性(%)	87	90	90	90	91	92	90	93	93	95	95	95	98	98	98			

表6 試作中子のガッシング条件

条件 試料	粒度 指数	SO ₂ ガス 2次圧力 (kgf/cm ²)	流量 (ℓ/min)	混合空 気圧力 (kgf/cm ²)	PG圧力 (kgf/cm ²)	時間 (秒)	MG圧力 (kgf/cm ²)	時間 (秒)	AP圧力 (kgf/cm ²)	時間 (秒)	ベント ホール数	造型結果
A	155	1.7	2	1.0	0.2	5	0.7	1	2.2	30	0	表面安定性不良
D	96	1.7	2	1.0	0.2	5	0.7	1	2.2	30	0	可
D	96	1.7	3	1.0	0.2	5	0.7	3	2.2	90	0	硬化不良
D	96	1.7	3	1.0	0.2	5	1.0	3	2.2	90	6	可



写真2 試作中子



写真3 試作中子

4. 結 言

フラン樹脂を使用するコールドボックス造型について、装置を試作し、適合砂の検討及び中子造型を試みた。特に使用する造型砂によって、条件は異なることが考えられる。現場への導入には、未知の部分が多く追試験の必要もあるが、今回の実験結果をまとめると次のとおりである。

- (1) SO₂液化ガスポンベの加温は35℃で液化の安定性がよく、40℃では液状になり、ガス流量が不安定であった。
- (2) SO₂ガス吸収塔の小型化は、2段シャワー方式で

十分性能を発揮することができる。

- (3) 珪砂の粒度分布はガッシング時間及び強度、SSIに影響を与え、粒度指数の大きな珪砂の造型では強度、SSIともに低下する。
- (4) 複雑な模型は、ベントホールの位置、数の検討が必要である。
- (5) コールドボックス造型装置及びガススクラパーの一連の装置開発を行い、これを中小鋳物工場に技術移転を行える目途を得た。

5. 文 献

- 1) 製鉄化学：液化亜硫酸ガス資料No.1 (1980)

フレームレス原子吸光法によるホワイトメタル中のビスマスの定量

大橋 俊彦，渡部 英雄，応 和 尚

1. 緒 言

ホワイトメタル中の微量ビスマスの存在は、裏金との密着性を害し、スズと共晶を生成することによって合金強さを減少させるなどの悪影響を及ぼすのでその管理が必要となる。そのためJISでは重量法、吸光度法が規定されているが、ともに操作が複雑である。

原子吸光法によるビスマスの定量については、耐熱合金¹⁾、ニッケル基合金²⁾、温泉水³⁾等について多数の報告があるが、主成分によるマトリックス効果などのため共沈分離、溶媒抽出などを併用している場合が多い。

筆者らはフレームレス原子吸光法によるホワイトメタル中の微量ビスマスの定量法を検討したところ、溶媒抽出等の分離操作を併用しないで迅速に精度良く定量できたので報告する。

2. 実験方法

2.1 装置

原子吸光分析装置：日本ジャーレル・アッシュ社製 AA-8500型を使用した。光源は長松テレビ社製のホーカソードランプを用いた。

フレームレスアトマイザー：日本ジャーレル・アッシュ社製 FLA-100型を使用した。原子化部には内径3mm、長さ30mmの通常のグラファイトチューブをセッした。

試料はエッペンドルフ社製20 μ l固定型のマイクロピペットを用いて原子化部に注入した。

2.2 試 薬

ビスマス標準液：金属ビスマス(99.9999%)0.250gを少量の硝酸(1+1)に溶解して蒸発乾固した後、水及び硝酸を加えて溶解して正確に250mlとし、1N硝酸酸性で保存する。実験に際しては、この原液を適当に希釈して使用した。

共存元素の影響を検討するために使用した金属塩類

については、スズ、アンチモンは純金属を硝酸で溶解し、アルミニウムは硝酸塩、その他の元素は純金属を硝酸で溶解して使用した。

無機酸類は精密分析用、その他の試薬は特級試薬を使用した。

2.3 実験方法

容量100mlのメスフラスコにビスマスが5~10 μ gとなるようにビスマス標準溶液をとり、これに酸及び必要により金属塩類等を添加し標線まで希釈する。この溶液20 μ lをマイクロピペット(一定)で黒鉛炉に注入し、アルゴンガスを通しながら乾燥、灰化、原子化を行い、波長223.1nm、ランプ電流8mAでビスマスの原子吸光値を測定した。酸及び共存物質によるバックグラウンド吸収は重水素ランプを用いて補正した。カーボンチューブは消耗によって抵抗が変化し、同一電流でもより高温となるので、100~120回測定ごとに新しいものと取り替えた。

アルゴン流量は、流量が少ない場合吸光値は高くなるが、カーボンチューブの保守を考慮して3.0l/min(一定)とした。

3. 実験結果と考察

3.1 測定条件

2.3の実験方法により、試料溶液の最適な乾燥、灰化、原子化条件について検討した。乾燥については、急激な加熱を行うと試料の揮散がおこり吸光値がぼらつくので、乾燥電流値は20Aで段階的に電流値をあげる方法が最適であった。

灰化電流値を変化させてビスマスの吸光値を測定した結果を図1に示す。灰化電流値50~90Aで一定の吸光値を示し、90A以上ではビスマスの揮散のために吸光値は減少する。また40A以下では硫酸や硝酸のバックグラウンドが大きく吸光値がぼらつく。

次に原子化電流値によるビスマスの吸光値の変化の様子を図2に示す。

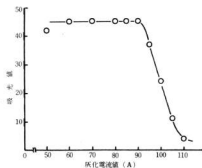


図1 灰化電流値の影響

Bi: 100ng/ml, 0.8N HNO₃ + 0.08N HClO₄
原子化電流値 280 A

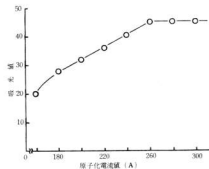


図2 原子化電流値の影響

Bi: 100ng/ml, 0.8N HNO₃ + 0.08N HClO₄
灰化電流値 60 A

原子化電流値 260 A までは吸光度は徐々に増加し、260 ~ 300 A の間で一定であった。これは 260 A 以下では温度が低いため、ビスマスの原子化が不完全であるためである。

以上の結果より、吸光度の安定性とグラフアイトチューブの保守を考慮し、また実試料分析に際し有機物を添加した時の大きなバックグラウンド吸収を低減させるため、表 1 に示すように測定条件を設定した。

3.2 酸濃度の影響

実試料の溶解に使用する酸として塩酸、硝酸、硫酸、

表 1 測定条件

	電流値 (A)	時間 (秒)	モード
乾燥	20	40	step
灰化	70	120	ramp
原子化	280	5	ramp

過塩素酸について、ビスマス吸光度に対する影響を検討した結果を図 3 に示す。

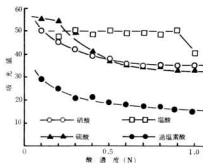


図3 酸濃度の影響

Bi: 50ng/ml

硝酸、硫酸、過塩素酸濃度が 0.6 N 以上で吸光度はほぼ一定となる。塩酸では 0.9 N まで一定の吸光度を示すが、測定ごとのバラツキが非常に大きかった。

さらに実試料である鉛合金の溶解を行う際に、過塩素酸だけでは鉛が析出することがあるので、過塩素酸に硝酸を加えた混酸について影響を検討し、その結果を図 4 に示す。

図 4 は硝酸濃度 0.8 N (一定) とし、過塩素酸の種々の濃度についてビスマスの吸光度を測定したものである。過塩素酸濃度 0.06 N ~ 0.10 N で一定の吸光度を示した。

以上の結果より、原子吸光測定を行う時の酸濃度は硝酸+過塩素酸酸性で、硝酸 0.6 N ~ 1.0 N、過塩素酸 0.06 ~ 0.10 N とした。

3.3 共存元素の影響

実試料中に共存する各種元素について、その影響を検討した。スズ、アンチモンによる干渉の様子を図 5 に示す。スズ 100ppm の共存で 40%、アンチモン 10

表2 共存元素の干渉

元素	共存元素 共存量 ($\mu\text{g}/\text{ml}$)	添加状態	ビスマス 添加量 (ng/ml)	相対 吸光度
Pb	100	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	100	1.00
Cu	100	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	100	1.01
Fe	100	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$	100	1.00
Zn	100	$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$	100	1.00
Al	100	$\text{Al}(\text{NO}_3)_3$	100	1.02
Ag	100	$\text{Ag}(\text{NO}_3)$	100	1.00

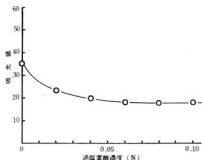


図4 過塩素酸濃度の影響
Bi: $50 \text{ ng}/\text{ml}$, 0.8 N HNO_3

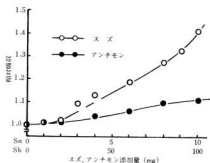


図5 スズ, アンチモンによる干渉
Bi: $50 \text{ ng}/\text{ml}$, $0.8 \text{ N HNO}_3 + 0.08 \text{ N HClO}_4$
+ $1.2 \text{ N H}_2\text{SO}_4$

の共存で10%吸光度が増加し正の干渉を示した。

スズ, アンチモン以外の元素について干渉の様子を表2に示す。

どの元素も10%以下の共存では干渉を示さなかった。なお、銀はホワイトメタルの成分としては規定されていないが、鉛地金中のビスマスの分析にも応用することを考慮して検討した。

3.4 有機物添加の影響

有機物による増感効果はよく知られているので、酒石酸, アスコルビン酸, 尿素, チオ尿素などによる添加効果を検討したところ, チオ尿素のみが増感効果を示した。そこでチオ尿素の添加量による増感効果を検討し, 結果を図6に示す。

チオ尿素の濃度が増加するにしたがってビスマスの吸光度は上昇するが, チオ尿素1.5%以上で吸光度は

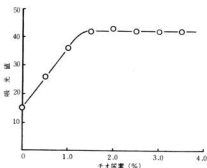


図6 チオ尿素の影響
Bi: $50 \text{ ng}/\text{ml}$, $0.8 \text{ N HNO}_3 + 0.08 \text{ N HClO}_4$

一定となり約180%の増感を示す。この増感現象の詳細な機構はまだ解明されていない。

また, スズ, アンチモンの共存により正の干渉が現れるが, スズ, アンチモンの共存量50%, 5%まではチオ尿素2.0%の添加によって干渉を除去することができた。

なお, チオ尿素1.5%以上を添加すると, 灰化温度が低い時には非常に大きなバックグラウンド吸収が現れ, 重水素ランプによる補正の信頼性が低下するため, 既述のように灰化電流値70 A, 時間120秒で徐々に加熱し, バックグラウンド吸収値が5%以下となるようにした。

