

業 務 報 告 書

昭 和 52 年 度

滋賀県立機械金属工業指導所

彦根市岡町 52 番地

ま え が き

中小企業の最近の動向について昭和52年度の中小企業白書は景気回復の遅れ、円高、発展途上国の追い上げなどにより、中小企業の生産動向は一進一退で推移し年間平均上昇率は2.6%と極めて小さい伸びにとどまり、51年10月以降中小企業の伸び率が大企業の伸び率を下回る傾向にあって、回復度合に差が生じており、また中小企業性製品の輸出は鈍化し、52年12月には輸出額が前年水準を下回り更に52年の中小企業の倒産は史上最悪となり、しかも廃業する企業の割合が高まっているなど厳しい経営を強いられていると述べているように中小企業者にとっては厳しい年であったし、この試練の秋が今後も続くものと思われます。

このような厳しい経済環境の中で企業が発展するには徹底した合理化による生産コストの引下げ、あるいは品質の向上、新製品の開発などによる高付加価値生産への脱皮が求められています。

前述の状況を踏まえながら業界発展の一助として、当指導所は鑄造、機械加工技術、生産管理技術の指導および新製品開発の基礎研究を行ない、また一方指導業務として、技術者研修、巡回技術指導、講習会等を実施し、地場産業であるバルブ業界をはじめ、機械金属工業の技術向上に努めてきました。その概要を本書にまとめ報告します。

なお、技術指導等を通じ業界発展のために所員一同努力しておりますが、一層の御支援と御高見を賜われれば幸甚と存じます。

所長 上 田 敬

滋賀県立機械金属工業指導所業務報告書

昭和52年度

目 次

I	概 要	
I-1.	沿 革	A-2
I-2.	規 模	A-2
I-3.	組 織	A-3
I-4.	職 員	A-4
I-5.	会 計	A-5
I-6.	試験研究設備の整備状況	A-8
I-6-1.	機械器具	A-8
I-6-2.	図 書	A-8
I-7.	主要設備	A-9
II	業 務	
II-1.	依頼業務	A-14
II-1-1.	依頼試験受付件数および調定金額	A-14
II-1-2.	機械設備利用状況	A-14
II-2.	指導業務	A-16
II-2-1.	一般巡回技術指導	A-16
II-2-2.	公害防止巡回技術指導	A-16
II-2-3.	簡易巡回技術指導	A-17
II-2-4.	中期技術者研修	A-18
II-2-5.	講習会 研究会	A-19
II-2-6.	実地指導	A-20
II-2-7.	技術相談	A-23
II-2-8.	調査、審査	A-23
II-2-9.	県下機械金属業界の動向懇談会	A-24
II-2-10.	会議、研修等の出席	A-25
II-2-11.	生産技術研究会	A-29
II-3.	研究業務	B-1
II-3-1.	蛍光X線による銅合金の定量	B-1
II-3-2.	金型鑄造機の試作および鋳込み	B-16
II-3-3.	合金元素の添加と熱処理による機械的性質と耐食性について	B-25
II-3-4.	鑄造工場における廃棄物の再利用について	B-36

以 上

I 概 要

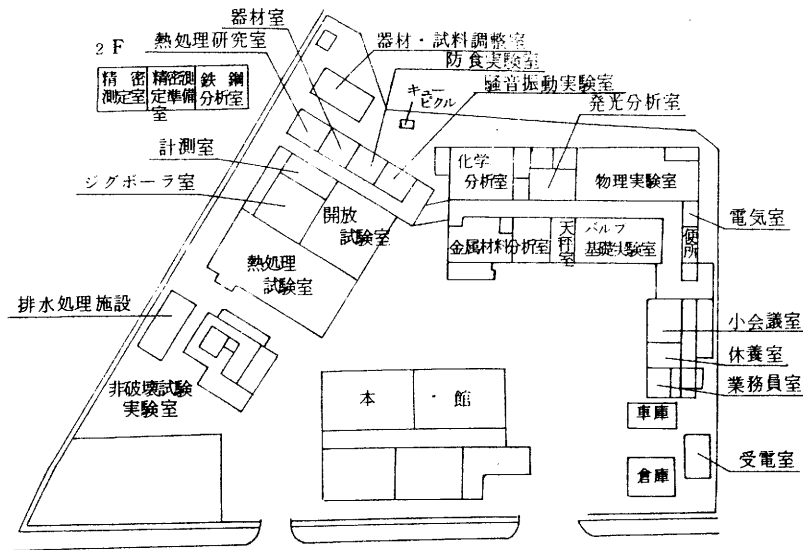
I-1 沿革

昭和21年 5月	既設機械工業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，ならびに彦根市に移転，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，シグボラ室，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	RI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	新築竣工。

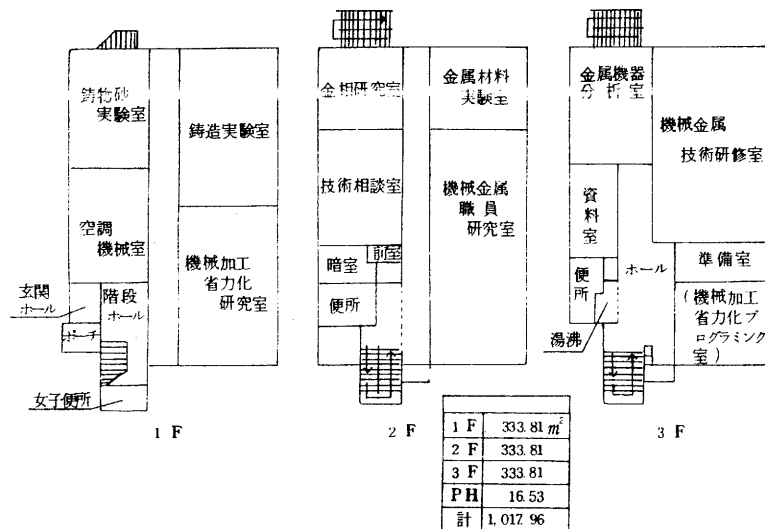
I-2 規模

敷地面積	3,400.68㎡
建物総面積	2,259.92㎡
本館	1,017.96㎡（鉄筋コンクリート三階建）
別館	562.53㎡（鉄筋コンクリート補強ブロック平屋建）
実験研究棟	487.96㎡（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	112.77㎡

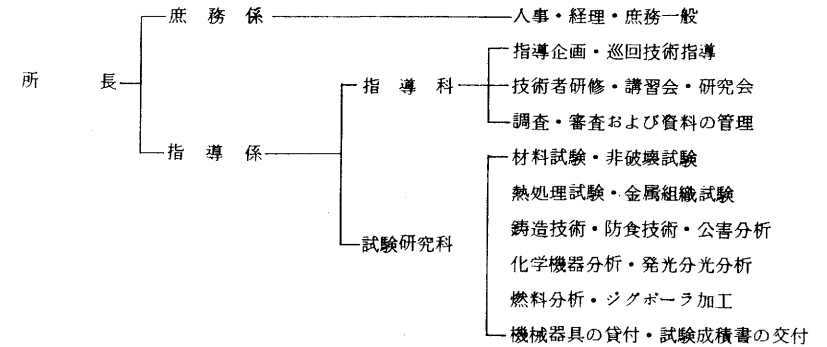
建物配置図



本館の各室配置図



I-3 組織



I-4 職員

(1) 職員の配置状況

区 分	吏 員		業 務 員	計
	事 務	技 術		
所長兼指導係長		1		1
庶務係長	1			1
庶務係	1		1	2
指導係指導		2		2
" 研究		6(兼2)		6
" 試験		3		3
計	2	12	1	15

(2) 職員担当業務

職 名	氏 名	担 当 業 務	職 名	氏 名	担 当 業 務
所長兼指導係長	坊 農 佐太郎		技 師	松 川 進	研 究
庶務係長	富 岡 栄治郎	庶務全般	"	樋 口 英 司	試験及研究
主 査	上 田 成 男	指導 "	"	佐 藤 真知夫	試 験
"	辻 久 男	研究 "	"	西 内 広 志	研 究
"	斉 田 雄 介	試験 "	"	宇 野 賢 一	試 験
主 事	寺 村 美智子	庶 務	業 務 員	塚 田 修太郎	
技 師	森 勇	指 導	嘱 託	藤 井 敏 弘	試 験
"	村 口 明 義	試験及研究			
"	中 山 勝 之	研 究			

(3) 職員の異動

52. 4. 1

新

旧

機械金属工業指導所所長	坊 農 佐太郎	機械金属工業指導所専門研究員
" 主査	斉 田 雄 介	総務部消防防災課技師
" 主事	寺 村 美智子	彦根高等職業訓練所主事
愛犬福祉事務所主事	尾 本 千 種	機械金属工業指導所主事
新規採用技師	宇 野 賢 一	
退 職	立 花 総一郎	機械金属工業指導所所長
"	藤 井 敏 弘	" 技師

53. 4. 1

機械金属工業指導所所長	上 田 敬	商工労働部中小企業指導課課長補佐
東北下水道事務所次長	富 岡 栄治郎	機械金属工業指導所庶務係長
機械金属工業指導所庶務係長	饗 場 誠 司	彦根県事務所県民課庶務係長
" 指導係長	上 田 成 男	機械金属工業指導所主査
退 職	坊 農 佐太郎	" 所長

I-5 会 計

(1) 歳 入

(単位 円)

科 目				予 算 額	調 定 額	収入済額	不 納 欠損額	未納額	予 算との 増 減 額
款	項	目	節						
使用料 及 手数料				6,580,000	6,679,700	6,679,700	0	0	99,700
	使用料			180,000	181,350	181,350	0	0	1,350
		商 工 手数料		180,000	181,350	181,350	0	0	1,350
			機械金 属工業 指導所	180,000	181,350	181,350	0	0	1,350
	手数料			6,400,000	6,498,350	6,498,350	0	0	98,350
		商 工 手数料		6,400,000	6,498,350	6,498,350	0	0	98,350
			機械金 属工業 指導所 試 験	6,400,000	6,498,350	6,498,350	0	0	98,350

A-5

諸収入				100,000	110,280	110,280	0	0	10,280
	雑 入			100,000	110,280	110,280	0	0	10,280
		雑 入		100,000	110,280	110,280	0	0	10,280
			経営技 術等研 修講習 等受講料	100,000	100,000	100,000	0	0	0
			雑 入	0	10,280	10,280	0	0	0
合 計				6,680,000	6,789,980	6,789,980	0	0	103,980

(2) 歳 出

(単位 円)

科 目					予 算 額	決 算 額	不 要 額	備考
款	項	目	節	細 節				
商 工 費					18,082,000	18,053,584	28,416	
	中小企業 指導費				18,082,000	18,053,584	28,416	
		機械金属 工業指導 所 費			15,990,000	15,961,584	28,416	
			報 償 費		42,000	37,400	4,600	
			旅 費		1,084,000	1,084,000	0	
			需用費		10,008,000	10,007,934	66	
				食糧費	173,000	172,939	61	
				その他 需用費	9,835,000	9,834,995	5	
			役 務 費		1,736,000	1,735,960	40	
				その他 役 務 費	1,736,000	1,735,960	40	
			委 託 料		338,000	338,000	0	
				保安業務 委 託 料	195,000	195,000	0	
				恒温恒湿 管理委託料	143,000	143,000	0	
			使用料及 び賃借料		12,000	6,090	5,910	
			工 事 請 負 費		2,100,000	2,083,000	17,000	

A-6

		備品購入費		656,000	656,000	0	
		公課費		14,000	13,200	800	
	中小企業指導費			2,092,000	2,092,000	0	
		報償費		677,000	677,000	0	
		旅費		789,000	789,000	0	
		需用費		451,000	451,000	0	
			食糧費	103,000	103,000	0	
			その他需用費	348,000	348,000	0	
		役務費		63,000	63,000	0	
			その他役務費	63,000	63,000	0	
		使用料及び賃借料		110,000	110,000	0	
		負担金補助及び交付金		2,000	2,000	0	
			技術者研修協会加入会費負担金	2,000	2,000	0	

事業費

指導所運営費	6,976,775円
試験研究指導費	8,984,809円
中小企業診断指導費	250,000円
巡回技術指導費	432,000円
技術普及講習会費	55,000円
技術者研修費	978,000円
公害防止巡回技術指導費	377,000円

I-6 試験研究設備の整備状況

I-6-1 機械器具（昭和52年度購入分）

廃ガス洗浄装置一式

I-6-2 図書

購入年度	図書名	冊数
昭和52年度	大気汚染のガスクロマトグラフ技術	1
	腐食データ集（金属編）	1
	X線分析の進歩 (5)	1
	" (6)	1
	" (7)	1
	" (8)	1
	X線結晶学 (H)	1
	" (F)	1
	腐食防食文献目録	1
	低温度における材料の熱物理性質	1
	金属エッチング技術	1
	水ガラス配合鋳物砂の性質と形成	1
	鋳造・鍛造・熱処理英和術語辞典	1
	エレクトロスラグ鋳造法の原理と応用	1
	鋳物の結晶組織の形成	1
	鋳鉄組織のすべて	1
	鋳鉄と鋼の基礎的研究	1
	自動盤ツーリング, マニュアル	1
	戦略的企業行動	1
	経理がわかる事典	1
	税務会計の要点と対策	1
	申告納税の要点と対策	1

購入年度	図 書 名	冊 数
昭和52年度	粉粒体による摩耗の対策技術	1
	ステンレス鋼便覧	1
	一般高圧ガス保安規則関係基準	1
	バルブ取扱指針	1
	フライス盤マニュアル(1)	1
	" (2)	1
	精 度 の 探 求	1

I-7 主要設備

品 名	規 格	購入年月日	備 考
島津万能試験機	電子管式 REH-30型	35. 9.17	中小企業庁補助物件
"	" REH-100型	46. 9.29	"
荷重ひずみ記録計	島津製万能試験機用	35. 9.17	"
工業用X線装置	" WELTES-200	"	"
自記ポラログラフ	" RP-2	35. 9.21	"
分光分析装置	" QL-170	"	"
試験用浸炭室化炉	" 200-35A	37. 2.25	"
万能研削盤	三井精機製MUG25×50	37. 6.29	自転車振興会補助物件
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KK製LSB-30	37. 7. 9	"
シグ中ぐり盤	三井精機製JBD型NO3	38. 6.17	自転車振興会補助物件
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	C-40牧野フライス社製	38.12.23	"

品 名	規 格	購入年月日	備 考
自動温度調製装置	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1000	40. 1.10	自転車振興会補助物件
ロックウェル硬度計	明石製作所ORK型(電動型)	40. 8.20	"
二連オートメット研磨テーブル	米国ビューラー製64-1912	41. 9.30	"
吸熱型炉気制御装置	島津製吸熱型ENP-50N	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	自転車振興会補助物件
旋 盤	大阪工作所製BC型	43. 3.19	"
自動クロン滴定装置	柳本製作所製CC-12型	43. 3.28	"
ポテンショスタット	柳本製作所製UE-101型	43. 3.28	"
ストレインメーター	新興通信工業製DS61RX型	43.10. 4	"
超硬工具研磨盤	アサヒダイヤモンド工業製SDG型	43. 9.10	"
超音波洗浄装置	ブラザー工業製500W型	43.10.17	"
表面あらさ計	テラー・ホブソン社製タリサーフ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	東芝電気製RRM-110-1型	44.10.21	自転車振興会補助物件
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 MOD0.2/20	"	"
金属顕微鏡	日本光学製ME型	"	"
キヤス試験機	東洋理化学製CASSER-1型	44.10.29	"
流速効果腐食試験装置	山崎精機研究所製VF-1型	"	"
原子吸光 炎光共用分光分析装置	日本ジャーレアルアッシュ製 AA-IR(S)型	"	"
カットオフ(帯鋸盤)	アマダ製CRH-300S型	45. 8.30	"
ショアーかたさ試験機	三光計器製S44型計量研型	45. 9.25	中小企業庁補助物件
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	自転車振興会補助物件

品 名	規 格	購入年月日	備 考
工業用赤外線温度計	旭産業製TA-1	45.10.20	自転車振興会補助物件
デジマイクロ	オリンパス製顕微鏡STM CCBO-1-A	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	自転車振興会補助物件
オームバス電気炉	東洋電熱工KK製NC-25PLS	46.11.8	"
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	小沢製作所製MQ-1型	"	"
定電位電解分析装置	柳本製作所製AFS-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パン	日産自動車工業製	48.7.31	中小企業庁補助物件
ばいじん量測定装置	D-20SC	49.8.12	"
メモーション測定装置	ナショナル製	49.7.31	"
万能基準かたさ試験機	計量研型SHT-3型計算装置付	49.12.28	"
高周波誘導電気炉	FTH-30M型サイリスタ式	49.10.30	"
微量砒素測定装置	ASD-1A	49.7.20	"
蛍光X線分析装置	ガイガーフレックス3063P4 理学電機工業KK	52.3.30	"
オートクレーブ	ナックドライブ式柳本商事KK	52.3.30	"
CEメーター	TECTIPマークIII-H リーズアンドノースロップ社製	52.3.30	"
耐力測定装置	島津製 青山商事(株)	52.3.30	"

II 業 務

II-1 依 頼 業 務

Ⅱ-1 依頼業務

Ⅱ-1-1 依頼試験受付件数及調定金額

〔依頼試験〕	1,760件	6,498,350円	
・強度試験	1,040件	1,929,100円	
(内 訳) 引 張		3,383試料	
抗 折		1,052試料	
か た さ		1,308試料	
そ の 他		54試料	
・分析試験	506件	3,752,500円	
分析成分数	4,330成分		
(内 訳) ねずみ鋳鉄		211試料	
青 銅 鋳 物		613試料	
球状黒鉛鋳鉄		46試料	
特 殊 鋼 等		148試料	
・金属顕微鏡写真	68件	377試料	394,800円
・精 密 測 定	12件	52試料	35,400円
・放 射 線	10件	60試料	49,900円
・鋳 物 砂	31件	41試料	96,400円
・特 殊 試 験	24件	173試料	180,150円
・そ の 他	69件	272試料	60,100円

Ⅱ-1-2 機械設備利用状況

	70件	181,350円
(内 訳) 電子管式万能試験機	579回	
ブリネル硬度計	146回	
ロックウェル硬度計	30回	
万 能 投 影 機	2時間	
光学式治具中ぐり盤	21時間	
万 能 研 削 盤	5時間	
平 面 "	85時間	
シ ョ ア ー 硬 度 計	222回	
鋳物砂強弱試験機	4回	
試 料 切 断 機	30回	
ソルトバス電気炉	2時間	

II-2 指導業務

Ⅱ-2 指導業務

Ⅱ-2-1 一般巡回技術指導

(1) 指導日 (その1)

昭和52年10月25日より10月31日まで

(2) 対象企業

- 有限会社 古川鋳造所
- 宮部鉄工株式会社
- 橋本製作所
- 田口金属株式会社
- 有限会社 伊吹金属

(3) 外部指導員

技術士 新庄秀光

(4) 指導内容

生産管理および加工技術

(1) 指導日 (その2)

昭和53年2月3日より2月10日まで

(2) 対象企業

- 角田鉄工株式会社
- 富士鉄工株式会社愛知川工場
- 株式会社 森田鉄工所
- 株式会社 木村鉄工所
- 門野工作所

(3) 外部指導員

経営コンサルタント技術士 石松康男

(4) 指導内容

生産管理全般について

Ⅱ-2-2 公害防止巡回技術指導

(1) 指導日 (第1回)

昭和52年5月11日から昭和52年5月21日まで

(四) 対象企業

- 第二吉清鋳造株式会社
- 大丸工業株式会社
- 彦根鋳工株式会社 外町工場
- みかさ工業株式会社

(イ) 外部指導員

滋賀県立短期大学工学部講師 菊地 憲次

(ロ) 指導内容

ばいじん量 SOX 騒音振動各測定

(イ) 指導日 (第2回)

昭和52年8月9日

(四) 対象企業

- 滋賀ケーブル株式会社

(イ) 指導内容

防音壁設置に伴う騒音、振動の測定

(イ) 指導日 (第3回)

