

保 存

マレーシア・鑄造技術協力アフターケア報告書

JICA LIBRARY



1226457 [8]

平成 11 年 4 月

国際協力事業団 (JICA) マレーシア事務所

MSO

JR

1999-01

マレーシア・鑄造技術協力アフターケア報告書

平成11年4月

国際協力事業団（JICA）マレーシア事務所

MSO
JR
1999-01



1226457 [8]

(注) 本報告書は、マレーシア・鑄造技術協力アフターケア（1998年3月2日～1999年3月31日）の記録として、マレーシア事務所で作成したものです。アフターケア事業開始前の過程については、「マレーシア鑄造技術協力事業アフターケア調査団報告書」平成10年3月、国際協力事業団鉦工業開発協力部、を参照して下さい。

目次

1	アフターケアの活動計画	1
2	JICA インプット	5
2-1	専門家	
2-2	機材供与	
2-3	関連インプット	
3	専門家報告書	8
3-1	野中専門家	
3-2	佐々木専門家	
3-3	小幡専門家	
	ANNEX	122
	アフターケア調査団 Minutes	

1 アフターケアの活動計画

98年9月の専門家派遣開始時における、カウンターパートとプログラムスケジュール、スケジュールの調整経緯は別紙のとおりである。



**AFTERCARE PROGRAMME FOR
THE PROJECT ON FOUNDRY TECHNOLOGY UNIT**

No.	Experts		Duration	Counterparts	
	Name	Field		Executive	Supportive
1.	Tsuneto Nonaka	Pattern Making	01/09/98 – 31/03/99	Mohd Zurani	1. Azly 2. Ahmad Fozi
2.	Fumio Obata	Melting	01/09/98 – 30/11/98	Mohd Zurani/Exec. δ	1. Zain Azlan 2. Kamarullail
3.	Kazuteru Sasaki	Product Development and Advanced Materials for Casting Products	11/09/98 – 10/01/99	Mohd Zurani/Exec. δ/ Romzee	1. Zain Azlan 2. Ahmad Kamal

Mohd Akhir Yeop Kamaruddin
Coordinator
Foundry Technology Programme

AFTERCARE PROGRAMME FOR THE PROJECT ON FOUNDRY TECHNOLOGY UNIT

Activities	September			October			November 98			December 98			January 99			February 99			March 99									
	01-05	07-12	14-19	21-26	28-03	05-10	12-17	19-24	26-31	02-07	09-14	16-21	23-28	30-05	07-12	14-19	21-26	28-02	04-09	11-16	18-23	25-30	01-06	08-13	15-20	22-27	29-03	
◆ Product Development																												
- Drawings																												
- Casting Design																												
◆ Pattern Making																												
- Training/housekeeping																												
- Target Products																												
◆ Moulding																												
- Preparation -m/c																												
- Preparation - m'trial																												
- Moulding																												
◆ Melting & Pouring																												
- Kick Starter (FCD 60011)																												
- Pump casing (FCD 500)																												
- Valve (FCD 370)																												
◆ Finishing & Heat Treatment																												
◆ Factory Visits																												
◆ Evaluation, Summarization &																												
◆ Lecture																												

- Target Items :
1. Sheer Pinchroll Entry Guide (SCMn 1-5)
 2. Discharging Roller (SC11 13)
 3. Valve (SCS 12)
- Experts :
1. Tsuneto Nonaka : 01/09/98 - 31/03/98
 2. Fumio Obata : 01/09/98 - 30/11/98
 3. Kazuteru Sasaki : 11/09/98 - 10/01/99

(スケジュールの調整経緯)

業 務 報 告 書

(1998・9・13-1998・9・19)

プロジェクト名 マレーシア鑄造技術移転アフターケア
専門家名 野中 恒人
派遣期間 1998・9・1-1999・3・31
指導科目 模型製作
報告内容

(1) 技術移転スケジュール作成

14日の午後から佐々木、小幡、野中各専門家、SIRIM側からMR. Akhir, Mr. Zurani Mr. Zain 計6名。ここで先週末討議した内容を、SIRIM側から示されたが、これに加えて、ターボケーシング技術移転の追加要望がなされた。これはFTPが以前から取り組んできた鑄鋼品で、自分たちが何回やっても出来ない品物を、専門家が居る内に指導してもらいたいということであった。それに対し、佐々木専門家はこの品物は鑄鋼としては最も難しい部類に入り、経験の浅いFTPの進中ではまず無理だと、要望を断った。また、スケジュール的に考えても模型製作だけで、3ヶ月もかかるので、とても無理な話である。しかも、急に今日になって話を持ち出され、佐々木専門家にして見れば、寝耳に水で、これに携われれば本来の目的の技術移転に差し障りができると説明し、諦めるよう説得したのだが、Mr. Abriはなかなか納得せず、随分と食い下がっていた。そして、最後には渋々と納得したが、会議の後、彼は私に残念だと、しきりにこぼしていた。私はこの事が、今後のFTP側と専門家側との感情的なしこりにならなければよいがと、心配している。

ここでJICAマレーシア事務所をお願いしたいことは、一度担当者がFTPに来られて、技術移転スケジュールの確認と、お互いにしこりが残らないようFTP側の説得をお願いしたい。

2 JICA インプット

2-1 専門家派遣

次の3人の短期専門家を派遣した。

氏名	指導科目	派遣期間
野中 恒人	模型製作	1998年9月1日～1999年3月31日
小幡 文雄	溶解	1998年9月1日～1998年11月30日
佐々木 一光	製品開発及び新素材	1998年9月11日～1999年1月10日

2-2 機材供与

供与機材は別紙のとおり。

また、現地業務費により次の資材を購入した。

品目	数量	価格
Nickel Square	200Kg	RM8,480
Low Carbon ferro Chrome	1000kg	RM22,700

購入業者 Castmaster Sdn Bhd

2-3 関連インプット

本アフターケアには、カウンターパート研修は含まれていないが、SIRIM よりアフターケア要請時より、スタッフの訓練の打診があったため、マレーシア事務所より、10年度要望調査時に「鑄造技術」国別特設研修の要望を提出した。これが、マレーシア国別特設「特殊鋼鑄鋼技術」コースとして採択された（定員5名、4年間を予定、担当：名古屋国際研修センター）。10年度は SIRIM のスタッフ2名が研修員として参加した。

鑄造技術協力アフターケア供与機材リスト (機材修理を含む)

機材名	数量	業者	価格
(現地調達分)			RM
XRF, Heat Exchangerのメンテナンス及びスペアパーツ			
Spareparts of Rigaku 3070E X-Ray Fluorescent Spectrometer		QES(Kuala Lumpur) Sdn Bhd	119,632
X-Ray Tube	1		
F-PC Window(5770W7)	1		
F-PC Window(5770W8)	1		
Analyzing Chamber Window	1		
Forbrin Grease	1		
Silicon Grease KS-64	1		
High Voltage Insulating Oil 100cc	1		
Rotary Pump Oil MR200	1		
Rotary Pump Oil MR100	1		
Ion Exchange Resin for Type A & Type B for Heat Exchanger	1		
Heat Exchanger 4852A1 Internal filter element, External Filter element	1		
Labour Charge for preventive maintenance of XRF-3070E			
2. 高周波誘導炉のメンテナンス及びスペアパーツ			
Preventive Maintenance for Inductotherm 325KW 3000HZ High frequency Induction Furnace		Syarikat Limnet	24,811.18
Total Service and Check-up of Furnace			
800A C/Ferraz Fuse(Par No. A135-A105-I)	3		
3. 高周波誘導炉のスペアパーツ			
Spareparts for High frequency Induction Furnace		Syarikat Limnet	26,050
600 Amp Fast Acting Circuit Breaker Part No. A143-F113-I	1		
Power cabinet Internal Water	1		
4. カラープロッター			
Plotter Design Equipment & Accessories		Bume Jaya Trading	50,798
Plotter HP design Jet 2500CP Colour LFP	1		
Memory 32MB SIMM	1		
Ink System(Imaging), Black, Cyan, Magenta	1		

Ink system(Durability), Black, Cyan, Magenta, Yellow	1	
InkJet Paper (D/A1) 24 in roll	1	
InkJet Paper (D/A0) 36 in roll	1	
CX Jet Series Paer A3 size 200 sheets	1	
heavyweight special InkJet Paer D/A1	1	
heavyweight special InkJet Paer D/A0	1	
Coated Paer(A0 size) 125 sheets	1	
(本邦調達)		円
常温砂坑析検査機その他		
Sand Testing Equipment Universal Strength Machine Type PFG	1	1,180
Parts of gas Testing Equipment O ring Type GD-13	5	10,000
Double Edged Saw 300MML	1	33,200
Double Edged Saw 240MML	1	26,300
Parts of Band Saw:Wheel Ruffer Tire for BSW-200	3	66,600
Parts of Band Saw:Blade for BSW-200	2	50,400
鑄造用原材料 (低炭素フェロマンガ)		
Low Carbon Ferro manganese	200kg	75,000
造型機用部品		
Guide Pin	100	1,054,000
Round Guide bush	50	430,000
Ellipise Guide Bush	50	505,000
Lower Surface Plate for Middle Frame Aluminium-Made	10	451,000
Lower Surface Plate for Large Frame Aluminium-Made	2	475,000
Parts for Jolt Squeeze Stripper Molding Machine Operating valve(FD2A)	2	166,000
Testing Sieve STS "SINTOKOGIO" Standard Sieve 13-KINSD(5.5-280 mesh)	2	518,000
Parts for Permeability tester "SINTOKOGIO" protective Membrance 57 φX120	2	3,000
マグネットスイッチ等 (一部携行機材扱い)		
Magnet Switch for Dust Collector AC600V	7	100,100
Magnet Switch for Mixer AC600V	6	85,800
Separator SX 55A 5L	2	11,600

3 専門家報告書

野中専門家

小幡専門家

佐々木専門家

総合報告書

専 門 家 氏 名	野 中 恒 人
派 遣 国	マ レ イ シ ア
プ ロ ジ ェ ク ト 名	鑄造技術協力アフターケア
指 導 科 目	模 型 製 作
派 遣 期 間	1998.9.1~1999.3.31
任 国 配 属 期 間	1998.9.1~1999.3.30
本 邦 所 属 先	なし
報 告 書 作 成 日	平成11年 3月31日

1. 緒言

マレーシア鑄造技術協力事業アフターケアプログラムは平成10年9月1日より、平成11年3月31日までの7ヶ月間、マレーシアSIRIM・FTPにおいて実施され、この間、供与機材の贈与、短期専門家の派遣などによる技術移転が行われた。

派遣された専門家は3名で、模型製作（野中 7ヶ月）、溶解（小幡 3ヶ月）は既存分の底上げ、特殊鑄鋼（佐々木 4ヶ月）は関連分野の技術情報提供を、実技を含めて行うという位置づけで実施されたものである。私は模型製作の短期専門家として技術移転に携わってきたが、本書はその活動内容を記した報告書である。

2. 背景

技術移転の実施機関であるSIRIM・FTPは1988年10月より1993年10月までの5年間、基礎的な鑄造技術の移転を受け、一応の成果を上げ得た。プロジェクト終了後5年を経過した時点で、アフターケアプログラムの開始となったわけであるが、この時点でFTPはいろいろな問題を抱えており、専門家の技術移転指導は予想外の困難を強いられた。

その最大の問題は、大量のカウンターパートの離職、転職である。この事は1998年2月の調査団派遣時に判明していたことであつたが、残っているメンバーの多くが無気力で、仕事に対する積極性が無くなっていることである。その原因は、前回プロジェクト終了後のFTPは、満足な活動をしなかつたことがあげられる。毎日ひまで、やる仕事がない状態が続けば、誰でも怠け癖がつくものである。調査団派遣時のFTP側からの説明では、かなりの活動をしているような印象を受けたが、実際の中味はかなりかけ離れたものであつた。短期専門家がいちばん困つたことは配置されたカウンターパートが満足に作業に従事しなかつたことである。この背景には、最近FTPは「アルミダイカスト鑄造」にも手を出し、2名のテクニシャンをこの職場と兼務にしたという問題がある。この事は我々が赴任してから説明を受けたわけであるが、カウンターパートの配置表にはこの事実はなにも記されておらず、溶解と、造型のテクニシャンがほとんど作業に参加しないので、質問して初めてこの事実が分かつた。ふたりのテクニシャンは、職場は兼務であり、ときどきFTPにもどってきているようであつたが、我々の現場作業には手を出そうとはしなかつた。その理由として、次のことがあげられる。

マレーシア屈指の製鋼会社 Perwaja Steel Bhd はかねてから自社の鑄物工場を建設する計画があり、手始めとして、2年前から数人の実習生をFTPに送り込み、鑄物製造技術を習得させてきた。それは、自社で使う鑄物部品の大半を国外から輸入しており、これを内製化する

のが大きな目的である。我々専門家がFTPに赴任すると、間もなく Perwaja Steel から4人のメンバーが会社から数点の模型を持参して来所、自分たちで造型、溶解作業を開始した。これが2月の調査団派遣時にFTP側から説明のあった、カスタマーズ・トレーニングコースである。彼等は原材料を持ち込み、FTPの設備を借りて自分たちで自社铸件部品を製作しているわけで、FTPからの指導などは、いっさい受けていないことが判明した。このため、FTPのメンバーも我関せずとなり、いっさい手を出さないわけである。この事は異常な光景をFTPにもたらしめているわけで、Perwaja Steel のメンバーが毎日汗水流して作業しているのにFTPのメンバーはこれを傍観しているというわけである。これは我々短期専門家が赴任して、ターゲットプロダクトを決めてからも、その製品が Perwaja Steel のものとなると、全然手伝おうとしない。こういう習慣がついたということが彼等を怠けさせる原因になっている。こういうことになったのは、やはり管理監督者に責任があると思う。やるべき仕事を満足に与えないから、従業員が怠ける。それを管理監督者が見過ごしているところに大きな問題がある。

結局、今回のアフターケアプログラムの実技技術移転対象者はこの Perwaja Steel の4人のメンバーに実施ということになった。ただし、模型職場はFTPテクニシャンに実施した。

3. 全般の技術移転活動状況

当初、調査団派遣時にFTP側から「海底油田発掘装置用部品」、特にステンレス鋳鋼などの技術移転を受けたいと要望があったが、実際はかなり違った方向の技術移転となった。それでも、「特殊鋳鋼」の技術移転はこのPerwaja Steelのメンバーには当初予想されていた内容以上の成果が上がったものと喜んでいる。また、鑄造方案に関してはFTPのMr. Zuraniにかなりの力をつけることが出来て、「特殊鋳鋼」の技術移転全般に関しては、佐々木専門家としては、立派な成果をあげられたと評価している。

一方、溶解の小幡専門家もその技術移転の対象者がPerwaja Steelのメンバーになったため、多少の戸惑いはあったものの、FTPメンバーには分析業務の再指導や、ADI（オーステンパー・ダクタイルアイアン）の製造技術を伝授されたのは大きな成果だったと思う。

また、模型職場は配置されたふたりのテクニシャンが、まじめに実習に励んだので、当初、全くの新人を相手にどれだけやれるか心配していたが、予想以上の成果を上げることが出来た。特に、Mr. Azly は前プロジェクトのテクニシャン Mr. Radzy（現在SIRIMトランガヌ支所に転勤中）から木型製作の手ほどきを受けていて、図面解読力、模型方案力、理解力に優れ、スムーズな技術移転が実施でき、予想以上のレベルに達したことを喜んでいる。

ところで、1999年2月初めからTESDEC（トランガヌ職業訓練校）の実習生17名を受け入れてからは、FTPの様相が一変した。たまたま、一時帰社中のPerwaja Steelのメンバー3名も職場復帰して、この実習生とともに鋳物づくりに精を出し始めた。すると、FTPの連中も今度は傍観するわけにはいかず、上からの命令もあって実習生のインストラクターとして活躍し始めたのである。すると、現場の雰囲気はすっかり変わって、活気が出てきた。毎日造型、毎日溶解という今までには考えられないスピードでものが生産され始めた。そして、これまで計画が中断していた、木工旋盤やターボケーシングなどFTP独自のプロジェクトに向かって前進し始めたのである。

4. カウンターパート

私が担当したカウンターパートは次の通りである。

クラス	氏名	摘要
Executive (Officer)	Mohd Zurani	入社4年目 28才 既婚 デザイン、鋳造方案、 模型方案担当 今回は佐々木専門家のC/Pも勤める
Supportive (Technician)	Ahmad Fozi	入社8年目 28才 独身 担当は造型 77ターゲブプログラムで は急速模型職場へ配転となる。木型経験なし
	Azli Jamil	入社4年半 26才 独身 製図工として入社 木型工全員退社のため模型職場を兼務となる

Mr. Foziは前プロジェクト時代からの顔なじみ。Mr. ZuraniとMr. Azlyは今回初めての私のカウンターパート。3人とも人の良い人物で指導しやすかった。ただし、最初の頃、Mr. Azlyがよく職場から離れていたが、途中から心を入れ替えたのか、まじめに作業するようになって、模型技術移転は順調に推移した。

その他、Perwaja SteelのMr. Badrulが、実質上の私のカウンターパートとして模型製作に従事した。彼は過去に木型製作の経験があり、大きな戦力として活躍した。

5. 模型技術移転活動状況

(1) 機械器具・道具のメンテナンス

前回のプロジェクトの終了した1993年以降、ほとんど、機械器具・道具類のメンテナンスを実施していなかった。このため全ての機械器具、道具類のメンテナンスを実施した。その内容は次のとおりである。

(1) -1 バンドソー

機 械 名	メンテナン ス 内 容	写 真	摘 要
バンドソー	刃研ぎ (三角やすり使用)	0 1	三角やすりの使用要領
	アサリ出し (アサリ出し器使用)	0 2	アサリ出しの必要性を説明し 実習させた

写真01



三角状のバンドソーの刃に、三角やすりで1枚の刃につき、2～3回押して研ぐ。1本のバンドソーの刃には550～560の刃がついているので、1本のバンドソーの刃を研ぎあげるのに、1200回～1500回くらい、やすりを押さなければならない。

写真02

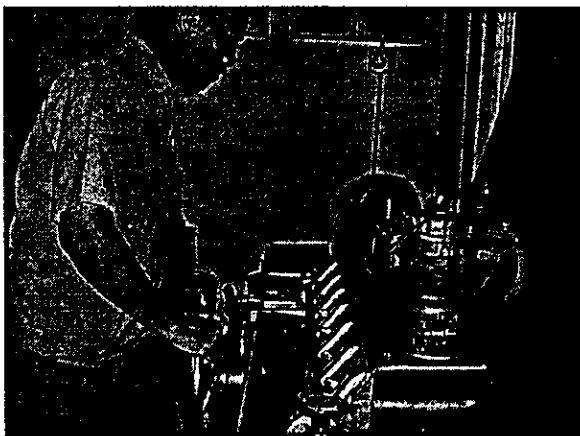


バンドソーの刃は、その三角状の刃先を、互い違いに角度をつけて、広げた状態にする。これも、アサリ出し器という特殊な道具を使って、1枚、1枚角度を出して行く。これだけで2時間近くかかる。従って、目立てとアサリ出しで、熟練者でも半日は十分にかかる手間のいる作業である。

(1) - 2 機械鉋類

機 械 名	メンテナン ス 内 容	写 真	摘 要
手押し鉋	刃物研ぎ (刃研ぎ機使用)	0 3	機械研ぎの後、仕上げは砥石使用
	刃物の交換 (3 枚刃)		
自動鉋	刃物研ぎ (刃研ぎ機使用)	0 3	要領は手押し鉋と同じ
	刃物の交換 (3 枚刃)		
木口削り機	刃物研ぎと刃の交換 (1 枚刃)	0 4	要領は下記

写真03



手押し鉋も自動鉋も、その刃物は数年間、研いでいなかったもので、切れ味は極端に悪く、危険な状態であった。

機械鉋類の刃物研ぎ、交換は二人のテクニシャンは共に初めての経験であったので、十分な時間をかけて指導した。

写真04



木口削り機の刃物は、グラインダーと刃物研磨機を使った後、砥石で仕上げる要領を教えた。

機械鉋類の刃物は刃物が大きくて、その取り扱いには慎重を要する。

怪我をしないよう特に注意しながら指導した。

(1) -3 a 鉋類

道具名・数量	メンテナンス内容	写真	摘要
① 台直し鉋 2	鉋台の台直し要領	05	初めての台直し経験
② 木口鉋 2	砥石使用での刃の研ぎ方	06	基本から指導
③ 仕上げ鉋 6	同上	06	同上
④ 小鉋 5	刃物研磨機を使用	06	裏刃は仕上砥石使用
⑤ 丸内鉋 1	刃物研磨機を使用	06	裏刃は仕上砥石使用
⑥ 丸鉋 10×2set	同上	06	同上
⑦ 反り鉋 10	同上	06	同上

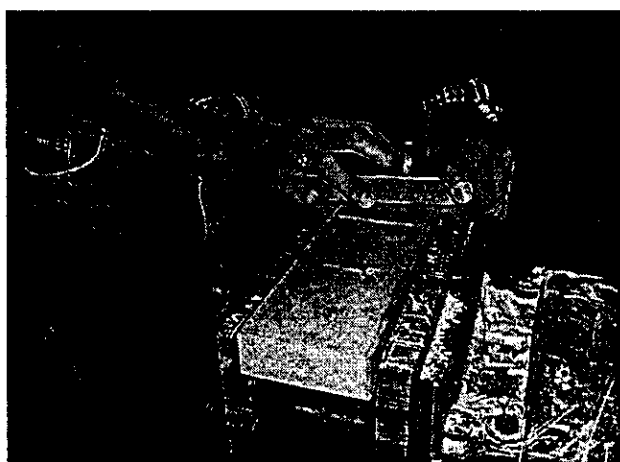


写真05

平鉋類はその台をいつも平らに保つ必要がある。このためときどき、油を引いた定盤の上で、鉋の平面度をチェックし、高いところを台直し鉋で、削って修正する。これを怠って板を削ると、鉋屑を薄く削ったり、正確な平面を削り出すことが出来なくなる。

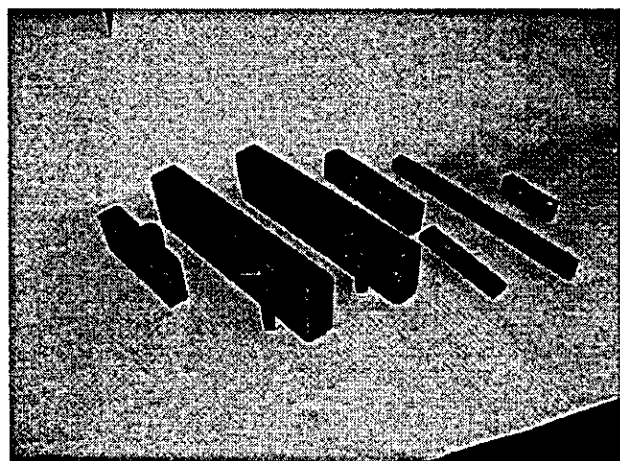


写真06

写真左から

- ① 台直し鉋
- ② 木口鉋 (1枚鉋)
- ③ 仕上げ鉋 (2枚鉋)
- ④ 左) 子鉋
- ⑤ 右) 丸内鉋
- ⑥ 丸鉋 (竿鉋)
- ⑦ 反り鉋

1) - 3 b

道具名・数量	メンテナンス内容	写真	摘要
⑧四方反り鉋 10	刃物研磨機を使用	07	裏刃は仕上砥石使用
⑨きわ鉋 2	刃物研磨機、砥石使用	07	研ぎ方はどちらでもOK 右左の鉋の使い分け要領



写真07

写真上から

- ⑧ きわ鉋 (右用)
- ⑧ きわ鉋 (左用)
- ⑨ 四方反り鉋 (2個とも)

(1) - 4 ノミ類

道具名・数量	メンテナンス内容	写真	摘要
⑪平ノミ 10×2set	刃物研磨機、砥石の両方	08	裏刃は仕上砥石使用
⑫丸ノミ 10×2set	刃物研磨機、砥石の両方	08	裏刃は仕上砥石使用
⑬杓子ノミ 10×2set	刃物研磨機、砥石の両方	08	裏刃は仕上砥石使用
⑭平突きノミ 10×2set	刃物研磨機、砥石の両方	08	裏刃は仕上砥石使用
⑮丸突きノミ 10×2set	刃物研磨機、砥石の両方	08	裏刃は仕上砥石使用

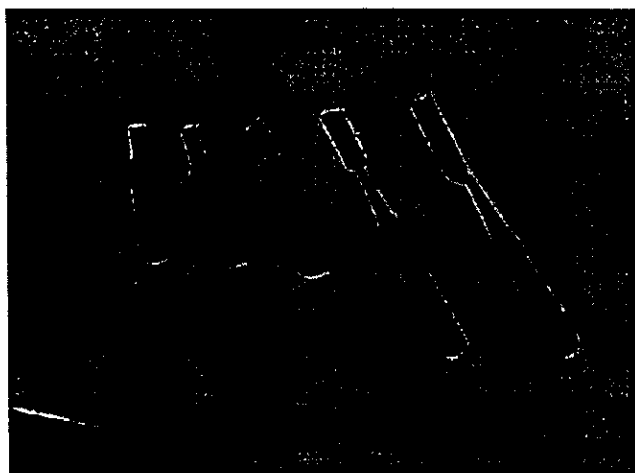


写真08

写真左より

- ⑪ 平ノミ
- ⑫ 丸ノミ
- ⑬ 杓子ノミ
- ⑭ 平突きノミ
- ⑮ 丸突きノミ

(1) -5 砥石類

種類・数量	メンテナンス内容	写真	摘要
中砥石 4	砥石の表面をサトペーパーで平らにする	09	サンドペーパーは金型
仕上げ砥石 2		09	定盤の上に置く

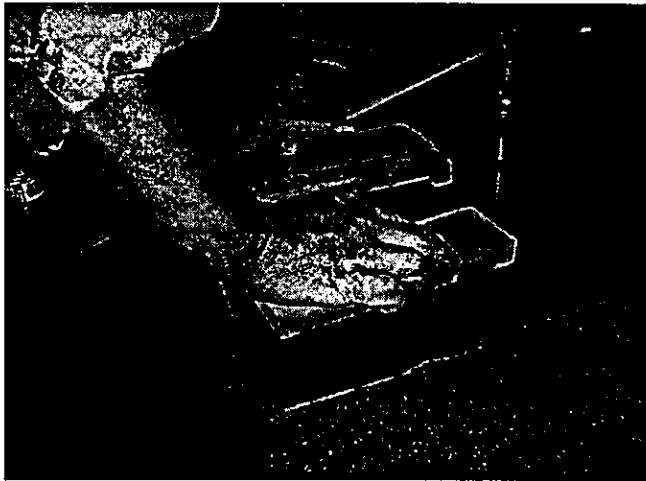


写真09

砥石の表面は常に平らに保っていないと刃物が直線に研げない。このため、砥石の表面が平らであるかをチェックし、曲がっていれば定盤の上にサトペーパーを置いた状態で砥石をこすって、平らにする。

以上、木工機械、道具類のメンテナンスを指導したが、長年手入れをしていないのと、新人に教え込むために、3週間の日数がかかった。

我々が機械道具のメンテナンスに追われている間、最初のターゲットプロダクトである、ディスクチャージローラーとエントリーガイドの鋳造方案図が佐々木専門家の指導で、Mr. Zuraniの手で作成された。

これを元に、木型製作にかかったわけであるが、何しろ、C/Pのテクニシャンが、新人であるため、その指導に思わぬ時間がかかった。特に、Mr. Fozi は図面の見方もわからぬ有様で、現図の書き方の基本から教えながら、木型製作の要領をつききりで指導した。

一方、Mr. Azlyの方は図面の解読力がかなりあり、木型製作の経験も多少あったので、理解力にすぐれ、指導しやすかった。従って、彼の木型方案力を養うため、できるだけ彼のアイデアを聞いてから、善し悪しを決めてやり、作業を進めるようにした。

なお、下記に当期間中に製作した木型のアイテムを示したが、ターゲットプロダクトのうち、No 1, ディスクチャージローラー、No 2, No 3のエントリーガイドはPerwaja Steel の製品である。

(2) 木型製作アイテム及び鋳物製作個数一覧

No	品名	写真	摘要	鋳物個数
01	ディスチャージローラー	10, 11, 12	ターゲットプラケット	2 (Gs, Co2)
02	エントリーガイド	13, 14, 15	ターゲットプラケット	4 (Gs, Co2)
03	エントリーガイド (木型修正)	13, 14, 15	ターゲットプラケット	2 (Gs, Co2)
04	バルブ (既製品の木型修正)	16, 17, 18	ターゲットプラケット	2 (Gs, Co2)
05	ファネル・フォウ・ラウト (木型修正)	19, 20	Perwaja Steel	2 (Gs, Co2)
06	鋳鋼用試験片 (木型修正)	21	F T P	10 (Co2)
07	インペラー (木型修正)	22, 23	Perwaja Steel	6 (Co2)
08	ストリッパーガイドNo. 1	24	Perwaja Steel	2 (Co2)
09	ポンプケーシング (木型修正)	25, 26	Perwaja Steel	2 (Co2)
10	ブレーキドラム	27, 28, 29	Perwaja Steel	10 (Gs, Co2)
11	ストリッパーガイドNo. 2	30, 31	Perwaja Steel	2 (Co2)
12	ストリッパーガイドNo. 3	32, 33, 34	Perwaja Steel	2 (Co2)
13	木工旋盤用ベース (既存木型)	35, 36	F T P	2 (As)
14	木工旋盤用押しコップ (既存木型)	37	F T P	2 (Gs)
15	木工旋盤用部品 (既存木型)	38	F T P	2 (Gs)
16	ストリッパーガイドNo. 4		Perwaja Steel	
17	ディスチャージローラー (木型修正)		Perwaja Steel	

(注)

鋳物個数欄の中のGsは生型造型 (グリーンサンド)

Co2は炭酸ガス造型

Gs, Co2は主型が生型造型、中子がCo2造型

Asはアルファセット造型

(3) 木型アイテム毎の詳細

No. 1 : ディスチャージローラー (ターゲットボルト : Perwaja steel製品)

木型仕様 : (主型) 半現型、鼓形状上型・下型兼用、定盤は上型、下型兼用
(中子取り) 半現型、箱開き型)

製作工数 : 4 週間 製品材質 : ニッケル・クローム 鑄鋼

ポイント : 円形の品物は木型が半分でも鑄物は出来ることを教えた。この時の模型定盤も 1 枚の定盤で上型下型兼用できること、同じく中子取りでも半分の木型で良いことを教えた。