3.5 定量法

ホワイトメタル中の微量ビスマスを次のような方法により定量した。

(1) 試料をビーカーにとり、臭素-臭化水素酸混合液(1+9)を加えて加熱分解する。

(2) 過塩素酸 10 mlを加え、静かに加熱濃縮して白煙を発生させ、スズ、アンチモン、ヒ素等を臭化物として揮散させる。

(3) 冷却後、純水及び硝酸 5 mlを加えて塩類を溶解し、メスフラスコに移して 100 mlとする。

(4) ビスマスが適量(1~5 μg)となるように 100 mlメスフラスコ中に分取し、5%チオ尿素溶液 40 mlを加える。

(5) 酸濃度を硝酸 0.6~1.0 N、過塩素酸 0.06~0.10 Nとなるように調節してメスアップする。

(6) 原子吸光度計によりビスマスの吸光値を測定し、あらかじめ作成した検量線からビスマス含有量を求める。

(7) 検量線の作成は次のようにして行う。

100 mlメスフラスコにビスマス 0~5 μg を段階的にとり、各々に 5%チオ尿素溶液 40 mlを加え、酸濃度を硝酸 0.8 N+過塩素酸 0.08 Nに調節してメスアップする。これらの試料溶液について原子吸光度計によりビスマスの吸光値を求める。

なお、40 ng/mlビスマス溶液を 10回くり返し測定した時の精度は 2.2%であり、再現性は良好であった。

3.6 実試料分析

実試料について 3.5 で述べた方法により分析した結果を表 3 に示す。JIS 法による結果とよく一致しており、本法は実試料の分析法として十分利用できることがわかった。また、鉛地金の分析にも適用できることがわかった。

表 3 実試料の分析結果

試料	本 法	JIS法
No.1	0.017	0.017
No.2	0.082	0.077
No.3	0.0049	—

4. 結 言

本研究の結果を要約すると次のとおりである。

(1) フレームレス原子吸光度法でビスマスの定量を行う場合、チオ尿素の添加により大きな増感効果が得られるばかりでなく、スズ、アンチモンの正の干渉を除去することができる

(2) 40 ppb ビスマス溶液を 10回くり返し測定したところ、標準偏差パーセントは 2.2%であり再現性は良好であった。

(3) 本法で実試料を分析したところ、JIS 法による結果とよく一致しており、十分実用できることを知見した。

5. 文 献

- 1) 須藤恵美子ほか：金属材料技術研究所研究報告集 昭和 56 年度版, P. 196-208 (1981)
- 2) Dulski T. R. ほか：Anal. Chim. Acta. Vol. 102, P. 33-39 (1978)
- 3) 佐藤彰ほか：分析化学 Vol. 26, P. 747-751 (1977)

りん酸系塗装前処理剤及び特殊防錆塗料に関する一実験

酒井隆司，清水達磨，梶岡 秀

1. 緒 言

最近，橋，鉄塔等の大型鉄鋼構造物に対する塗装及び塗替えは，被塗物の大きさ，形状による困難さから前処理工程の合理化，省力化が進められている。例としてりん酸を主剤とした表面処理法または錆面塗料を使用する方法¹⁾などがある。

今回，県内企業から塗装前処理用りん酸系除錆剤の密着性及び耐食性の調査依頼があり，これを機会にりん酸系除錆剤，ウォッシュプライマー，錆転換型特殊塗料系プライマー（以下錆転換プライマーという）等を用いて種々の塗装仕様で塗膜を作成し，密着性試験塩水噴霧試験，促進耐候試験及び耐候試験を行い，いくつかの知見を得たので報告する。

2. 試料と実験方法

2.1 試料の作成

試料は，表1に示す4種類の塗装下地に，それぞれ表2に示す塗装仕様で塗装し，試験に供した。ただし密着性試験用試料は，素地との密着性を調べるために最下層の塗膜のみ塗布し，試験に供した。

2.2 実験方法

2.2.1 密着性試験（基準目試験） JISK 5400に従い，試料にカッターナイフで直交する縦横 11本ずつの平行線を素地に達するように1mm間隔で引き，100個の基準目を作る。ついでセロハン粘着テープを密着させ瞬間的に引き離し，完全にはがれないで残った基準目を計数した。

2.2.2 塩水噴霧試験 スガ試験機SH-ST-11 L-ISOを用い，JISK 5400，Z 2371に従い，連続35日間試験した。試料には対角線上に素地に達するきずを入れ試験に供し，ふくれ，赤錆等の発生について目視観察した。

2.2.3 促進耐候試験 東洋理化学工業WE-T-2NHを用い，JISK 5400に従い，積算500時間照

表1 塗装下地の種類

記号	塗 装 下 地
A	冷間圧延鋼板 アルカリ脱脂処理 200×100×1
B	熱間圧延鋼板（黒皮）アルカリ脱脂処理 200×100×1.5
C	Aを塩水噴霧後屋外暴露して発錆させたものを手工具で三種ケレン程度まで除錆した鋼板
D	Cを電動工具で二種ケレン程度まで除錆した鋼板

表2 塗装仕様

工程	塗装仕様	試験結果						
		1	2	3	4	5	6	7
りん酸系前処理	(a)	○	1	1	○	1	1	○
	(b)	1	1	1	1	○	1	1
プライマー	ウォッシュプライマー	1	○	1	1	1	1	1
	錆転換プライマー	1	1	1	1	1	○	1
下塗り	長油性フタル酸樹脂	○	○	○	1	○	○	1
	エポキシ樹脂	1	1	1	1	1	1	○
中塗り	フェノール樹脂	○	○	○	○	○	○	1
上塗り	長油性フタル酸樹脂	○	○	○	○	○	○	1

射し，変色，つやの減少，しわ，ふくれ，われ，はがれ，発錆，白亜化の度合を未照射の試料と比較した。

2.2.4 耐候試験 JISK 5400に従い，興工試屋上の耐候試験台に試料を取り付け，塗膜のつやの変化，ふくれ，われ，変色，発錆について観察した。試験開始日，昭和56年9月22日，調査日，昭和56年12月25日（94日目），昭和57年3月25日（184日目）

3. 実験結果と考察

3.1 密着性試験

結果を表3に示す。ここでりん酸系除錆剤は，りん酸により，錆を除去かつ固定し，さらにりん酸塩皮膜

を形成し、また銷転換型プライマーは銷面上にも塗装可能で、銷を固定、安定化し、それぞれ密着性、耐食性が向上するとされている。

表3 各種目試験結果

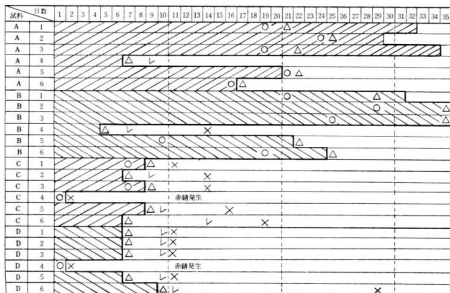
塗装仕様	塗装下地	A	B	C	D
1		100	100	99	100
2		100	100	68	100
3		96	100	85	100
4		100	100	100	100
5		100	100	63	100
6		100	100	50	93
7		100	-	97	100

りん酸系除錆剤(a)処理は、塗布濃度、量、回数、放置時間等、検討する要素が残っているものの、すべて

の塗装素地上の塗膜密着性向上の効果がみられる。一方、りん酸系除錆剤(b)、ウェッシュプライマー、銷転換プライマーは、塗膜密着性向上の効果が明確でなく、三種ケレン程度では塗装仕様3に比べ、逆に低下している。塗装仕様4は、下塗りを省略したもので密着性は優れているが、後述する塩水噴霧試験等で赤錆が発生し、塗膜仕様としては不適である。エポキシ樹脂を用いた塗装仕様7は、密着性良好である。塗装下地Cは、りん酸系除錆剤(a)処理によって密着性は改善されているものの、依然として塗装下地としては不適であり、二種ケレン以上にするか、さらにりん酸系除錆剤(a)処理をして、銷の深部まで浸透させ、密着性を改善させる必要がある。

3.2 塩水噴霧試験

結果を図1に示す。塗装仕様4は下塗りを省略したため、すべて1週間以内によくれが発生し、かつ塗装下地C、Dにおいては赤錆が発生する等、防錆力が劣っている。塗膜下地C、Dでは10日以内にすべてよく



○:僅かによくれが発生

△:試料の10~50%の部分によくれが発生

×:JISK5400に定める対象面によくれ等使用欠陥なし

△:試料の0~10%の部分によくれが発生

×:試料の50%以上の部分によくれが発生

図1 塩水噴霧試験結果

れが発生しているのに対し、塗装下地A、Bでは、17日以後に発生している。これは塗装下地の塗膜性能に与える影響が非常に大きいため、²⁾ 塗装下地A、Bは平滑面であるのに対し、C、D面はかなりの凹凸面であり、凸部の膜厚の薄い部分からふくれが発生したと考えられる。また三種ケレン程度の塗装下地Cは、一度ふくれが発生すると、酸化鉄層にそってふくれが成長する傾向が認められた。

3.3 促進耐候試験

全試料とも、しわ、われ、はがれは認められない。つやについては、全試料とも反射率が低下し、無光沢となっている。目視上試料間の差は認められなかった。ふくれについては、塗装下地A、Bには認められないが、Cに全面に、Dに一部発生した。錆については、塗装下地B、塗装仕様4（以下B-4という。）にごく僅か、D-4には端部に、C-4には全面に微小赤錆が発生した。目視上白亜化しているもの手でこすった程度では塗膜劣化物は指に付着しない。

3.4 耐候試験

94日目、全試料ともつやの減少及びわずかな白亜化が見られる。D-4に僅かな赤錆、C-4にふくれ、赤錆の発生が認められ、素地の表面状態と下塗塗料の塗膜に与える影響が大きい事を示している。われ、はがれは認められない。

154日目、C-4、D-4において赤錆が少し増加したのみで他の変化は認められない。

4. 結 言

塗膜の形成時に関与する因子は多く、それらを一定

に保つことは難しい。試料数の限られた今回の実験で結論を出すことは困難であるが、次の事が言える。

- 1) 二種ケレン及び三種ケレン上の塗膜密着性は、りん酸系防錆剤(a)処理により向上するが、りん酸系防錆剤(b)、ウォッシュプライマー、錆転換プライマーは効果が認められない。
- 2) 塩水噴霧試験においてSPCC、SPHC上に塗装したものは、発錆したSPCCを二種又は三種ケレン後塗装したものより約1週間以上ふくれの発生が遅く、耐塩水噴霧性が良好であった。またりん酸系防錆剤(a)、(b)、錆転換プライマーは耐塩水噴霧性に明確な効果が認められず、一種ケレンまで素地調整を行うか、またはりん酸系防錆剤の処理方法を変える等の対策が必要である。
- 3) 下塗を省略した塗装仕様では、塩水噴霧試験、促進耐候試験、耐候試験とも耐食性が劣っており、塗装仕様として不適である。
- 4) 促進耐候試験、耐候試験において、しわ、われ、はがれは認められなかった。三種ケレン上に下塗りを省いた系では、赤錆が発生した。

