

業 務 報 告 書

昭和 49 年度

滋賀県立機械金属工業指導所

滋賀県彦根市岡町 52 番地

ま え が き

昭和49年度は、世界的不況とインフレ防止のための総需要抑制政策のもとに、きびしい経済環境のなかで推移した。景気回復も低成長時代への指向から予測しがたい状況である。

今後、各産業に期待されるものは知識集約化、省力化、省資源、省エネルギーおよび無公害などと極めて多様化し、これらを達成するには高度な技術を駆使し付加価値の高いものに転換することが必要だといわれる。また開発途上国の追上げなどから必然的に構造改善を迫られている業種もある。しかし、このようなことも口では簡単に言えても実行にはかなりの努力がいる。情報の収集・消化、開発体制・管理技術の充実など、今後より一層重要となろう。

彦根バルブ業界も、各種バルブの需要減退、在庫過重から生産調整と資金繰りに悩まされている。とくに下請企業、鋳物企業への影響も大きい。この間に、コスト低減、販売対策、週休二日制および社内訓練など、それぞれ懸命の対応策がなされている。また一方、不況のなかにもあっても下請企業の団地化あるいは鋳物工場産業廃棄物共同処理場など、将来への指向に対し、真剣な検討が行なわれている。その他の家電、機械、車輛関係の各業界も同様であり、安定成長への回復が早く望まれるところである。

当所も、バルブ業界をはじめ、ますます発展し高度化する県下機械金属工業界に対応するため、昭和48年度に増築を実施したが、丁度狂乱物価の折柄事業が難行し、ようやく昭和49年10月に竣工式を挙げることができた。今後鋳造技術、省力化技術、公害防止技術、バルブ試験など事業内容を充実させて行く計画である。各位の御指導と御鞭撻をお願いする次第である。

ここに昭和49年度における当所事業を報告する。

所長 立 花 総 一 郎

目 次

I 概 要

I-1 沿 革	A-1
I-2 規 模	A-1
I-3 組 織	A-3
I-4 職 員	A-3
I-5 予算および決算	A-4
I-6 主要設備	A-7

II 業 務

II-1 依頼業務	
II-1-1 機械設備利用状況	A-13
II-1-2 依頼試験受付件数及び調定金額	A-13
II-2 指導業務	
II-2-1 企業診断	A-15
II-2-2 中小企業巡回技術指導	A-15
II-2-3 中小企業簡易巡回技術指導	A-16
II-2-4 中小企業中期技術者研修	A-16
II-2-5 講習会, 研究会	A-17
II-2-6 技術相談	A-18
II-2-7 調査, 審査	A-18
II-3 その他の業務	A-18
II-4 研究業務	
II-4-1 企業診断技術指導報告	B-1
II-4-2 鋳物砂における発生ガス量, ガス圧について	B-15
II-4-3 キュボラ除じん装置調査報告	B-21
II-4-4 重金属廃水処理の検討 (2)	B-26
II-4-5 エアモータの開発について	B-35
II-4-6 引上げ焼入法による急冷時間の影響	B-46
II-4-7 測長器の測定ヘッドの移動精度	B-50
II-4-8 SUS 420 J 2 の動的かじり摩耗について (その 2)	B-56
II-4-9 原子吸光法による鋳鉄中の Mn, Ni, Cr の定量	B-63
II-4-10 各種かたさ試験機の精度比較と等価精度について	B-71
II-4-11 ねずみ鋳鉄における含有炭素量の検討	B-82
II-4-12 電気マイクロメータの指示誤差測定	B-87

I 概 要

I-1 沿革

昭和21年 5月 既設機械工養成所施設を引継ぎ長浜市に県立長浜工業試験場を設置。
機械、繊維の2部制にする。

昭和23年 7月 木工部を増設

昭和27年 4月 繊維部を分離し、滋賀県立機械金属工業指導所と改称

昭和34年 4月 本指導所の整備計画、並びに彦根市へ移転、庁舎新築を決定

昭和35年 10月 庁舎新築工事、試験分析設備の設置を完了、新庁舎にて業務を開始

昭和38年 3月 別館（精密機械加工、熱処理中間試験場、ジグボアラ室、その他研究室）を増築

昭和43年 1月 別館2階実験研究室を増築

昭和45年 12月 R I 透過試験棟を増築

昭和46年 9月 試料調整室を増築

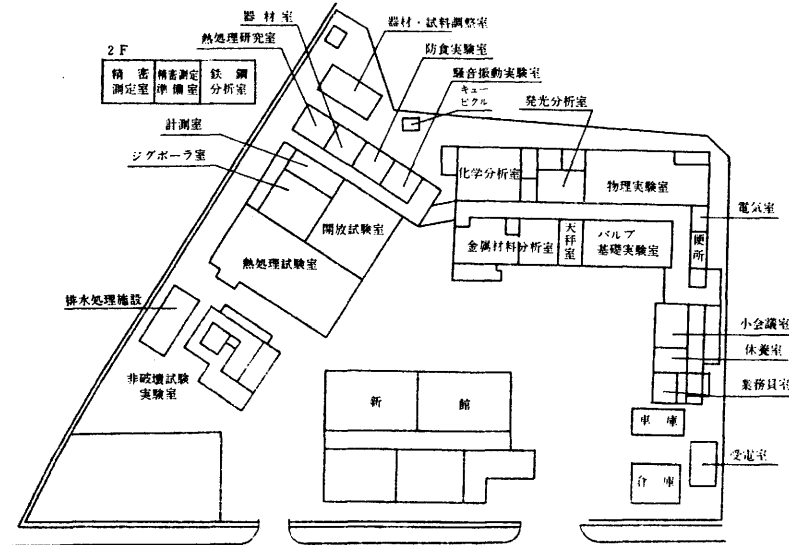
昭和48年 11月 新館増築工事に着工する

昭和49年 10月 新館竣工

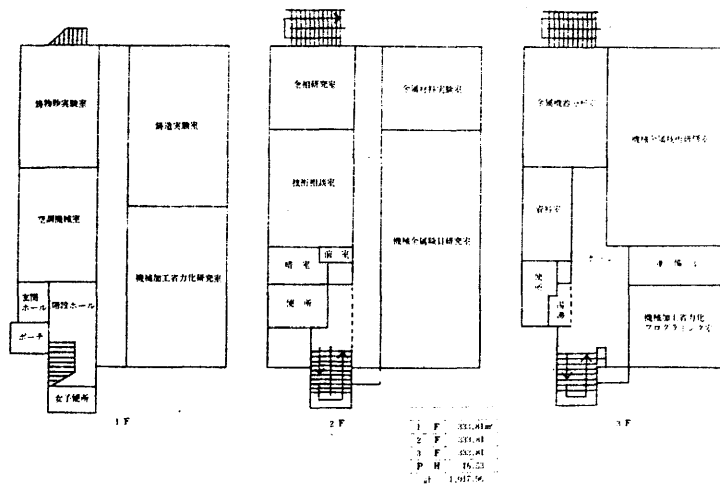
I-2 規模

敷地面積	3,400.68㎡
建物総面積	2,259.92㎡
本館	562.53㎡（鉄筋コンクリート補強ブロック平屋建）
新館	1,017.96㎡（鉄筋コンクリート三階建）
別館	446.20㎡（鉄筋コンクリート補強ブロック二階建）
非破壊試験棟	78.70㎡（鉄筋コンクリート補強ブロック平屋建）
その他	154.53㎡

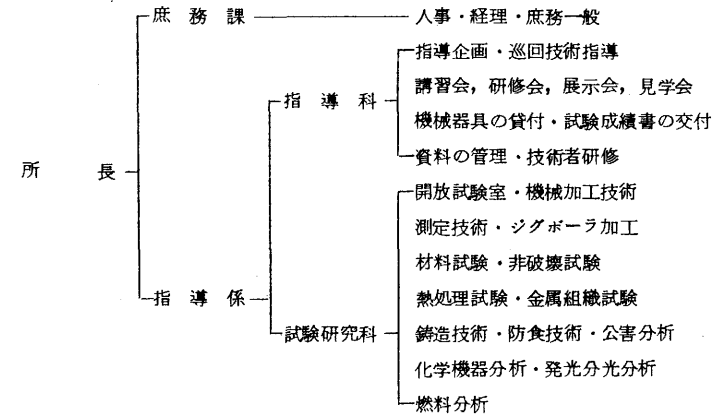
建物配置図



新館の各室配置図



I-3 組織



I-4 職員

(1) 職員の配置状況

区 分	吏 員		主事補	技師補	業務員	計
	事 務	技 術				
所 長		1				1
庶 務 係 長	1					1
庶 務 係	1				1	2
指 導 係 長		1				1
指 導		3				3
試 験 研 究		8				8
計	2	13			1	16

(2) 年度末現在人員

職 名	氏 名	担当業務	職 名	氏 名	担当業務
所 長	立花 総一郎		技 師	村 口 明 義	依頼試験分析 公害防止技術
専門研究員 兼指導係長	坊 農 佐 太 郎	業務全般	技 師	中 山 勝 之	熱処理技術
庶務係長	柴 崎 輝 士	庶務全般	技 師	樋 口 英 司	依頼加工技術
主 査	上 田 成 男	指導全般	技 師	松 川 進	鋳造技術
主 査	辻 久 男	試験研究全般	技 師	西 川 康 宏	指 導
主 事	尾 本 千 種	庶 務	技 師	佐 藤 真 知 夫	放射線取扱 測定技術
技 師	藤 井 敏 弘	依頼試験分析	技 師	西 内 広 志	依頼試験分析
技 師	森 勇	指 導	業 務 員	塚 田 修 太 郎	

(3) 職員の移動
なし

I-5 予算および決算

(1) 歳入

科 目				予算額	調定額	収入済額	不 用 欠損額	未納額	予算との 増 減 額
款	項	目	節						
使用料 及手数料				5,281,000	5,443,840	5,443,840	-	-	162,840
	使用料	商 工 機械金属 使用料 業	工業指導所	89,000	105,300	105,300	-	-	16,300
	手数料	商 工 機械金属 手数料 業	工業指導所試験	5,192,000	5,338,540	5,338,540	-	-	146,540
財産収入				48,780	32,520	32,520	-	-	△ 16,260
	財 産 運用収入	財 産 貸付収入	県 公 舎	48,780	32,520	32,520	-	-	△ 16,260
諸 収 入				150,000	138,571	138,571	-	-	△ 11,429
	雑 入	雑 入	経営技術 等研修講 習受講料	150,000	135,000	135,000	-	-	△ 15,000
			失 業 料 保 險		3,498	3,498	-	-	3,498
			雑 入		73	73	-	-	73
合 計				5,479,780	5,614,931	5,614,931	-	-	135,151

(2) 歳出

科 目					予算額	決算額	不用額	備考
款	項	目	節	細 節				
商工費					81,837,500	81,565,693	271,807	
	中 小 企業費				81,807,500	81,535,693	271,807	
		機械金属工 業指導所費			77,856,500	77,584,693	271,807	
			給 料		28,493,000	28,492,426	574	
			職員手当		17,768,000	17,753,671	14,329	
			扶養手当		913,000	912,600	400	

科 目					予算額	決算額	不用額	備考
款	項	目	節	細 節				
				調整手当	602,000	600,836	1,164	
				住居手当	407,000	406,400	600	
				期末手当	9,999,000	9,997,765	1,235	
				勤勉手当	2,991,000	2,990,463	537	
				初 任 給 調整手当	25,000	25,000	0	
				通勤手当	705,000	704,880	120	
				特 殊 勤務手当	292,000	291,950	50	
				時 間 外 勤務手当	767,000	766,775	225	
				管 理 職 手当	647,000	637,392	9,608	
				寒 冷 地 手当	340,000	339,610	390	
				児童手当	80,000	80,000	0	
				共 済 費	3,856,000	3,848,947	7,053	
				賃 金	816,000	781,000	35,000	
				報 償 費	30,000	30,000	0	
				旅 費	1,377,000	1,375,676	1,324	
				需用費	7,448,500	7,429,462	19,038	
				食 糧 費	571,000	570,824	176	
				そ の 他 需用費	6,877,500	6,858,638	18,862	
				役 務 費 そ の 他 役 務 費	1,171,000	1,065,721	105,279	
				委 託 料 保安業務 委託料	100,000	85,000	15,000	
				使用料及 び賃借料 備 購 入 費	39,000	15,610	23,390	
				備 購 入 費	16,758,000	16,757,180	820	
				中小企業 指導費	3,951,000	3,951,000	0	
				報 償 費	525,000	525,000	0	
				旅 費	707,000	707,000	0	
				需用費	541,000	541,000	0	
				食 糧 費	138,000	138,000	0	
				そ の 他 需用費	403,000	403,000	0	
				役 務 費 そ の 他 役 務 費	108,000	108,000	0	

科 目					予算額	決算額	不用額	備考
款	項	目	節	細 節				
			使用料及 び賃借料 備 入 費		88,000	88,000	0	
			負 担 金 補助及び 交 付 金	技術者研 修協議会 負 担 金	1,980,000	1,980,000	0	
			旅 費		2,000	2,000	0	
	商工業費	工 振 興 費	旅 費		30,000	30,000	0	
総務費					245,000	245,000	0	
	総務管理費	財産管理費	需用費	その他 需用費	220,000	220,000	0	
	生活環境費	公害対策費			25,000	25,000	0	
			旅 費		10,000	10,000	0	
			需用費	その他 需用費	13,000	13,000	0	
			役務費	役務費	2,000	2,000	0	
合 計					82,082,500	81,810,693	271,807	

人 件 費 50,038,708 円

事 業 費 31,771,985 円

機械金属工業指導所費 27,545,985 円

中小企業指導費 3,951,000 円

工業振興費 30,000 円

財産管理費 220,000 円

公害対策費 25,000 円

I-6 主要設備

50万円以上のもの

品 名	規 格	購入年月日	備 考
島津万能試験機	島津製電子管式 REH-30型	35. 9. 17	中小企業庁補助物件
荷重ひずみ記録計	〃 〃 (万能試験機用)	〃	〃
工業用X線装置	〃 WELTES-200型 24817	35. 9. 19	〃
自記ボーラログラフ	〃 RP-2型	35. 9. 21	〃
島津分光分析装置	〃 QL 170	〃	〃
試験用浸炭窒化炉	〃 200-35A	37. 2. 25	〃
万能研削盤	三井精機製 MUG 25×50	37. 6. 29	自転車振興補助物件
光電分光光度計	島津製QR-50	37. 6. 30	県 単
ソルトバス電気炉	友信工業製LSB-30型	37. 7. 9	〃
ジグ中ぐり盤	三井精機製JBD型 63	38. 6. 17	自転車振興補助物件
万能投影機	イタリア マイクロテクニカ社製	38. 8. 6	〃
平面研削盤	三正製作所製	38. 12. 20	〃
万能工具研削盤	牧野フライス製作所製 C-40	38. 12. 23	〃
自動温度調節装置	友信工業製 FM-12	39. 9. 10	中小企業庁補助物件
万能顕微測定器	三井精機製 MLD型	40. 1. 10	自転車振興補助物件
ロックウェル硬度計	明石製作所製 ORK型 (電動式)	40. 8. 20	〃
二連オートメット研磨テーブル	米国ビューラー社製 64-1912	41. 9. 30	〃
吸熱形炉気制御装置	島津製 吸熱形 ENP-5CN	41. 10. 14	中小企業庁補助物件
ファビルバリ摩耗試験機	イタリア プロリン社製	42. 2. 28	〃
スーパースコープ	日本電子製 JEM-30B型	43. 2. 19	自転車振興補助物件
旋 盤	大阪工作所製 BC型 360HB×JAPAN CAZENEUVE	43. 3. 19	〃
自動クーロン滴定装置	柳本製作所製 CC-12型	43. 3. 28	〃
ポテンショスタット	〃 UE-101型	〃	〃
ストレインメーター	新興通信工業製 DS61RX型	43. 10. 4	〃
超硬工具研摩盤	アサヒダイヤモンド工業製SDG型	43. 9. 10	〃

品 名	規 格	購入年月日	備 考
超 音 波 洗 浄 装 置	ブラザー工業製 500W型	43. 10. 17	自転車振興補助物件
表 面 あ ら さ 計	デーラーホブソン社製 C112/1000NSタリサーフ4型	43. 11. 30	〃
万 能 フ ラ イ ス 盤	日立精機製 MS型	43. 12. 28	中小企業庁補助物件
工業用 RI 透過検査装置	芝浦電気製 RRM-110-1型	44. 10. 21	自転車振興補助物件
プロジェクションオブチメーター	カールツァイスイエナ社製MOD ^{0.2} / ₂₀	〃	〃
金 属 顕 微 鏡	日本光学製 ME型	〃	〃
キ ャ ス 試 験 機	東洋理化製 CASSER-1型	44. 10. 29	〃
流速効果腐食試験装置	山崎精機研究所製 VE-1型	〃	〃
原子吸光/ 炭光共用分光分析装置	日本ジャーレルアッシュ製 AA-IE(S)型	〃	〃
カットオフ(帯鋸盤)	アマダ製 CRH-300S型	45. 8. 30	中小企業庁補助物件
校正用標準ショアかたさ試験機	三光計器製 S44型計量研型	45. 9. 25	〃
ブリネル硬度計	三精工業製 SDLB計量研型	45. 9. 29	〃
迅速イオウ定量分析装置	柳本製作所製 CC-22S	45. 9. 30	自転車振興補助物件
工業用赤外線温度計	旭産業製 TA-1	45. 10. 20	〃
デ ジ マ イ ク ロ	オリンパス製 顕微鏡STM (DM253)CCSO1-Aカウンター	45. 10. 30	中小企業庁補助物件
液化炭酸超低温装置	柳本製作所製 OTS-60	45. 10. 31	自転車振興補助物件
島津万能試験機	島津製電子管式REH型 100t	46. 9. 29	中小企業庁補助物件
ホームバス電気炉	東洋電熱工機製 NC-25PLS	46. 11. 8	自転車振興補助物件
周波数自動分析記録装置	国際振動研究所製 SM-2200型	47. 9. 28	〃
エ レ マ 電 気 炉	東海興商製 CE-20型	47. 10. 30	〃
高温鋳物砂試験機	東京衡機製 力量500kg	47. 10. 31	〃
直示式鋳物砂熱膨張計	小沢製作所製 EOS-1型	47. 11. 20	〃
曝 熱 試 験 器	〃 MO-1型	〃	〃
定電位電解分析装置	柳本製作所製 AES-4型 4連式	47. 9. 8	〃
イ オ ン メ ー タ ー	オリオン社製 801型 デジタル PH/mV メーター	47. 11. 8	〃
ニッサンセドリックバン	日産自動車工業製 V230-123362	48. 7. 31	中小企業庁補助物件

I-6-1 新規設備

(1) 昭和49年度中小企業庁補助により設備したもの

技術指導施設費

補 助 対 象 物 件	経 費		
	補 助 金	自己負担金	計
ばいじん量測定装置 (D-20SC)	370,000 円	370,000 円	740,000 円
ハイボリューム, エアーサンブラ (APT-AIS)	130,000	130,000	260,000
メモ・モーション測定装置 (ナショナル製)	490,000	490,000	980,000

技術開発研究費

補 助 対 象 物 件	経 費		
	補 助 金	自己負担金	計
計量研型万能基準かたさ試験機 (SHT-3型 計算装置付)	2,965,000	2,965,000	5,930,000

(2) 昭和49年度自転車振興会補助により設備したもの

補 助 対 象 物 件	経 費		
	補 助 金	自己負担金	計
高周波誘導電気炉 一式 (FTH-30M型サイリスタ式)	3,410,000	3,410,000	6,820,000
微量砒素測定装置 一式 (ASD-1A)	380,000	380,000	760,000

(3) 昭和49年度県費により設備した主なもの

物 件 名	費 目	金 額	摘 要
シヨアー D 型 硬 度 計	備品購入費	162,000	
上 皿 直 示 天 秤	〃	240,000	
各 種 実 験 机 9 台	〃	1,116,500	
ワーク、ペンキドロアー 2 台	〃	140,000	
ブランソン 超音波洗浄器	〃	72,000	
ハ ン ド ト ラ ッ ク	〃	24,000	
ハ ン ド ビ ン ラ ッ ク	〃	17,000	
計		1,754,500	

Ⅱ 業 務

Ⅱ-1 依 頼 業 務

Ⅱ－１ 依 頼 業 務

Ⅱ－１－１ 機械設備利用状況

受 付 件 数 79 件
金 額 105,300 円

Ⅱ－１－２ 依頼試験受付件数及び調定金額

試 験 名	件数	金 額	試 験 名	件数	金 額
材 料 強 度 試 験	1,075件	1,645,800円	材 料 分 析 試 験	465件	2,461,800円
降下粉塵分析試験	50	716,900	顕微鏡組織検査	92	337,100
熱処理加工試験	17	23,650	精密測定試験	19	43,400
鋳物砂試験	20	20,400	特 殊 試 験	8	21,690
非破壊試験	9	67,800			
計	1,755	5,338,540			

●
Ⅰ-2 指 導 業 務

Ⅰ-3 そ の 他 の 業 務
●

Ⅱ-2 指導業務

Ⅱ-2-1 企業診断

(イ) 診断日

昭和49年5月13日から5月17日まで

(ロ) 診断員

専門研究員 坊 農 佐 太 郎

主 査 上 田 成 男

技 師 森 勇

技 師 西 川 康 宏

(ハ) 企業概要

名 称 有限会社 榎本工作所

所 在 地 滋賀県伊香郡高月町大字渡岸寺辺田18番地

会社沿革 昭和42年9月 個人創業

昭和43年1月 有限会社 榎本工作所設立

資 本 金 700万円

従 業 員 14名

(ニ) 診断項目

財務診断, 生産稼働分析, 労務診断 (モラルサーベ)

Ⅱ-2-2 中小企業巡回技術指導

(イ) 鍛圧品製造企業巡回技術指導

○ 指導期間 昭和49年7月22日～7月27日まで

○ 指導工場 滋賀金属工業株式会社 外5社

○ 外部指導員 アイダ・エンジニアリング (株) 課長 山岡茂行

(ロ) 鋳物製造企業巡回技術指導

○ 指導期間 昭和49年8月21日～9月4日までの7日間

○ 指導工場 株式会社 安孫子鋳造所 外6社

○ 外部指導員 近畿大学 教授 石野 亨

(ハ) 公害防止巡回技術指導

○ 指導期間 昭和49年11月5日～12月5日までの10日間

○ 指導工場 第二吉清鋳造株式会社 外5社

○ 外部指導員 株式会社 ユアサ商会 係長 仲 昭夫

Ⅰ-2-3 中小企業簡易巡回技術指導

- 指導期間 昭和49年12月16日～昭和50年1月21日までの10日間
- 指導工場 近畿精工(株) 外29社
- 外部指導員 住友電気工業株式会社 山田収作

Ⅰ-2-4 中小企業中期技術者研修

コース名	修了者数	研修時間	研修時間			研修場所	
			講義	実習	計	講義	実習
機 械	26名	S49.7.12	時間 54	時間 20	時間 74	長浜市港町 湖北労働会館	○当 所
		S49.9.6					○滋賀県栗東町 柳石田衡器 製作所

講義科目および担当講師

科 目	講 義 題 目	講 師 名
生産工学	自動化の方法と考え方	泉産業㈱ 社長 北口時太郎
〃	空気圧回路設計	中京電機㈱ 矢野重幸
〃	油圧、空気圧の比較および機器の概要	太陽鉄工㈱ 取締役 門 泰一
〃	油圧を採用するに当っての機器の選定	太陽鉄工㈱ 係長 東本正夫
〃	油圧応用回路	太陽鉄工㈱ 主任 赤井英雄
電気工学	電気回路設計	東京芝浦電気㈱ 課長 桑田 昭
〃	電気制御機器	立石電機㈱ 部長 一守益男
生産工学	自動化機械について その基礎設計の考え方	日立精機㈱ 部長 諸星栄一
〃	搬送の自動化	技術士 松田博信
〃	溶接の自動化	東亜精機㈱ 課長 野田卓継
〃	数値制御法	池貝鉄工㈱ 課長 小田武士
〃	生産管理	当 所 専門研究員 坊農佐太郎
〃	生産管理	当 所 主査 上田成男
実 習	空気圧回路実習	中京電機株式会社 担当職員
〃	油圧回路実習	太陽鉄工株式会社 担当職員
〃	品質管理実習	株式会社 石田衡器製作所

Ⅰ-2-5 講習会・研究会

(イ) 経営技術講習会

- 日 時 昭和50年2月6日から2月7日まで
- 場 所 大津市今堅田町柳原真野浜 “産振荘”
- 題 名 部、課長のためのコスト教育
- 講 師 日本経営合理化センター チーフコンサルタント 志賀孝吉
- 共 催 滋賀県産業振興協同組合

(ロ) 技術普及講習会

- 日 時 昭和50年2月19日
- 場 所 彦根市尾末町 彦根市民会館
- 題 名 技術普及講習会
- 講 師 コンサルト 石松康男, 住友電気工業㈱ 山田収作
- 共 催 滋賀県中小企業設備貸与協会

(ハ) 研究発表会

- 日 時 昭和50年3月10日
- 場 所 彦根市岡町 県立機械金属工業指導所
- 発表題目および発表者

(イ) 鋳造工場における公害実態調査報告

技 師 西内広志

(ロ) 重金属廃水処理の検討

技 師 村口明義

(ハ) 鋳物工場における設備機械の振動調査結果

技 師 樋口英司

(ニ) 鋳物砂の性質におよぼす温度、時間の影響について

技 師 松川 進

(ホ) パルプ生産におけるNC機導入の調査研究

技 師 樋口英司

(ヘ) かたさの持回り測定結果

主 査 辻 久男

(ハ) 長さの持回り測定結果(報告)

技 師 佐藤真知夫

Ⅱ-2-6 技術相談

- (1) 機械加工技術
- (2) 品質管理技術
- (3) 公害防止技術
- (4) 鋳造技術
- (5) 防食技術
- (6) その他

上記項目について全処理件数 95件

Ⅱ-2-7 調査・審査

設備貸与および設備近代化資金貸付申込企業の事前調査

設備近代化関係 8企業

設備貸与関係 38企業

設備貸与および設備近代化資金貸付企業の事後指導

設備貸与関係 30企業

設備貸与審査会

設備近代化資金貸付審査会

設備貸与関係先進地調査

Ⅱ-3 その他の業務

(1) 職員研修

中小企業診断士コース S49. 10. 1～50. 9. 30

技師 西川 康 宏

技術指導員養成コース S49. 6. 19～49. 12. 20

技師 樋口 英 司

(2) 研究会・講習会

全国分析技術共同研究会

N C 研 究 会

試験・評価技術研究会

近工連, 大気汚染, 廃水, 騒音, 振動分科会

精密測定分科会

L C A分科会

情報化研究会

(3) 部会, 会議, 協議会

近工連・機械金属部会

近工連・化学部会

近工連・公害防止部会

工業技術連絡会議機械金属部会

〃 化学部会

〃 公害防止技術部会

鋳造技術担当者会議

Ⅱ-4 研 究 業 務

研 究 業 務 目 次

1. 企業診断技術指導報告	B- 1
2. 鋳物砂における発生ガス量，ガス圧について	B- 15
3. キュボラ除じん装置調査報告	B- 21
4. 重金属廃水処理の検討 (2)	B- 26
5. エアモーターの開発について	B- 35
6. 引上げ焼入法による急冷時間の影響	B- 46
7. 測長器の測定ヘッドの移動精度	B- 50
8. SUS 420 J2 の動のかじり摩耗について (その2)	B- 56
9. 原子吸光法による鋳鉄中の Mn, Ni, Cr の定量	B- 63
10. 各種かたさ試験機の精度比較と等価精度について	B- 71
11. ねずみ鋳鉄における含有炭素量の検討	B- 82
12. 電気マイクロメータの指示誤差測定	B- 87

企業診断技術指導報告

1. 企業概略

会社名	某社
資本金	700万円
従業員	14名
業種名	一般機械金属加工業

2. 診断日

昭和49年5月13日から17日

3. 診断員

専門研究員	坊 農 佐 太 郎
主 査	上 田 成 男
技 師	森 勇
技 師	西 川 康 宏

1. 診断の概要

昭和49年の指導科の事業の一環として、某社の生産管理の診断指導を行なった。
その診断の詳細は、経営比率分析、損益分岐点からの次期売上の予想と次期付加価値額の予想、ABC分析からの重点管理によりコストダウンの方法、稼働、分析による稼働、非稼働の検討と余裕率の決定さらに労務診断から組織の改善を行なった。

2. 経営分析からの検討

経営資本対営業利益率は、経営資本の回転率と売上高対営業利益率で表わされ、今回の診断で特に経営資本の回転の低さが目立った。経営資本は更に分類すると流動資産の回転と固定資産の回転に分かれ、特に固定資産の回転の悪さが目立った。

これは、受託の予想、機械の稼働率、資金の調達方法に何ら関係なく固定資産の投資に全力投球した結果にほかならない。従って従業員1人当りの機械装備額を見ると、中小企業経営指標の3倍強の値となり、設備資産の効率的な運用が経営の最大のポイントである。