アリミゾ仕様残し型 (ルーズピース) 製作要領の指導。

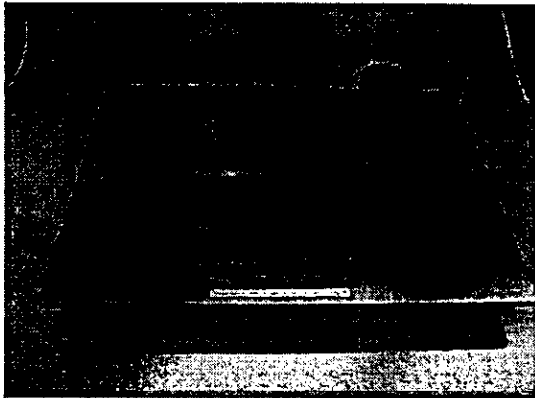


写真 10

上型仕様

半現型定盤ダボ合せ (下型と兼用)

押湯、湯口棒、湯道もダボ合わせ
余肉 (パッテング) はアリミゾ残し型 (ルーズピース)

製作担当 : Mr. Azly



写真 11

下型仕様

半現型ダボあわせ (上型と兼用)

湯道も定盤とダボあわせ

製作担当 : Mr. Azly

写真 12

中子取り仕様

半現型、箱形、上型下型兼用

上型下型の入れ子は一部取り替え

製作担当 : Mr. Azly

Badrul
Mr. Badrul (Perwaja)

No. 2 : エントリーガイド (ターゲットプロダクト : Perwaja Steel製品)

No. 3 : エントリーガイド (No. 2の図面変更による再製作)

木型仕様 : (主型) 現型二つ割り、上型下型各定盤取り付け

(中子取り) 現型二つ割り

製作工数 : 4 週間 製作担当 : Mr. Fozi

製品材質 : 普通鋳鋼

ポイント : 上型下型別々の定盤に食い違いのない主型の取り付け要領

木工旋盤を使わないで、手作業による丸物二つ割りの木型製作要領



写真13

上型仕様

二つ割り主型のベニヤ板定盤

取り付け、写真はNo. 3木型

押し湯はボあわせ

フランジ面の余肉はルーズピース

湯道は定盤取り付け

湯口棒は旋盤加工、ダボ合わせ

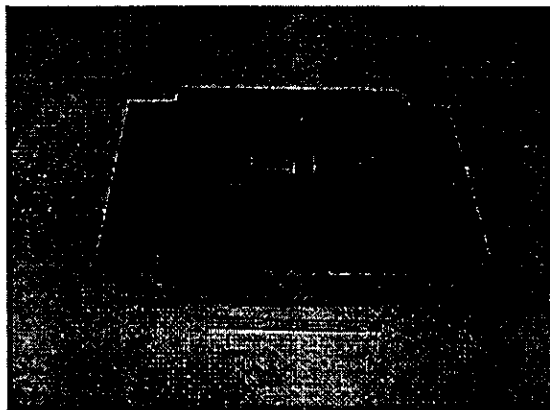


写真14

下型仕様

二つ割り主型のベニヤ板定盤

取り付け (取り付けセンターラ

イン引きはブロックゲージを使

用—上型も同じ要領)

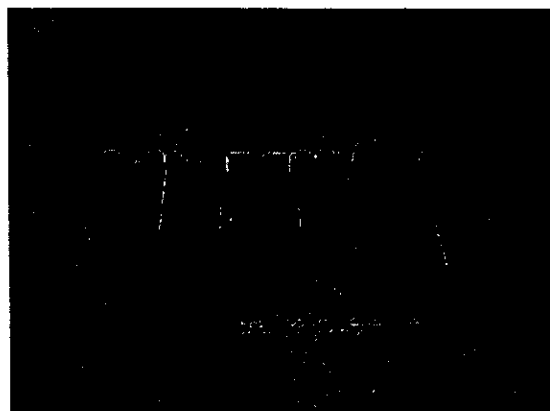


写真15

中子取り仕様

右2個 (1組) はNo. 2用で

両幅木 (両端に幅木がある) 使
用のもの。

左4個 (2組) はNo. 3用で片
幅木使用のもの。

No. 4 : バルブ (ターゲットプロダクト : FTP製品)

木型仕様 : (主型) 二つ割り現型、アルミ定盤取り付け

製作工数 : 3週間 製作担当 : Mr. Fozl

製品材質 : ステンレス鋼

ポイント : 銅合金用として製作した従来品を、ステンレス鋼用として改修。主として押し湯、湯道の作り替え、フランジ面の余肉取り付け (ルーズピース) など
また、アルミ定盤への湯道の取り付け方法指導。

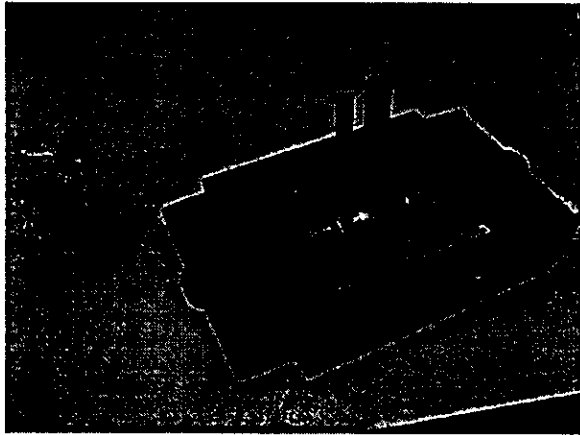


写真16

上型仕様

現型二つ割り、

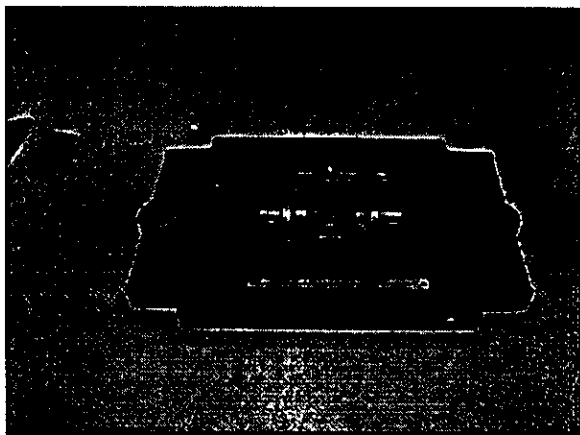
アルミ定盤取り付け

フランジ面余肉 (ルーズピース)

押し湯は全て鋼用に作り変え

湯道も鋼用に作り変え

写真17

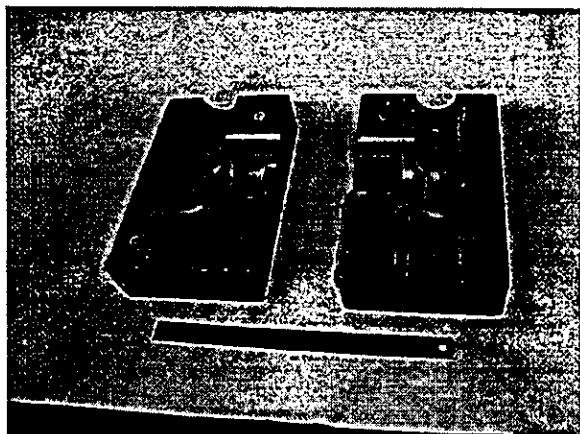


下型仕様

主型部分は従来品をそのまま使用 (上型と同じ)

湯道は鋼用に作り替え、湯道の取り付け方法としては、従来のようにアルミ定盤の裏から木ねじで取り付けるのではなく、表の湯道からアルミ定盤まで釘を打ち込む方法を教えた。

写真18



中子取り仕様

従来品をそのまま使用

二つ割りソリッドタイプ

No. 5 : ファネル・フオー・ラウンド (Perwaja Steel 製品)

木型仕様 : Perwaja Steel 持ち込み木型 (主型) 現型定盤取り付け

製作工数 : 2 週間 製作担当 : Mr. Azly

製品材質 : ダクタイル鋳鉄

ポイント : 上型と下型を反対にするための定盤取り付け変え、及び食い違い検査方法、押し湯、湯道の新規製作など

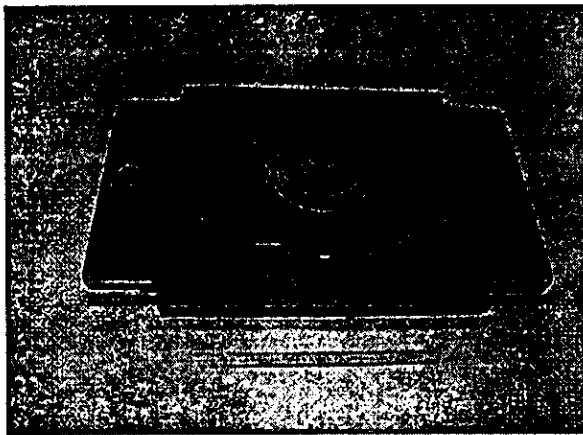


写真 19

上型仕様

これまでの下型木型を上型に取り付け直し

押し湯、湯道の新規製作

取り付けセンターラインはブロックゲージ及び直線定規を使用

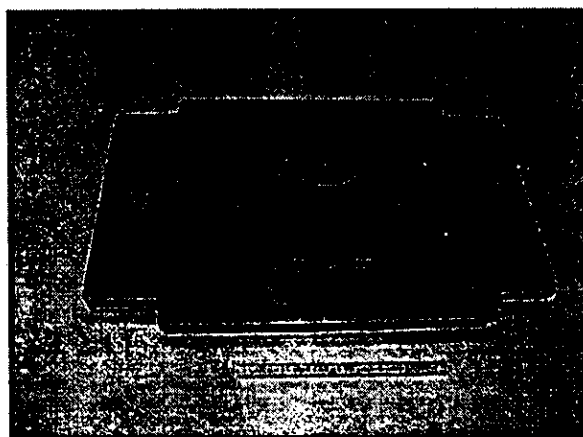


写真 20

下型仕様

これまでの上型木型を下型に取り付け直し

取り付けセンターラインはブロックゲージと直線定規を使用

この製品は Perwaja Steel の持ち込み木型で、その方案がまずく、良い鋳物が出来なかった。そこで我々専門家の意見を取り入れて、上型下型を逆に鋳込んだらということで、木型を修正した。木型を取り付けた後の食い違いチェックについては、金型定盤の上で、模型定盤を立てて、ガイドピンをベースにして、トースカンで食い違いを測る方法を指導。テクニシャンたちにして みれば、初めての経験で、十分に技能習得したとはいえないので、もう一度機会をみて指導したい。

No. 6 : 鋳鋼用試験片 (木型修正—F T P 製品)

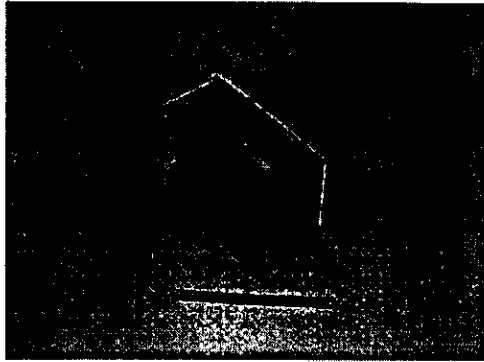


写真 2 1

木型仕様

Co2中子取り型

長年の使用による老朽化で、定盤 (底板) の取り替え

製作工数 : 2 日

製作担当 : Mr. Fozi

No. 7 : インペラー (Perwaja Steel製品)

木型仕様 : Perwaja Steel持ち込み木型 上下型ベニヤ定盤取り付け

製作工数 : 2 週間 製作担当 : Mr. Badrul (Perwaja Steel)

製品材質 : 低マンガン鋳鋼

ポイント : 上型下型の取り付けを反対にして、取り付け直し

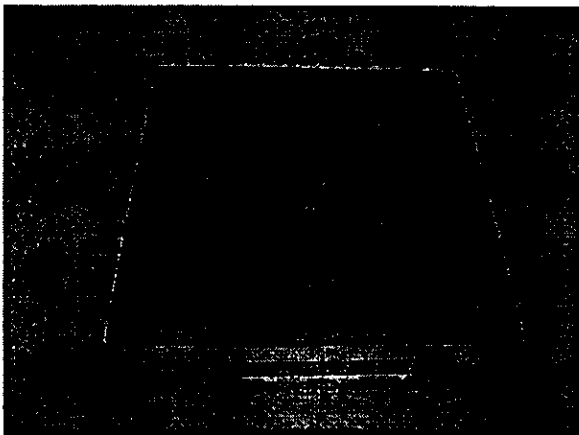


写真 2 2

上型仕様

定盤はベニヤ板で新規製作

取り付けセンターラインはブロックゲージ及び直線定規使用

押し湯, 湯道, 湯口棒は新規製作

上型下型の枠あわせは、ベニヤ定盤に凹型のダボ穴 2カ所彫る

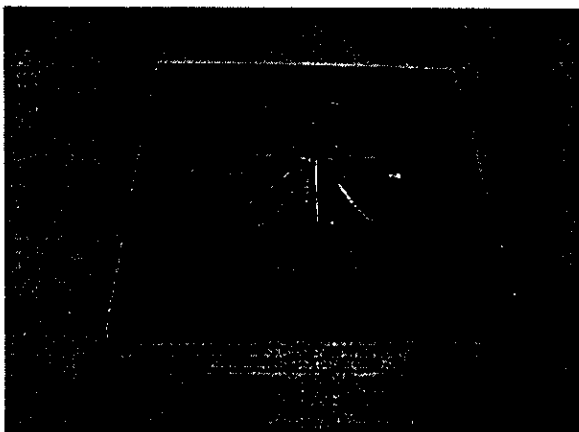
写真 2 3

下型仕様

定盤、下型湯道を新規製作

上型下型の枠あわせはベニヤ定盤に凸型のダボ 2カ所取り付け

ダボ位置は金型定盤にベニヤ定盤を立て、トスカンでライン引き



No. 8: ストリッパーガイドNo.1 (Perwaja Steel 製品)

木型仕様: (主型) 二つ割り現型、取り付け定盤なし。

(中子取り) 片幅木中子

製作工数: 3週間 製作担当: Mr. Azly

ポイント: 片幅木の幅木の長さの決め方



写真24

主型仕様

現型二つ割り、定盤なし

湯道も現型、定盤取り付けなし

押し湯 円柱型ダボあわせ

幅木 片幅木

中子取り仕様 箱形

No. 9: ポンプケーシング (Perwaja Steel 製品)

木型仕様: (主型) 二つ割り現型、Co2ダボ合わせ型

製品材質: ダクタイル鋳鉄 製作工数: 2日 製作担当: Mr. Fozi

ポイント: 堰追加による湯道、「かけ堰」の製作

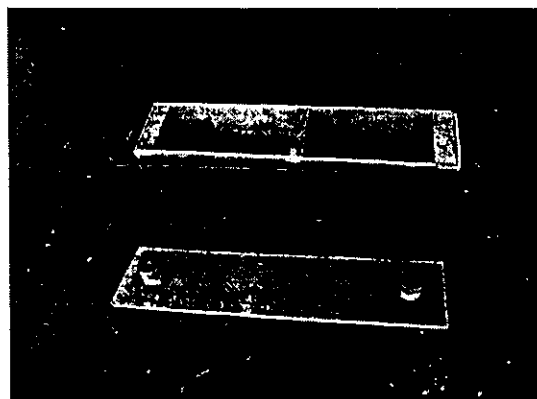
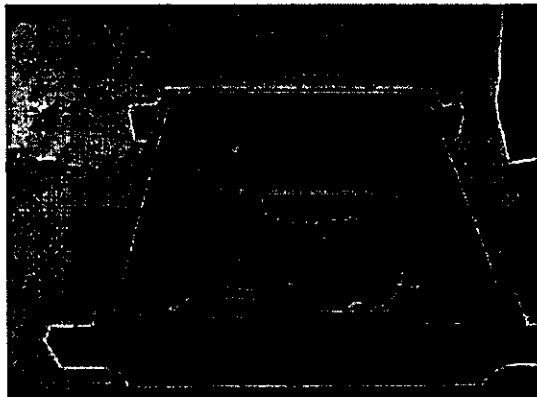


写真25

主型仕様

木型はPerwaja Steel の持ち込み木型。型あわせダボは3個から2個に変更

既存の堰・湯道の反対側にも堰・湯道を追加

写真26

「かけ堰」の製作

2カ所同時に湯がはいる「かけ堰」の製作。佐々木専門家提案、指導。外枠は鉄板溶接品。外の木型を枠の中に入れて使用

No. 10 : ブレーキドラム (Perwaja Steel大型トラック製品)

経緯 : Perwaja Steel の大型トラックのブレーキドラムが2個破損してトラックが使用出来なくなり、特急品として製作 (製造元のイタリアに注文すると4ヶ月かかる。それを4週間で鋳物を製作) 納期どうり納品。8個の追加注文あり。

製品材質 : ダクタイル鋳物 製作日数 : 3週間

ポイント : 大物丸物品の旋盤加工要領 レンガ積み細工の要領

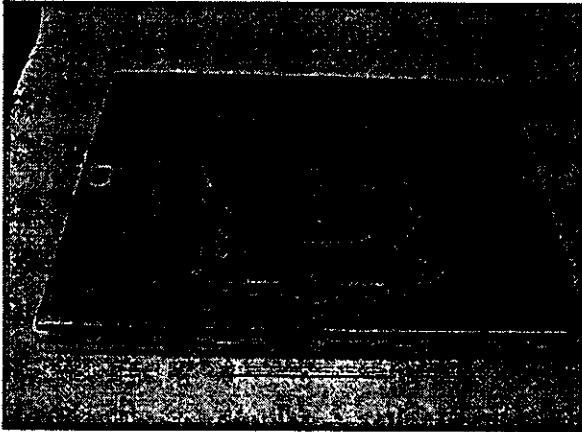


写真27

主型仕様

下型はレンガ積み細工

木工旋盤による加工仕上げ、定盤にダボ合わせ、大型鋳枠使用

製作担当 : 主型は野中

定盤、湯道、押し湯はMr. Badrul (Perwaja Steel)

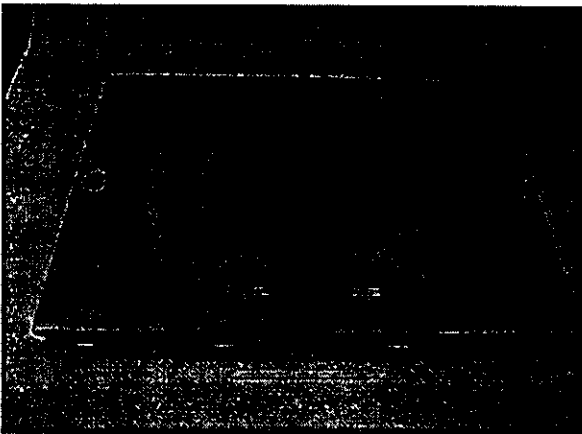


写真28

上型仕様

湯口棒、湯道、押し湯を定盤ダボあわせ、大型鋳枠使用

本来は専用定盤は使用しないで造型を予定したが、造型者 (Perwaja Steelの Mr. Mazlan) の技能が未熟なため断念した

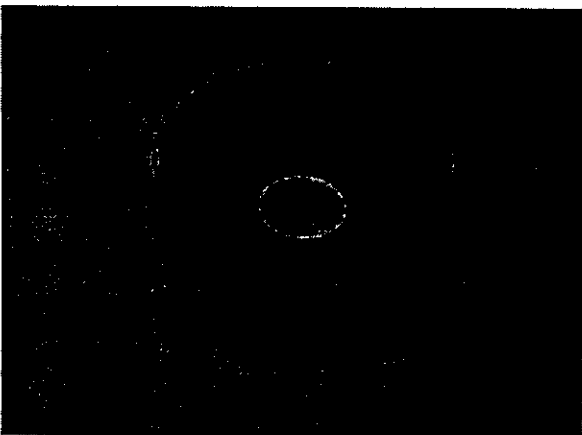


写真29

中子取り仕様

レンガ積み二つ割り現型

ストッパーは日本から持参した新しい金具を使用

製作担当 : Mr. Mazlan (Perwaja)

Mr. Fozl

No. 11: ストリッパーガイド No.2 (Perwaja Steel製品)

木型仕様：現形二つ割型、定盤取り付けなし

製品材質：鋳鋼

ポイント：横込めでは押し湯が効かないので、縦に起こして込めつける発想。

製作日数：5週間 製作担当：Mr. Azly 製作補助：Mr. Fozi



写真30

主型仕様

現型、上型下型ダボ二つ合わせ

定盤取り付けなし

押し湯 大型円形2個

余肉 ルーズピース

型抜き用棧 上型下型共取り付
け

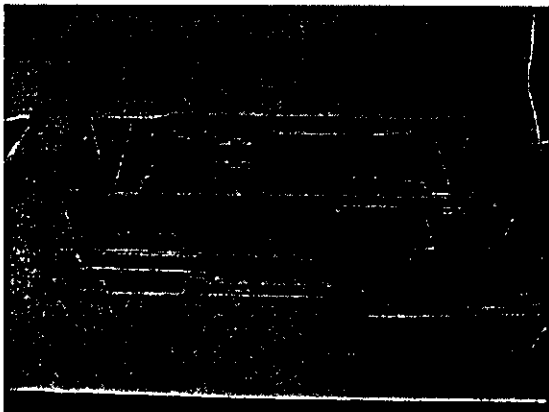


写真31

大型中子取り仕様

入れ子はダボあわせ、

外側囲み板 ダボ合わせ

小型中子取り仕様

入れ子あり 箱形

ナンバープレート用中子取り使用文字
はコンピューター打ち出しの
ものを使用

ストリッパーガイドNo. 2とNo. 3は寸法が少し違うだけで、形状はほとんど同じもの。No. 2の製作には日数がかかったが、次のNo. 3の製作日数はかなり短縮された。慣れ（経験）による製作日数の短縮は、木型製作に関しては大きな力を発揮する。

それにしても、Perwaja Steelの製品は木型教材としても、まことに適当なもので、木型技術移転に大いに役立った。

No. 12 ストリッパーガイドNo. 3 (Perwaja Steel製品)

木型仕様：現型二つ割定盤取り付けなし No. 2 ストリッパーガイドと同じ仕様

製品材質：鋳鋼 製作日数：4週間

製作担当 Mr. Azly 製作補助 Mr. Badrul, Mr. Fozi



写真32

主型仕様

現型、上型下型ダボ二つ合わせ

定盤取り付けなし

余肉 ルーズピース

押し湯 大型円形2個

型抜き用棧 上型下型共取り付け

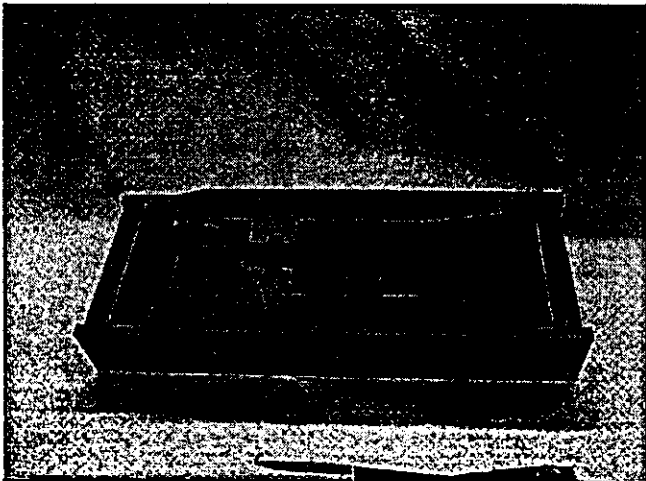


写真33

大型中子取り仕様

入れ子形状複雑。ダボあわせ、

外側囲み板 ダボ合わせ

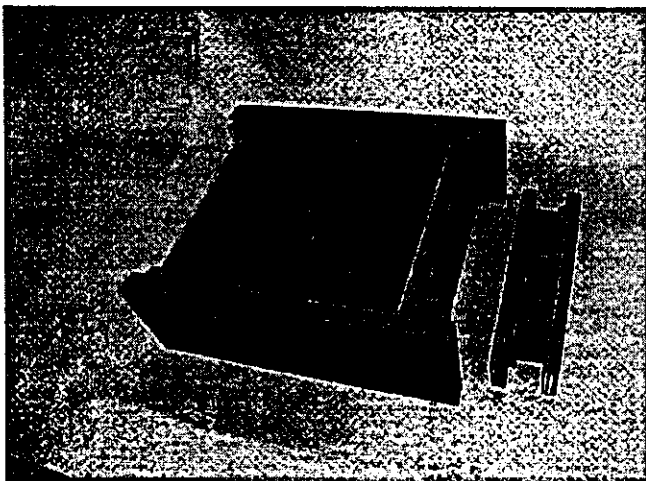


写真34

小型中子取り仕様

入れ子あり 箱型

ナンバープレート用中子取り使用文字
はコンピューター打ち出しの
ものを使用

6. 成果

(1) 鋳物技術移転

前述したように、我々短期専門家がFTPに到着した時点では、満足なカウンターパート（特に溶解、造型）の配置がなされず、技術移転は専ら、実習中の民間業者Perwaja Steelのメンバーに実施する羽目になった。しかし、その中味は予定していた以上のものを技術移転できたと評価している。ただ、溶解の小幡氏、特殊鋳鋼の佐々木氏とも、FTPに直接、技術移転できなかつたことに、割り切れないものを感じて帰国された。

しかし、今年2月初めからTESDEC（トランガヌ職業訓練校）の生徒17名がFTPに実習に来てからは、様相が一変し、技術移転の成果が大いに上がり出した。実習生17名のマンパワーをフルに活用し、FTPのメンバーがやる気を出して指導にあたりだし、さらに、Perwaja Steelのメンバーも一体となって鋳物作りに励み出したからである。

TESDECの実習生にしてみれば、材質的にはアルミニウム、普通鋳鉄、ダクタイル鋳鉄、鋳鋼、特殊鋳鋼の溶解方法、造型的には、生型、Co2、アルファセットなどの多種のものを学ぶことが出来、訓練生としてはハイレベルの実習が経験できた。また、Perwaja Steelにしても、自社鋳物製品製作に、このTESDECのパワーを利用し、短納期で安価な鋳物が入手できるメリットがある。さらに、FTPにしても、TESDECとPerwaja Steelからある程度の収入が見こめるし、また、インストラクターになったメンバーがやる気を出して指導にあたり出したことは大きな収穫である。そして、なんといってもこのトレーニングコースは、FTPとして本来の役目を果たすのに大いに貢献している。

このように、三者三様にメリットを有するこのシステムは今後も継続する必要がある。今年度は年間3回の職業訓練校の実習契約が成立しており、今後は年4回を目標に計画している。

(2) 模型技術移転

二人のテクニシャンのうち、Mr. Azlyが予想以上に伸びてくれたので、おおいに満足している。専門家がいなくても、結構一人で自立できるところまで成長した。もう一人のテクニシャンMr. Fozilは残念ながら当初予定していたとおり、木型製作の基礎が出来た程度で終わった。また、本来のカウンターパートではないが、Perwaja SteelのMr. Badrulは前の経験を生かして急速に腕が上がった。将来、Perwaja Steelの模型職場のリーダーとしておおいに活躍が期待できる。

また、マレーシア木型製作全般に言えることは、道具のメンテナンス技術が劣悪で、特に

刃物研ぎの技能レベルが低い。前回プロジェクトのときもそうであったが、今回のアフターケアでも、この点に重点をおいて指導したが、一通りの技術習得はなし得た。

以上、総合的に見て、今回のFTPアフターケアプログラムの成果は、当初、期待が持てないという予想から、一転して、それ相当の成果が上がり、さらには今後の発展につながる希望が持てるようになったと判断している。

7. 提言

アフターケアプログラムの終了にあたり、FTPに対して次の提言をしたい。

(1) 管理監督体制の強化

一般的に管理監督体制が弱体化している。管理者が率先してこれを正す必要がある。

①勤務時間の厳守

勤務時間がルーズである。いつ仕事を始めたのか、いつ終わったのかわからない。

勤務時間中の勝手な飲食、午睡、無届の礼拝及び、無断外出禁止を徹底すべきである。

②各設備・機械の責任者を任命

各設備・機械類の正副の使用責任者を決め、その設備・機械に名前を掲示する。

責任者は定期的に設備・機械を点検する責任を持つ。

各職場・部屋の責任者を決め、部屋の入り口に名前を掲示し、責任者はその部屋の5Sについて責任を持つ。

③各設備・機械・工具のメンテナンス

各設備・機械・工具の責任者は、定期的に整備・点検し、チェックリストに記録する。。

(2) 人員確保

将来のRAFEC構想を成功させるためには、人の採用が急務である。いま採用して訓練しておかないと、RAFECに間に合わない。

(3) 民間業者、訓練校とのタイアップ

現在実施している民間鋳物業者と職業訓練校とタイアップして、トレーニングコースを設けることはすばらしいアイデアである。今後は、RAFECにつながり、更に発展するよう期待している。ただし、民間鋳物業者も、訓練校の生徒も来ないときのFTPの活動はどうするのか、無為に過ごすことのないよう綿密な計画を立てる必要がある。

以上

8. むすび

私はマレーシア鑄造技術移転プロジェクトでは、前回3年、今回は7ヶ月、合計3年7ヶ月の模型技術移転にあたってきた。この間の経験から感じたことを下記に述べてみたい。

①技術移転期間は連続長期に

私の経験からいって、技能・技術者が一人前になるのには、最低5年はかかる。まして、人に仕事を教えるようになるには10年は必要だ。JICAプロジェクトは5年一区切りのものが多いようだが、これではどうにか仕事は出来るようになって、人に仕事を教えるところまでは到底無理だ。国立系の研究所に技術移転する場合は、この点を十分に考慮する必要がある。そこでひとつの提案として、5年のプロジェクトが終わった後も、シニアボランティア専門家を交代で派遣して、技術移転は10年をめぐりに継続することを薦めたい。

どこのプロジェクトにも言えることは、日本人専門家が帰国した後のプロジェクトの無力化である。これを防ぐためには、一人の専門家でいいから、継続して派遣することである。

②技術移転には民間企業とタイアップして

国立系の研究所で感じることは、従業員が親方日の丸的感覚で、勤労意欲に乏しい。この点、民間企業の従業員はかなり意欲的に働く。私は技術移転の一方策として、この民間企業をうまく取込んでみてはと、提案したい。技術移転の効率も上がり、技術の伝承もうまく行くと考えられる。今回、マレーシアSIRIM・FTPでは民間企業と、職業訓練校がいっしょになって、鑄物技術習得にあたったが、その効率も目を見張るものがあり、また、FTPにしても、本来の使命である地場産業への鑄物技術指導に大いに貢献した。

③SIRIM・FTPへの援助

振り返って、私が勤めたSIRIM・FTPの将来を考えてみると、私が帰国した後、民間企業も、職業訓練校も同時に引き上げて、FTPはFTP本来のワーカーだけになってしまう。この次は5月半ばにトレーニングコースを計画しているようであるが、それまでの空白の期間を彼らはどのようにして過ごすのか、はなはだ心配である。FTPは将来、ラサ鑄物工業団地(RAFEC)に50人体制で、移転する計画がある。このときは、鑄物だけではなく産業機械(例えば汎用旋盤、ターボケーシングなど)へ挑戦し、販売まで考えているとか。構想は確かに立派であるが、果たして自分たちだけで、どれだけやれるかとなると甚だ心もとない。今からこのRAFEC構想の成功のためにも、JICAからの支援を考えていただければ、望外の喜びである。

以上

Recommendation

March 26, 1999
Tsuneto NONAKA

I would like to give some recommendations to Foundry Technology Programme. after the seventh month of the aftercare programme. The manager should have a good leadership and control of the following:

1. Management and control system
 - a. Control during the working hour

Control during the working hour is very loose. Staffs can easily go out during the working hour without notifying the manager or officers. Eating and drinking should also be prohibited during the hour.
 - b. Nominate the responsible person for each machine, equipment, labs, sections and stores.