5. 文 献

- 1) 広田信義：塗装と塗料 6 P39 - (1980)
- 2) 佐藤 靖：塗装技術 2 P63 - (1982)
- 3) 東 嘉一：塗装と塗料 12 P52 (1979)

オフセット砥石金型の耐久性の改善

清水達磨, 酒井隆司, 梶岡 秀
梅本武博*, 奥本昇生**

1. 緒 言

オフセット砥石は、ディスクグラインダーに取付けられ、鋳物、プレス品、溶接品等のバリ取り、仕上げに多量に使用されており、本県での月間生産量は200～250 tonで全国シェアの20～25%を占めている。オフセット砥石の加圧成型用金型はSiC、 Al_2O_3 等の非常に硬い砥粒により摩擦損耗が激しく、製品の寸法精度、バリの発生等品質の低下や金型寿命が短い等の問題がある。この対策として現用の普通鉄製金型へ硬度が高く耐摩耗性が良いといわれる無電解ニッケルめっき、複合無電解ニッケルめっき、工業用クロムめっき及びイオン窒化等の表面処理を施し、その耐久性を工場現場で検討するとともに、テーバー式摩耗試験結果と比較した。

2. 実験方法

2.1 供試金型とその表面処理

27号オフセット形(180φ×6f)のPC25製金型を表面処理の種類毎に2セットずつ用いた。金型の寸法を図1、表面処理方法を表1に示す。表1のB、

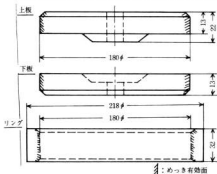


図1 オフセット砥石金型

* 梅本工業 株式会社

** 梶ツボカ

表1 金型の表面処理

記号	No.	表面処理	加工条件	皮膜厚さ (μm)	よたさ Hv (100g)
A	1	普通鉄のまま	熟成仕上げ	—	254
	2			—	263
B	3	無電解ニッケルめっき	カニング社 ナイホス80 91℃, 70分	20～23	498
	4			20～23	493
C	5	無電解ニッケルめっき熱処理品	同上 400℃ 60分加熱	20～23	894
	6			20～23	798
D	7	複合無電解ニッケルめっき	コンボレット カニオン80-80 85～86℃ 150分	20～28	676
	8	パーキング品		20～26	
E	9	複合無電解ニッケルめっき熱処理品	同上 400℃ 60分加熱	20～25	1049
	10			20～25	
F	11	工業用クロムめっき (上, 下板, リング)	ケ佛化浴 40 A / 40分, 仕上げ 48℃	20～25	867
	12				
G	13	工業用クロムめっき (リングのみ)	同上	20～25	833
	14				
H	15	イオン窒化	$N_2 : H_2 = 4 : 1$ 温度: 570℃ 時間: 6hr*	全窒化層 約100	782
	16				743

C, Hは当場でめっき加工し、D, Eは日本カニゼン機、F, Gは梅本工業機において加工した。皮膜厚さは20～25 μm を目標とし、その硬さ測定結果は表1のように複合無電解ニッケルめっき熱処理品が最も硬くHv(50)1049であった。

2.2 現場実験

梶ツボカカのオフセット砥石工場で稼働中の成型機(自社製、手動型込め式、金型数22セット)を使用し、当社の生産計画に従い昭和56年11月から12月にかけて、金型の表面状況及び製品品質を記録しながらオフセット砥石8052枚を成型した。

2.3 金型の表面形状、内、外径等の測定

金型の摩耗状態を数値でとらえるため、使用前後の形状、寸法、真円度及び表面あらかさを測定した。測定

は、硬さを除き、駒三豊製作所の精密測定室で行なった。使用測定機器を表2に示す。

表2 使用測定機器

測定項目	メーカー	名称及び型式
内・外径寸法	駒三豊製作所	DLM500形デジタル測長機
表面形状	〃	コントレーサーCA-105
真円度	〃	真円度測定機RA-1
表面あかさ	〃	サーフテストAB-5
硬さ	駒三豊製作所	微小硬度計MVK-D

2.4 テーパー式摩耗試験

試験片は、金型と同じ材質のFC25製の厚さ5mmの円板を金型と同時に表面処理して作成した。摩耗試験機は東洋テスター製を使用し弾性輪CS-10及び硬質輪H-22により荷重1000gで200回、500回、1000回の摩耗減量を求めた。

3. 実験結果と考察

3.1 金型各部の摩耗状態

23組の金型を使用し、アルミナ系砥粒 ϕ 36の180 μ (7インチ)オフセット砥石8,052枚(金型1組当たり350枚)を成型後の金型の表面状態を図2に示す。

上板はめっき層の密着不良部分を除き、ほぼ完全に残っている。砥粒による摩耗よりも作業工程の上板

相互の衝突、型込め、型抜きに際し大きな衝撃を受けることによる打痕、欠けを生じ変形している。特に角のダレが著しいため製品にバリを生じるようになる。軟質の素材に硬さの高い表面処理をした場合、このような槌打作用による変形には防止効果がなく、この例では、鋳鉄品よりも角の欠損が多発している。

下板は、角に軽度の打痕が多くみられるが、円周面には少ない。スリキズも多いが浅く、めっき層も上板よりも完全に近い状態で残っている。

リングは図2のように、下板上端が著しく摩耗し、その上部5~6mmはタテ方向にやや深いスリキズが多発している。

リングの目視観察結果を5段階で評価すると表3のようである。(5が最も良い)

表3 リングの表面状態の評価

評価	表面処理方法
5	E, 複合無電解ニッケルめっき 熱処理品 F, G 工業用クロムめっき
4	D, 複合無電解ニッケルめっき ベーキング品
3	C, 無電解ニッケルめっき 熱処理品 H, イオン窒化品
2	B, 無電解ニッケルめっき ベーキング品
1	A, 鋳鉄品 (FC25)

金型部品名	表面状態 (モデル)	説明
上板 (外周)		砥粒によるタテ方向のスリキズが多くみられる。上板どうしの衝突等による打痕、欠けによる変形があり、特に(A)(B)部のダレ、欠けが多い。
下板 (外周)		タテ方向のスリキズが多くみられる。打痕は少ない。角は打痕等による変形で少しダレている。
リング (内周)		打痕は殆んどない。部位によっては摩耗状態が異なり、下板と接する面は黒灰色プラスチック面状を呈す。下板上端から1mm巾で深いスリキズを生じるその上部5~6mm巾でやや深いスリキズ帯があり、上部板は円周方向とタテのキズが多い。

図2 使用後の金型の表面状態(金型1セット当たり350枚成型)

表4 テーパー式摩耗試験結果

記号	No.	表面処理	キャリブレス弾性輪CS-10			キャリブレード硬質輪H-22		
			200回	500回	1000回	200回	500回	1000回
A	1	普通鋼鉄 (FC25) のまま	13.8	24.3	35.5	160	440	900
	2		11.1	18.4	24.2	190	480	970
B	3	無電解ニッケルめっき品	2.1	5.2	10.0	100	270	450
	4		2.6	6.1	11.8	110	280	480
C	5	無電解ニッケルめっき 熱処理品	1.7	3.3	5.0	100	260	520
	6		1.6	3.9	6.6	110	250	460
D	7	複合無電解ニッケルめっき ベーキング品	1.0	2.3	3.3	110	230	390
E	9	複合無電解ニッケルめっき 熱処理品	1.0	3.2	5.1	80	160	270
F	11	工業用クロムめっき品	0.8	1.1	1.4	10	20	50
	12		1.2	1.5	1.9	10	50	70
G	15	イオン窒化品	11.4	14.6	17.8	110	340	760

ただし、現時点では、金型1組あたりのオフセット砥石成形数が350枚であり、これは鋼鉄品の $\phi 36$ 砥粒の成形数約700~800枚の2分の1であり、さらに、工場実験を継続中である。

3.2 表面形状

表面形状測定機を用い、リングの使用前後の表面形状の変化を測定した。リング上端は、下端に比べ下板、上板のはめ込み時の衝突により変形が大きくなり、表面処理方法に無関係にはほぼ同じ程度損耗していた。下端はほとんど形状の変化がみられなかった。

3.3 外径、内径寸法、真円度、表面あらさ

耐摩耗性を数値で比較することを試みたが、金型使用前後の差が小さいので、さらに工場実験後、比較することとした。

3.4 テーパー式摩耗試験

試験結果を表4に示す。摩耗輪に弾性輪CS-10を使用した場合、工業用クロムめっき、複合無電解ニッケルめっきが普通鋼鉄の10~20分の1と摩耗量も少なく良好で、リング表面の摩耗状態の目視観察結果と同じ傾向を示している。硬質輪H-22の場合は、弾性輪CS-10に比べ摩耗量は30~100倍と増加する。摩耗量の最も少ないのは工業用クロムめっきで、普通鋼鉄の約20分の1である。その他の表面処理は、対弾性輪の場合にはどの効果はない。

4. 結 言

普通鋼鉄 (FC25) 製オフセット砥石金型の耐摩耗

性を改善するために、7種類の表面処理を施した金型を工場実験で比較検討し、成形数350枚の段階で次の結果を得た。

(1) リング及び下板は、従来の鋼鉄品に比べ複合無電解ニッケルめっき熱処理品及び工業用クロムめっき品がキズ、摩耗が少なく良好な結果を得た。

(2) 上板は、砥粒による摩耗よりも工程中に上板どうしの衝突による打痕、角の欠けによる損耗が著しい。成型機の改善により、金型寿命は長くなり、また、表面処理の効果が一層発揮され、改善効果が上るものと考えられる。

(3) テーパー式摩耗試験は弾性輪CS-10による試験結果とリング表面の目視観察の評価は同じ傾向を示し、耐摩耗評価法として有効と考えられる。

当初、砥粒のように非常に硬い物質に接する部品へ耐摩耗性を付与する点で成果を危ぶむものがあったが、これらの表面処理で耐摩耗性の向上に大きな効果が得られることが判った。今後、さらに他の工業分野での応用拡大にむけて積極的に取り組みたい。