財務構造について見ると、今までのように高度成長のもとでは負債、負債に依存しそのうちに内部留保によって自己資本の充実が可能であったが、オイルショックに端を発した極端な経済の転換に耐えるためには自己資本の充実が必要だろう。

3. ABC分析による重点管理について

少数の出来事が結果の90%を左右すると言うように多種類の生産品目のうちごく少数の品目が生産の大部分を占めると言う理論から成り立つ。

即ちこの少数の部分がA品目に相当し最大の効果が発揮出来る分野である。要約するならばAエリアは1の努力が7~8倍になり、Bエリアは1の努力が1、Cエリアは1の努力が $\frac{1}{10}$ に減ずる。

経営者は企業の危険を最少にし最大の利潤を得るためには、何を、何時、どこで、誰が、どうして、と言う製作の手段を明確に指示しなければならない。

しかし全情報には全神経を費やすより経営の急所をつき最少の努力で最大の効果を発揮しなければならない。

そこでまず当社の得意先別、製産品目、単価を調べ上げ累計値、%を出しABCの分析表を作った。その結果から言えることは、(これは後にのべる稼働分析の結果と併行して検討した。)

1. A品目でありながら稼働率が非常に低いもの
2. A品目でありながらレイアウトの悪いもの
3. A品目でありながら外注に出している。
4. C品目を社内で行えるよう設備している。

(3の理由として工場内では技術が不足しているとか苦手であると言うことであった。)そこで改善案を提案した。

1. A品目からコストダウンを図ること。
2. A品目から標準時間の設定を行うこと。
3. A品目からレイアウトを改善し運搬の効率を高めること。
4. A品目から内製比率を高め技術の養成に努めること。
5. A品目は納期を厳守し、日程表を作成すること。
6. A品目は進捗管理を徹底すること。

稼働研究の意義

作業員又は機械設備の稼働率(実動率)を高めることは生産性の向上を計るための改善の重点となるので作業員又は機械設備の稼働状況を長時間に亘って観測し、この結果を分析することにより現在の稼働率がどの程度であるかを量的に知ると共に稼働率を低下させている原因を探究することにより次の様な目的に利用する。

- (1) 作業員の間接作業的な行動の時間がなるべく少なくなるよう改善する。稼働率を低下させる原因を探究して職場管理(工程管理、作業管理、機械管理、工具管理)の欠陥を明らかにし、それによって管理方式を改善する。
- (2) 機械設備の停止、空転などをなるべく少なくなるように改善する。また自動機械の場合には1人当りの持台数を多くするように改善する。
- (3) 余裕率の決定

現在の稼働状態について広範囲、長時間に亘る観測を行って、現在の余裕率を調査することによって標準の余裕率を決定する。但し疲労余裕や用途余裕は稼働研究のみでは定量的に把握することが出来ない場合が多いので、これらについては別途研究して標準を決めるのが望ましい。

稼働分析

作業員の稼働分析について、別図により作業員の作業時間中の動きを見ると、種々雑多なものがあり直接生産に結びつくものと、そうでないものがある。間接作業的な動きは、なるべくならばすくないことが望ましいが、ゼロになることは不可能である。そこでそれらの動きがどのように発生するか、またいつどんな割合で発生するか。正味の直接生産に結びつく動きが、いかに変化するかを明らかにし、その発生原因をさぐることによって間接的な動きをなるべく少なくするように改善する。すなわち稼働率を高めるための資料として調査を行った。

1. 作業分類

作業の各種の分類は次のとおりとした。(図1)

表1

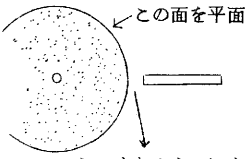
稼 動 中	主 作 業	作業中、製品取付、製品取外し、測定中 作業監視
	準 備 作 業	注油中、計器チェック、段取中、製品取付準備、工具取付、工具取外し、図面確認
	附 帯 作 業	運搬中、製品積載中、工具研磨、切粉運搬
非 稼 動 中	作 業 余 裕	掃除中、電話中、歩行中、作業日報
	疲 労 余 裕	雑談中、休けい中、
	職 場 余 裕	作業指示、朝礼
	用 達 余 裕	用達中、不在、その他

2. 観測回数決定

予備調査から作業者の稼働率は約80%を得たので信頼度95%、相対誤差5%が得られるように算出したところ6,400回の観測が必要となった。調査の対象は欠勤者を除くと作業者10人である。

観測者を3人とし、観測経路を決定し実施した。

3. 作業者の稼働分析 表2

作業者の	問 題 点	改 善 点
稼働率は 87.7%と 高く良い傾 向にあるが 主作業71.2 %の内作業 中39.8% をもっと高 くする必要 がある。そ れには製品 取付け時間 を短縮する 工夫をなす べきであり、	A. 職場作業人員 3人 (1) 加工物が大きく送り時間(作業監視)も長いのでこれの有効的利用 (2) 取付のバランスに用いるウェイト具の標準化	(1) 断続切削中は監視は必要であるが連続になった時に活用 (2) 作業者は必要を感じているので直ちに実施
	B. 職場作業人員 3人 (1) 余裕率が極めて低く、限界点である。 (2) グラインダー砥石の表面を絶えずドレッシングしておく、又砥石と工具台とのすきまをできるだけ少にしておく。	(1) 午後10分程度の休けい時間をつくる。  この面を平面 このすきまを少にする (危険防止)

よいアイデア
アならば即
実行に移さ
なくてはな
らない。作
業監視も9
%と比較的
高く断続と
連続切削を

C. 職場作業人員 4人 (1) 工程間の流れをよくするレイアウトを考える。 (2) 運搬と製品掃除に専任の作業人を雇用 (3) 他の職場に比し作業面積が狭い。	(1) 外註品の再加工機が工場の一番奥にあり運搬困難 (1) ラジアルボール盤加工の仕掛品が通路をふさぐ (2) 技能者を製品掃除其の他雑用から外し、パートで雇用 (3) 将来増築可能ならば計画せよ。
---	---

判別し、その動きを他に振り向ける工夫が必要である。非稼働のうちわけは掃除、電話、歩行、雑談、不在などであるが、このうち不在が2.6%と最も高い(但し本調査は工場内と限定したので工場外にて運搬、水飲み等は不在とした)

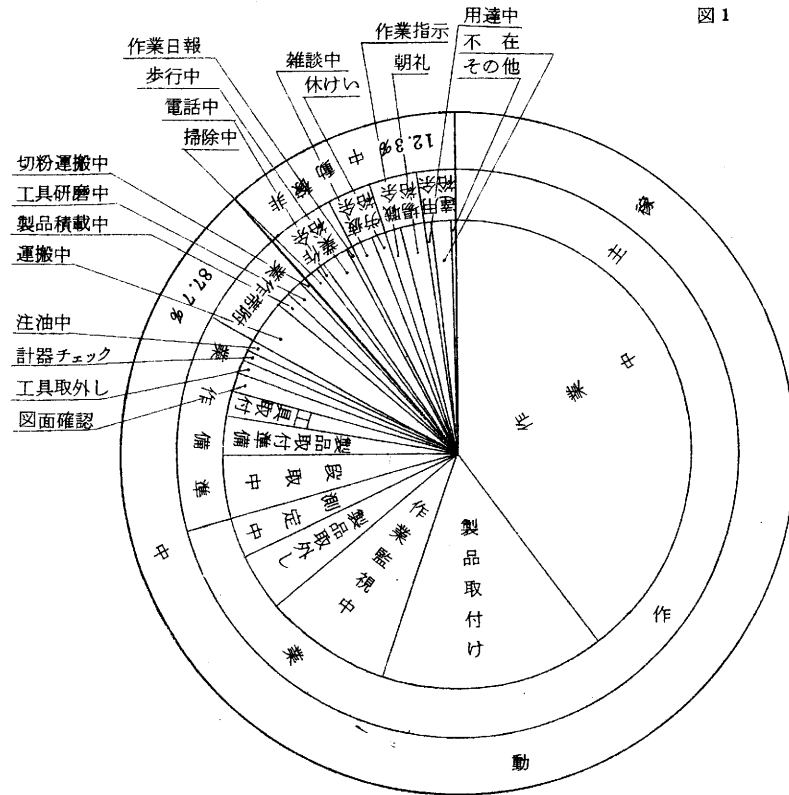
なお今回の調査は対象を作業者と限定したので一部に判別しにくい面もあったが、これと同時に機械の稼働も同時に調査したら、もっと具体的な結果が得られただろう。参考に作業余裕、職場余裕ともに5%程度が望ましいとされており、非稼働中は15%~16%内が基準値とされている。

以上の稼働分析から次の事項の検討が必要と思われる。

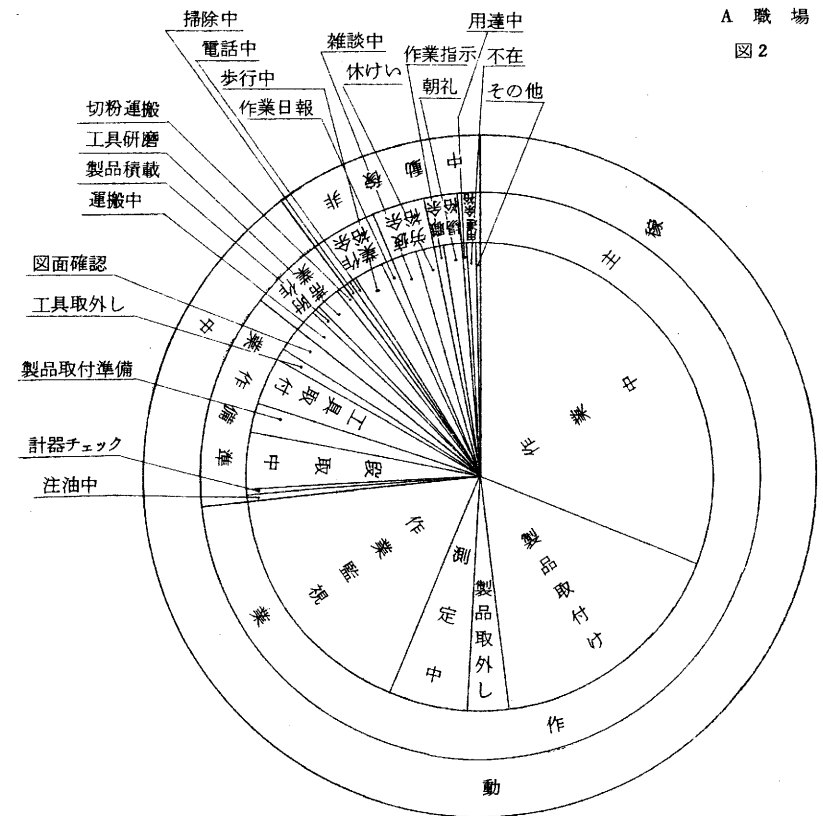
- 段取時間を短縮する工夫
- 作業監視時間を有効的に使う工夫
- 仕掛品の扱い方(置き方)
- 運搬具の改善
- フォーク・リフトには専任の適任者を配置する。
- 遊休設備の稼働対策
- 午後、10分程度の休けい時間(体操)

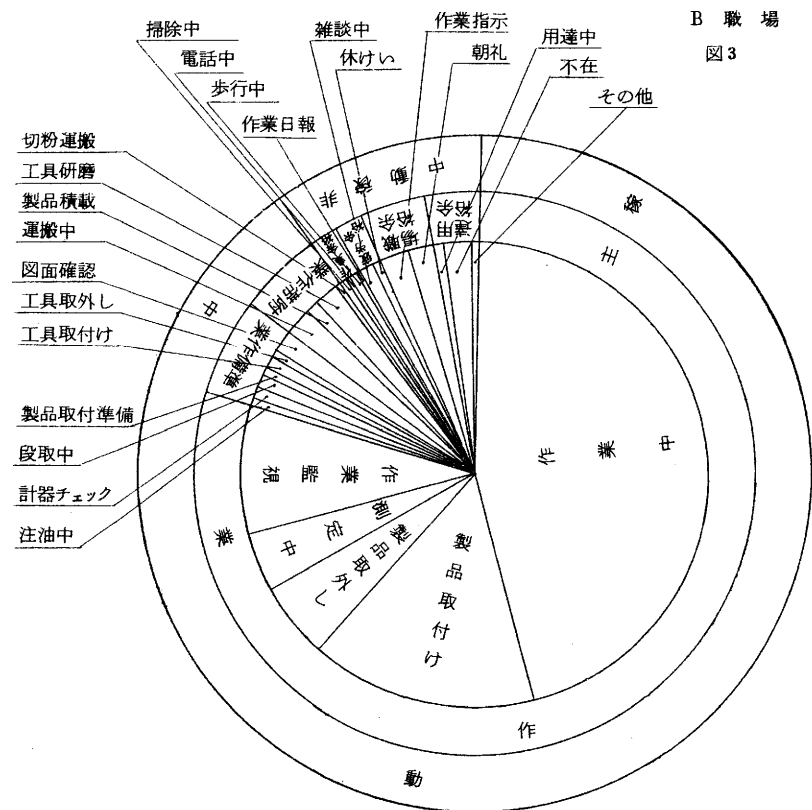
4. 職場別稼働分析から見た問題点

全体図
図1

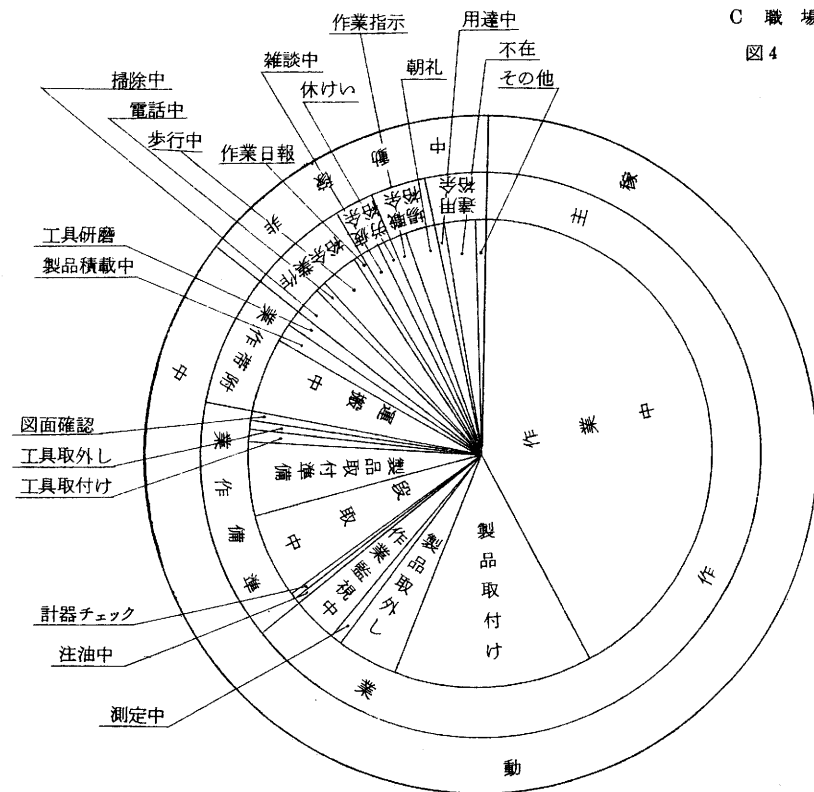


A 職場
図2





B-8



B-9

5. 時間別稼働分析から見た問題点

稼働中のピーク時が午前10時から1時間午後は14時から1時間である。稼働率90%以上持続は困難にしても全体平均(図1参照)87.7%以下を分析すると下記のようになる。

7:55~8:59

朝礼時であるので或る程度は止むを得ない点もあるが全体的にスロースタートである。

11:00~11:59

主作業の率も下がるが、運搬の7%と不在(屋外運搬?)8%と多い。

12:45~13:59

この時間帯も朝と同様スロースタートであり、予鈴(12:40)の意味がない。

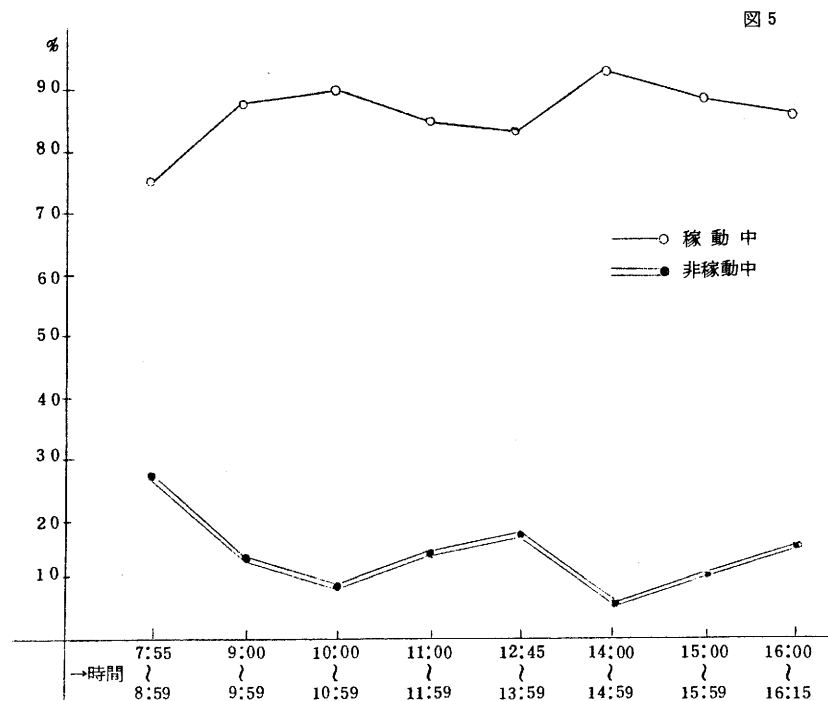
15:00~15:59

疲労が目立ち始め、意味のない歩行中4%,雑談中5%と多い。

16:00~16:15

主作業の率がぐんとおち、掃除、不在の率が目につく。

作業者の稼働状況(5月15日)



モラルサーベイ累計結果

1. 調査目的

このモラルサーベイは企業の構成員である従業員の仕事への意欲、経営者との意思の疎通、従業員の不満等を的確に把握し、将来企業がより大きく成長していくため、どのような改善をすれば良いのか、又どのようなところを伸ばしていけば良いのかを知るために行なった。

2. 結果

この調査の内容については抽象的な設問もあり「わからない」と回答した人が多かった。全設問30のうち内容により第7図のように大きく「仕事の価値の認識」「人間の交わりの容認」「処遇の安定感」「経営の信頼感」「企業に対する満足感」に区分出来る。以下この区分により集計結果を分析していくことにする。

2-1 仕事の価値の認識 設問1~6

この区分の中で設問1~4は自己との関連における価値認識と設問5~6は労働条件による価値認識との2つに分けることが出来るが年齢の別なく、ともに満足な回答である。

特に設問1, 3, 6, に否定がなく従業員が毎日の仕事に意欲を燃やしているか、又企業主も従業員の勤労意欲をかきたてる従業員対策に努力しているかが何がある。

2-2 人間の交わりの容認 設問7~17

この区分の中で設問7~13は上司の指導、上司との交わり、設問14~17は職場のふんいきに分けることが出来る。この区分において設問中の「上司」というものの定義付けを明確にしておく必要があったと思う。回答者のほとんどが社長を上司と考えているようだが、ここで上司といっているのは自分の直上の人を指している。いずれにせよこの区分においても肯定が69.7%, 否定が4.5%, 不明が25.8%と非常に良い回答である。

特に上司は仕事に関して従業員を信頼し、又職場のふんいきも非常によく従業員間の仕事上の対立もまったくなく、仕事はスムーズに流れている。ただ設問8において肯定よりも否定した回答の方が多く、又この否定が中高年令者に片寄っているのが気になるが、これも上司と今以上に話し合いをして意思の疎通を計れば解決出来る。

2-3 処遇の安定感 設問18~21

この設問でいっている給与問題については、どんなに良い給与を出している会社でも不満をもつ者は必ず出てくる。だから半数以上の肯定があれば満足な回答といえる。

2-4 経営の信頼度 設問22～24

この設問において肯定が83%、不明を含めると97%と非常に高く従業員の方が会社の営業方針を良く理解し、信頼し、協力している。非常に立派である。ただ欲をいえば設問23について全員に会社の方針を周知徹底させることが必要である。

2-5 企業に対する満足感 設問25～30

この区分の中で設問25～28については申し分のない回答である。設問29, 30については仕事自体の持つ価値認識として他の設問と区別することが出来るが、ここでは肯定が42%と他の設問より低いが従業員の方が会社の規模や知明度で判断されているのではないだろうか。もっと各自が仕事への誇りを持ち会社における各自の重要性を認識すべきである。又会社は従業員がもっている仕事への誇りや信頼を裏切らないよう、今以上の堅実な経営を続けていただきたい。

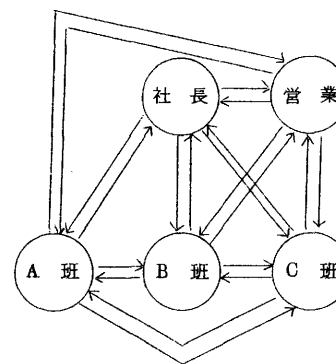
3. まとめ

全体的にみて非常に満足のいく回答である。このことは会社が現在行っている従業員についての施策は現段階ではまず良いといえる。しかし今後新しい従業員が入り会社も大きく成長したならば今のような家族主義的な考えでは従業員を掌握しきれなくなるだろう、又仕事も多くなり内容も複雑になってくれば管理体制をととのえておかなければ仕事はスムーズに流れないし、うまくいかない。

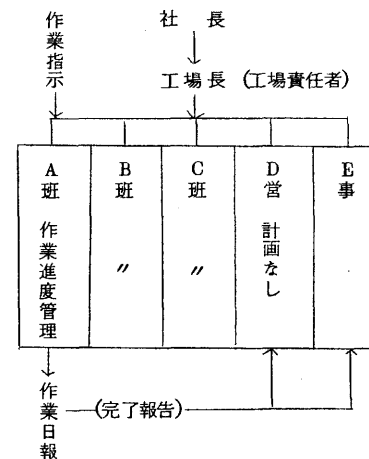
当社の現在の管理方法は作業指示等を社長から工場責任者へ、工場責任者から各班長へ伝達され各班で作業進捗管理を行ない各班からの報告は完了報告をもってなされている。又給与等についても不満のある従業員から社長直接に自己申告させて社長1人が判断している。これはさきにも言ったように従業員も少なく、又勤続年数も長いので家族的になってしまっているから、うまくいくし出来ることである。

管理体制をととのえる手段としては、まず会社組織を明確にし命令系統をはっきりさすこと。又上司(例 班長)は自分の部下は完全に掌握していること。これが出来れば他の事はおのずと出来ていく。順序としては従業員に充分説明をし新体制が理解された時点で実施していき一度に改善しようとせず時間をかけ、当社に応じた管理体制にしていくことが必要である。しかし管理体制を整えるといっても労力強化につながるものはいけな。管理体制は設備能力に応じ常にベストの生産をし計画性のある営業を行ない、より大きな利益を生み出すためにあるべきである。そしてより大きく会社を成長させるためには必ず必要なものである。

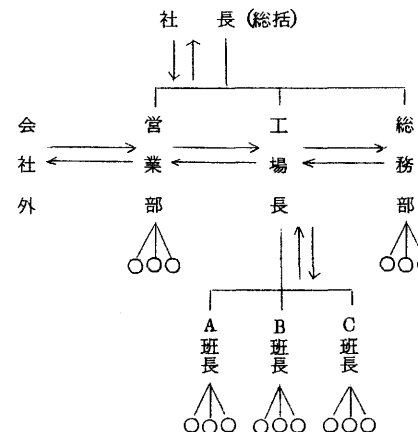
図6



現在の作業指示等の流れ



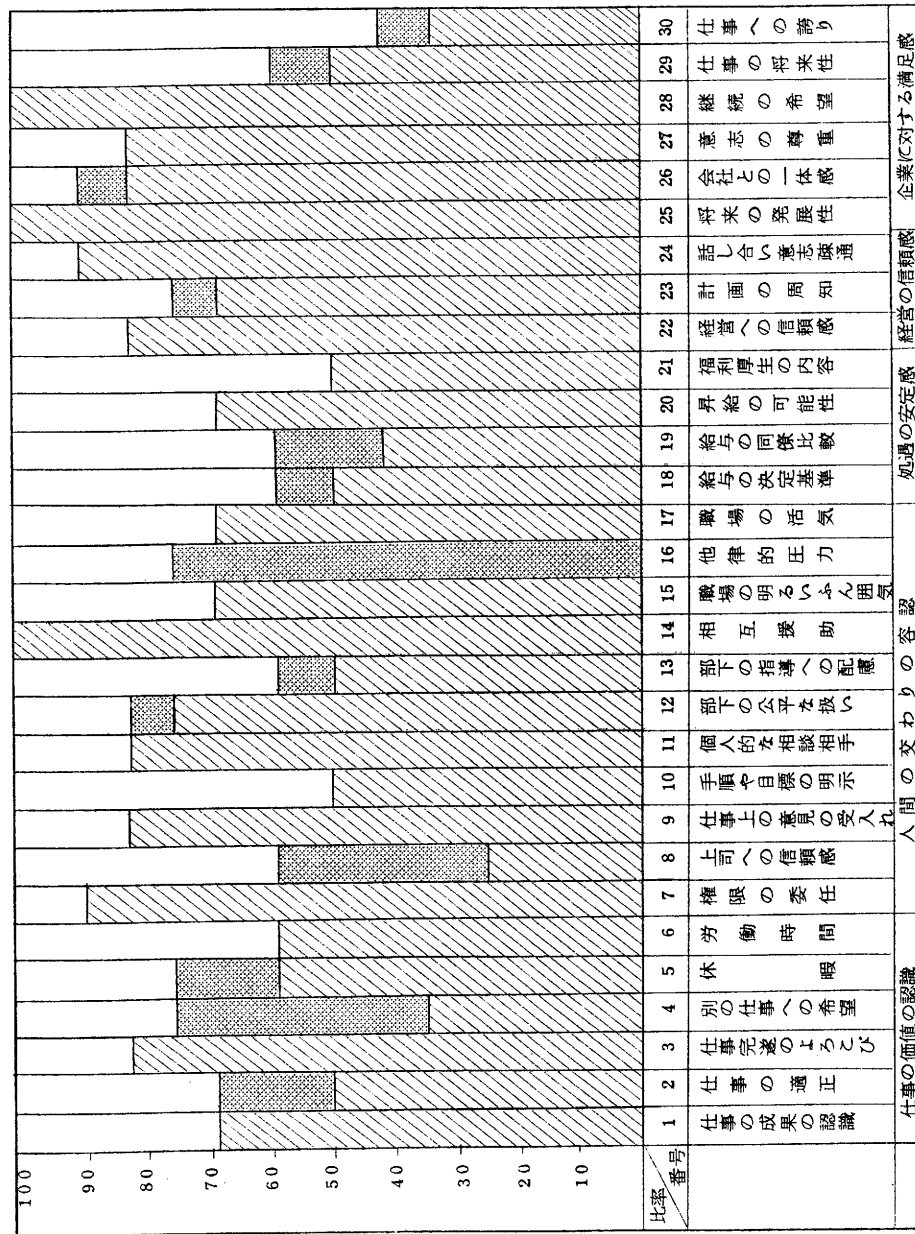
現在の組織図



改善後の組織図 (例)

図 7

肯定 否定 不明



鋳物砂における発生ガス量・ガス圧について

技師 松 川 進

1. ま え が き

すくわれ、さし込みなど鋳物の外的欠陥は鋳物砂それ自身によるところが多い。しかし、収縮巣、粗晶組織等の内的なものは配合・溶解条件等に起因する事が一般的であるが、鋳型から発生するガスがその原因となる事もある。

過去、鋳物砂または鋳型について種々調査したが今回はこの鋳型中のガスについて若干検討したので報告する。

2. 試 料

表1のように4種類の砂を調整した。表2にその粒度分布を示す。

表1 試料砂の配合 (%)

砂	山 砂	珪 砂		ベントナイト	シーコール	デキストリン
		5 号	7 号			
A	100			4	7	
B	45		55	3	5	
C		50	50	11	2	1.5
D		20	80	11	10	

注) 目標水分はA・B・Cを5.0%, Dを6.0%とし調整した。

表2 試料砂の粒度分布 (%)

粒度	mesh	10	14	20	28	35	48	65	100	150	200	270	Pan	粘土分
A	0.			0.2	0.2	0.6	1.2	3.2	12.8	39.0	12.4	4.2	2.2	24.0
B	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.6	4.0	16.4	31.8	17.4	4.6	3.4	20.6	
C				1.0	10.6	17.0	13.2	6.0	10.8	12.6	9.8	3.4	3.4	12.2
D				0.6	4.2	7.2	5.8	5.2	14.0	18.8	14.8	4.4	2.0	23.0