Names and contact numbers of the responsible persons should be printed on each machine, equipment, labs and stores entrances. The responsible person should handle 5S in the labs, sections and stores.
 - c. Maintenance of machines, equipment and tools.

Responsible persons should do checking and maintenance at a regular time. Any checking or maintenance done should be recorded weekly or monthly.
2. New staffs employment
 - a. RAFEC

New staffs employment should start before the RAFEC is ready. This would give an ample time for a training programme in the Foundry Technology Programme.
3. Tie up with private companies and training institutes
 - a. Foundry Technology Programme should continue the product development programmes with private companies.
 - b. Foundry Technology Programme should also conduct training for training institutes. The existing course with TESDEC is very good.
 - c. The above activities should continue until the RAFEC is ready. I worry if the activities do not expand. Manager should have a detailed plan for the Foundry Technology Programme.

総合報告書

専 門 家 氏 名	佐々木一光
派 遣 国	マレーシア
プロジェクト名	鋳造技術協力アフタケア-
指 導 科 目	製品開発及び新素材に係る技術指導
派 遣 期 間	1998.9.11 ~ 1999.1.10
任 国 配 属 期 間	1998.9.11 ~ 1999.1.9
本 部 所 属 先	なし
報 告 書 作 成 日	平成 11 年 1 月 7 日

1. 業務の概要

今回、技術協力は 1988年10月から1993年10月迄、5年間にわたって行なわれた マレーシア鑄造技術協力事業、J77-4Tとして企画された。その技術協力の内容として、技術協力を受けた側の SIRIM の意向を受けて特殊鋼鑄鋼の製造に因する技術の提供がテーマとして取上げられた。

この技術情報の提供を果たすに当たって、相手側の理解を高めるには講義を中心とするは実際、製品製作を進めながら図に見えぬ部分で具体的な技術を指導する方が効果的であると判断し、SIRIM側と協議して決定した3品目の Target items の製作を中心とした業務実施計画を作成し指導を行った。

以下にその実施内容を報告する。

2. 技術移転の対象

SIRIM (Standard and Industrial Research Institute of Malaysia) 内の Industrial & Engineering Design に所属する FTP (Foundry Technology Programme) のメンバーが技術移転の対象者である。

3. 活動内容及び業務実績

3.1 Target items の選定

9月11日夜現地に着任し、翌9月12日の午前中に行なわれた FTP の第1回目の meeting にて早速下記3品目の Target item を選定した。

- 1) Sheer Pinchroll Entry Guide (SCH13) --- 低マンガン鑄鋼
- 2) Valve (SCS12) --- 18-8 ステンレス鋼鑄鋼
- 3) Discharging Roller (SCH13) --- 高Ni-Cr 耐熱鋼鑄鋼

頭初の情報としては SIRIM 側は石油ろ過装置の交換部品の製作を希望しているとの事であった。実際には SIRIM 側はこれらの部品の図面を持っており、SIRIM 側から提示された左記設備用の交換部品のうち SIRIM の溶融材の溶融能力で製作可能な 1), 3) を選定した。2) の Valve は図面が古い炭素鋼合金で使われていた現行本型を鑄鋼用に

修正し、形状のみ Valve の形状としたものを試作することとした。
 鋼種は SIRIM 側の希望により、3種類の特種鋼とした。

3.2 活動計画と実績

活動計画として別添1に示す活動計画表を作成し、業務を実施した。
 結果として指導期間内に Target item の3品目全てを鋳鋼品として、
 完成迄工程を進めず事が出来、鋳鋼品製作に関する製造工程の
 全てを具体的に紹介・指導する事が出来た。この意味において十分な
 成果が上ったと判断している。

4. 活動の具体的な内容

4.1 Target item の鋳造立案の作成

鋳造立案の作成については、本来ならば先に講義等で鋳造立案に
 ついての指導をした上で C/P (カウンターパート) に作成させた方が指導すべ
 きと考えたが、指導期間が短いとの日程的な制約から直ちに木型
 製作に着手する必要があった為、Target item の3品目については当分の
 鋳造立案を立案し、木型製作に着手した上で鋳造立案の製図を
 行わせた。Target item の鋳造立案を別添2に示す。

4.2 鋳鋼品の製造に関する技術の講義

今回の指導は特殊鋼鋳鋼に関する技術情報の提供がテーマで
 あり、実際問題として SIRIM は普通鋳鋼を含めて、鋳鋼品の製造
 経験が全くないと判断して良い状態であったため、特殊鋼に限定
 せず鋳鋼品全般についての基本知識を指導する必要ありと考え、
 鋳鋼品全般についての必要最小限の基本事項を要約した教育資料
 を作成して講義を行なった。

講義の内容は、鋳物砂、鋳鋼の特性、鋳鋼品の鋳造立案、鋳鋼
 品の鋳込後の処置等に関するもので、作成した教育資料を別添3
 に示す。

講義は10月13日(土)から10月27日(土)迄、火曜日と木曜日のAM11:30~

PM 1:00 迄の 1.5" / 回を合計 5 回の講義を行った。講義への参加者は別添 4 に示す。参加者は全講義内容に感心を示し、熱心に聞いていた。残念ながら所心の SIRIM の造型・造解担当者 1/2 は他に用事があった理由で講義には参加しなかった。

4.3 鋳造製作用副資材の調査

当地で鋳造製作用副資材としてどの程度が入手可能かが全く見当がつかない。SIRIM 側に近い鋳造会社の見学を申し込み、9月15日 CHEONG FOUNDRY 社を見学した。

同社では鋳造品には主に簡単な鋳鋼品を製造しており、幸にこれに鋳鋼用として、ジルコン造型剤、抑湯保護剤スリーブ、発熱保護剤などが等々使用している事が確認でき、入手先を教えてもらった。早速鋳造造型・鋳込みに必要な副資材のリストを作成し、SIRIM 側へ調査を申し入れた。

4.4 鋳物砂の混練

鋳物砂混練機のスタートマター、ナット等の状況を確認したところ、Maintenance が悪く、内部の清掃がほとんど行われていない事が判明した。この事については、4.2 項の講義の中で混練機の Maintenance の重要性を強調し、砂の混練開始前に十分な清掃を行わせた。

鋳物砂としては、砂の特性と作業者の技能レベルを考慮して CO₂ 砂を使用するとして、配合/混練の指示書(別添 5)を作成し、指導した。

4.5 鋳造造型・扱セ

鋳造造型は 野中専門家の指導のもとで製作した木型を使用し、焼着防止用のジルコン砂を一般部分の造型砂との混合で、砂の出し分け、冷し金の取扱い、鋳型の部分破損時の補修方法、中子造型に用いる中子補強用の芯金の作りえ、ナット造型剤の塗布方法及び乾燥方法等を指導した。

鋳造初セ作業としては、中子のセッティング、上型・下型のセッティングの

中子の位置確認等の重要ポイントを指導した。

4.6 溶解・鋳込

小幡専門家の指導のもとで溶解を行なった。鋳込もを行なった。
特に鋳込の時に必要な手順は当地での調達が不可能であったため、
急遽野中専門家に本型製作に依頼し、CO₂溶接機を借り使用した。
(別添6参照)

4.7 鋳込後の製品処理

鋳鋼品の特徴として、鋳鉄の場合と異なり、工程が減少した。しかし、
鋼鉄の地肌より処理工程が多いため初心者には理解しにくい。
特に、水で溶解させた後、今回も3種類・Target item 各1個の製品処理
工程を理解させた為、別添7の資料を作成して説明し、工程の推進
を指導した。

4.8 型はらし、ショット、現場・理の切斷

型はらしには鋼線、大さじ、肉厚等により型はらしの放置時間や倍率
が異なる。切斷作業には今回の Target item の3丁 Valve & Rollerは
高Niのため切斷が出来ない為、SIRIMの地部門へ依頼し、レーザー切
斷を行なった。

4.9 荒削り

鋳鋼品は鋳後状態で寸法を測る事が難しいため、荒削りを行なった。
手で検出が容易にできるよう指導。荒削りの実施に当たって加工を中止する
荒削り加工図を作成指導し、SIRIMの地部門及び地社へ依頼した。

4.10 補修溶接

鋳造文庫の除去方法及び鋼線による溶接棒の適切な形状、溶接部の形状
修正、溶接時の予熱・後熱等の指導を行なった。(別添8参照)
補修溶接の実施に当たって、溶接棒の調達が担当C/Oの急慢に依り

非常に遅延し、結局他Mn鋼及び耐熱鋼用の溶融炉が網造工場に
からた下の、最終 PERWAJA STEEL 社で保有していた設備にて
使用した。

4.11 最終検査

最終の検査を完了した時点で、我々が、ミルにて検査（別添9参照）

4.12. 鋳造条件の実験指導

4.1項から4.11項迄に記述した如く、鋳鋼品全般にわたる精査に付いて
Target item の製造を中心として鋳鋼品製造の全工程についての指導
を行ったが、実際問題として鋳鋼品に係る技術は経験に大きく
要素が大きく、沃山の経験と技術とを、実務者として活動するのは難
しい。よって鋳鋼品製作に付いて最も重要な鋳造条件について、限定的
な期間の中で少くも多くの鋳造条件作成の実験を体験させた。
Perwaja steel 社で使用された沃山の左述設備用部品と同様に用
いた鋳造条件を彼等自身で考案して立案させた上で結果について
コメントし、修正してあげた方法を試みた。この指導方法により作成した
鋳造条件を別添10に示す。

5. 総括

5.1 活動結果について

指導期間が4ヶ月と短い上に、鋳鋼品についての経験が全くない
相手であったことを考へると、試作品も満足なものが出来ない事も予想して
いたが、いち早く Target item を決定し、その不型製作を最優先にして進めた
結果、7月半ばの設備、副資材の中で3 item（1つは特殊鋼鋳鋼）共
鋳鋼品として一品使用可能なレベルの製品を完成させた段階で指導期
間が過ぎた。製品には1つは上型面に10分（鋳造欠陥）が発生したが、これは
鋳液用の取捨給て4932 使用した事によるもので完全に防止出来たものでは
ない。この様に考へた場合、合同のテーマであった技術情報の提供は十分に
十分の成果が上ったものと判断した。

5.2 技術移転の成果

今回の技術移転の結果を見た場合、指導内容及び範囲について前項に記述した通り、形の上では成果が上ったものといえる。しかし技術移転の好意を SIRIM の FTPメンバーでまると考えた場合、残念ながら成果は上っていないと言わざるを得ない。理由は今回の指導科目である製品開発及び新業務に係る技術指導に対しては、講義及び鋳造作業の実際指導に対してのみ SIRIM 側のメンバーが対応したため、現場作業に対しては SIRIM 側のメンバーの対応が全くなかった事によるものであった。

今回の指導期間中、9月23日から Perwaja steel 社の4名が SIRIM に来所し、12月末日迄滞在して我々の指導を受けた。彼等は自社に鋳造工場建設の計画があり、そのリーダーとして積極的に我々の指導を受けた。従って鋳鋼品の製造についての現場作業の技術移転は結果として全て Perwaja steel 社のメンバーに対して行われたこととなり、終わった。

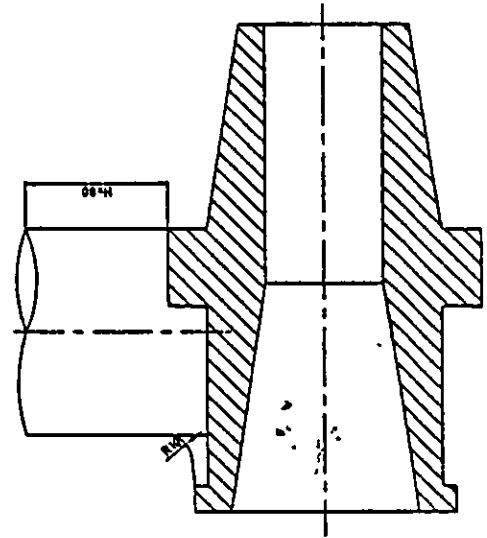
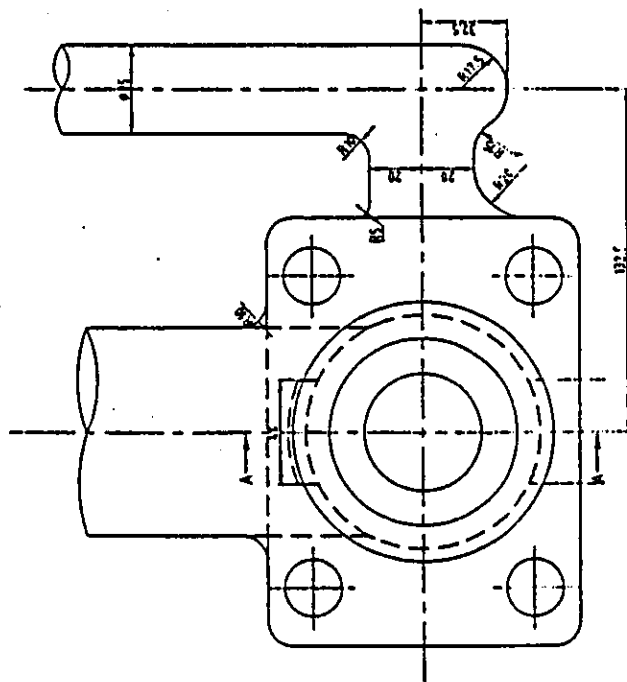
5.3 今後の対応及び提言

鋳鋼品の生産技術は経験にたよる部分が多く、短期間の単発的な技術指導では技術移転は難しい。今回の指導はその意図をいふべき技術情報提供という形で行ったため、本格的に技術移転を行おうとするには継続して技術指導を行わなければならない。しかし一斉に指導した相手は、指導終了後に退職して他へ流出してしまつたという深刻な問題が起きた事も事実であった。この事に対しては相手の組織に対して人事管理を改善して流出防止する様申し入れた事も一策ではあったが、各々の国情によりなかなか難しいとも考えられた。よって今回の指導結果を教訓として考えた場合、従来と発想を変えて指導する相手を一つの組織(今回は SIRIM の FTP)に限定せず、一つの組織を核として他の組織及び民間からも積極的に多くの研修生を集め、研修コースという形式で実施するのも一策と考えた。

Schedule for Training of Steel Casting Technology

Activities	Sep '98 10 20	Oct '98 10 20	Nov '98 10 20	Dec '98 10 20	Jan '99 10 20	Remarks
Drawings of target items (products)	—					
Casting design	—					
Pattern making		—				
Molding & Pouring			—			
Finishing & Heat treatment				—		
Research Procurement of mold making materials		—				
Visit for foundry of steel castings						
Evaluation, Summarization, Comments						
Lecture Molding sand, Casting design for Steel, Finishing, etc	Planned by fitting for above activities.					

Target items (Trial samples)
 R: Discharging Roller (SCH13)
 G: Shear Pinchroll Entry Guide (SCM11v5)
 V: Valve (SCS12)



NOTE:

- 1) ALL DRAFT ANGLE IS 2°
- 2) UNSPECIFIED CORNER AND FILLET RADIUS IS 1mm
- 3) CONSTRUCTION RULE: 1:2
- 4) GENERAL MACHINING ALLOWANCE Same UNLESS OTHERWISE SPECIFIED
- 5) TO BE FREE FROM BURR
- 6) TO BE FREE FROM HARMFUL DEFECTS

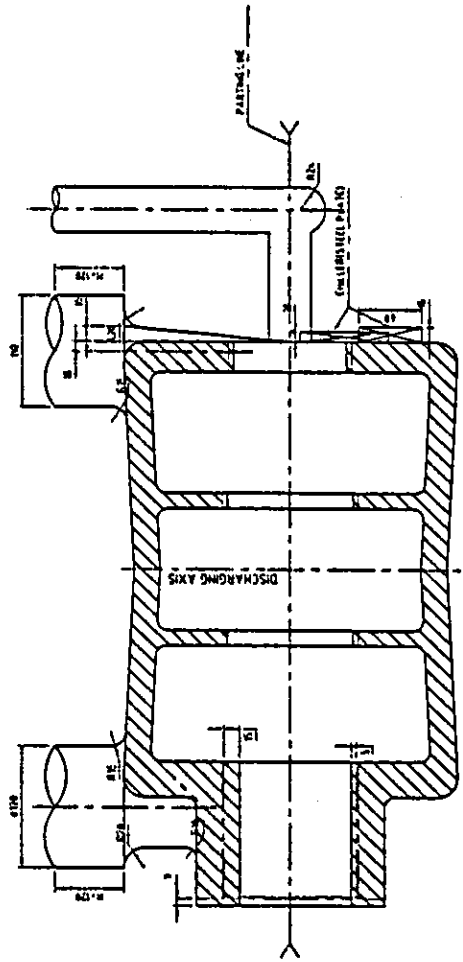
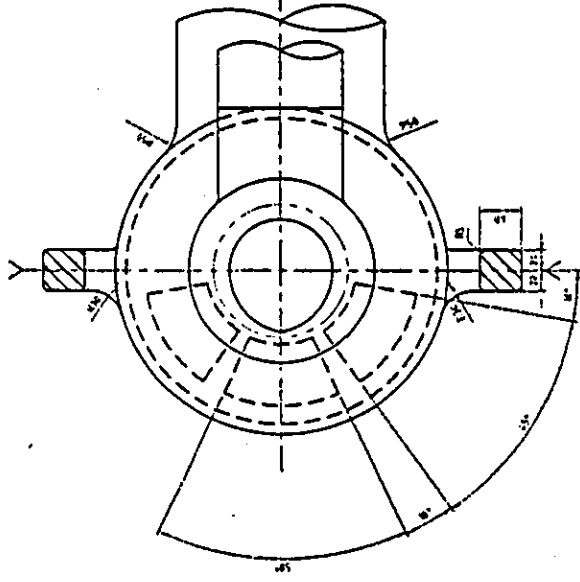
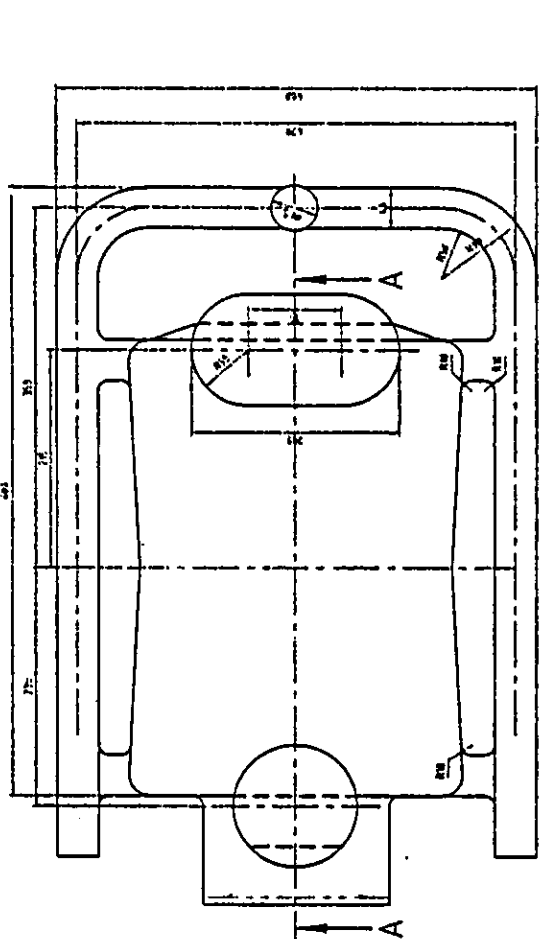
SECTION A-A

	C%	Si%	Mn%	P%	S%
SCMn 1	0.20-0.30	0.30-0.60	100-160	0.040 max	0.040
SCMn 2	0.25-0.35	0.30-0.60	100-160	0.040 max	0.040
SCMn 3	0.30-0.40	0.30-0.60	100-160	0.040 max	0.040
SCMn 5	0.40-0.50	0.30-0.60	100-160	0.040 max	0.040

SIRIM BERHAD

PERSARAN DATO' MENTER, SERSTEN 2,
PETI SURAT 1935, 40700 SHAH ALAM SELANGOR DE

Tarikh	Nama	Ames	Bahan	TEMA
07/07/1998	ZUMARI	THIRD	SCMn/5	SHEAR PINCHROLL
Dibuat	Dibuat	ANGLE		ENTRY GUIDE
Diperiksa	Diperiksa	Sendi: 11	Berat: Kg	(CASTING DESIGN)
Disetujui	Disetujui			No. Fail
				No. Lulusan
				PROGRAM TEKNOLOGI FANOM



SIDE VIEW

- NOTE:
- 1. ALL DRAFT ANGLE IS 2°
 - 2. UNSPECIFIED CORNER AND FILLET RADIUS IS 3mm
 - 3. CONSTRUCTION RULE: 1:10
 - 4. GENERAL MACHINING ALLOWANCE Smm
 - 5. UNLESS OTHERWISE SPECIFIED
 - 6. TO BE FREE FROM BURR
 - 7. TO BE FREE FROM THROU-PULL DEFECTS

SECTION A-A

SIRIM BERTHAD		PERUSAHAAN DATUK MENTERI, BEKAS 2		PEKERJA BERTAMBAH BERTAMBAH SELANGOR DE	
TITIK DISCHARGING		SCH 13		No. F.A.M.	
ROLLER		No. F.A.M.		No. L.A.M.	
CASTING DESIGN		No. F.A.M.		No. L.A.M.	
No. F.A.M.		No. F.A.M.		No. L.A.M.	
No. L.A.M.		No. L.A.M.		No. L.A.M.	

MECHANICAL PROPERTIES		MICROSTRUCTURE	
TENSILE STRENGTH (N/mm ²)	275 min	HARDNESS (HRC)	15
ELONGATION (%)	2.5 min		

Molding Sand

Molding sand is one of most important material for making good castings. Quality of castings are remarkably influenced by properties of molding sand. Especially for steel castings, molding sand are exposed very severe conditions.

Then, the man who want to make good castings have to learn about properties of molding sand sufficiently.

Molding sand technology is the basis of casting technology.

1. Properties required for molding sand

- 1) Suitable strength and hardness as mold
- 2) Ventability of gas (Permeability)
- 3) Suitable thermal conductiveness
- 4) Sufficient heat resistibility for molten metal
- 5) Good collapsibility after pouring and freezing
- 6) No harmful effect for casting
- 7) Repeatability
- 8) No harmful for environment

Cf. Molding sand ; Sand mixed with binder

Natural sand ; Produced by natural weathering

System sand (Compounded sand)

; Produced by systematically mixed sand and binders.

Moldability ; Easiness to make good mold

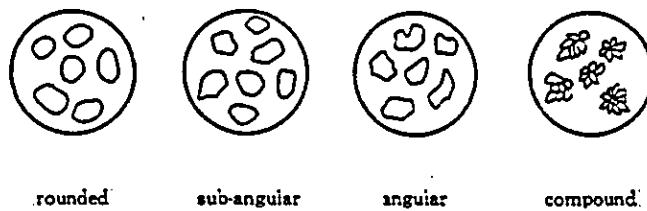
2. Desirable silica sand

1) High purity of silica

Purity of silica influences to resistibility and surface quality of casting

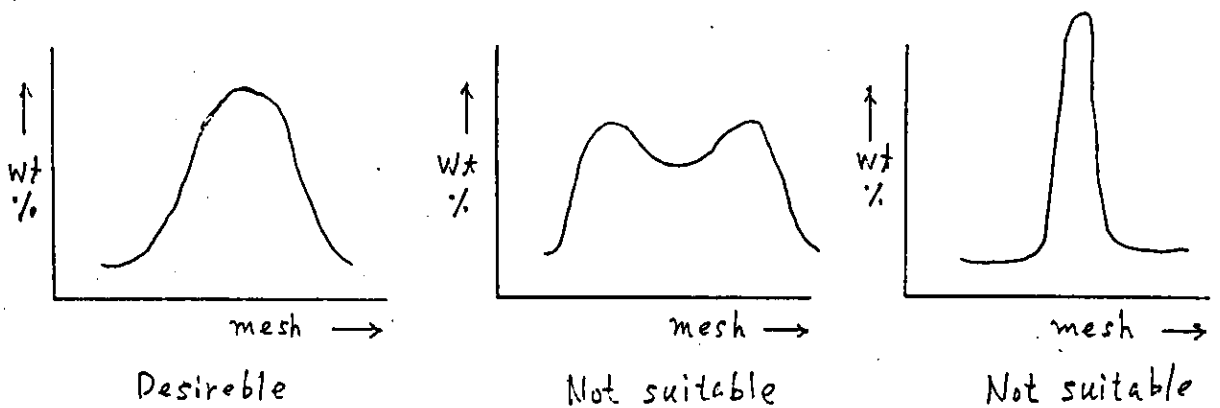
2) Shape of grain

Rounded type of grain is desirable. Shape of grain influence to binder consumption and permeability.



3. Distribution of grain size

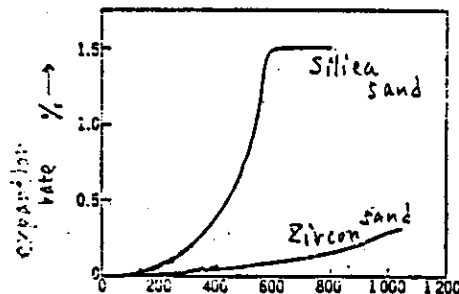
3 screens sand or 4 screens sand is desirable. This property influence to moldability and permeability.



Special attention for compound type grain is necessary, because this grain type is collapsed to finer size by mixing and need much binder to get mold strength.

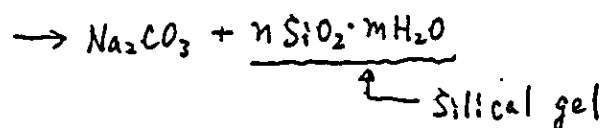
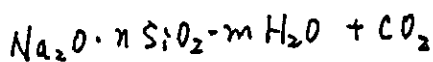
3. Properties of zircon sand

- 1) Chemical composition of zircon sand is $ZrO_2 \cdot SiO_2$.
But actual zircon sand contain a little impurities.
- 2) Grain size of zircon sand is mainly from 100 to 200 mesh.
- 3) To compare with silica sand
 - i) High specific weight
zircon sand $\doteq 4.7$ silica sand $\doteq 2.7$
 - ii) High heat resistibility
 - iii) Low late of expansion



Zircon sand is very effective to prevent penetration and burning of casting. However, in case of using zircon sand, some attention is necessary because zircon sand disturb shrinking of casting due to its low late of expansion.

4. Mixing of CO_2 process sand



1) Simpson type sand mixer (Sand mill) is desirable for mixing of CO_2 process sand.

Clearance between plow and shell or bottom plate of mixer should be maintained constantly.

2) Mixing ratio of sodium silicate (weight percent for silica sand) : 5 ~ 7%

3) Viscosity of sodium silicate is influenced by temperature.

5. Preparation of molding sand other than CO_2 process sand

For mixing of molding sand, selection of mixer is very important. Mixer should be selected according to property of each binder.

Recommended miller

Green sand	}	Speed miller
Skin dry sand		
Self hardening molding sand		Continuous mixer

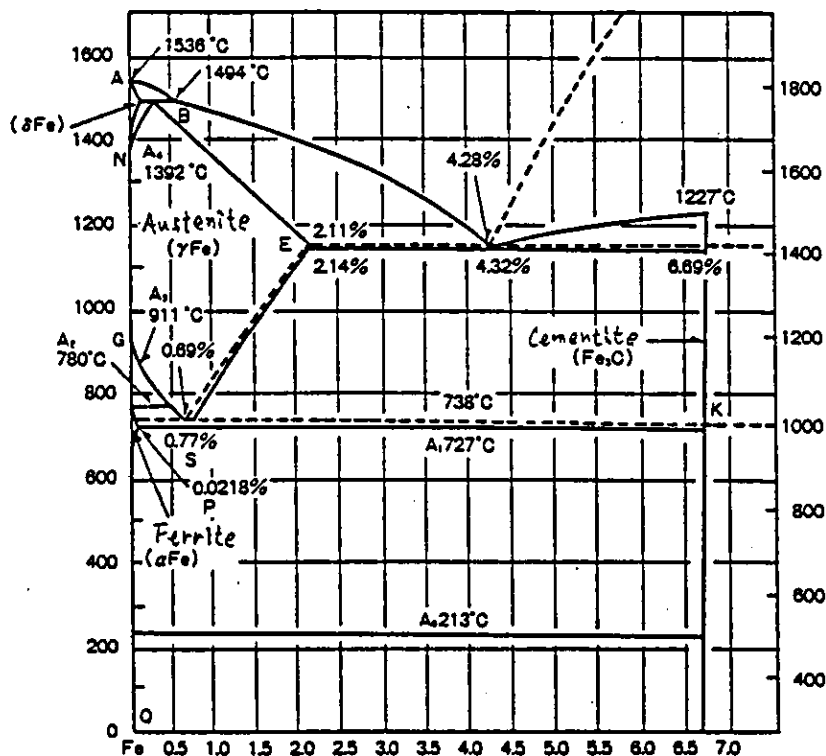
Property Differences between Iron and Steel about Casting Operation

For casting operation, to understand the properties of molten state, solidification and after solidification of metal are very important. These properties of steel are quite different from cast iron. The following shows typical differences between iron and steel.

I Solidification temperature (melting point)

Solidification temperature of steel is very high comparing to iron. This difference is more than 200°C. Then melting operation temperature and pouring temperature are also very high naturally.

This means steel casting require severe condition to mold.



2. Fluidity

Fluidity of molten metal of steel is inferior to cast iron. Viscosity is also higher than cast iron. For gating system design of steel casting, this property is very important.

3. Solidification shrinkage

In case of iron casting solidification shrinkage is not obvious, because cast iron precipitate graphite and contradict decrease of capacity.