昭和52年10月12日から昭和52年10月13日まで

(四) 対象企業

- 第二吉清鋳造株式会社

(イ) 指導内容

湿式(ベンチュリー)除塵装置修理完了に伴うばいじん量、SOXの測定及指導

II-2-3 簡易巡回技術指導

(イ) 指導日

昭和52年11月15日より昭和52年12月15日まで

(四) 対象企業

- 県下の中小機械金属企業(株)安孫子鋳造所外 29社

(イ) 指導員

当所技術職員にて指導班を編成して巡回した

(ロ) 指導内容

機械、鋳造、プレス各技術全般について

II-2-4 中期技術者研修

コース名	修了者数	研修期間	研修時間			研修場所	
			講義	実習	計	講義	実習
金属 (機械加工)	17	昭和 52.7.11 ~52.9.14	54 時間	20 時間	74 時間	長浜市 湖北労働会館 向浜荘	愛知県大口町 (株)山崎鉄工所 彦根市 当指導所

研修日程表

番号	月日 (曜日)	科目	講義題目	講師名
1	7.11月	労務管理	良き従業員を育てるには	中小企業診断士 山本 淑郎
2	13水	原価管理	低成長下の原価管理対策	技 術 士 石松 康男
3	15金	制御工学	数値制御	株式会社山崎鉄工所 係長 小川 光則
4	18月	"	"	"
5	20水	加工技術	自動化と省力化	ヤンマーディーゼル株式会社 部長 市河 泰三
6	22金	"	切削技術及NCツウリング	三菱金属株式会社 課長 宇宿 徹
7	25月	"	加工法別切削油剤の適用	ユシロ化学株式会社技術研究所 所長 吉水 秀夫
8	27水	自動化技術	油、空、電、回路の読み方、作り方	大阪府立工業技術研究所 技師 浅岡 武之
9	29金	計測技術	これからの精密測定器及測定技術	オリンパス光学工業株式会社 技師 片桐 正秀
10	8.1月	制御工学	工業用ロボットの利用技術	アイダエンジニアリング株式会社 主任 山岡 重之
11	3水	"	"	"
12	5金	"	NCの選び方、使い方	株式会社山崎鉄工所 課長 中村 正道
13	8月	"	"	"
14	10水	"	NCのプログラミング	株式会社山崎鉄工所 係長 伊藤 力
15	19金	"	"	"
16	22月	"	NC導入と採算性	技 術 士 新庄 秀光
17	24水	"	"	"
18	26金	"	NC機の保守管理	株式会社山崎鉄工所 部長 城 萬士
19	9.2金	実 習	民間企業	
20	7水	"	"	
21	9金	"	当 所	

Ⅱ-2-5 講習会, 研究会

(イ) 技術講演会

日 時 昭和52年11月29日
場 所 当所 技術研修室
講義題目 後進国の追いつけと中小企業対策
講 師 日刊工業新聞 滋賀支局長 堀 内 博
対象受講者 県下中小機械金属業者
受講人員 35名

(ロ) 技術普及講習会 (生産技術研究会共催)

日 時 昭和53年1月19日
場 所 彦根市民会館第3会議室
講義題目 競争力をつけるための品質管理
講 師 工業経営相談所 技術士 新 庄 秀 光
対象受講者 彦根地区バルブ製造技術者
受講人員 17名

(ハ) 技術普及講習会

日 時 昭和53年2月22日～23日
場 所 大津市打出ヶ浜3番7号
滋賀県産業振興協同組合研修室
講義題目 管理事務の活性化をはかる
講 師 日本経営合理化センター教育本部
部長コンサルタント 大 島 宏 二
対象受講者 滋賀県産業振興協同組合
滋賀県電化工業協同組合
受講人員 31名

(ニ) 研究発表会 (昭和51年度に実施した研究成果)

日 時 昭和52年11月29日
場 所 当所 技術研修室
受講対象 県下機械金属業者
受講人員 35名
研究テーマ及発表者
○球状黒鉛鑄鉄の強度と組織の関係 樋 口 英 司
○球状黒鉛鑄鉄の引けについて 松 川 進
○水ガラス系、鑄物廃砂の湿式再生法の検討 村 口 明 義

Ⅱ-2-6 実地指導

CEメーターによる材質管理について (実地指導)

1. 実地指導日 : 昭和52年5月31日
2. 指導企業 : M社
3. 指導者 : 主査 辻 久 男
主査 齊 田 雄 介
技師 松 川 進

4. 指導概要

4-1. 溶解管理の目的

指導企業M社は、最近地下鉄の入口などで見かける踏み台 (ガラス入り金枠) の受注を得た。この材質はFC25～30を必要とするが、M社では今迄FC20以上の高級鑄鉄を鑄造した事がない。故に、この受注を消化するためには当然材質管理のための溶解技術を習得せねばならない。一方当指導所に於ても、溶解管理におけるCEメーター利用の有意性を確認する必要がある。この2点が今回の実地指導の主目的であるが、他方M社は今迄下記のよ

- (1) 原材料管理の不備。
- (2) 配合計算・計量の不充分。
- (3) 溶解管理。例えば炉前試験・測温の不徹底。
- (4) 事後の材質チェックとその対策の不充分。

などの管理がなされておらず、たまたまFC10～20の鑄物を得ていたと言っても過言ではない。故に、溶解時における必要最少限の管理事項を熟知し、溶解前後における材質管理を実行させるべく指導する事を目的とする。

4-2. 指導手順

- (1) M社独自の配合 (FC15相当) による溶解。
- (2) 上記溶湯をCEメーターによりCE値、C・Siを測定し、配合時の目標成分とCEメーターによる実際値との差を確認。
- (3) FC25～30相当の材料配合。
(2)で測定した時の差を考慮し、配合C・Si量を計算し、配合割合を決定。
- (4) これを溶解し、CEメーターによりCE値、C・Siを測定。
この時、目標成分になっていない場合は、配合割合を変える。
- (5) この溶湯でのTPを採取し、分析・物性試験に供す。
- (6) 以上測定したCEメーターによるC・Siと分析値物性値の関係を考察し、実際製品の配合割合を決定する。

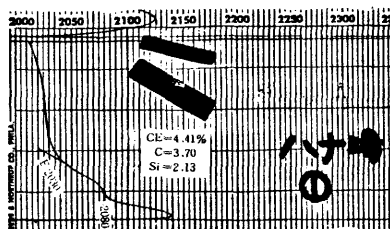
4-3. 指導結果

(1) M社独自の配合 (FC15相当と思われる)

- 新 鉄 30.0% 60.0kg
- 戻 り 70.0% 140.0kg

計…… 200.0 (1チャージ)

(2) CEメーターによる成分測定。 (3) 成分比較



この結果から、溶湯の材質はFC20以下である事は確実である。

		(%)	
		配合割合	分析結果
	目 標	実際配合	CEメーター 湿式分析
C	3.7~3.8	3.90	3.70 3.66
Si	1.8~2.2	2.24	2.13 2.01
CE値	4.42		4.41 4.33

注) 配合割合は事後の計算による。

(4) CEメーターと湿式分析による違い。

上記の数値からも大きな違いはなく、充分現場分析用に利用できる事が判明。Si値の差が大きいのは、次式： $CE = C + 1/3 Si$ から算出するためである。

(5) FC25~30の配合。

。 目標成分と実際配合成分

	目 標 成 分	実際配合成分 (加炭を考慮) 2.60
C	3.2~3.4	
Si	1.3~1.5	1.55

。 地金配合割合

(新 鉄)	30.0%	60.0kg
(戻 り)	40.0%	80.0kg
(鋼 屑)	30.0%	60.0kg
Si (50%)	0.5%	1.0kg

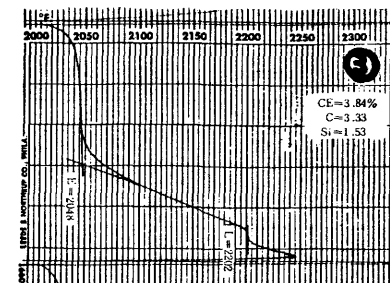
計…… 201.0 (1チャージ)

注) Siは上記合計に対しての割合

その時の地金成分 (%)

	C	Si	Mn	P	S
新 鉄	3.95	1.87	0.71	0.079	0.039
戻 り	3.44	1.85			
鋼 屑	0.14	0.07	0.73	0.015	0.023
Si (50%)		50.0			

(6) CEメーターによる成分測定 (チャート)



(7) 成分比較 (%)

	CEメーター	湿式分析
C	3.33	3.31
Si	1.53	1.32
CE値	3.84	3.75

(8) 物性試験

抗折試験 (鋳放直径28.8mm)

最大荷重 941.0kgf/mm²

た わ み 6.5mm

引張強さ 27.0kgf/mm²

硬 さ (HB) 223.0

(9) 結 果

Siが前回と同様に多少の差があったが、CEメーターによる値と湿式分析値ともに目標成分に近く、各値それぞれFC25~30の範囲に入っている。この事は物性試験によって明確に証明されている。

故に、FC25~30の配合割合はこの程度で良い結果が出るが、鋼屑の割合をもう少し増し(40%程度にする)硬くするとよい。

5. 結 び

以上、CEメーターによる溶湯管理の実地指導を行ったが充分期待するものが得られた。

すなわち、

(1) C・Si・CE値が湿式分析値と大差なく、CEメーターの管理器械としての価値が確認できた。

(2) M社の溶解に対する考え方が変ってきた事。

すなわち、原材料の管理は勿論の事、計算による配合の習慣化 炉前チェックの重要性の確認、CEメーター利用の意志、またあらゆる鋳造技術の数値による管理の重要性の確認、技術管理の裏付けをされた新規受注への自信などである

(3) 当指導所の鋳造関係における現場技術指導器械の重要なものの一つとして利用できる事が確認された。

Ⅱ-2-7 技術相談

(イ) 鑄造技術	29件
(ロ) 材料	5件
(ハ) 材料分析	6件
(ニ) 耐食・耐摩耗	5件
(ヒ) 材料組織	4件
(ヘ) 熱処理技術	9件
(ト) 品質管理	6件
(チ) 鍛造	2件
(リ) 切削技術及切削油	7件
(ヌ) 設計技術	4件

その他シール材、表面処理、公害、測定技術、溶接、放射線について

6件

計 83件

Ⅱ-2-8 調査・審査

- 地場産業景気動向調査 28回
昨年度について1-4半期ごとに企業訪問して実施した。
なお当所は彦根地区（パルプ産地）企業の内代表的な20社の内7社を調査した。
- 操業度調査 51回
パルプの内、船用、陸用、水道用の専門加工企業3社を選定して1企業あたり10日毎に3ヶ月集計していた結果或程度の把握が出来たのでそれ以後は1企業を月末集計し8ヶ月継続した。
- 円高調査 7企業
円の急激な相場上昇に伴い輸出関連企業を7社（機械金属関係）を対象に調査し関係機関に報告した。
- 設備近代化資金および設備貸与貸付申込企業の事前調査。
設備近代化関係 9企業
設備貸与関係 18企業
- 設備貸与貸付企業の事後指導 30企業
- 設備近代化資金貸付審査会
- 設備貸与審査会
- 設備貸与関係先進地調査

Ⅱ-2-9 県下機械金属業界の動向懇談会

(イ) 日時	昭和52年6月10日	午前10時より
(ロ) 場所	当所	技術研修室
(ハ) 出席者	滋賀県銅合金鑄造協同組合理事長 彦根工業協同組合理事長 滋賀県パルプ事業協同組合理事長 滋賀県自動車部品工業組合理事長 滋賀県機械金属事業協同組合理事長 滋賀県鋳鉄鋳物工業組合理事長 彦根金属加工協同組合理事長 滋賀県産業振興協同組合理事長 水口機械工業協同組合理事長 彦根弁栓工業協同組合理事長 滋賀県パルプ事業協同組合連合会理事長 滋賀県鋳物工業協同組合理事長 彦根パルプ工業協同組合理事長 湖南鉄工事協同組合理事長 湖南金属工業協同組合理事長 滋賀県中小企業団体中央会 県 商 工 課 県 中小企業課 県 職業訓練課 当指導所職員	
(ニ) 懇談内容	当所の昭和52年度事業説明 各組合傘下企業の現況について 当指導所に対する要望について	

Ⅱ-2-10 会議、研修等の出席

名 称	月 日	場 所	出 席 者
近畿地方工業技術連絡会議	4. 7	大 阪 市	坊 農 所 長
地 場 産 業 景 気 動 向 説 明 会	" 12	大 津 市	上田・辻・斉田主査
螢 光 X 線 回 析 装 置 研 修	" 12~ 15	高 槻 市	西 内 技 師
第 15 回 産 業 公 害 防 止 技 術 部 会	" 5	泉 大 津 市	村 口 技 師
景 気 動 向 調 査	" 15	彦 根 市	辻・斉田主査
近 畿 地 方 公 設 試 験 研 究 機 関 事 務 長 会 議	" 18 19	大 阪 市	富 岡 庶 務 係 長
近 工 連 機 械 金 属 部 会	" 26	京 都 市	辻 主 査
地 場 産 業 景 気 動 向 報 告 書	5. 7	大 津 市	上田・辻・斉田主査
第 22 回 化 学 連 合 部 会	" 16~ 18	東 京 都	斉 田 主 査
螢 光 X 線 回 析 装 置 研 修	" 16~ 20	"	西 内 技 師
第 22 回 機 械 金 属 連 合 部 会	" 10~ 13	茨 城 県 大 洗 町	辻 主 査
技 術 者 研 修 機 関 近 畿 地 区 ブ ロ ッ ク 会 議	" 21	京 都 市	森 技 師
第 13 回 産 業 公 害 連 合 部 会	" 25~ 28	広 島 市	坊 農 所 長
全 国 情 報 化 推 進 研 究 会	" 25 26	東 京 都	上 田 主 査
近 工 連 第 17 回 LCA 分 科 会	" 26	大 阪 市	樋 口 技 師
設 備 貸 与 審 査 会	6. 3	大 津 市	坊 農 所 長
機 械 金 属 連 合 部 会 計 測 分 科 会	" 6~ 7	東 京 都	佐 藤 技 師
近 工 連 大 気 廃 水 合 同 分 科 会	" 24	伊 丹 市	西 内・宇 野 技 師
近 工 連 化 学 部 会	" 28	池 田 市	村 口 技 師
設 備 貸 与 審 査 会	7. 7	大 津 市	坊 農 所 長

名 称	月 日	場 所	出 席 者
産 業 公 害 連 合 部 会 騒 音 振 動 分 科 会	7. 7~ 8	名 古 屋 市	松 川 技 師
螢 光 X 線 回 析 装 置 研 修	" 12~ 15	高 槻 市	村 口 技 師
景 気 動 向 調 査	" 14	彦 根 市	辻・斉田主査
近 代 化 資 金 審 査 会	" 29	大 津 市	坊 農 所 長
景 気 動 向 調 査 報 告 会	8. 2	"	辻 主 査
溶 接 技 術 競 技 審 査 会	" 19	草 津 市	坊 農 所 長・辻主査
設 備 貸 与 審 査 会	" 4	大 津 市	坊 農 所 長
近 代 化 資 金 審 査 会	" 30	"	"
近 工 連 第 18 回 LCA 分 科 会	9. 1~ 2	福 井 県 越 前 岬	樋 口 技 師
近 畿 地 方 工 業 技 術 連 絡 会 議	" 6	神 戸 市	坊 農 所 長
設 備 貸 与 審 査 会	" 19	大 津 市	"
近 代 化 資 金 審 査 会	" 19	"	上 田 主 査
近 代 化 資 金 審 査 会	" 22	"	坊 農 所 長
共 同 分 析 検 討 会	10. 4~ 6	東 京 都	村 口 技 師
近 工 連 産 業 公 害 防 止 部 会	" 5	奈 良 県 御 所 市	斉 田 主 査
景 気 動 向 調 査	" 6 7	彦 根 市	上田・辻・斉田主査
全 国 情 報 化 推 進 研 究 会	" 14	静 岡 市	上 田 主 査
プ ラ ス チ ッ ク 業 界 調 査	" 17	石 部 町	"
機 械 金 属 連 合 部 会 計 測 分 科 会 形 状 精 度 測 定 研 究 会	" 17 18	岡 山 市	佐 藤 技 師
機 械 金 属 連 合 部 会 計 測 分 科 会 試 験 評 価 技 術 研 究 会	" 18 19	"	辻 主 査
第 18 回 工 業 技 術 連 絡 会 議 総 会	9. 28~ 30	東 京 都	坊 農 所 長

名 称	月 日	場 所	出 席 者
機械金属連合部会計測分科会 温度計測研究会	10. 18 19	岡 山 市	中 山 技 師
臭 気 講 習 会	" 11	大 阪 市	宇 野 技 師
プラスチック業界調査	" 21	東 大 阪 市	上 田 主 査
設 備 貸 与 審 査 会	" 25	大 津 市	坊 農 所 長
近畿地方公設試験研究機関 事務 長 会 議	" 25 26	京 都 市	富岡庶務係長
近工連機械金属部会	11. 8	三 木 市	辻 主 査
近工連第19回LCA分科会	" 10	大 阪 市	樋 口 技 師
環 境 計 量 講 習 会	" 14~ 19	東 京 都 東久留米市	村口・宇野技師
全国情報化推進研究会 近畿・四国ブロック会議	" 16~ 18	高 松 市	森 技 師
鑄造技術担当者会議	" 16~ 18	名 古 屋 市	松 川 技 師
設 備 貸 与 審 査 会	" 30	大 津 市	坊 農 所 長
円高為替差損実態調査	" 30	彦 根 市	上田主査・森技師
近工連大気廃水合同分科会	" 16	神 戸 市	西 内 技 師
公 害 防 止 現 地 調 査	12. 2	大 津 市	上田主査・村口技師
公 害 対 策 審 議 会	" 12	彦 根 市	坊 農 所 長
通産省技術連絡会議	" 15 16	東 京 都	"
円高対策懇談会	" 17	大 津 市	"
近代化資金審査会	1. 10	"	"
設 備 貸 与 審 査 会	" 11	"	"
景 気 動 向 調 査	" 19 20	彦 根 市	上田・辻・齊田主査

名 称	月 日	場 所	出 席 者
中 小 企 業 庁 技 術 連 絡 会 議	1. 26 27	東 京 都	坊 農 所 長
電 気 担 当 者 連 絡 会 議	2. 3	大 阪 市	中 山 技 師
設 備 貸 与 審 査 会	" 8	大 津 市	坊 農 所 長
第12回公害シンポジウム及産業 廃棄物分科会・産業廃水分科会	" 1~ 3	東 京 都	西 内 技 師
昭和53年度共同研究打合会	" 13	名 古 屋 市	坊 農 所 長 松 川 技 師
設 備 導 入 の 傾 向 調 査	" 15~ 18	鹿 児 島 市 宮 崎 市	坊 農 所 長
近工連第20回LCA分科会	" 9 10	和 歌 山 市	樋 口 技 師
水質汚濁研究シンポジウム	" 20~ 22	東 京 都	辻 主 査
公 害 対 策 審 議 会	" 22	大 津 市	坊 農 所 長
BBCテレビ番組編成会議	" 9	"	上 田 主 査
設 備 貸 与 審 査 会	" 24	"	坊 農 所 長
機械金属連合部会計測分科会 温度計測研究会	3. 3 4	東 京 都	中 山 技 師
昭和53年度共同研究打合金	" 6~ 8	山 形 市	富岡係長 松 川 技 師
放 射 線 安 全 管 理 研 究 会	" 14 15	大 阪 市	辻主査・佐藤技師
プラスチック工業懇談会	" 15	大 津 市	坊 農 所 長
近工連産業公害部会	" 17	和 歌 山 市	西内・宇野技師
近工連騒音振動分科会	" 24	奈 良 市	松 川 技 師

Ⅱ-2-11 生産技術研究会

昭和52年度事業経過報告

昭和52年度役員

会 長	円 藤 昌 二	
幹 事	西 島 彪	松 井 繁 徳
	田 郷 幸 雄	浜 川 勲
	上 田 成 男	斉 田 雄 介
会計幹事	葛 蒲 池 功	日 比 忠 雄