3. 実験方法

3-1 常高温試験

圧縮強度・通気度をJISに従って測定。高温強度は28φ×50mmの試片を炉内温度600,

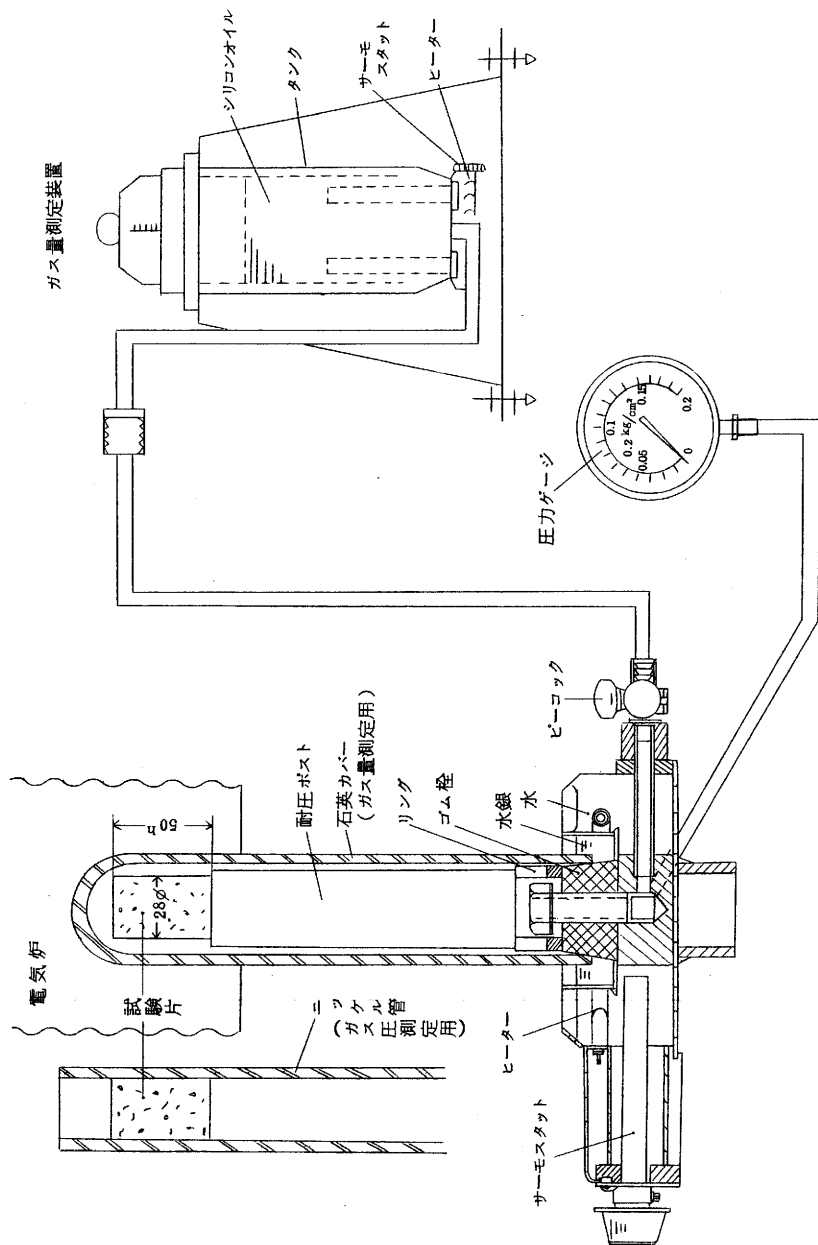


図1 ガス圧・ガス量測定装置

1000, 1200, 1400℃中に4分間保持後測定する。

3-2 ガス圧・ガス量

ガス圧・ガス量とも図1に示すように上記の高温強度を測定した500kg高温鋳物砂試験機に圧力ゲージおよびガス量測定装置を接続し測定した。

ガス圧は試片を炉内し、1・4・8分放置後、それぞれ15秒毎に圧力ゲージを読み取った。この測定圧力は水蒸気、燃焼ガス、揮発分の合計を示している。

また、ガス量は電気炉中に試片を挿入すると同時に測定を開始し、これも15秒毎にドラムのスケールを読み取り、ガスが発生しなくなるまで続けた。

なお、ガス圧、ガス量とも高温強度と同様に4段階の温度にて測定した。

4. 実験結果および考察

4-1 常高温性質

図2・図3において、砂Cの強度が弱く、通気度が高いのは粒度分布の影響である。すなわち、粗大粒が多過ぎるために砂粒間に空隙が出来、粘結力が弱くなっている事である。これは高温強度にも影響するし、ガス圧にも作用すると思われる。

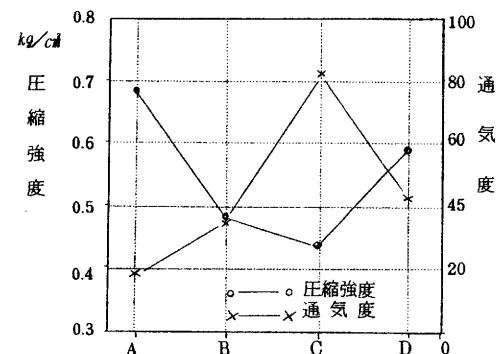


図2 常温性質

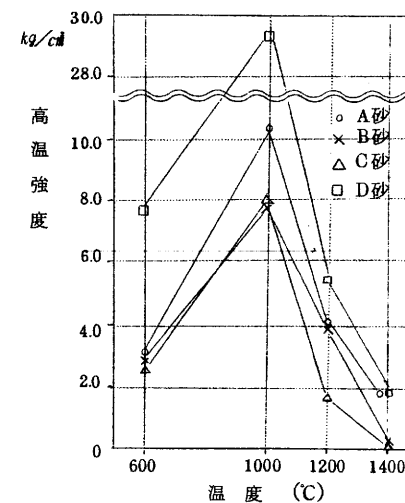


図3 高温強度

4-2 ガス圧・ガス量

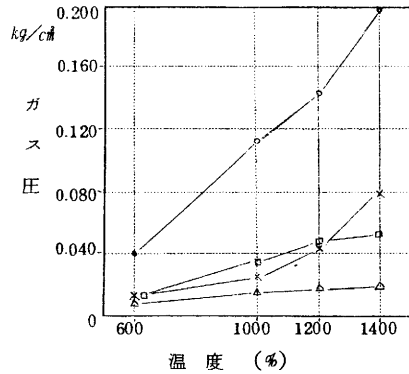


図4 保持時間1分後のガス圧

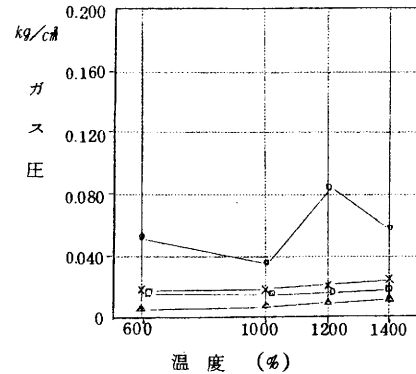


図5 保持時間4分後のガス圧

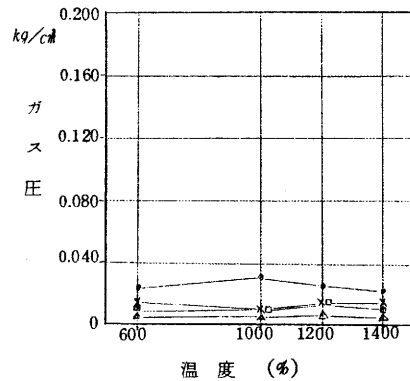


図6 保持時間8分後のガス圧

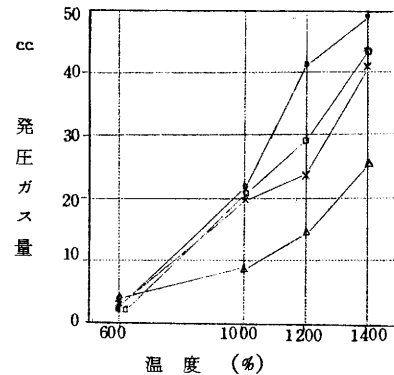


図7 1g当たりの発生ガス量

図4・5・6は各保持時間後のガス圧に及ぼす砂温度の影響を、また図7はガス量を示す。この図からまず、ガスの発生は加熱後約5分でほとんど完了している事。そして、その圧力の最高は加熱後1～2分の時である。すなわち、材質に及ぼすガスの影響は鑄型に溶湯が注湯されてから少なくとも3分以内に終わると考えてよい。勿論実際にはこれに溶湯自身と両者間の反応も考慮する必要がある。

次に、砂Aは他の砂よりガス圧が高く、ガス量も多い事。特にガス圧は2倍強にもなっている。また、砂Cは強度と同様いずれも低い。これは砂自身の化学成分の相違に起因してい

ると思われる。

すなわち、珪砂の配合割合から砂Cの不純物（有機物・灼熱減量など）の量が5～10%であるのに対し、砂Aのそれは20～25%と相当多いと考えられ、この不純物質が高温に熱せられるとガスとして鑄型外に放出されるのである。また、ベントナイトなどの添加剤の量も作用しているのは当然である。

ここで砂C及びDは鉱物質の多いモンモリロナイト系の粘土分、すなわちベントナイトを多量に含んでいるのでガスは相当出ると考えられるが、上記の理由により低位に推移している。単純に粘土分の質のみを考えると、砂Aは鉱物質の少ないカオリン系の天然物質なので砂CあるいはDよりもガス量が少なくなるはずである。

これはまた、図8とともに高温強度の差異の原因の一つでもある。

ガス圧の経時変化は図9・図10に示すように各砂とも高温になるに従って最高ガス圧の到達時間が初期にずれ、以後は横ばいなし徐々に低下していく。

また温度の影響は予想通りガス圧・ガス量とも温度の上昇に比例して高く、多くなっている。

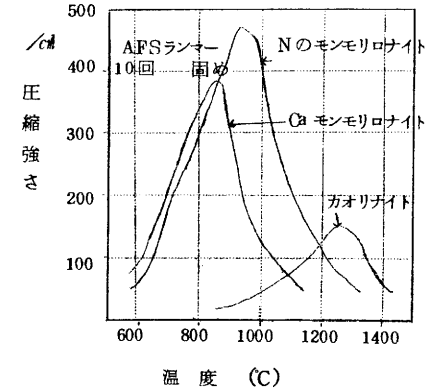


図8 各種粘土の粘結力と温度の関係

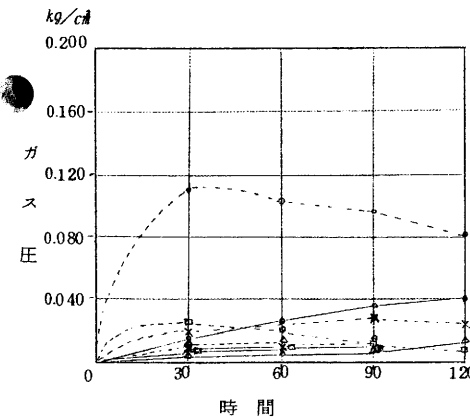


図9 600, 1000°Cにおけるガス圧の経時変化

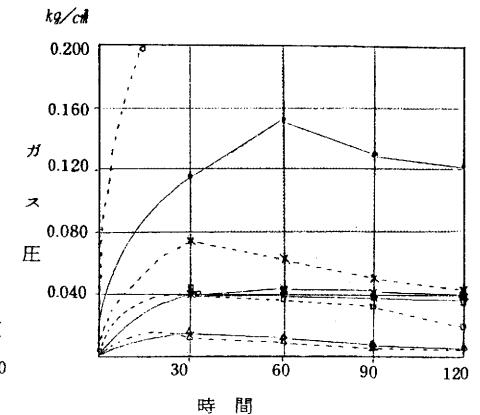


図10 1200, 1400°Cにおけるガス圧の経時変化

注) 図9, 図10 はともに保持時間1分後のガス圧であり, 図の見方は次の通りである。

○ A 砂
× B 砂
△ C 砂
□ D 砂

—— 600 及び 1200℃
----- 1000 及び 1400℃

5. 結 言

鋳物砂のみのガスの挙動を調査したがその中から次の点が判明した。

1. 無機粘結剤を添加した鋳型のガス発生量は天然砂のその2倍以上である。勿論有機粘結剤の時はそれ以上である事は容易に推察できる。
2. 鋳型中のガスは溶湯注湯後3分以内に発生し終わると思われる。
3. 鋳物砂の化学成分によってガス発生量は勿論の事, ガスの成分が変わってくるので考慮する必要がある。

今回の調査で, 溶湯中のガスとの反応を解析しなければ実際鋳物の材質に対する影響を正確に述べる事は出来ない事, また測定器自体の精度及び測定方法も問題である事を痛感した。

今後この点を留意して更に調査したい。

参考文献

鋳物便覧

普通鋳型

キューボラ除じん装置調査報告

技 師 藤 井 敏 弘
技 師 村 口 明 義
技 師 西 内 広 志

1. ま え が き

鋳物工場における公害としては, 大気汚染, 水質汚濁, 騒音, 振動, 悪臭等多様のものが考えらる。その中でも鋳造工場のキューボラから排出されるばい煙の苦情は, 周囲の住民からよく聞く問題である。県の公害防止条例の排出基準をたとえ満足していても最近ば住民の生活を優先する傾向にあり, それを無視してまで操業することはできないので, その対策が必要となってくる。

昨年度において「鋳造工場における公害実態調査」を行ったが, キューボラ除じん装置の設置計画を立てている企業が多数あり, その選定について何らかの資料の提供を希望しておられたので当所で調査あるいは測定した結果を報告する。

2. 県公害防止条例におけるばい煙の排出基準

「ばい煙」とは, いわゆる酸化物(燃料その他の物の燃焼に伴い発生するもの)とばいじん(燃料その他の物の燃焼又は熱源としての電気の使用に伴い発生するもの)とカドミウム, 塩素, 弗化水素, 鉛その他の人の健康又は生活環境に係る被害を生ずるおそれのある物質(物の燃焼, 合成, 分解その他の処理に伴い発生する物質)の3種類であり, 物の破碎, 選別その他機械的処理又はたい積に伴い発生し, 又は飛散するいわゆる「粉じん」とははっきり区別されている。

2・1 ばいじん

ばいじんの排出基準は羽の大きさおよび排出ガス量により区分されている。

表1 キューボラばいじんの排出基準

規制対象	区 分	
	排出ガス量40000Nm ³ /h以上	排出ガス量40000Nm ³ /h未満
火格子面積 1 m ² 以上 羽口面断面積 0.5 m ² 以上	0.2 g/Nm ³ 以下	0.4 g/Nm ³ 以下

(参考) 羽口面断面積 0.5 m² は約 3.8 1/4 のキューボラに相当し, 排出ガス量 40000 Nm³/h は約 2.0 1/4 のキューボラに相当する。また, 2.0 1/4 の大きさのキューボラの羽口面断面積は約 0.28 m² に相当する。

表1の基準値を遵守するのは当然でありたとえ遵守していても公害問題が発生すれば, ばいじん防止に努めなければならない。新設のキューボラについてはよりきびしい基準値(普通 0.2 g/Nm³)を要求しているようである。また, 県独自で上乗せ規制が出来るようになっているので将来はより

きびしい規制がなされることを予想し、ばいじん防止設備計画を立てる必要がある。

2・2 いおう酸化物

キューボラより排出されるいおう酸化物はコークスに含まれるいおうが酸化されて主としてSO₂となつて出てくる。いおう酸化物の排出基準は、ガス排出口の高さ、ガスの排出量、排出速度、排出温度およびK値（各市町村別に、数値が決められている。彦根市K=17.5）によって算出される。

$$g = K \times 10^{-3} \times He^2$$

$$He = Ho + 0.65(Ht + Hm)$$

g：いおう酸化物(Nm³/hr)

He：補正された排出口の高さ(m)

Ho：排出口の実さいの高さ(m)

Hm：排出ガスの吐出速度(運動量)による煙の上昇高さ(m)

Ht：排出ガスのガス温度(浮力)による煙の上昇高さ(m)

3. キューボラから排出されるばい煙の性状

ばい煙の性状については文献で多数発表されているが必ずしも一致していないようである。

3・1 ばいじん量

一般に溶湯1トンあたり約10kg(2~18kg)、あるいは排出ガス1Nm³あたり3~5gのばいじん量が排出されているといわれているが、キューボラの大きさ、操業条件、配合割合、狭雑物(油脂、砂、原材料のさび)等により大きく左右されてくる。

キューボラ排ガス中のばいじん量は次式により計算される。

$$D = \frac{F \cdot W}{6(V + V')} \times 10^2$$

D：ばいじん排出量g/Nm³

F：ばいじん排出原単位kg/溶湯トン

W：キューボラ溶解速度t/H

V：送風量Nm³/min

V'：装込口の空気吸引量Nm³/min

3・2 いおう酸化物

キューボラより排出されるいおう酸化物は低濃度のため、あまり問題にされていないようだが次式より計算される。

$$S = 0.7 \times \epsilon \times C \times \Delta \times W \times 10^{-3}$$

S：排ガス中のSO₂ Nm³/H

ε：コークス中のいおう分の排ガス中への分配率%

C：コークス比%

Δ：コークス中のいおう分%

W：キューボラ溶解速度t/H

3・3 性状

ばいじんの成分を表2に示す。

表2. ばいじん成分

成分名	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	灼熱減量	比重
含有量(%)	20~50	10~30	1~10	1~15	1~5	25~45	2.5

排ガス成分を表3に示す。

表3. 排ガス成分

ガス名	CO ₂	CO	O ₂	SO ₂	NO _x
含有量(%)	10~15	0~0.1	5~8	10~100ppm	3~10ppm

ばいじんの大きさは100μ以上の粗粒子が85%前後を占めている。これらの粗粒子は降笠において相当捕集されるので出口のダスト濃度3~5g/Nm³は、44μ以下のダストとして除じん装置を計画する必要がある。

表4. ばいじんの粒経分布

粒経(μ)	残留率(%)	粒経(μ)	残留率(%)
590以上	6.3	40~30	97.0
590~297	20.6	30~20	98.1
297~105	60.0	20~10	98.4
105~74	74.8	10~5	98.7
74~46	90.7	5以下	100
46~40	93.9		

排ガス量は送風量の2.5~3.5倍といわれ、また、その温度は操業条件により異なるが500~1,100℃といわれている。

4. キューボラ除じん装置

キューボラ除じん装置の主要メーカー(15社)より、カタログをとり寄せ、処理能力、価格、ランニングコスト、納入実績表等を調査し、まとめた結果を表5に示す。

表5. キューボラ集じん装置

項目	型式 (バッグフィルター)	湿式	
		ベンチュリー方式	その他の方式
除じん濃度 (保証値)	0.05~0.1g/Nm ³ 以下	0.2g/Nm ³ 以下	0.1~0.4g/Nm ³ 以下

項目	型式 (バックフィルター)	湿式	
		ベンチュリー方式	その他の方式
価 格	800 ~ 1,000 万円/台	500 万円/台 700 ~ 100 万円/台 (排水処理含)	同 左
ランニングコスト	約 100 円/台 (24h) 1ヶ月: 6,000 円 (4H/D, 15 D/M) ただし バッグの 取替費 含まず	約 650 円/台 (24h) 1ヶ月: 39,000 円 (4H/D, 15 D/M)	同 左
付 帯 設 備	電気工事・クーラー 基礎工事	電気工事・基礎工事 排水処理設備	同 左
排 水 処 理	不 要	循環方式	同 左
ガスの温度調節	必 要	不 要	同 左
SO ₂ ガス	除去不可	除去可能	同 左

(注) 調査時期: 昭和49年4月末

除じん装置を大別すると乾式と湿式に別けられる。乾式の場合は、バックフィルターによる濾過方式を採用しており、通常の場合では処理後のばいじん量を 0.1 g/Nm^3 以下にすることは容易であり、 $0.05 \sim 0.01 \text{ g/Nm}^3$ 以下にすることも可能と思われる。濾布の種類は、排ガスの種類、温度により選定する必要がある。そのため、排ガスの冷却装置が必要になり空冷式と水冷式とがある。ステンレス製フィルターを使用しているメーカーも一部あるが、この場合は高温ガスを直接濾過できるので冷却装置はいらない。一方、湿式の場合はベンチュリー方式とその他の方式に別けられるが、両方式とも各メーカーにより構造が異なりそれぞれの特徴を持っている。したがって、処理後のばいじん量も $0.1 \sim 0.4 \text{ g/Nm}^3$ と広範囲になっており、 0.4 g/Nm^3 以下にすることは可能である。排水処理装置はほとんどが完全循環方式を採用しており、水の蒸発分のみ補給水を補給している。

保守事項としては、乾式の場合、ダストの払落し(各メーカーにより方式は異なるが自動化されている)、ダスト飛散防止、濾布の点検、ガス温度の点検などがあげられる。湿式の場合は、水量調整、PHの調整、スラッジの処理、放流水の点検などがあげられる。

乾式と湿式を比較した場合、集じん効率、二次公害という点では乾式が有利(湿式の場合、排水および高圧ブローアの騒音がある)であるが、据付面積、SO₂の除去という点では湿式が有利である。費用の面は価格、ランニングコスト両方とも、湿式の場合は排水処理を含め、乾式の場合は濾布の取替費を含めると差はないように思われる。いづれにしてもそれぞれ一長一短があるので一概にどちらがよいとはいえないので、各企業が設置の目的、条件などをよく検討して、機種を決定することが大切である。

5. ばいじん量の測定

当所の指導事業の一環として昭和49年度に公害巡回技術指導を行ったがこの指導でばいじん量の測定を行ったのでその結果を表6に示した。

表6. ばいじん量測定結果

項目	企業名	A	B	C	D	E
除じん方式	湿式 (ベンチュリー)	湿式 (ベンチュリー)	湿式 (その他)	湿式 (その他)	乾式	湿式 (ベンチュリー)
排ガス温度(℃)		55	21	73	88	51
流速(m/sec)		2.5	13.0	9.1	27.3	2.7
水分(%)		26.4	2.8	7.9	1.2	17.1
ばいじん量 (mg/Nm ³)		0.30	0.25	1.08	0.006	0.31

6. ま と め

キュボラから排出されるばい煙および除じんについての調査、測定結果を述べたが、除じん装置を設置する場合には次のような点を考慮して選定されるとよいと思われる。

- (1) 設置の目的、条件をよく検討すること。
- (2) 二次公害(排水、騒音、ダストの飛散等)の防止を考慮しておくこと。
- (3) 将来排出基準値がよきびしくなると思われるので除じん濃度は基準値よりも十分余裕をもたすこと。
- (4) 購入の際には保証値(除じん濃度の値)を契約条件に入れ、その測定は、どの機関が行うかはっきりしておく。
- (5) 保証期間、装置の寿命なども聞いておくこと。
- (6) 納入実績表を参考にして、実際に装置が稼動している所へ行き、現場の意見も聞くこと。

参考文献

- (1) 滋賀県公害防止条例
- (2) コークダイジェスト
- (3) 鋳物 第43巻 第7号 P34
- (4) キュボラ排ガスの対策について(新東技術資料 第018-1号)
- (5) 総合鋳物 センター研究報告151
- (6) JIS Z 8808 煙道排ガス中のばいじん量の測定方法
- (7) 公害防止の技術と法規(大気編)

重金属廃水処理の検討(Ⅲ)

技師 村 口 明 義

1. ま え が き

昨年度は、亜鉛および銅の廃水処理方法について検討を行ったが、今年度は、有害物質として規制されている鉛、カドミウムおよび重金属混合溶液の処理について検討したので報告する。

2. 実 験 方 法

2.1 試薬および装置

2.1.1 試 薬

鉛標準溶液：金属鉛1.0gをビーカーにはかりとり、硝酸25mlを加えて加熱、溶解し1ℓのメスフラスコに移し入れ水で標線までうすめ原液とした。(Pb 1000 ppm)

カドミウム標準溶液：金属カドミウム1.0gをビーカーにはかりとり、硝酸25mlを加えて加熱、溶解し1ℓのメスフラスコに移し入れ水で標線までうすめ原液とした。(Cd 1000 ppm)

石灰溶液(2%)、水酸化ナトリウム溶液(2%)

2.1.2 装 置

原子吸光分光分析装置(日本ジャーレルアッシュ)

ジャーテスター(水道機工)

PHメータ(オリオン社)

2.2 実験方法

水酸化ナトリウムおよび石灰を用いる中和凝集沈殿法によって行った。

試験溶液として、鉛の場合は鉛標準溶液を希釈して50 ppmの溶液、カドミウムの場合はカドミウム標準溶液を希釈して10 ppmの溶液を作成した。そして重金属混合溶液の場合は2種類(銅100 ppm、鉛20 ppm、亜鉛20 ppm、鉄200 ppm、カドミウム1 ppmと銅100 ppm、鉛20 ppm、亜鉛20 ppm、鉄20 ppm、カドミウム1 ppm)の溶液を各金属標準溶液を希釈して作成した。

まず500mlビーカーに上記の試料溶液をとり、石灰または水酸化ナトリウム溶液を添加して、適当なPHに中和し、ジャーテスターで90 r. p. m. で5分間、50 r. p. m. で10分間かくはんし、各金属水酸化物を生成し、上澄液を濾紙(Na 5A)で濾過後、濾液についてそれぞれの濃度を分析し、溶存濃度とした。

なお、分析はすべて原子吸光分析装置を用い、ジエチルジチオカルバミン酸ナトリウム-メチルイソブチルケトン抽出による溶媒抽出-原子吸光度法で行った。

3. 実験結果および考察

3.1 鉛

鉛は有害物質として指定されているため、排出基準は県条例では0.1 ppm以下(国の場合は1 ppm以下)ときびしい規制がなされている。

溶存濃度を分析した結果は図1に示すとおりである。鉛は両性の性質をもっており、アルカリ性

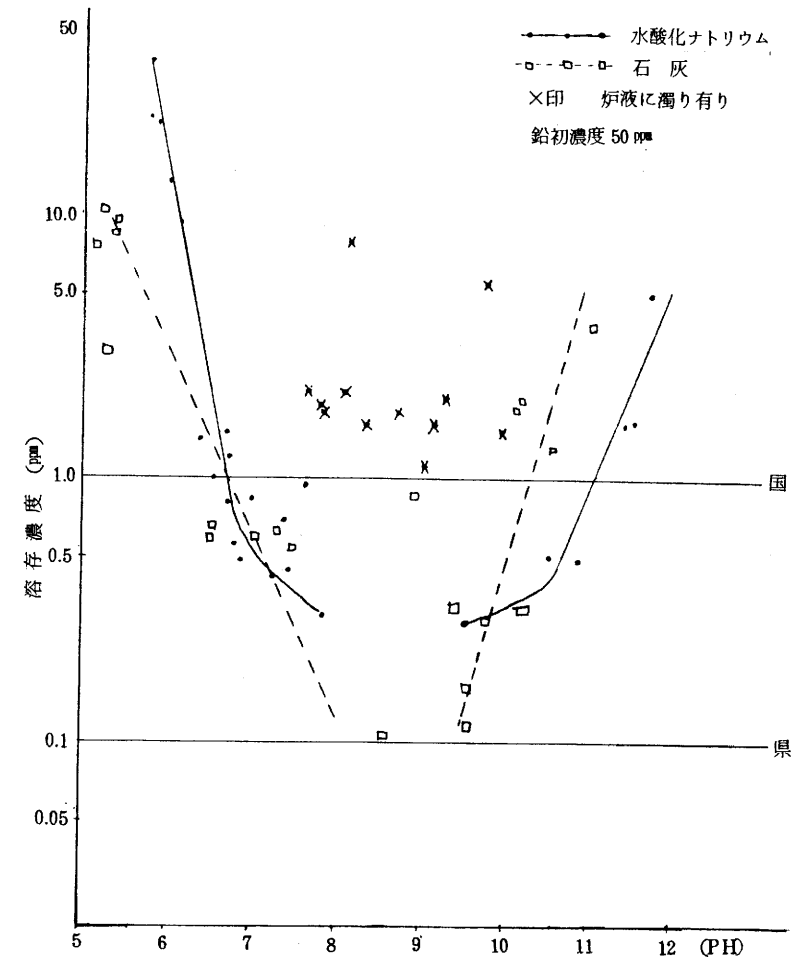


図1 鉛の溶存濃度とPH

が強いと、亜ナマリ酸になり少しずつ再溶解することがわかる。また、水酸化鉛の沈殿は非常に微細なため（特に PH 8～10 の範囲）沈降速度もおそく、水酸化ナトリウム溶液で中和した場合、沈殿が 8 紙を通過してしまい、溶存濃度は高い値を示した。石灰の場合は石灰自体が中和剤と凝集剤の役目をしているので沈殿が濾紙を通過するような現象はみられなかった。図 1 より、石灰および水酸化ナトリウム溶液のみによる中和だけでは排出基準値以下に処理することが出来ないことがわかる。そこで凝集剤として第 2 鉄塩を加えて石灰を中和剤として処理したところ図 2 のようになった。