終りにあたり、本実験に終始ご協力戴いた近畿大学卒業生、長原 隆、高森弘人両君、めっき液を提供下さったコーンズ・アンド・カンパニー・リミテッド、複合無電解ニッケルめっき加工して戴いた株式会社日本カニゼン、寸法・形状測定等に全面的にご協力戴いた株式会社豊製作所及びイオン窒化加工して戴いた当場新田研究員に感謝の意を表します。

市販無電解ニッケルめっき液の性能比較実験

清水達磨, 梶岡 秀, 酒井隆司
丸下清志

1. 緒 言

次亜リン酸ナトリウムを還元剤とする無電解ニッケルめっきは、洗浄にした加工品を90℃前後に加熱しためっき液に単に浸漬するだけで、均一析出性や耐食性が良く、高硬度耐摩耗性のめっきが得られることがよく知られている。県内でも二・三のめっき工場において加工されている。最近めっき浴の基本特許の期限が切れ薬品メーカー各社が加工液を製造販売し始めたこと、高付加価値の機能めっきとして再びこの無電解ニッケルめっきが注目されている。そこでめっき企業が市販めっき液を選定するための参考資料を得るために、薬品メーカー9社の協力を得て市販品10銘柄を集め、6ターンまでの連続めっき実験を行い、めっき析出速度、硬さ、耐食性等の比較をしたので、その結果を報告する。

2. 実験方法

2.1 供試めっき液

市販供試液を表1に示す。9社10銘柄のうち9銘柄は、連続液、残り1銘柄はバッチ液で使用方法等はカタログ、使用説明書、技術資料等によった。

2.2 めっき実験方法

めっき試験片はすべて冷間延圧鋼板(SPPC)を使用し、硬さ、あらさ測定用は $20 \times 50 \times 0.5t$ 、析出速度測定用 $40 \times 50 \times 0.5t$ 、塩水噴霧用 $50 \times 100 \times 0.5t$ の大ききとし、全表面積を常時 265cm^2 と一定にし、 $V/A = 10$ でめっきした。

めっき槽は、3ℓガラスビーカーを用い、湯浴で間接加熱で $90 \pm 1^\circ\text{C}$ に保持し、マグネチックスタラーにより常時攪拌した。浴調整は60分毎にPH及びNi分を測定し、30分毎に補給した。

2.3 析出物、硬さ等の測定

2.3.1 めっき析出速度 1~6ターンの全めっき時間にわたり、重量既知の試験片を60分間めっき後

乾燥、秤量して析出量を求めた。

2.3.2 硬 さ 1ターン及び6ターン目にそれぞれ60分間めっきし、めっきのまま及び 400°C 、1時間加熱し、マイクロピッカース硬度計を使用し荷重 100g で測定した。

2.3.3 あらさ 試験片を $\#600$ 、 $\#400$ 、 $\#220$ の耐水研摩紙でそれぞれ研摩し、あらさの異なる試験片を作成し、1及び6ターン目に60分間めっきし、めっき前後のあらさをTAYLOR-HOBSON社製 T ALYSURF 4型で測定した。

2.3.4 析出物中のリン含有量 JISの鉄鋼分析方法に準じ、モリブデン青吸光度法によった。

2.3.5 耐食性(塩水噴霧試験) 1及び6ターン目に5分、10分、20分、30分、45分、60分間めっきしたものを、JIS Z 2371塩水噴霧試験方法に準じ、5%NaCl、 $35^\circ \pm 1^\circ\text{C}$ で連続48時間噴霧した。

2.3.6 めっき液中の亜リン酸ナトリウム

よう素-チオ硫酸ナトリウム滴定法で6ターン後のめっき液を分析した。

2.3.7 めっき液のCOD JIS K 0102工場排水分析方法によった。

3. 実験結果と考察

実験結果は一括し、表2に示す。

3.1 めっき析出速度

めっき速度は大きく、かつ長期連続使用においても低下しないことが求められる。1ターン目の最小値は $12.9\text{mg}/\text{cm}^2\cdot\text{hr}$ 、最大値は $17.9\text{mg}/\text{cm}^2\cdot\text{hr}$ と1:1.4の差がある。6ターン目の析出量は、1ターン目に比べ全般に低下し、約80%低下しているもの1、約70%3、約50%2銘柄で供試液Dのように15~16時間で析出しないものもある。供試液Hは1ターン目とはほとんど変わらず安定した析出速度であった。

表1 供試市販無電解ニッケルめっき液

記号	使用方法	カタログのめっき速度 ($\mu\text{m}/\text{分}$)	建 浴 方 法		め っ き 条 件	
			建 浴 液 純 H_2SO_4 (1級)	1 容 4 容 1.7~1.8 ml/l	PH	浴 温 ($^{\circ}\text{C}$)
A	連続	17~22	建 浴 液 純 H_2SO_4 (1級)	1 容 4 容 1.7~1.8 ml/l	5.1 ~ 5.3 (5.2)	90 ~ 92
B	連続	12~14 (90 \pm 2 $^{\circ}\text{C}$)	建 浴 液 純 水	1 容 4 容	5.2	80 ~ 95 (90)
C	連続	15~18	建 浴 液 純 水	1 容 4 容	4.6 ~ 5.2 (4.9 \pm 0.1)	70 ~ 100 (90 ~ 93)
D	連続	14 (85 $^{\circ}\text{C}$) 17 (90 $^{\circ}\text{C}$) 20 (95 $^{\circ}\text{C}$)	建 浴 液 純 水	A 100 ml/l B 250 ml/l 650 ml/l	4.5 ~ 5.2 (4.7)	75 ~ 95
E	連続(バッチ可)	19 (90 $^{\circ}\text{C}$)	建 浴 液 純 水	1 容 4 容	4.5 ~ 5.5 (5.1 ~ 5.3)	85 ~ 95 (91 \pm 2)
F	連続	13~20	建 浴 液 純 水	A 60 ml/l B 90 ml/l 850 ml/l	4.2 ~ 5.2 (4.7 ~ 4.9)	82 ~ 91 (88)
G	バッチ	25 (90 $^{\circ}\text{C}$)	建 浴 液 純 水	1 容 4 容	6	80 ~ 95 (90 ~ 92)
H	連続	20 (92 $^{\circ}\text{C}$)	建 浴 液 純 水	1 容 4 容	4.5	90 ~ 93
I	連続	18~20	建 浴 液 純 水	200 ml/l 800 ml/l	4.3 ~ 4.5 (4.4)	90 ~ 92
J	連続	20 (93 $^{\circ}\text{C}$)	建 浴 液 純 水	1 容 4 容	5.0	90 ~ 93

表2 市販無電解ニッケルめっきの性能比較試験結果

記号	めっき条件 PH	浴温 ($^{\circ}\text{C}$)	析出速度 ($\mu\text{m}/\text{分}$)		膜 厚 (100)				表面あらさ (μm)		リン含有量 (%)	塩水噴霧 (濃縮48時間 めっき時間30分 19~11時69~11時)	塩リン酸 1:17 μm	COD (mg/l)	備考		
			19~11時 69~11時	19~11時 69~11時	めっきのまま 410 μm 5 μm	熱処理 410 μm 5 μm	19~11時 69~11時	19~11時 69~11時	19~11時 69~11時	19~11時 69~11時							
A	5.2	90 \pm 1	15.2	11.0	495	502	951	898	2.5 1.3 1.0	3.2 1.7 1.4	8.8	11.9	ごく わずか	全 面	284	20800	62300
B	5.2	90 \pm 1	16.8	11.5	480	529	929	920	3.7 1.6 0.9	2.9 0.9 0.9	7.7	11.1	*	ほぼ 全 面	258	16800	52000
C	4.9	90 \pm 1	15.4	7.5	497	516	993	903	2.8 1.0 0.9	4.3 1.2 0.9	7.1	11.3	*	わずか	214	20500	55200
D	4.7	90 \pm 1	14.5	-	490	-	989	-	2.3 1.4 1.0	-	8.4	-	*	-	21	30800	25600 1645 μm
E	5.2	90 \pm 1	12.9	6.9	450	467	969	908	2.7 1.7 0.9	2.1 1.3 0.5	10.4	11.5	*	ほぼ 全 面	278	26400	68900
F	4.8	90 \pm 1	17.9	12.9	510	556	970	946	4.2 1.8 1.4	3.0 2.2 1.5	8.2	9.0	*	わずか	250	28000	63800
G	6.0	90 \pm 1	17.2	-	503	-	924	-	2.6 2.0 1.2	-	8.8	-	*	-	29	23800	18500 バッチ
H	4.5	90 \pm 1	13.3	13.0	461	517	960	937	3.6 1.5 0.9	2.9 1.1 0.9	7.9	9.1	*	ごく わずか	268	22700	67400
I	4.4	90 \pm 1	14.0	11.6	530	500	952	938	2.1 1.5 1.1	3.8 2.1 1.7	6.4	9.4	*	わずか	232	28300	49100
J	5.0	90 \pm 1	16.1	10.3	548	550	966	925	4.0 1.1 0.8	4.0 1.7 1.4	6.5	8.9	*	わずか	193	30500	50200

* 数値は、上段がめっき前の耐水研磨紙 $\#400$ 、下段は $\#600$ 仕上げを表す。めっき前のあらさはそれぞれ4.1、2.0、1.8 (μm)

3.2 硬 さ

ターン数で変化するが、1ターン目のめっきのままでは、Hv(100) 450~548、400℃、1時間加熱でHv(100) 929~993と硬い。6ターン目はめっきのままでは全般に硬くなる傾向がある。熱処理品は逆に低下の傾向がある。銘柄間の差は、いずれの場合も、Hv(100)で100程度である。

3.3 表面あらさ

全般にめっきにより、表面あらさは減少する傾向がみられる。

3.4 析出物のリン含有量

1ターン目の析出物中には7~9%含有したものが多く、6ターン目はめっき液中に亜リン酸が蓄積するため、1ターン目に比べ10~60%増加している。

3.5 耐食性(塩水噴霧試験)

めっき時間5~10分間では、めっき液、ターン数に無関係に一部を除いて著しく赤さびを生じた。6ターン目は、1ターン目に比べると同じめっき時間ではめっき厚さが薄いためか全般に耐食性は低下する。めっき時間が30分以上では銘柄間の差が顕著となり、液測定も十分に配慮が必要である。

3.6 亜リン酸ナトリウムの蓄積量

6ターン目には、200~300g/lに達し、一部の

液で限界濃度以上となっている。

3.7 COD

新液で16,800~30,000mg/l、6ターンめっき後は49,000~68,900mg/lと極めて高い値を示す。いずれの市販液も水洗排水、濃厚液処理方法が課題である。