事業経過

- | | | |
|--------|--------------|----------------------|
| 4. 14 | 昭和52年度通常総会 | 出席者 22名(19社) |
| | 昭和51年度事業経過報告 | 会計報告 会計監査報告 |
| | 昭和52年度役員選挙 | |
| | 講演会 | 新しい職場の指導者 |
| | 講 師 | 関西言論科学研究所 |
| | | 所 長 金 井 金子郎氏 |
| | 出 席 者 | 31名 |
| 4. 27 | 第1回幹事会 | 昭和52年度事業計画および予算 |
| 5. 26 | 工場見学 | (株)芝浦製作所小浜工場(福井県小浜市) |
| | 参 加 者 | 8名 |
| 6. 10 | 会報第12号の発行 | |
| 6. 24 | 講習会 | 圧力容器について |
| | 講 師 | 川崎重工業(株)滋賀工場 |
| | | 森 田 勝 利氏 |
| | 出 席 者 | 23名 |
| 8. 3 | 研 究 会 | 高圧ガスの基礎知識について |
| | 出 席 者 | 4名 |
| 9. 13 | 工 場 見 学 | 立松鑄造(株)桑名工場 |
| | | 富士電気製造(株)四日市工場 |
| | 参 加 者 | 15名 |
| 10. 10 | 会報13号の発行 | |
| 10. 19 | 講習会 | 非破壊検査について |
| | 講 師 | (株)島津製作所三条工場 |
| | | 沢 村 恒 夫氏 |

- | | | |
|---------|----------------------|---------------------|
| | 出 席 者 | 25名 |
| 11. 10. | 第2回幹事会 | 昭和52年度の実績と今後の計画について |
| 12. 6 | 研 究 会 | バルブの種類と選択について |
| | 出 席 者 | 9名 |
| 1. 19 | 講習会 | 競争力をつけるための品質管理 |
| | 講 師 | 工業経営相談所 |
| | | 新 庄 秀 光氏 |
| | 場 所 | 彦根市民会館第3会議室 |
| | 出 席 者 | 17名 |
| 2. 10 | 会報第14号の発行 | |
| 2. 21 | 工 場 見 学 | (株)島津製作所京都三条工場 |
| | | 三菱重工業(株)京都精機製作所 |
| | 参 加 者 | 14名 |
| 3. | 生産技術研究会事業に関するアンケート調査 | |
| | 会計監査 | |

(注) 会場名なきものは機械金属工業指導所研修室

II-3 研究業務

目 次

蛍光 X 線による銅合金の定量	B-1
金型鑄造機の試作および鑄込み	B-16
合金元素の添加と熱処理による機械的性質と耐食性について	B-25
鑄造工場における廃棄物の再利用について	B-36

蛍光X線による銅合金の定量

西 内 広 志

1 諸 言

年々増加する依頼試験分析，特に銅合金（青銅鋳物）に関する分析依頼が大きな比重をしめており，このことを迅速に対処するため，蛍光X線分析装置で定量することが，本実験の目的であるが，銅合金を分析する際の問題点として，試料の研磨方法，すなわち表面粗度によってX線強度の変化，あるいは共存元素によって吸収，励起効果（マトリックス効果）が考えられる。以上の事を考慮しつつ固休法による銅合金の定量を行なった結果について報告する。

2 実験方法

2-1 装 置

理学電機工業株式会社製，3063P4を用いた。

2-2 供 試 材

NBS標準試料，1102，1109，1110，1111 および供試材31個。

2-3 供試材の化学分析

NBS標準試料（銅合金）には青銅鋳物の成分，含有量にあう試料は殆んどない為，依頼試験にもちこまれた試料の中から検量線，マトリックス補正作成に必要な試料を31個抽出し，JIS法に準じて4回分析した。NBS標準試料と供試材の化学分析値を表1・表2に示す。

表1. NBS標準試料の化学分析値

試 料 名	Cu %	Sn %	Zn %	Pb %	Fe %
1102	72.85	0.006	27.10	0.02	0.011
1109	82.22	0.10	17.43	0.075	0.053
1110	84.59	0.051	15.20	0.033	0.033
1111	87.14	0.019	12.81	0.013	0.010

表2. 実試料の化学分析値

試 料 名	Cu %	Sn %	Zn %	Pb %	ToTal %
A-1	88.26	9.34	1.15	0.62	99.37
A-2	83.83	4.41	5.68	5.36	99.68
A-3	86.20	4.59	4.07	4.84	99.70
A-4	86.21	4.58	3.85	4.80	99.40
A-5	85.65	4.86	4.68	4.40	99.59
A-6	84.73	5.00	4.77	4.72	99.20
A-7	84.49	5.09	4.81	4.78	99.17
A-8	83.24	5.74	4.89	5.92	99.79
A-9	83.28	7.42	3.92	4.97	99.59
A-10	84.73	4.39	5.06	5.15	99.33
A-11	84.64	4.38	4.81	5.46	99.69
A-12	90.45	9.11	0.07	0.03	99.66
A-13	87.26	8.40	2.16	1.50	99.33
A-14	82.55	5.56	6.26	4.76	99.13
A-15	82.21	4.29	6.70	5.67	98.87
A-16	84.49	3.87	5.10	5.79	99.25
A-17	86.50	3.42	4.00	5.86	99.78
A-18	84.92	0.20	4.55	5.07	99.40
A-19	85.11	4.77	4.85	4.57	99.30
A-20	83.82	2.56	6.75	6.20	99.33
A-21	84.97	6.21	4.31	3.64	99.13
A-22	82.33	4.41	6.40	6.40	99.54
A-23	85.05	5.33	4.74	4.83	99.45
A-24	87.22	7.72	3.72	0.65	99.31
A-25	84.58	4.21	5.64	4.50	98.93
A-26	87.22	8.84	1.15	2.26	99.47
A-27	84.15	3.38	4.52	6.85	98.90
A-28	88.16	8.03	2.58	0.54	99.31
A-29	84.17	3.54	4.66	6.60	98.97
A-30	86.22	3.45	4.00	5.94	99.61
A-31	85.82	4.19	4.16	4.82	98.99

2-4 測定項目

- (1) 試料台（ターレット）位置の影響
- (2) 試料ホルダーおよびマスクの検討
- (3) 表面状態の影響
- (4) Sn, Zn, Pbの定量
- (5) Cuの定量

3 実験結果および考察

3-1 試料台（ターレット）位置の影響

6 試料を装填するターレットの各部をT1~T6としその各々の位置におけるX線強度を測定した。供試材は標準Brassをもちいた。測定条件は表3に示す。測定の繰り返しを15回とし、その結果を表4に示す。いずれもJISG1204による繰り返し再現精度 $\sigma\% = 0.5$ 以内でありRatio測定する際には問題ない。

表4 試料台位置の影響

試料台位置	$\bar{x}$ count	$\bar{x}$ total	σ	$\sigma\%$
T1	1176998	1178625	1019.34	0.09
T2	1177927			
T3	1179452			
T4	1179767			
T5	1178747			
T6	1178856			

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - \bar{x}_{total})^2}{n-1}} \quad \sigma\% = \frac{\sigma}{\bar{x}_{total}} \times 100$$

3-2 試料ホルダーおよびマスクの検討

8個の試料ホルダーをターレットT1に固定し3-1と同様測定した。H-4はX線の統計変動 $3\sigma = 3\sqrt{\bar{x}}$ ($\bar{x}$ はカウント数)の範囲($\bar{x} \pm 3\sigma$)からはずれており、その他のホルダーは統計変動内にはいたのでH-1, H-2, H-3, H-5, H-6, H-7, H-8を使用することにした。試料ホルダーの測定結果を表5に示す。またマスクについては当所にもちこまれる試料の径が18φから23φであるのでTi製20φと15φの各々9個のマスクについて試料ホルダーの時と同様に測定した。その結果全マスクとも統計変動内に入っていた。

表3

測定元素	Cu
管球	W
電圧(KV)電流(mA)	25 KV 2 mA
スペクトル	CuK α n=1
角度(2 θ)	45.04°
検出器	SC
結晶	LiF
径路	Vacuum
スリット	3 S
波高分析	BL $\frac{100}{1000}$ W $\frac{200}{1000}$
計数時間	40 sec

表5 試料ホルダーの影響

ホルダー番号	$\bar{x}_H$ count	$\bar{x}_{totalH}$ count	σ	$\sigma\%$
H-1	1174934	1175064	801.76	0.068
H-2	1174104			
H-3	1176095			
H-4	1171817			
H-5	1174835			
H-6	1174985			
H-7	1177561			
H-8	1176180			

3-3 表面状態の影響

蛍光X線分析法において試料の表面粗度がX線強度に影響することは、よく知られている。そこで銅合金が研摩の種類によってどのように変化するかCu, Sn, Zn, Pbについて調べてみた。供試材はA-25をもちい、研摩方法としては研摩紙(Sic) #80, #240, #320, #400 および旋盤をもちいた。それらの結果を図1, 表6, 図2, 表7, 図3, 表8, 図4, 表9に示す。以上の結果から考察するとCuは旋盤が一番秀れており、Sn, Zn, については旋盤でも研摩紙でも変動係数は大差ない。しかしながらPbはCuに固溶されず折出しているため測定面の状態の影響を著しく受ける。そこで測定面の再現性が問題になるので、旋盤について検討してみた結果、旋盤の送り0.05mm/rev 切込み0.1mm, 切削速度100m/min 31型超硬バイトを使いノーズ半径2mmに設定し、かつ試料の測定表面を均一な表面粗度にするため治具に取り付けた。その結果0.8μ程度の表面粗度になるように切削出来、変動係数も最少におさえることが出来た。以後前述の切削条件で旋盤仕上げによる加工をすることにした。

図1 表面精度とX線強度

CuK α n=1 試料A-25

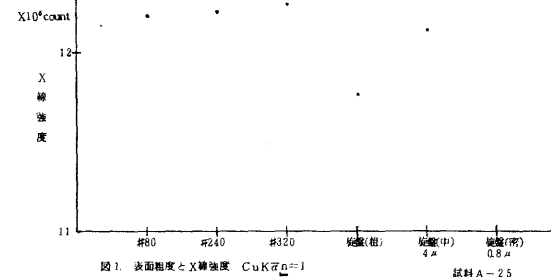


図1 表面粗度とX線強度 CuK α n=1 試料A-25

表6 CuK α n=1 の表面粗度と変動 (n=5) 試料A-25

研摩の種類	#320	#400	旋盤 0.8μ
$\bar{x}$ count	1217012	1206663	1227137
σ	1126.61	2153.97	487.70
$\sigma\%$	0.09	0.18	0.04

図2 表面粗度とX線強度 SnK α n=1 試料A-25

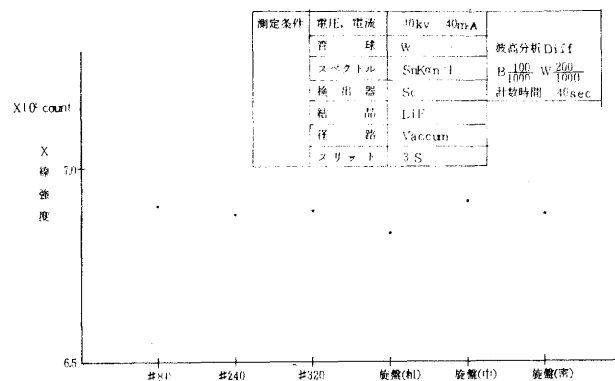


表7 SnK α n=1の表面粗度と変動 試料A-25
n=5

研摩の種類	#320	#400	旋盤 0.8μ
$\bar{x}$ count	676887	671957	685016
σ	927.49	2451.10	1502.42
$\sigma\%$	0.14	0.36	0.22

図3 表面粗度とX線強度 ZnK α n=1 試料A-25

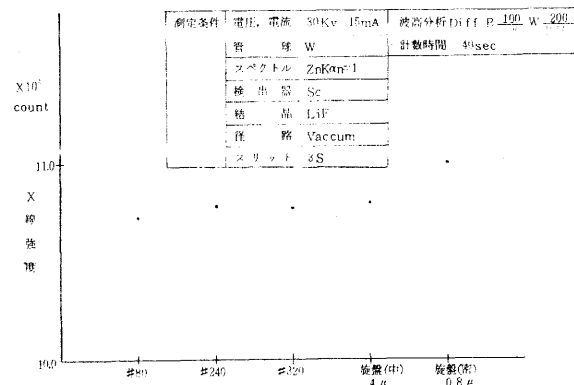


表8 ZnK α n=1の表面粗度と変動 (n=5)

研摩の種類	#320	#400	旋盤 0.8μ
$\bar{x}$ count	1101324	1088935	1090898
σ	1269.71	4881.03	3480
$\sigma\%$	0.12	0.45	0.32

図4 表面粗度とX線強度 PbL α n=1 試料A-25

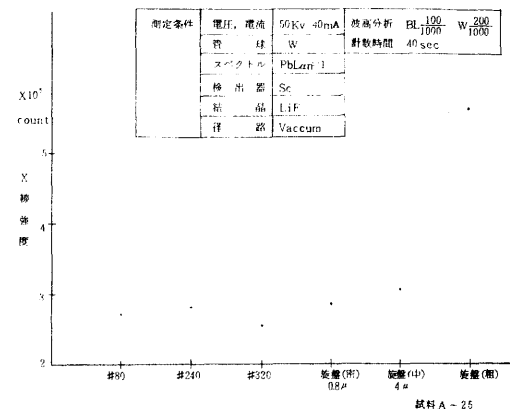


表9 PbL α n=1の表面粗度と変動 試料A-25
(n=5)

研摩の種類	#320	#400	旋盤 0.8μ
$\bar{x}$ count	238503	254605	279821
σ	6395.97	5159.05	2350.02
$\sigma\%$	2.68	2.03	0.84

3-4 銅合金中のSn, Zn, Pbの定量

測定条件を表10に示す。銅合金（青銅铸件）中のSn, Zn, Pbは共存元素の影響を受けず、検量線の精度は良好であった。当所にもちこまれる試料の径は23φあるいは18φなので20φと15φについての最少二乗法による回帰式の算出、検量線の変動係数、正確度を求めた。測定は日間変動などを考慮して Ratio 法を採用した。その結果を表11, 表12, 図5（Snの測定）表13, 表14, 図6（Znの測定）表15, 表16, 図7（Pbの測定）に示す。銅合金中のSn, ZnはCuに固溶され偏析も少ないので検量線にのりやすいが、PbはCuに固溶されず、析出するため測定面の加工による影響が著しく大である。そのため切削条件、バイト、試料表面の清浄（酸化の防止）などの管理が必要である。マスクの径による検量線の変動係数、正確度は15φよりも20φの方が照射面積が大きいためX線統計誤差の縮小、試料の均一性などが保たれ良好な結果となった。

表10 測定条件

測定元素	Cu	Sn	Zn	Pb
管球	W	W	W	W
電圧・電流	25KV・2mA	45KV・30mA	30KV・15mA	50KV・50mA
スペクトル	CuK α n=1	SnK α n=1	ZnK α n=1	PbL α n=1
角度(2 θ)	45.04°	140.4°	42.83°	34.94°
検出器	SC	SC	SC	SC
結晶	LiF	LiF	LiF	LiF
径路	Vaccum	Vaccum	Vaccum	Vaccum
スリット	3S	3S	3S	3S
波高分析	Int	Int	Int	DIFF $\times$ 1 B($\frac{100}{1000}$) W($\frac{200}{1000}$)
計数時間	40 sec	40 sec	40 sec	80 sec

表11 SnK α n=1

マスク	供試材	回帰式	σ_d (正確度)	CV% 変動係数	r 相関係数
Ti 15 ϕ	Sn 2.55%~7.35%	$W_{sn} = -1.349950 + 6.36167X$	0.0684	1.36	0.997035
Ti 20 ϕ	"	$W_{sn} = -1.037534 + 6.033678X$	0.0655	1.31	0.99686

試料番号A-6の供試材を基準とした。Sn%(5%) = W_{st}

$$\sigma_d = \sqrt{\frac{\sum (W_c - W_x)^2}{(n-2)}} \quad W_c: \text{化学分析値} \quad CV = \frac{\sigma_d}{W_{st}} \times 100$$

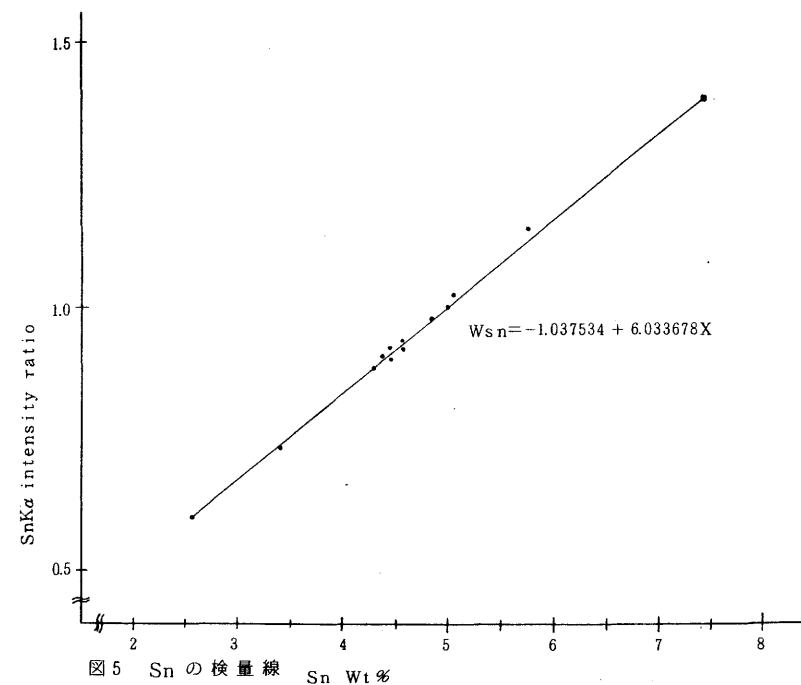
$W_x: X$ 線分析値

表12 Snの実測定

試料番号	Wc %	Wx1 (Ti 15 ϕ) %	Wx2 (Ti 20 ϕ) %	d1	d2
A-2	4.41	4.52	4.52	-0.11	-0.11
A-3	4.59	4.53	4.53	0.06	0.06
A-4	4.58	4.56	4.58	0.02	0
A-5	4.86	4.89	4.89	-0.03	-0.03
A-6	5.00	5.01	5.00	-0.01	0
A-7	5.09	5.06	5.14	0.03	-0.05
A-8	5.74	5.86	5.83	-0.13	-0.09
A-9	7.42	7.35	7.34	0.07	0.08
A-10	4.39	4.44	4.41	-0.05	-0.02
A-11	4.47	4.38	4.36	0.09	0.11
A-14	5.56	5.54	-	0.02	-
A-15	4.29	4.30	4.28	-0.01	0.01
A-20	2.56	2.55	2.55	0.01	0.01
A-27	3.38	3.35	3.35	0.03	0.03

$$d_1 = (W_c - W_{x1})$$

$$d_2 = (W_c - W_{x2})$$

表13 ZnK α

マスク	供試材	回帰式	σ_d	CV%	r
Ti 15 ϕ	Zn 0.07%~6.75%	$W = -0.050923 + 4.008998X$	0.0998328	2.54	0.997287
Ti 20 ϕ	"	$W = -0.089432 + 4.039388X$	0.0858288	2.19	0.997710

試料番号A-9 Zn% 3.92%を基準とした。

表 14 ZnK α の実測定

試料番号	Wc (%)	Wx ₁ (%)	Wx ₂ (%)	d ₁	d ₂
A - 2	5.68	5.72	5.73	-0.04	-0.05
A - 3	4.07	3.91	3.94	0.16	0.13
A - 4	3.85	3.88	3.89	0.05	-0.04
A - 5	4.68	4.54	4.56	0.14	0.12
A - 6	4.77	4.94	4.93	0.17	-0.16
A - 7	4.81	4.80	4.82	0.01	-0.01
A - 8	4.89	4.83	4.82	0.06	0.07
A - 9	3.92	3.96	3.95	-0.04	-0.03
A - 10	5.06	5.08	5.09	-0.02	-0.03
A - 11	4.81	4.74	4.76	0.07	0.05
A - 12	0.07	0.15	0.11	-0.08	-0.04
A - 13	2.16	2.15	2.14	0.01	0.02
A - 15	6.70	6.79	6.78	-0.09	-0.08
A - 19	4.85	4.90	4.90	-0.05	-0.05
A - 20	6.75	6.70	6.66	0.03	0.09