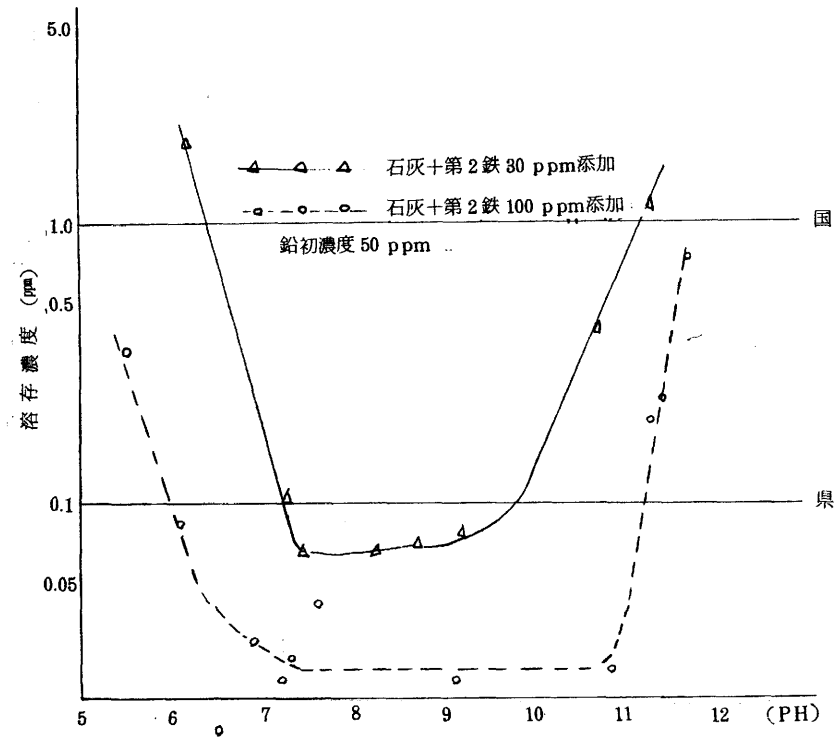


図 2 鉛の溶存濃度と PH (第 2 鉄を凝集剤として加えた場合)

図 1 にくらべて低濃度まで処理出来、また PH 範囲も広がっている。この影響は第 2 鉄塩の添加量を増すとより大きい。(図 3) これは水酸化第 2 鉄に鉛が吸着され共沈作用などが起ったものと思われる。

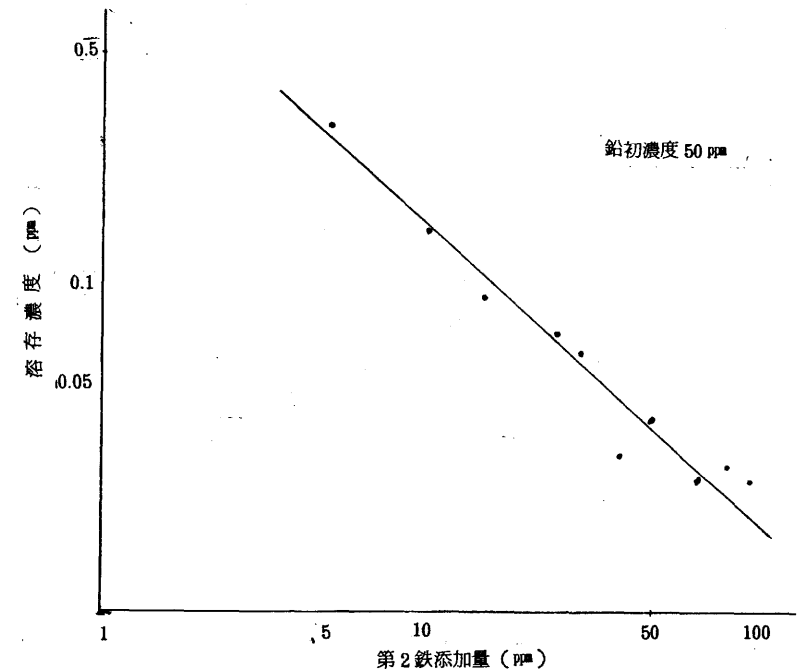


図 3 第 2 鉄添加量と鉛溶存濃度

したがって鉛含有廃水を処理する場合は第 2 鉄塩を多く添加するほど処理は容易となるが、スラッジの量も多くなり濾過性も悪くなる。また廃棄物処理という点からも好ましくないため、これらも考慮して添加する必要がある。

3.2 カドミウム

カドミウムも有害物質として指定されているため、排出基準は県条例では 0.01 ppm 以下（国の場合は 0.1 ppm 以下）ときびしい規制がなされている。

溶存濃度を分析したところ排出基準値以下にするには PH 11.5～12 以上の強アルカリ性で処理しなければならないことがわかった。実際にこのような強アルカリ性で処理することは不適当であるので、鉛の場合と同様第 2 鉄塩を添加したところ、沈殿生成 PH が低下することがわかった。(図 4)

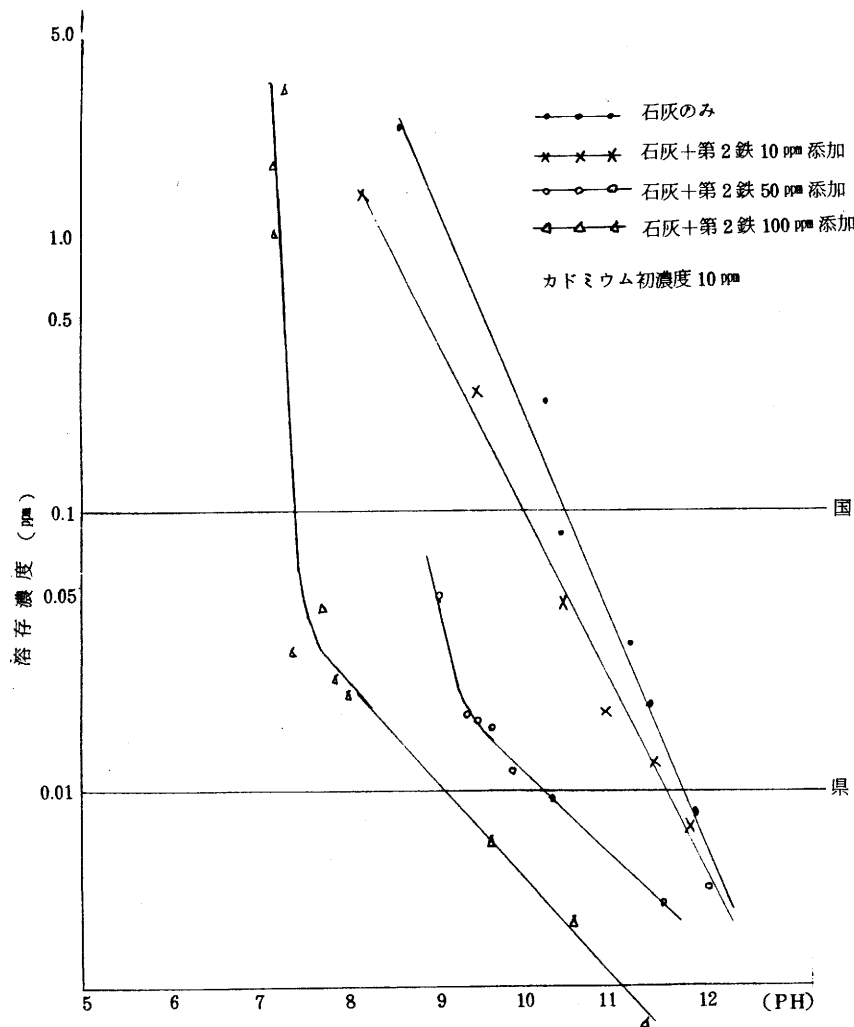


図4 カドミウムの溶存濃度とPH

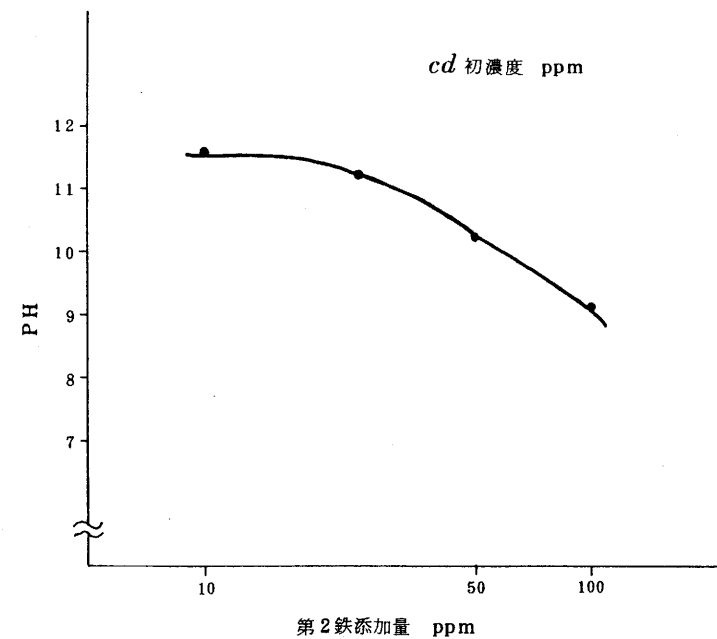


図5 カドミウム溶存濃度 0.01 ppm になるPHと第2鉄添加量との関係

第2鉄塩の添加量と溶存濃度が0.01 ppm になるPHの関係を調べたところ図5のようになった。すなわち、第2鉄塩を100 ppm 添加(Cd 10 ppm に対し)した場合、0.01 ppm になるPHは約9にまで低下した。

鉛の場合と同様カドミニウムについても水酸化第2鉄に吸着し、共沈作用が起ったものと思われる。

3・3 重金属混合溶液

昨年度より検討してきた重金属(銅, 亜鉛, 鉛, カドミウム, 鉄)の混合溶液(22 実験方法の2種類)を石灰によりPHを調整し、濾液の溶存濃度を測定した結果を図6、図7に示す。

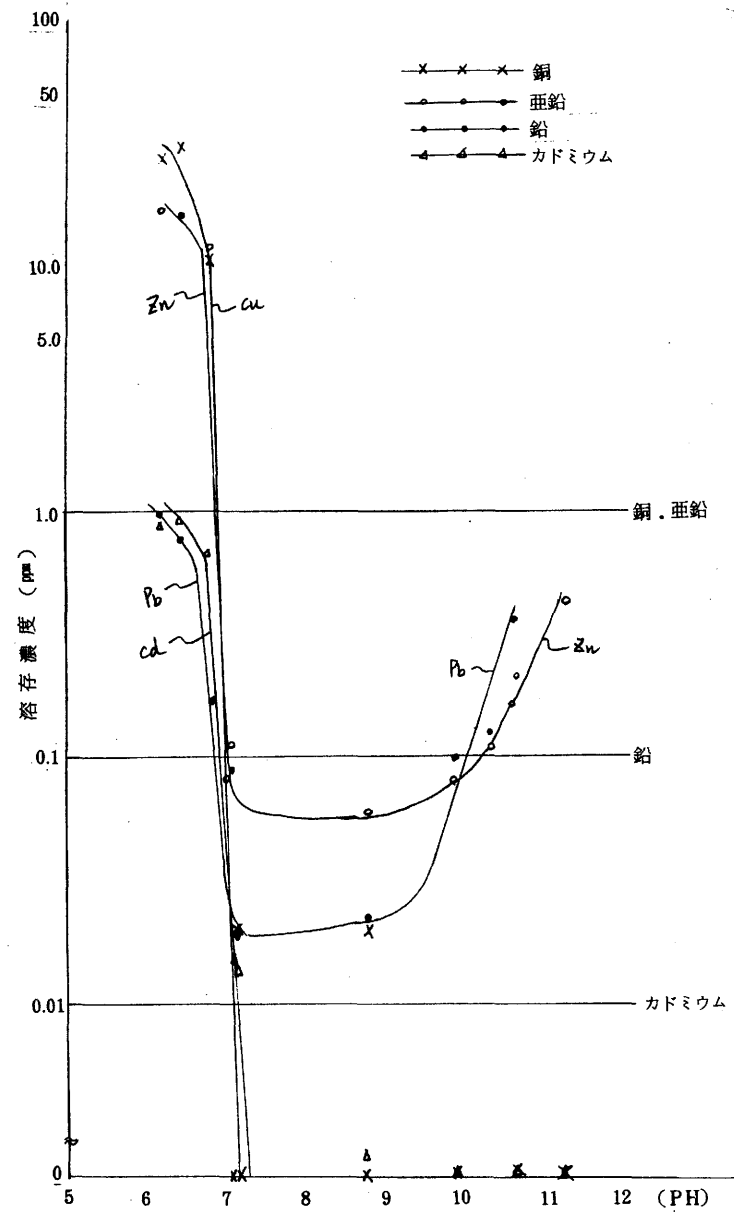


図6 重金属混合溶液とPHの関係 (Fe³⁺ 20 ppmの場合)

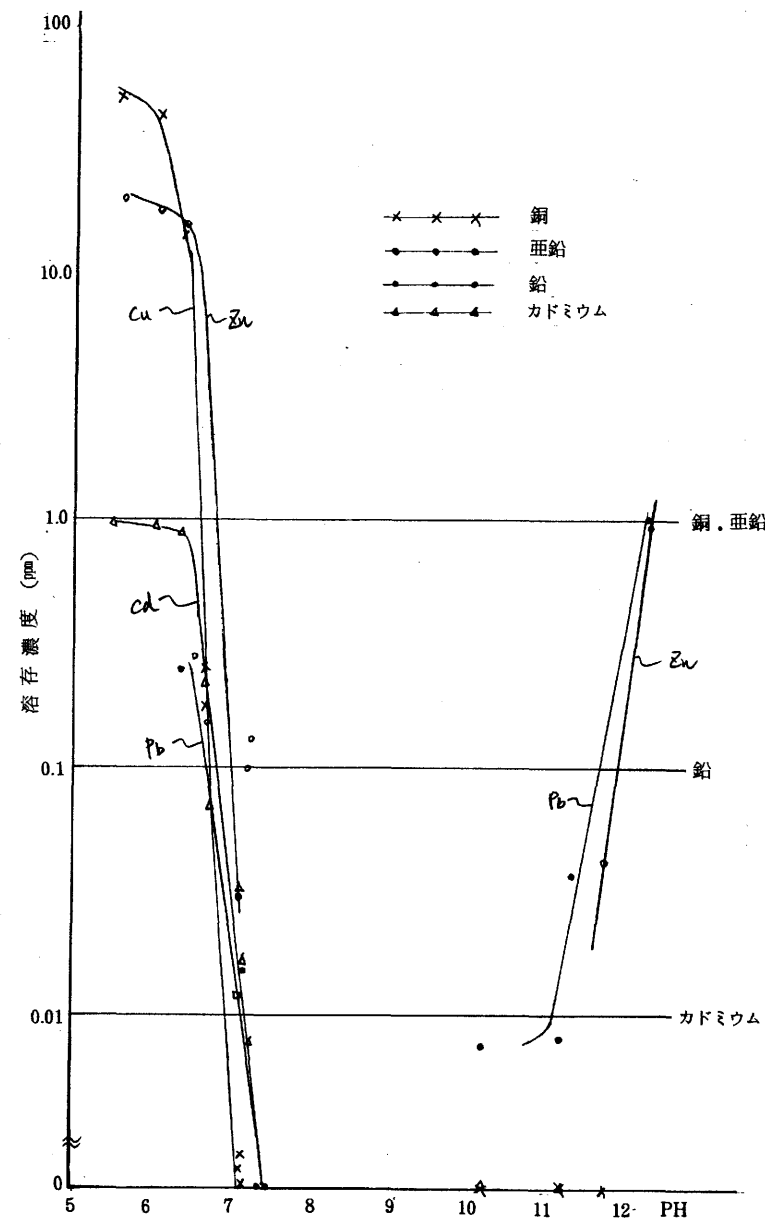


図7 重金属混合溶液とPHの関係 (Fe³⁺ 200 ppmの場合)

その結果、銅は単独で処理した場合と大きな変化はなかったが、亜鉛、鉛は単独で処理した場合より、混合溶液で処理した方が、再溶液PHは高くなり、溶存濃度もより少なくなった。また、カドミウムは、混合溶液で処理した方が、水酸化物の沈殿生成PHが低くなる傾向にあった。

以上のことより、共存塩類（第2鉄塩、他の金属水酸化物等）が多くなるにしたがい、凝集、吸着、共沈などの作用をうけて、沈殿生成PHの範囲が広くなり、また溶存濃度も低くなり、排水処理は容易になることがわかった。

4. 結 論

以上の実験結果をまとめてみると

(1) 鉛、カドミウムの処理方法としては、第2鉄塩を添加して、水酸化第2鉄の吸着、共沈作用により排水基準値以下にすることができた。排水基準値がきびしいので処理水の濾過を必ずすること。

(2) 処理PH範囲は、第2鉄塩の添加量により変化し、添加量が多い程、処理は容易であるが、スラッジの量、濾過性、廃棄物処理等を考慮して決めるべきである。

(3) 混合溶液で処理する場合のPH範囲は7.5～10であるがPH8前後が適当である。

エアーモータの開発について

技師 樋 口 英 司

1. ま え が き

オイル・ショックが発端となって厳しい経済不況を迎え各企業景気の行き詰りによる資金繰り打開に必死の昨今、世間一般に厳しい年末が予想される。しかし、このような時期こそ企業特質を十分に発揮するとともに従業員各々の基礎技術の習得に努め、新製品の開発、また、その開発の糸口を見つけた時であり、さらに再度社内のあらゆる面をじっくり見つめなおして、無駄な作業、無駄なレイアウトをひろい出してそれらを改善修正することが今後の景気回復時における、企業発展の大きな原動力となる対策ではないだろうか。このような現状の厳しい時節の折、企業内実習に入って不況の影響が肌にひしひしと感じられ、何か気おくれしてしまいう状態である。しかし、企業内に入って身体で体験したことは自動化、省力化のほんの一部分にはすぎないが、体験したこれらの技術やアイデアが今後の業界指導の一助と出来得ることを自我自賛するとともに、この実習で体験した中の省力化機器の一部分でエアーモータの開発研究についてこの報告書によって報告する。

2. 目 的

従来から製作されていたラジアルピストン形エアーモータは開発時点で使用目的が自社製作品の攪拌機用を主体としたために、性能も低く市場においてエアーモータの必要性から、これらの単体を他目的に使いだされると種々の問題が生じると同時に、多目的使用に対応できるエアーモータの開発が叫ばれた。このような実態を踏まえてエアーモータの特性を十分に引き出し、多目的使用に耐えうるエアーモータの商品化を目的として開発に着手したものである。

3. 実 験

3・1 使用設備

フローメータ（流量、リークの測定）

（面積流量計）大阪フローメータ製 30～300、150～1500 ℓ/min

ストロボ回転計

バーブレーキ（簡易トルク測定器）

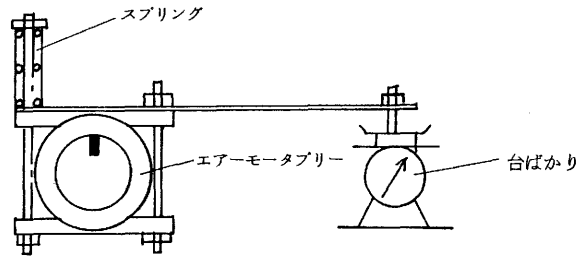
騒音計（指示騒音計）NA-09 RION製

3・2 実験方法

エアーモータの特性・性能等を把握するために以下の実験を行ったが、その方法を次に述べる。

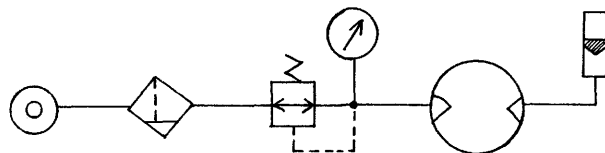
(1) トルク・馬力・空気消費量の測定

◎ トルクの測定



トルク測定図

◎ 空気消費量の測定



空気消費量測定回路図

◎ 馬力については、次の計算式により回転数とトルクより算出した。

$$\text{馬力} = \frac{\text{回転数} \times \text{トルク} \times 2\pi}{75 \times 60}$$

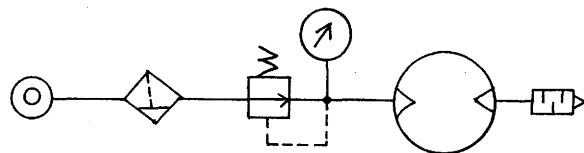
なお、供給空気圧力を3・4・5・6・7 MPaの5段階に決定して実施した。

④ エアリーク量の測定

前項の空気消費量の測定と同じ方法で実施したがスピンドルの回転を止めて固定すると共に、オイルポート、排気ポートをフローメータに接続して、両ポートからの漏れの総和を測定した。

(c) 実験空気回路

c-1) 無負荷運転時

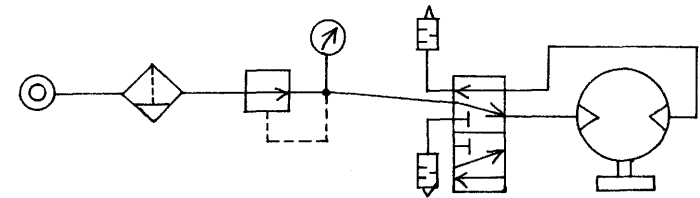


無負荷運転時の回路図

c-2) 負荷運転時

前項と同回路であるが、モータのスピンドルにフライホイール(12 kg)を装着して実施した。

c-3) 繰返し負荷運転・耐久試験時



繰返し負荷運転および耐久試験時の回路図

(D) 騒音の測定

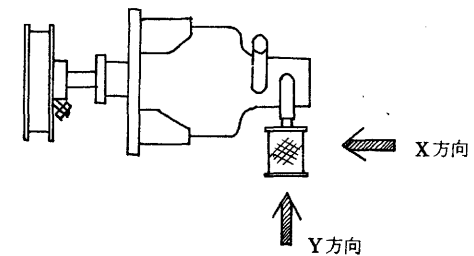
D-1) 測定条件

負荷～無負荷・連続負荷

マフラー～無・有(1/2・3/8" 口径)

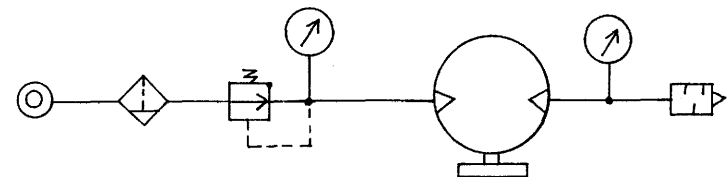
モータよりの測定距離～0.3～1.0 m

D-2) 測定位置



騒音測定図

(E) 背圧の測定

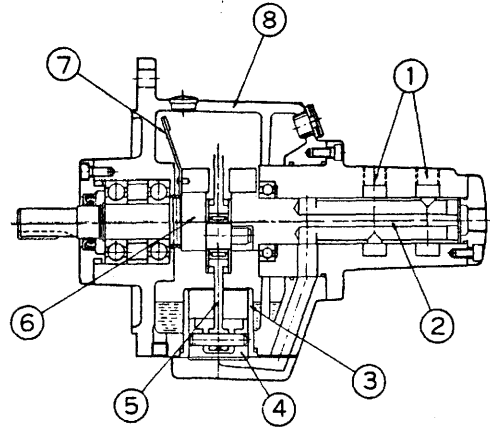


背圧の測定回路図

4. エアーマータの構造と原理

ラジアルピストン形エアーマータの構造と作動原理を次図に示す。

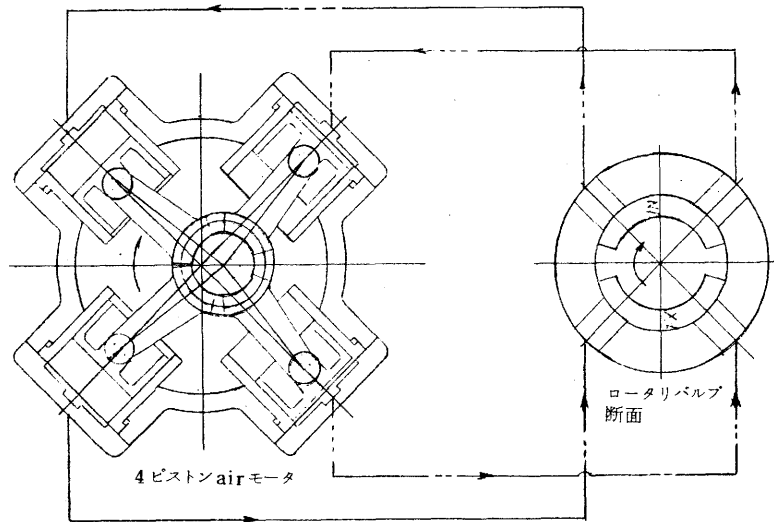
◎ 構造



エアーマータの断面図

- ① 配管ポート
(排気と吸入ポート)
- ② ロータリバルブ
- ③ シリンダ
- ④ ピストン
- ⑤ コンロッド
- ⑥ クランクシャフト
- ⑦ オイルリング
- ⑧ ケーシング

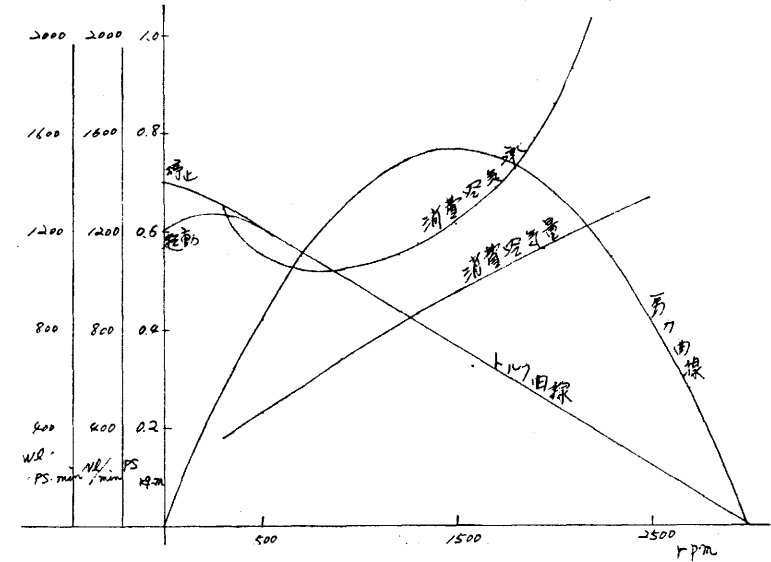
◎ 作動原理



作 動 原 理 図

5. 結果と考察

5.1 回転数、消費空気量、トルク、馬力の関係を図示する。



エアーマータの性能曲線図

これらは、エアーマータの性能曲線を示しており、供給圧力を一定にした場合である。トルクは回転数に逆比例をして、回転数が低下するとトルクはそれにみあった分だけ直線的に増加する。ある負荷以上になるとモータは完全に停止する。このときのトルクを停止トルクまたはストールトルクと称されている。起動トルクは潤滑、摩擦係数等の変化により停止トルクより低い値となる。停止トルクと起動トルクの差は、ほぼ停止トルクの10～15%弱が起動トルク値となる。このように起動トルクが停止トルクより低い値となる原因を考えると静止摩擦係数が動摩擦係数より大きいこと、および潤滑剤が油やグリスのいかにかわることなく静止状態後より連続回転後の方が粘性等が低くなる傾向からと考えられる。出力は図のように2次曲線となって同一出力が低回転側と高回転側で得られるが、経済的観念からこの場合、低速・高トルク側で使用することが望ましい。一定圧力時の空気消費量は回転数に比例しており、過負荷時には内部漏れだけの空気消費で高トルクを連続して発生することができる。先にも述べたとおり経済的観念からのエアーマータ使用法は空気消費率曲線から判断できるとおり、最大出力の80%附近の使用が最経済的である。空気消費率は空気消費量を出力で除じた値 $W_0/PS \cdot \text{min}$ で表示した。

5.2 効 率

前図の性能曲線より回転数 1500 rpm, 圧力 5 ㊦時の性能例を取り出して 効率を調べてみると
馬力 ~ 0.77 ps トルク ~ 0.37 kg-m

消費空気量 ~ 950 ℓ/min (0.95 m³/min)

供給空気の保有仕事量は次式で求められる。

$$L = P \cdot Q = P \times \frac{1.033}{P + 1.033} \times QN \times \frac{10^3}{6} \quad (\text{kg-m/sec})$$

P : 供給空気圧 (㊦ G)

Q : 圧力 P での空気消費量 (m³/min)

QN : 大気圧状態に換算した空気消費量 (Nm³/min)

$$\text{故に, } L = 5 \times \frac{1.033}{5 + 1.033} \times 0.95 \times \frac{1.000}{6} = 135.5 \quad (\text{kg-m/sec})$$

1 PS = 75 (kg-m/sec) より

出力効率は, $\eta = \frac{75 \times \text{馬力}}{L}$ の式から

$$\eta = \frac{75 \times 0.77}{135.5} = 0.43 \quad \text{故に供給空気圧力に対する効率は約 43 \% である}$$

が, その他コンプレッサの効率, 配管の空気抵抗・空気の漏れ等を考えると総効率はかなり落ちる。

5.3 停止トルクと定格トルクの関係

一般に理論値では停止トルクは定格トルクの 2 倍になることは文献等からあきらかであるが, 実際は必ずしも 2 倍とはならない。

$$n = N \left(2 - \frac{t}{T} \right) \quad t = T \left(2 - \frac{n}{N} \right)$$