In case of steel casting graphite is not precipitated, solidification shrinkage is remarkable. This means sufficient riser to feed molten metal is required for steel casting.

4. Rate of expansion

Rate of expansion is varied by each alloy. Selections of shrinkage rule are roughly as follows.

Iron casting ;	$\frac{8}{1000} \sim \frac{12}{1000}$
Carbon steel casting	} $\frac{16}{1000} \sim \frac{18}{1000}$
Low alloy steel casting	
High alloy steel casting ; (ex. stainless steel casting)	$\frac{20}{1000} \sim \frac{25}{1000}$

Micro structure of
Normal cast iron



Fig. FC 20 級普通鑄鉄 (高食セテ) ×150

No etch



Fig. FC 20 級普通鑄鉄 (高食) ×250

Etched

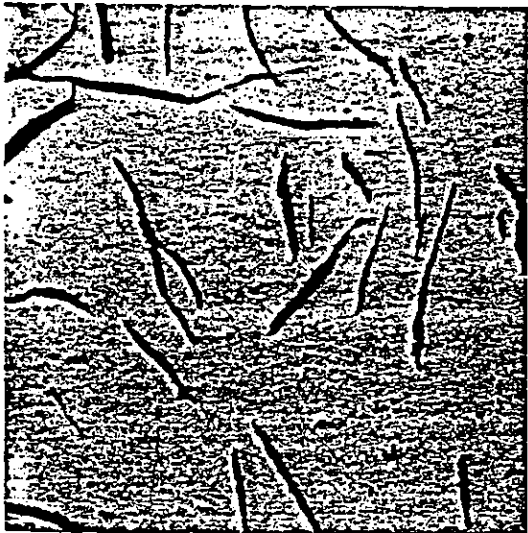


Fig. FC 25 級普通鑄鉄 (高食セテ) ×150

No etch

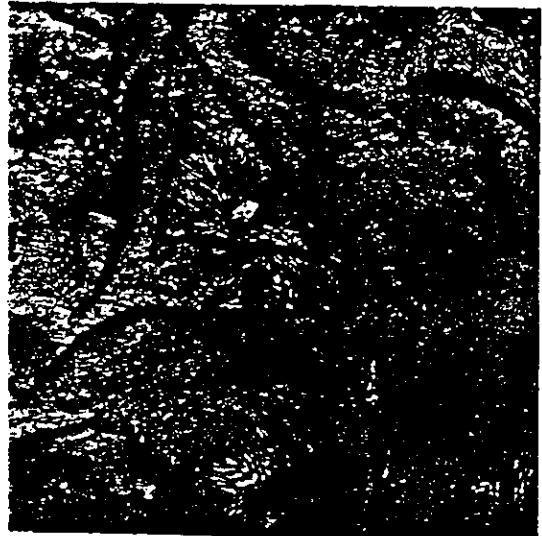


Fig. FC 25 級普通鑄鉄 (高食) ×250

Etched

Micro structure of Spheroidal graphite cast iron

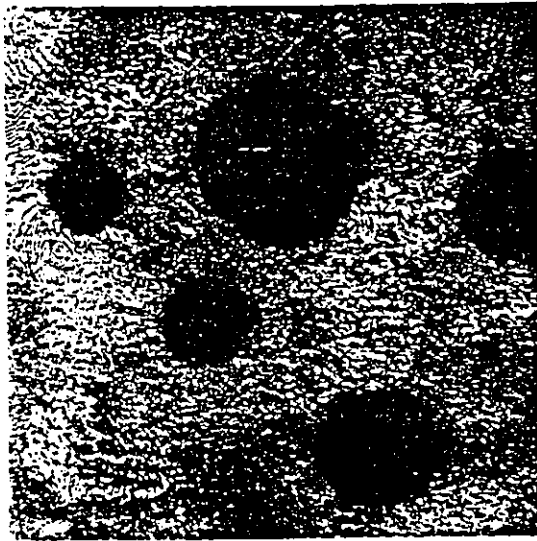


Fig. 球状黒鉛・パーライト鑄鉄 ×250
pearlite cast iron

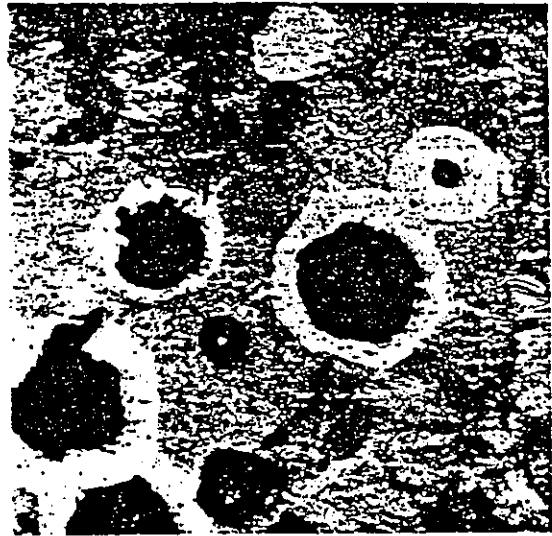


Fig. 球状黒鉛・ブルアイ組織 ×250
bainite structure

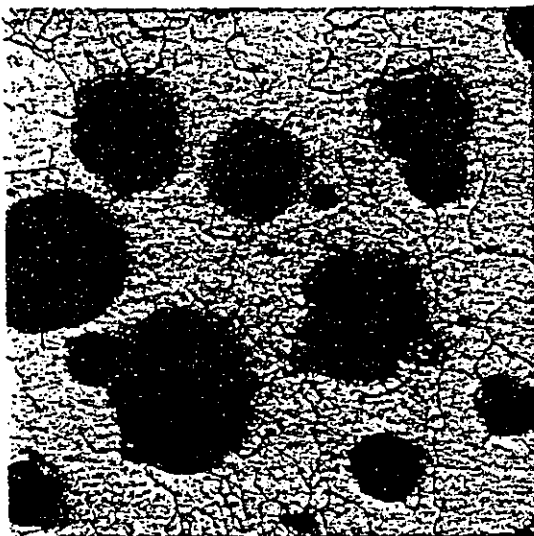


Fig. 球状黒鉛・フェライト組織 ×250
Ferrite structure

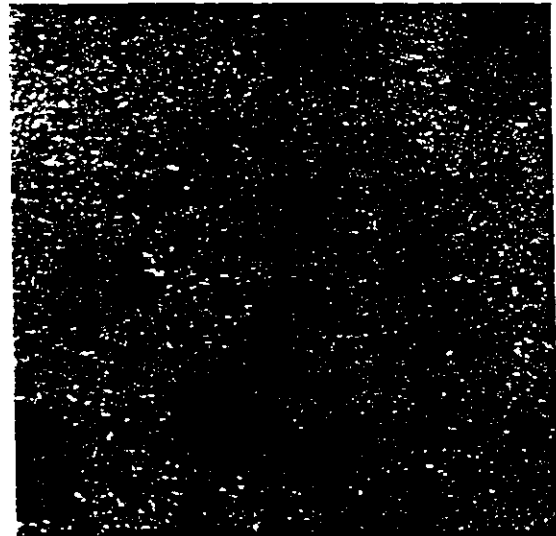


Fig. 球状黒鉛・熱処理組織 ×250
Heat treated structure

Micro structure of
Carbon steel

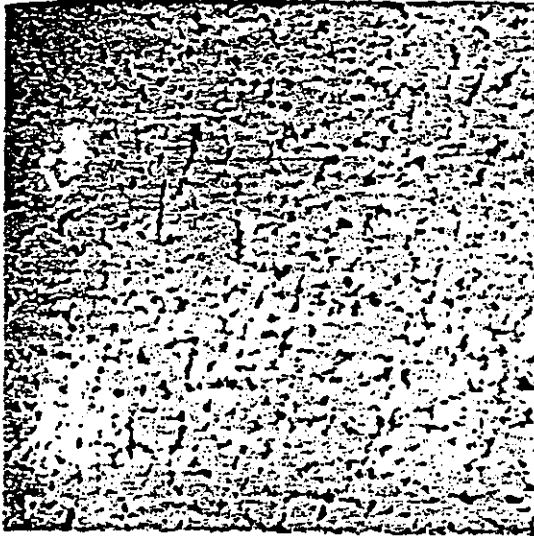


Fig. 0.17% C 鋼 (S13C), 焼純 ×100

Annealed

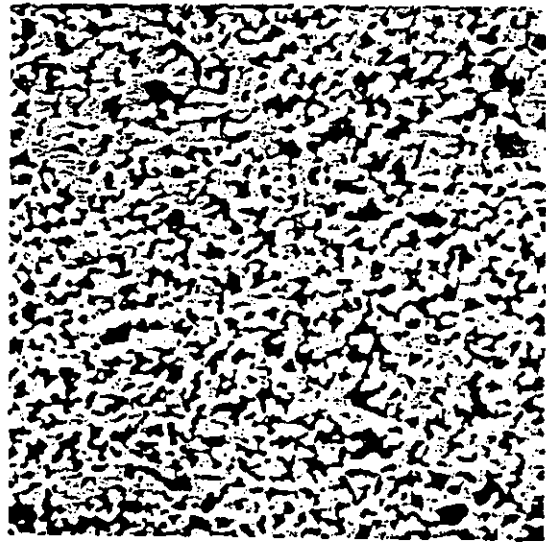


Fig. 0.32% C 鋼 (S35C), 焼純 ×100

Annealed

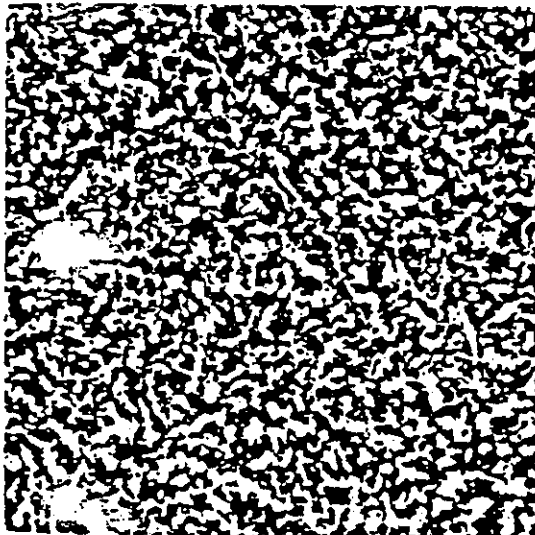


Fig. 0.40% C 鋼 (S40C), 焼純 ×100

Annealed



Fig. 0.40% C 鋼 (S40C), 焼純 ×670

Annealed

Micro structure of
Austenitic stainless steel

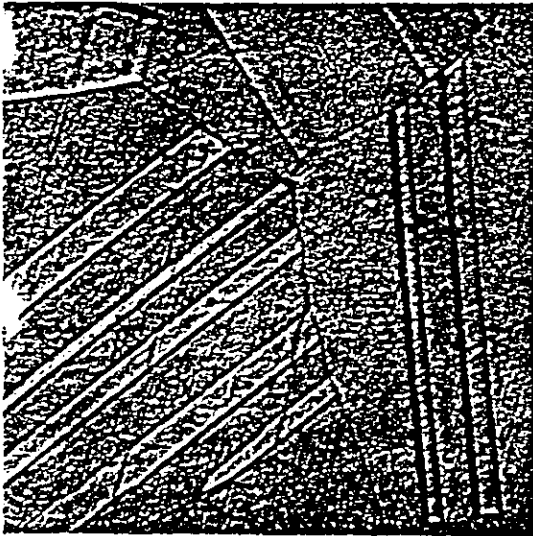


Fig. 18-8 ステンレス鋼, 焼鈍 ×720

Annealed



Fig. 18-8 ステンレス鋼, 焼鈍 ×200

Annealed

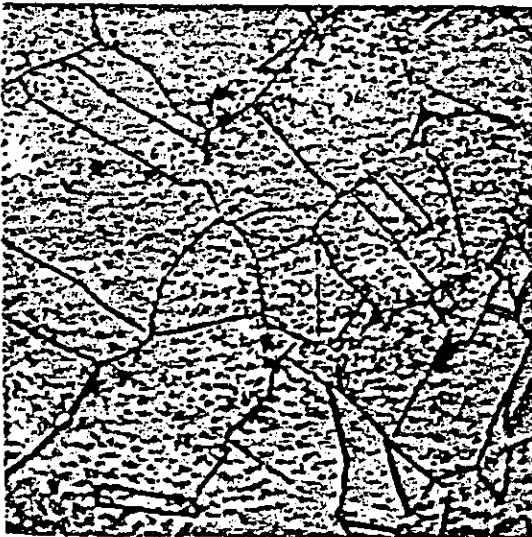


Fig. 18-8 ステンレス鋼, 炭化物の析出 ×200

Precipitation of carbide

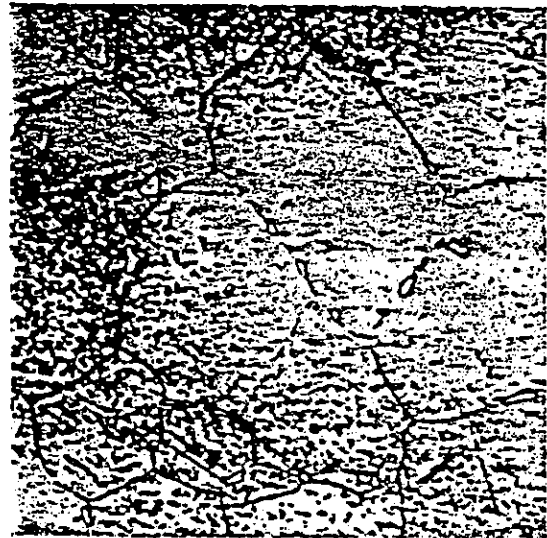


Fig. 18-12-2 ステンレス鋼, ×720

σ相の発生

Appearance of σ phase

Micro structure of Heat resistant steel



Fig. SUH32. 油冷 (1050°), ×600
时效, 空冷 ← oil cool
aging, air cool

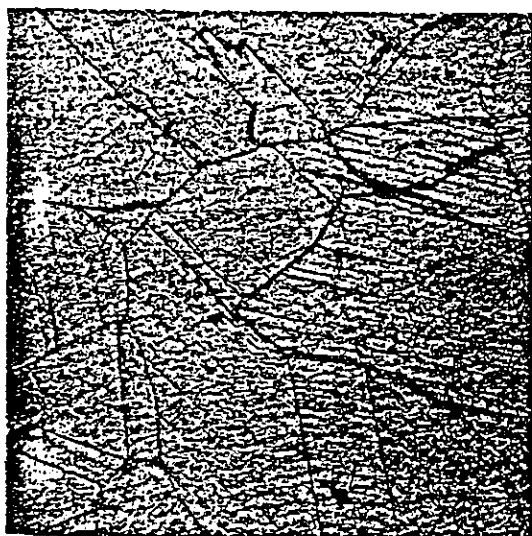


Fig. SUH32. 油冷 (1150°), ×600
时效, 空冷 ← oil cool
aging, air cool

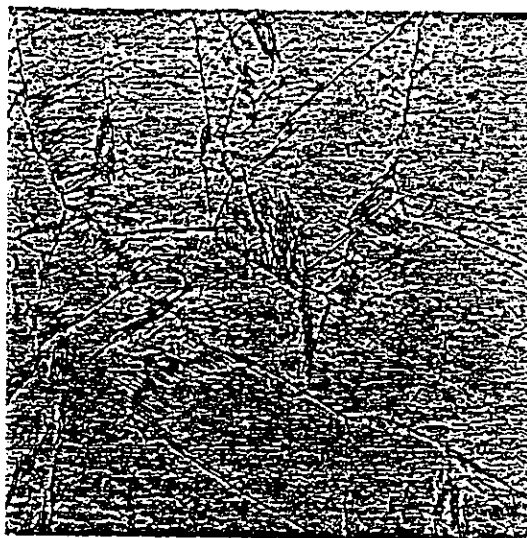


Fig. SUH32. 油冷 (1150°), ×600
时效, 空冷 ← oil cool
aging, air cool

(casting design (= plan))

It may fairly be said that quality of steel castings are decided by casting design. Of course quality of moulding sand and mold making technique also very important, but casting design control to prevent occurrence of many kind of casting defect.

Casting engineer display his ability in preparing casting design. It is true that main portion of engineer's ability attribute to his experience, therefore casting engineer must make much of experience.

Following shows most basic engineering matters necessary to preparing casting design.

1. Riser and padding

1.1. Directional solidification

This technical term is extremely important for steel casting. Molten metal poured into mold is cooled by mold carrying heat away to mold wall. Therefore, the time up to solidify from pouring are depend upon heat mass of casting portion. Thinner wall thickness portion of casting will solidify faster and thicker portion solidify later. Usually in case of steel casting, risers are set at thick portion of casting.

Definition of solidification is as follow.

Farest portion from riser solidify at fast, and then solidification proceed step by step toward riser, and finally riser

are solidified.

Never forget this technical term.

1.2 Feeding distance

Feeding distance means distance of casting portion which riser can feed molten metal into casting effectively.

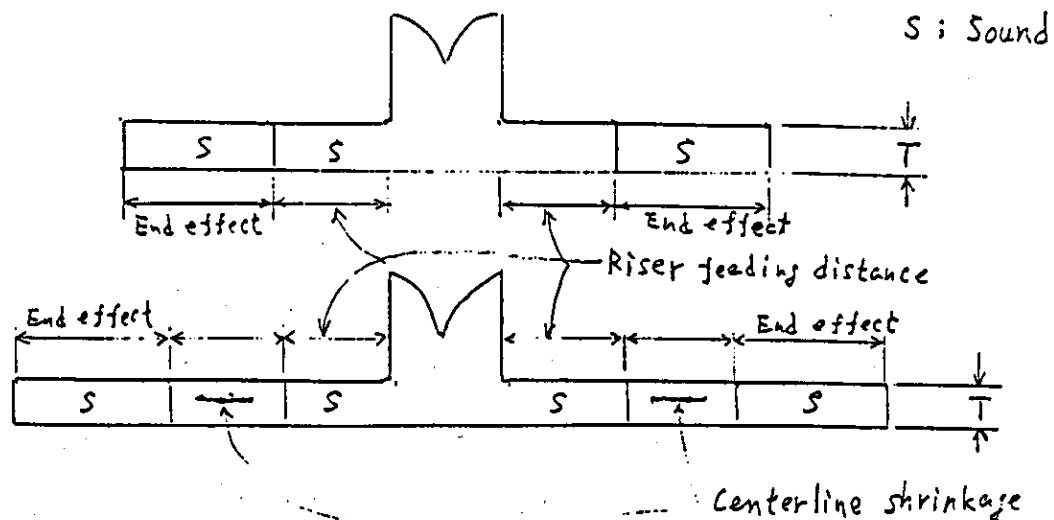
Feeding distance is usually calculated by using wall thickness.

1.3 End effect

Molten metal is poured into mold through sprue, runner and gate, and run in the mold cavity and reach to end of mold cavity. During this process, molten metal is cooled and decrease temperature, additionally this molten metal is cooled by cold end face of mold. Therefore, end portion of casting is solidified at first and not necessary feeding of molten metal from neighboring portion. This effect is called as end effect.

Range of end effect also usually calculated by using wall thickness.

Thus as interpreted 1.2 and above, effect of riser are illustrated as follows.



Shape of casting	Riser effect range	End effect	Total sound range
Plate	2T	2.5 T	4.5 T
Bar	(0.5 ~ 2) T	(1.5 ~ 2) T	(2 ~ 4) T

Above table shows roughly standard of feeding distance and end effect. Experiences cover more detail data.

1.4 Use of chiller

In case of long size casting which cannot cover all portion of casting by feeding distance plus end effect and moreover can not add number of risers, chiller is effective. Chiller is applied at centerline shrinkage range in above illustration.

Standard thickness of chiller is about half size of casting thickness.

Sometimes bar shape chiller is used corner portion of casting for prevention of shrinkage and crack.

1.5 Design of riser

Riser has two main purpose. One is to feed molten metal to casting to supplement for solidification shrinkage and to prevent centerline shrinkage. Another one is to rise up dross to riser which appear during pouring process by washing mold surface. In this paragraph, it is described about the purpose of feeding molten metal.

In order to feed molten metal to casting, riser must freeze finally after solidification of casting. Therefore riser must have bigger heat capacity than casting. Recently method of modulus is used for comparing solidification time of riser and casting.

Modulus is expressed by ratio of volume to surface as below.

$$M = \frac{V}{S} \text{ (cm)}$$

M: Modulus (cm)

V: Volume (cm³)

S: Surface (cm²)

As actual castings have usually complex shapes, it takes some time and labor. And then simplified calculation of modulus for several typical shape are shown in next figure.

Riser must have bigger modulus than feeder portion of casting. Generally modulus of risers are calculated as below.

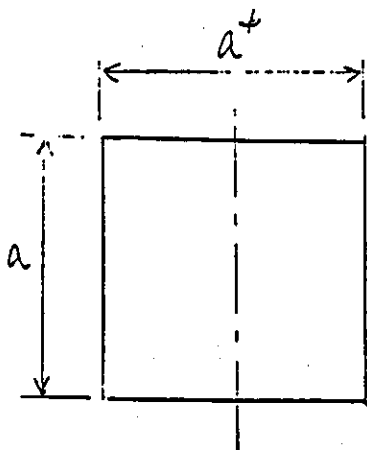
$$M_F = 1.2 M_C$$

M_F: Modulus of riser

M_C: Modulus of casting

As typical shape of risers are column shape, relation between modulus number and riser diameter are shown next table.

For column shape, in case of riser diameter equal to its height (H=D), diameter of riser are decided automatically by deciding modulus as shown below.



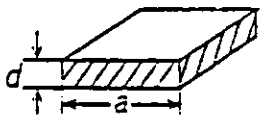
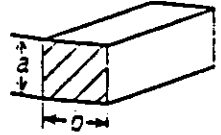
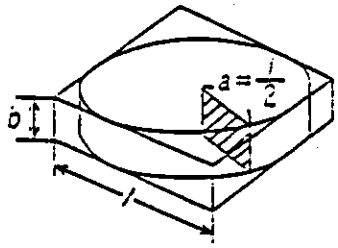
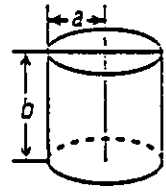
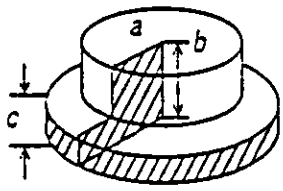
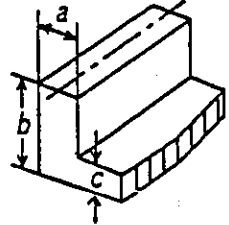
$$V = \frac{\pi a^3}{4}$$

$$S = \frac{\pi a^2}{4} \times 2 + \pi a \cdot a = \frac{3\pi a^2}{2}$$

$$M = \frac{V}{S} = \frac{\pi a^3}{4} \div \frac{3\pi a^2}{2} = \frac{a}{6}$$

$$\text{ex } M = 2 \rightarrow a = 2 \times 6 = 12 \text{ cm}$$

Simplified calculation of modulus for several shapes

	Shape	Calculation of Modulus
1	$a \geq 5d$ 	$M_c = \frac{d}{2}$
2		$M_c = \frac{a \times b}{2(a + b)}$
3		$M_c = \frac{a \times b}{2(a - b)}$
4		$M_c = \frac{a \times b}{2(a + b)}$
5		$M_c = \frac{a \times b}{2(a + b - c)}$
6		$M_c = \frac{a \times b}{2(a + b) - c}$

Riser dimension and modulus (column) $H=D$

Mf (cm)	Dø H (mm)	V (cm ³) (litres)	W (kg) (m. tons)	Feeding capacity max capacity & weight of casting								
				4%		5%		6%		7%		← Rate of contraction
				V (cm ³ , l)	W (kg, t)	V (cm ³ , l)	W (kg, t)	V (cm ³ , l)	W (kg, t)	V (cm ³ , l)	W (kg, t)	
0.5	30	22	0.15	55	0.43	40	0.32	30	0.24	22	0.17	
0.6	36	37	0.26	93	0.73	67	0.53	50	0.39	37	0.29	
0.7	42	57	0.39	143	1.12	104	0.82	77	0.60	57	0.45	
0.8	48	86	0.59	215	1.68	155	1.20	116	0.91	86	0.67	
0.9	54	123	0.84	318	2.50	220	1.82	165	1.30	123	0.96	
1.0	60	169	1.15	422	3.30	305	2.40	228	1.80	169	1.31	
1.1	66	225	1.55	562	4.40	405	3.17	304	2.37	225	1.75	
1.2	72	290	1.97	725	5.70	525	4.10	392	3.85	290	2.26	
1.3	78	370	2.32	925	7.20	670	5.25	500	3.90	370	2.90	
1.4	84	460	3.12	1.2	9.40	830	6.50	625	4.90	460	3.60	
1.5	90	570	3.88	1.4	10.9	1.0	7.80	770	6.00	570	4.45	
1.6	96	690	4.70	1.7	13.3	1.3	10.2	940	7.30	690	5.40	
1.7	102	820	5.60	2.1	16.4	1.5	11.7	1.1	8.60	820	6.40	
1.8	108	980	6.70	2.5	19.5	1.8	14.0	1.3	10.2	980	7.75	
1.9	114	1.2	8.20	3.0	23.5	2.2	17.2	1.6	12.5	1.2	9.35	
2.0	120	1.4	9.50	3.5	27.4	2.5	19.5	1.9	14.8	1.4	10.9	
2.2	132	1.9	13.0	4.8	37.5	3.4	26.5	2.6	20.3	1.9	14.8	
2.4	144	2.3	15.5	5.8	45.2	4.1	32.0	3.1	24.2	2.3	18.0	
2.6	156	3.1	21.0	7.8	61.0	5.6	43.6	4.2	32.8	3.1	24.2	
2.8	168	3.7	25.1	9.3	72.5	6.7	52.2	5.0	39.0	3.7	28.9	
3.0	180	4.5	30.5	11	86.0	8.1	63.5	6.1	47.6	4.5	35.2	
3.2	192	5.5	37.5	14	109	9.9	77.5	7.5	58.5	5.5	43.0	
3.4	204	6.6	45.0	17	133	12	93.5	9.0	70.5	6.6	51.5	
3.6	216	7.8	53.0	20	156	14	109	11	86.0	7.8	61.0	
3.8	228	9.3	64.0	23	180	17	133	13	101	9.3	72.5	
4.0	240	11	75.0	28	218	20	156	15	117	11	86.0	
4.25	256	13	88.0	33	256	22	172	18	141	13	101	
4.50	270	15	102	38	298	27	210	20	156	15	117	
4.75	285	18	123	45	362	33	256	24	187	18	141	
5.00	300	21	143	53	415	38	296	29	226	21	164	
5.25	315	25	170	63	491	45	352	34	265	25	196	
5.50	330	28	190	70	548	51	400	38	296	28	218	
5.75	345	32	218	80	625	58	452	43	336	32	250	
6.0	360	37	252	93	725	67	523	50	390	37	290	

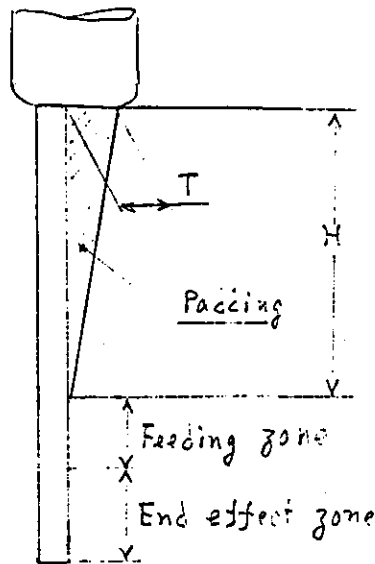
Riser dimension and modulus (column) H=D (cont.)

Mf (cm)	D ϕ H (mm)	V (cm ³) (litres)	W (kg) (m. tons)	Feeding capable max. capacity & weight of casting								← Rate of contraction
				4%		5%		6%		7%		
				V (cm. l.)	W (kg, c)	V (cm ³ , l)	W (kg, c)	V (cm. l.)	W (kg, c)	V (cm ³ , l)	W (kg, c)	
6.25	375	41	273	104	810	74	580	56	436	41	320	
6.50	390	46	312	115	900	83	660	63	490	46	360	
6.75	405	52	352	130	1.0	94	735	70	545	52	405	
7.0	420	58	395	145	1.1	105	825	80	625	58	452	
7.25	435	64	435	160	1.2	115	900	86	670	64	500	
7.50	450	71	482	180	1.4	130	1.0	96	750	71	556	
7.75	465	78	530	198	1.5	140	1.1	105	820	78	610	
8.0	480	87	592	220	1.7	157	1.2	118	920	87	680	
8.25	495	95	650	240	1.9	172	1.3	130	1.0	95	740	
8.50	510	104	710	250	2.0	190	1.5	140	1.1	104	810	
8.75	525	116	765	282	2.2	205	1.6	154	1.2	113	880	
9.0	540	123	840	310	2.4	222	1.7	165	1.3	123	960	
9.25	555	131	890	330	2.6	235	1.8	177	1.4	131	1.0	
9.50	570	144	980	360	2.8	260	2.0	196	1.5	144	1.1	
9.75	585	156	1.1	385	3.0	280	2.2	210	1.6	155	1.2	
10.0	600	169	1.2	422	3.3	305	2.4	228	1.8	169	1.3	
10.5	630	196	1.3	490	3.8	350	2.7	262	2.1	195	1.5	
11	660	224	1.5	560	4.4	405	3.2	304	2.4	224	1.7	
11.5	690	256	1.8	640	5.0	460	3.6	350	2.7	256	2.0	
12	720	290	2.0	730	5.7	525	4.1	392	3.1	290	2.3	
12.5	750	328	2.3	820	6.4	595	4.7	440	3.4	328	2.6	
13	780	370	2.5	930	7.3	665	5.2	500	3.9	370	2.9	
13.5	810	415	2.8	1,040	8.1	750	5.9	560	4.4	415	3.2	
14	840	400	3.2	1,150	9.0	825	6.5	625	4.9	460	3.6	
14.5	870	515	3.5	1,300	10.0	930	7.3	700	5.5	515	4.0	
15	900	570	3.9	1,430	11.1	1,030	8.0	770	6.0	570	4.5	
16	960	690	4.7	1,730	13.5	1,250	9.7	930	7.3	690	5.4	
17	1,020	830	5.7	2,100	16.4	1,500	11.7	1,120	8.7	830	6.5	
18	1,080	980	6.7	2,450	19.0	1,800	14.0	1,330	10.4	980	7.7	
19	1,140	1,150	7.8	2,860	22.5	2,070	16.2	1,550	12.0	1,150	9.0	
20	1,200	1,350	9.2	3,400	26.5	2,430	19.0	1,830	14.3	1,350	10.5	

1.6 Padding

As described above, riser effective range are limited by feeding distance. In case of length of casting portion which riser take in charge are longer than feeding distance plus end effect, and furthermore it is impossible to set riser more by shape of casting and another reasons, padding are used for extension of riser effective range.