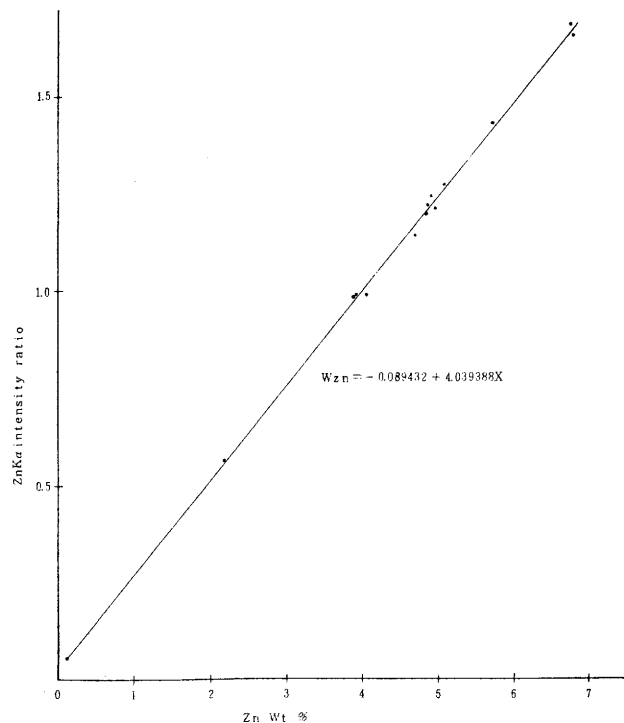


図6 Znの検量線

表 15 PbL α

マスク	供試材	回帰式	σ_d	CV%	r
Ti 15 ϕ	Pb0.65%~6.60%	$W = -1.663702 + 6.393737X$	0.1114952	2.36	0.996753
Ti 20 ϕ	"	$W = -1.439512 + 6.145768X$	0.0813553	1.72	0.996939

試料番号A-6 Pb% 4.72%を基準とした。

表 16 PbL α の実測定

試料番号	Wc %	Wx ₁ %	Wx ₂ %	d ₁	d ₂
A - 2	5.36	5.50	5.47	-0.14	-0.11
A - 4	4.80	4.81	4.83	-0.01	-0.03
A - 5	4.40	4.44	4.51	-0.04	-0.11
A - 6	4.72	4.73	4.71	-0.01	0.01
A - 7	4.78	4.94	4.94	-0.16	-0.16
A - 11	5.46	5.25	5.38	0.21	0.08
A - 15	5.67	5.54	5.54	0.13	0.15
A - 16	5.70	5.46	5.79	0.24	-0.09
A - 17	5.86	5.69	5.77	0.17	0.09
A - 18	3.82	3.94	3.85	-0.06	-0.03
A - 19	4.57	4.49	4.58	0.08	-0.01
A - 21	3.64	3.57	3.55	0.07	0.09
A - 22	6.40	6.39	6.35	0.01	0.05
A - 23	4.83	4.82	4.86	0.01	-0.03
A - 24	0.65	0.63	0.60	0.02	0.05
A - 26	1.15	1.12	1.17	0.03	-0.02
A - 29	6.60	6.62	6.59	-0.02	0.01
A - 30	5.94	5.89	5.95	0.05	-0.01

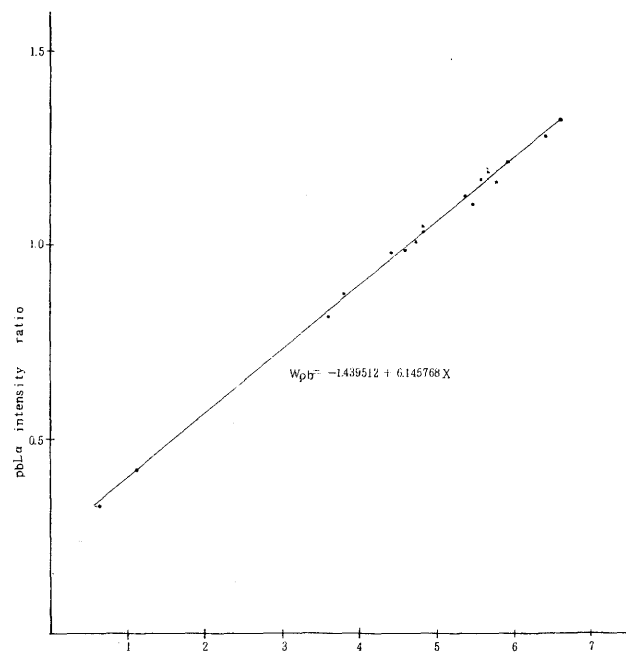


図7 Pbの検量線

3-5 銅合金中のCuの定量

銅合金（青銅鋳物）中のCuは共存元素の影響を受けやすい。共存元素として考えられるものはSnおよびPbである。そこで二元素系（Cu-Zn系）の基準検量線を作成するため、NBS 1102, 1109, 1110, 1111をもちいRatio法でX線強度を測定し回帰式を算出した。その結果を表17, 表18, 図8に示す。一般にマトリックス補正の式は次のように表わされる。

$$\widehat{W}_i = X_i (1 + \sum d_j \cdot W_j) - \ell_j \cdot W_j \quad \text{.....①}$$

$\widehat{W}_i$: 定量元素の補正定量値（化学分析値）

X_i : 定量元素の未補正定量値（二元系基準検量線からのX線分析値）

d_j : 共存元素の総合吸収補正係数

W_j : 共存元素の含有量

ℓ_j : 共存元素の重なり補正係数

CuK α n=1の場合、近接スペクトル線の影響を受けやすい共存元素はないため、 ℓ_j, W_j の項を省略し、

$$\widehat{W}_i = X_i (1 + \sum d_j \cdot W_j) \quad \text{.....②の式を使用した。}$$

また d_j の求め方として、個別三元法による求め方、重回帰による求め方がある。個別三元法とは二元合金による二元系検量線を用いて、三元系合金を分析し、定量元素の未補正定量値と共存元素

の含有率との関係から総合吸収補正係数 d_j を求める方法である。個別三元法に適する三元系合金は青銅鋳物3種に属するA-12の試料しかなかったため、A-12のCuの化学分析値、二元系基準検量線からCuK α n=1のX線分析値、およびSn%を②式に代入し、 $90.45 = 82.32 (1 + 9.11 d_j \text{Sn})$ より $d_j \text{Sn} = 0.0108409$ $\widehat{W}_i = X_i (1 + 0.0108409 \text{Sn}\% + d_j \text{Pb}\% \text{Pb}\%) \quad \text{.....③}$ (③式にA-1, A-13, A-26, A-28の化学分析値、二元系基準検量線からのCuK α n=1のX線分析値, Sn%, Pb%を代入し $d_j \text{Pb}$ を求め、 $d_j \text{Pb}$ を平均した結果 $d_j \text{Pb} = 0.0039047$) よってマトリックス補正式は $\widehat{W}_{\text{Cu}} = X_{\text{Cu}} (1 + 0.0108409 \text{Sn}\% + 0.0039047 \text{Pb}\%)$ となった。青銅鋳物3種のマトリックス補正値は表19に示すように非常に良い結果を示した。図8に基準検量線および層別検量線 (Pb%/Sn%)を示したが、それらを簡略化する方法として②式を変形し重回帰法によって d_j を求め補正すればよい。まず②式を変形して $\widehat{W}_i = X_i (1 + \sum d_j \cdot W_j) = X_i (1 + d_j \text{Sn}\% \text{Sn}\% + d_j \text{Pb}\% \text{Pb}\%) \quad \text{.....④}$

$$\widehat{W}_i - X_i = X_i d_j \text{Sn}\% \text{Sn}\% + X_i d_j \text{Pb}\% \text{Pb}\% \quad \text{.....⑤}$$

$$\widehat{W}_i - X_i = y \quad d_j \text{Sn}\% = a \quad X_i \text{Sn}\% = x_1 \quad d_j \text{Pb}\% = b$$

$$X_i \text{Pb}\% = x_2 \quad \text{とすれば⑥式は } y = a x_1 + b x_2 \quad \text{.....⑥}$$

x_1 および x_2 が独立変数ならば重回帰式から y 方向における距離の二乗和を S とすると

$$S = \sum (y - a x_1 - b x_2)^2 \quad \text{.....⑦}$$

⑦式を最少にするのが重回帰式であるので a と b について偏微分したものを0とおき連立方程式をとけばよい。

$$\frac{\partial S}{\partial a} = \sum (y - a x_1 - b x_2) (-x_1) = 0 \quad \text{.....⑧}$$

$$\frac{\partial S}{\partial b} = \sum (y - a x_1 - b x_2) (-x_2) = 0 \quad \text{.....⑨}$$

$$\text{⑧, ⑨式より } a \sum x_1^2 + b \sum x_1 x_2 = \sum x_1 y \quad \text{.....⑩}$$

$$a \sum x_1 x_2 + b \sum x_2^2 = \sum x_2 y \quad \text{.....⑪}$$

$$\text{⑩, ⑪式より } a = \frac{\begin{vmatrix} \sum x_1 y & \sum x_1 x_2 \\ \sum x_2 y & \sum x_2^2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \sum x_1^2 & \sum x_1 x_2 \\ \sum x_1 x_2 & \sum x_2^2 \end{vmatrix}} \quad \text{.....⑫}$$

$$b = \frac{\begin{vmatrix} \sum x_1^2 & \sum x_1 y \\ \sum x_1 x_2 & \sum x_2 y \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \sum x_1^2 & \sum x_1 x_2 \\ \sum x_1 x_2 & \sum x_2^2 \end{vmatrix}} \quad \text{.....⑬}$$

⑫, ⑬式の a および b を求めれば $d_j \text{Sn}$ および $d_j \text{Pb}$ が求まる。重回帰によるマトリックス補正に必要な試料としてSn%とPb%との関係が無相関になるような試料を表1, 表2より14試料抽出し、前述の方法を電算機によって処理した。その結果 $d_j \text{Sn} = 0.0119090$, $d_j \text{Pb} = -0.0052804$ となりマトリックス補正式 $\widehat{W}_{\text{Cu}} = X_{\text{Cu}} (1 + 0.0119090 \text{Sn}\% - 0.0052804 \text{Pb}\%)$ となった。14個の試料につ

いて Cu のマトリックス補正した結果を表20に、分散分析した結果を表21に示す。

表 17 Cu K α

マスク	供試材	回帰式	σ_d	CV%	r
15 ϕ	Cu 72.85%~87.14%	$W_{Cu} = -7.449736 + 89.561720 X$	0.2800	0.34	0.9986
20 ϕ	"	$W_{Cu} = -9.402467 + 91.34453 X$	0.2307	0.28	0.9989

表 18

試料名	Wc	Wx	d
NBS 1102	72.85	72.95	-0.10
" 1109	82.22	81.94	0.26
" 1110	84.59	84.59	0
" 1111	87.14	87.31	-0.17

Ti 20 ϕ

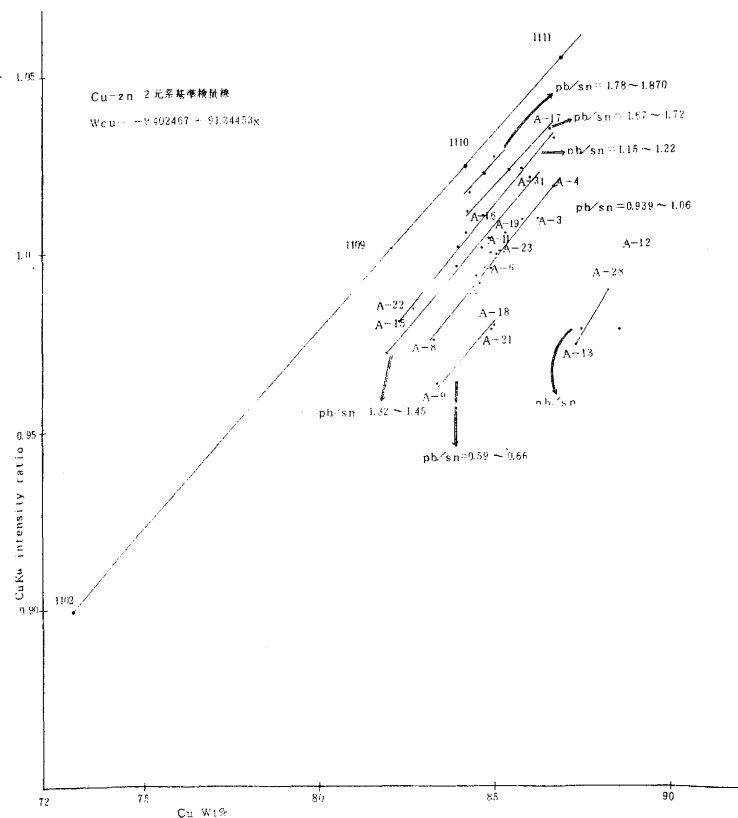


図 8 Cu-Zn 2 元素検量線と層別検量線

B-13

表 19 個別三元法による青銅鑄物三種 (BC3) 中の Cu の補正

$$\widehat{W}_{Cu} = X_{Cu} (1 + 0.0108409 S_n\% + 0.0039047 P_b\%)$$

試料名	Wc (%)	Wx (%)	Wmatrix (%)補正	d (Wc-Wmatrix)
A-1	88.26	79.98	88.85	-0.59
A-12	90.45	82.32	90.46	-0.01
A-13	87.26	79.60	87.32	-0.06
A-26	87.22	79.53	87.50	-0.28
A-28	88.16	80.99	88.21	-0.05

Wc = 化学分析値

Wx = Xcu

Wmatrix = $\widehat{W}_{Cu}$

表 20 重回帰による Cu のマトリックス補正

$$\widehat{W}_{Cu} = X_{Cu} (1 + 0.0119090 S_n\% - 0.0052804 P_b\%)$$

試料名	Wc	Wx	Wmatrix	Wc-Wmatrix
A-2	83.83	81.79	83.77	0.06
A-5	85.65	82.88	85.78	-0.13
A-6	84.73	81.75	84.58	0.15
A-7	84.49	81.41	84.29	0.20
A-11	84.64	82.50	84.51	0.13
A-16	84.49	83.20	84.53	-0.04
A-17	86.50	85.54	86.25	0.15
A-18	84.92	80.11	84.41	0.51
A-21	84.97	80.16	84.55	0.42
A-23	85.05	82.21	85.42	-0.37
A-28	88.16	80.99	88.50	-0.36
A-29	84.17	83.84	84.44	0.27
A-31	85.82	84.01	86.06	-0.24
NBS1110	84.59	84.51	84.54	0.05

$\sigma_d = 0.2828$

表 21 分散分析値

要因	S	ϕ	V	Fo
回帰	47.189 (SR)	2	23.5945	237.76 **
残差	0.94766 (Se)	11	0.0861509	
総	48.1366 S (yy)	13		

$$\text{重相関係数 } R = \sqrt{\frac{SR}{S(yy)}} = 0.9901082$$

B-14

4 ま と め

銅合金中のCu, Sn, Zn, Pbを蛍光X線で定量した結果次のことがわかった。

- (1) Sn SnはCuに固溶するため、測定面の加工法による影響が少なく、検量線の直線性も良好であった。従来の化学分析法と蛍光X線分析法について検討してみた結果十分使用出来る。
- (2) Zn ZnもSnと同様、測定面の加工法による影響が少なく、検量線の直線性が良好であり化学分析に代り、蛍光X線分析を十分使用出来る。
- (3) Pb PbはCuに固溶されず析出するので旋盤による切削の管理、試料表面の汚染について注意すれば、含有量0.65%～6.60%の範囲では使用出来るが、高含有量6.60%以上についてはPbの挙動について検討してみる必要がある。
- (4) Cu 含有量70%～90%のCuは基準検量線そのものの傾きが良好でない。そのため測定ごとにチェックしなければならない。またマトリックス補正用の試料(補正元素Sn%とPb%が無相関が少なかったため、青銅鋳物1種は化学分析と比べ誤差が多かったためマトリックス補正は使用出来なかったが、当所にもちこまれる頻度の高い青銅鋳物6種のうちCuの含有量83%～88%, Pb%とSn%との比 $\frac{Pb\%}{Sn\%}$ 0.94～1.22についてはマトリックス補正による蛍光X線分析が使用出来る。それ以外の試料については $\frac{Pb\%}{Sn\%}$ の層別検量線を作成すればよい。今後の課題として層別検量線を簡略するため、マトリックス補正用の試料を鋳込み試験によって作成する必要がある。

5 文 献

- (1) JISG1256 (1973)
- (2) JISG1204 (1966)
- (3) 小林 相関, 回帰分析法入門 日科技連
- (4) 理学電機ジャーナル 7 65 (1965)
- (5) 福迫 総合鋳物 銅合金鋳物 (1973 No.4)

金型鋳造機の試作および鋳込み

松 川 進
樋 口 英 司

1 目 的

Alなど非鉄金属の金型鋳造技術は相当の進歩を遂げているが、鋳鉄のそれはまだ充分確立されていない。

しかし最近、ユーザーを中心に鋳鉄の金型鋳造が注目されてきた。すなわち、金型鋳造による安定した材質・省力化・生産性の向上・作業環境の改善・設備の低廉などのメリットが現況の生産業界の環境と相まって理解されるようになったからである。

そこで今回、金型鋳造機を試作する事により簡単な鋳物を鋳造し、球状黒鉛鋳鉄をも含めた鋳造作業条件を摸索、普及の一助とする。

2 対象製品

パッキン押え (50mm水道用仕切弁部品)

図1にその形状と寸法を示す。

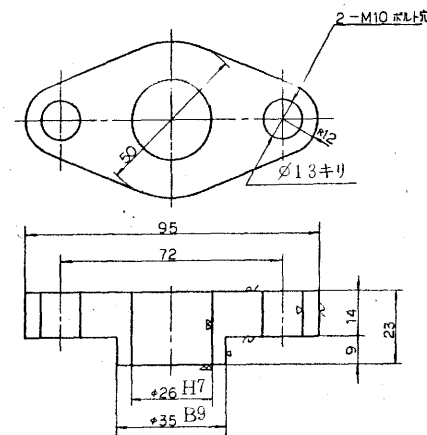


図1. パッキン押え (50mm仕切弁部品)

3 鋳込み方案および金型

3-1 鋳込み方案および金型形状・寸法

図2, 3に示すように一型内に2個の製品を同時に鋳込めるよう縦向けに配置し、押上げと落込

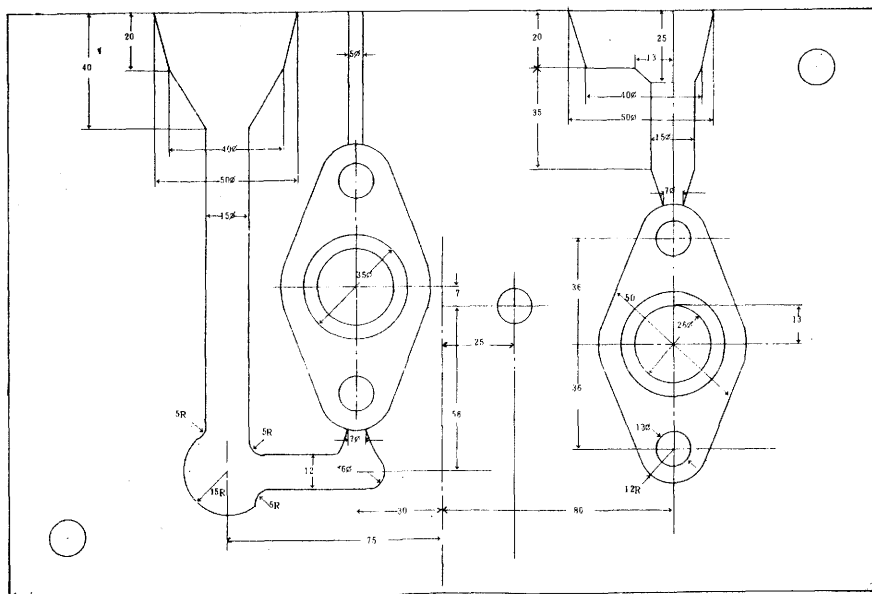


図2 鑄込方案および金型形状・寸法 (A面)