T : 定格出力 (最大出力) 時のトルク

N : 定格回転数

t : 同一圧力時の任意トルク

n : 同一圧力時の任意回転数

無負荷回転数の時, $t = 0$ であるから $n = 2N$, 停止トルクの場合は, $n = 0$ であるから $t = 2T$, 以上が理論式であるが, 普通, 停止トルク (t_{stall}) = 1.6 ~ 1.85 T 起動トルク (t_{start}) = 1.3 ~ 1.6 T 程度である。こゝで実際に実験の曲線から算出すれば次の値となる。

$$\text{供給圧力 } 5 \text{ ㊦ の時 } \begin{cases} \text{停止トルク: } 0.69 \text{ kg-m} \\ \text{定格トルク: } 0.37 \text{ " } \\ \text{起動トルク: } 0.6 \text{ " } \end{cases}$$

停止トルク (t_{stall}) = 停止トルク / 定格トルク × T より

$$0.69 / 0.37 = 1.86 T$$

起動トルク (t_{start}) = 起動トルク / 定格トルク × T より

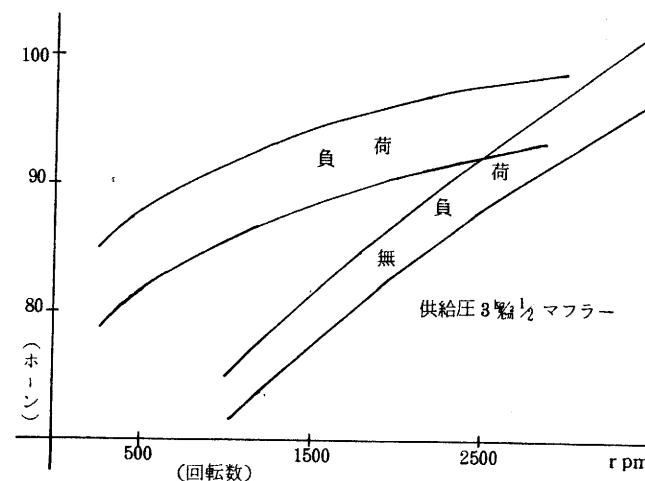
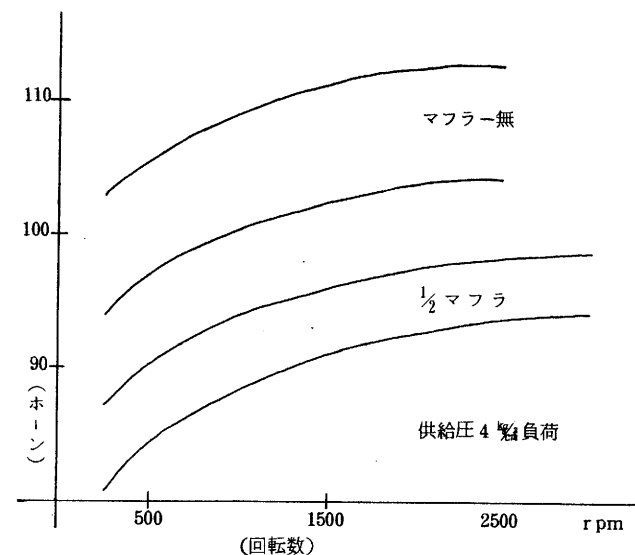
$$0.6 / 0.37 = 1.62 T$$

5.4 騒 音

測定結果の一部は右図のとおりであるが最経済効率で使用すると仮定すれば (回転数 1200 rpm)

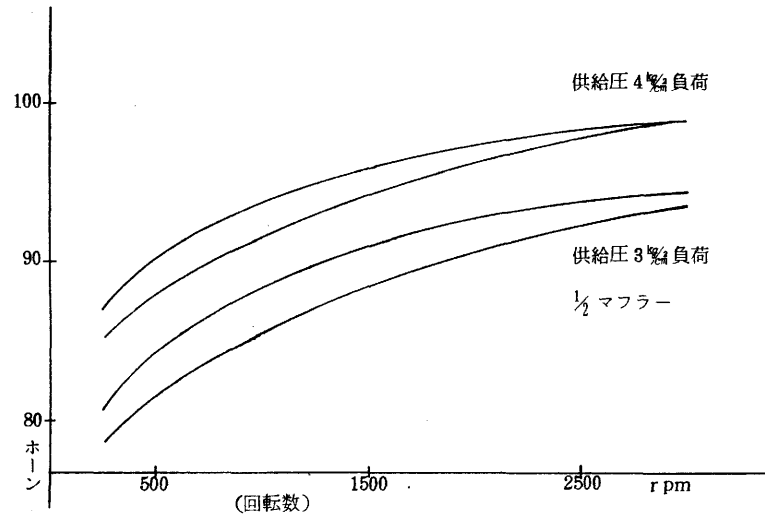
無負荷時においてはマフラーを使用しても, しくなくても, その差が約 5 ホーンで騒音レベル的には問題はない。だが, 回転数を上げれば騒音もほぼ比例的に増してゆく。一方負荷を掛けて実際にエアーモータを使用する条件に類似させて考察してみると供給圧 4 ㊦で口径 1/2 インチのマフラーを使用した時, 1200 rpm 回転数で 89 ホーンと高くはなるが, 回転数を上げて無負荷時のように比例的に上昇しない。

3000 rpm 回転時で 94 ホーンとなるが, このような高回



転域での使用は通常されてないものと考えらる。

しかし、最経済効率点での1,200 rpm回転時でも多少高めではあるが、これ以下に落すことは非常に困難である。各種マフラーの比較測定も実施したが、これ以下に騒音を下げることが出来なかった。マフラー以外での騒音低下の対策として考えられることは、モータ全体か、もしくはマフラー部分をおうようなカバーを取付けて若干でも下げるか、または、排気ポートよりマフラーのかわりとしてポート径よりやゝ太めの配管をして排気音を戸外に逃がす方法程度より考えられないが今後の大きな研究課題のひとつである。

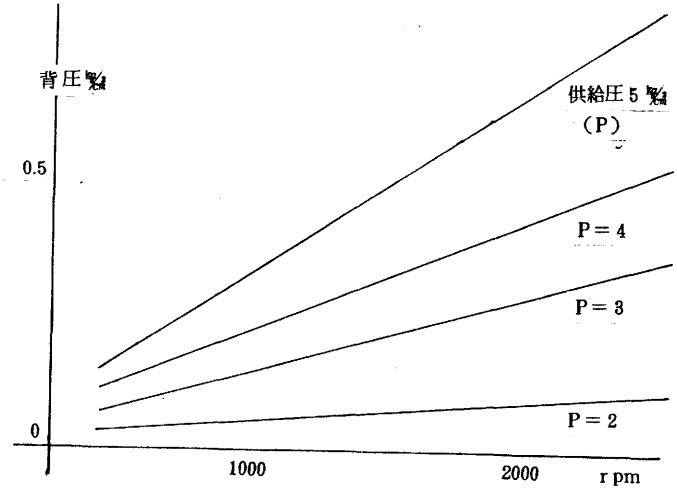


5.5 背 圧

背圧と回転数の関係を図示した次図から理解できるとおり、供給圧を一定とした時、回転数を上げれば背圧も比例的に大きくなる。さらに供給圧が高くなれば背圧も同時に高まる。背圧と空気流量の関係もほぼ同様なことが言える。

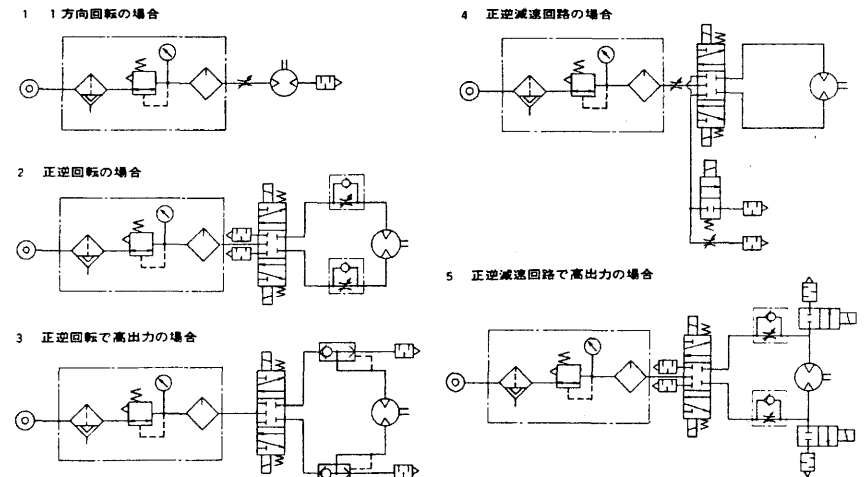
別な表現をすれば供給圧を一定とした場合、供給側と排気側との差圧によってトルク・回転数が変化する。

低速回転時は差圧が大きくトルクも大となる。回転数の増加につれて差圧は小さくなりトルクは減少する。最高回転時は差圧0、トルク0となる。従って、エアーモータを効率よく使用するためには背圧の上がない回路構成と必要流量を確保する充分な管路が必要となる。要するに出来るかぎり簡単な必要最少限度の回路を組むことが重要である。



回転数・供給圧と背圧の関係図

5.6 エアーモータの基本空気圧回路例を以下に示す。



エアーモータの基本空気圧回路例

6. 結 論

前項の結果と考察でも多少ふれたので重複するが、それらの部分については簡単に述べる。この実験から得られた結果を総合すれば、エアーモータの最適効率の条件と言える。

6・1 最適使用条件

- (1) 背圧の上がない回路構成と必要流量を確保出来る充分な管路を組む。
- (2) 馬力当りの空気消費量は最高出力時の低速側80%近辺が最も効率がよく、回転数で、 1200 rpm が良い。また、供給圧力は高压で使用する方が効率が良い。(この場合騒音を無視している)
- (3) ピストン形エアーモータは低速、高トルクであるために低速で使用することは差支えないが、 100 rpm 以下になれば脈動が生ずる。このため、高トルクでも 100 rpm 以下の使用は減速機構を併用することが必要である。
- (4) 供給圧力、負荷の変動により回転数は変化する。過度の負荷の場合には停止するためオーバーロードによる損傷や発熱は起きない。しかし、負荷に見合った圧力に減圧して使用することによって空気消費量を抑えることが出来る。反面、エアーモータの欠点でもあり利点でもあるが、負荷変動に影響されず一定速度を保持するような条件には使用出来ない。なお、発熱しないのは圧縮空気の断熱膨張により自冷されるため 70°C 程度の高温には充分耐えられる。
- (5) シリンダとピストンおよびロータリーバルブ部分からのエアーリークがあるがそのリーク量は供給圧力に比例する。このようなことから間欠運転を行う場合はメータイン回路を採用して停止時間は供給エアーをカットする方法が良い。
- (6) エアーリーク量を少なくするため、ロータリーバルブ等のクリアランスは最少限にしてあるためエアー中の異物の混入はモータの焼付きの原因となるので必ずエアー供給側にフィルタを入れる。

6・2 特長とその使用例

- (1) 完全防爆である。(作動方式が圧縮空気のため)
オイル精製ポンプ、動力付タンク足場塗料の遠心吹きつけ、バルブのアクチュエータ
- (2) 過負荷による焼損がない。負荷に応じた回転数が得られる。
パワーウインチ、ナットランナ・コンベア駆動
- (3) 広範囲な無段階変速が容易(安価で容易な速度制御)
ホイスト用巻き上げ機、ろくろの駆動、工作機械等のテーブル送り用
- (4) 低速回転で高トルクが得られる。トルク・馬力が容易に変えられる。
分割機、ロータリテーブル、ローダの駆動
- (5) 瞬時起動、停止が可能、頻繁な正逆回転に耐えられる。(起動トルク値に比べて回転部の慣性モーメントが非常に少ない)
ポータブルドラム回転機、スクリーン捺染機、パイプや下水溝のクリーナ

- (6) 高温、多湿、粉塵等の悪劣環境に耐えられる。

溶解金属用ポンプ、噴霧機、樹脂成形機、天井走行式クレーン、タンククリーナ

- (7) 圧縮空気以外の圧縮気体(窒素、炭酸ガス)を使用できる。
- (8) 自動制御が簡単である。エアーシリンダの制御用機器がそのまま使用できる。オールエアー制御ができる。
- (9) 馬力当りの重量が軽い。

7. あとがき

省力化機器のほんの一端であるエアーモータの開発を今回実施したが、まだまだ、疑問な点、不十分な点が多く、今後の研究開発の余地をのこしているが一応満足の出来る結果を得ることが出来たと考える。今後、当地方のバルブ開閉の動力源としてもエアーモータの利点を生かして使用されて行くことを確信している。

おわりに本研究を実施するに当り、終始懇切な指導を賜りました太陽鉄工株式会社の前田武俊、山本正幸、長谷川輝男氏の3氏をはじめ同社の皆様に深く感謝いたします。

参考文献

- 林 功：空気圧原動機の特性と取扱法 株式会社栄精機製作所 1965年
MORGAN - GRAMPIAN : AIR - MOTORS
FLUID POWER INTERNATIONAL MARCH 1969年

引上げ焼入法による急冷時間の影響

技師 中山 勝之

1. ま え が き

鋼の熱処理において最も問題となるのが焼入時の割れや歪の発生である。焼割れを防ぐ方法のうち現場的なものに引上げ焼入法があるが、これは高温に加熱された品物を一定時間急冷後、ただちに引上げ徐冷する方法である。なぜ焼割れが起るのかといえはA₁変態点以上に加熱されたオーステナイト組織が急冷されるとマルテンサイト化し、その際急激な膨張をとまなりからである。したがって焼割れ防止の意味から、マルテンサイト化をゆっくり進行させればよい。急冷中にマルテンサイト開始時(Ms点)になれば引上げ空冷することにより徐々に組織変態が進み、結果として割れが防止できる。この実験では急冷時間、品物の体積等を変えてその影響を調べた。

2. 実 験 方 法

材質で3、形状で2、急冷時間で3の水準をとり反復2回の分割実験を行った。

塩浴炉で加熱した試料を水中で急冷し、その時間をストップウォッチにて測り、指定時間後ただちに引上げ空冷した。

材質.....(A₁)S 35 C, (A₂)SK 3, (A₃)SKS 2

形状.....(B₁)25φ×10, (B₂)25φ×25

急冷時間.....(C₁)3秒, (C₂)8秒, (C₃)完全冷却

加熱温度.....850℃±5℃(中温用塩浴炉)

加熱時間.....25φ×10...8min, 25φ×25...13min

冷却液温度.....水温 10℃±1℃(急冷中かくはん)

3. 実 験 結 果

HRCで測定した硬さ値の生データを表に示すが、外周部、内部とも硬化しているのはSKS 2の試料でバラツキも小さい。S 35 Cの試料はその差がいずれも大きく焼入性の違いがはっきりしている。一般に合金鋼は焼入性が大きいので、かなり大きな品物でも内部まで硬化し焼入時の冷却速度もゆっくりでよい。25φ×25で8秒急冷の試料を半分に切断してその断面硬さ分布を測定したものを図に示す。

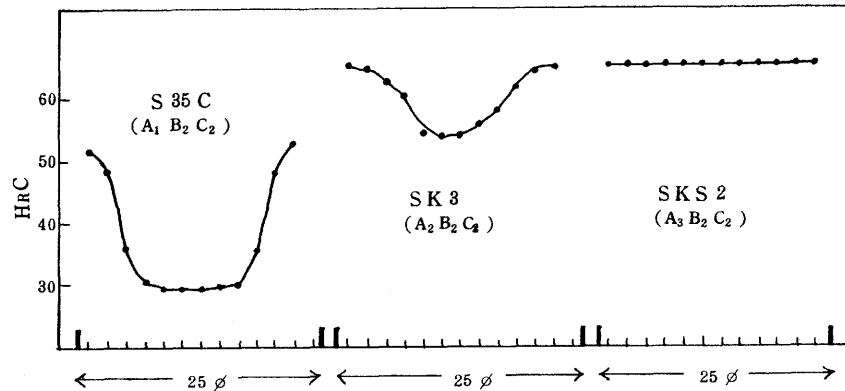
表 HRC 測定 データ

割れ	組合せ 条 件	反 復 R ₁					割れ	反 復 R ₂				
		1	2	3	上段 $\bar{x}$	R		1	2	3	上段 $\bar{x}$	R
	A ₁ B ₁ C ₁	56.4 48.1	56.0 48.6	54.5 48.8	56.3	1.9 0.7		56.3 46.9	56.4 51.4	56.3 51.9	56.3	0.1 5.0
	A ₁ B ₁ C ₂	55.9 49.6	55.3 48.2	55.2 49.7	55.5	0.7 1.5		57.2 44.8	56.3 31.0	55.3 32.8	56.3	1.9 13.8
	A ₁ B ₁ C ₃	55.6 43.2	57.2 43.5	57.2 34.6	56.7	1.6 9.9		56.6 39.8	55.4 43.3	56.4 41.5	56.1	1.2 3.5
	A ₁ B ₂ C ₁	44.9 40.6	43.7 41.2	45.1 40.4	45.7	1.4 0.8		45.2 35.6	45.8 32.8	46.2 40.3	45.7	1.0 8.1
	A ₁ B ₂ C ₂	56.9 42.9	56.3 45.9	56.5 42.3	56.6	0.6 3.6		57.2 42.6	57.4 34.0	55.5 37.0	56.7	1.9 8.6
	A ₁ B ₂ C ₃	56.6 39.2	54.2 44.8	55.2 35.0	55.3	2.4 9.8		56.3 52.9	57.2 55.3	57.4 57.3	57.0	1.2 4.4
	A ₂ B ₁ C ₁	63.0 61.9	63.8 60.8	64.2 64.5	63.4	1.2 3.7		65.2 64.8	65.1 65.0	65.3 65.4	65.2	0.2 0.6
*	A ₂ B ₁ C ₂	64.5 64.5	64.4 64.8	65.6 65.0	64.5	1.2 0.5	*	64.3 64.8	64.6 65.0	64.8 64.8	64.6	0.5 0.2
*	A ₂ B ₁ C ₃	64.8 60.5	65.0 64.8	64.8 61.7	64.9	0.2 4.3	*	64.8 65.2	65.0 65.0	64.4 65.2	64.7	0.6 0.2
*	A ₂ B ₂ C ₁	55.0 55.0	55.4 54.5	54.0 55.0	54.8	1.4 1.1	*	57.2 56.5	57.2 56.2	57.2 56.7	57.2	0 0.5
	A ₂ B ₂ C ₂	65.0 65.3	63.7 65.4	64.7 65.4	64.5	1.3 0.1		64.1 62.8	64.8 64.5	64.8 65.3	64.6	0.7 2.5
	A ₂ B ₂ C ₃	65.0 65.3	64.8 65.3	64.7 65.4	64.8	0.3 0.1		64.9 65.2	64.8 65.5	65.5 65.8	64.7	0.7 0.6
	A ₃ B ₁ C ₁	64.2 65.2	64.6 65.4	64.6 65.2	64.5	0.4 0.2		64.0 64.9	63.9 64.6	63.7 64.8	63.9	0.3 0.3
	A ₃ B ₁ C ₂	66.1 66.0	65.7 66.1	65.2 66.0	65.7	0.9 0.1		65.7 65.8	65.8 65.8	66.1 66.0	65.9	0.4 0.2
	A ₃ B ₁ C ₃	65.9 65.5	65.8 65.9	65.6 65.4	65.8	0.3 0.5		66.0 66.2	65.9 66.5	65.8 65.4	65.9	0.2 0.3
*	A ₃ B ₂ C ₁	59.0 61.0	59.4 62.0	59.0 61.9	59.2	0.4 1.0	*	57.5 58.3	58.1 58.6	57.8 58.4	57.8	0.6 0.3
	A ₃ B ₂ C ₂	64.8 65.2	64.8 66.0	64.8 65.8	64.8	0 0.8		64.7 65.5	64.5 65.5	64.5 65.4	64.6	0.2 0.1
	A ₃ B ₂ C ₃	65.9 66.3	65.8 66.3	65.7 66.4	65.8	0.2 0.1		65.9 66.6	66.0 66.8	66.0 66.8	66.0	0.1 0.2

[上段 ... 外周部 1mm の HRC 値]
[下段 ... 中心部の HRC 値]

* ... 焼割れ発生試料

図. 試料断面のかたさ分布



焼割れ観測では S 35 C が全然割れを生じなかった。それに比べて SK 3 では 1 反復 3 個、計 6 個が割れ、SKS 2 では 1 反復 1 個、計 2 個に割れが発生した。しかも表中に * 印で示しているように反復でも同じ条件のときに割れをみていることは注目してよい。

割れを起した試料

SK 3	25 φ × 10	8 秒急冷	④
SK 3	25 φ × 10	完 冷	
SK 3	25 φ × 25	3 秒急冷	⑤
SKS 2	25 φ × 25	3 秒急冷	

すなわち④による割れ発生の原因は急冷時間が長すぎてマルテンサイト変態が急速に起り、そのため内部膨張の変化率が大きくなったためである。同じ条件でも S 35 C は異常なしであったが、低炭素鋼の場合 (0.4 % C 以下) はまず割れ発生の危険率は少ない。マルテンサイトの膨張量は炭素量が多くなるほど大きい関係があるためである。SKS 2 完冷の場合は割れなかったが、この場合は S 35 C とは意味が異なり単純形状で容量も小さいため、たまたま割れが発生しなかったと考えた方が普通であろう。事実他の文献では SKS 2 完冷で割れが生じたデータが載っている。合金鋼は焼入れ性が良いため、油冷や空冷にても硬化するので、あえて危険な水焼入れは極力さけるべきと思われる。

⑤の場合は急冷時間が体積に比べて極端に短かく、そのため試料がまだかなり高温を保持している時に上げた結果、自己焼戻しによって割れたものである。硬さ値もその影響で、低い値となっている。

要するに④、⑤いずれも急冷時間の過不足、いかえれば急冷時間設定の誤りが割れを発生させる原因である。水焼入れにおける水鳴り停止時がほぼ MS 点に相当するので、その瞬間に上げる

という昔からの操作は非常に高く評価できよう。この実験の試料は、一般機械部品の複雑な形状とは違ったため割れが発生しにくかったとも考えられる。複雑な形状で肉の厚みに変化のある部品等の焼入れはその急冷時間の設定が非常に重要となる。

4. む す び

この実験から体積と時間の関係が密接な関係にあることがわかった。従って水焼入れを行うときは急冷時間の設定は注意深く決める必要がある。また低炭素鋼については焼割れ発生の確率は極めて少ないのであまり細部にまでこだわらなくてもよいだろう。

引上げ焼入れにおいても困難と思われる複雑な形状で肉厚の違う品物の焼入れについてはマルクエンチ熱処理法がある。

測長器の測定ヘッドの移動精度

佐藤 真知夫

1. ま え が き

最近様々加工分野でマシン、ツール、素材の品質・機能が高度化し製品価値（品質・精度）も高くなってゆき、そして周辺の諸技術もそれに見合ったかたちで発展せざるを得ない状況である。

計測においてもその例にもれず、加工技術と計測技術の関係は以前の「計測不可能なものをつくれない」とする思想は現在では転倒しているように思われる。製品の要求に応じて計測技術も間断なく発展を迫られることになる。一時代前は製品の価値の中に占める計測の成果は余り評価されていなかったが、現在では精度＝価額の定式は完全に定着したようである。また製品の精度的なものは、単に製品に付加されたエレメントとして考えるのではなくそれがマシンに組み込まれ実際に機能するなかでそれらの性能を評価しようとする機能品質的な研究も端緒についている。また自動化、NC化が普及するなかで、測定作業の迅速化や自動化も当然要求され、これらは現在では8次元測定機やインプロセス計測の諸研究にうかがわれる。このような傾向を背景として本所においても今後良い精度での迅速な測定の要望に応えうる態勢を遂次整備する必要がある。そこで当面既存設備を活用することによって、寸法測定の精度向上と能率化をはかることにし、当所の万能顕微測定器（1mm測長器）にレーザ干渉計を付加することにより干渉測長器として使用出来るよう検討する。レーザ干渉計を測定ユニットとして利用すれば、測定時間の短縮と精度の向上が期待できるが、レーザの熱的影響、空気のゆらぎによる影響、温度・気圧（特に干渉計位置の温度による変化）の影響、測長器ベッドの変形などの問題があり、また測長器の機械的精度（ベッドの真直度、移動台の蛇行）に起因するアップ誤差や測定子平行度のくずれによる誤差等の精度的限界があるのでこれらの検討が必要である。そこでまず測長器ヘッドストックの蛇行を測定した。

2. 測定方法

測長器は三井精機製万能顕微測定器MLD1000で測長器およびUMMが複合されており、測長側ではX方向1016mmまで測定可能である。508mmの標準尺を内蔵したヘッドストックがボールベアリングを介してラップブロック上を摺動する。測定アンビル、スピンドルおよび標準尺はアップの原理を満足する配置になっている。測定子の平行度調整は不可能である。

測定はオートコリメータ（暗視野型）を用い、ヘッドストック上の右端（標準尺 0mm 目盛面）に反射鏡面がほぼ位置する状態でオートコリメータのゼロセッティングを行いヘッドストックを左右動させて反射鏡の傾きを観測する。測定温度は $20 \pm 0.5^\circ\text{C}$ で測長器およびオートコリメータが十分この温度になじんだのち測定した。オートコリメータの固定には最初専用架台にて行ったが、ゼロセ

ット後の反射十字線像の経時的変動が大きいので比較的丈夫な三脚を使用した。これによると目盛合せの操作で生ずる反射像の震動がやや大きいが十字線像の経時的変動はほとんど消滅した。

測定子を接触させたヘッドストックの位置を起点とし、100mm移動することに水平垂直2方向の反射鏡の傾きを読みとり900mmまで移動したのち同様に測定を繰返し起点に戻す（一往復の測定終了）。これを3回反覆し、さらに測定日を変えて全体をもう一度反覆する。

3. 測定結果

測定データを表1に示す。

水平方向の真直度誤差

	移動量 回数	真 直 度 変 位 量 (')						平均
		1	1'	2	2'	3	3'	
第一回目	0mm	0	-0.8	0	+0.3	0	+0.3	
	100	0	0	-0.2	-0.3	0	0	-0.08
	200	+2.5	+1.7	+2.0	+1.8	+2.0	+1.6	+1.98
	300	+2.5	+2.1	+2.7	+2.3	+2.7	+2.5	+2.47
	400	+2.2	+1.8	+3.0	+2.5	+2.5	+2.5	+2.42
	500	+2.7	+2.7	+3.5	+3.5	+3.6	+3.2	+3.20
	600	+1.3	+1.8	+3.0	+2.7	+2.7	+2.5	+2.33
	700	+1.5	+1.9	+3.0	+3.2	+3.0	+2.5	+2.52
	800	+0.2	+0.7	+1.4	+2.2	+1.6	+1.1	+1.20
	900	+1.2	(+1.2)	+2.7	(+2.7)	+2.2	(+2.2)	
第二回目	0	0	0	0	+1.0	0	+0.8	
	100	0	-0.5	-0.3	+0.5	-0.4	+0.2	-0.08
	200	+1.5	+1.2	+1.5	+2.5	+2.0	+3.0	+1.95
	300	+2.5	+2.0	+2.1	+3.2	+2.5	+3.0	+2.55
	400	+2.5	+2.0	+2.0	+3.0	+2.5	+2.6	+2.43
	500	+3.0	+3.0	+3.3	+3.6	+3.5	+3.7	+3.35
	600	+2.0	+1.8	+1.8	+2.3	+2.2	+2.5	+2.10
	700	+2.4	+2.4	+2.2	+2.6	+2.5	+2.6	+2.45
	800	+1.2	+1.1	+1.0	+1.5	+1.0	+1.6	+1.23
	900	+1.7	(+1.7)	+2.0	(+2.0)	+2.0	(+2.0)	

表 1

垂直方向の真直度誤差

	回数 移動量	真 直 度 変 位 量 (')						
		1	1'	2	2'	3	3'	平均
第 一 回 目	0	0	+0.9	0	+0.3	0	+0.3	
	100	+1.0	+0.7	+0.2	0	+0.5	0	+0.4
	200	+1.5	+2.0	+0.5	+0.6	+0.8	+0.7	+1.02
	300	+1.0	+0.9	+0.1	+0.6	+0.8	+1.0	+0.88
	400	+1.0	+0.5	+0.5	-0.4	+1.1	0	+0.45
	500	-0.5	-0.5	-0.9	-1.2	-0.5	-0.8	-0.73
	600	-1.5	-1.3	-0.8	-1.7	-1.2	-1.9	-1.40
	700	-1.2	-0.5	-1.3	-1.0	-1.0	-1.3	-1.06
	800	-1.5	-1.0	-1.5	-1.5	-1.4	-1.3	-1.37
	900	-1.5	(-1.5)	-1.6	(-1.6)	-1.8	(-1.8)	
第 二 回 目	0	0	+0.5	0	+0.5	0	-0.5	
	100	-0.2	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4	-1.0	+0.50
	200	+0.5	+0.7	0	+0.6	0	-0.5	+0.22
	300	+1.0	+0.2	+0.4	0	+0.4	-0.7	+0.22
	400	+0.5	0	+0.2	-0.8	0	-1.0	-0.18
	500	-0.9	-1.3	-1.2	-1.5	-2.0	-2.0	-1.48
	600	-2.0	-1.9	-2.3	-2.5	-3.0	-3.0	-2.45
	700	-2.0	-1.9	-2.3	-2.2	-2.5	-2.5	-2.23
	800	-1.5	-1.6	-2.0	-2.0	-2.5	-2.5	-2.02
	900	-1.8	(-1.8)	-2.5	(-2.5)	-3.0	(-3.0)	