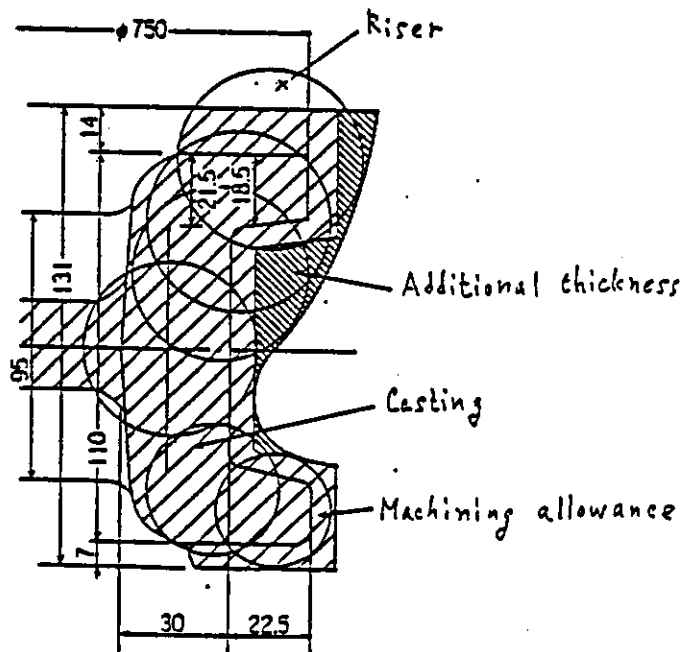
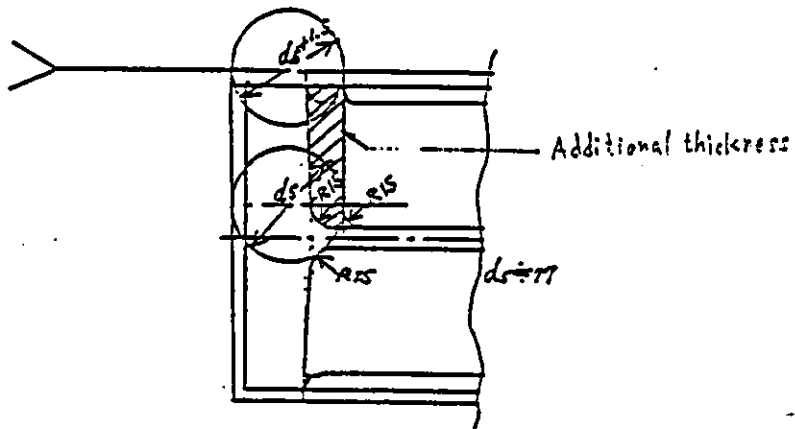
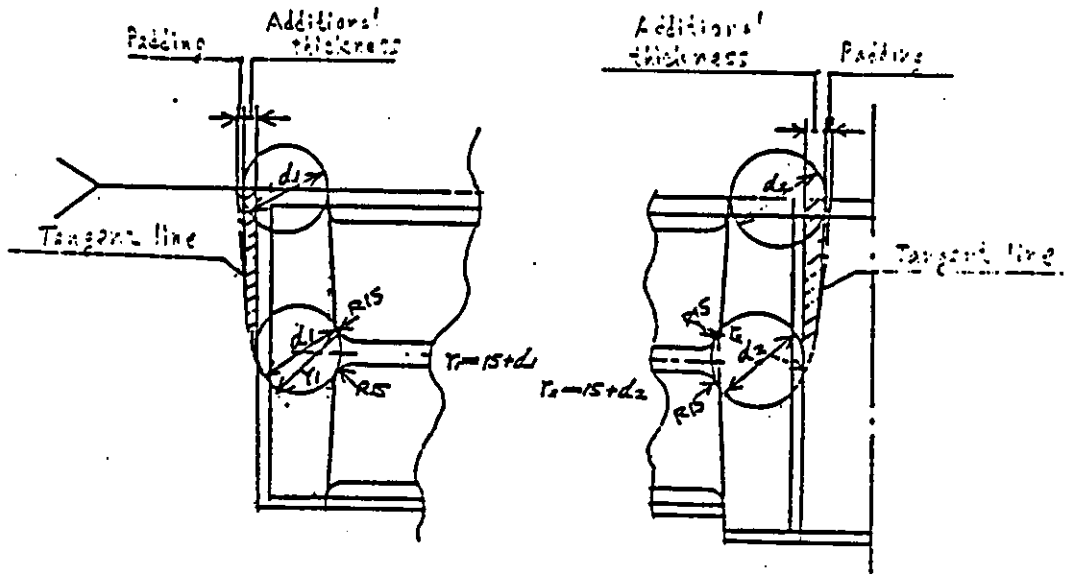
Typical padding is as follows.



$$T = \frac{H}{12}$$

Remember AS "Inch by Feet"

Above figure is most simple example. In actual casting shapes, there various cases which have to add additional thickness (metal) other than above padding. These examples are shown below (next page).



2. Gating system

2.1 Theory of pouring

Theory of pouring for all casting is called as

"Silently and quickly"

This theory means running of molten metal has to be smooth without disorder and casted in short time.

Of course disorder of molten metal create mold surface and drag mold sand and harmful material into metal. On the other hand to take long time for pouring to prevent disorder, temperature of molten metal will decrease and can not go into all over mold cavity. This is the reason why gating system is important.

2.2 Gating ratio

To fulfill the theory of pouring, gating ratio is at least as below.

$$\text{Section area of sprue} \leq \text{Section area of runner} \leq \text{Section area of gate}$$

Usually gating ratio of steel casting are

$$1 : 2 : 2 \quad \text{or} \quad 1 : 2 : 7$$

2.3 Gate position and gate number

Generally in case of steel casting gates are set at thick portion of casting and sometimes at side riser. The reason is that it can not set sufficient size of gate at thin portion and can get effective temperature inclination. (Thicker portion feed molten metal to thinner portion)

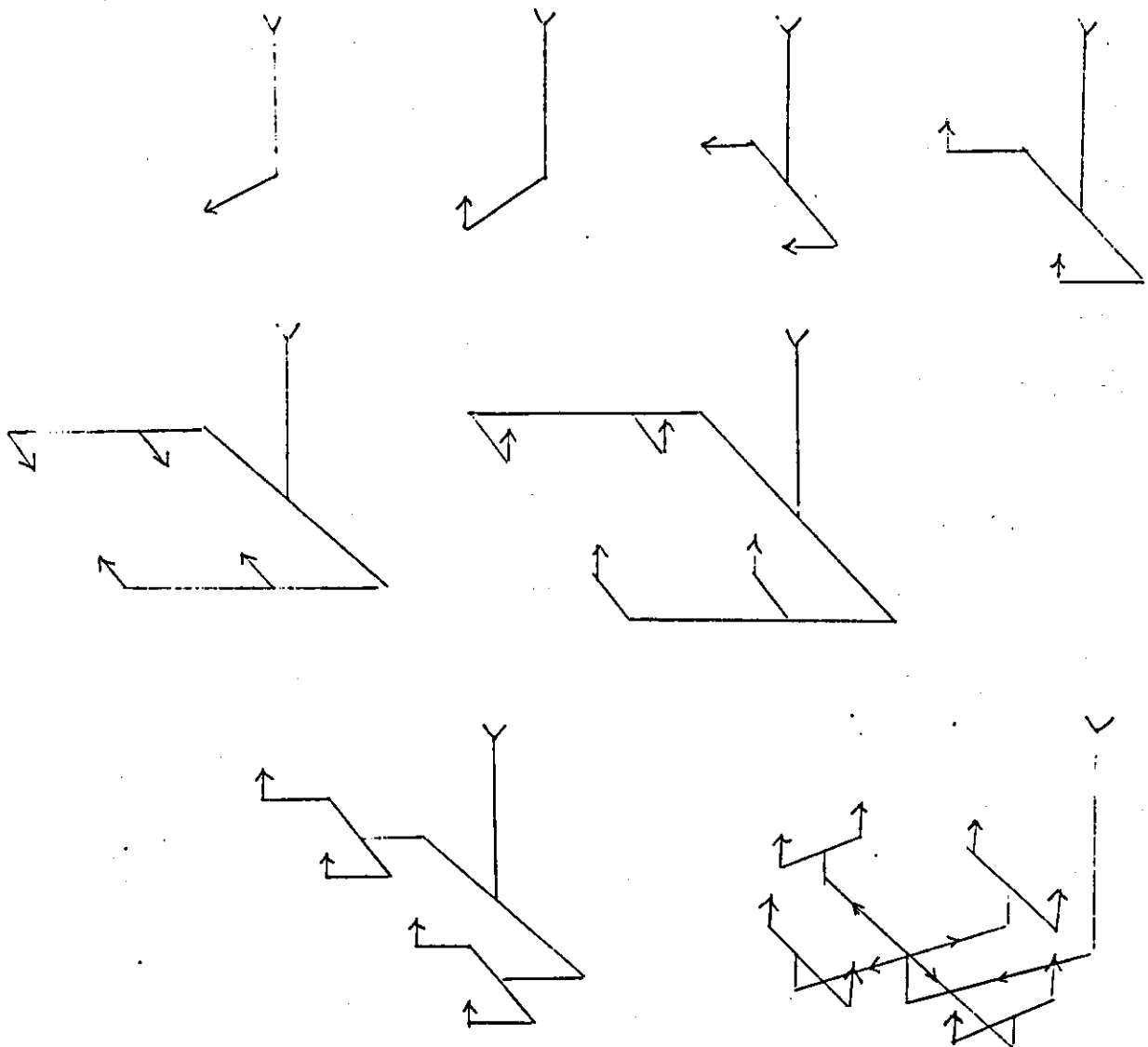
Number of gate are decided by size and shape of casting.
There are no clearly rule and decided depend on experience.

2.4 Type of gating system

Bottom gate is recommended for steel casting.

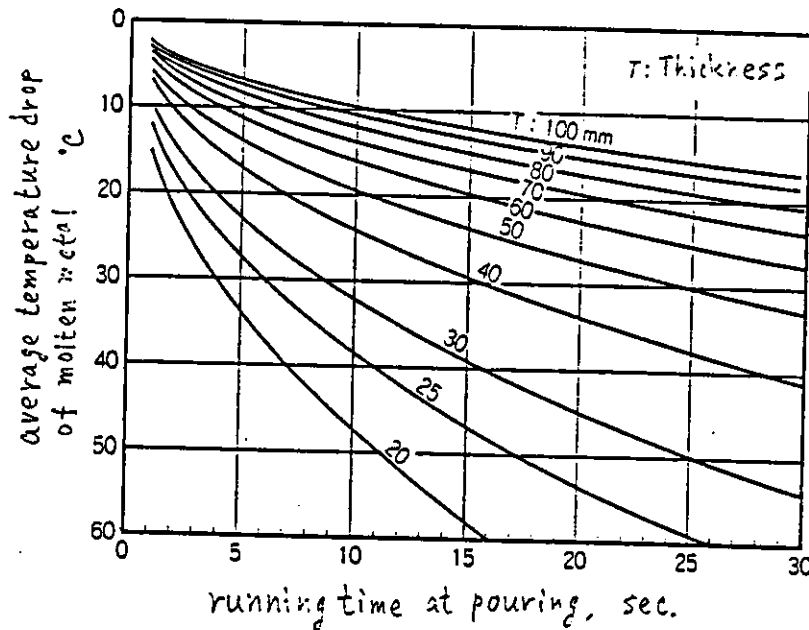
Consider the reason by yourself comparing to upper gate.

Examples of several gating systems.



3. Pouring temperature

Pouring temperature are decided by considering temperature drop during pouring. Temperature drop in case of 1540's pouring temperature is shown below as only reference.



It is desirable that poured metal is solidified within short time after pouring. But low temperature pouring cause miss run. On the other hand too high temperature pouring cause penetration or burning of casting. Then suitable pouring temperature should be selected.

As you can understand by watching above figure, smaller and thinner castings are poured in higher temperature than thicker and bigger casting.

Of course pouring temperature are varied by solidification temperature of alloys.

In general, pouring temperature are approximately as follows.

Carbon steel casting : $1540^{\circ}\text{C} \sim 1570^{\circ}\text{C}$

Low alloy steel casting :

High alloy steel casting : $1470^{\circ}\text{C} \sim 1500^{\circ}\text{C}$

Actual pouring temperature should be decided by experience or similar casting.

4. Other planning for prevention of casting defects.

Also as for steel casting, many kind of casting defects may occur as well as iron casting. Especially for steel casting, shrinkage and blow hole (including pin hole) are easy to occur due to its properties of metal comparing with iron casting. As for shrinkage, it is already described in paragraph of riser and padding system. Blow hole are occurred due to moisture or gases from binder in mold in many cases.

To prevent the occurrence of casting defect, many kind of attentions must be paid for each defect.

Relation between typical casting defect and main factor are shown in next page.

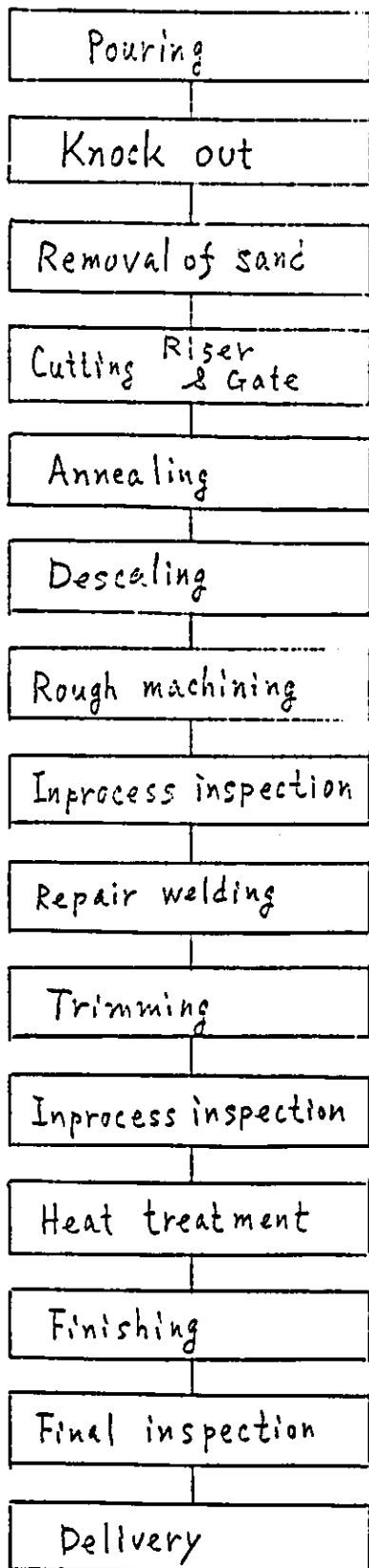
Typical
Casting defects

Main factor

Shrinkage	Riser and padding systems Lack of riser height
Cracks Hot tear	Shape of casting Sharp edges, radius of corner Core strength Time of knock out
Blow hole Pin hole	Molding sand Gas content of molten metal Chiller
Scab Rat tail (buck's)	Gating system Molding sand
Sand inclusion	Gating system Molding sand
Penetration Burning	Pouring temperature Molding sand Gating system

Out of definition

Steel casting production process after pouring



For high alloy steel, special cutting process are used

Solution treatment in case of austenite steel.

To detect casting defects, rough machining is useful.

Visual, penetrant, magnetic etc.
Dimensional,

including removal of defects.

If necessary

Normalizing / Tempering or
Quenching / Tempering
Sometimes stress relief treatment are
performed for welded carbon steel

Knock out operation

It is necessary to hold castings in mold after pouring to prevent the occurrence of crack and deformation. This hold period are mainly depend upon weight, shape, thickness and alloying element of castings.

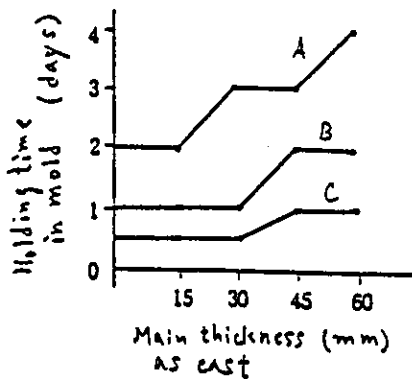
Cooling speed of casting in mold are supposed about $\frac{1}{5} \sim \frac{1}{2}$ of cooling in air. If the castings are cooled in air after casted, internal stress of castings are increased by deference of cooling speed between inside and outside of casting. And finally crack or deformation will occur.

In case of carbon steel and low alloy steel, structure of as cast is widmannstätten structure and this is very brittle. Especially this inclination is obvious in high carbon equivalent steel. Then knock out operation have to perform in low temperature as shown below.

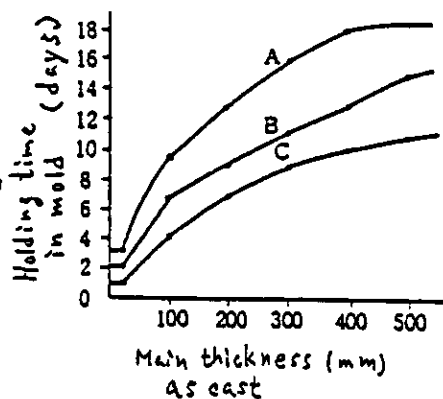
$$\leq 400^{\circ}\text{C} \quad \text{for } C_{eq} \leq 0.45$$

$$\leq 300^{\circ}\text{C} \quad \text{for } C_{eq} \geq 0.45$$

$$C_{eq}(\%) = C + \frac{Si}{24} + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Ni}{40} + \frac{V}{14}$$

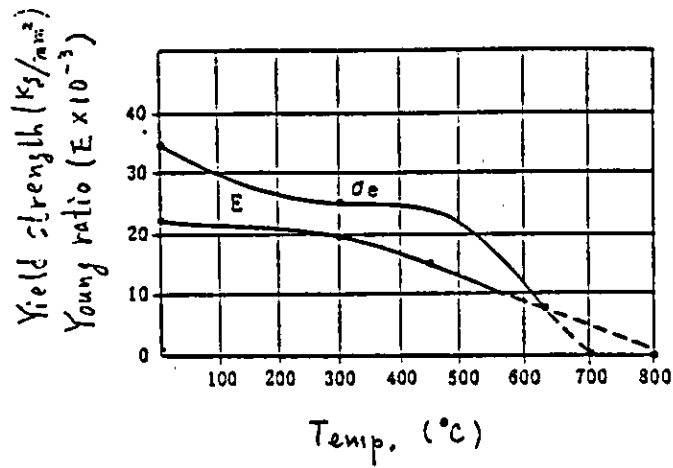


A: High Cr, NiCr, Cr steel and complex shape
 B: $C_{eq} \geq 0.75\%$ and complex shape
 C: Plain Carbon, $C_{eq} \leq 0.75$



A: $Cr \geq 0.7\%$ and $C_{eq} \geq 0.45\%$
 B: $C_{eq} \geq 0.45\%$ and complex shape
 C: $C_{eq} \leq 0.45\%$

Strength of casting decrease in high temperature as shown in figure. Special care for handling of casting is necessary.



Cutting of riser and gate

1. Confirmation of cutting position

Prior to start cutting operation, it is important to confirm the correct cutting position. Riser setting method of steel casting is very different from iron casting, further more oftenly paddings are added to casting. Then in case of steel casting, some time original shape of casting is losted.

Leader of operation must direct correct cutting position to the worker.

2. Cutting and preheat

In case of steel casting, riser and gate are generally cut off by gas cutting. But high chromium contented steel are difficult to cut by gas cutting process. Cutting of riser and gate of high alloy steel contain high chromium are performed by other process such as powder cutting, arc cutting, plasma cutting etc.

Cutting portion are exposed in hasty heat and cool by cutting operation. Castings have it self internal stress in as cast condition and by adding this thermal stress, crack may occur.

Especially high carbon equievalent steel and low alloy steel containing high hardenability element such as Cr, V, Mo are sensitive. In these case casting have to be preheated prior to cutting operation.

$C_{eq} \leq 0.45\%$ and Riser diameter $\leq 500\text{ mm}$	} Preheat is not necessary
$C_{eq} \geq 0.45$ or Riser diameter $\geq 500\text{ mm}$	
	} Preheat is necessary $\geq 150^\circ\text{C}$



Title: Steel

Lecturer: Mr. Kazuferu Sasaki (JICA Expert)
Casting

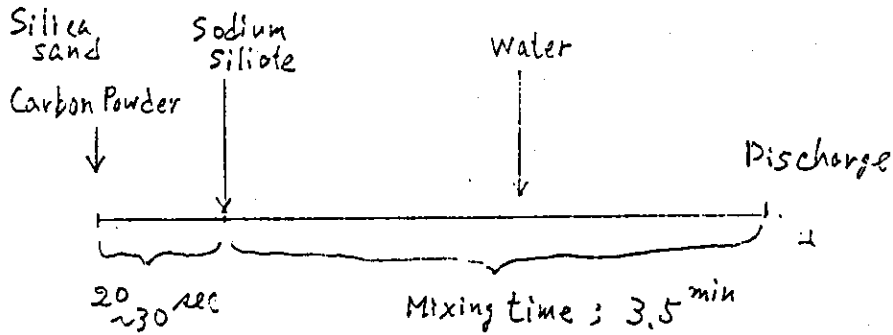
Attendance sheet

No.	Name	Lecture 1 Date: 13/10/98	Lecture 2 Date: 15/10/98	Lecture 3 Date: 20/10/98	Lecture 4 Date: 22/10/98	Lecture 5 Date: 27/10/98
1.	Tsuneto Nonaka JICA Expert	陸中 雄人	陸中 雄人	陸中 雄人	陸中 雄人	陸中 雄人
2.	Fumio Obata JICA Expert	小幡 文雄	小幡 文雄	小幡 文雄	小幡 文雄	
3.	Mohd Akhir Yeop Kamaruddin SIRIM Berhad					
4.	Romzee Ismail SIRIM Berhad		Amalul		Decating.	CUTI
5.	Mohd Zurani Abdul Wahab SIRIM Berhad		Quabi	Quabi	Quabi	Quabi
6.	Ani Haryati Abdul Aziz SIRIM Berhad		Amir	Amir	Amir	Amir
7.	Zain Azlan Ujang SIRIM Berhad		die casting	die casting	MLVK	LATE
8.	Ahmad Kamal Ariffin SIRIM Berhad		Decating.	Die casting	Decating.	
9.	Kamarullail Mahad SIRIM Berhad	Exam (ITM)	Exam (ITM)	Exam itu.		DL
10.	Ahmad Fozi Suratani SIRIM Berhad	Exam (ITM)	Exam (ITM)	-CUTI -	cut	cut
11.	Azly Jamil SIRIM Berhad		Amir		Amir	Amir
12.	Ahmad Naziri PERWAJA	X	Amir	Amir	Amir	Amir
13.	Badrul Hisham PERWAJA		Amir	Amir	Amir	Amir
14.	Kamaruddin Hasan PERWAJA		Amir	Amir	Amir	Amir
12	Mazlan Musa PERWAJA		Amir	Amir	Amir	Amir

Prepared by: Mohd Zurani Abdul Wahab

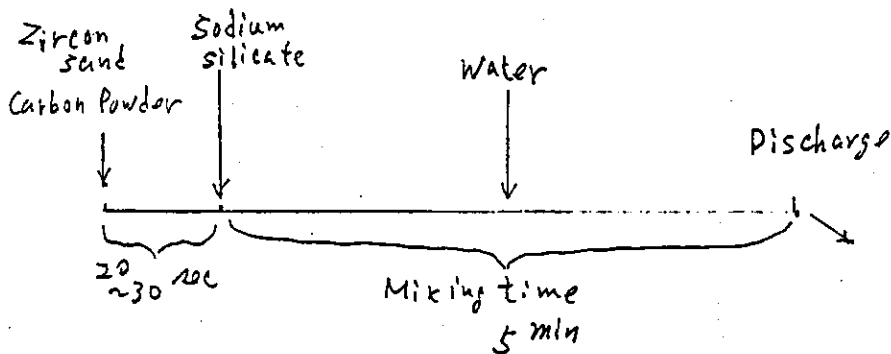
Mixing of CO₂ process sand

1. Silica sand (Large mixer)

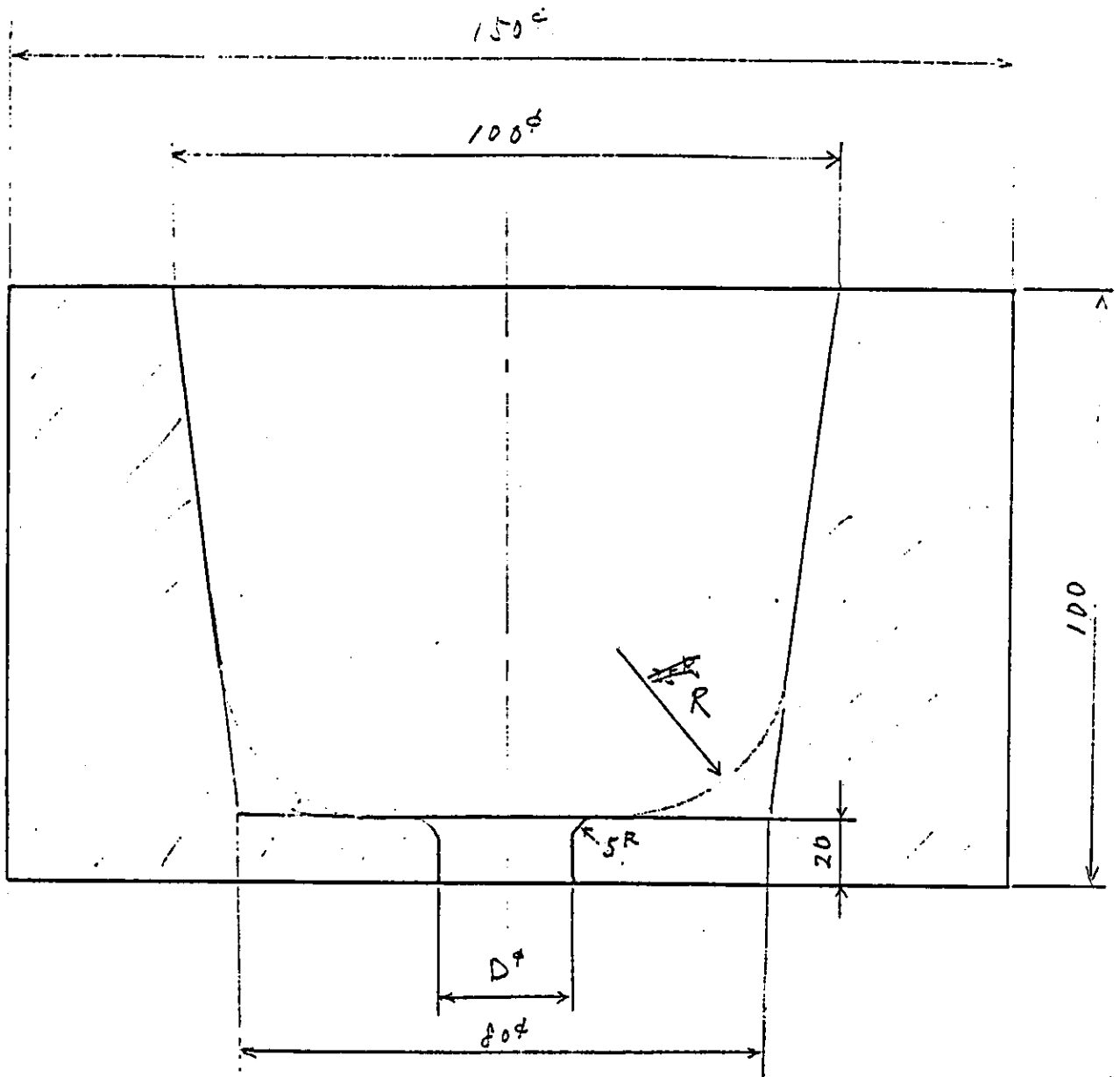


Mixing ratio	Carbon powder	0.5%	of silica sand
	Sodium silicate	6.0%	"
	Water	1.0%	"

2. Zircon sand (Small mixer)



Mixing ratio	Carbon powder	0.25%	of Zircon sand
	Sodium silicate	3.0%	"
	Water	0.5%	"



$D\phi : 45\phi$
 35ϕ
 30ϕ

Finishing procedure for Entry Guide (SCMn3)

Knock out



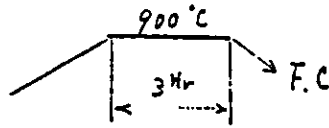
Shot blasting
& Sand removal



Gas cutting of riser & gate



Annealing



Descaling (Shot blasting)



Rough machining
(including dimensional insp.)

Remain 3mm machining allowance
for each portion



Removal of casting defects
(including visual insp.)

By chisel or grinder



Penetrant inspection (Colour check)



Repair welding

welding rod ; JIS DK6316 or DK631⁶



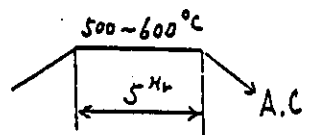
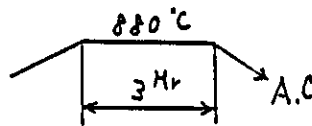
Grinding
(Finishing of welded portion)



Penetrant inspection



Heat treatment
(Normalizing & Tempering)



Descaling
(Shot blasting)



Final inspection

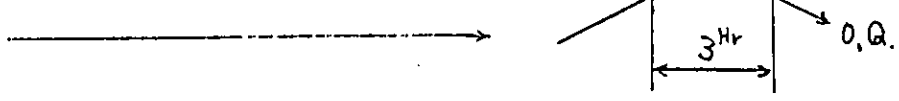
Finishing procedure for Valve (SCS12)

Knock out

↓
Shot blasting
& Sand removal

↓
Cutting of riser & gate (by plasma cutting)

↓
Annealing



↓
Descaling (Shot blasting)

↓
Rough machining
(including dimensional insp.)

↓
Removal of casting defects by chisel or grinder
(including visual insp.)

↓
Penetrant Inspection (Colour check)

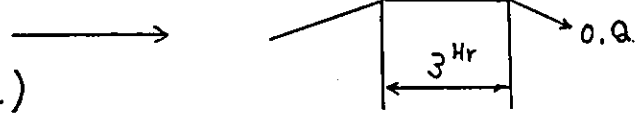
↓
Repair welding

welding rod ; for 304 type
(18-8 stainless)

↓
Grinding
(Finishing of welded portion)

↓
Penetrant inspection

↓
Heat treatment
(Solution treatment)



↓
Descaling
(Shot blasting)

↓
Final inspection

Finishing procedure for Discharging Roller (SCH13)

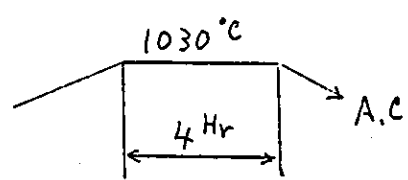
Knock out

↓
Shot blasting

↓
Cutting of riser & gate (by plasma cutting)

↓
Sand removal

↓
Annealing



↓
Descaling (Shot blasting)

↓
Rough machining
(including dimensional insp.)