5. 結 言

最近、県内めっき業界で関心をあつめている無電解ニッケルめっきの市販液の選定資料を得るために、薬品メーカー9社の協力を得て比較試験した結果、めっき析出速度及び連続めっきの場合の析出速度の安定性にかんがりの差がみられた。

また、耐食性も銘柄及びターン数により塩水噴霧試験結果に差があり、市販液の採用にあたっては、十分検討する必要があると認められた。

終りにあたり、本実験に終始協力を戴いた近畿大学呉工学部卒論生長原 隆、高森弘人両君に感謝するとともに、こころよくめっき液をご提供戴いた荏原ユーザライト㈱、化成品興業㈱、㈱ジャパンメタルフィニッシングカンパニー、日本カニゼン㈱、上村工業㈱、㈱ボックス、㈱ワールドメタル、奥野製業工業㈱、コーズ・アンド・カンパニー・リミテッドの各社に厚くお礼を申し上げます。

電子セラミックス加工用砥石の研究

PVA 砥石の製造条件と結合材の物性

藤本宗之，金本 正，浜岡英男
清水加津子

1. 緒 言

PVA 砥石はポリビニルアセタール (PVA) を結合材とするスポンジ状砥石の一種で，弾性に富み研削熱の発生や目詰まりが少ないので，ステンレス・アルミニウム・銅などの難削材をはじめ，最近ではフェライト型磁気ヘッドの研削などエレクトロニクス分野での使用が増えている。¹⁾

結合材であるポリビニルアセタールはポリビニルアルコールを触媒存在下にアセタール化して得られる熱可塑性樹脂であるが，実際にポリビニルアルコール水溶液に理論量のホルムアルデヒドを加えても，ホルムアル化度が70%前後で反応が進まなくなり，ホルムアルデヒド量を過剰にしても完全なホルムアル化物は得られない。²⁾ 従って反応生成物は未反応-OH基を残しているため，乾燥状態では固く吸水すれば軟化する特徴を示す。そのために湿式研削用砥石では耐水性のあるフェノール樹脂などを添加して軟化を防ぐ方法がとられている。³⁾

国内におけるPVA砥石の製造はごく少数のメーカーに限定されているため，製造方法や砥石物性についてはほとんど公表されておらず不明の点が多い。PVA砥石の性能を決定づける結合材の性質に対して，ポリビニルアルコールの反応条件がどのように影響するかについて実験したので次に報告する。

2. 試料と実験方法

2.1 試 料

ポリビニルアルコール：重合度が500～2500の範囲で各種のものが市販されており，以前の試験結果⁴⁾から重合度1800の完全けん化物（日本合成化学工業株）を使用した。

気孔形成材：化学用試薬のコンスターチとアルミニウム粉末（A₁ 99.5% - 325メッシュ）を使用した。

ホルマリン，塩酸：いずれも特級試薬を用いた。

2.2 実験方法

2.2.1 供試体の作製 図1に示す手順でPVA多孔体を作製した。



図1 PVA多孔体の製造フロー

触媒としては有機・無機各種の酸が使用可能で，⁵⁾ 硫酸が経済的に優れているが，取扱いの容易さから塩酸を使用した。触媒は洗浄排水に混入するので，公害防止の観点からできるかぎり低濃度で使用することが望ましく，反応が正常に行われる最低濃度を予備実験により求め0.5Nとした。

攪拌後しばらくすると発泡が始まり，ホルマール化反応の進行と共に溶液の粘度が上昇し気泡は安定となる。ホルマール化の反応速度は温度による影響を受けるので60℃の定温に保ち反応時間は約16時間とした。乾燥は通常の外部から加熱する方法では収縮により内部湿気が発生するので，高周波加熱（2.45GHz）により内外部均一に乾燥するようにした。A₁粉を気孔剤に使ったばあいには，試料溶液が発泡によって反応容器中で膨脹して，乾燥後の供試体に方向性が出る恐れがあるため，弾性率測定用供試体は発泡方向に対して直角に荷重がかかるよう切断了。

2.2.2 物性の測定 弾性率は20℃の恒温恒湿槽内に24時間放置した供試体（15×15×30mm）を使っ

て、通常温度の室内で圧縮法により、できるかぎり速やかに測定した。

3. 実験結果と考察

3.1 ポリビニルアルコールの濃度と粘性

PVA 砥石に使用するポリビニルアルコールは完全けん化物が使われる。重合度は1800以下では水溶液の粘度が低く気泡の保持力が十分でない。反対に1800以上では粘度が高すぎて攪拌が難しく、適当な粘度まで溶液濃度を下げると、乾燥収縮が過大となることが以前の実験で明らかとなっている。⁴⁾ 溶液の濃度は低すぎると粘性に乏しく気泡の保持力が弱く、またホルマリン化反応で難しよう後の収縮が大きくなる。図2にポリビニルアルコールとコンスターチの混合溶液の濃度と粘度の関係を示す。でん粉は気孔形成材とし

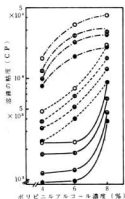


図2 混合溶液の濃度と粘度の関係

- 50°C --- でん粉 8%
- 40°C - · - · + 6%
- 30°C ——— + 4%
- 20°C

ての役割のほかに、溶液の粘度を調整してA ϵ 気泡のばあい気泡安定化作用もはたしている。ポリビニルアルコールだけの水溶液はほぼ直線ないしはやや上凸の粘度曲線をえがくことが分っている。⁶⁾ 混合溶液が非常に高粘性の液体であるのでデータの再現性にやや難点はあるものの、図2からでん粉の低濃度側において、でん粉の添加による増粘効果が大きくなっていることが分る。ポリビニルアルコール溶液は高濃度になるとゲル化しやすくなり、粘度も極めて高くなるので、15~16%が使用限界と思われる。この実験では気孔材

の分散や均一混合を考えるとほぼ8~10%が適当であった。

3.2 ホルムアルデヒドの必要量

気孔形成材としてでん粉のみを使用すればいい、ホルマリン添加量が気孔率に与える影響を調べた結果を図3に示す。ホルマリン化度を100%としたばあいの

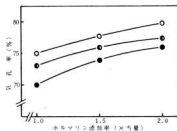


図3 ホルマリン添加率と気孔率

- でん粉 8%
- + 6%
- + 4%

ホルムアルデヒド必要量を当量($\times 1$)としてホルマリンを添加しており、図上の各点はいずれも過剰のアルデヒドが存在する状態で反応が進んでいる。結果はホルマリン量が多いほど反応生成物の乾燥収縮が小さくなり、気孔率の大きい多孔体が得られた。ホルマリンを必要量以下($\times 0.5$)にしたばあい、反応生成物は乾燥時に次第に収縮し、ついにほとんど無気孔となり砥石結合材として不適当なものとなった。

3.3 気孔形成材の効果

ポリビニルアルコール溶液に気泡を作る方法は、機械的な攪拌により空気を混入する方法や化学反応により発生するガスを利用する方法など各種の方法がある。³⁾ 機械攪拌による方法はでん粉などの後工程で除去を要する物が無い点は優れているが、気泡の大きさを揃えることが難しい。この実験ではA ϵ 粉末を加えて触媒である塩酸の一部と反応させ、発生する水素ガスによって発泡する方法を行った。同時に加えたでん粉はポリビニルアルコール溶液の粘度を調整する作用と、反応後の洗浄によって抜け去った跡が気孔になる気孔形成の作用がある。でん粉は使用量が多いと溶液が高粘度となり攪拌が難しくなる。また洗浄で取り除く手間も増え、完全に除去しないと乾燥収縮を大きくするので注意が必要である。図4にでん粉濃度を一定(6%)にしたばあいのA ϵ 粉の添加率が気孔率に与える

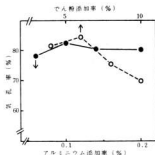


図4 気孔形成材添加率と気孔率の関係

影響と、逆にAl粉を一定にしてでん粉量を変えたいの気孔率に与える影響を示した。いずれのばあいも気孔率を最大にするのに適した量があり、過剰に加えると乾燥収縮が大きくなって気孔率が低下する。

Al粉を発泡剤としたばあい、乾燥物の気孔径はほぼ0.2～1.0mmとなった。Al粉は325メッシュ(43μm)以上のものも使用してみたが、粉末度と気孔径の間には特に密接な関係はみられず、特に微粉のものを使う必要のないことが分った。Al発泡剤では気孔径が大きくなるので仕上研磨用の微粉砥粒を使う砥石には不適当と思われる。でん粉を気孔材としたばあいは0.1mm以下の微細気孔が容易に得られるが、気孔は不定形となることが顕微鏡で認められた。

3.4 PVA多孔体の弾性率に及ぼす湿度の影響

PVA砥石の保管中や使用中に受ける湿度の影響を知る意味で、供試体を一定湿度の環境に置き弾性率によって変化の度合を調べた結果が図5である。弾性

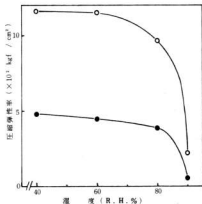


図5 弾性率に及ぼす湿度の影響

率は湿度が上昇すると低下し、特に80%(R.H.)を越すと急激に下がり、95%では供試体が変形して弾性率の測定が不可能になった。以上のことから耐水処理が施されていない乾式研磨用砥石では、使用中は当然のこととして保管も十分注意の必要ことが分った。

吸湿性の改善方法として砥石用フェノール樹脂(レゾルタイプ)の液状樹脂及びノボラックタイプの粉末樹脂)と試薬のフェノールを夫々ポリビニルアルコール溶液に加えたのち前述のホルマール化反応から乾燥までを行い、次いで160℃でフェノール樹脂の重合を行ったところ、高弾性率の多孔体が得られ、粉末樹脂を加えたばあいを除き、吸湿による弾性率低下は大幅に改善できた。

4. 結 言

フェライト型磁気ヘッドやブラウン管のきず取りなどエレクトロニクス分野で使用が増えているPVA砥石について、製造条件が砥石物性に与える影響を調べる目的で実験を行った。砥石の製造についてはノウハウ等不明の点が多く実験が完全なものとならなかったが、一応つぎの事が分かった。

- 1) ポリビニルアルコールは重合度1800の完全けん化物を濃度8～10%で使用するのが適当である。
- 2) 気孔形成材は粗目砥粒を使う砥石にはアルミニウム粉末が、また微粉砥粒の砥石にはでん粉が適している。
- 3) PVA多孔体は空気中湿度の影響を受けやすく、保管や使用にあたっては十分な注意が必要である。湿気の対策としてフェノール樹脂を添加することは有効であるが砥石は硬くなる。