表 1 の 続 き

測定日 (R), 測定の往復 (G), 測定位置 (P) を因子として繰返しのある 3 元配置分散分析法で解析した結果を表 2 に示す。この結果では測定位置 (P) に有意差が生ずるのは当然予想されたことであるが垂直方向の真直度誤差で R に有意差が生じている。両方向の読みとりは同時に行っておりベットあるいはヘッドストックの真直度に垂直方向の変化を生ずる原因は明らかでない。

(水平方向)

要 因	S. S	d. f.	V	F ₀
R	0.011999	1	0.011999	0.054649
G	0.261333	1	0.261333	1.190133
E ₁	1.160333	1	1.160333	5.284250
P	125.048333	9	13.894259	63.275563 **
R × P	0.644666	9	0.071629	0.326207
G × P	0.352000	9	0.039111	0.178115
E ₂	0.726333	9	0.080703	0.367531
E ₃	17.566666	80	0.219583	

(垂直方向)

要 因	S. S	d. f.	V	F ₀
R	16.650749	1	16.650750	100.710181 **
G	0.420083	1	0.420083	2.540827
E ₁	0.126750	1	0.126750	0.766633
P	123.566750	9	13.729639	88.042171 **
R × P	2.170083	9	0.241120	1.453389
G × P	2.977417	9	0.330824	2.000952
E ₂	0.867417	9	0.096380	0.582941
E ₃	13.226667	80	0.165333	

表 2 分散分析表

分散分析の結果測定位置のみ有意となった水平方向の真直度誤差の各々の水準の母平均および信頼限界 (危険率 5%) を推定し図示した (図 1)。また測定日に有意差の現れた垂直方向の真直度誤差は母平均の推定値のみ示し信頼限界は記さなかった (図 2)。

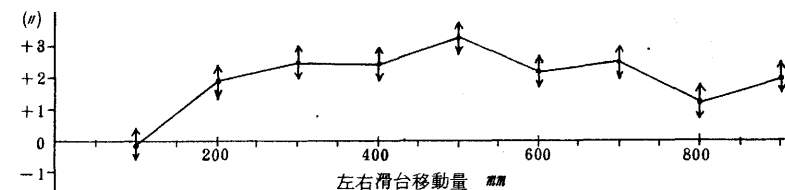


図 1 水平方向の真直度誤差

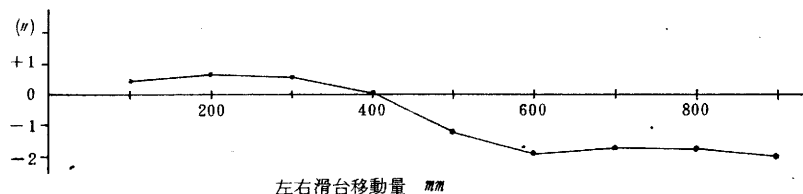


図2 垂直方向の真直度誤差

4. 考察

測長機案内面の非真直性による測定誤差は、測定子が接触した位置における標準尺の読みを a 、被測定物をはさんだ位置における読みを b 、ベットの非真直性によるヘッドストックの測定軸に対する傾きを θ 、測定子の移動量を d 、標準尺の読みとりの差を $b-a=l$ 、テイルストック側の測定子の面と顕微鏡の軸との距離を L とすれば、

$$d = L - (L - l) \cos \theta$$

したがって測定誤差は

$$\begin{aligned} d - l &= (L - l) (1 - \cos \theta) \\ &\approx (L - l) \theta^2 / 2 \end{aligned}$$

L に690mm(当所測長器の定数)および測定で得られた θ を代入しヘッドストック案内面の非真直性による測定誤差を $l=100, 200, \dots, 900$ の場合について求めると表3のようになる。本測長器は508mmの標準尺を有し読みとり顕微鏡を2箇所(鏡筒中心線の間隔は508mmである)設けて1016mmまで測定可能としているため、508mm以上の被測定物を測定する場合は第2の読みとり顕微鏡で標準尺のゼロセッティングを行うときのヘッドストックの傾きによる誤差と被測定物をはさんだ読みとりのときの誤差との合成されたものとなる。

標準尺読みとりの差 l mm	100	200	300	400	500	600	700	800	900
誤差 $\times 10^{-5} \mu m$	0	2.2	2.9	2.0	2.4	5.8	6.0	3.1	3.8
	0.14	2.2	0.14	0	0.32	2.9	1.8	1.6	1.7

表3 案内面の非真直性による2次誤差

しかし表3でわかるように案内面の非真直性による2次測定誤差は非常に小さく通常の測定にはまったく問題とならないものである。ただしこの場合は測定軸線上であって、実際は平面又は球面測定子を使用するので平面測定子であれば平行度のくずれによる誤差が問題となる。この誤差を ΔL 、測定子の直径を d とすれば、

$$\Delta L = d \theta$$

ここで小型平面端子(8mmφ)を使用した場合の測定子の平行度のくずれによる誤差を前に述べた

標準尺読みとりの差 l mm	100	200	300	400	500	600	700	800	900
誤差 μm	0.002	0.047	0.061	0.058	0.079	0.058	0.060	0.030	0.048
	0.011	0.015	0.013	0.003	0.029	0.046	0.040	0.041	0.048

表4 測定子平行度のくずれによる誤差

と同様に算出すると表4となる。以上の結果この誤差も通常の測定に有害な影響を及ぼす程度には大きくないことがわかった。

レーザ干渉計の一例には、アップ誤差の補正範囲として光軸と測定軸のズレが0~20mmの場合±5μmまで可能としており、当所の測長器の機械的精度からして充分採用出来るものと考えられる。

参考文献 保科直美・横山豊 「測長器」(上)

SUS 420 J2 の動のかじり摩耗について (その2)

技 師 中 山 勝 之

1. は じ め に

金属材料を圧着して駆動する場合、時々その摺動面にかじり現象を起すことはよく知られている。かじりという現象がいかなる要因にて発生するかは、まだまだ未知の点が多くあり難問のようである。一般的には表面処理を施したり、硬さに差をつけて防止しているようであるが、必ずしも成功とはいえない。

昭和47年度にも同じ試験機を用いて実験データを出しているが、その時多くの問題点が浮きぼりにされた。今回はそういった点を改善し、また実験の方法等も再検討して実施したのでその要点を報告する。

2. 実 験 方 法

図1に示す試験機において回転試験片を回転させながらバイスを両端から加圧する。どんどん荷重が加わりある値にくと急激にかじり現象が生じることは以前の実験から確認している。そのことを前提に今回は回転試験片を駆動するピンは折れないもの(2.6φピアノ線)を使用して8つの小実験を行なった。なお、試料周辺速度はすべて11.0 (cm/sec)である。

(実験1)……一定のバネ圧縮速度により加圧し、かじりが発生した点での荷重値を特性値とする。
(送りギヤの回転数から換算可能)

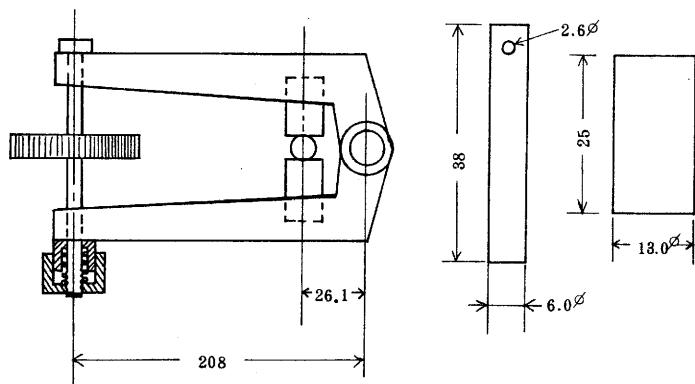


図1 試験機と試験片

(実験2)……一定の荷重値を始めから与えて回転し、かじりを起すまでの時間を特性値とする。
(ストップウォッチにて計測)

(実験3)……一定のバネ圧縮量により一定時間回転させ、回転試験片とバイスの総摩耗量を特性値とする。(総摩耗減量を測定)

実験の要因を列挙すると次のようになる。

2-1 荷重負荷用圧縮バネ

以前の実験においては圧縮バネのバネ定数が非常に大きかったためバネ移動量読取り困難と機械振動が生じたのでその点を特に留意し、バネ特性の弱いものを選定した。バネ定数が2, 4, 6, 8 % を目標に4種類の圧縮バネを作成し、各々の特性は万能材料試験機にて実際に負荷して決定した。

A ₁	……	1.818 kg/cm
A ₂	……	4.364 kg/cm
A ₃	……	6.522 kg/cm
A ₄	……	7.547 kg/cm

2-2 回転試験片, バイス

各試験片の材料分析値を表1に、形状を図1に示す。回転試験片, バイス共表面研磨し、硬さ値はロックウェルCスケール(HRC)にて全数測定した。その値を表2に示す。

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
回 転 試 験 片	0.34	0.31	0.37	0.023	0.024	12.49	—
バ イ ス	0.35	0.46	0.55	0.023	0.014	12.29	0.28

表1 SUS 420 J2 分析結果

		HRC 平均値	標準偏差
回 転 試 験 片	B ₁	9.96	0.64
	B ₂	24.13	0.66
	B ₃	36.93	0.68
バ イ ス	C ₁	8.35	0.73
	C ₂	27.19	0.66
	C ₃	34.77	0.71

表2 各試験片の硬さ測定値

試験片の熱処理はソルトバス電気炉により、各々の条件で調質した。調質条件の設定は過去の経験と体積比計算から決定した。それを表3に示す。なおB₁, C₁については生材をそのまま使用した。

	焼 入	焼 戻	
回 転 試 験 片	1,000℃ 8min 油冷	B ₂ 560℃ 30min 水冷	B ₃ 630℃ 30min 空冷
バ イ ス	1,000℃ 13min 油冷	C ₂ 560℃ 50min 水冷	C ₃ 630℃ 50min 空冷

表 3 熱 処 理 条 件

3. 実 験 結 果

3-1 実験1——かじり時の荷重を特性値とした場合

圧縮バネA（4種類）、回転試験片かたさ段階B（3種類）、バイスの硬さC（3種類）、くりかえし3回、計108回をランダムに実験した。

荷重0の位置に回転試験片、バイス共にセットして試験機をスタートさせる。そして等速度（ギヤー1回転約15秒）にて送りギヤーを回転させる。すなわち一つの圧縮バネについては一定荷重速度で荷重が負荷されているが、4種類のバネがあるためバネ毎のデータは違った結果となっている。生データ、換算データは省略してここには分散分析表のみを表4、5に示す。

要 因	S. S	d. f	m. s	F ₀	寄与率
A（バネ）	4070.215	3	1356.738	62.58 **	38.69
B（回転子）	843.531	2	421.766	19.45 **	8.30
C（バイス）	2220.007	2	1110.000	51.20 **	21.18
A × B	458.235	6	76.373	3.52 **	5.50
A × C	973.978	6	162.330	7.49 **	10.33
B × C	216.478	4	54.120	2.50 *	2.84
A × B × C	344.590	12	28.716	1.32	残 13.16
e	1561.099	72	21.682		
T	10688.135	107			100%

表 4 荷 重 に よ る 分 散 分 析 表

要 因	S. S	d. f	m. s	F ₀	寄与率
A	4070.215	3	1356.738	59.80 **	38.72
B	843.531	2	421.766	18.59 **	8.32
C	2220.007	2	1110.000	48.93 **	21.20
A × B	458.235	6	76.373	3.37 **	5.56
A × C	973.978	6	162.330	7.16 **	10.39
B × C	216.478	4	54.120	2.39	残 15.81
e	1905.689	84	22.687		
T	10688.135	107			100%

表 5 交 互 作 用 A × B × C を 誤 差 に プール した 分 散 分 析 表

これによると予想どおりA、B、Cは高度に有意となっている。Aはバネによって負荷速度が1～4倍の範囲で違ってくるので当然大きな差となる。BよりCがかなり大きく影響していて、寄与率からみるとBよりA×Cの方が大きくていて、すなわちバイスの硬さの方がかじりを生じる荷重値に対して大きな影響力をもつといえる。このデータに基づき要因効果の推定をしたのが図2であり、上下の矢印の巾は96%信頼限界巾となっている。荷重値の大なるもの、いいかえれば図において上にくるデータほど耐かじり荷重が大きいので優れているといえる。どのグラフを見てもB₂、C₂が一番悪くB₁、C₁の方が良くなっている。中間ぐらいの焼入れ硬さのものがかじりに弱く、かえて生材の方が強いという意外な結果を示している。BとCの組合せを示す右端のグラフでは、C₁とB₂が高く、次いでC₁とB₃となっている。他のグラフからもB₂、C₂は平均的に悪い結果である。このことはかじり防止のため、なまじ中途半端な焼入れをするとかえって悪い結果をまねくことになりかねない。もっとも、そのことは今回の実験でのごとくかも知れない。高速回転のデータと静的かじり現象とは同一視はできないからである。

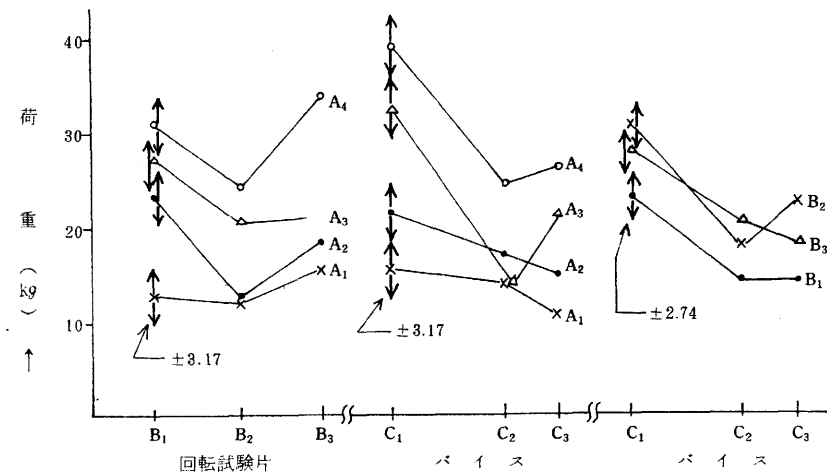


図 2 2 因 子 組 合 せ 条 件 に お け る 母 平 均

3-2 実験2——かじりが生じるまでの時間を特性値とした場合

圧縮バネA₁を使って4.5mmの圧縮を与えると計算により6.52kgの圧縮荷重が試料に加えられる。この圧縮力を一定にしておき、試験機を駆動すると各試験片によってかじりを起すまでの時間が違う。その時間をストップウォッチで計測して特性値とした。300秒（5分）までかけてかじりを生じなかったものが2点あり、これはC₁B₂、C₁B₃であったがかじりなしと判定した。このデータはバラツキが非常に大きくてたが、硬さによるバラツキは表2のとおり少ないので他の条件によるものか、本来のかじりによるバラツキと思われる。

くりかえしは各水準ごとに10回とし、計90回の実験をしたが、分散分析表を表6に、要因効果の推定を図3に示す。

要 因	S. S	d. f	m. s	F ₀	寄与率
B	31493.755	2	15746.87	5.14 **	9.9
C	62344.155	2	31172.07	10.18 **	18.1
B × C	36841.111	4	9210.27	3.01 *	13.0
e	248086.100	81	3062.79		残 59.0
T	378765.121	89			100%

表6 時間による分散分析表

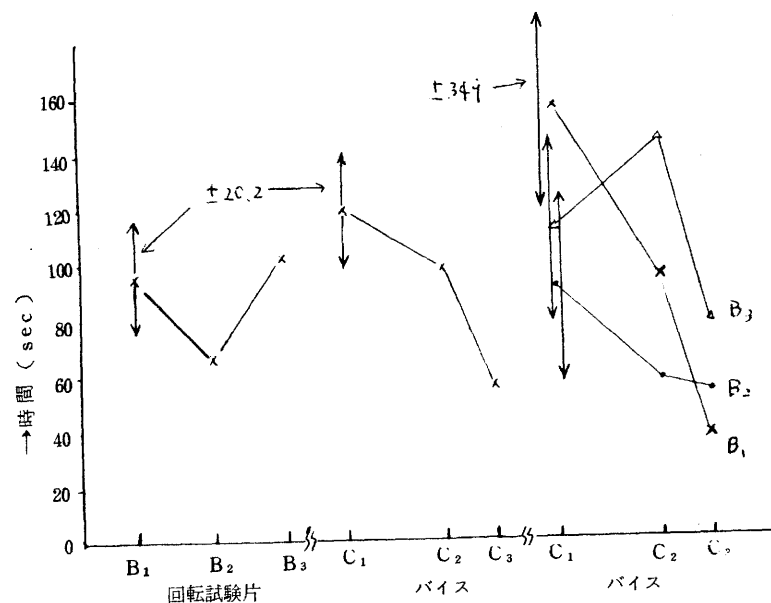


図3 水準の母平均と組合せ条件の母平均

これによってもBよりCの方が寄与率で約2倍となっている。図からもB₂が最も低い値をとり、あまり良くない結果となっている。バイスの方はC₁が良い値を示す。両者の組合せではB₁C₁が平均150秒耐え、次いでB₃C₂140秒となっている。信頼巾がかなり大きく、そのため確定的なことはいえないが傾向として回転試験片はB₂が悪く、バイスとしては硬さ値が高くなる程悪くなっていく。すなわち実験1と同じく生材が良いという結果を生む。

8-3 実験3 摩耗減量を特性値とした場合

直接かじりという面からは少々はずれるが、ある程度大きな荷重(一定)を加えて一定時間回転を与えたときの回転試験片とバイスの摩耗減量を測定した。

圧縮量を12.2mm一定とすると、荷重値は各々のバネにより下記のようになる。

A₁ 17.68 kg A₂ 42.43 kg

A₃ 63.42 kg A₄ 73.38 kg

回転時間は30秒間としたが、荷重が大きい関係上、当然全試料摩滅現象を生じた。実験数は実験1と同じく108回である。分散分析表を表7に要因効果の推定を図4に示す。

要 因	S. S	d. f	m. s	F ₀	寄与率
A	218544.11	3	72847.37	262.21 **	36.12
B	267090.06	2	133545.03	480.70 **	44.06
C	81986.16	2	40993.08	14.76 **	1.44
A × B	676085.50	6	112680.92	40.56 **	11.41
A × C	67934.06	6	11322.34	4.08 **	1.39
B × C	106592.44	4	26648.11	9.59 **	1.94
A × B × C	85167.33	12	7097.28	2.56 **	1.95
e	200028.00	72	2778.17		残 1.69
T	607411.67	107			100%

表7 摩耗減量による分散分析表

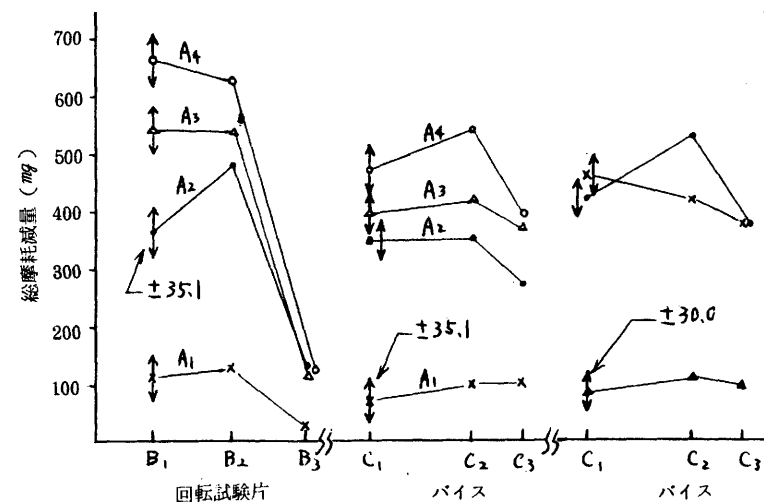


図4 2因子組合せ条件における母平均

A間の相違は圧縮力の違いから大きくでくる。最も大きな寄与率を示したのがB間、すなわち回転試験片硬さで4.4%である。C間のバイスは1.4%でかなり影響は小さくなっている。摩耗量に対する影響は回転試験片が非常に大きいことが考えられる。グラフからはB₂が最も摩耗しにくく、B₁とB₂とはほとんど同じくらいに悪くなっている。

平均的に見ればB₂、C₂の結果が熱処理して硬くしたわりには悪く、前の2つの実験と似た傾向をもっている。やはり中間的な硬さ値のものが良い結果を示さなかった。

4. ま と め

以上8つの小実験の結果については予想どおりうまくいったとはどうしてもいえない。むしろ全く逆であったと感じる程である。総じて熱処理加工を施したものより生材の方が良いデータを示しているからだ。特に中間的な硬さ段階のものはどの実験にても結果が悪い。もし、この実験結果がそのまま静的かじりに対応がつくならば、かじりを防止するために行われている調質は全く意味がなく、かえって悪影響を及ぼすという結論になってしまう。ところが現実には調質処理がある程度かじり防止に役割りを果しているのだから、今回の動的かじりのデータとの関係が全くないものか、あるいは対応がつけられるのかといったことを知ることが重要となる。

今後は静的かじりの方面からの試験方法、試験条件を含めての研究が課題となるだろう。

原子吸光法による鋳鉄中のMn, Ni, Crの定量

技 師 西 内 広 志

1. は じ め に

最近、耐食性、強度を向上させるため、Ni-Crを添加した鋳鉄の依頼分析が増加してきた。従来のJis法によると分析時間が相当かかるので、迅速でかつ微量の成分を分析出来る原子吸光法の利点をもちて、鋳鉄中のMn, Ni, Crの定量をしたところ良い結果が得られたので報告する。

2. 試 薬 お よ び 装 置

2・1 試 薬

- (1) マンガン標準液、金属マンガン(純度 99.9%) 1gを少量の硝酸に溶解し、水浴上で蒸発乾固したのち、塩酸5mlを加え、ふたたび蒸発乾固し、数滴の塩酸で溶解後、水で希釈し、1ml=1mg溶液とした。
- (2) ニッケル標準液、マンガン標準液と同様の処理をし1ml=1mg溶液とした。
- (3) クロム標準液、金属クロム(純度99.9%) 1gを塩酸で溶解し、水で正確に1lにうすめた。
- (4) 合成試料検討溶液、合成試料調整にはNBS標準試料および電解鉄(特級 C. S. 定量用)を使用した。
- (5) 酸類はすべて、試薬、特級品を用いて実験をした。

2・2 装 置

装置は日本ジャーレルアツシユ社 AA-IES型を使用し、測定には、ウエスチングハウス社製のホローカソードランプ(Fe, Cr, Mn, Ni)複合ランプおよびスリットバーナー(10cm)を用い、空気、アセチレン炎で測定した。

3. 実 験 お よ び 結 果

3・1 測定条件の検討

- 3・1・1 マンガン、マンガンの測定波長として、2795Åを用い、ホローカソードランプの電流値は20mAとした。次に燃焼ガスとして、空気、アセチレンガスを用いたが、その混合割合について、検討してみた結果、図1に示すように、空気9.0l/min一定にし、アセチレン流量を3.5l/minに設定すれば最高の吸収を示した。またバーナー高さは2.0(目盛)の時、最高の吸収を示した(図2より)。以上から燃焼ガス混合割合、空気9.0l/min、アセチレン3.5l/min、バーナー高さ、2.0(目盛)に設定した。

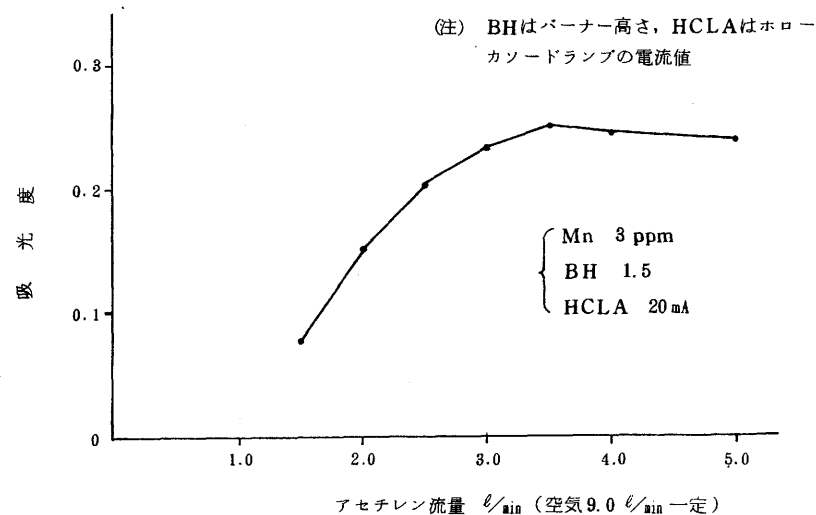


図1 吸光度とアセチレン流量 (マンガン)

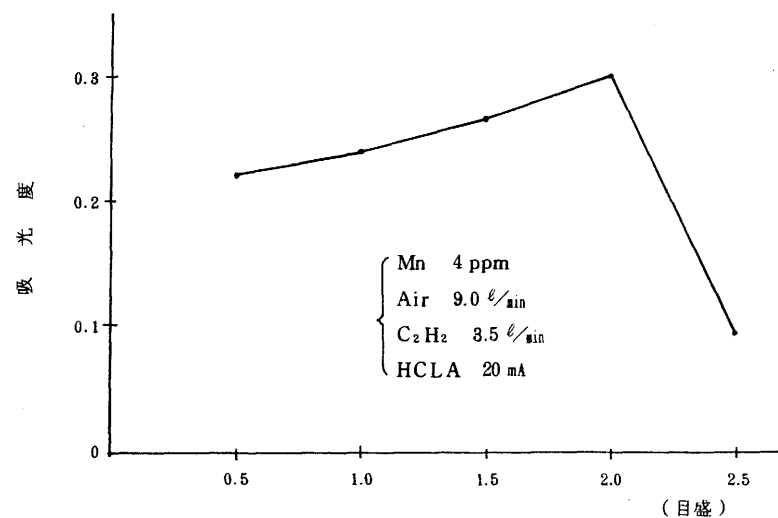


図2 吸光度とバーナー高さ (マンガン)

3・1・2 ニッケル, ニッケルの測定波長としては, 2320 Åを用い, ホローカソードランプの電流値は20 mAとした。次に燃焼ガスとして, 空気, アセチレンガスを用いたが, その混合割合について検討したところ 図3に示すように空気9.0 ℓ/min (一定として) アセチレン流量2.5 ℓ/minのところが最大の吸収を示した。またバーナー高さは1.5 (目盛)のときに最大の吸収を示した。(図4) 以上から燃焼ガス混合割合を空気9.0 ℓ/min, アセチレン2.5 ℓ/min, バーナー高さ1.5 (目盛)と設定した。

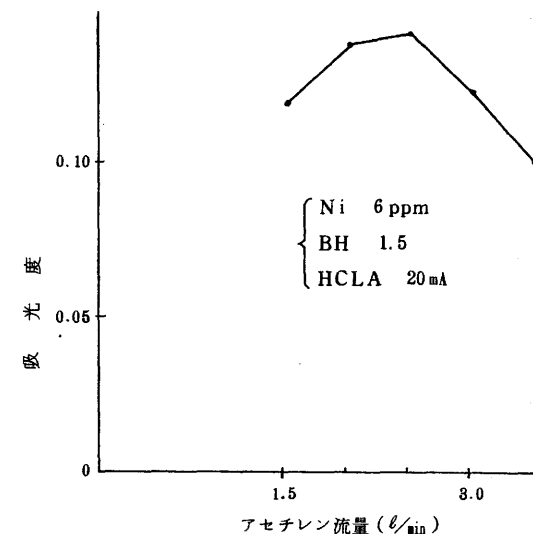


図3 吸光度とアセチレン流量 (ニッケル)

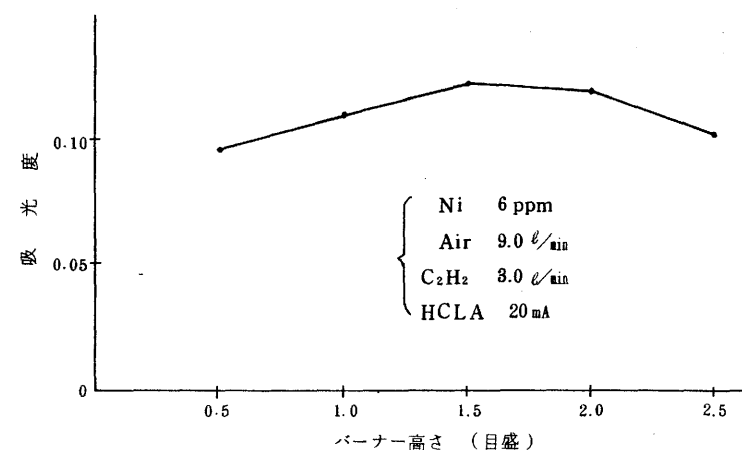


図4 吸光度とバーナー高さ (ニッケル)