Remain 3 mm machining allowance for each portion

↓
Removal of casting defects
(including visual insp.)

by chisel or grinder

↓
Penetrant inspection (Colour check)

↓
Repair welding

welding rod ; D309 or D310

↓
Grinding
(Finishing of welded portion)

↓
Final inspection
(including penetrant insp.)

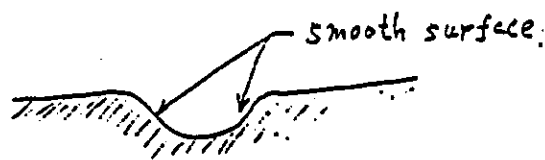
Repair welding procedure for steel castings

1. Removal of casting defects

By using hand grinder or chipping chisel, remove each casting defect.

In case of casting defects are big or deep and hand grinder or chipping chisel are not practical, other removal method such as gas burner gouging, carbon arc gouging, drilling by machine etc. may be used.

After removal of casting defects, blend smoothly the surface of cavity to make easy to welding operation.



2. Confirmation of casting defect removal

After above operation, confirm the removal of casting defect perfectly by visual or penetrant inspection.

In case of linear defect, special attention should be paid.

In this case, penetrant inspection must be carried out.

3. Welding

1) Selection of welding rod

Kind of casting	Specification of welding rod
Carbon steel (Low strength)	D4316
Low Mn steel	D6316
18-8 stainless steel	308
25-12 heat resistant steel	310

2) Preheat

	Pre heat
Carbon steel	not necessary
$\left\{ \begin{array}{l} C_{eq} \leq 0.45 \\ C_{eq} > 0.45 \end{array} \right.$	$\geq 150^{\circ}C$
Low Mn steel	$\geq 150^{\circ}C$
$\left. \begin{array}{l} 18-8 \\ 25-12 \end{array} \right\}$ Ni-Cr alloy steel	not necessary

For high Ni-Cr alloy steel, keep low temperature during welding operation.

3) Trial welding

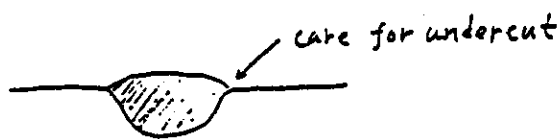
Prior to start welding operation, perform trial welding to decide optimum current using other same material.

4) Peening

Perform peening operation for each pass and remove flux perfectly

5) Welding

Fill the cavity by welding up to a little higher level of neighbouring surface.



4. Finishing & inspection

Remove excess metal of welded portion by grinding and finish to make smooth surface.

After finishing operation, perform penetrant inspection to confirm no welding defect.

Certificate of Material

D.No. _____
Date _____

Customer ;	Material	Quantity
Name of product ;		

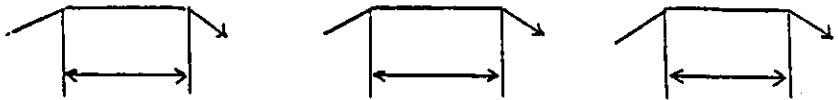
1. Chemical composition

Elements	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	
Specification								
Actual Content.								

2. Mechanical property

Properties	Tst	Yst	El	Ra	Hb	
Specification						
Actual Value						

3. Heat treatment



4. Visual inspection ; _____

5. Penetrant inspection ; _____

6. Dimensional inspection

Prepared by _____ Approved by _____

F.T.P. Industrial & Engineering Center SIRIM

Certificate of Material

2/7

Drawing no

Date 17/11/98

Customer : Perwaja Steel	Material	Quantity
Product Name : Sheer Pinchroll Entry Guide	SCMn3	2

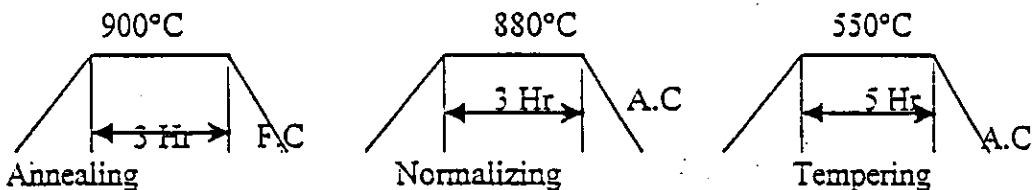
1. CHEMICAL COMPOSITION

Elements	C	Si	Mn	P	S	Al
Specification	0.3-0.4	0.3-0.6	1.0-1.6	0.04 _{max}	0.04 _{max}	
Actual Value(17/11)	0.45	1.04	1.16	0.01	0.02	0.56

2. MECHANICAL PROPERTY

Properties	Tst (N/mm ²)	Yst(N/mm ²)	El %	HB	Ra
Specification	640 _{min}	370 _{min}	13%	170 _{min}	
Actual Value	735.2	457.3	6.21%	216	

3. HEAT TREATMENT


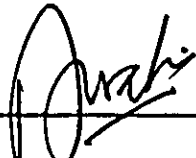


4. Visual inspection : As overall surface look okay

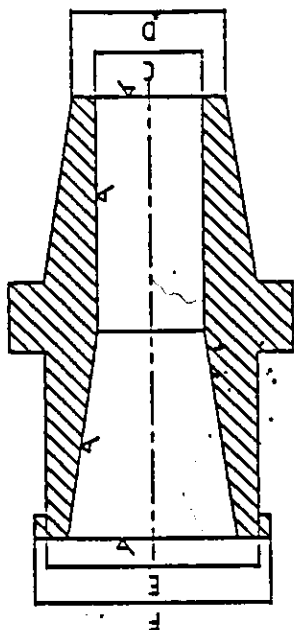
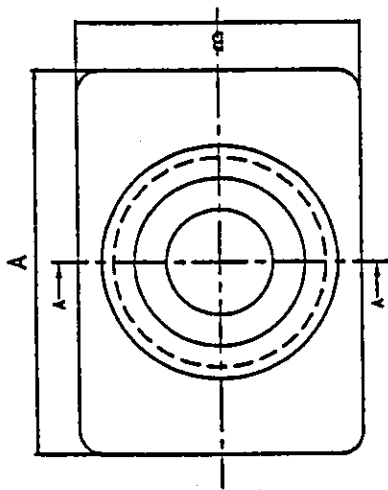
5. Penetrant inspection ; _____

6. Dimension inspection.

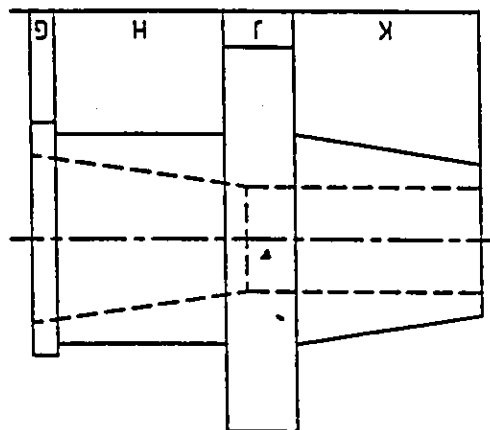
-refer to back page-

Prepared by  Approved by 

F.T.P. Industrial & Engineering Center SIRIM BERHAD



SECTION A-A



DIMENSION VARIABLES	ACTUAL DIMENSION		REQUIRED DIMENSION
	HITAM	HIJAU	
A	163.0	164.0	165.0
B	118.0	118.5	120.0
C	41.0	41.5	45.0
D	64.0	67.5	65.0
E	88.0	90.0	94.0
F	99.0	100.0	100.0
G	17.0	14.0	10.0
H	71.0	70.0	70.0
J	29.0	29.5	30.0
K	83.0	82.0	80.0

SIRIM BERAH

PERSAMAAN BANYAK PENERIMAN, SIKSINER 2
 PERSAMAAN 2025, 10115 SHAM ALAM SELANGOR DE

No. Urut	No. Rujukan	No. Bahagian	No. Peta	No. Suku		No. Uraian
				Kiri	kanan	

Certificate of Material

4/7

Drawing no. AP-PD-3-001
Date 13/11/98

Customer : Foundry Technology Programme	Material	Quantity
Product Name : Valve	SCS 12	2

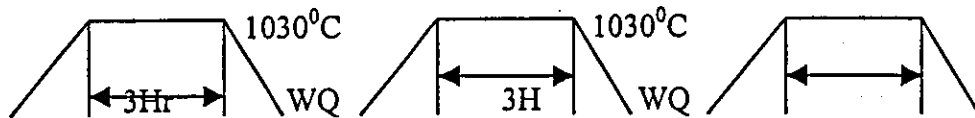
1. CHEMICAL COMPOSITION

Elements	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr		
Specification	<0.2	<2.0	<2.0	-	-	8.0- 11.0	18.0- 24.0		
Actual Value	0.26	1.43	1.48	-	-	8.75	18.23		

2. MECHANICAL PROPERTY

Properties	Tst (N/mm ²)	Yst (N/mm ²)	El %	HB	Ra	
Specification	>481		>28	<183		
Actual Value	549.3		30	143		

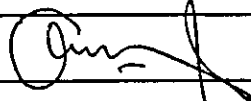

3. HEAT TREATMENT



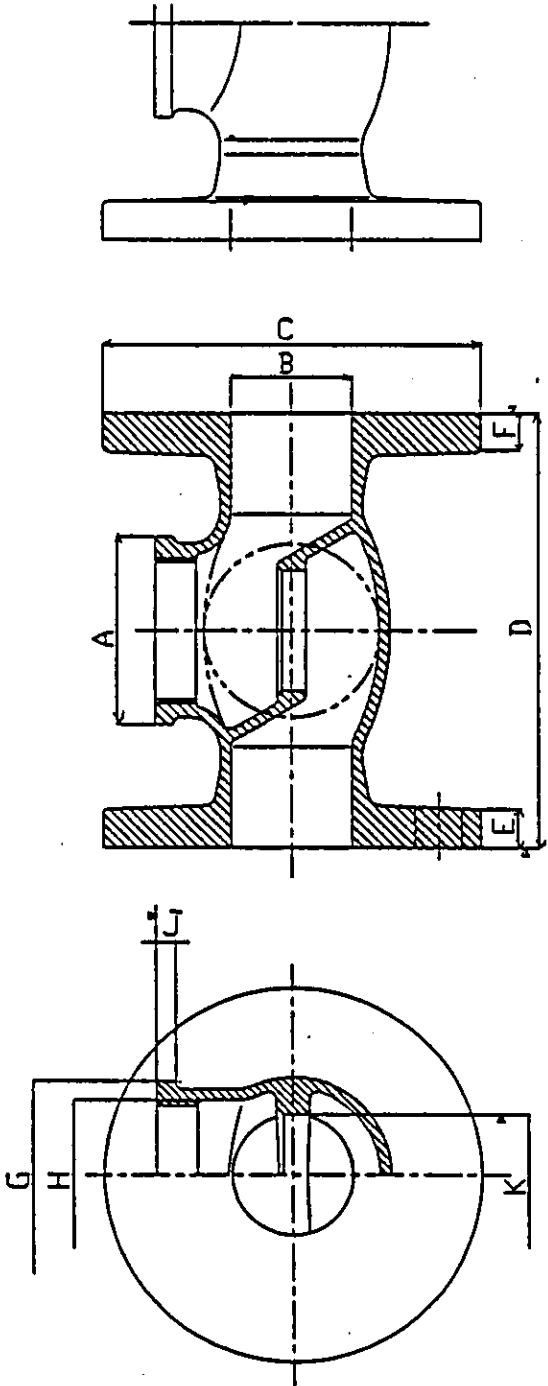
4. Visual inspection ; overall, it looks okay. Good surface. a little slag inclusion.

5. Penetrant inspection ; _____

6. Dimension inspection.
*refer to back page

Prepared by  Approved by 

F.T.P. Industrial & Engineering Center SIRIM BERHAD



DIMENSION VARIABLES	ACTUAL VALUE (MM)	
	#1	#2
A	74.5	74.0
B	49.5	49.0
C	151.0	150.0
D	182.0	181.0
E	18.0	17.5
F	17.0	16.5
G	74.5	74.0
H	61.5	61.5
J	9.0	10.0
K	54.0	53.0
L		

SIRIM
 PERUSAHAAN NASIONAL SEMENTERAN MALAYSIA
 PERUSAHAAN NASIONAL SEMENTERAN MALAYSIA

SAIZ	SAHAJAJ	SAHAJAJ	SAHAJAJ
SAHAJAJ	SAHAJAJ	SAHAJAJ	SAHAJAJ
SAHAJAJ	SAHAJAJ	SAHAJAJ	SAHAJAJ
SAHAJAJ	SAHAJAJ	SAHAJAJ	SAHAJAJ

No. RILE 1 :
 No. RILE 2 : PD-35.000

Certificate of Material

6/7

Drawing no. AP-PD-1.001

Date 2/11 & 5/11/98

Customer : Perwaja Steel	Material	Quantity
Product Name : DISCHARGING ROLLER	SCH13	2

1. CHEMICAL COMPOSITION

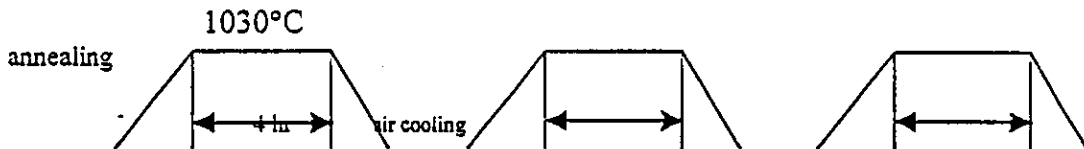
Elements	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu
Specification	0.2-0.5	2.0 _{max}	2.0 _{max}	0.04	0.04	11.0-14.0	24.0-28.0	-
# 1	0.38	2.13	2.91	0.02	0.01	13.93	23.65	0.11
# 2	0.37	1.87	1.80	0.04	0.01	12.42	24.85	0.11

2. MECHANICAL PROPERTY

Properties	Tst (N/mm ²)	Yst (N/mm ²)	El %	HB	Ra
Specification	490 _{min}	235 _{min}	8% _{min}		
Actual Value # 1	458.8		0.4 *	201	
# 2	513.1	223.9	5.3	201	

* +piece broke at the neck.

3. HEAT TREATMENT





4. Visual inspection : good surface condition, some slag inclusion - must be weld.

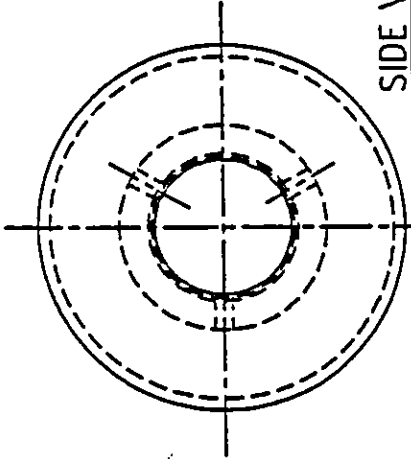
5. Penetrant inspection ; _____

6. Dimension inspection.

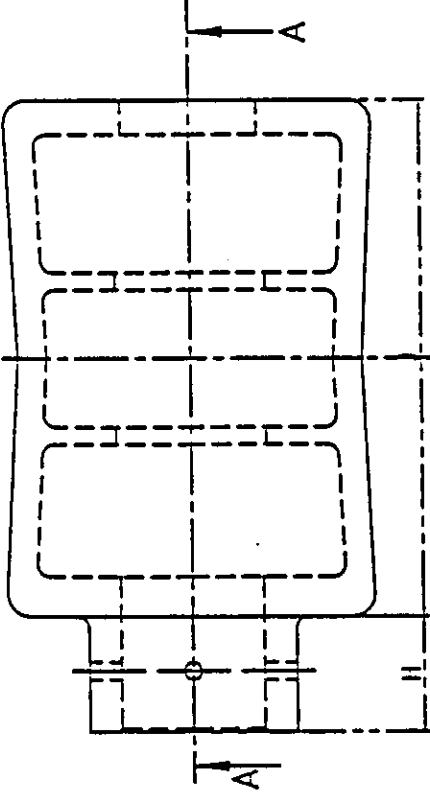
- Refer to the back page -

Prepared by  Approved by 

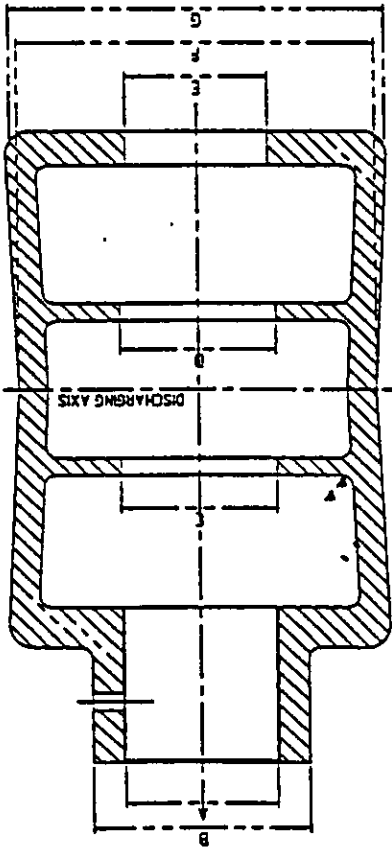
F.T.P. Industrial & Engineering Center SIRIM BERHAD



SIDE VIEW



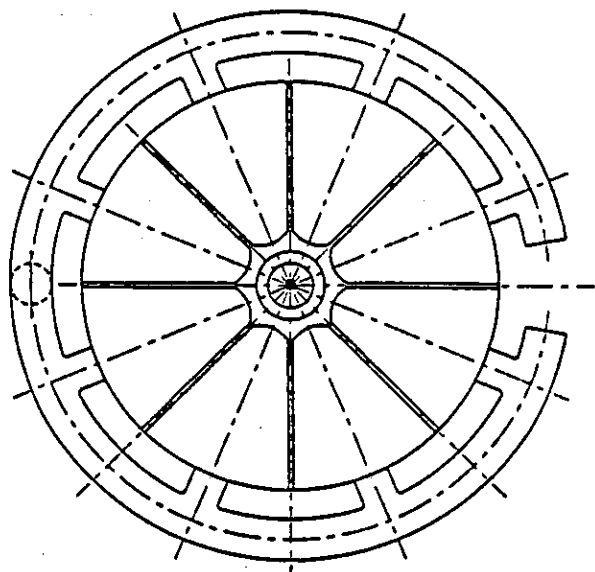
PLAN VIEW



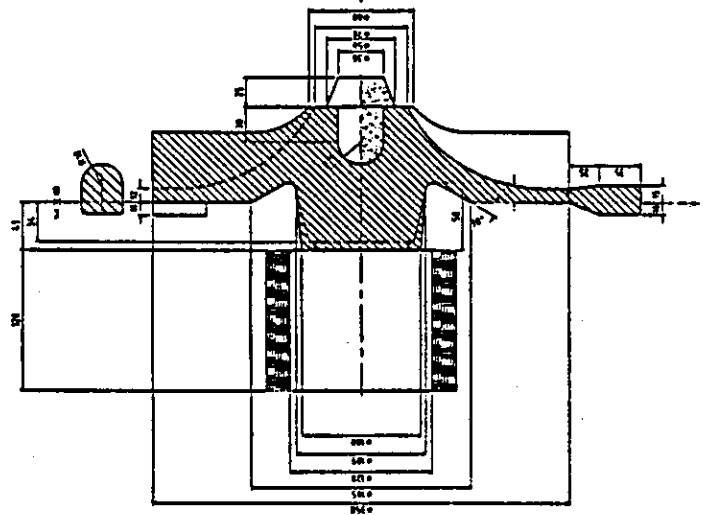
SECTION A-A

DIMENSION VARIABLES	ACTUAL DIMENSION		REQUIRED DIMENSION
	UMH B1	UMH B2	
A	120.0	120.0	120.0
B	175.5	177.5	180.0
C	131.0	124.0	124.0
D	129.0	124.0	124.0
E	113.0	112.0	112.0
F	297.0	297.0	300.0
G	314.0	215	320.0
H	101.0	107.0	100.0
I	-	-	-
J	450.0	437.0	450.0

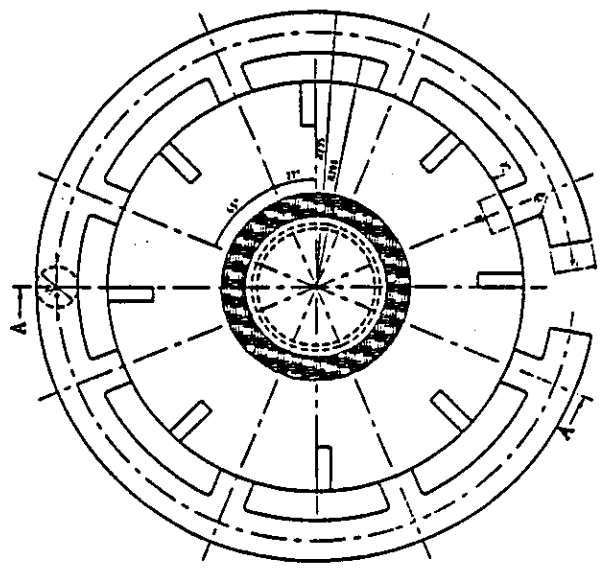
SIRIM BERHAD									
PERUSAHAAN PERENCANAAN, ENJINER & PEMERIKSAAN									
PERUSAHAAN PERENCANAAN, ENJINER & PEMERIKSAAN ALAM KUALANGOR DE									
Tarikh	Masa	Tempat	Jenis	Uraian	Skala	SCH 13		Jenis DISCHARGING ROLLER	
01/01/1998	12/1/1998	12/1/1998	11/1/1998	ANGKLE	ANGKLE				
Disyork	Disyork	Disyork	Disyork	Disyork	Disyork	No. Laka		AP-PD-1001	
Disyork	Disyork	Disyork	Disyork	Disyork	Disyork	No. Laka		AP-PD-1001	



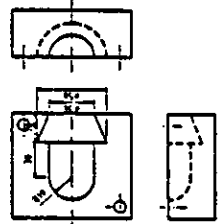
DRAG PATTERN



SECTION A-A



COPE PATTERN

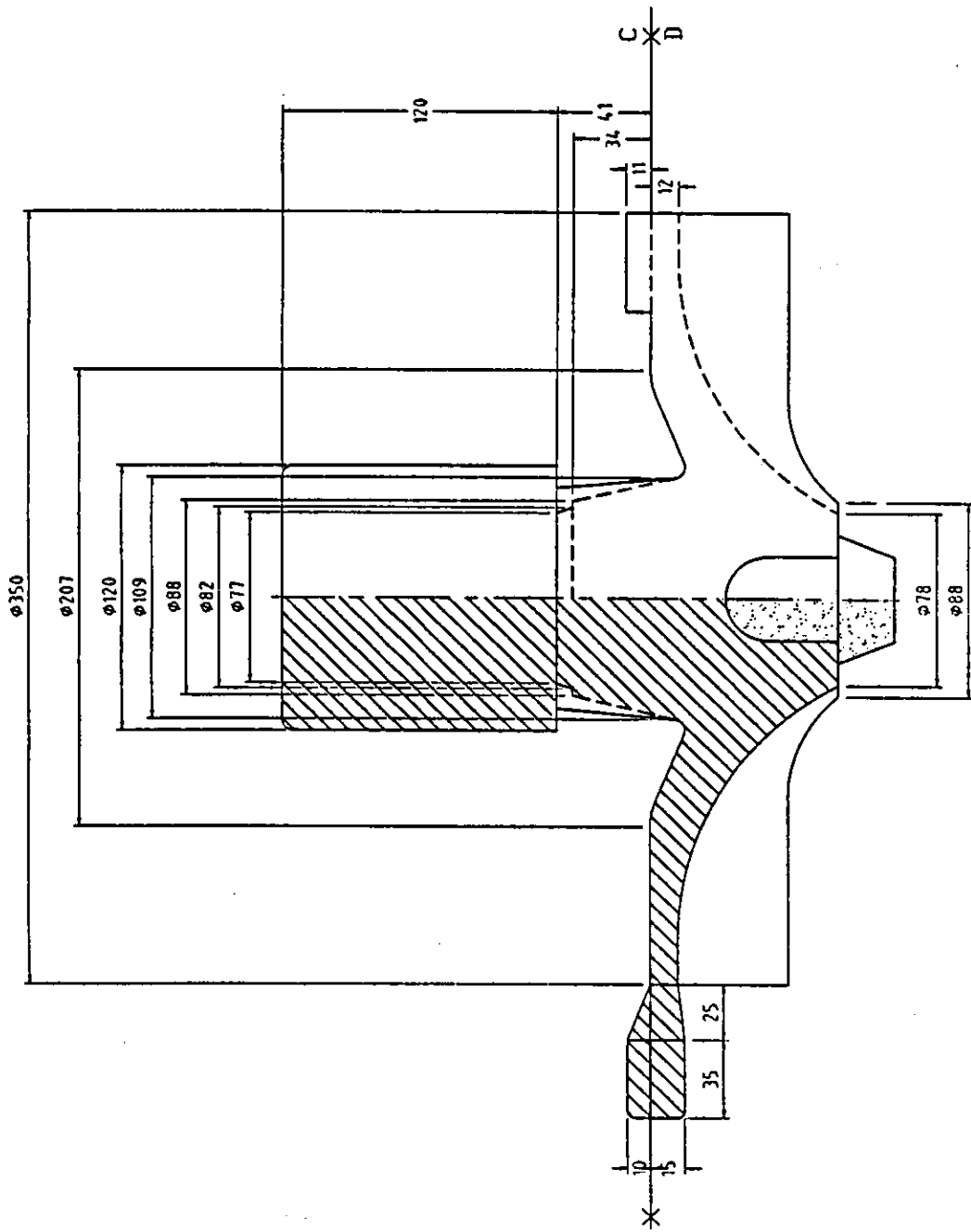


COREBOX LAYOUT

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PATTERN DRAWINGS FOR PVA IMPELLER PERAJA STEEL Sdn Bhd S&S FOUNDRY TEAM Drawn by: Mr. Masdi Drawing No: MHD00001 Checked by: Mr. Masdi Approved by: Mr. Masdi Scale: 1 / 2 11-Mar-08 Sheet 2/3											

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

7/4



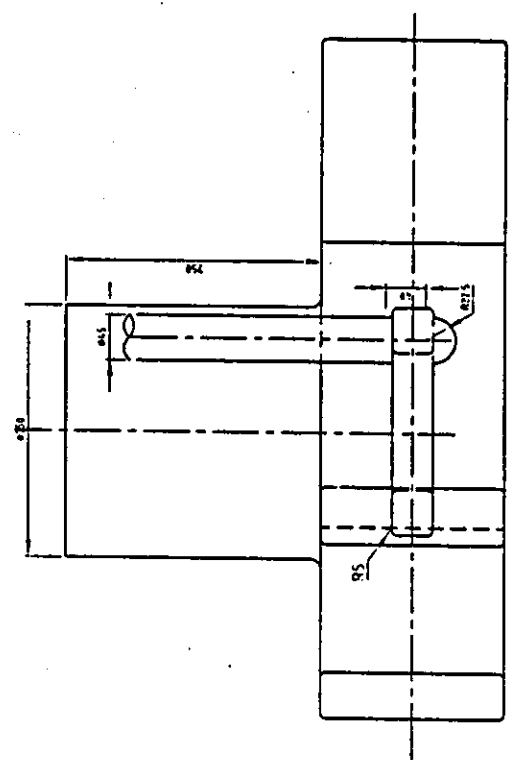
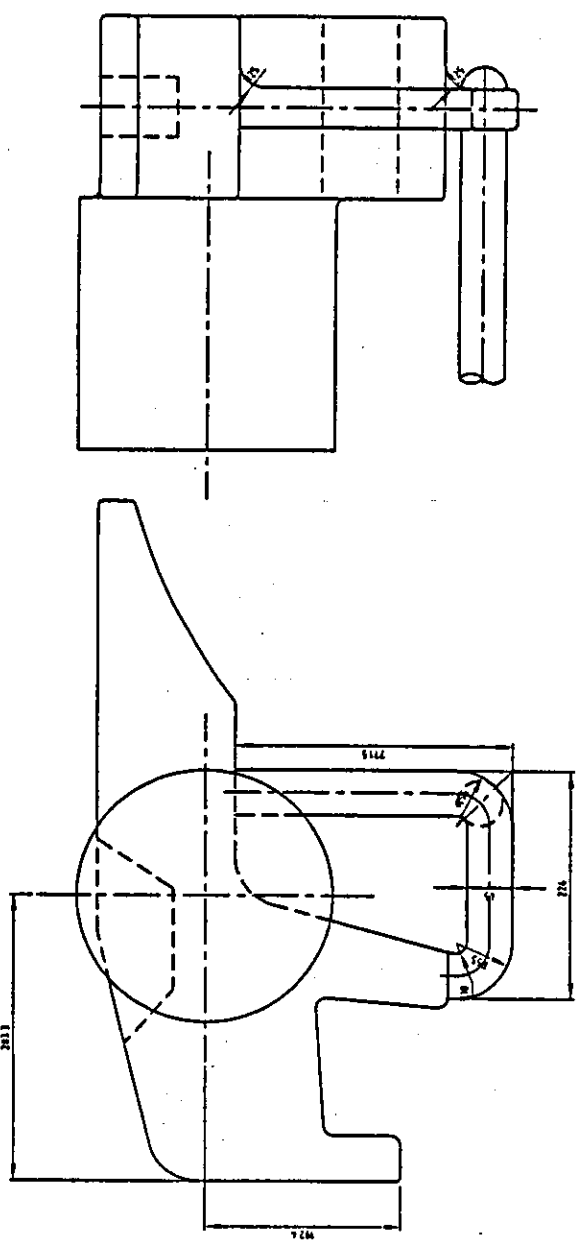
PERALA STEEL SON TUB
PAD FOUNDRY TRAIL

CASTING DESIGN FOR PUG IMPELLER


Drawn by: Mr. Madhav
Checked by: Mr. Suresh

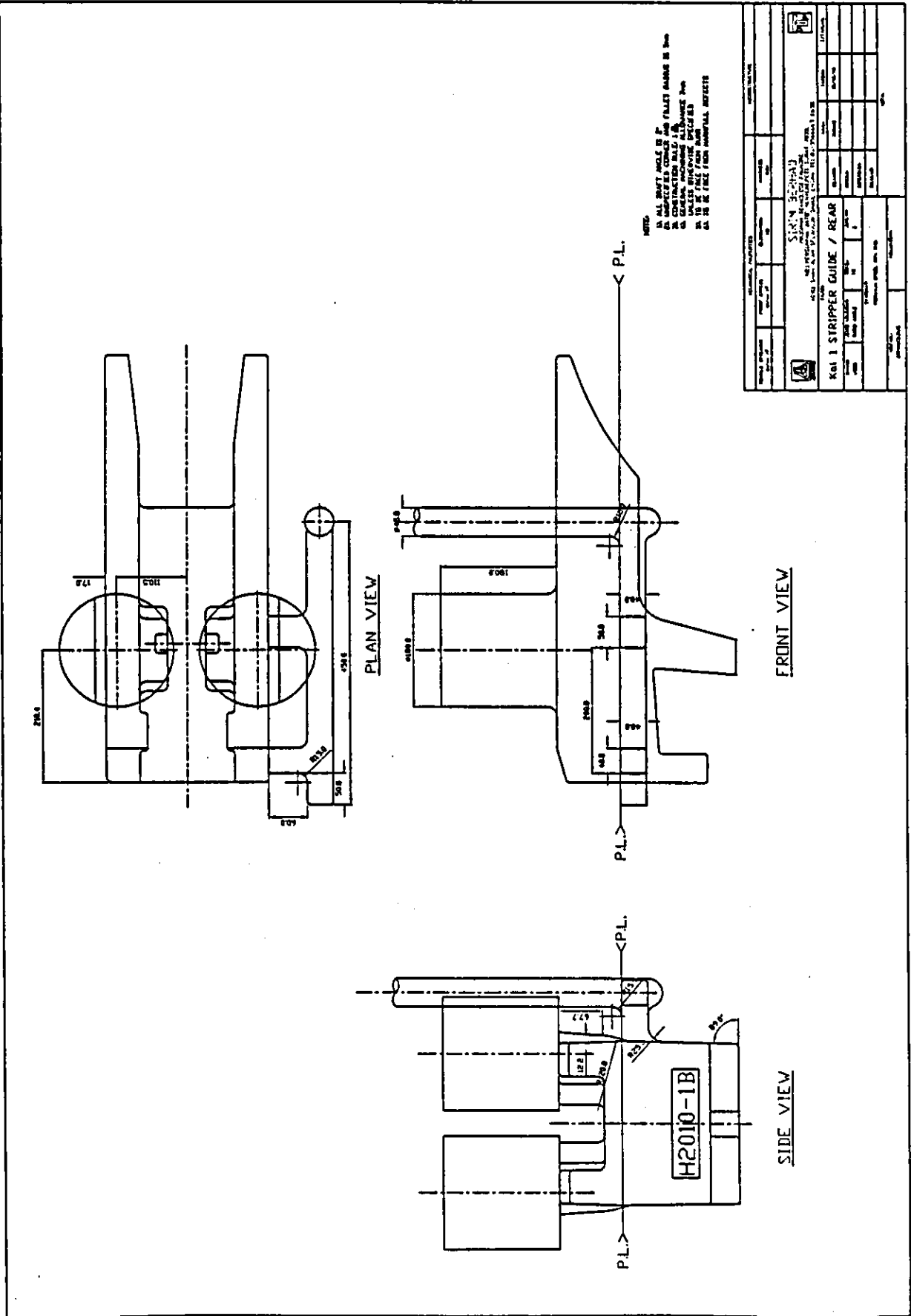
Projecting Mr. MADHON
Approved by: Mr. Sankh

Date: 1 / 8
11-Nov-08 Sheet 12/12



NOTE:
 1) ALL DRAFT ANGLE IS 2°
 2) UNSPECIFIED CORNER AND FALLET RADIUS IS 7mm
 3) CONSTRUCTION RULE: $\frac{1}{20}$
 4) GENERAL MACHINING ALLOWANCE 2mm.
 UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.
 5) TO BE FREE FROM BURR.
 6) TO BE FREE FROM HARMFUL DEFECTS.