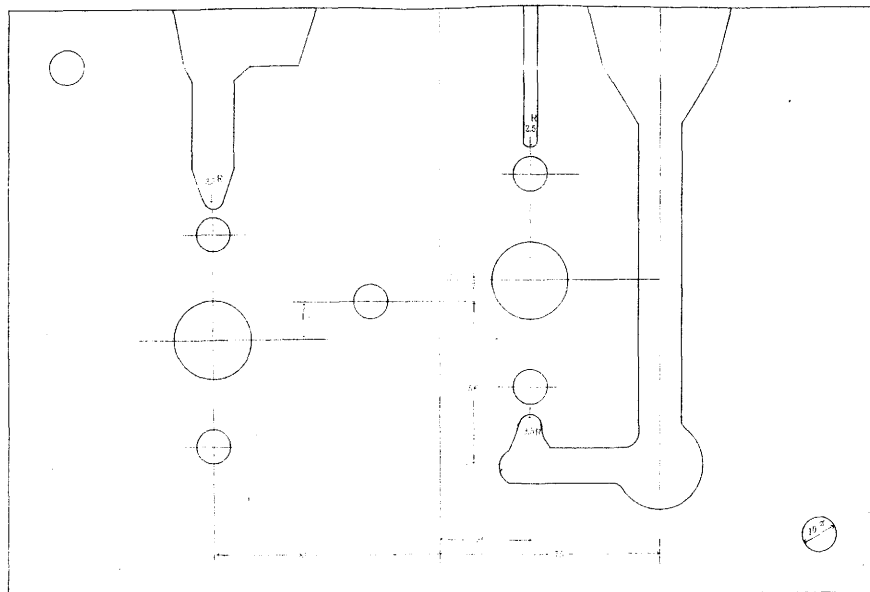


図3 鑄込方案および金型形状・寸法 (B面)

の湯口方案を採用する。

押し上げ式には製品上部にガス抜きを付ける。製品はA面 (図2) のみに寄せ、他のB面 (図3) は中子ボスのみを取付ける。これを写真1に示す。

3-2 金型の材質

FC30のF材を用いる。

4 金型鑄造機

4-1 機構

計画の段階では鑄造機と云ったイメージは全くなく、単にタイ焼き方式のイメージで着手した。

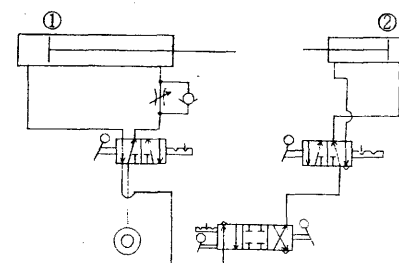
しかしながら、金型重量・押出機構とを考えると、とてもタイ焼き方式の様な単純な方法では抜型などが不可能と判断。空気圧シリンダを型締め、抜型に使用した。当初、1本のシリンダで出力充分と判断したが、予想以上に中子ピンへの喰付きや押出ピン間隙への鑄張りなどから抜型専用のシリンダを追加装備した。

制御は全て手動とする。金型鑄造機の仕様を表1に、空気圧回路を図4に示す。

4-2 形状および寸法

寸法は前記の表1に示すように割合コンパクトでシンプルに造った。

金型鑄造機完成全容を写真2に示す。



機械の操作順序

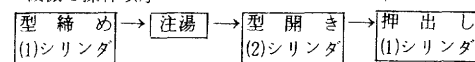


図4 空気圧回路図

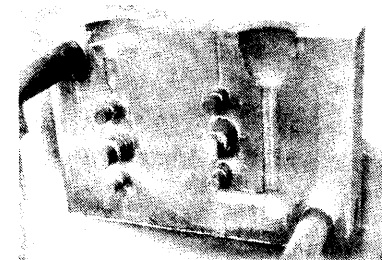


写真1

表1 鑄造機の仕様

使用空気圧		7 kg/cm ²
シリンダストローク①		500 mm
同 ②		100 mm
シリンダ出力①		押側 357 kg 引側 325 kg
同 ②		押側 228 kg 引側 200 kg
使用機器	方向切換弁	4ポート3位置切換弁 1個 4ポート2位置切換弁 2個
	流量調整弁	スピードコントローラ 1個 スビコンマフ 3個
	鑄造機の大きさ	

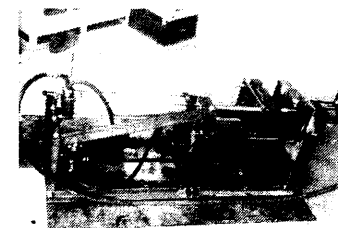


写真2

5 各種条件と鑄込み試験

最初に前述の方案および機構による金型鑄造機を試作し、鑄込み試験を行った。そして、その結果を分析しながら順に鑄造機、金型の方案および各種鑄造条件を変更・改善をし、それぞれの時点で鑄込を行った。表2にその概要を示す。

表2 各種条件と鑄込結果

試 験	新 造 機		全 型		新 造 機			全 型			新 造 機			全 型			考 察
	作動装置	吐出装置	温度制御	方 式 etc.	中 子	長短型式	作業単位	材 質	吐出速度 (cm^3)	全型温度 ($^{\circ}\text{C}$)	離型時間 sec	新 規	異 果	通 過	引 け	片 数	
1	ワンタッチ ①のみ途中 停止不可	位置決め用 押出ポンプ		電 熱 ガス抜き (S.R.L.) （押上げのみ）	電子制御 ガス抜き (S.R.L.)	パイロット 12 17		Fe	450	50		△	○	○	△	3	
2	"	"		"	ガス抜き (S.R.L.)	パイロット 15 17		"	100			△	○	○	△	5 6	
3	"	押出ポンプ（保温用） ホース（2mmφ）使用		"	電熱式 ガス抜き (S.R.L.)	パイロット 15 17		"	21			△	○	○	△	7 8	
4	途中停止可 強制シリン ダ（取付可）	押し上げポン プ（取付可）	"	△点と表面 の両方を ガス抜き (S.R.L.) （押し上げ ポンプは100 mmφ）	電子制御 ガス抜き (S.R.L.)	パイロット 15 17	FC 20	1450	500	50	2.5	○	○	○	△	5 10 11 12 13	
5	"	"	"	"	電子制御 ガス抜き (S.R.L.)	パイロット 15 17	FC150	1420	250	40		△	△	○	△	14	
6	"	強制シリン ダを100 mmφ（ホース無し）	"	"	電子制御 ガス抜き (S.R.L.)	パイロット 15 17	FC 20 FC150	1400 1450	200 200	5 2		○	△	○	△	15	
7	"	ポンプとシ リンダを少 なくする	"	"	電子制御 ガス抜き (S.R.L.)	パイロット 15 17	FC250	1450	310	1~3		△	×	×	×	16	
8	"	"	"	"	電子制御 ガス抜き (S.R.L.)	パイロット 15 17	FC150 FC250	1350 1450	150 300	10		○	○	○	○	17	
9	"	"	"	"	電子制御 ガス抜き (S.R.L.) （押上げのみ）	パイロット 15 17	"	1380	150	15		○	○	○	○	19	

以下順を追って説明を加えていく。

試験 1

湯流れ状態・押出ピンの効果などをみる目的で Pb を鋳込んだ。写真 3 に示すような位置決め兼用押出ピンにより品物の A 面からの離型を促そうと試みたが、結果は写真 4 のごとく B 面



写真 4

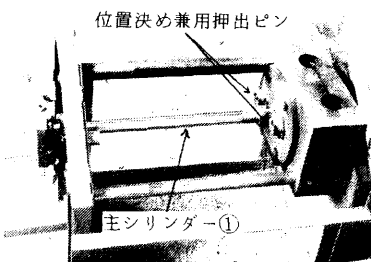


写真 3

から離れず押出ピンの効果を試す事は出来なかつた。

この原因としては中子ボス（ボルト穴およびスピンドル穴中子）による抱きつきが強い事が考えられる。

特にボルト穴中子の抱きつきが強かった。

押上げ式に不回りがあったが、これは金型温度

が低かった（常温に近い）に起因している。

試験 2

前述の結果から、写真5のようにボルト穴中子を移動側へ取替えた。その結果、品物はA面に移ったが、押出ピンを作動さすと写真6のごとく、中心部のみ押出され、外周部は前回と同様ボルト穴中子に抱きついて離れなかった。

品物の铸肌は割合良かった。基礎塗型にイソラ
イトと耐火モルタルを比較したが、後者の方が少
し金型へののり（密着）が良く、特に 65 mesh
以上の細粒は良好である。しかし、Pb の場合は塗
型による影響はあまりない事が判明。

試験 3

図 5 に示すように、位置決め兼用押出ピンと新

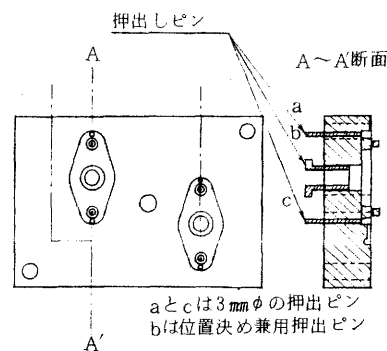


図 5. 押出ピン設置図

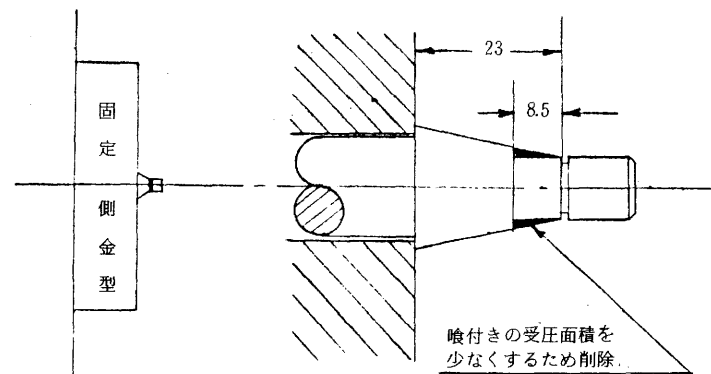


図 6. スピンドル穴中子の修正図



写真 5



写真 6

たにボルト穴中子付近に3mmφの押出ピンを取付けた。また、中子による抱きつき防止の軽減を図るためスピンデル中子の表面積(受圧面積)を少なくした。これを図6に示す。

FCあるいはFCDはPb に比べて金型との温度差が大きく、その凝固速度が品物の良否に

影響する事は勿論の事、金型寿命にも関係してくる。そこで写真7のようなバーナーにより金型温度の制御をする。

結果として、Pb は表2、写真8に示すような良好な鋳物が出来た。がしかし、FCは写真9の

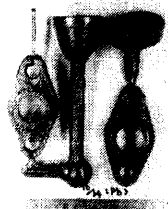


写真8

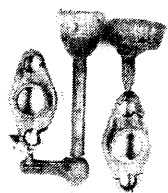


写真9

に軽い金型（B面）を移動側に取付ける事。

上記の点を考慮して写真10・11・12に示すように改善し、その結果をPbにて試すと写真13のごとく各機能が意図通りに作動し、鋳肌も良い鋳物が出来た。



写真10



写真11

ように収縮がきつクチルが入ったために離型困難になり、中子ボス付近から数ヶ所割れが生じた。これは離型時間が長過ぎた事によるものと考えられる。

試験 4

今迄の鋳込み試験から改良すべき点として次の点が挙げられる。

- a, 抜型時に主シリンダのみでは弱く補助シリンダによる離型時間の制御をスムーズに行わせる。
- b, 中子ボスによる抱きつきを防止するために押出ピンの増強。
- c, 押出ピン側に品物がつくように全中子を移動側につける。
- d, 金型の移動（往復運動）をスムーズにするた

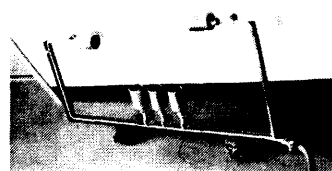


写真7

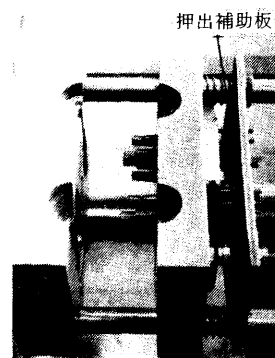


写真12

試験 5

前回と同様の条件（鋳造条件は含まず）でFCDを鋳込むと写真14のごとく割れた。これはFCDが予想以上に凝固収縮が速く、またきついたために押出ピンを駆使しても離型困難になった事による。

試験 6

離型性を良くするために塗膜厚を約0.5mmと厚くし（従来は0.2~0.3mm）、また離型時間を短くして収縮による抱きつきが少なくなるよう改良した。

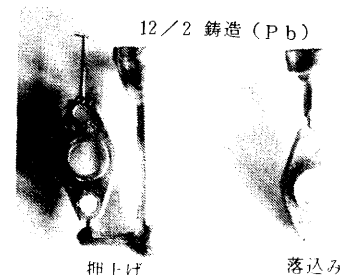


写真13

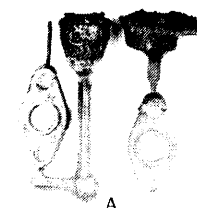


写真14

結果は写真15のように注湯後2、3秒ですでに凝固しており、充分取出せる事が確認できた。

試験 7

中子および押出ピンによる抱きつきを最小限に押えるために若干の修正を施した。この抱きつきのもう一方の原因として考えられるのは塗型の粒子の大きさであると考え、この粒子を細かくする事は勿論、更に一層何か塗布する事で離型性を良くし、しかも基礎塗型を傷つけないようにと考案したのがアセチレンすすの塗布である。

この作業塗型であるアセチレンすすの効果は保温性および離型性が想像以上に大で、前回と同様の離型時間で試したのが写真16である。これでも確認されるように金型に接触している外皮ですら凝固しておらず、内部ではまだ溶湯のままであった。

試験 8

上記の結果から離型時間を10秒に設定し、他の

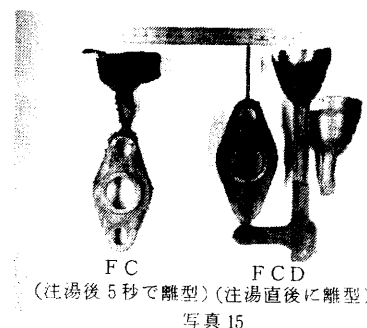


写真15

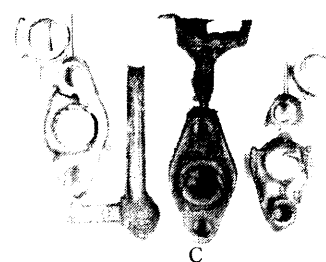


写真16

鑄造条件を変えて20回の鑄込み実験を行った。

その結果から次の事が推察された。

- a. C量が低い方が引けは小。
- b. 金型温度が低い方が鑄肌および湯じわが少い。
- c. 鑄込温度は鑄物外観に直接の影響はない。

この実験での代表的な鑄物を写真17・18に示す。

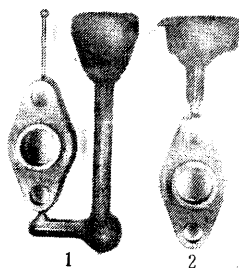


写真 17

前者がC: 3.4%, 後者がC: 3.9%である。

試験 9

引けのない良好な鑄物を得るために、溶湯の補給とガス抜きを充分にするため堰およびガス抜きを10mmφに大きくした。勿論前回の結果よりC: 3.4%とした。

その結果が写真19である。これからも溶湯の補給を完全に行わせると引けはある程度防止できる事が確認された。

6 確認事項および今後の課題

以上数回に渡って鑄込み試験を行い、そのつど鑄造機および中子の改良を加えてきた。それらから次の事が云える。

- 1) スライドバーの径を太くするとともに、ボールブッシュを使用してバーのかじりを防止・負荷の軽減。
- 2) シリンダへの熱伝導をいかに少なくするか、同時に金型をも含む保温冷却装置の改良。
- 3) ダイセット方式の導入により金型交換を自由にする事。
- 4) 基礎塗型は耐火度がよく、金型へののりがよければ成分を重視する必要はない。むしろその粒度が鑄肌および抜型に影響する事を心掛けるべきである。
- 5) 作業塗型は離型性・基礎塗型の保護の意味からも絶対必要である。今回の試験ではアセチレンす

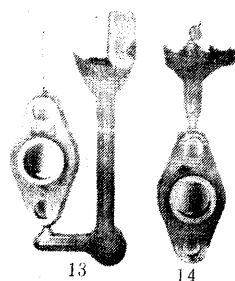


写真 18

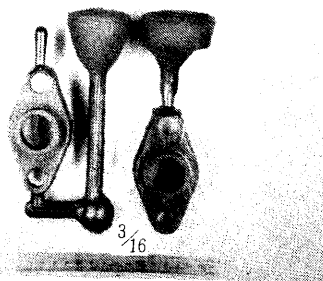


写真 19

すなどの炭素系のものが良い結果を示したが、これは作業環境上あまりよくないので、他の方法を考慮する必要がある。

- 6) 金型温度は低い方がよく、鑄肌および金型寿命を考慮すると100～150°Cがよい。
- 7) 離型時間は一概に決める事は出来ない。これは金型寿命・塗型の保護の意味では短い方がよいが、一方製品の材質などを考えると割合長い方がよい。その製品の形状・要求される材質などをよく検討して決めるべきである。
- 8) 最も問題となる引け（特にFCDにおいて）は溶湯の補給が充分できる湯口および押湯方を考える事。それにガス抜きの設計がポイントと考えられ、ベントホールを駆使する事も解決の早道と考える。
- 9) 化学成分と引けの関係は明確な結果は出なかったが、今回はC値の低い方が引けが少なかった。しかしSi量との相互関係を確認していないのと球状化などの黒鉛状態との相関も未知なので、この点をも含めてその答は今後の課題となろう。

7 結 び

上記のごとく金型鑄造に関する概要はある程度把握する事が出来たし、そのメリットは必ず実用化企業化に有利に働くであろうと考える。

今後なお一層、実際製品に近いものによって種々の条件および装置の検討・改良を加え、その普及に寄与したいと考える。

参 考 文 献

- ・ 鑄鉄の金型鑄造
- ダイカスト技術入門
- 型設計ハンドブック
- ・ 鑄鉄鑄物の鑄造方案の考え方
- 球状黒鉛鑄鉄の理論と実際
- 油空気便覧

ダクタイル鋳鉄の材質管理 合金元素の添加と熱処理による 機械的性質と耐食性について

中山 勝之

1 ま え が き

ダクタイル鋳鉄は鋳鉄と鋼の性質を兼ね備えている。融点が割合低く、流動性が良く、鋳造性にも優れていて、その上、鉄鋼のように強靱で延性があり耐摩耗性、耐食性、耐熱性にも良好な性質を示している。

したがって、従来ねずみ鋳鉄を使用していた製品や機械部品をダクタイル鋳鉄に替えた場合、機械的性質や、その他の性質は改善されたことになり、その分だけ製品や機械部品の信頼性は向上する。

一方技術的な見地からの改善策としては、より強度の大なるもの、より耐熱性や耐食性に優れたものも求められている。そこで機械的性質、耐食性の面から注目されている合金元素を添加して、さらに熱処理を施すことによってダクタイル鋳鉄の特性がどのように推移するかを調べた。

実験順序としては、まずそれぞれ合金元素の配合を変えてYブロックを鋳造し、機械加工のうえ、引張試験片を作成した。さらに条件を変えた熱処理加工を施し、機械的性質、耐食度を実験したので以下に報告する。

2 鋳 造

FCD50相当の強度を目標とする標準的な配合に、それぞれ決定した合金元素を添加し、L₉(3⁴)型直行配列に割りつけて9回(8試験片×9回=72試験片)鋳造を行い、1回の溶解からYブロック4個を採取した。

表1にFCD50目標の配合割合を、表2に各溶解毎の合金元素の添加量と鋳造後のブリネル硬さ測

表1 ダクタイル鋳鉄配合割合

地 金 配 合 (%)	添 加 剤 (%)	C, Si 値 (%)		
ダ ク 鉄 D 88.3	OGRC - 30 1.7	目 標	C	Si
鋼 屑 10.0	カル シ ロ イ 0.3		3.5	2.5
50S 1.7	イ ノ カ バ ー 0.3		分析値 3.45	3.38