3・1・3 クロム、クロムの測定波長は3579 Åとしホローカソードランプの電流値は20 mAとした。次に燃焼ガスとして、空気、アセチレンガスを用いたが、その混合割合は、空気9.0 l/min(一定)として、アセチレン流量4.0 l/minの時、最大の吸収を示した。またバーナー高さ2.0(目盛)のとき最大の吸収を示した(図6)。以上から燃焼ガス混合割合を空気9.0 l/min, アセチレン4.0 l/minとし、バーナー高さ2(目盛)と設定した。

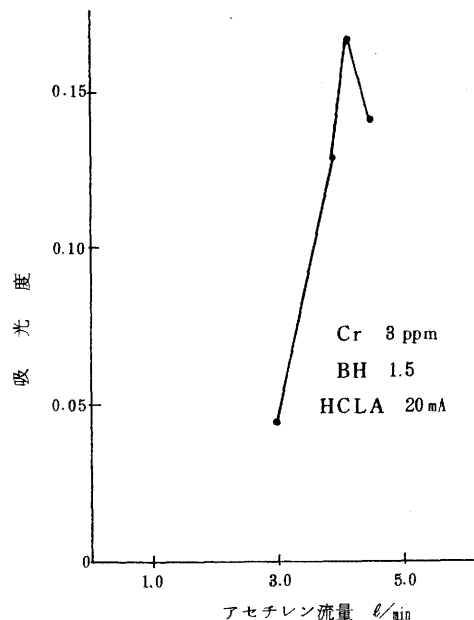


図5 吸光度とアセチレン流量(クロム)

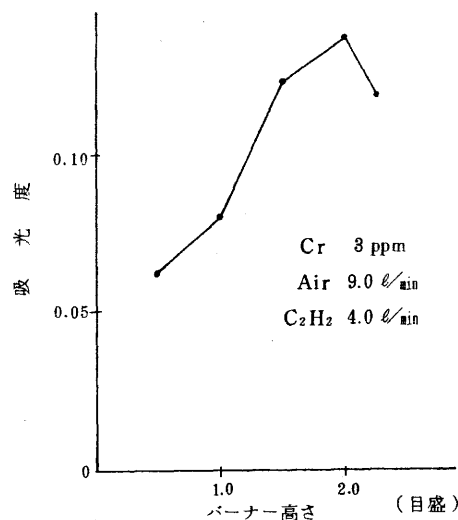


図6 吸光度とバーナー高さ(クロム)

3・2 共存元素および酸の影響

鋳鉄に含まれる元素(鉄, マンガン, ニッケル, クロム)を中心として, 共存元素の影響を調べた。マンガンの場合, マンガン標準液4 ppmを基準(相対吸光率100%)として, 共存元素の各濃度における相対吸光率を測定した(表1)。また, ニッケル, クロムも同様に測定した。ニッケル6 ppm, クロム3 ppm(表2, 3)。表1, 表2より, マンガン, ニッケルの場合, 共存元素の影響は殆んどないが, 表3に示すようにクロムは鉄の干渉を受けやすい。そこで鉄の干渉の除去の方法として, 塩化アンモニウム(10%)溶液2 mlを鉄200 ppm ~ 1000 ppm添加してみ

たところ干渉がなくなった(表4)。また, 酸の影響をしらべるために, 塩酸, 硝酸について, 0.1 N ~ 0.5 N添加してみた結果, 殆んど影響がないことがわかった。(図7, 8, 9)

Mn 4 ppm基準

元素	添加 ppm	相対吸光率 %
Fe	200	102
	400	101
	600	101
Ni	5	99
	10	100
	15	98
Cr	2	98
	5	99
	10	97

表1 マンガンに対する共存元素の影響

Ni 6 ppm基準

元素	添加 ppm	相対吸光率 %
Fe	200	103
	400	103
	600	102
	1000	100
Mn	0.5	101
	2.0	98
	5.0	100
	10.0	100
Cr	0.5	99
	2.0	99
	5.0	98
	10.0	100

表2 ニッケルに対する共存元素の影響

Cr 3 ppm基準

元素	添加 ppm	相対吸光率 %
Fe	200	101
	400	91
	600	89
	800	89
Mn	2.0	102
	5.0	102
	10.0	100
Ni	2.0	98
	5.0	100
	10.0	98

表3 クロムに対する共存元素の影響

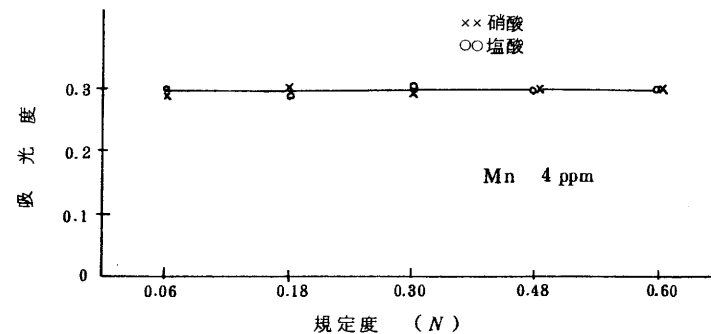


図7 吸光度と塩酸および硝酸濃度(マンガン)

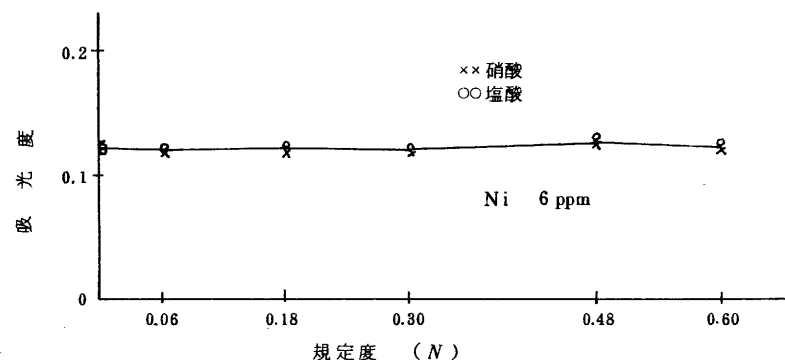


図8 吸光度と塩酸および硝酸濃度(ニッケル)

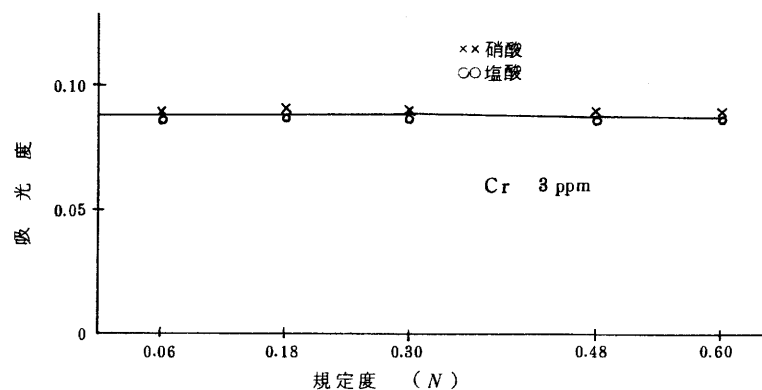


図9 吸光度と塩酸および硝酸濃度(クロム)

Cr 3 ppm基準

鉄の濃度 ppm	200	400	600	1000
吸光率	20.5	20.5	20.4	20.3
吸光度	0.0996	0.0996	0.0991	0.0985

表4 塩化アンモニウムによる鉄干渉除去について

3-3 検量線

以上の結果に基づき検量線を作成した。マンガンについては、鉄濃度を500 ppm添加し、1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, ニッケルについては、鉄濃度500 ppm添加し2 ppm, 4 ppm, 6 ppm, クロムについては、鉄濃度500 ppm, 塩化アンモニウム(10%) 2 ml添加し2 ppm, 4 ppm, 6 ppmの検量線を作成した。結果を図10に示す。

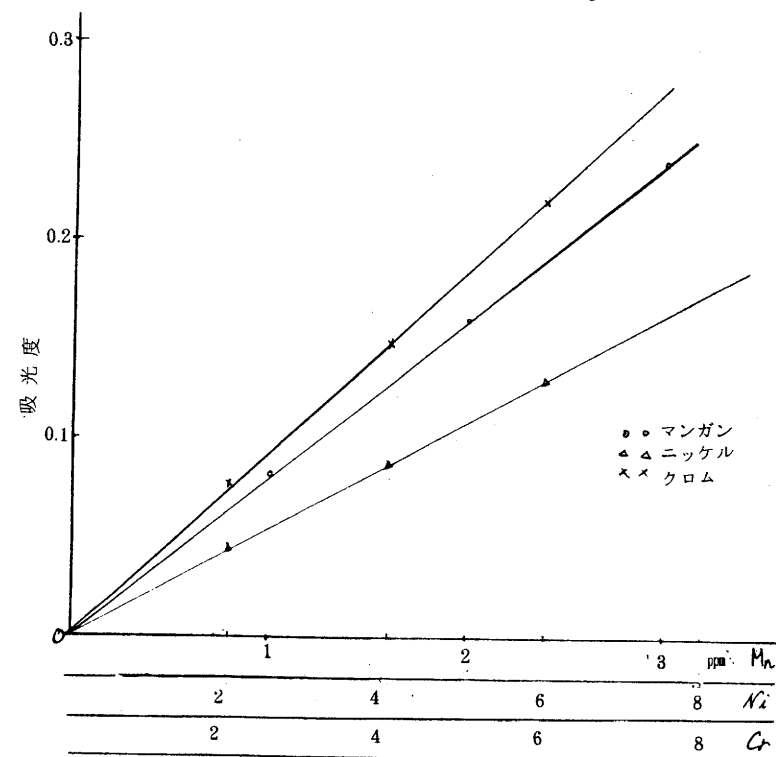


図10 マンガン、ニッケル、クロムの検量線 濃度

3-4 定量法

試料 0.5 g を 200 ml ビーカーにはかりとり王水 80 ml を加え加熱溶解し蒸発乾固したのち塩酸 (1+1) を 20 ml を加え塩類を加熱溶解した後、温水 10 cc を加え、口紙 5 A で口過し、温塩酸 (2+100) にて洗浄し正確に 100 ml とした。

合成試料検討溶液も同様の処理をした。

4. 鑄鉄の分析結果および考察

試料は、NBS, Nodular cast iron, cast iron および某社の低合金球状黒鉛鑄鉄を使用し、3, 4 の操作に準じ処理し、分析を行なった。

試料名	吸光度	Mn %	標準値 %
NBS Cast iron	0.210	1.04	1.05
NBS Nodular Cast iron	0.200	0.25	0.27

表5 マンガン分析結果

試料名	吸光度	Ni %	標準値 %
低合金球状黒鉛鑄鉄	0.0861	0.79	0.78
NBS cast, iron	0.141	0.130	0.135

表6 ニッケルの分析結果

試料名	吸光度	Cr %	標準値 %
低合金球状黒鉛鑄鉄	0.101	0.51	0.57

表7 クロムの分析結果

注 低合金球状黒鉛鑄鉄の標準値は jis 重量法で行なった。

注 クロム標準値は jis 容量法で行なった。

従来の jis 法と比較してみても原子吸光法のほうがはるかに短時間で分析出来る。今回の実験は1つの試料を溶解し、適当に希釈して、マンガン、ニッケル、クロムを定量した。結果は、表5、表6、表7に示すとおりであるが、クロムの場合、標準値より幾分、低い値が出た、適当な標準試料をもちいて補正すれば、問題がないと思う。

参考文献 滋賀県立機械金属工業指導所業務報告、昭和45年度、原子吸光分析法による、銅合金中のスズ、鉛、亜鉛の迅速定量について、村口明義

原子吸光分析 武内次夫著 南江堂

工業技術連絡会議 化学連合部会分析分科会第18回分析技術共同研究資料

各種かたさ試験機の精度比較と等価精度について

主査 辻 久 男
技師 中山 勝 之

1. はじめに

金属材料の強度等を知るための一つにかたさ測定がある。たとえば鑄鉄にはブリネル試験、焼入鋼にはロックウエルやピッカース試験がよく使用される。しかし、いずれのかたさ測定についても被測定物の形状や寸法、あるいは測定面の調整の点から制限を余儀なくされることがある。

生産工程中のチェック等には、以上の点のある程度カバーしたポータブル型の試験機も用いられているが、精度的な事になると問題も多い。

そこで今回の実験では、第1番目にポータブル型を含む各種かたさ試験機について精度上あるいは経済性や能率性といった観点から比較を試みた。

そして第2番目として、同様の実験手法を用いて各々の試験法による等価精度を計算し、換算における有効な測定点数を決定するための実験を行なった。

対象とした測定試料は引張強度が15~85 kg/mm²という広範囲なねずみ鑄鉄を中心に考えた(第1番目の精度比較の実験については低硬度の鋼の基準片も使用)

そして、それぞれのデータからSN比手法を用いて精度比較と等価精度の決定を試みた。

SN比とは通信工学におけるSignal/Noiseのことであるが、この手法は広く他の分野に適用され、特に測定機や試験方法の優劣の比較に使用されている。

測定値の内容としては、測定したい目的特性の値によって影響された部分と、誤差といわれる他の原因によって影響を受けた部分とを含んでいる。したがってその両者を分離し、比をとることにより測定方法の評価ができるわけである。

2. 各種かたさ試験機の精度比較

2-1 試験機および測定試料

実験に使用したかたさ試験機を表1に示す。

表1 使用したかたさ試験機

試験機名	購入年	価 格	測定時間	備 考
ブリネル	45年	480千円	2分	SDLB計量研型
ロツクウェル	40年	540	1分	ORK型(明石)
ピッカース	35年	270	2分	島 津
シ ョ ア ー	45年	580	5秒	計量研型校正用標準
ポータブル(明石)	—	150	5秒	ポータブルに1mm鋼球
ポータブルエルンスト	47年	160	5秒	スイス製

測定試料

○ねずみ鋳鉄試験片(20mm厚×200mm角より採取)

引張強さ σ_B (平均) $A_1=19$, $A_2=20$, $A_3=28$, $A_4=27$, $A_5=32$

○ブリネル基準片(鋼) M_1, M_2, M_3

2-2 測定方法

特性値としては、それぞれのかたさ試験機で測定したかたさの値、あるいは目盛の値をとりあげSN比を計算した。制御因子にはかたさ試験機、信号因子には試験材、誤差因子にはくりかえしとその他の偶然変動をとり、特性値の分散分析表からSN比を求める。

6台(9種類)の試験機のそれぞれについて5種類の鋳鉄試験片、3種類の鉄鋼基準片を測定し、かたさ値あるいは目盛値を読みとった。くりかえしは5回とした。

a.ブリネル——10mm鋼球(3000kg), 5mm鋼球(500kg……FCのみ)

いずれも30秒間負荷した。〔特性値=HB値〕

b.ロツクウェル——1/16インチ鋼球(100kg, 60kg)〔特性値=HRB値と目盛値〕

ダイヤモンド圧子(60kg)〔特性値=HRB目盛値〕

c.ピッカース——ダイヤモンド圧子(20kg)〔特性値=HV値〕

d.シヨアー——計量研型 〔特性値=H_S値〕

e.ポータブル——(明石), 1mm鋼球(基準荷重のときHV目盛値100に設定)

〔特性値=HV目盛値〕

f.ポータブル——(エルンスト)円錐圧子(110°,先端0.1mmカット)

基準荷重0.5kg, 試験荷重5kg 〔特性値=HB目盛値〕

2-3 計算手順および測定結果

制御因子に試験機、信号因子に試料、誤差因子にくりかえし等としてSN比を求めてみる。すなわち全変動から試料間変動(級間変動)と誤差変動(級内変動)を分割計算し、その比の値を比較する試である。以下SN比を求める計算手順を示す。

表2-1は鋳鉄試料をブリネル試験機の5mm鋼球で500kgの荷重で測定した時の生デー

表2-1 生データ H (5/500)

		くりかえし				
		1	2	3	4	5
試験片種類	A ₁	154.4	159.6	157.7	156.7	155.9
	A ₂	171.2	164.5	166.4	171.8	171.8
	A ₃	203.2	197.0	197.0	203.5	204.2
	A ₄	199.4	197.5	195.2	191.6	197.8
	A ₅	199.9	204.9	204.6	204.9	209.6

タであるが計算を簡略化するために数値変換をする(表2-2)。この場合全測定値から188を差し引いてある。

すなわち $X = X_n - X_0 = X_n - 188$ となる。

試験片A₁~A₅, くりかえし5回であるから全部で25個のデータをAの水準ごとに合計 ΣX を計算し、それぞれの ΣX の計を $\Sigma \Sigma X$ とする。次にAの水準ごとに個々のデータ値を2乗して合計したものを ΣX^2 として、その計を $\Sigma \Sigma X^2$ とする。同様にAの水準ごとに ΣX を2乗した値を $(\Sigma X)^2$ とし、その計を $\Sigma (\Sigma X)^2$ とする。

表2-2 数値変換表

	1	2	3	4	5	ΣX	ΣX^2	$(\Sigma X)^2$
A ₁	-33.6	-28.4	-30.3	-31.3	-32.1	-155.7	4863.71	24242.49
A ₂	-16.8	-23.5	-21.6	-16.2	-16.2	-94.3	1825.93	8892.49
A ₃	15.2	9.0	9.0	15.5	16.2	64.9	895.73	4212.01
A ₄	11.4	9.5	7.2	3.6	9.8	41.5	381.05	1722.25
A ₅	11.9	16.9	16.6	16.9	21.6	83.9	1454.95	7039.21
						-59.7	9421.37	46108.45
						$\Sigma \Sigma X$	$\Sigma \Sigma X^2$	$\Sigma (\Sigma X)^2$

まず修正項CFを求めると

$$CF = \frac{(\Sigma \Sigma X)^2}{a \times n} = \frac{(-59.7)^2}{5 \times 5} = 142.56$$

全変動 S_T = 全データの個々の2乗和 - 修正項

$$S_T = \Sigma \Sigma X^2 - CF = 9421.37 - 142.56 = 9278.81$$

信号要因の変動は

$$S_A = \frac{\sum (\sum X)^2}{n} - CF = \frac{46108.45}{5} - 142.56 = 9079.13$$

誤差変動 $S_E = S_T - S_A$ であるから

$$S_E = 9278.81 - 9079.13 = 199.68$$

表 2・3 分散分析表

この結果から表 2・3 の分散分析表を得る。

SN比 η は、次式で求められる。

要因	S	ϕ	V	F _o
A	9079.13	4	2269.78	227.3
E	199.68	20	9.98	
T	9278.81	24		

$$\eta = 45.27 = 16.55 \text{ [db]}$$

$$\eta = \frac{\frac{1}{f} (V_A - V_E)}{V_E} = \frac{\frac{1}{5} (2269.78 - 9.98)}{9.98} = 45.27 = 16.55 \text{ [db]}$$

SN比 η はその常用対数の 10 倍、いわゆるデシベル [db] を単位としてあらわすことが多い。デシベル単位の方が比較の際、差で表示できる利点がある。この場合の η をデシベルであらわすと、45.27 の常用対数は 1.655 であるからそれを 10 倍した 16.55 ということになる。

同様に各々の試験機について SN 比を求めたが、その結果のみを表 3 1 ~ 10・2 に示す。なお左側の表が鋳鉄を右側の表が鋼の場合を示している。

表 3・1 H_E (10/3000)

	S	ϕ	V	F _o
A	12294.65	4	3073.66	376.0
E	163.35	20	8.17	
T	12458.00	24		

$$\eta = 75.1 = 18.76 \text{ (db)}$$

表 3・2

	S	ϕ	V	F _o
M	33008.39	2	16504.20	16841.0
E	11.76	12	0.98	
T	33020.15	14		

$$\eta = 3368.0 = 35.23 \text{ (db)}$$

表 4・1 H_RB (100 kg)

	S	ϕ	V	F _o
A	652.65	4	163.16	531.0
E	6.14	20	0.307	
T	658.79	24		

$$\eta = 106.1 = 20.25 \text{ [db]}$$

表 4・2

	S	ϕ	V	F _o
M	982.81	2	491.40	5423.9
E	1.09	12	0.09	
T	983.90	14		

$$\eta = 1084.58 = 30.33 \text{ [db]}$$

表 5・1

H_RB (60 kg)

	S	ϕ	V	F _o
A	226.99	4	56.75	226
E	5.02	20	0.25	
T	232.01	24		

$$\eta = 45.0 = 16.53 \text{ [db]}$$

表 5・2

	S	ϕ	V	F _o
M	385.25	2	192.63	13759
E	0.17	12	0.014	
T	385.42	14		

$$\eta = 2751.6 = 34.39 \text{ [db]}$$

表 6・1

H_RC (60 kg)

	S	ϕ	V	F _o
A	393.47	4	98.37	229.9
E	8.56	20	0.43	
T	402.03	24		

$$\eta = 45.8 = 16.60 \text{ [db]}$$

表 6・2

	S	ϕ	V	F _o
M	472.9	4	118.23	16889
E	0.14	20	0.007	
T	473.04	24		

$$\eta = 3377.66 = 35.28 \text{ [db]}$$

表 7・1

H_V (20 kg)

	S	ϕ	V	F _o
A	10386.6	4	2596.66	69.7
E	745.6	20	37.28	
T	11132.2	24		

$$\eta = 13.73 = 11.37 \text{ [db]}$$

表 7・2

	S	ϕ	V	F _o
M	34330.8	2	17165.4	8906.1
E	24.8	12	2.07	
T	34355.6	14		

$$\eta = 1661.02 = 32.20 \text{ [db]}$$

表 8・1

H_S

	S	ϕ	V	F _o
A	164.78	4	41.20	133.4
E	6.18	20	0.31	
T	170.96	24		

$$\eta = 26.48 = 14.23 \text{ [db]}$$

表 8・2

	S	ϕ	V	F _o
M	607.24	2	303.62	1855.1
E	1.96	12	0.164	
T	609.20	14		

$$\eta = 370.83 = 25.69 \text{ [db]}$$

表 9・1

ポータブル(明石)

	S	ϕ	V	F _o
A	105.26	4	26.82	23.5
E	22.80	20	1.12	
T	127.56	24		

$$\eta = 4.52 = 6.55 \text{ [db]}$$

表 9・2

	S	ϕ	V	F _o
M	227.43	2	113.72	37.6
E	36.80	12	3.03	
T	263.73	14		

$$\eta = 7.32 = 8.64 \text{ [db]}$$

表 10・1

ポータブル(エルンスト)

	S	ϕ	V	F _o
A	7984.6	4	1996.1	24.7
E	1616.0	20	80.8	
T	9600.6	24		

$$\eta = 4.74 = 6.76 \text{ [db]}$$

表 10・2

	S	ϕ	V	F _o
M	29100.9	2	14550.5	453.8
E	384.8	12	32.1	
T	29485.7	14		

$$\eta = 90.55 = 19.57 \text{ [db]}$$

試験機の精度比較についてまとめたのが表 11 であるが、参考までに経済性と能率からみた S 比も示す。

表 11 各試験機の S 比比較

	ブリネル		ロックウエル			ビッカース	シヨアー	ポータブル	
	10/3000	5/500	B 100 kg	B 60 kg	C 60 kg	20 kg		明石	エルンスト
FC利得(db)	18.76	16.55	20.25	16.53	16.60	11.37	14.23	6.55	6.76
鋼利得(db)	35.23	—	30.33	34.39	35.28	32.20	25.69	8.64	19.57
分/円当りSN比	0.23		0.47			0.40	4.13	6.08	9.87

2・4 精度比較等についての考察

試験機 6 台、測定種類にして 9 個の制御因子から鋳鉄と鋼の場合の比較を試みたがその結果をまとめると次のようになる。

2・4・1 鋳鉄の測定について

鋳鉄のかたさ試験において最も利得(Gain)の大きかったものはロックウエル試験機 H_RB(100 kg)で 20 [db] あり、このことは鋳鉄のかたさ測定には最も信頼度の高いことを意味している。したがって小型部品、テストピースといったものは H_RB(100 kg)

で測定すれば精度的に十分保証されよう。それにブリネル試験に比較して検鏡による測定誤差の介入も防止できる利点ももつ。ただし、当実験とは異なり実際には調整された試料は少ないので別の因子が入ることを防止する必要がある。次に良い結果を示したのがブリネル試験機(10/3000)であり、以下ロックウエル(H_RC60 kg)、ブリネル(5/500)、ロックウエル(H_RB60 kg)とほぼ同値であった。シヨアーとビッカースが若干劣っている。このことは他の試験機に比べ、数多く計測しないと同精度を保てないことを意味する。ポータブル型は簡易試験機であるため構造上の問題点等が影響しやすい欠点をもつ。試料保持、人力による荷重(低荷重)といった面からの制限を受けるため結果に誤差が混入しやすく、それゆえ他の試験機に比べて SN 比が悪くていている。一方、ポータブル型の最大メリットである簡易で安価ということも重要な要素であるから、欠点ともいえる精度面の向上が今後の課題となる。

2・4・2 鉄鋼の測定について

鋼の基準片の測定に対しては、鋳鉄に比較して飛躍的に SN 比は良くなっている。このことは鋼自体の組織的なものが大きく寄与している。ロックウエル(H_RC60 kg)とブリネル(10/3000)が 35 [db] と最も高く、ロックウエル(H_RB60 kg, 100 kg)、ビッカースが 30 [db] 以上を示している。シヨアーがやや劣り 25 [db] となっている。この場合でもポータブル型は精度的にはかなり悪くなっている。しかし他の面よりながめるとポータブル型以外の試験機はいずれも精密級であることを考慮しなければならない。ポータブル型で可能な精度確立ができれば実用的には差しつかえないと思われる。

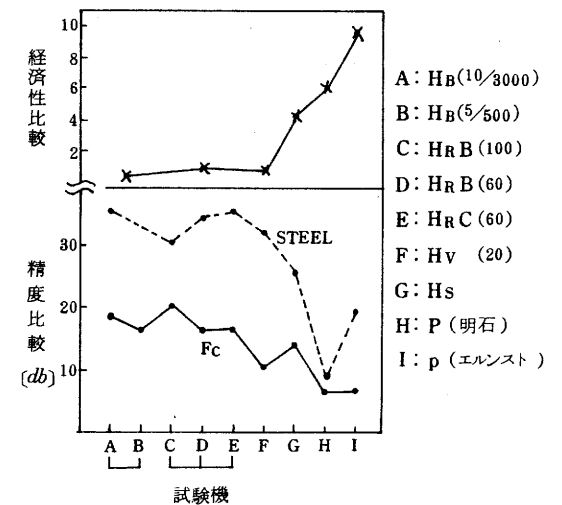
2・4・3 経済性と能率

の観点から

精度上の問題点を一応別けて、試験機購入費用と測定に要する時間、いかにすれば単位金額、単位時間あたりの SN 比も重要である。少ない費用と短時間で一定の情報が得られれば企業として有益である。その SN 比の数値は表 11 に比較のためのグラフを図 1 に示しているがポータブル型が大きく注目されてくる。

したがって現場で技術者が使用する場合、実用

図 1 比較のための SN 比グラフ



精度内であればポータブル型の性能も十分使用できるので、その方面の開拓も必要である。

3. ねずみ鋳鉄における各かたさ試験法の等価精度

3-1 等価精度とは

試験法の等価精度はSN比の考え方から波及したものであるから、まずSN比の技術的意味を知る必要がある。

たとえば、 $y = \beta x$ 、あるいは $y = \alpha + \beta x$ という一次式を考えた場合、 x に対する y の一次係数が β であるから β の大きさが大きい程感度が良いということになる。しかし、いくら β の値が大きくても y の値のバラツキが大きくては困る訳である。 β が大きくバラツキが小さいものが本当に良いといえる。

$$\text{すなわち } \eta = \frac{\text{一次係数の2乗}}{\text{誤差分散}} = \frac{\text{信号パワー}}{\text{雑音パワー}} \text{ となり}$$

この η がSN比ということになる。

これをかたさ測定にあてはめると、かたさ値に違いのある試料間の差をどれだけ大きく測るかということである。かりにAという試験法は試料間の差をよく把握し、バラツキも小さい。Bという試験法では試料間の差がはつきりせず、バラツキもかなりある。ということになればあきらかにAの試験法が優れている。

このことから、かたさを測定する場合、全ての試験法において同一点数計測するということは、試験法の優劣を論じる場合は意義が深いけれども、かたさ測定を同一のレベルで実施したい目的のときにはかえって混乱が生じる。すなわち、AとBの試験法にて同一点数計測するということは、すでに同一のレベルでは測定していないことになる。逆にいえばAの試験法1点計測に対してBの試験法では何点計測すれば、つりあいがとれるかということを考慮しなければならない。

測定点数に変化をもたせて同一精度を保證するというのが等価精度の考え方である。

3-2 試験機および測定試料

○試験機

ブリネル試験機 (10/3000)

ロックウエル試験機 ($H_R B$ 100 kg)

ビッカース試験機 (20 kg)

シヨアー試験機 (D型)

ポータブル型試験機 (ビッカース)

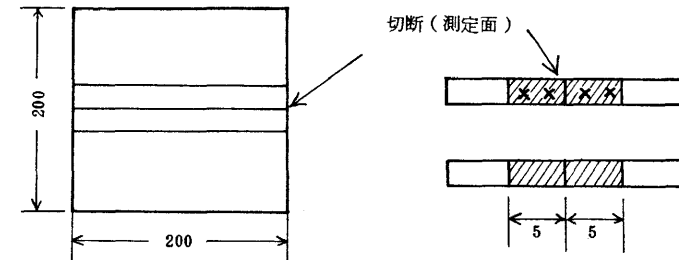
○測定試料

ねずみ鋳鉄試験片5段階 (2の場合と同様)