5. 文 献

- 1) カネボウクリスタル砥石カタログ及び日本特殊研砥製品カタログ
- 2) 長野浩一：ポパール P134(1977)高分子刊行会
- 3) 特公昭53-6752 日本特殊研砥 その他
- 4) '54 研修報告書、(1979)中小企業事業団研修部
- 5) 特公昭46-32913 信越化学工業 その他
- 6) 日本合成化学工業製品カタログ
- 7) 仲森 清：スポンジ P49(1960)
- 8) 牧 広：プラスチックフォームハンドブック P73(1973)日刊工業新聞社

広島印刷団地の排水処理対策

丸下清志，山泉康男，蔵本範雄

1. 緒 言

昭和57年1月，新たに水質汚濁防止法の規制対象事業場として追加された出版・印刷関連の業界では，排水の規模は小さくとも排出パターンが定まらず種類・濃度・量が区々に変化するため，処理対象水の水質把握が困難であり対策には苦慮しているようであった。

そこで，筆者らが微力を尽くした広島印刷団地協同組合の排水対策の経過を紹介すれば，時期的にも何らかの参考になると考えられ報告する次第である。

2. 対策を必要とした理由

広島印刷団地協同組合は，市内に立地する土地の狭隘・建物・設備の老朽化並びに騒音・振動・排水等の公害に悩む出版・印刷・同関連の15企業が，中小企業構造改善計画の一環である集団化事業により広島市西部臨海埋立地へ集団で進出したものである。

昭和53年，団地建設時には加盟組合員で特定施設を設置する組合員はなく，団地は水質汚濁防止法の規制対象外であった。しかし，今回特定施設に追加された自動式フィルム現像洗浄施設・自動式感光膜付印刷版現像洗浄施設を設置する組合員があり追加が見込まれたので，将来，新たに厳しい規制が課せられても対応できる集中共同排水処理施設を建設した。

3. 実施にあたっての調査・検討

表1に組合員の事業内容の概要を示す。

組合は軽印刷業と定義される平版印刷方式によって文字を主体とした単色印刷物を生産する工場が大部分を占め，写真製版・印刷の工程が工場排水の汚染源でありトムソン加工・刃物研磨を専業とする組合員の工場は非用水型である。印刷の方式は版式で大別すると凸版（活版印刷）凹版（グラビア印刷）平版（オフセット印刷）に分けられ，工程では原稿から製版を製作する製版と版から印刷を行う刷版に分けられる。

表1 組合員概況

組合員名	従業員数	資本金	売上高	版式	取扱品目
1	10人	16,000*	177,600*	活版・平版	刷物類
2	12	15,000	213,600	平版	ケース・カード類
3	19	15,000	358,600	平版	ラベル・包装紙
4	53	4,300	1,066,500	平版・活版	ナラシ・ラベル類・ポストカード
5	24	58,000	584,000	平版	ナラシ・ラフレット類
6	53	3,900	623,600	平版・活版	ナラシ・刷物類・頁物
7	3	6,000	28,000	-	刃物研磨加工
8	39	35,000	1,943,000	グラビア	セロハン・ポリスタレン印刷
9	11	13,000	73,900	活版・平版	包装類
10	35	14,000	343,900	平版	パンフレット・刷物類
11	34	10,000	390,900	平版	包装類
12	9	7,500	53,900	活版・平版	事務用品・刷物類
13	94	79,000*	1,441,900	平版	ナラシ類
14	26	30,000	181,000	平版	頁物
15	2	5,000	28,000	-	トムソン加工

組合員の工場では平版はPS版を使って製版を行うが凸版・凹版については製版を外注するため，工程排水は空調冷却水・活字鋳造機冷却水・ロール冷却水等の間接冷却水だけであり水質上の問題がない。しかし，平版の場合には製版工程からフィルム及びPS版の現像施設より水洗水と現像廃液等が排出し，刷版工程からも版の不感耐性を強めるための「しめし水」と共に給水装置（水棒）の洗浄水が排出されている。

3.1 廃液・排水の性状

図1は平版印刷工程を示し，表2に平版印刷工程の排水汚染源を示す。

平版印刷工程から排出される廃液・排水の性状は，作業状況により変化するが水質分析結果の一例を表3に示す。

団地から排出される廃液・排水の量は，加盟組合員



図1 平版印刷工程

表2 平版印刷排水汚染源

工程	フィルム作製	PS版作製	印刷
材料	現像液 着液 減力液	現像液	インキ油 洗機油
排水	フィルム水洗水 減力廃水	PS版水洗水	ローラ湿し水 水俣水洗水

表3 廃液排水の性状(県南連分析)

No. 試料種類	PH	含有量 (ppm)								
		BOD (COD)	SS	油分	Ca	Mn	Fe	Cr	As	F
1 自動現像液	8.0	100	-	-	ND	ND	-	0.1	-	-
2 着液	9.2	950	6.4	-	ND	ND	-	ND	-	-
3 バッテリ液	5.0	730	14	32	-	-	-	-	ND	-
4 ポジティブ現像液	12.7	850 (1,700)	-	-	ND	ND	ND	-	ND	-
5 ネガティブ現像液	10.3	19,000 (14,500)	219	78	ND	ND	ND	0.3	5	-
6 手洗液	4.5	340	1,093	-	ND	ND	-	0.2	-	-
7 給排水	6.0	86	-	-	ND	ND	-	ND	-	-
8 フィルム水洗水	6.6	13	-	-	ND	ND	-	ND	-	-
9 水	7.2	46	-	-	ND	ND	-	ND	-	-
10 PS水洗水	10.6	101	-	-	ND	ND	-	ND	-	-
11 水	5.7	21	-	1	-	-	-	-	0.2	-
12 水	8.9	3.4	-	-	ND	ND	-	ND	ND	-
13 湿し水	5.9	-	-	2	-	-	-	ND	-	-
14 水	6.1	-	-	7	-	-	-	ND	-	-
15 水	5.2	91,000	-	-	0.3	ND	-	-	-	-
16 水俣水洗水	7.2	4.6	-	-	ND	ND	-	ND	-	-
17 水洗水	6.3	4.1	-	-	ND	-	-	ND	-	-
18 印刷機洗水	4.7	6,000	990	-	-	-	-	1.8	-	-
下水道受入基準	5~9	200 未満	230 未満	5.0 以下	0.1 以下	10以下	5以下	5以下	1.0 以下	-

へのアンケート方式による調査の結果、次のように推計された。

使用量 (m³/日)

フィルム 現像液	PS版 現像液	工程排水	冷却水	生活用水	総使用量
0.11	0.36	26	14.2	55.4	96.07

組合の排水は広島市下水道へ放流される。団地の排水量は96m³で取締基準の50m³を越え、水質も表3から分かるようにBOD・CODが高くかつ油分を含みPHも下水道受入基準に適合せず何らかの処理を必要とする。従って、共同排水処理施設に対し下水道受入基準を満足すると共に、さらに将来を見通した良好な処理水を得べく次の目標水質を設定した。

PH	BOD (ppm)	SS (ppm)	油分 (ppm)
5.6~8.6	200以下	60以下	5以下

3.2 廃液の処理

3.2.1 フィルム現像工程の廃液 ハイゾを主成分とする定着廃液は有価物である銀を含有する。現像主剤であるハイドロキノンや酸化防止剤(Na₂SO₃)抑制剤(KBr)を含んだ現像液は還元物質によりBOD・CODが高く排水処理が困難なため、その処理法として排気中に硫黄酸化物が多く出るが焼却炉で廃紙・ウェス等と焼却処分を行うか、定着廃液と共に全量容器に貯溜し外部の回収業者に委託する等を行い排水系外へ分離することが得策である。

3.2.2 PS版現像工程の廃液 PS版にはネガ・ポジの2つのタイプが使用されている。PS版現像液は含有される珪酸ソーダにより強アルカリ性を示し、中和するとゲル状に固化するため中和に際しては予め水で薄めておく必要がある。

表4は水で薄めたPS版現像液500mlに硫酸バンド1000ppmを添加さらに硫酸を加えて中和、ジャーテスターを使用した凝集処理試験の結果である。

PS版廃液は凝集処理により多量のスラッジを発生するが、COD除去には限界のあることが分かった。

表4 自動式PS版現像液の凝集処理結果

	COD (ppm)							
	PS版現像液		稀釈後		凝集処理水			
	PH	COD	色調	PH	COD	色調		
ネガタイプ	10.3	14000	青色	9.8	1400	7.0	1200 透明	
ポジタイプ	12.7	1700	緑色	12.3	85	緑色	7.0	77 緑色

3.3 排水処理の基本理念

排水処理施設の計画にあたって、廃液・排水の分析結果やその他資料を種々検討し次の結論を得た。

- 1) フィルム・PS版等の廃液は発生部から組合員ごとに設置した屋外貯槽まで配管、排水系外に分離して回収処理業者に処分を委託する。
- 2) 処理対象水は水洗水のみとする。即ち、水質の違いによりフィルム水洗水と減力排水・PS版水洗水・水俣水洗水の3系統に分別集水し、中和処理・凝集沈殿ろ過・浮上分離吸着の処理方式を測定する。
- 3) 共同処理という性格上、不明になりがちな組合員の責任の明確化・節水意識の啓蒙という観点から、組合員ごとの各系排水口に積算流量計を設置して排水量に応じた処理費用を徴収する。

3.4 排水処理フローシート

各系排水の処理系統・各系排水量を図2に示す。各系各装置の平均能力は各系排水を荷動7時間で処

各系排水量 (m³/日)

図2 共同排水処理フローシート

理できる能力とし、最高能力は平均能力の1.5倍とする。

4. 対策実施後の状況・効果

表5に共同処理施設へ集中された、各系統別排水と浄化処理水の分析結果を示す。

各系統排水の水質は共同処理施設に採用した系統別処理法の選定を是認できるものであった。一方、浄化処理水はほぼ設計目標値を満足したが油分について

み問題がある。

油性排水の発生源はC系統(水棒水洗水)に起因する。系統別処理法として浮上分離吸着の処理方式を選定したが使用している分離装置(浮体構造の吸引カップによる除去)に欠陥があって、浮上油の除去が不十分な状態で吸着処理が行われ油捕集材が短時間に飽和することや、懸濁物質により閉塞され油捕集能が低下することが原因と考えられる。対応策は分離装置として故障の少ないベルトスキマーに変換する必要がある。