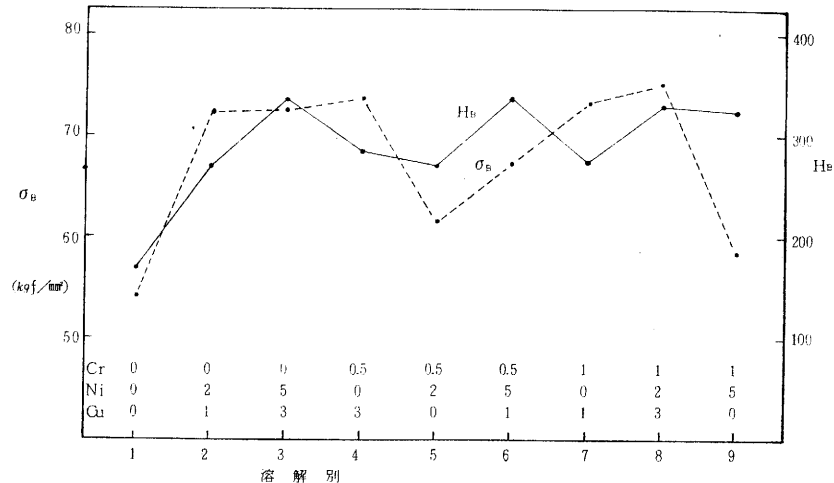
表2 合金元素の添加量(上段目標値, 下段分析値)

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cr (%)	0	0	0	0.5	0.5	0.5	1	1	1
Ni (%)	0	2	5	0	2	5	0	2	5
Cu (%)	0	1	3	3	0	1	1	3	0
H _B	172.0	274.9	309.4	289.8	277.6	340.3	277.5	335.4	332.8
標準偏差	1.31	1.96	2.33	2.25	4.66	1.83	1.85	3.02	1.98

定値を示す。表2上段は添加量目標値, 下段は化学分析した値であるがまずまずの数値である。ちなみに強度はFCD50相当の試験片(溶解1)は引張強さが54 kgf/mm²でブリネル硬さがH_B172と予想通りの結果を示している。一方、合金元素添加試料(溶解2~9)については、いずれも大きな値をとる。(引張結果は後述データ参照)

YブロックからJISの4号引張試験片を各2本加工し熱処理を施した。

図1 各溶解時(鋳造後)の σ_B とH_B



3 熱 処 理

ダクタイル鋳鉄を熱処理して、その性質を改善することは良く知られているところであるが、個々の詳細なデータとなると不明の点も多く、その都度実験する必要がある。そこでクロム、ニッケル、銅添加量を変えて鋳造した試料に各種の熱処理を施し、その変化を調べた。各熱処理パターンを図2~5に示す。

(1) 熱処理なし(鋳造状態……(F)と

表す)

(2) 黒鉛化焼なまし(フェライト化焼なまし……(A))

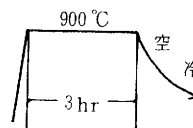


図3 (N) (焼きならし処理)

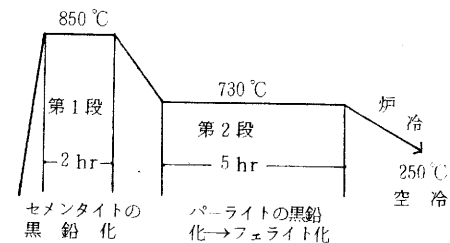


図2 (A) (焼きなまし処理)

(3) 焼きならし…… (N)

(4) 焼入れ、焼戻し…… (Q1)~(Q4)

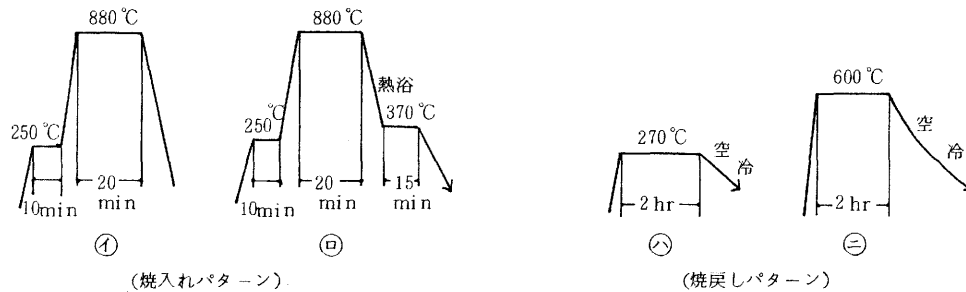


図4 (Q1) ~ (Q4) (焼入れ、焼戻し処理)

(5) 特殊熱処理 (恒温変態処理……S)

図2と図3 (A) と (N) はマッフル炉を使用し、図4と図5 (Q1) ~ (Q4) と (S) ソルトバス電気炉による熱処理条件であるため、時間の関係に違いがみられる。すなわちソルトバス電気炉は被加熱物に対する熱効率が良く、マッフル炉に比較して $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$ と処理時間が短かくてすむ。

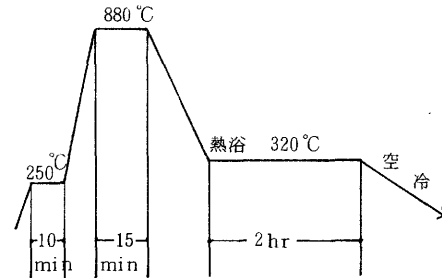


図5 (S) (恒温変態処理)

4 機械試験

JIS 4号引張試験片により、強度試験を行なったが、熱処理前に治具を作成し、焼入品でも引張試験が可能となるようにあらかじめ考慮に入れておいた。それを図6に示しておく。S50C、32φの鋼材にて仕上げて850°C油焼入れ、450°C急冷焼戻しを行なった。硬さはHRC38であった。表3に機械試験の結果を示す。表中の記号は左の1~9は溶解別、上の(F)~(S)は熱処理別であり、 σ_B は引張強さ、 H_B はブリネル硬さ、%は伸びを表わしている。また※

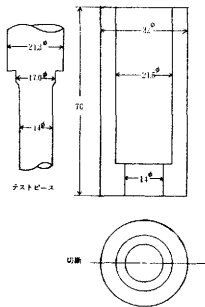


図6

印は焼割れが認められたもので σ_B のカッコ付きは引張試験の際のつかみ部分コーナー切断を意味している。 σ_B の横線は割れ試験片のためデータ抹消、%の横線は伸びが認められなかったものである。

表3 機械試験結果

		(F)	(A)	(N)	(Q1)	(Q2)	(Q3)	(Q4)	(S)
1	σ_B kg/mm ²	54.4	52.2	83.5	102.7	67.4	87.6	74.9	93.3
	H_B	172	167	244	302	221	253	252	262
	のび%	20.0	22.0	4	—	—	5	1	5
2	σ_B	72.6	62.0	90.7	(79.6)	85.9	125.1	94.0	115.6
	H_B	279	207	314	516	318	401	303	345
	%	2.0	10.0	1	—	—	2	1	6
3	σ_B	72.8	75.5	69.9	—	—	—	(59.5)	※—
	H_B	340	248	555	474	328	462	329	541
	%	—	8	1	※—	※—	※—	—	—
4	σ_B	74.5	64.3	88.1	—	—	—	104.1	※—
	H_B	287	207	319	508	332	443	339	340
	%	—	10	—	※—	※—	※—	—	—
5	σ_B	62.3	65.1	87.0	(72.8)	100.6	117.9	94.9	105.6
	H_B	280	229	332	516	340	412	352	353
	%	—	4	—	—	—	—	—	2
6	σ_B	67.8	76.6	57.7	(93.3)	81.9	(102.1)	66.9	(40.6)
	H_B	341	289	526	478	362	479	356	538
	%	—	2	—	—	—	—	—	—
7	σ_B	74.2	78.1	84.6	(78.5)	92.4	117.6	88.2	(99.2)
	H_B	279	237	305	530	345	393	338	366
	%	—	6	1	—	—	—	—	—
8	σ_B	75.8	67.6	(86.7)	—	—	—	83.2	—
	H_B	334	250	373	522	367	509	371	556
	%	—	1	—	※—	※—	※—	—	※—
9	σ	58.5	71.3	53.8	(62.8)	53.2	(80.5)	72.6	(41.7)
	%	—	—	—	—	果あり—	—	—	—
	H_B	334	285	507	480	360	506	352	536

この表からみると溶解番号3、4、8の配合に熱処理による割れが生じている。すなわち銅が最も多く含有しているものに割れが入っていることがわかる。また焼入れについても (Q4) 処理 (熱浴焼入れ、高温焼戻し) 以外に割れが発生している。同じ熱浴処理でも恒温変態処理 (S) は割れるようである。合金元素と熱処理の交互作用によって大きく結果が左右する。コーナー部切断位置が多いところは (Q1)、(Q3)、(S) であるが、やはり割れに準ずる傾向にあると思われる。ブリネル硬さについては合

金元素無添加の焼きなましは最も軟かく、次に焼放しとなっている。元素を添加したものでも焼きなまし (A) 処理をしたものは他の熱処理に比べて軟かいが、それ以外の熱処理では硬くなってしまうため機械加工面からの問題点が生じてくる。

次に合金元素添加によって試験データがどのように影響されるかを調べるため、各熱処理グループ別に $L_9(3^4)$ 型直行配列表により分散分析を行なったが表 4 に焼放しの分散分析表を表 5 に熱処理グループ毎の分散比 F_0 と寄与率 ρ を示す。(注 1)

表 4 焼放し (F) の分散分析表
(引張強さ σ_B)

要 因	S	ϕ	V	F_0
A (Cr)	12.66	2	6.33	—
B (Ni)	23.14	2	11.57	1.05
C (Cu)	435.45	2	217.73	19.67*
e	22.13	2	11.07	
T	493.38	8		

(ブリネル硬さ H_B)

要 因	S	ϕ	V	F_0
A (Cr)	4394	2	2197	7.18
B (Ni)	12849	2	6424.5	21.00*
C (Cu)	5249	2	2624.5	8.58
e	612	2	306	
T	23104	8		

表 5 機械試験の分散比と寄与率

		(F)	(A)	(N)	(Q1)	(Q2)	(Q3)	(Q4)	(S)
σ_B	A (Cr)	F_0	—	1.20	1.90				
		$\rho\%$		(3.8)	(1.9)				
	B (Ni)	F_0	1.05	1.75	348.6**			3.14	
		$\rho\%$	(3.2)	(14.3)	(87.5)			(44.3)	
	C (Cu)	F_0	19.67*	1.30	2.19				
		$\rho\%$	83.8	(5.8)	(2.4)				
H_B	A (Cr)	F_0	7.18	104.4**	1.83	1.16	9.42	7.11	23.70*
		$\rho\%$	(16.4)	32.3	(0.5)	(4.0)	(45.3)	(26.7)	60.4
	B (Ni)	F_0	21.00*	2028**	169.1**		5.26	10.19	8.65
		$\rho\%$	53.0	63.0	93.4		(22.9)	(40.1)	(20.4)
	C (Cu)	F_0	8.58	12.0	8.05	1.06	2.91	4.22	4.38
		$\rho\%$	(20.1)	(3.4)	(3.9)	(1.5)	(10.3)	(15.7)	(8.6)

(5%有意 19.00* 1%有意 99.01**)

引張強度に影響を与える因子としては、(F) の場合銅が5%有意、(N) の場合ニッケルが1%有意となっているが、クロムは有意差が認められなかった。一方、ブリネル硬さを調べると (A) の場合はクロムとニッケルに、(N) の場合はニッケルに1%の有意差が認められ大きな影響がある。また (F) と (S) のときはニッケルに、(Q4) のときはクロムに5%有意差がでている。銅の影響は全ての熱処理にわたって差は認められない。総じて冷却速度の速い熱処理法よりも、遅い熱処理法に合金元素添加による強

度差が大きくなっている。

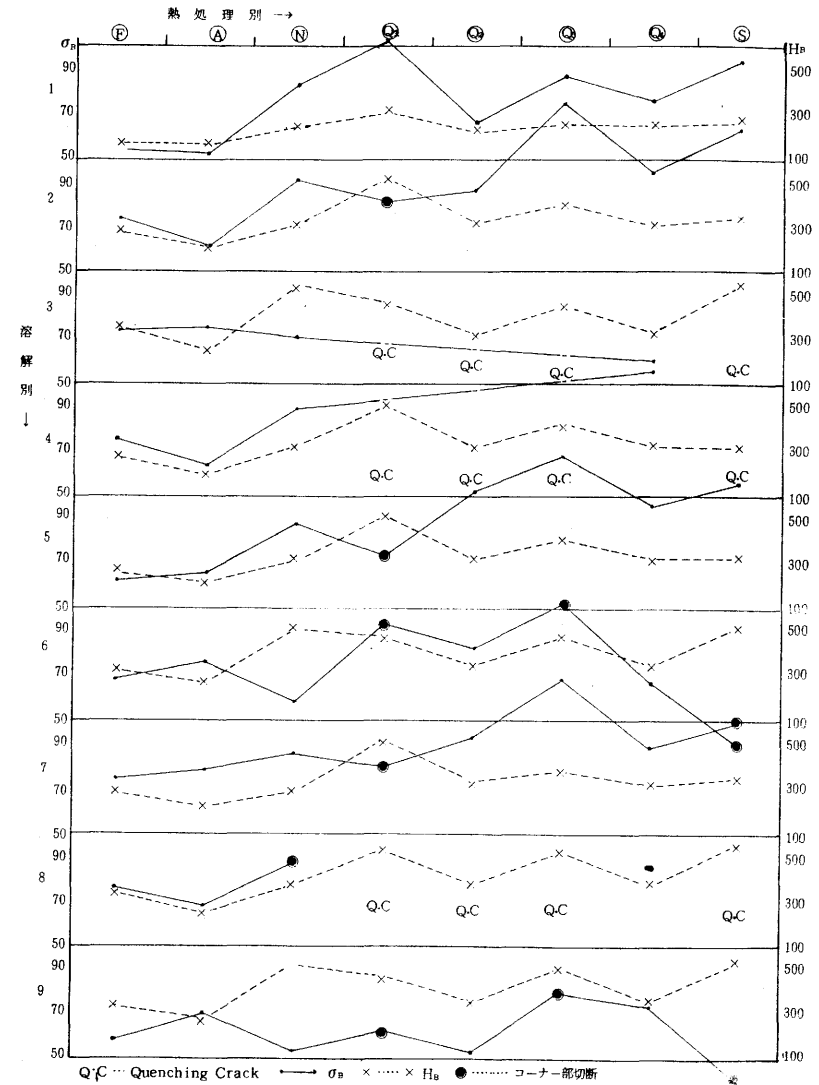


図 7 引張強さとブリネル硬さ

引張強さやブリネル硬さへの影響因子の大なるものとして合金元素の他、冷却速度すなわち熱処理法も当然考えられる。そこで冷却速度自体の影響の大きさを知るため、焼割れの生じなかった熱処理法を(A)(F)(N)(Q₄)の順に一次因子としσ_B、H_Bごとに一元配置による分散分析を試みた。この場合、誤差因子としては合金元素添加量の違いによる9溶解分が対象となる。したがって、くりかえしが9回ということになる。その結果を表6と表7に示すが引張強さに対して5%有意(関係あり)ブリネル硬さに対しては1%有意(非常に関係が深い)となった。(A)(F)(N)(Q₄)の4種類の熱処理法(冷却速度の違い)を対象にしたが他の4種類も同傾向にあると推定できる。他の4種類については結果として焼割れを生じたが、このことは合金元素の働きと冷却速度の効果が大きな交互作用を及ぼしたためと思われる。特に銅が3%近く含まれている成分の急冷は焼割れ防止が難しい。

表6 引張強さの分散分析表

要 因	S	φ	V	F ₀
A (熱処理)	1385.9	3	462.0	3.45*
e	4279.0	32	133.7	
T	5664.9	35		

(5%有意 2.90*, 1%有意 4.46**)

銅は引張強さと硬さに対して1%ぐらいまでは、上昇効果があるが、それ以上の添加は伸びを減じつつ強度的な限界を越え、割れ発生の原因となるようである。

ニッケルは引張強さに関しては、(N)のみに差が生じているがそのことは5%添加のときに急激に強さが減じたためである。通常の冷却速度で5%以上の添加はマルテンサイト地になるが、この傾向はブリネル硬さの結果によく示されている。

クロムの影響は引張強さに関しては、あまり大きくはなく、ブリネル硬さの焼きなましの項に差を見いだしている。クロム自体は組織中のパーライトを増加させ、0.5~0.7%ぐらいから遊離炭化物が晶出しつつ引張強度が減少を始める。

5 腐 食 試 験

球状黒鉛鑄鉄の基地組織は普通鑄鉄と大きく違うことはないが、黒鉛形状は根本的に差がある。この違いが腐食にどのように影響を与えるかが問題である。また合金元素の添加、熱処理法等により、どういった傾向を見せるかを調べるため人工海水を使って実験を行なった。

○実 験 溶 液 — 人工海水(3%塩化ナトリウム, 0.5%塩化マグネシウム混合水溶液)

○試 験 装 置 — 塩水噴霧試験装置

○室の暴露帯の温度 — 35~38°C

○噴 霧 量 — 1.5~3.0 ml

○試験片形状とその位置 — 約20φ×33Lの円筒状試験片の中心線を鉛直線より30度傾斜した角度に保持。

○噴 霧 時 間 — 24, 48, 96, 192 時間の各時間経過後、銷落しを行ない腐食減量を測定した。

表8 人工海水における腐食減量 (mg/cm²)

		(F)	(A)	(N)	(Q ₁)	(Q ₂)	(Q ₃)	(Q ₄)	(S)
1	24	0.9	2.3	6.1	1.9	1.9	1.1	1.1	0.4
	48	3.1	3.8	6.8	3.5	2.3	3.0	2.3	1.5
	96	10.7	7.2	9.6	6.9	10.6	6.4	8.3	5.3
	192	15.2	15.9	13.1	14.6	16.3	10.9	14.0	10.2
2	24	2.5	3.4	3.6	5.4	3.4	1.5	3.2	3.9
	48	4.2	4.5	4.4	6.6	4.6	2.2	3.6	5.0
	96	6.8	8.3	6.5	7.8	6.9	3.7	5.4	7.0
	192	13.5	12.8	13.8	14.0	11.8	8.8	10.8	12.4
3	24	1.7	2.7	2.2	2.7	4.3	2.6	5.0	2.6
	48	3.0	5.5	2.5	2.7	5.5	3.7	5.0	3.4
	96	4.3	6.6	4.4	3.1	5.9	3.7	5.7	4.2
	192	9.9	13.3	7.6	8.0	10.2	7.0	9.9	7.9
4	24	5.9	7.1	6.0	4.6	4.1	3.7	4.5	4.5
	48	7.3	8.8	6.4	6.2	6.3	5.6	5.6	5.2
	96	9.1	10.6	8.3	7.2	7.8	7.0	7.1	6.0
	192	13.2	14.1	12.1	12.0	14.6	12.6	11.9	10.4
5	24	3.1	3.8	3.3	4.1	3.7	2.3	2.2	3.8
	48	4.0	4.9	4.4	5.3	4.8	4.2	6.0	6.1
	96	4.9	7.6	6.3	5.3	5.9	6.9	7.1	8.0
	192	9.3	12.1	10.4	9.8	10.8	10.3	12.0	10.7
6	24	2.1	1.6	2.2	0.7	1.4	1.2	1.9	2.6
	48	4.7	3.5	3.7	2.2	2.9	3.7	4.2	4.0
	96	8.1	5.4	6.0	4.4	5.4	7.0	6.4	4.0
	192	10.7	8.9	7.9	6.9	8.3	7.4	10.6	7.3
7	24	3.4	2.3	2.3	3.9	3.4	2.3	4.9	2.7
	48	4.6	3.4	4.6	7.0	4.5	2.7	5.7	3.5
	96	7.6	6.8	6.5	8.5	6.7	5.3	6.4	6.7
	192	13.0	12.4	12.9	12.4	12.7	10.6	13.2	10.2
8	24	0.5	3.5	1.9	1.9	2.4	0.7	2.6	1.5
	48	3.4	6.6	5.3	4.5	4.3	4.0	6.7	4.9
	96	6.8	8.9	6.1	5.2	6.7	4.8	7.1	6.4
	192	9.2	11.6	8.7	9.0	9.9	8.8	12.0	9.8
9	24	3.4	3.8	2.7	3.2	4.2	3.0	3.1	1.5
	48	3.8	4.3	4.3	3.9	4.5	5.2	3.4	3.8
	96	4.6	6.8	4.9	3.9	5.3	5.5	4.2	4.1
	192	7.1	8.1	7.1	4.3	7.6	6.6	8.4	5.6