3-8 測定方法

20mm厚×200mm角の板状試料より採取した試料の中央部を測定した。引張強度群で5種類、板状試料を2点、同一試料から2点の計20本の試料を作成し、図2のように各部2点ずつ測定した。

図2 測定試料



はじめに圧痕の小さい試験から実施し、最後はブリネル試験を行なった。一つの試験法について80点測定しそれぞれのSN比を求めた。

8-4 測定結果

表12 ビッカース試験の分散分析表

要因	S	ϕ	V	F_0
A	38125.175	4	9531.29	326.83
B	237.288	7	33.89	1.16
A×B	1125.025	28	40.18	1.38
E	1166.500	40	29.16	
T	40653.988	79		

$$\text{SN比 } \eta = \frac{\frac{1}{r} (V_A - V_e)}{V_e} = \frac{\frac{1}{16} (9531.29 - 29.16)}{29.16}$$

$$= 20.87 = 13.09 \text{ [db]}$$

以下同様に計算した結果を表14に示す。

表13 各試験のSN比と等価精度

	S N 比		H _R Bとの差	
	(η)	(db)	(db)	真数(倍)
ロックウエル ($H_R B$)	94.05	19.73	0	1.
ブリネル (H_B)	53.35	17.27	2.46	1.76
ビッカース (H_V)	20.37	13.09	6.64	4.61
シヨアー (H_S)	14.66	11.66	8.07	6.41
ポータブル (H_{PV})	5.98	7.77	11.96	15.70

3・5 等価精度についての考察

表14のSN比の比較表をみるとロックウェル(H_{RB})が最も大きく、次いでブリネル(H_B)、ビッカース(H_V)、ショアー(H_S)、ポータブル(H_{PV})の順になっていて、この数値がそのまま測定精度の基準をあらわしていることになる。参考までに2の「各種かたさ試験機の精度比較」における表11の結果と比較したSN比を表14に示すが、一部のデータを除いてほぼ同様の傾向がある。ただし、測定点数が両者では異なっているので、その誤差分散の違いが影響していると思われる。

表14 実験の違いによるSN比

	測定点数	SN比 [db]				
		H_{RB}	H_B	H_V	H_S	H_{PV}
2の実験	25	20.25	18.76	11.87	14.23	6.76
3の実験	80	19.73	17.27	13.09	11.66	7.77
H_{RB} を基準にしたときの等価精度(平均値)	1	1.58	5.97	5.07	18.75	

本来各試験機が同一の精度であるならば等価精度による換算関係は不要であり、単純に同一測定点数にて比較できる。しかし現実には数ある異種の要因が絡んできて総合的にその試験機の精度は決定されてしまう。

表13において最も精度のよい H_{RB} を基準に考えると、その基準試験機で1点測定したときの精度を保証するためには、他の試験機では何点が必要かということである。そのためには、SN比の逆数を比較すれば、測定点数の比が決まってくる。表18の右欄の真数といところが、 H_{RB} を基準に1点計測としたときの測定点数である。

また2の実験と3の実験のデータを平均した等価精度等も表14に示しているが、いずれの結果も大局的には一致しているといえるだろう。すなわち H_{RB} 1点に対して、 H_B では2点、 H_V では5~6点、 H_S では5~7点、ポータブル型においては16~19点のデータが必要である。

以上の結果から等価精度の意義とは、同じ測定点数での信頼性の違い(信頼限界巾の大小)を均一化することであるともいえよう。従って今後いろいろな実験においてかたさを換算する場合、試験機精度と共に等価精度も重要となる。

4. お わ り に

この実験を終わっていくつかの点が明らかになった。鋳鉄と鋼はもともと異質の金属であるためSN比が違うということは予想はしていた。鋳鉄のSN比が大きく落ち込んだことは、種々のことが起因している。本来の組織の違い、溶解毎の母集団の違い等が影響し、結果として大

きなバラツキをみせている。

全体として鋼を測定したときはSN比は非常に良い値を示している。従って鋳物に比べてどの試験機においても計測が楽で精度も高くでる。

また測定機の精度解析の延長としての等価精度の考え方は従来にはあまりなかった試みである。測定機自体の精度というものには急激には変らないから、同一精度上で換算するために測定点数で調節するという事は重要なことである。鋳鉄測定用の試験機としては今までの H_B に新しく H_{RB} を加えて、十分良好な結果がでると思われる。ビッカースやショアーはSN比はかなり落ちるが測定点数をその分だけ増やせば十分精度は保たれる。特にショアーとポータブル型は他の試験機に比べて簡易で安価という実用上、経済上のメリットを持っている。仮に10倍多く測定したところで労力も時間も多くを費やす訳ではないから考え方によっては有益なる存在である。

従って今後はそういった面での実用精度を確立する研究が必要となろうし、企業においても品質管理等にいかにより多くかたさ試験機を利用していくかが重要となる。

ねずみ鑄鉄における含有炭素量の検討

主 査 辻 久 男
技 師 藤 井 敏 弘

1. ま え が き

ねずみ鑄鉄における含有炭素量は、炭素当量($C+1/8Si+1/8P$)等により強度の目安として、一般に広く活用されている。製品の炭素量は同一ロットより抜き取った製品、または試験片の一部より採取した試料を分析して求め、そのロットの分析値として用いたし、一般にも通用している。例えば、ある試料の炭素量が3.25%であったとすると、その試料と同じロットの炭素量は3.25%であるとして来た。もしバラツキがあったとしても非常に小さな範囲と思って来たし、一般でも、そう思われているものと思う。

当所における分析精度は使用している分析器機(クロー・カウンター)の分析精度が炭素量にして0.01%程度であり、その他の誤差を含めても最大0.1%で、ほとんどは0.05%以内にはなっている。

ところが、ねずみ鑄鉄のかたさ換算について検討していたなかで、引張強さ、各種かたさ、および炭素量について因子分析をおこない、その因子スコアを求めたところ図1のようになり、この因子スコアを溶解別に線で結んでみると、たて長になる。炭素量はⅡ軸に近い軸で変化しており、引張強さ、かたさはⅠ軸に近い軸で変っている。溶解別に

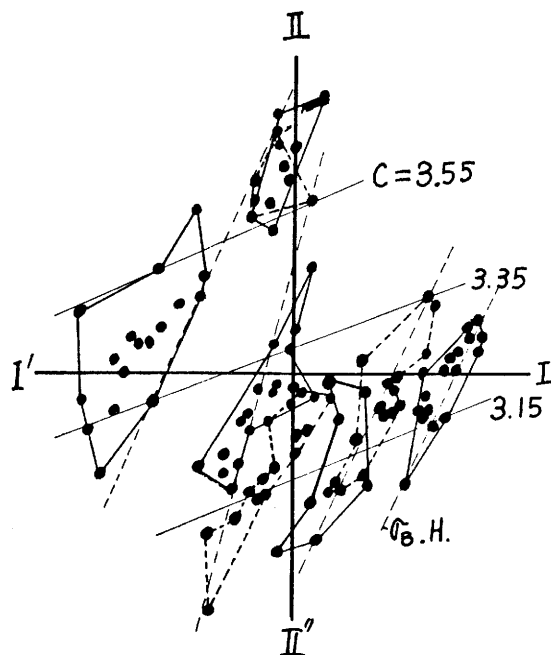


図1 試料の因子分析による分類(溶解別)

みると、引張強さ、かたさがあまり変わらなくても炭素量が大きく変化していることがわかる。すなわち同一のロットから抜き取った20本の試験片の炭素含有量は0.3から0.4%もの範囲にわたって平均的に(正規分布をしていない)バラツキしていることがわかる。

これは、先の分析精度と比較すると非常に大きな範囲であり、このように広い範囲にわたってバラツキの原因について考えてみると次のようなことが考えられる。

- 1) もともと同じ湯で鑄造しても、場所により、試料により炭素量がちがっている。
- 2) 分析するときの試料の取り方、大きさ等により、炭素量が変わってくる。

これらのことを確認するため次のような実験をおこなった。

2. 直交配列による検討

ねずみ鑄鉄の溶解が変われば炭素量が変わってくる。そこで引張強さが15 kg/mm², 25 kg/mm², 35 kg/mm²程の強度の試験片(JIS.Z.2208-C号)をそれぞれ20本鑄造し、その中から3本を抜き取って、試験片の湯口部、中央部、先端部(湯口から遠い端)から分析試料を18mmのドリルで約10g 中心部から採取し、試料の大きさ3段階(大きなかたまり、粉末、中ぐらい)について実験をおこなった。まとめてみると

1. ロット 3段階 Fc 15, 25, 35
2. 試料の数 3本 同一ロットから3本
3. 採取場所 3カ所 湯口、中央、先端
4. 試料の大きさ 3種 大、中、小

以上4つの要因をL₂₇型直交配列のA, B, C, D, にわりつけ、試料0.1gをとりくりかえし4回として分析をおこなった。その分析結果を表1に、各要因別の集計を表2に示す。

番号	分析順	分 析 値					番号	分析順	分 析 値				
		1	2	3	4	計			1	2	3	4	計
1	10	4.17	4.22	4.25	4.38	17.02	15	17	3.87	3.83	3.85	3.77	15.32
2	15	4.07	4.13	4.13	4.18	16.51	16	11	4.06	3.82	3.86	3.89	15.63
3	12	3.95	4.02	3.97	4.09	16.03	17	27	3.72	3.61	3.55	3.48	14.36
4	5	3.53	3.56	3.65	3.20	13.94	18	2	3.37	3.12	3.24	3.26	12.99
5	16	3.87	3.83	3.80	3.89	15.39	19	21	3.11	3.12	3.09	3.17	12.49
6	22	3.99	4.01	3.95	3.97	15.92	20	20	3.65	3.62	3.66	3.65	14.58
7	18	3.91	3.83	3.83	3.88	15.45	21	14	3.37	3.31	3.41	3.39	13.48
8	23	4.01	4.01	4.02	4.01	16.05	22	3	3.28	3.34	3.36	3.48	13.46
9	25	4.01	4.04	4.11	4.07	16.23	23	26	3.48	3.40	3.44	3.46	13.78
10	1	3.56	3.62	3.67	3.20	14.05	24	7	3.41	3.41	3.42	3.40	13.64
11	9	3.65	3.60	3.62	3.62	14.49	25	4	3.41	3.41	3.44	3.48	13.74
12	19	3.79	3.73	3.84	3.79	15.15	26	13	3.59	3.67	3.58	3.63	14.47
13	6	3.38	3.09	3.21	3.23	12.91	27	24	3.36	3.37	3.36	3.39	13.48
14	8	3.37	3.38	3.37	3.37	13.49	合 計					394.05	

表1 L₂₇型直交配列による炭素の分析値

要因	1	2	3	計
ロット A	142.54	128.39	123.12	394.05
試料 B	134.84	131.69	127.52	"
A × B	133.52	130.53	130.00	"
A × B ²	132.87	128.78	132.40	"
場所 C	128.59	133.12	132.34	"
A × C	132.70	131.24	130.11	"
A × C ²	129.45	131.00	133.60	"
大きさ D	134.78	131.31	127.96	"

表2 各要因別集計

2-1 計算の手順

計算の手順は次のようになる。

1) 平方和の計算

$$CF = (\sum x)^2 / N = 394.05^2 / 108 = 1437.73520833$$

$$ST = \sum x^2 - CF = (4.17^2 + 4.22^2 + \dots + 3.86^2 + 3.89^2) - CF = 10.35109167$$

$$SA = \sum (A)^2 / 36 - CF = (142.54^2 + 128.39^2 + 123.12^2) / 36 - CF = 5.60807222$$

$$SB = \sum (B)^2 / 36 - CF = (134.84^2 + 131.69^2 + 127.52^2) / 36 - CF = 0.74901667$$

以下同じように計算をする。

$$Se = ST - SA - SB(A) - SC - SA \times C - SD = 2.21072502$$

2) 自由度の計算

$$\phi_T = N - 1 = 107$$

$$\phi_A = \phi_C = \phi_D = 2$$

$$\phi_{B(A)} = 6 \quad \phi_{A \times C} = 4$$

$$\phi_e = \phi_T - \phi_A - \phi_{B(A)} - \phi_C - \phi_D - \phi_{A \times C} = 91$$

3) 分散の計算

$$S/\phi = V$$

4) 統計量 F₀ の計算

$$Vm/V_e = F_0$$

以上の計算結果をまとめると表3の分散分析表のようになり、F表から $F_{95}^2(0.05) = 3.11$ 、 $F_{95}^2(0.01) = 4.88$ となり、すべての因子について有意となった。また信頼限界は

$$\hat{\mu} \pm t(\phi_e, \alpha) \sqrt{V_{(\mu)}} = \hat{\mu} \pm 1.990 \times \sqrt{\frac{0.02429368}{36}} = \hat{\mu} \pm 0.05169499264 \text{ となる。}$$

要因	SS	φ	V	F ₀
A	5.60807222	2	2.80153611	101.10 **
B	0.74901667	6	0.20456574	8.42 **
A × B	0.20020555			
A × B ²	0.27827222			
B (A)	1.22739444			
C	0.32585000	2	0.16292500	6.70 **
A × C	0.09367222	4	0.08449444	3.47 *
A × C ²	0.24480555			
A × C	0.83797777			
D	0.64607222	2	0.32303611	13.29 **
E	2.21072502	91	0.02429368	
T	10.35109167	107		

表3 分散分析表 (特性値・炭素量)

3. 実験結果

表3から言えることは、ロットが変わることにより炭素量が変わる。このことは当然のことであるが、同じロットであっても試験片が変わることによって、また一本の試験片であっても、場所によっても炭素量が変わって来る。

この結果、図1の試料が変わることによって炭素量が変わるということが証明された。また、分析試料の大きさについても予想通り有意になった。そこで各因子の変化量をロット別に図示すると図2のようになり、試料が変わることによる炭素含有量の変化は炭素量が多いほどバラツキも大きくなる傾向がある。また場所による変化は湯口部が高くなる傾向がみられ、分析試料の大きさ

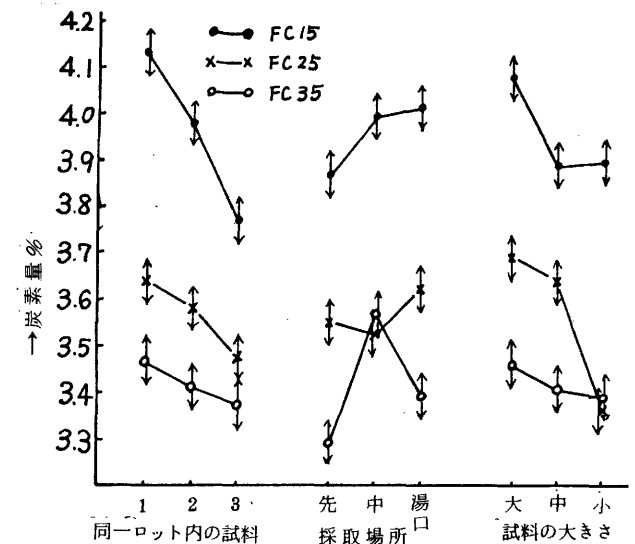


図2 要因別炭素量の変化

についても大きな試料は炭素量が高くなり、粉を分析した場合は低くなる。

ロット別に一番炭素量の多かったものと少なかったものの差をとると表4のようになり、0.5から0.8近くにもなっている。これは今まで思いもよらなかった結果であり、分析試料の大きさによるバラツキを取りのぞいても、0.4%程になり、図1のバラツキの範囲と同じぐらいになる。

ロット	多	少	差
1	4.255	3.485	0.77
2	3.9075	3.2275	0.68
3	3.645	3.1225	0.52

表4 ロット内の炭素量の差

4. ま と め

今回の実験結果から、ねずみ鋳鉄の炭素量は、非常に広い範囲にわたって(0.4%程度)バラツキがあり、一試料の分析結果を、そのロットの炭素量とするにはむりがある。このことは、ねずみ鋳鉄の引張強さ、あるいはかたさにみられるように、同じ試料であっても測定する場所が変れば、引張強さも、かたさも変ることを思えばうなずけないこともない。しかし、引張強さや、かたさの変化量よりも、炭素量の変化量の方がはるかに大きいと言える。炭素の分析値を利用するにあたっては、このことを念頭において充分注意する必要がある。

参考文献

1. 辻・中山・鴨下, ねずみ鋳鉄かたさ換算についての一考察(統報)
精機学会昭和50年度春季大会学術講演会前刷 P. 119
2. 増山・吉川, 統計解析手順集 P. 98 (QCテキストシリーズNo. 13) 日科技連
3. 数値表A 日科技連

電気マイクロメータの指示誤差測定

佐藤 真知夫

1. ま え が き

電気マイクロメータは倍率の切換えによって容易に高感度が得られ、また多点切換型や2個の検出器の測定値の和・差・平均が求められる演算型もあって応用範囲は広い。ため各種の加工および測定に使用される。これらの用途においては比較的高精度を必要とするため、電気マイクロメータの正確さもおろそかにしてはできない。

電気マイクロメータの倍率校正や指示誤差の検出はブロックゲージかこれに代わるマスタ等で行われるが、目量 $1\mu m$ 以下の高感度の場合その測定は困難であるため、専用の校正器が最近製作され市販された。そこでこの校正器の精度をTO式顕微干涉計で検定したのち電気マイクロメータの指示誤差の測定を行った。

2. 顕微干涉計による倍率校正器の誤差測定

2-1 測定方法

オリンパスTO式顕微干涉計は、二光束干渉法の原理に基づいた干渉顕微鏡の一種で、光波長単位で被測定面の微細な凹凸量の測定に使われる。構造は図1に示される。

図2は、光路図で、光源Qから出た光線は集光レンズ L_1 によって収斂され、反射プリズム P_1 を経てピンホール S に集光する。ピンホー

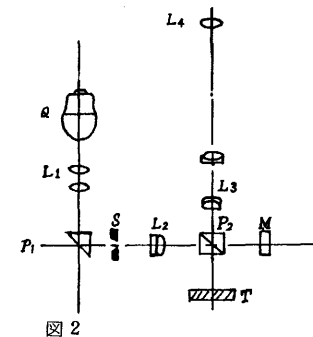


図2

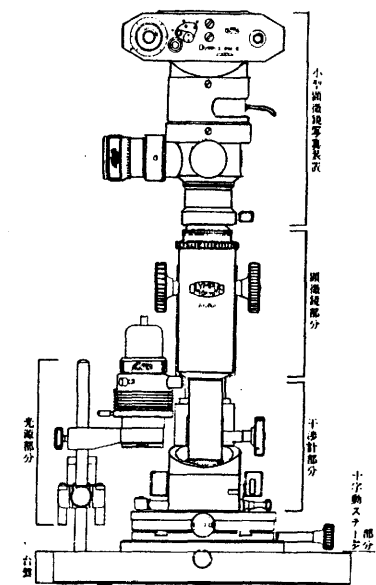
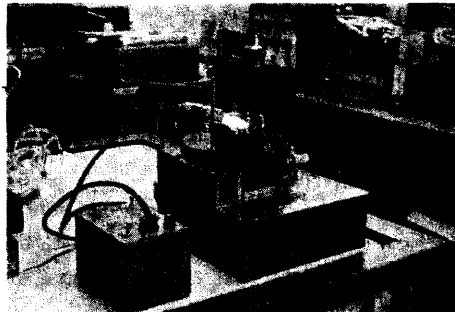


図1

ルの位置はコリメータレンズ L_2 の焦点にあり、 L_2 を通った光束は平光となって干渉プリズム P_2 に入る。この場合の反射光と透過光の強さは等しい。二光束の一つは被測定面で反射し、他の一つは 0.1 mm 間隔の目盛を刻んだ参照面で反射して再び干渉プリズムで合一する。対物レンズ L_3 および接眼レンズ L_4 によって被測定面、 0.1 mm 間隔の目盛および干渉縞の三つを同時に観察できる。

測定の方法は、外部振動を除いて干渉縞の観察を容易にするため除振測定台の上で行い、かつ測定時の操作で生じる自己振動による干渉縞のふらつきをなくするために顕微干渉計本体と被測定物(校正器)とを分離した(写真1)。



光源には最初干渉性のよいHe-Neレーザを試みたが、ディフューザ(拡散板)を用いなかったこともあって光学系の微

細な塵埃等による回折現象が生じ明瞭に整合された干渉縞が得られなかったため、ナトリウムランプの単色光(Na-D_1 $0.589592\text{ }\mu\text{m}$, Na-D_2 $0.588995\text{ }\mu\text{m}$)を使用した。単色光を用いても波長の値が正確にわかり、干渉距離が白色光に比べて長いので干渉縞の発見は容易である。

校正器は概略図8のような構造で右側のマイクロメータ①を回転するとベッ②上のテーブル③が左右動する。ベッとテーブルはわずかにくさび形をしておりテーブル部分はマイクロメータのバックラッシュをなくするためベッ部分内部でコイルばねにより左方へ引張られている。マイクロメータドラムは全周50目盛で、1目送るとテーブル上で $0.2\text{ }\mu\text{m}$ の微小高低差を生ずる。

測定面(テーブル)の状態があまりよくないため 6 mm 程度のブロックゲージを密着させ、その上に干渉縞をつくった。測定は光源の発熱による測定値の変動など充分安定したのち行い、校正器を1目ずつ送りそのつど干渉縞の移動量を読みとる。干渉縞の間隔は可変であるが、コントラストや読みとり値の処理を考慮し参照面の目盛巾に合致させた。一測定終了後に干渉縞移動誤差が生じたときは読みとり値を補正した。

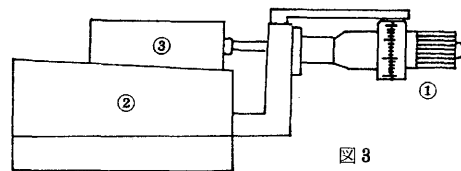


図8

2-2 倍率校正器の精度

校正器の移動ストロークの8箇所について 0.01 mm の高低差の範囲を測定した結果が図4の誤差曲線である。誤差は $\pm 0.05\text{ }\mu\text{m}$ に入っているが、実際に電気マイクロメータを検査する場合は $\pm 4\text{ }\mu\text{m}$ の範囲であるため充分使用できると考えられる。マイクロメータのバックラッシュによるもど

り誤差は $0.02\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。

累積誤差 = マイクロメータの読み - 干渉縞移動量

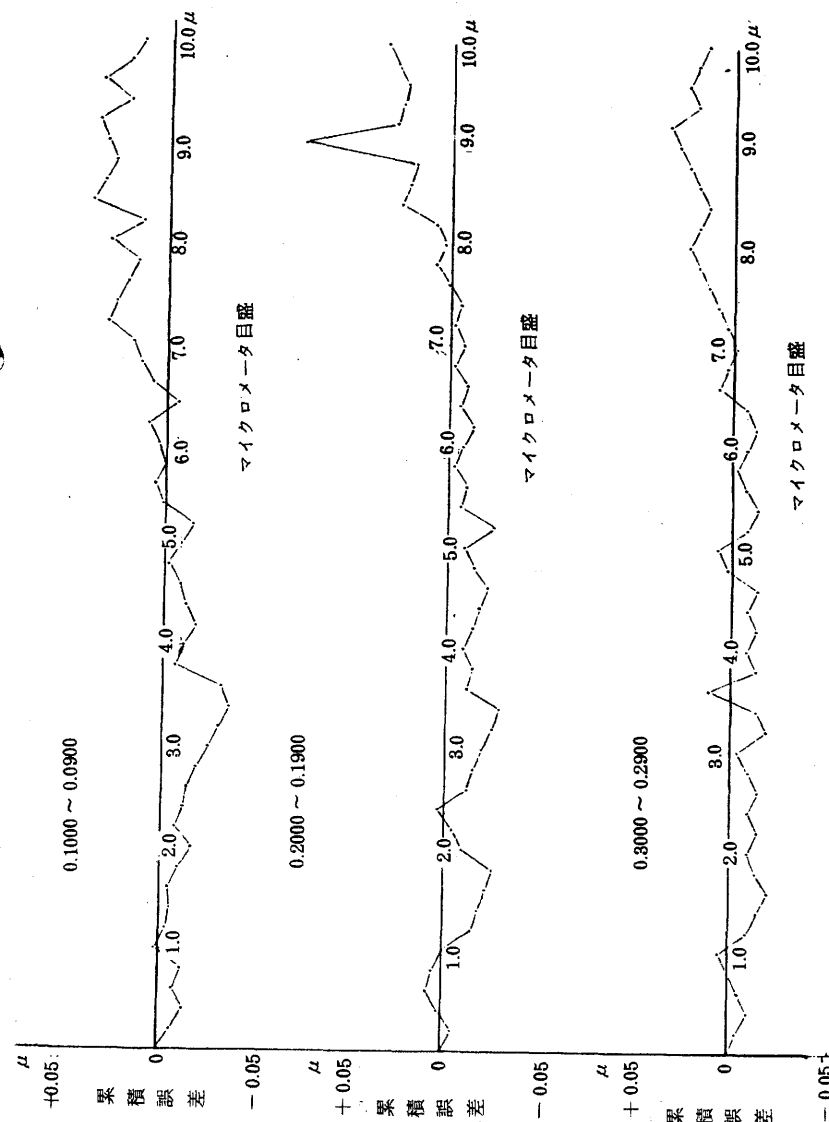
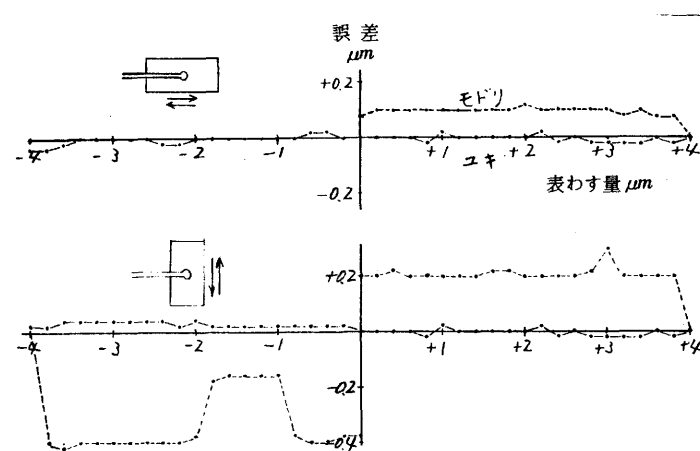


図4 倍率校正器誤差曲線

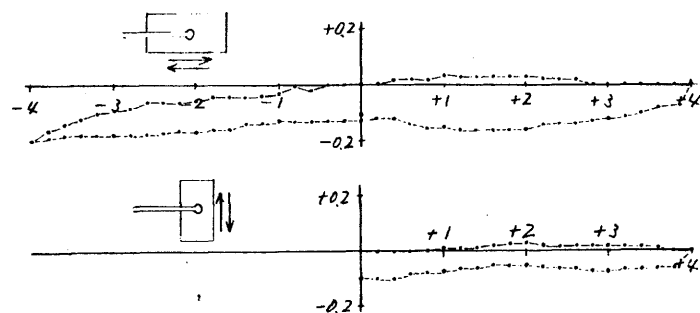
3. 電気マイクロメータの指示誤差の測定

2節で検定した倍率校正器を使用して2台の電気マイクロメータ(最小目盛 $0.2\mu\text{m}$)の指示誤差を測定した。てこ型検出器をマグネットスタンドで支持して一定時間放置して温度ならしを行い指示値の変動のないことを確認したのち、てこ型検出器の測定子軸線に対して直交する2方向についてそれぞれ8回繰返し測定した。(図5)。

指示誤差 = 電気マイクロメータの読取値 - 倍率校正器の値



電気マイクロメータ A Dスケール (目量 $0.2\mu\text{m}$)



電気マイクロメータ B Dスケール (目量 $0.2\mu\text{m}$)

図5 電気マイクロメータの指示誤差

A, Bとも、モドリ語差がかなり大きい、特にAの方は測定子に直角の方向の動きに対して大きく狂ってしまっている。測定子の支点が不安定なためと考えられる。てこ型検出器ではこのような作動の仕方をする測定も行われることがあるから、この誤差の大きいことは問題である。

JIS B 7536 電気マイクロメータの性能に規定してある指示誤差の許容値は表1である。

項 目	測定方法	測定用具	適用する目盛の目量	許 容 量
指 示 誤 差			目量 $0.1\mu\text{m}$ 未満	—
			目量 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $0.5\mu\text{m}$ 未満	目量の ± 1 以下
			目量 $0.5\mu\text{m}$ 以上	目量の ± 0.5 以下

表1 JIS B 7536 電気マイクロメータの性能(抜粋)

4. お わ り に

この実験を行うにあたって、計量研究所精密測定研究室・横山豊技官のご教示と助言をいただいたことを付記し、謝意を表する次第である。

昭和 49 年 度

滋賀県立機械金属工業指導所業務報告書

編集・発行 滋賀県立機械金属工業指導所

彦根市岡町 52 番 522

電話 (07492) 2-2325