 PT. PERWAJA STEEL Sdn Bhd 5, Jalan Selayang 40150 Subang Jaya, Selangor Darul Ehsan, Malaysia. Tel: 03-55188888		2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030	
KW 2 STRIPPER GUIDE / LOWER No. SK-09 TARD ANGLE 17 PERWAJA STEEL SDN BHD SIKRING DING		2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030	



総合報告書

専門家氏名	小幡文雄
派遣国	マレーシア
プロジェクト名	鑄造技術協力アフタケア-
指導科目	溶解部門
派遣期間	1998. 9. 1. ~11. 30
任国配属期間	1998. 9. 1. ~11. 29
本邦所属先	なし
報告書作成日	平成10年11月28日

目 次

1.	要 要	1.
2.	作業指示及びその結果	
2-1	ダクタイル鋳鉄溶解	2
	A) 工程順序	
	B) 工程間違い箇所 (Sampling, Inoculation, TP)	
	C) 既存分野の底上げ	
	□ Perwaja Steel 7 Item の 結果	
	□ Kick Starter, Pump Casing の結果	
2-2	鋳鋼溶解法	7
	A) 低 Mn 鋳鋼 (Entry Guide SCMn3)	
	B) 耐熱鋳鋼 (Discharging Roller SCH13)	
	C) ステンレス鋳鋼 (Valve SCS12)	
	D) Perwaja Steel (Impeller SCMn 5) 情報のみ	
	E) Charging Material List	
	F) Shrinkage Test Pieces 炉前テスト用 提示	
3.	情報関係	17
	A) ADI(オーステンパーダクタイル鋳鉄) 製造法	
	B) セメント破砕用ボールの材質 (高Cr鋳鉄)	
	C) 折損クランクシャフトの調査	日本語
	Investigation on A cracked, Crankshaft For Proton Casting , SIRIM Berhad Report No MTL/98/0157	英語
	D) Proton 見学記録	
4.	メンテナンス関係 (溶解、熱処理)	37
	A) 高周波炉 チェクリスト	日本語
	B) ↓	英語
	C) 高周波炉 Sintering 作業標準	日本語
5.	まとめ	40
符 表		
1.	専門家業務報告書 (平成10年9月1日~9月12日)	
2.	専門家業務報告書 (平成10年9月14日~9月18日)	
3.	業務日誌 (9月分)	
4.	業務報告書 (9月分)	
5.	業務日誌 (10月分)	
6.	業務報告書 (10月分)	
7.	業務日誌 (11月分)	
8.	業務報告書 (11月分) 最終報告書参照の本	

1. 概要

既存分野の底上げ

鑄造技術アフターケアの底上げとして、溶解部門の鑄鉄材質は、派遣期間も考慮して、ダクタイル鑄鉄だけにして欲しいと、Mr. Akhir から最初に要望された。また、C/P も FTP 側では Mr Kamarullil のほかに 10/1 より、Ms Ani が入社して2名となった。また Mr Zain がダイカストと兼任しているが、ほとんど手を出さない。しかし、溶解作業の実務は民間企業である Perwaja Steel の Mr Kamardin が当たった。また、鑄造製品も Perwaja Steel の部内品で 圧延部品である ケース類やブラケット関係 (別紙 写真参照) のダクタイル鑄鉄品が主である。さらに大物品では、Perwaja Steel の圧延になくはならないポンプ部品の、ポンプケーシングも 500Kg HF 炉を使用して2ヶ鑄造した。(別紙写真参照) 以上のように、ダクタイル鑄鉄材の底上げは、FTP 側は 設備の貸与と分析が主であったが、残念ながら、本来のダクタイル鑄鉄の製造方法を Perwaja 側に教えていないかったか、あるいは知らなかったかのいずれかである。2年前より SIRIM FTP の鑄造設備を使ってダクタイル鑄鉄を製造しているが、その材質はダクタイル鑄鉄ではなかった。

鑄鋼溶解 (含 耐熱 ステンレス)

鑄鋼溶解は、低Mn 鑄鋼 (Entry Guide) , 耐熱鑄鋼, (Discharging Roller) ステンレス鋼, (Valve) の3材質を溶解した。鑄鋼品は鑄鉄品と異なり溶鋼温度が高く、しかも湯流れ性 (流動性) が悪い。そのため鑄込み温度も高くする必要がある。低Mn 鑄鋼を除き、残りの2材質は合金元素の含有量が高く、しかも高価である事から、戻し屑の管理が重要性を教示した。鑄鋼品の熱処理法も FTP の設備で、初歩から教えたが、後半の1.5ヶ月の期間内で十分な技術移転は不可能であるため、製品の熱処理は、新製品開発担当の佐々木専門家にお願ひし、私は3材質の試験棒の機械的性質データ取にとどめた。顕微鏡写真が撮れなかった事が心残りである。

情報関係

9月中旬、近隣の Proton Casting Plant (マレーシア国内で最も大きい鑄物工場) で、製造しているクランクシャフトが製造工程中、折損するという事故が起こった。その原因究明を Mr Akhir (SIRIM Block 22) に求めてきた。幸い鑄造クランクシャフトについては、多少の知識があつたので別紙に報告書として纏めた。

また、この3ヶ月の間に3つの工場見学をおこなった。いずれも別紙に纏めた。ADI (オーステンパーダクタイル鑄鉄) の製造法を試験棒 (JIS 4号TP) で教示した。FTP の彼等は、ADI 等の新材質の情報は以前から耳にしていたが、製造法がわからないまま約8年が経過した。その良い例が2つある。

1つは ここFTPで、このオーステンパ処理 (特殊な熱処理) に使うために購入したとおもはれるソルト (KNO_3 , NaNO_3) が倉庫に眠っていたことからこれがわかった。もう一つは、PERWAJA STEEL の工場見学中にも圧延用部内品に、ADI が使えないかとの質問が各所でいろんな人から受けた。

作業標準及び設備メンテ

材質ごとの配合から試験片のテストに至るまでの一覧表を製品毎に纏めた。また溶解炉 (HF) のメンテや基準等簡単にまとめた。

ダクタイル鉄溶解作業標準

1. 工程順序不備

27. Oct. 98. JICA Expert Mr. F. Obata

A) 工程順序

材料配合→通電溶解→溶落ち→サンプリング→分析→出湯→球状化→接種→注湯→TP

B) 工程間違い箇所

a) 分 析

期 間	機 器	分 析 元 素	備 考
93/10—98/8	LECO	C, S,	XRF分析はやられてなかった。
98/9 以降は	LECO	C, S,	
	XRF	Si, Mn, P, Cu, etc	98/9 より溶落ち後の XRF による分析実施した。

注 1. XRFによるSi等 必要不可欠元素の含有量をしることにより、本来のダクタイル鉄の製造が出来るようになった。この間は、めくら操業である。

b) 接 種

期 間	作 業 標 準	添 加 剤	備 考
98/8 まで	出湯時の投げ込み	Fe-Si 0.3~0.6%	接種の意味なし
98/9 以降	球状化後に添加	↑	チル分解、 フェライト化

C) T P

期 間	Chemical Composition	1" Block Mechanical Property	ミクロ組織
98/8 まで	チャージ 毎 採取はなし	特になし	—
98/9 から	チャージ毎採取 (作業標準化)	(標準化) 機械的性質表示 (表1参照)	X 100 組織写真

注) TP 採取は98.8までは、特に義務づけられていなかったが、98.9.よりチャージ毎に、表1の様式に統一した。

Charging Material List

28. Oct 98 JICA Expert: Mr. Obata

1. Process _____
 2. Material _____
 3. Mold _____
 4. Raw Material _____

Heat. No _____

	%	Kg	Chemical Composition				
			C	Si	Mn	Cu	S
Steel							
Fe-Si							
Total							

5. Target Chemical Composition

	C	Si	Mn	P	S	Cu	Mg	Al
Base Ir								
Finish								
Spec								

6. Melting

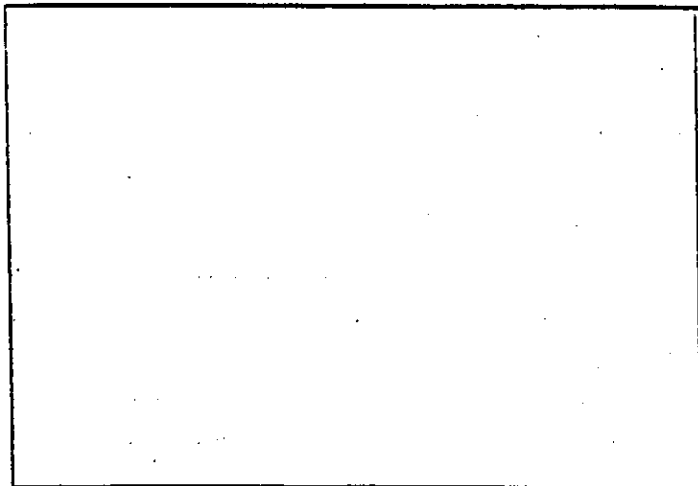
Tap Temp
Pouring Temp

7. Nodularity Agent or Treatment

	%	Kg	Remark
Fe-Si-Mg			
Fe-Si			
Cover Agent			
M-Al			

8. Test Piece 1 Block

	Load at 0.2% Proof Stress (N/mm ²)	T S (N/mm ²)	Elongation (%)	Hardness HB
Actual				
Spec				



9. Micro Structure

表 2 ダクタイル鋳鉄操業記録

期 日	C H / N O	材質	製品名	配合	化学成分	出湯温度	注入温度	判定
9 /	37	FCD 500	303	SS 50% PIG50%	C%3.4	1510	1350	NG
9 /	38	↑	304	PIG50% SS50%	C%3.9	1507	1376	OK
10 /	39	↑	300	SS50% PIG50%	4.0	1500	1398	OK
10 /	42	↑	301	SS50% PIG50%	4.0	1480	1340	OK
10 /	46	↑	305	SS50% PIG50%	3.68	1525	1358	OK
10 /	47	↑	304	SS15% RS85%	3.80	1500	1370	OK
10 /	48	↑	PUMP CASE	SS15% RS85%	3.90	1500	1380	OK
11 /	57	FCD 700	305	SS50% PIG50%	3.68	1520	1400	OK

表 3 ダクタイル鑄鉄試験成績表

(Perwaja Steel 品)

1. 化学成分

CH/No	C	Si	Mn	P	S	Cu	Mg	Material
37	3.62	1.99	0.50	0.014	0.012	0.48	0.082	FCD500
38	3.77	1.68	0.51	0.013	0.013	0.49	0.053	↑
39	3.78	1.84	0.45	0.013	0.012	0.45	(0.114)	↑
42	3.78	1.89	0.46	0.012	0.013	0.42	0.057	↑
46	3.67	2.70	0.47	0.015	0.017	0.30	0.051	↑
47	3.65	2.60	0.45	0.015	0.018	0.40	0.047	↑
48	3.70	2.39	0.48	0.012	0.019	0.40	0.048	↑
57	3.65	2.40	0.47	0.018	0.020	0.57	0.042	↑
FCD500 Spec	3.50 3.80	2.00 3.00	0.30 0.50	0.05 以下	0.025 以下	0.1~ 0.5	0.03~ 0.06	FCD 500

Kick Starter Melting Plan

JICA Expert Mr Obata

- Casting Date → 24. Sept 98
- Casting Item → Kick Starter
- Material → FCD600H (Normalising)
- Molding → 3 Mold (Green Sand)
- Melting Weight 100KgHF
- Target chemical Composition

Table 1 Target Chemical Composition

	C	Si	Mn	S	Cu	Mg	Ce
Base	3.80	1.40	0.45	0.015	0.10	—	—
FCD600H	↑	2.50	↑	0.012	0.50	0.045	0.015

□ Material Ratio Table 2

	%	Kg	C	Si	Mn	S
Pure Iron	3.8	3.8	0.02	0.05	0.13	0.01
RS	1.0	1.0	0.26	0.15	0.12	—
SS	4.7	4.7	0.07	0.09	0.37	0.007
Carbon	4.0	4.0	3.60	—	—	—
Fe-Si	1.5	1.5	—	1.05	—	—
Total	100.5	100.5Kg	3.95	1.34	0.62	0.017

□ Melting Process

Tap Temp 1 5 5 0 C
 Pouring Temp 1 4 0 0 C

□ Nodulant

Fe-Si-Mg 1.5% 1.5Kg/100Kg
 Fe-Si 0.5% 0.5Kg/100Kg
 M-Cu 0.4% 0.4Kg/100Kg
 Cover Agent 1.0% 1.0Kg/100Kg

■ TP

Tensile Strength 2 Mold Co2

Pump Casing Casting

1. Material

	%	Kg	C	Si
Pig Iron	30	150	1.23	0.81
Pure Iron	28.25	141.25	—	—
Return Scrap	40	200	1.40	0.80
C	1.75	8.75	1.40	—
Fe-Si	—	—	—	—
Total	100	500	4.03	1.61

2. Raw Material Chemical Composition

	C	Si	Mn	S	Cu	Mg	Re
Pig Iron	4.10	2.70	0.20	0.02	—	—	—
Pure Iron	0.1	0.15	0.30	0.02	0.1	—	—
Return Scrap	3.5	2.0	0.45	0.015	0.40	—	—
Carbon	95.0	—	—	0.6	—	—	—
Fe-Si	—	75.0	—	—	—	—	—
Fe-Si-Mg	—	45.0	—	—	—	5.8	2.0

3. Spheroidizing Process

	%	Kg	Grain Size
Fe-Si-Mg	1.6	8.0	1→20mm
Fe-Si(75)	0.43	2.2	3→15mm
Cover Agent	1.5	7.5	1.0→3.0
Total	3.53	17.7	

4 Operation

Tap Temperature	1520 C
Pouring Temperature	1400~1350 C

2. 鑄鋼溶解法 (Cast Steel Melting)

2-1 低 Mn 鑄鋼 (Entry Guide) 100Kg HF

A) 配合割合 (Material Ratio)

	%	Kg	C	Si	Mn	Al
Steel Scrap	97.5	97.5	0.15	—	0.14	—
Fe-Si	0.8	0.8	—	0.6	—	—
Fe-Mn	1.7	1.7	0.11	—	1.24	—
Total	100	100	0.26	0.6	1.38	0.1

B) 操業記錄 (Procedure) of Case 100kg HF

a) Power ON

Table 2 POWER ON

Time	Power (KW)	IN Furnace	Addition Agent
Start	30 Kw	—	Steel Scrap
10 Minute	100 Kw	Material color	Carbuliser
15	130	Melt Start	Lime Stone 3%Add
60	60	M, D 1560C	Sampling CS Si, Mn, P, Cr etc
80	130	Heat UP	Chemical Comp Arrange
100	0	Temp 1850C	Al 0.1% add

b) Sampling

LECO C S Cooling Late Drilling 10min

XRF Si Mn P Cr Cooling Late Grinding 10min

C) Shrinkage Test Temp 1560C up New Procedure

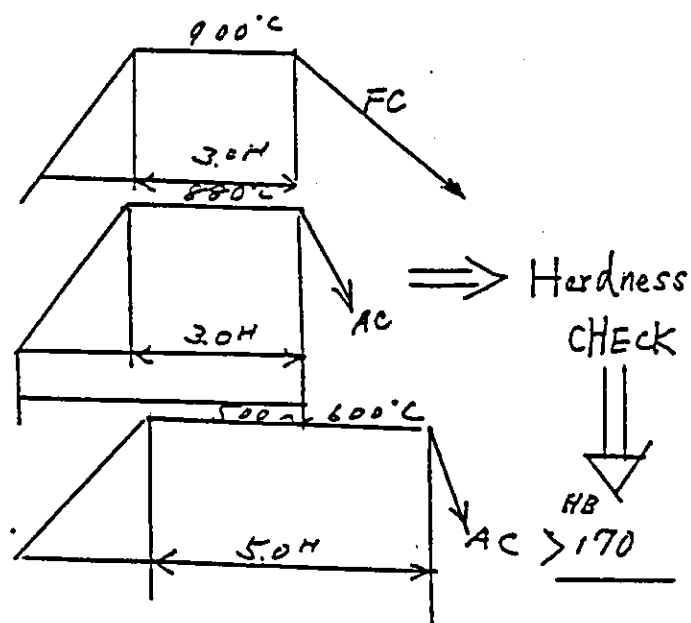
C) Heat Treatment

Annealing 900C×3H FC

Normalising 880C×3H AC

Tempering 600C×5H AC

FC	Furnace	Cooling
AC	Air	Cooling



CAST STEEL MELTING
 Product : Sheer Pinchroll Entry Guide
 100 Kg HF

1. Material Ratio

	%	Weight (kg)	C	Si	Mn	Al
Steel Scrap	97.5	97.5	0.15	-	0.14	-
Fe-Si	0.8	0.8	-	0.6	-	-
Fe-Mn	1.7	1.7	0.11	-	1.24	-
Total	100	100	0.26	0.6	1.38	0.1

2. Procedure - 100 kg HF

a) Power ON

Time	Power kW	In Furnace	Addition Agent
Start	30	-	Steel Scrap
10 min	100	Material color	Carburiser
15 min	130	Melt start	Lime stone 3% added
60 min	60	Melt down 1560°C	Sampling - CS & XRF Check
80 min	130	Heat Up	Chemical Comp. Arrange
100 min	0	Temp 1650°C	Al 0.1%

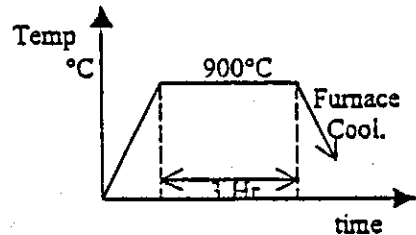
b) Sampling

LECO Carbon and Sulfur Cooling rate → Drilling → 10 min
 XRF Spectrometer Si, Mn, P, Cr Cooling rate → Grinding

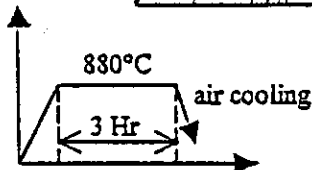
c) Shrinkage test Temp 1560°C up (New Procedure)

3. Heat treatment

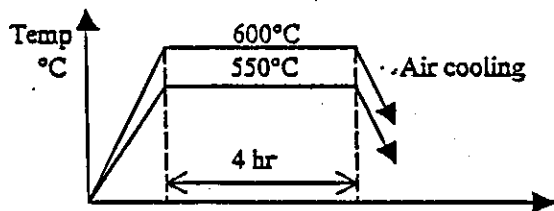
3.1. Annealing at 900°C for 3 hours followed by furnace cooling.



3.2 Normalizing at 880°C for 3 hours followed by air cooling



3.3 Tempering at 600°C for 4 hours - air cooling and 550°C for 4 hours - air cooling



Prepared by Ani Haryati

4. Chemical Composition

	C	Si	Mn	P	S	Cu	Al
Spec	0.3~0.4	0.3~0.6	1.0~1.6	<0.04	<0.04	-	-
Target	0.35	0.45	1.3	0.02	0.02	-	-
Result	0.45	1.04	1.16	0.01	0.02	0.24	0.56

5. Mechanical Properties (Test Piece)

Sample	Tempering Temp °C	Hardness HB	Yield Str. (N/mm ²)	Tens. Str (N/mm ²)	Elongation %	Micro Structure
T-1	550	216	457.3	735.2	6.21	Fig. 1
T-2	600	207	-	658.1	8.25	Fig. 2
SCMn3 Spec	-	>170	370	640	13	-

6. Microstructure inspection

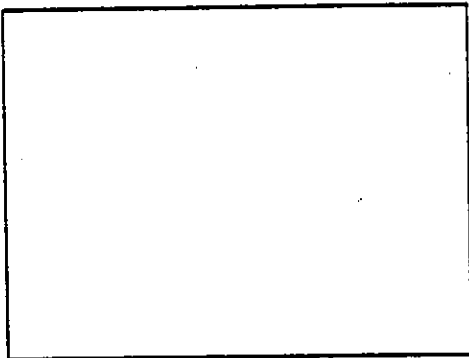


Figure 1

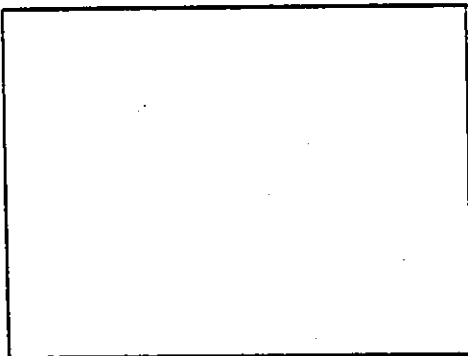


Figure 2

2-2 耐熱鑄鋼 (Heat Resisting Steel Casting) SCH 13

A) Products Discharging Roller 500KgHF

B) Mold 2

C) Raw Mat Ratio

Raw Material	%	Kg Weight	C	Si	Mn	Ni	Cr
Steel Scrap	40.0	120	0.032	—	—	—	—
Fe-Cr(L/C)	42.0	126	0.034	—	—	—	25.0
Fe-Mn H/c	2.7	8.1	0.18	—	1.82	—	—
M-Ni	13.0	39	—	—	—	13.0	—
Fe-Si	2.1	6.3	—	1.25	—	—	—
Caebon	—	0.42	0.14	—	—	—	—
Total	100	300	0.38	1.25	1.82	13.0	25.0

D) Power On

Time	Power	In Furnace	Addion Agent
Start	20		
10min	75		
30min	180		
60min	220		
90min	220	Melt Down	Sampling
	70		
120min	220	Tap	1630 C

E) Sampling

Leco C S Cooling Late Drilling 10min

XRF Si Mn P Cr etc Cooling Late Grinding 10min

E) Test Result

1 Chemical Comp

	C	Si	Mn	Ni	Cr
SCH 13	0.46	2.07	2.97	13.97	23.16
SCH13 SPEC	0.25—0.50	< 1.75	< 2.0	12.0—14.0	23.0—28.0

2

	0.2% YS N/mm ²	Ts N/mm ²	Elongation %	Hardness HB
SCH13	235	490	—	

SCS12 Valve Melting Procedure.

20

Raw Material Or Addition	SCS 12, R.S L/C Fe-Cr (60) M-Ni (100) Steel Scrap	%	%	Fe-Si Fe-Mn (L/C)	CaCO ₃ 1.0 ~ 2.0 CaF ₂ Ca-Si powder	
Total (kg)		100.0	100.0			
Period	Charge	Melting period		Refine period		
Time	0.00	50 min		95 min		
Power	120 kw					
Temp		1600°C	1680°C			
Chem comp.	Spec.	Combination calc.		Products		
C	< 0.20				0.20	
Si	< 2.00				1.50	
Mn	< 2.00				1.50	
Ni	8.00 ~ 11.0				10.00	
Cr	18.0 ~ 21.0				19.00	
P	< 0.04					
S	< 0.04					
operating progress	Power on	Addition charge	Melt down	Slag off	Lime stone added	Chem. Comp. Add ferro Alloy
					Tap	

Perwaja Steel IMPELLER-ITEM-11

1 Investigation of Cut Sample 23. Oct. 98 JICA

Expert Mr. Obata

1-1 . Chemical Composition

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
# 1	0.21	0.63	1.30	0.012	0.003	0.05	0.00
SCMn1	0.20~ 0.30	0.30~ 0.60	1.0~1.6	<0.040	<0.040	.	.

HB.
140.

2. Recommended Material

2-1 SCMn5 N+T(Heat Treatment) Chemical Composition

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
SCMn5	0.40~ 0.50	0.30~ 0.60	1.40~ 1.60	<0.040	<0.040	.	.
Target t SCMn5	0.45	0.60	1.50	0.02	0.02	..	.