表8に溶解別と熱処理別の腐食試験結果のデータを示す。また各熱処理グループ毎に合金元素と腐食減量との関係を調べるため分散分析を行なった。機械試験と同じく、 $L_9(3^4)$ 型直行配列表に割りつけた。データとしては最も長時間人工海水を噴霧した192時間経過後の腐食減量をとった。表9に鑄放し(F)の場合の腐食減量の分散分析表を、表10には同様に計算した分散比 F_0 と寄与率 ρ を示しておく。

この表からも合金元素と熱処理法との交互作用的な効果が大きいことがわかる。ニッケルの影響は(A)と(Q₄)の項を除き有意差が認められる。このことはニッケルがあらゆる熱処理法を通じて腐食量に影響を与えているといえる。次いでクロムは焼入れ処理項目に差が生じている。銅の影響はわずかに(Q₁)のみであった。一方、

表9 腐食減量の分散分析表(鑄放し(F))

要 因	S	ϕ	V	F_0
A (Cr)	14.54	2	7.27	10.39
B (Ni)	32.73	2	16.37	23.39**
C (Cu)	6.21	2	3.11	4.44
e	1.4	2	0.7	
T	54.88	8		

表10 192時間腐食の分散比と寄与率

		(F)	(A)	(N)	(Q ₁)	(Q ₂)	(Q ₃)	(Q ₄)	(S)
A (Cr)	F_0	10.39	13.11	4.11	1625.8**	100.0**	22.19*		10.08
	$\rho\%$	(23.9)	(33.8)	(8.8)	22.5	17.0	10.3		(10.6)
B (Ni)	F_0	23.39*	18.64	26.41*	5260.3**	475.3**	178.9**	3.25	69.68*
	$\rho\%$	57.1	(49.2)	71.8	72.8	81.3	86.9	(52.2)	80.3
C (Cu)	F_0	4.44	3.08	3.88	339.7	7.27	2.75		4.83
	$\rho\%$	(8.8)	(5.8)	(8.1)	4.7	(1.1)	(0.9)		(4.5)

(5%有意 19.00* 1%有意 99.01**)

熱処理法から見れば焼入れ処理したテストピースに有意差項目が多くなっている。

腐食の場合も熱処理法すなわち冷却速度の違いで有意差の出方が変わってくる。このデータからは冷却速度の違い方法では合金元素による影響が少なく、冷却速度の速い方法に合金元素の影響が大きくなっている。表5における機械試験後の分散比の比較表と表10の腐食試験後の分散比の比較表を眺めてもそこに系統立った関連性を見つけることはできない。

ダクタイル鑄鉄にクロム、ニッケル、銅を添加した本実験のデータを個々に検討すると次のようになる。

クロムは炭化物を生成する性質が大なるため、その添加の有無は組織状態に影響を与える。通常少量添加(2%以下)することで普通鑄鉄の場合、耐食性に影響が認められるが、ダクタイル鑄鉄の場合顕著な差は認められない。特に鑄放し(F)、焼きなまし(A)、焼きならし(N)、特殊熱処理(S)の処理はクロム添加によって腐食量に対して有効に寄与していない。焼入れ処理の場合のみクロム添加が腐食量に対して影響を与えているが、前述のように熱処理冷却速度との関係が深いことを意味している。クロム添加がもっとも多く数%以上になればその関係もよりはっきりと把握できたのではないかとと思われるが、白鉄化してしまうので今回の目的とは若干異ってしまう。それにダクタイル鑄鉄の場合

は、もともと白鉄化、チル化傾向が大きくクロムの添加はレデブライトを晶出しやすくなり、クロムを含んだセメンタイトは熱処理しても黒鉛化しにくくなるのであまり多くはできない。

ニッケルについては、黒鉛の球状化に悪影響がなく、むしろ黒鉛化を助長し基地を微細化する傾向がある。硬化能も大きく図1に示すようにニッケル5%含有した試料ははっきりとブリネル値が大きくなっている。表10によると焼きなまし(A)と焼き入れ(Q₄)を除きかなりの差が認められる。焼きなまし(A)についても5%有意が19.00であるのに対して18.64と近い数値を見せているので有意差は出なかったものの多少は考慮してもよいだろう。(注2) ニッケル添加は材質が緻密になるため耐食性向上には普通鑄鉄の場合でも期待されているが、ダクタイルの場合でもデータの裏付けられ、しかもあらゆる熱処理を通じて、他の合金元素に大きく干渉を受けずに耐食性が増すことがわかった。寄与率は全ての項目で高い数値を示す。

銅を0.5~1.0%添加した鑄鉄は稀硫酸、硫黄等に按群の耐食性を示し、海水腐食にも効果的といわれているが、ダクタイルの場合はどうであろうか。まず3%目標値の添加は熱処理急冷で全部割れてしまったが腐食への影響は全体的に見て少ないようである。焼き入れ(Q₄)のみに差が生じているが寄与率でみる限り影響度は少ない。他の熱処理全般についても寄与率は低く、全部1桁を示し、ニッケルの場合と好対象となっている。

6 ま と め

ダクタイル鑄鉄にクロム、ニッケル、銅の合金元素を添加して9種類の鑄造を行ない、その試料に各種の熱処理を施した上、機械試験、腐食試験のデータを得た。このデータを分析検討したことから次のことがわかった。

- (1) 鑄放し試料の機械的強度において、引張強さを増す因子としては銅が最も顕著な増す因子となし、硬さはニッケルがある。(図1参照)
- (2) 銅の添加量が3%(目標値)で顕著な焼割れ現象が認められた。熱処理における急冷は絶対に避ける必要がある。銅の量と冷却速度との交互作用に起因すること大。
- (3) あらゆる熱処理法を通じてクロムは引張強さに影響せず、銅は硬さに影響を与えない。
- (4) 熱処理法の違い、すなわち冷却速度が与える影響も大なるものがあり、場合によっては合金元素の影響よりも著しい効果を示した。
- (5) 機械的性質からだけ言えば、通常のダクタイルを熱処理するだけで十分な強度を得ることができる。焼入れによって鑄放しの2倍の引張強さが得られ、硬さも硬くなり過ぎず加工上好ましい傾向となる。もちろん焼割れの心配も不必要となる。
- (6) 人工海水の腐食試験からは総じて熱処理における冷却速度の速い処理法に、合金元素に対する腐食の差が認められた。
- (7) ニッケルは人工海水腐食に対して、非常に良好な結果を示した。このことは、ほとんどの熱処理法を通じて言えることで、ニッケルが耐食性に有効な元素であることが証明された。
- (8) クロムについては、ニッケルほどはっきりした効果を示さず、急冷熱処理法のみ腐食に対して影響があらわれている。

(9) 銅が腐食に与える影響は一般的には極めて小さいといえる。

(10) 焼きなまし処理した試料からは、合金元素添加による腐食量の差は認められず、同じような腐食傾向を示した。(ニッケルのみ5%有意に近い数値を示す。)

(注1) — 実験計画法に基き分散分析表をつくるが、その場合、寄与率の計算に先行して、定性的に断言する検定が行なわれる。F表によって検定された結果、危険率5%有意ということは100回のうち5回しかその値より大きくならない確率を示し、危険率1%有意ということは100回のうち1回くらいしかその値より大きくならない奇跡であることを意味している。この場合それぞれに星印をつけるのが慣行である。

(注2) — 星印のついたいわゆる有意になった原因(これを要因という)のみに対して、効果の大きさを定量的に表現するため寄与率を計算するのが原則である。しかし、星印がつかない要因でも寄与率が高い場合はその効果を軽視すべきではない。有意でない要因でも、寄与率が高いときは、その要因は大きな影響をもっている可能性が高いからである。有意でないということは、本当に効果が存在しない場合と、効果がかなりあっても誤差の自由度が少ないために精度不十分の場合とがあるからである。

参 考 文 献

- 球状黒鉛鑄鉄の理論と実際 (日本金属学会鑄造分科会編=丸善)
- 金属材料腐食データ (清水一夫、門井守夫=日本防錆技術協会出版局)
- 特殊鑄鉄鑄物 (草川隆次・他=日刊工業新聞社)
- 統計解析 (田口玄一=丸善・注1, 注2)

鑄造工場における廃棄物の再利用について (その1)

辻 久 男
村 口 明 義

1 ま え が き

鑄造工場の廃棄物としては廃砂、スラグ、ダスト、スラッジ等があり、そのうちでも廃砂とスラグで約80%を占めている。これらは工場の空地や埋立て地などに投棄されていたが、公害問題がからみその処理に困っているのが現状である。これらの処理方法としては、資源の回収(再生使用)、有効利用、固化投棄などが考えられる。有効利用については、人工軽量骨材、タイル、コンクリートブロック、ケイ酸カルシウム水和物(骨材として)等の研究がなされているが、ほとんど実用化されるに到っていない。

昭和51年度において実施した、水ガラス系鑄物廃砂の湿式再生法の検討をおこない、良い結果を得たが、再生処理をおこなっても数パーセントの再生出来ない廃砂が出てくる。そこで、今回は、これら廃砂を使用し、ケイ酸カルシウム水和物(以下C. S. H.と略す)を製造し、このC. S. H.が重金属捕集材として利用できるかどうかの実験をおこなったので、その結果について報告する。

2 ケイ酸カルシウム水和物(C. S. H.)の製造

廃砂(主成分: SiO_2)と石灰(CaO)を適当に混合しオートクレーブで反応させ、C. S. H.を製造する。

ケイ酸カルシウム水和物の生成順序は、 $\text{C-S-H gel} \rightarrow \text{C-S-H (I)} \rightarrow \text{Tobermorite} \rightarrow \text{Xonotlite}$ 、の順になっており、比表面積と時間の関係は図1のようになる。 C-S-H (I) は繊維状をしていて比表面積

が大きい。Tobermoriteに

なるとうすい板状になり、Xonotliteは亀甲状になり厚みも $0.1 \mu\text{m}$ ぐらいになるため比表面積は小さくなる。重金属の吸着材としては一番比表面積の大きい C-S-H(I) の状態が良いと云われている。

これら、C. S. H.の反応の状態を調べるには電子顕微鏡またはX線回析によって知ることが出来

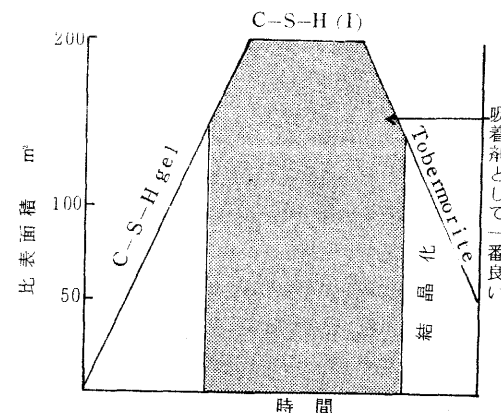


図1 C-S-Hの比表面積と時間の関係

る。図2にX線回折の解析を示す。今回の実験ではX線回折により組成分析をおこなった。

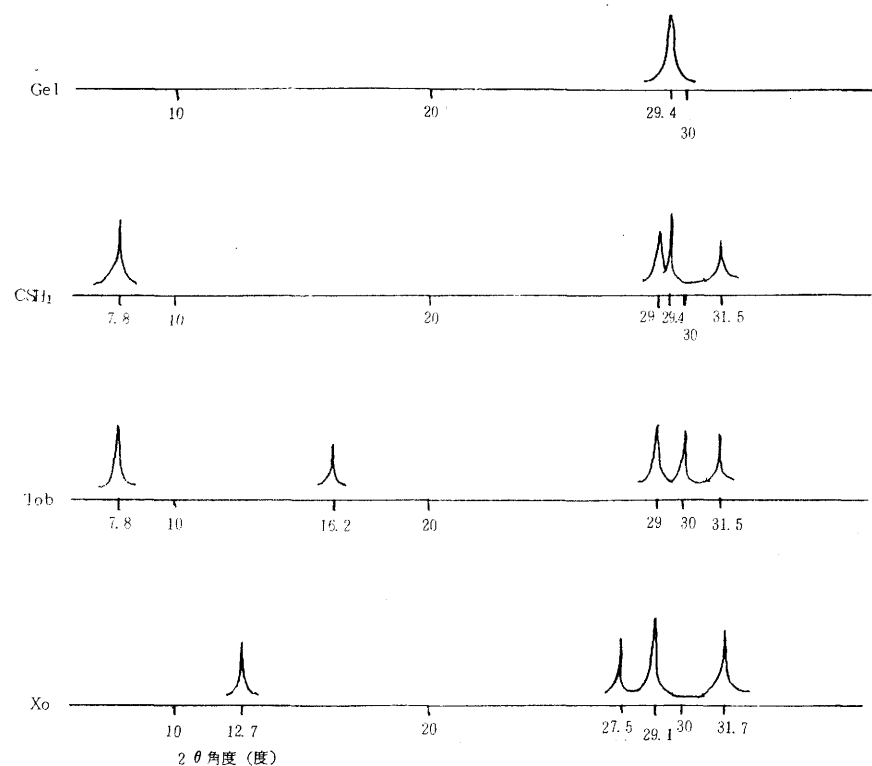


図2 X線回折の解析

3 実験

C. S. H.を製造するためオートクレーブ処理するのにいくつかの問題がある。それらをあげると

- 1) 廃砂または硅砂と石灰（消石灰または生石灰）の混合の割合をどうするか。
- 2) 温度すなわち圧をどれだけにするか。
- 3) 処理時間
- 4) 混練するときの水の量
- 5) オートクレーブ内での位置
- 6) 再現性はどうか等である。

3-1 予備実験

上にあげた問題点の大体のめやすをつけるため表1のような実験をおこなった。なお試料を入れる容器は始め磁鉄皿を使用していたが、皿自体にも反応が見られるのでガラス製のシャーレに変え

表1 オートクレーブ処理条件表

No	廃砂 g	廃砂の 粉末g	7号硅 砂g	消石灰 g	生石灰 g	水 cc	モル比	温 度 °C	時 間	回 折		ロ液の Pb ppm	
										7.8°	18.1°		
1	150			296			2	150 200	2 3		67		
2		25			37.3		2	200	3	>220			
3		25			37.3		2	200	3		185		
4	25				37.3		2	200	3		123		
5	10				15	25	2	200	3		195		
6	10				30	80	4	200	3	>220			
7	10				30	160	4	200	3	>220			
8	10			20		60	2	200	3	9	21.5	6.6	
9	10				15	25	2	213	6		177		
10	10				30	40	4	213	6	>220			
11	10			20		60	2	213	6	9	13	tr	
12	10			40		100	4	213	6	3	37	38	
13			10		7.5	25	1	200	5		186		
14			10		30	100	4	200	5		>220		
15			10	10		30	1	200	5	12	9.5	0.6	200
16			10	40		130	4	200	5		90		
17	10				15	55	2				>220		オートクレーブ 処理なし
18	10			20		50	2				85		
19			10		15	55	2				>220		
20			10	20		50	2				85		
21	10			5		15	0.5	200	15		0		200
22		10		10		20	1	200	15	8	6.5	12	
23			10	10		20	1	200	15	9.5	10	5.8	
24			10		7.5	30	1	200	15		86.5		
25	50			25		7.5	0.5	200	16		0		275
26	50			50		10	1	200	16	7	0	43	
27	50			100		15	2	200	16		8		
28	50			150		20	3	200	16		60		

た。

表1から次のようなことがわかった。

- 1) X線回折の結果から反応がおこなわれていることを示す7.8°のピークの出たのを見ると、いずれも消石灰を混練したものであり、生石灰を使用したものには反応を示す結果は出なかった。
- 2) 温度については200℃ぐらいで良いと思われる。今回の実験ではほとんど200℃であるのでその

前後についても検討する必要がある。

- 3) 混合割合をモル比であらわすと、モル比1ぐらい。
- 4) 水の量は消石灰量の2倍に砂の量を加えたぐらいが良いと思われる。水の量を多くすると砂だけが沈むので良くない。
- 5) ケイ酸分については廃砂、廃砂の粉末、使用前の珪砂のいずれの場合でも良いように思われる。
- 6) 回折の結果良かったものについて硝酸鉛液（原液1，950 ppm，PH4.3）100 mlを200 mlのビーカーにとり、出来たC. S. H.を5 g入れて攪拌（ガラス棒でかきまぜる程度）し、24時間放置後のうわすみ液をNo 5 Bの口紙で濾過し、原子吸光分析で濾液のPb濃度を測定した。その結果も表1にあわせてのせたが、非常に良い結果が出ている。

3-2 実験 1

予備実験の結果をもとに次のような実験をおこなった。

- 1) 配合、廃砂と消石灰、モル比0.5, 1, 1.5, と7号珪砂と消石灰、モル比1の計4段階。
- 2) 温度（圧）は150℃（5 kgf/cm²），180℃（10 kgf/cm²），200℃（15 kgf/cm²）の3段階。
- 3) 時間は所定の温度になってから、1時間、3時間、5時間の3段階をとり、3元配置の実験をおこなった。

表2 オートクレープ処理条件と回折および吸着の関係

温度	時間	7号珪砂+消石灰 モル比1			廃砂+消石灰 モル比0.5			廃砂+消石灰 モル比1			廃砂+消石灰 モル比1.5		
		No.	7.8°	口液の Pb ppm	No.	7.8°	口液の Pb ppm	No.	7.8°	口液の Pb ppm	No.	7.8°	口液の Pb ppm
150℃	1	57		568	58		258	59		520	60		522
	3	37		390	38	3	335	39		378	40		643
	5	45		590	46		460	47		542	48		448
180℃	1	29		555	30	2.5	492	31		344	32		595
	3	33		512	34	7	146	35		435	36		448
	5	49		325	50	9	178	51		590	52		440
200℃	1	61		572	62	4	224	63		500	64		425
	3	53		164	54	4	222	55		590	56		404
	5	41	5	612	42	9	2.4	43		403	44	4.5	433

空欄はピークが出なかったもの。

オートクレープ処理条件と回折および吸着の関係を表2に、処理条件と回折結果の7.8°のピーク高さの分散分析表を表3に示す。表2および表3の結果から、

- 1) 配合割合を示すモル比は0.5が一番良い結果を示した。
- 2) 温度は180℃から200℃で、高めの方が良い。
- 3) 時間はあまり大きな影響はないように思われるが、長い方が良い結果を示している。

表3 処理条件とトバモライト製造の分散分析表

要因	平方和	自由度	不変分散	F ₀	寄与率%
温度 A	23.79	2	11.90	7.5 ※※	8.6
配合 B	105.72	3	35.24	22.2 ※※	42.1
時間 C	18.88	2	9.44	5.95 ※	6.5
A × B	34.99	6	5.83	3.68 ※	6.7
A × C	23.21	4	5.80	3.66 ※	4.4
B × C	13.90	6	2.32	1.46	
E	19.01	12	1.58		残り31.7
T	239.50	35			100

処理条件の中では配合の影響が一番大きく、寄与率で42%を示し、他の因子および交互作用にも有意差がみられる。

- 4) 以上の回折結果にくらべ吸着の結果は思わしくなくNo 42だけが少し良いくらいであった。

3-3 実験 2

オートクレープ処理をするのに4個の試料を同時に処理しているが、その状態は図3のようであり、その位置による影響について検討するため、同じ配合の試料を4等分して入れ、C. S. H.を製造し、吸着試験をおこなった。その結果は表4のとおりで

表4 オートクレープ内の位置と吸着の関係（モル比0.5，温度213℃
処理時間5時間）

位置	試料No	ろ液濃度 ppm	PH
4	65-4	9.0	12.9
	66-4	5.4	12.8
	67-4	5.9.5	12.7
3	65-3	4.8	12.6
	66-3	1.5	11.9
	67-3	4.5	10.0
2	65-2	3.0	12.6
	66-2	2.6	11.5
	67-2	1.5	11.7
1	65-1	5.5	12.1
	66-1	2.2.7	12.3
	67-1	1.0	11.8