表5 印刷団地排水の性状

採水年月日	試料	PH	透明度 (cm)	BSS (ppm)	溶解性有機物 (ppm)	COD (ppm)	BOD (ppm)	油分 (ppm)	CN (mg/L)	F (mg/L)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Cd (ppm)	Zn (ppm)	T-Cr (ppm)	Pb (ppm)	As (ppm)	Hg (ppm)
56.11.19	A	6.4	25	28	160	19	10	3.9	Ni<0.05 (以下)	ND	0.5	Ni<0.05 (以下)	0.30	ND	2.0	Ni<0.05 (以下)	ND	ND
	B	7.2	30以上	ND	82	7	23	ND	ND	ND	0.2	ND	ND	0.14	ND	ND	ND	ND
	C	5.4	6	115	287	85	224	757	0.13	ND	1.0	0.08	ND	0.32	ND	2.5	ND	ND
56.11.21	惣	6.2	30以上	ND	180	10	63	2.8	ND	ND	0.8	0.10	ND	0.25	ND	0.8	ND	ND
	A	6.3	30以上	22	99	11	16	5.2	ND	ND	0.4	ND	ND	0.88	ND	ND	-	-
	B	6.9	30以上	ND	92	3	4	ND	ND	ND	0.3	ND	ND	Ni<0.05 (以下)	ND	ND	-	-
56.11.23	C	5.9	2	147	296	33	130	410	ND	ND	0.5	ND	ND	0.87	ND	ND	-	-
	惣	6.5	30以上	ND	301	8	46	ND	ND	ND	0.6	ND	ND	0.50	ND	ND	-	-
	A	6.4	22	13	131	15	20	5.0	ND	ND	0.3	ND	ND	0.10	ND	ND	-	-
56.11.27	B	9.9	30以上	ND	211	12	4	ND	ND	ND	0.5	ND	ND	ND	ND	ND	-	-
	C	5.8	3	285	209	157	620	890	ND	ND	0.8	ND	ND	0.14	ND	ND	-	-
	惣	6.9	30以上	ND	299	9	52	12	ND	ND	0.3	ND	ND	ND	ND	ND	-	-
56.11.30	A	7.2	21	ND	140	20	40	6.3	ND	ND	0.2	ND	ND	0.12	ND	ND	-	-
	B	7.0	30以上	6	92	6	4	ND	ND	ND	Ni<0.05 (以下)	ND	ND	ND	ND	ND	-	-
	C	5.8	2	271	138	144	520	930	ND	ND	0.3	1.1	ND	0.18	ND	ND	-	-
56.12.19	惣	6.9	30以上	9	345	12	26	8.5	ND	ND	0.2	0.5	ND	0.15	ND	ND	-	-
	A	6.9	30以上	ND	114	15	8	ND	ND	ND	0.4	ND	ND	ND	ND	ND	-	-
	B	6.8	30以上	ND	92	16	14	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-
57.1.19	C	5.7	2	250	123	157	560	920	ND	ND	0.4	0.07	ND	0.13	ND	ND	-	-
	惣	7.0	30	10	330	17	110	ND	ND	ND	2.8	0.20	ND	ND	ND	ND	-	-
	A	7.1	7	63	140	63	82	5.9	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
57.1.19	B	8.6	30以上	ND	81	10	15	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C	7.1	2	46	79	92	230	320	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	惣	7.2	10	ND	842	16	17	ND	ND	ND	3.5	1.3	ND	0.25	ND	ND	ND	ND
57.1.19	A	8.7	16	30	141	34	20	14	0.01	ND	0.2	ND	ND	0.08	ND	ND	ND	ND
	B	6.9	30以上	ND	80	22	16	ND	Ni<0.05 (以下)	ND	ND	ND	ND	0.07	ND	ND	ND	ND
	C	6.2	7	60	55	55	92	99	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
惣	6.8	30以上	6	89	20	24	ND	0.02	ND	0.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	

また、C系統の排水は原水水質の変動が大きいので吸着法に比べスラッジが多生する欠点はあるが、水質変動に強い方式である凝集分離法を選定すべきであった。凝集分離法はPS版水洗水(B系統)の現有設備であり、処理能力に余裕があるため配管の切替で可能な方法である。

表6に団地完成後の共同処理施設へ流入した各系統排水量の年次推移を示す。

昭和56年の年間運転日を約300日とすると、各系統排水の日間平均排水量はA系 31 m^3 ・B系 4 m^3 ・C系 2.5 m^3 となる。B及びC系統の排水量は計画時に推定した排水量以下であるが、A系統は2倍以上が排出されている。従って、団地排水の浄化作業は組合の操業時間に終了させる計画が困難を来し、定時間後ま

表7 組合員別各系統排水排出量

(単位 m^3)

組合員	昭和54年			昭和56年		
	A	B	C	A	B	C
1	591	0	15	1,357	0	9
2	0	200	39	0	359	46
3	0	0	76	0	156	47
4	1,293	255	104	1,731	3	37
5	1,073	799	79	1,407	24	48
6	833	207	174	952	243	210
9	0	0	22	0	28	16
10	44	84	28	61	282	70
11	0	0	16	0	0	43
12	0	0	27	0	0	28
13	2,749	1,013	197	3,616	46	147
14	-	-	-	117	52	35

(単位 m^3)

月	昭和53年				昭和54年				昭和55年				昭和56年			
	A	B	C	計	A	B	C	計	A	B	C	計	A	B	C	計
1	-	-	-	-	178	278	95	551	493	105	46	644	608	64	50	722
2	-	-	-	-	333	219	46	598	574	142	53	769	662	67	50	779
3	-	-	-	-	445	338	47	830	646	155	53	854	719	75	56	850
4	-	-	-	-	468	307	52	827	837	119	66	1,022	729	72	65	866
5	-	-	-	-	529	242	60	831	850	67	56	973	738	87	57	882
6	-	-	-	-	585	254	72	911	988	76	64	1,128	820	80	63	963
7	-	-	-	-	607	211	74	892	957	98	62	1,117	786	102	60	948
8	441	538	102	1,081	589	124	66	779	755	69	55	879	826	120	66	1,012
9	372	290	83	745	637	123	59	819	797	66	56	919	859	127	60	1,046
10	443	319	83	845	792	159	75	1,026	870	80	61	1,011	904	134	68	1,106
11	453	287	89	829	729	144	63	936	741	84	60	885	803	142	70	1,015
12	499	342	130	971	692	146	69	907	787	89	69	945	786	124	71	981
計	2,208	1,776	487	4,471	6,584	2,545	778	9,907	9,295	1,150	701	11,146	9,240	1,184	736	11,170

で延長させて対応する必要を生じた。また、A系排水量が大幅に増加したことによりA系統の受槽では、最大流量時に満水となり流入管路へ逆流することがある。各系の受槽は排水量が最も多いA系統を基に算出、最大排水量と推定した 21 m^3 を操作時間の7時間で割って得た値の2倍の 6 m^3 の容量で建設した。表2に記録されたA系統の最大排水量を基に改めて算出すると、逆流防止のためA系受槽の容量を 12 m^3 に拡大する必要があり、A系受槽の改造はB及びC系槽を 3 m^3 に縮小することで可能である。

表7は組合員別に排出された各系統排水量の年次推移を示す。

団地の生産量は集団化後増大(年平均11.6%)しているため、集団化時点(54年)と集団化現時点(

56年)を比較すると排水量についても増加の傾向で推移している。なお、B系排水量が著しく減少している組合員があるのは、水洗不要の新処理方式のPS版自動現像機を導入した節水努力による成果である。

5. 結 言

印刷業界は他業種と比べて零細な事業者が多く人手も少ないので、大企業では無理な負担とならなくても高度の処理技術を要す処理施設の導入が過大な負担となる。広島印刷団地協同組合では高度化事業によって複数の事業者が共同で処理施設を設置したため、組合事業により管理を専門とするスタッフを配置でき、単独の組合員には期待できない高度な処理施設が設備できた。

F R P の成形と物性に関する研究 (第15報)

炭素繊維等のハイブリッドFRPへの応用(その1)

好満芳邦, 奈良忠司, 高崎宗利
蒲田政信

1. 緒 言

数年前からFRPに代わって、ACM, つまりアドバンストコンポジットマテリアルズ(先端複合材料)という新しい言葉が普及した。¹⁾ その進んだ素材として、炭素繊維、ケブラー(ポリアミド)繊維、ボロン繊維等が挙げられるが、NASAのACMプロジェクトは1972年から、実用化に着手している。²⁾ 1978年の全世界の炭素繊維生産量は400t/年であり、用途別では、スポーツ・レジャー: 52%, 航空・宇宙: 33%, 工業資材: 15%となっている²⁾が、最近急に工業分野への応用開発気運が高まってきた。^{2), 3), 4)} 一つには低成長下における魅力商品の開発意欲, あるいは新素材を応用した商品化のための調査研究等の動機によるものと考えられるが、エレクトロニクス分野と同様にめまぐるしく新しい材料が出現する分野であるために他に先んじて商品化することが強く要求されることも事実であろう。

筆者らはこれら的高级素材を県内産業界に啓蒙し、めまぐるしく変わるイノベーションの波に遅れることのないよう、それらの特質を明確にし実用化気運を盛り上げること、さらに長期的視野に立って、機能性を発揮できる製品開発を実施したいなどの目的で標記の課題を取り上げた。将来的には炭素繊維等は用途別グレード分けと生産技術および需要増から相当のコストダウンが予測される²⁾が、やはり一般用としては非常に高価な素材であるため在来の素材とのハイブリッド化が課題となる。⁵⁾ そのための問題点について検討した。

2. 実験方法

2.1 高強度炭素繊維の熱的特性的検討

炭素繊維の欠点は接着性の不良である。そのために炭素繊維の表面処理方法が種々試みられている。^{7), 8)}

⁹⁾筆者らは含酸素雰囲気中での熱酸化が有望と考え、

電気炉内で処理し、熱減量率、繊維表面のカルボキシルキ量⁵⁾さらに規定の方法¹⁰⁾により繊維の引張強度保持率等を求めた。実験の概要を表1に示す。

表1 炭素繊維の熱酸化処理実験の概要

試 料	トレカT300(高強度糸)ロービング
炉内温度	400, 450, 500, 600℃(空気浴)
保持時間	0.5, 10, 20, 30分
	1, 1.5, 2.3, 4時間

2.2 単一補強材を用いた複合材料の特性の検討

ハイブリッド化に先立って、炭素繊維、ケブラー繊維並びにガラス繊維をそれぞれ単独で用い、不飽和ポリエステル樹脂をマトリックスとして複合材料を手積横断し、JISK6911の方法により比重、引張試験並びに曲げ試験を行い、それぞれの特性のちがいを検討し、ハイブリッド化する場合の問題を追及した。使用した材料についての詳細を表2に示す。