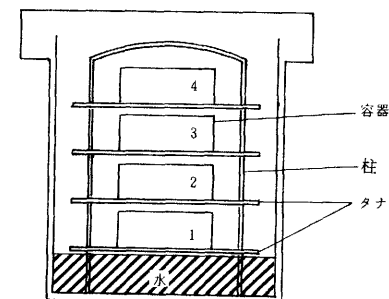


図3 オートクレープ内の状態

全体にバラツキが大きい1から3の位置では良い結果のものもある。4の位置は、いずれもあまり良くない。

3-4 実験 3

今までおこなった試料の中から良い結果を示したNo 4とNo 6 6-3について吸着能の試験をおこなった。その結果は表5のとおりで

ある。吸着したと思われる量をパーセントで示すといずれも良い結果になっているが、滋賀県公害防止条例による工場排水の排水基準が0.1 ppm 以下になっており、実際に使用するには問題がある。

また、Na11とNa43の試料を用いて吸着前の液に硝酸を加えてPHを変え、吸着量の変化を調べたのが図4である。この結果からPH9から11ぐらいが一番良い結果になっている。同じように

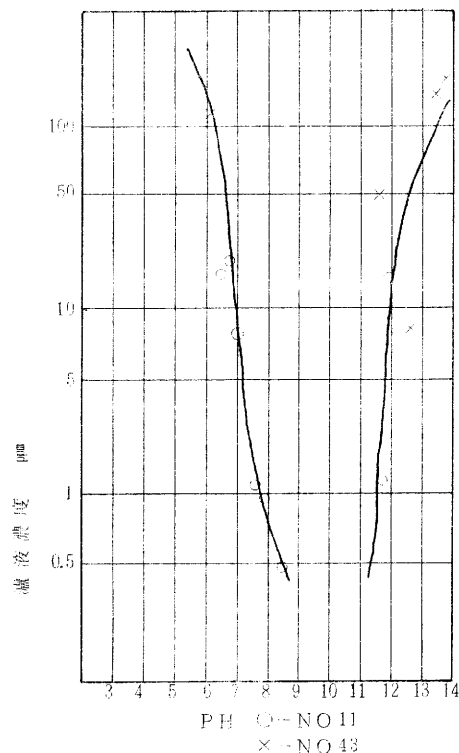


図4 濃液濃度とPHの関係
(初期濃度 1950 ppm)

表5 吸着能テスト結果

初期濃度	濃液濃度	PH	吸着%	試料No
1980 ppm	4.0ppm	11.2	99.79	66-3
	244	6.2	87.67	42
940	3.2	11.7	99.65	66-3
	1.8	9.9	99.80	42
94	0.7	12.2	99.25	66-3
	0.5	11.1	99.46	42
47	0.9	12.3	98.08	66-3
	tr	10.9	99.94	42

今まで吸着試験をおこなった全試料について、吸着とPHの関係を調べたところ図4とまったく同じ状態になっていることがわかった。

吸着試験を何回かおこなって来たが、その中で4試料について同じ試験を2回おこなっていた。その結果をみると全々ち

表6 Pb吸着の変化

試料No	ろ液の濃度	
	1回目	2回目
11	tr	17.4
15	0.6	20.0
42	2.4	13.5
43	40.3	16.0

がった値になっていることがわかった。

表6。

4 検 討

これまでの実験結果についてまとめてみると次のようになる。

- 1) X線回折をおこなった結果からするといくつかのC. S. H.は製造されていることになる。しかし、吸着との関係は良

くない。

- 2) 吸着はC. S. H.とは関係なくPHによるところが大きい。この結果は昭和49年におこなった研究結果と非常に似ており、吸着がおこなわれたと云うより、鉛は両性金属のため中性付近で水酸化鉛として沈殿し、それよりPHが低くても高くても溶解する性質があるために鉛の濃度が高くなったと考えられる。

- 3) とするとC. S. H.の製造に問題があることになる。そこで、以前にC. S. H.を製造されたことのある高橋氏に相談したところ次のようなことがわかった。

I. 今回まで使用して来た消石灰は建材関係で使用しているものであり、質も良くないし、炭酸化しているものでは反応が進まないから良くない。

II. 廃砂、珪砂の粒度が大きいと表面だけが反応して表面に酸化カルシウムの膜が出来てしまいそれ以上反応が進行しなくなる。

III. モル比は粒度があらくなるほど低くてよい。

IV. 容器はステンレス製にした方がよい。

V. 石灰が炭酸化しているとX線回折をおこなったとき29.4°の所に炭酸カルシウムのピークが現われ、反応を示すTobermorite-gelあるいはC. S. H. (1)のピークと重なるので見分けがつかない。

5 実 験 4

4の検討の結果をもとに容器をステンレス製に変え、消石灰は特級のものに変えて表7のような表

表7 処理条件と吸着の関係(源液 Pb 1320 ppm - PH 5.3)

No	ケイ砂	モル比	温度-時間	PH	Pb ppm
68-1	廃砂A	0.5	200℃ 5時間	11.8	3.1
68-2	廃砂古	0.5		12.6	6.1
68-3	7号珪砂	0.5		11.6	3.6
69-1	廃砂古	0.3	180℃ 5時間	12.9	8.8
69-2	"	0.5		12.9	10.6
69-3	"	1.0		13.1	15.4
69-4	7号珪砂	0.5	150℃ 15時間	12.5	13.6
70-1	廃砂古	0.5		13.1	11.6
70-2	"	0.7		13.2	14.5
70-3	廃砂A	0.7		13.1	16.6
70-4	7号珪砂	1.0		13.1	18.4

験をおこなったところ、X線回折の結果は非常にきれいなピークが出たが吸着の結果はやはり良くなかった。そこで、今度は廃砂を粉碎し、篩にかけて、48~65メッシュ、65~100メッシュ、100メッシュ以上の3段階のものを用いてモル比0.3、0.5、0.7、温度を180℃、200℃、213℃のそれぞれ3段階

をとり、オートクレーブの位置は1から3でランダムに入れた。同時に7号硅砂でモル比0.5のものを4の位置に入れ3元配置の実験をおこなった結果を表8、表9、図5に示す。

吸着についてみると、いずれも前回と比べ良くなった所は見られなかった。また、吸着能についても実験したが変化は見られなかった。

X線回折の結果から一番良いと思われるNa₉6について、他の重金属、銅、亜鉛、クロムについて色々PHを変えて実験した結果、銅、クロムについては検出しないまでに除去出来たが亜鉛については0.05~0.08 ppmを検出した。

5-2 実験 5

色々やって来たがいずれも良い結果が得られなかったので純度の高いケイ酸、石英砂を用い、生石灰および消石灰（特級）を

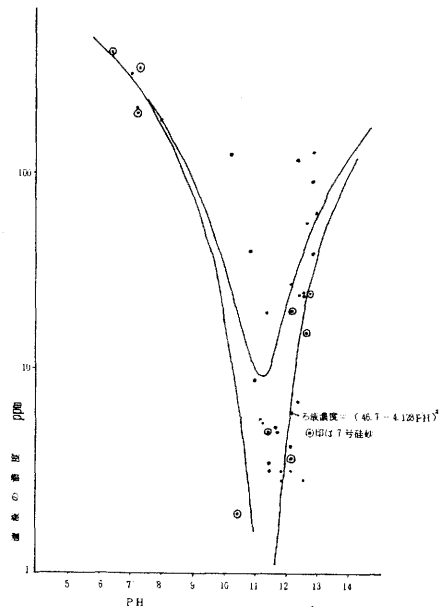


図5 濾液濃度とPHの関係

表8 処理条件と吸着の関係（単位 ppm）

温度	粒度	モル比		
		0.3	0.5	0.7
180℃	48	55.4	12.6	117
	65	3.0	27.2	62
	100	3.0	23.5	90
200℃	48	5.0	23.8	39.5
	65	3.0	6.8	19.5
	100	125	4.0	2.7
213℃	48	3.3	5.5	24
	65	8.7	4.8	5.3
	100	212	2.7	4.0

7号硅砂 モル比0.5

180℃	PH	12.7	12.6	12.1
	ろ液濃度	14.2	15.3	19.5
200℃	PH	11.4	12.1	10.4
	ろ液濃度	4.8	3.5	1.8
213℃	PH	7.2	7.3	6.4
	ろ液濃度	202	345	420

表9 処理条件の分散分析表
（特性値ろ液濃度）

要因	SS	φ	V	F ₀
温度A	4997.3	2	2498	1.68
モル比D	2227.8	2	1113	0.75
粒度E	6607.2	2	3303	2.23
A × D	15740.1	4	3935	2.65
A × E	11941.4	4	2985	2.01
D × E	18921.6	4	4730	3.19
e	11864.5	8	1483	
T	72299.9	26		

マッフル炉で900℃で1時間焼いたもの、および廃砂と消石灰を焼いたものをオートクレーブ処理し、X線回折した。その一例を図6に示す。その結果から廃砂の方が良いように思われるので続いてモル比を変えて表10のような実験をおこなった。この結果廃砂を使用したものは非常に良い結果を得ることが出来た。

この中からNa₁₀₁の試料を用いPHを変えた結

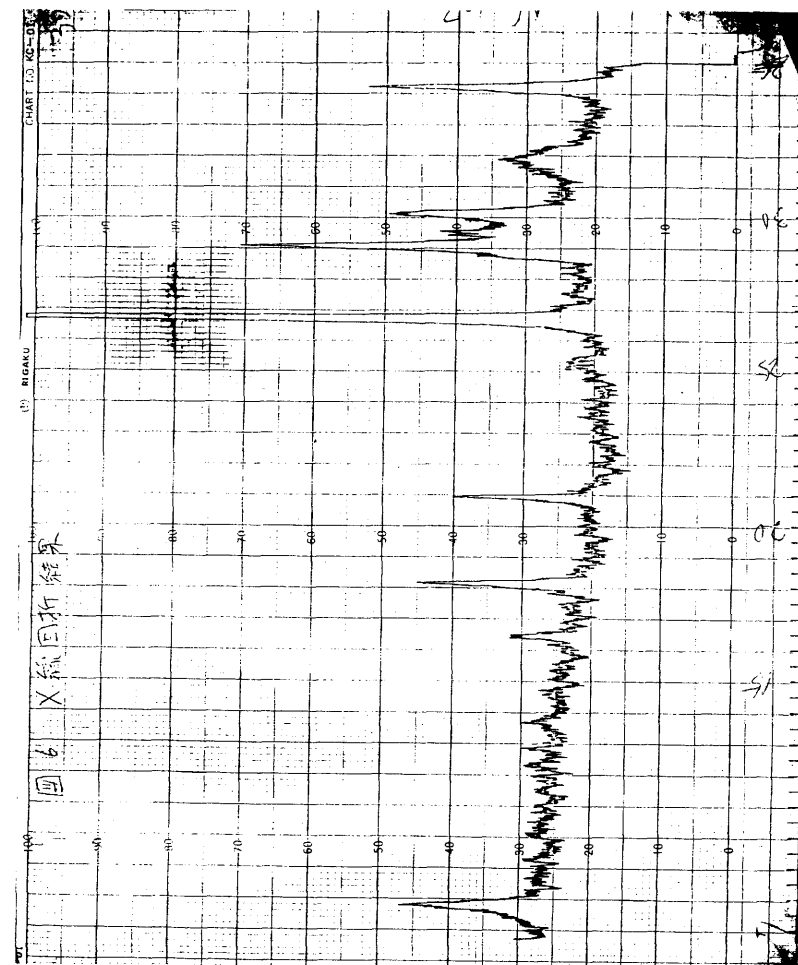


図6 X線回折結果

表 10 処理条件と吸着の関係

ピーク高さ CPS

No.	ケイ酸	石灰	モル比	温度	時間	7.8°	29°	29.4°	30°	PH	ろ液濃度
98	石英砂	生石灰	1	180°C	5			10		12.8	0.8
99	"	"	0.5					25		12.9	0.7
100	"	消石灰を焼いたもの	1.3					25		12.9	0.8
101	廃砂古	"	1.3			20	100	90	90	12.8	tr
102	"	"	1	180°C	5	25	140	80	80	12.8	tr
103	"	"	0.7			100	245	100	140	12.9	tr
104	"	"	0.5			50	150	95	80	12.8	tr
105	7号硅砂	"	0.5					10		12.7	tr

Pb 初期濃度 50 ppm

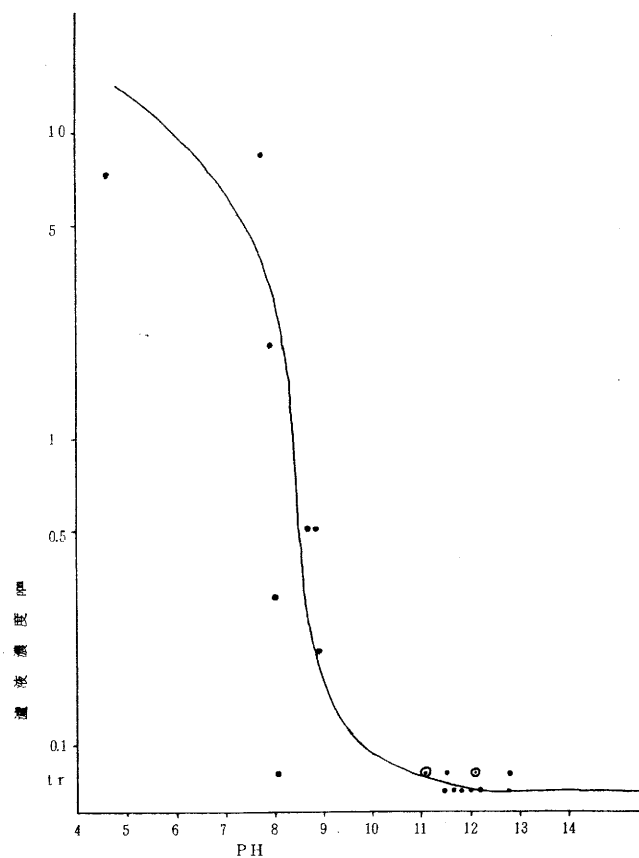


図7 濃液濃度とPHの関係(源液 Pb50 ppm C. S. H. -5g)

果を図7に示す。前の実験ではPHが高くなるとまた濃液濃度が高くなって来たが、今回のものについてはそういった傾向は見られなくなった。これは明らかに吸着によるためと云える。また吸着試験において、重金属を含む源液と製造したC. S. H. 5gを入れ、攪拌して24時間置いたときの液の状態を見ると、前のものは濁っていたが、今回のものはきれいにすんだ状態になっており、濾過においても、前のものは長い時間を要したのに比べ、今回のものは浮遊物があってもすぐ濾過が進んだ。

C. S. H. Na101を3g計り、原液の濃度を変えて吸着能力を調べたのが図8である。この結

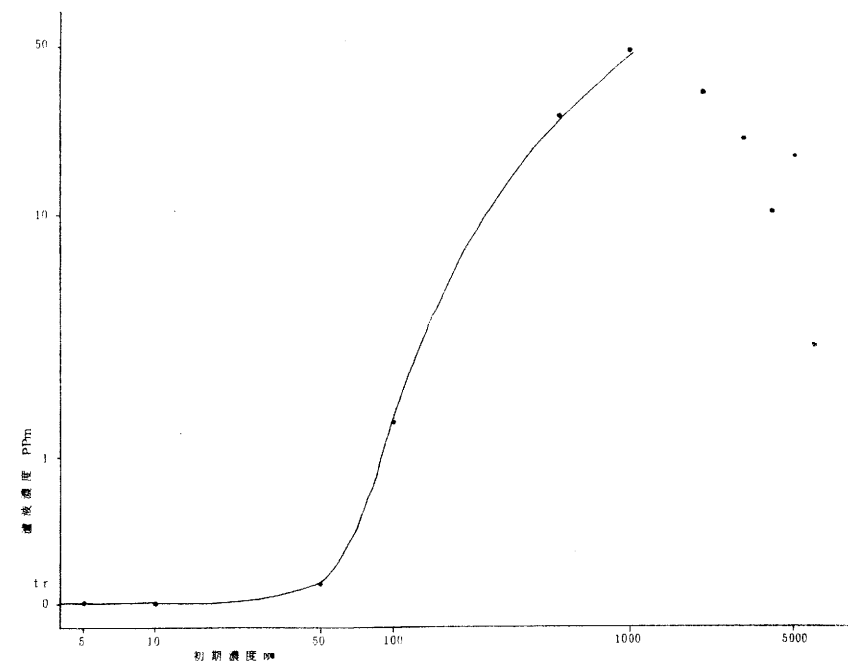


図8 吸着能力テスト(使用C. S. H. Na101-3g 源液100ml)

果からC. S. H. 3gで鉛3mgを吸着したことになる。

また鉛の初濃度445 ppmの液をNa102のC. S. H. 1から10gでそれぞれ処理した結果を図9に示す。この図から、44.5mgを処理するには12gのC. S. H.を使用すれば良いことがわかる。

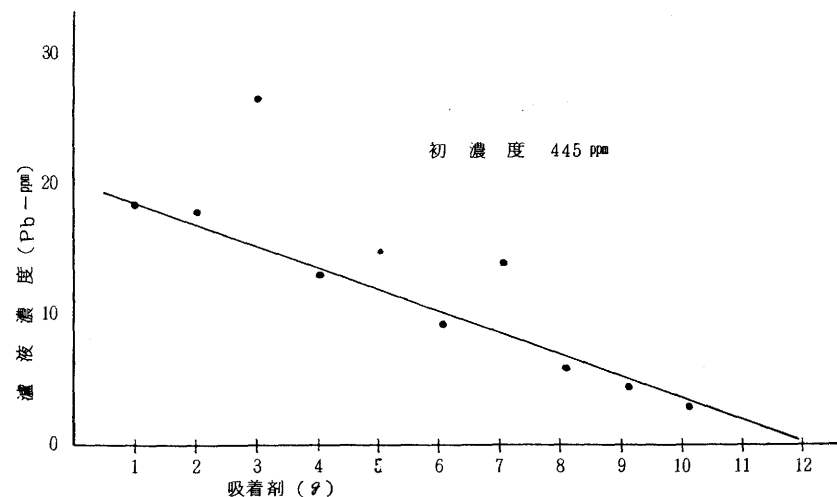


図9 吸着能力テスト

6 ま と め

実験期間の終り近くで始めてC. S. H.製造がうまくいったことから今後多くの問題をのこしたままになったが、実験の結果をまとめてみると次のようになる。

- 1) 当研究の目的とする鑄造工場の塵砂を重金属の捕集材として再利用出来ることがあきらかになった。
- 2) 石灰については消石灰を900℃で1時間焼くことにより非常に活性の高い生石灰になり、これを用いることにより、純度の高いC. S. H.が製造出来ていると思われる。
- 3) 処理条件については今後検討を要するが、一つの目安として、モル比0.5から1.3、温度180℃で5時間、混練するときの水の量は石灰の4倍に硅砂分を加えた程度、容器はステンレスがよい。
- 4) 実際の重金属を含む工場廃水を処理する場合は、二次処理として使用した方がよい。また処理後のPHを10以上になるようにすること。
- 5) 吸着能力についても実験した結果C. S. H. 1gで鉛3.7mgを吸着する。しかし、実験に使用したNo.101とNo.102とは大分差があり、処理条件について検討することにより、より多くの吸着が可能と思われる。

今回の実験の終りの方に来てやっとC. S. H.製造が出来るようになったことから多くの問題をあとにのこす結果となった。これらの問題点については引続き昭和53年度に実験を進めている。

おわりに本研究を行なうにあたり懇切な御指導を賜った、KK 大阪パッキング、技術部長 高橋輝氏に深く感謝します。

参 考 文 献

- 1) 村口明義 水ガラス系鑄物砂の湿式再生法の検討 昭和51年度 当所業務報告 B-34
- 2) 村口明義 重金属廃水処理の検討(Ⅱ) 昭和49年度 当所業務報告 B-26
- 3) 遠山一郎 無機材料による重金属の吸着法 PPM 1976-1 P-33
- 4) 遠山一郎 ケイ酸カルシウムによる重金属含有排水処理 産業公害防止技術 昭和48年度版 P-147
- 5) 総合鑄物センター 水質汚濁と産業廃棄物その2 鑄造工場の公害防止対策調査報告書(V) P-40