表2 実験に使用した材料

材 料 名	商 品 名 { メーカー }
ガラスストップド ストランドマット	FEM-450-04 { 富士ファイバー・ガラス㈱ }
ガラスロービング クロス	FEWR-570-02 { 富士ファイバー・ガラス㈱ }
高強度炭素繊維ロ ービングクロス	トレカクロス #6141 (T300) { 東レ㈱ }
ポリアミド繊維 ロービングクロス	ケブラークロス K1350 { Du' Pont }
不飽和ポリエステル 樹脂	ポリセト 595 APT-M { 日立化成工業㈱ }

(以下の実験において使用した材料は全て表2に示したもので、ガラスマットをM、ガラスロービングクロスをR、炭素繊維クロスをC、ケブラークロスをKな

らびに不飽和ポリエステル樹脂をUPと略記する。)

2.3 各種複合材料の層間引張せん断強度の検討

繊維積層タイプの複合材料の欠点は貫層方向の特性が低いことにあるが¹¹⁾層方向においては層間強度、つまり繊維層と樹脂の界面の接着強さが材料特性を支配するのである。⁴⁾いわゆる弁慶の泣きどころである。この層間強度を計る方法について強化プラスチック協会から報告されている。¹²⁾詳細については文献を参照していただくとして、その方法の問題点は試験片の仕上げ加工に相当の熟練が要求されることであり、とくにハンドレイアップ成形品のような、表面の起伏が激しい試料の場合寸法精度上問題がある。そこで筆者らは積層板から切り出す方法を捨て、図1に示すように積層成形の段階で層間がきっちり取れる方法を採用した。これは接着剤の引張せん断接着強さを求める方法¹³⁾を応用したものである。試験片形状は図1に示す形に仕上げ、それぞれの組合せ、たとえばC-C、C-Mなどの層間試料の一種類について8個の試験片を用意し、オートグラフDSS-10T(島津製)により試験速度5mm/分で引張りその強度を求めた。

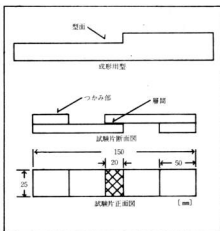


図1 層間引張せん断試験片の概要

2.4 ガラス繊維と炭素繊維を用いたハイブリッドFRPの基礎的検討

CとMとの組合せにおいて、1) $M \times m \cdot C \cdot M \times m$ 、2) $C \cdot M \times n \cdot C$ ($m=1, 2, 3, 4, n=1, 2, \dots, 6$)の2種類の配置をし通常の方法により積層成形し、1)のタイプについては引張特性を、2)につ

いては曲げ特性を求めそれぞれのハイブリッド化の効果について検討した。

3. 実験結果と考察

3.1 高強度炭素繊維の熱特性(空気浴中)

炭素繊維の製造工程では不活性ガス中で1000℃以上の高温処理をしている。¹⁴⁾しかし空気浴中では図2に示すように400℃から減量し始め、450℃では減量速度が急激に上昇する。400℃以上の温度ではその温度条件に大変敏感な挙動を示すことを認めた。高強度

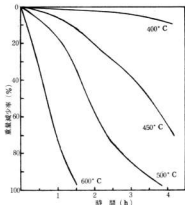


図2 トレカT300の熱減量特性(空気浴中)

グレードの炭素繊維がグラファイト化率の低い、耐熱性に問題がある素材であることが良く理解できる。次に炉内温度を600℃に固定し時間軸を分単位に拡大して、トレカT300の熱減量率、カルボキシル基生成量並びに引張強さ保持率について検討した結果を図3に示す。重量減少速度と強度保持率はほぼ同じ傾向を示している。また、これらの段階的な試料を日本電子製走査型電子顕微鏡で観察したところ、フィラメントの直径はいずれもおよそ8μmであり、変化を認めなかった。したがって減量及び強度保持率の急激な変化はCFフィラメントの消失及び残存フィラメントの表面劣化の2つの要因が大きからんでいることが考えられる。カルボキシル基(-COOH)の生成量は、低濃度域では炭素繊維表面の活性度の指標であるが、高濃度域(≥ 0.03 meq)では逆に劣化の指標となることを認めた。以上の結果から炭素繊維の接着性を高めるための熱処理の条件は400℃以上の温度域で減量率3%程度にとどめるのが望ましいと考えられる。

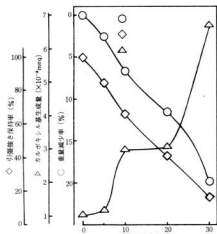


図3 トレカT300の熱酸化挙動(空气中, 600°C)

3.2 各種補強材による複合材料の特性

表3に各種複合材料の機械的特性を示した。マトリックス樹脂はいずれもUPである。基材含有率は炭素繊維及びケブラー繊維において樹脂との分離定量をクロロホルムによる抽出法で行ったが、一部分離不完全であるため比重値で代用した。曲げ試験における応力-たわみ曲線(図4)とあわせてながめると、強度及び弾性率ともに炭素繊維が優れているが、伸びに関してはCFRPはMFRPとほぼ同程度であり、RFRPがバランスのとれた特性を示すことが認められる。CFRPの破断の状態はRFRPのそれと同じくテストピース全体に応力が分散し、MFRPのそれとは著しく異なる¹⁵⁾にもかかわらず、破断伸びはMFRPとほぼ同じである。

表3 各種複合材料の機械的特性(樹脂:UP)

項目	繊維布	炭素繊維 #6141	ケブラー K1350	ガラスR FEWB570	ガラスM FEM450
比重		1.43	1.27	1.72	1.45
引張強さ kgf/cm ² [MPa]		34 [333]	26 [255]	31 [304]	9 [88]
引張弾性率 kgf/cm ² [MPa]		4,000 [39,200]	1,700 [16,700]	1,900 [18,600]	900 [8,800]
曲げ強さ kgf/cm ² [MPa]		49 [481]	16 [157]	44 [432]	14 [137]
曲げ弾性率 kgf/cm ² [MPa]		2,900 [28,400]	1,400 [13,700]	1,500 [14,700]	800 [7,800]

ハイブリッド化する場合、これらの特徴を十分認識しておかないと、これらの特性が微妙に影響し合うことが予想されるため、機能化をはかる上で、たとえば応力集中などの思わぬ問題の発生を招くであろう。

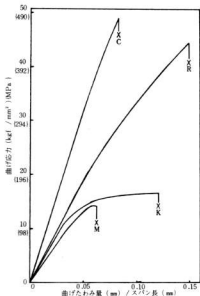


図4 曲げ試験における各種複合材料の応力-たわみ特性曲線

3.3 各種複合材料の層間引張せん断強度

ハイブリッド化する場合最も重要なのは異層間間の接着強さであり、換言すれば層間強度であるが、筆者らは狙った層間の接着強度を確実に計れる方法を用いて図5に示す結果を得た。接着強度を支配する因子は環境等の間接要因を除くと、織布の構成及び繊維と樹脂との接着性の2つである。R及びCを含む層間の強度が低いことが認められるがRにおいては織物の目が粗いこと、Cにおいては織り方と接着性の両方の要因が考えられる。Kが高いのは目の粗さよりも樹脂との接着性が良好であることを示し、Mの場合は両者が良好であることが認められる。これらのことから、繊維と樹脂との接着性を向上させることが今後の課題である。

3.4 CF-GFハイブリッドFRPの特性

2.4で行った検討の中で、中心軸にCを配したもの

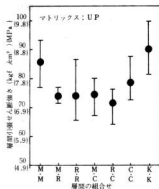


図5 各種補強用繊維布間の層間引張せん断強さ

はCの積層比率が減少するのにつれ引張特性値も低下し、ほぼ複合則¹⁶⁾に近い傾向を示した。両端にCを配したサンドイッチ板の場合、芯材のMを2層から6層まで増し、Cの構成比をぐんと落としても曲げ強さはほとんど変わらない。(24~28 kgf/cm²)曲げ弾性率は芯材厚さの増加につれて低下するが、図6に示すように対数回帰曲線にうまくのるようである。Cの構成比を小さくとりつゝ剛性を保つ一つの方法であることを認めた。さらに芯材に工夫をこらして軽量化とコストダウンをはかる方向が考えられる。構造体のどの部分に配置すれば効率的かといった検討が重要である。

4. 結 言

炭素繊維等をハイブリッドFRPに応用する目的で種々の検討を行った。それらを要約すると、

- 1) 炭素繊維の接着性はガラス繊維及びケブラー繊維にくらべて低い。(樹脂:UP) そのため炭素繊維の表面処理が必要であるが、高強度炭素繊維の場合熱酸化による重量減少率が3%未満にとどめなければ、繊維の劣化が著しく進み基本的物性が損われる。
- 2) ハイブリッドFRPの特性は層間強度に依存するため、樹脂の選択、繊維構成、表面処理並びに補強材のレイアウトなどの問題に加えて構造としての検討が必要である。(今後の課題)
- 3) 炭素繊維の役割は強度よりも剛性に求めるのがよいが、同時にコストを押さえる必要がある。

最後にあたり、電子顕微鏡撮影に助力下さった当場研究員、筒本隆博氏に感謝の意を表します。

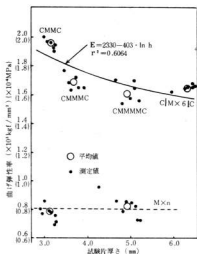


図6 両端CFサンドイッチ板の曲げ弾性率特性曲線

5. 文 献

- 1) 宮入裕夫: プラスチックスエージ 27 巻 6 号 P 89(1981)
- 2) 松田滋はか: プラスチックス 31 巻 3 号 P 25-33(1981)
- 3) ユリックフォード: ポリマーダイジェスト 30 巻 9 号 P 63-64(1978)
- 4) 藤原元三: 第 11 回 FRP シンポジウム前刷集 P 101-104(1982)
- 5) 百島裕忠はか: 強化プラスチック 26 巻 12 号 P 531(1980)
- 6) 大西均: 合成樹脂 26 巻 9 号 P 26-27(1980)
- 7) 特公昭 55-12834
- 8) 特公昭 55-107513
- 9) 特公昭 56-53275
- 10) 東レ特: 東レ技術資料 CF-04RI P 2
- 11) 好調芳邦はか: 興工試報告 № 23 P 54(1980)
- 12) 強化プラスチック協会規格標準委員会: 強化プラスチック 26 巻 11 号 P 459-460(1980)
- 13) 日本規格協会: JISK 6850(1976)
- 14) 東レ特: Toray TORAYCA(1981)
- 15) 好調芳邦はか: 興工試報告 № 20 P 7(1977)
- 16) 強化プラスチック協会: FRP 設計便覧 P 52

昭和57年10月5日印刷

昭和57年10月15日発行

編集兼
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)⑥643845

支場 〒720 福山市山手町砂畑

TEL 福山局(0849)⑧2732

印刷所 松広印刷株式会社

呉市東中央3丁目4-4

TEL ②2175・③0989