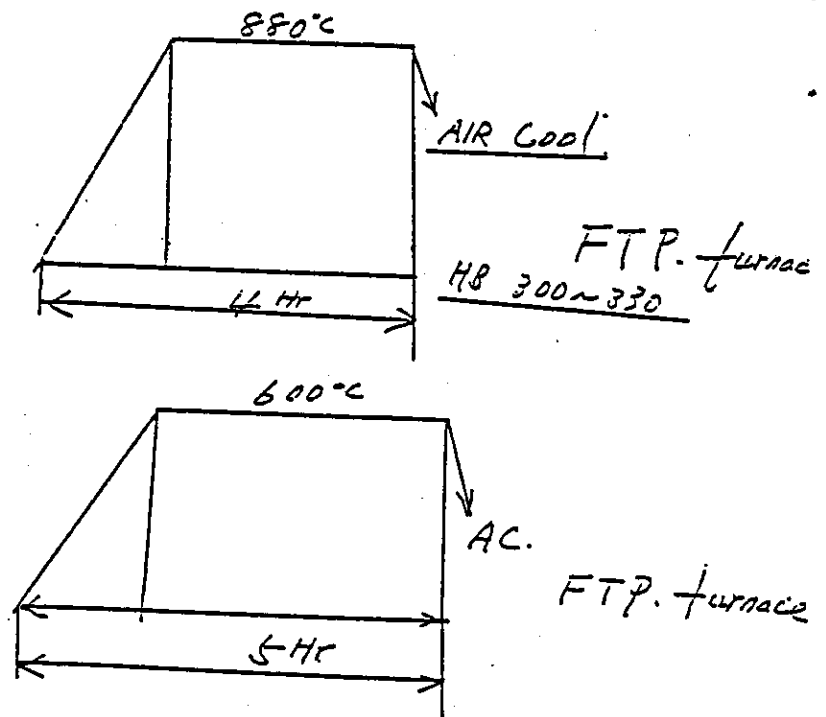
2-2 Heat Treatment

Normalising

880°C x 4h AC

Tempering

600°C x 5h AC



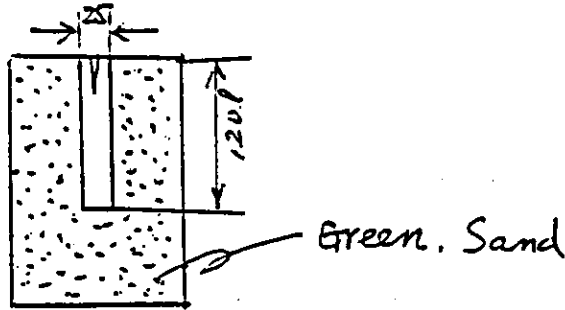
HB. 200~210

Machining OK

Shrinkage Test Piece (SC, SCMn, SCS, SCH, etc)

1. Measure, $\phi 25 \times 120L$
2. Mold Method

Green Sand ramming $\Rightarrow \phi 25 \times 120L$ bar insert in green sand



3. Molton Iron Pouring \Downarrow $\phi 2-5$ bar in molton metal in
4. period Timing

Before Tap

5. Molton Metal SC, SCMn, SCS, SCH, etc
6. Purpose Dioxidation Check
7. Judgment

Good \longrightarrow Shrinkage Cavity

No Good \rightarrow Swell

Si 0.5% or M-Al 0.1% add
Or lime Stone add 1kg

JICA Expert Mr obata 6. Nov 98

鋳鋼品操業記録 (L/Mn鋼、耐熱鋼、ステンレス)

期日	材質	製品	配合割合	化学成分	出湯温度	注入温度	判定
10/21	SCMn3	Entry Guide	SS 97.5% Fe-Mn 1.8%	C Si Mn 0.40 1.99	1626	1. 1599 2. 1598 3. 1580	NG ガス欠陥
10/26	SCMn9	↑	SS 97.5% Fe-Mn 1.8%	C Si Mn 0.42 1.06 1.19	1600	1. 1555 2. 1540 3. 1535	OK
11/2	SCH18	Discharging Roller	SS 41% Fe-Cr 41% M-Ni 13.7% Fe-Mn 1.0%	C Cr Ni 0.47 24.25 14.4	1597	1. 1558	OK
11/5	SCH18	↑	SS 41% Fe-Cr 41% M-Ni 14%	0.40 23.5 14.0	1598	1. 1598	OK
11/19	SCS12	Valve	SS 57% Fe-Cr 33% M-Ni 10%	0.17 18.8 8.5	1650	1. 1562	NG 造型ミス
11/17	SCMn9	ENTRY Guide	SS 97.5% Fe-Mn 1.8%	0.98 0.3 1.98	1682	1. 1568	OK

鑄鋼品試験記録 (L/Mn鋼、耐熱鋼、ステンレス)

1. 化学成分

溶製日	材質	C	Si	Mn	Ni	Cr
21 OCT	SCMn3	0.43	0.43	1.24	0.05	0.01
26 OCT	SCMn3	0.45	1.04	1.16	0.05	-
02 Nov	SCH13	0.47	2.23	0.30	14.4	24.25
05 Nov	SCH13	0.46	1.87	1.79	12.43	24.85
13 Nov	SCS12	0.19	1.09	0.08	9.58	18.24
17 Nov	SCMn3	0.38	0.06	1.34	0.07	—

2. 機械的性質 (試験片)

溶製日	Y. S. (N/mm)	T. S (N/mm)	E (%)	HB	熱処理
21 Oct	Not Available				
26 Oct E Guide	457.3	735.2	6.21	6.2	T550 X 4h
	—	658.1	8.25	207	600 X 4h
02 Nov D roller	—	458.8	0.04	201.	1030×3 hr
05 Nov D Roller	223.9	513.1	5.3	201	↑
13 Nov Valve	292	549.3	30.0	143	As Cast
17 Nov	Sample	Defect		184	

∴ After Annealing 1030 × 3 hr ac

∴ Before Annealing HB 174

Austempered Ductile Iron (A D I)

1. Mechanical Property

J I S	T	S	N/mm	Elongation (%)	Hardness (HB)	Products
FCD 900A	>	900	>	8	269~331	—
FCD 1000A	≥	1000	≥	6	285~341	Nail Machine Part
FCD 1200A	≥	1200	≥	2	353~444	Caterpillar Singane

2. Material Grade

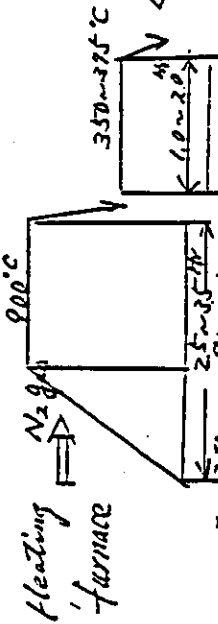
2-1 FCD 700 As Cast

2-2 Chemical Composition

	C	Si	Mn	S	Cu	Ni	Mo	Mg
FCD 700	3.5~3.8	2.0~3.0	0.3~0.5	<0.020	0.45~0.65	1.5~2.0	0.15~0.30	0.03~0.06
Target	3.6	2.5	0.45	0.015	0.50	1.8	—	0.045

3. Machining (As Cast Hardness HB 200~250)

4. Heat Treatment



5. Bainite(Upper)+Austenite 65 : 35

6. Hardness

HB 285⇒341

セメント破碎用ボウルの開発

JICA Expert F Obata 06. Oct 98

1. 概要

マレーシアには、12社のCement会社がある。いずれの会社もクリンカー粉碎用のボウル (φ30~φ70) は、輸入に頼っている。

そこでこの種のボウルの開発を自国でやりたいので、JICA に協力してほしいとの話をMr Akhirからあった。

ボウルの仕様を下記に示す。

2. Grinding Balls の成分分析結果

表 1 化学成分

	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo
ボール	2.81	0.56	0.76	16.47	0.495	0.14

3. 重量、硬さ、マイクロ

重量

硬さ

φ 30

115 g

HRC

68.1

φ 70

400 g

Hv

953.1 非常に硬い

マイクロ



Nital etched. X100.

4. 鋳造 及び溶解

日本の場合は生型及びスタック (積み重ね) で鋳造する。溶解はSi%が低いので鋼屑の加炭溶解、マイクロ組織の狙いはCr炭化物を析出させて高硬度を狙ったものである。

13. Oct 98

1. Protonの、クランクシャフトがショットブラストの工程で、折損するという事故が起こった。本報告は、折損品と良品の化学成分、を仕様書 (9L2 (株) 三菱自工) と比較し、合わせて折損原因の推定を行ったものである。

	化 学 成 分							
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Mg	Sn
良 品 Good	3.40	2.60	0.46	0.020	0.013	0.50	0.05	0.055
折 損 品 No Good	3.53	2.57	0.45	0.025	0.007	0.50	0.05	0.051
Speco r Target	3.60	2.50	0.45	<0.02 5	0.015	0.50	0.04	0.001

	Ni	Cr	Mo	Sb	Pb	Bi	Ti	V
良 品	0.02	0.03	0.01	0.008	0	0	0.02	0
折 損 品	0.03	0.07	0.01	0.009	0	0	0.02	0

2. Specification Table 2 Chemical Composition

	T. C	Si	Mn	P	S	Cu	Sn	Mg
FCD700	3.20 to	1.7 To	0.30 to	0.050Ma	0.020Ma	0.6 to	—	0.03
C	3.90	2.7	0.75	x	x	1.20		min

Graphite Spheroidization (1)	Graphite Size	Matrix	Free Cementite
80% min	60 μm max.	Pearite (Ferrite 5% max)	5% max

Note (1) : Evaluation of graphite Spheroidization shall be in accordance With the interpretation in JIS G 5502 (Spheroidal Graphite Iron Castings)

3. 折損原因の推定

折損は、製造工程の終わり頃 (ショットブラスト完了) 生じたものであり、鑄造時の内部応力が原因と考えられる。Proton クランクの製造時の化学成分を、日立金属 (株) と比較すると下記のようなになる。表 3. FCD 700 Crankshaft の成分比較

	C	Si	Mn	S	Cu	Sn	Mg
Proton	3.60	2.50	0.45	0.012	0.50	0.050	0.045
Hitachi	3.60	2.50	0.45	0.012	0.50	—	0.045

これから解るように、Proton と Hitachi の違いは、Sn,%が0.05%含有しているか、否かの違いである。しかし、この違いはマイクロ組織、特に Graphite 周りのフェライトリング (図1) に影響する。Proton の Crankshaft は Matrix が ALL Pearite に近いいため、硬さ、

Hitachi クランクシャフト (FCD700) は、鑄放 (As Cast) で使用し、加工後、高硬度を要求される箇所は、高周波焼き入れが施されるのが、一般的である。すなわち、鑄放時の硬さは、次の工程の加工時の切削性を考慮して、HB 229~255の規格値の下限側が、好まれる。これに対し、Protonの、クランクは、Snが0.05%余分に添加されているため、パーライト化、傾向が強いため、鑄放時の硬さがHB 248~269と硬くなるため、製造工程で折損し易いのではないかと考える。しかしこれ以降の工程では、熱処理 (Normalizing) するので、鑄放時よりさらに硬くなる。恐らく (HB 269~302)。

両者の硬さとマイクロ組織の割合を Table 4に示した Table 4

	Hardness				Matrix	Matrix (%)	
	As Cast		H	T		As Cast	H T
Proton	241	255	262	302	Graphite	12	13
					Pearite	83	84
					Ferrite	5	3
					Cementite	0	0
Hitachi	235	269	—		Graphite	12	—
					Pearite	80	—
					Ferrite	8	—
					Cementite	0	—

Remark * H T : Heat Treatment

以上の点より考えて、Proton クランクは焼準工程時の熱処理 (850~900c) により、応力は除去されるため、熱処理後の折損は起こりがたいものと考えられる。クランク折損原因は、Sn 0.05%の添加により、基地組織が Fine Pearite になり、加えて落下時の衝撃により、内蔵されていた鑄造応力によつて折損したものと考えられる。

以 上

9/15 工場見学 (cheong Foundry SDN BHD)

10時30分よりクラン港に近い所にあるCHEONG Foundryを見学した。この会社の生産品目は主に鑄鋼 (低Mn鋼以下) が主体で (75%)、他に (ねずみ鑄鉄20%)、(ダクタイル鑄鉄4%) で近隣の鑄物工場としては比較的新しく (建物、設備、環境) 整った工場であった。

1990年頃に比べるとすべてが、大きく進歩しているが 溶解炉は誘導炉から変わっていない。この事は環境問題が大きく左右しているとおもはれる。この問題は、これから特殊鑄鋼をやってゆこうとするFTPにとっては見逃せない問題である。溶解用原材料に純度の高い鉄が必要、低炭素の合金鉄などは当たり前である。

アーク炉だと高いC%は酸素で飛ばすことができるが、誘導炉では其れができない 造型はCO2型で一部スプロのようなホイール類はやきつき防止の観点からクロマイトサンドが使われている。

	T/M	Ringit/Kg	Ringit/M
FC	20	2.5~3.5	70.000
FCD	5	4.0~5.0	25.000
SC	80	4.0~6.0	480.000
Total	105		575.000 (20.000.000)

Cheong Foundry 15/sept 98

Proton Casting Plant 見学記録

07. OCT. 98. JICA Expert Mr. Obata

1. 敷地面積

Site Area	95.335	平方米
Main Bulding	16.058	↑
Total	18.077	↑

2 機械設備

。 溶 解 設 備

低周波誘導炉 5 基 (8t/ch)

材 質 F C250 シリンダー ブロック (Proton)

FCD 500→700 クランクシャフト、ロッカ-ア-ム

カムシャフト ETC

。 造 型 設 備

新東高圧造型ライン

枠サイズ 800*900*250 (Cope or Drag)

スピード 40S/枠

鑄込重量 100Kg/枠

型ばらし時間 45分 LF出湯量 4,000Kg/回

注湯方法 MEKA 自動注湯機

。 熱 処 理 設 備

メーカー 日本ファーネス

サイクル 850c*2H AC (FCD700H)

処理数 26本/トレイ

燃料 LPガス (プロパン)

まとめ Malaysiaで、最も大きい鋳物工場だけあって設備費も90億、かかっているとのこと。能力は1000tで、現在は500t。

○工場見学

11/18、19、PERWAJA STEELの工場見学を行なった。ここで感じた事だが、私が予想していた以上に、SIRIMと、民間企業であるPerwaja steel、結びつきは、強固なものがあると感じた。すなわちPerwajaの圧延工場だけの見学であったが、ここで使用される部品では、日本を含めた諸外国からの購入品が多い。しかも高価である。納期が掛かるものが多い。1例を挙げれば、圧延に使うロールは日立金属製が非常に優れているが高価である。将来は、ここPerwajaで、自家製品を造り、国内の圧延工場にも販売したいと考えているようである。その敷地も場内に確保していた。見学後の感想として、10年後には、Perwaja場内の部内品のみならず、外国に輸出しても、品質的にも、納期的にも充分通用する鑄物品の製造技術を確立したいようである。

☆ 会社名 Perwaja steel SDN BHD
Gurun Plant

場所 Kedah Darul Aman

敷地面積 650 エーカー

業種 鋼材の圧延 H型鋼 L型鋼 I型鋼 チャンネル

鉄筋 (10⇒40)

ワイヤー (2、0⇒4、0)

釘 (2、0⇒5、0)

金網 (地面埋め込み)

ボルト ナット

Terengganu Kemaman Plant

製 鋼 工 場

アーケ炉 A C 70t/chx3基

アーケ炉 D C 80t/chx2基
(NKK)

鑄造設備 (連続鑄造設備)

海綿鉄製造設備もあり

以 上

1998、11、20、JICA Expert
Mr. Obata

SIRIM FTP HF CHECK LIST

14. oct 98. JICA Expert Mr Obata

対象 設備	Check Sheet (月/日)																			
炉	100 kg, 500kgHF																			
炉 周辺 および 炉体	炉周辺の整理整頓 炉周辺の水もれと油もれ コイル周辺の異物の付着 炉傾動時の異音、ノッキング																			
	冷却水水温 1A																			
	2A B																			
	3A																			
	3B																			
制御 盤	主電源 トリップ 100Kg ↑ 500kg 制御電源 (冷却水) 制御電源 (油圧)																			
炉体 補修	100kg (月/日) 500kg (月/日)																			
炉 使用 回数	100kg 500kg																			

SIRIM FTP HF CHECK LIST

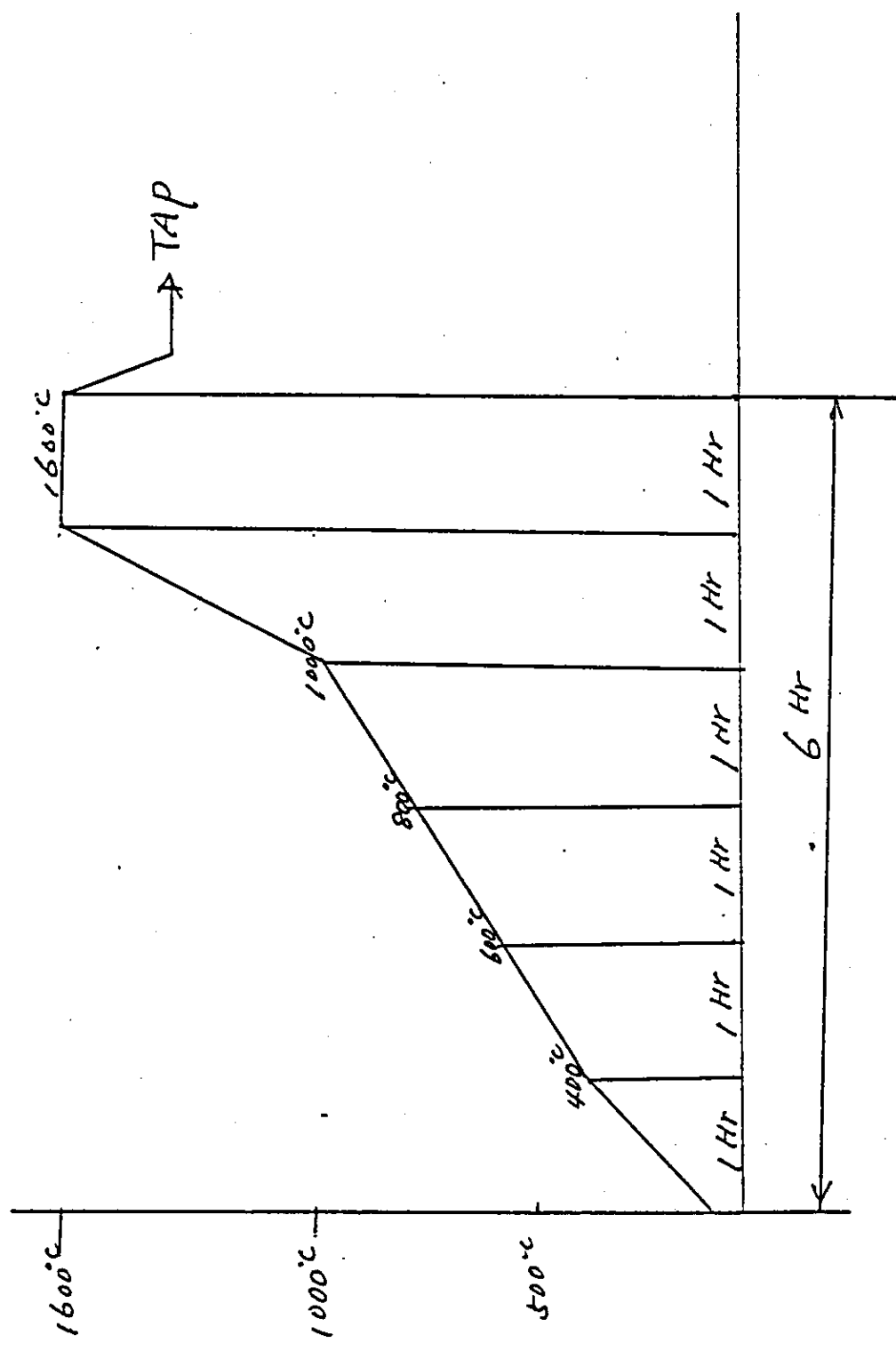
14 oct 98 JICA Expert Mr Obata

Symmetry equipment	Check Sheet (d/m)									
Furnace	100 or 500kg HF									
	Arrangement of Furnace									
	Water and Oil Leak out of Furnace									
	Coil the Circumference Stick on matter									
	Tilting time of voice or Knocking									
	Cooling Water Temp									
	↑									
	2 A B									
	↑									
	3 A									
	↑									
	3 B									
Control Panel	Main Switched Trip Time									
	100kgHF									
	500kgHF									
	Control Switch(cooling Water)									
	Control Switch(oil Pressure)									
Furnace	100kgHF									
	500kgHF									
Maintenance										
Charging Number of Times	100kgHF									
	500kgHF									
Remark										

A-2

Sintering Pattern of FTP Furnace

(100kg or 500kg)



10. Oct. 98 JICA. EXPERT

Obata

5. まとめ

3ヶ月と言う短い期間であつたが、かなり成果はあがつたと思う。振り替えてみれば既存技術の底上げである、ダクタイル鋳鉄の溶解、溶湯処理、に始まり最終は、オーステンパーダクタイル鋳鉄の製法で、幕をおろす結果になつた。

中間は鋳鋼品の溶解、鑄造、熱処理が主な仕事であつた。個々については、各製品毎、或いは一覧表に示したので省略させてもらうが、まだ教示出来なかつた点を下記に示す。

- A) 分析試料調整 鋳鉄系 (ダクタイル) 金型変更 ハサミ式
- B) 加炭材と元湯S% 調整用加炭材 S%の低い電極粉使用
- C) 加炭材の添加時期 配合表重視 湯面添加は歩留まり50%
- D) 接種Si添加時期 Mg反応終了後に添加し溶湯攪拌の事
- F) L/Mn鋳鋼 原材料焼成の必要性 生の材料でトライ
- G) SCH13, SCS12 戻し材管理

Perwaja 品溶解

- a) プレーキドラム FCD400 配合表提示
- b) インペラー SCMn5 ↑
- c) Stripper Guide SS400 ↑

短い間でしたが、FTP、Perwajaの皆さんたちと楽しい期間を過ごしていただき本当に有り難う御座いました。また野中さん、佐々木さん、残りの期間頑張ってください。

以 上

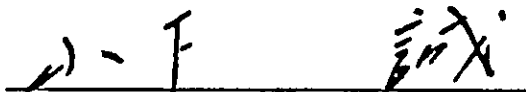
MINUTES OF DISCUSSIONS
ON THE AFTERCARE PROGRAMME FOR
THE PROJECT ON FOUNDRY TECHNOLOGY UNIT
IN MALAYSIA

The Japanese Aftercare Study Team (hereinafter referred to as "the Team") organized by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") and headed by Mr. Makoto Yamashita, Deputy Director, First Technical Cooperation Division, Mining and Industrial Development Cooperation Department, JICA, visited Malaysia from 23 February to 2 March, 1998, for the purpose of working out the details of the Aftercare Programme for the Project on Foundry Technology Unit in Malaysia (hereinafter referred to as "the Programme").

During its stay in Malaysia, the Team exchanged views and had a series of discussions with the authorities concerned of the Government of Malaysia (hereinafter referred to as "the Malaysian side") and headed by Dr. Chong Chok Ngee, Vice President, Research and Development Services Division, SIRIM Berhad on the details of the Programme as well as the desirable measures to be taken by both Governments for successful implementation of the Programme.

As a result of the study and discussions, both sides agreed to recommend to their respective Governments the matters referred to in the document attached hereto.

Shah Alam, 2 March, 1998.



Makoto Yamashita
Leader
Aftercare Study Team
Japan International Cooperation Agency
Japan



Chong Chok Ngee
Vice President
Research and Development Services Division
SIRIM Berhad
Malaysia

ATTACHED DOCUMENT

I. COOPERATION BETWEEN BOTH GOVERNMENTS

- 1 The Government of Japan and the Government of Malaysia will cooperate with each other in implementing the Programme for the purpose of furthering the effect of the Project on Foundry Technology Unit (hereinafter referred to as "the Project") through the Aftercare Programme of technical cooperation, and thus contributing to the promotion of socio-economic development of Malaysia.
- 2 The Programme will be mainly implemented through dispatch of experts and provision of equipment.
- 3 The Programme will be implemented in accordance with the Tentative Schedule of implementation which is given in ANNEX 1.

II. MEASURES TO BE TAKEN BY THE GOVERNMENT OF JAPAN

1 DISPATCH OF JAPANESE EXPERTS

In accordance with the laws and regulations in force in Japan, the Government of Japan will take necessary measures through JICA to provide at its own expense services of Japanese experts as listed in ANNEX 2 through the normal procedures under the Technical Cooperation Scheme of the Government of Japan.

2 PROVISION OF EQUIPMENT

- 1) In accordance with the laws and regulations in force in Japan, the Government of Japan will take necessary measures through JICA to provide at its own expense necessary equipment, spare parts and other materials (hereinafter referred to as "the Equipment") necessary for the implementation of the Programme as listed in ANNEX 3 through the normal procedures under the Technical Cooperation Scheme of the Government of Japan.

- 2) The equipment will become property of the Government of Malaysia upon being delivered C.I.F. to the Malaysian authorities concerned for the implementation of the Programme.

3 TRAINING OF MALAYSIAN COUNTERPART PERSONNEL IN JAPAN

Training of Malaysian Counterpart Personnel in Japan is not included in the scope of the Programme.

III. MEASURES TO BE TAKEN BY THE GOVERNMENT OF MALAYSIA

- 1 The Government of Malaysia will take necessary measures to ensure that the self-reliant operation of the Project will be sustained during and after the period of the Japanese technical cooperation, through the full and active involvement in the Programme by all related authorities, beneficiary groups and institutions.
- 2 In accordance with the laws and regulations in force in Malaysia, the Government of Malaysia will take necessary measures to provide at its own expense supply of tools, equipment, instruments, spare parts and any other materials necessary for the implementation of the Programme other than those to be provided through JICA under II-2.
- 3 In accordance with the laws and regulations in force in Malaysia, the Government of Malaysia will take necessary measures for tax exemption, customs clearance, storages, and internal transportation of the Equipment as mentioned in II-2 upon their arrival at the ports/or airports of disembarkation.
- 4 In accordance with the laws and regulations in force in Malaysia, the Government of Malaysia will take necessary measures to meet all running expenses necessary for the implementation of the programme.

- 5 The Government of Malaysia will allocate the necessary numbers of suitably qualified personnel as shown in ANNEX 4 corresponding each Japanese expert for the effective and successful transfer of technology under the Programme.
- 6 The Government of Malaysia will make any other necessary arrangements for the successful implementation of the Programme.

IV. CLAIMS AGAINST JAPANESE EXPERTS

The Government of Malaysia undertakes to bear claims, if any arises, against the Japanese experts mentioned in II-1 above engaged in the Programme resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with the discharge of their official functions in Malaysia except for those arising from the willful misconduct or gross negligence of the Japanese experts.

V. TERMS OF COOPERATION

The term of the technical cooperation for the Programme will be from 2 March 1998 to 31 March 1999.

VI. OTHERS

- 1 The Malaysian side agreed that through the normal procedures under the Technical Cooperation Scheme of Japan referred to in II, the following documents would be submitted to JICA Malaysia Office.
 - (1) Form A-1 for the Japanese Experts
Form A-1 for the respective short-term experts are to be submitted by the end of March, 1998.

(2) Form A-4 for the Equipment

Form A-4 for the Equipment is to be submitted by the end of March, 1998.

2 The Malaysian side explained all the equipment provided by the Government of Japan during the Project as well as the Equipment would be made best use and maintained properly despite the expected transfer of the project site.

VII. THE LIST OF ATTENDANCE

The List of Attendance in the discussions is shown in ANNEX 5.

TENTATIVE SCHEDULE OF IMPLEMENTATION

FISCAL YEAR	1997			1998											
CALENDAR YEAR	1998												1999		
MONTH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
DISPATCH OF SURVEY TEAM		-													
SUBMISSION OF FORM A1 & A4 BY THE MALAYSIAN SIDE			*												
DISPATCH OF JAPANESE EXPERTS									—————						
PROVISION OF EQUIPMENT				—————											

NOTE

- 1 The Japanese fiscal year starts in April and ends in March.
- 2 Actual schedule for dispatch of the Japanese experts and the provision of the Equipment is subjected to change.

LWC

JAPANESE EXPERTS

The following experts are scheduled to be dispatched. In this connection, the Team explained the Malaysian side and the latter understood that the numbers, fields and the term of the said experts were subject to change on the recruitment of the respective experts and that the former would inform the latter the results of the above recruitment.

No.	Field of Expertise	Duration
1.	Pattern Making	6 months
2.	Melting	3 months
3.	Product Development	3 months
4.	Advanced Material for Casting Products	3 months
5.	Maintenance of the Equipment (XRF)	2 weeks

Note :

- 1 The expert mentioned in 5 may be replaced with the provision of the Equipment.
- 2 The Malaysian side promised the Team to provide further information regarding the facilities such as furnace necessary for the experts 3 and 4 above by the end of March, 1998.
- 3 The Malaysian side promised the Team to provide latest information regarding RAFEC such as allocation of budget, personnel and equipment as well as the plan for experts assignment, staff training and scholarship by the end of March, 1998.

LIST OF THE EQUIPMENT

The following equipment are to be provided within the limitation of the budget. In this connection, the Team explained the Malaysian side and the latter understood that once the provision of the respective equipment was to be confirmed, the former would inform the latter of the results as soon as possible.



1 Provision of repair, spare parts and consumable

No.	Item	Request from the Malaysian side		Reason of necessity of repair, spare part and consumable (*2)	Result from the study		Priority (*3)	Availability in Malaysia(*4)
		Repair (*1)	Spare parts and consumable (*1)		Specification	Quantity		
<u>MOULDING</u>								
1.	Guide pin for pattern plate and flask		A	2		50 pcs	A	
2.	Operating valve for jolt squeeze moulding machine		A	1		2 units	A	
3.	Aluminium bottom plate for medium flask 525 x 625 x 10 mm		B	4		10 pcs	A	
4.	Aluminium bottom plate for large flask 1900 x 880 x 12 mm		B	4		2 pcs	A	
5.	AC magnetic contactor (AC 600V) for dust collectors		A	2		7 units	A	
6.	AC magnetic contactor (AC 600V) for mixer		A	2		6 units	A	
<u>SAND TESTING</u>								
7.	Sand resting sieves (model STS) for Ro-Tap sieve shaker		A	1		2 sets	A	
8.	Dry permeability cylinder (model : PT)		A	1		2 units	A	
9.	Infrared lamp model F2D for infrared moisture meter		A	1		3 pcs	A	
10.	Universal strength machine piston model PFG	A	A	2		1 unit	A	
11.	Gas determinator seal type PGD	A	B	1		5 sets	A	

No.	Item	Request from the Malaysian side		Reason of necessity of repair, spare part and consumable (*2)	Result from the study		Priority (*3)	Availability in Malaysia (*4)
		Repair (*1)	Spare parts and consumable (*1)		Specification	Quantity		
	TEST AND INSPECTION (XRF)							
12.	X-ray Fluorescent Spectrometer (XRF)	A		1	Model: 3070E	1 time	A	O (Maintenance)
13.	X-Ray tube (end window type - sealed-off X-ray tube)		A	1		1 unit	A	O
14.	F-PC window		A	1		1 unit	A	O
15.	Analyzing chamber window		A	1	5770W7; 6ECB 938230B	1 unit	A	O
16.	Fonbrin Grease		A	1	Polyester film Cat. No. 3373D1	1 unit	A	O
17.	Silicon grease for cables (KS-64)		A	1		1 unit	A	O
18.	High voltage insulating oil (Nisseiki No. 1)		A	1		1 unit	A	O
19.	Rotary pump oil		A	1	Type MR 200 & MR 100	1 unit	A	O
20.	Memory board (Heat Exchanger)		A	4		1 set	A	O
21.	Ion exchange resins type A and type B		A	1	A:IRA-410 (OH) B:IR-120B (H) YF250E (2.5µ)	2	A	O
22.	Filter element (CS Determinator)		A	1		1	A	O
23.	Carbon sulphur determinator Model CS 244			3			D	
24.	(Universal Testing Machine) Universal testing machine (SHIMADZU UJI-300)	A	Capability upgrading	4		1 set	A	O

Q

W

No.	Item	Request from the Malaysian side		Reason of repair, spare part and consumable (*2)	Result from the study		Priority (*3)	Availability in Malaysia(*4)
		Repair (*1)	Spare parts and consumable (*1)		Specification	Quantity		
	<u>MELTING</u>							
25.	Pressure gauge and spark igniter for gas burner (preheater) model TMG-GB-L-D		A	2	Model: TMG-GB-L-D	1 set	D	
26.	Inductiotherm High Frequency Induction Furnace System	B		2	Model: 250KW, 3000 Hz	1 set	A	O (Maintenance)
27.	Farrad fuse 800 A for Control panel		A	2	800 A	1 unit	A	O
	<u>FINISHING</u>							
28.	Workpiece clamping for vertical bandsawing machine model VM-1200		B	2	Model: VM-1200	1 set	D	
29.	Laser system for vertical bandsawing machine model VM-1200		A	2			D	
	<u>PATTERN MAKING</u>							
30.	Thickness planer Model SX-633 - Iida Kogyo Co. Ltd.		A				D	
31.	Bandsaw Model JDS-650 : Jonan Seisakusho		A	2		5 pcs + 5 spare	D	
32.	Double-edged wood saw - 300 mm		A	2		5 pcs + 5 spare	A	
33.	Double-edged wood saw - 240 mm		A	2		3 sets of rubber lining (3 pcs/set)	A	
34.	Portable Bandsaw (RYOWA) Model DSW-200	A	A	2		Saw - 2 dozens (24 pcs)	A	

Qu

(*) A: Must
B: Necessary
C: If possible

(2) 1: Because of termination of life span
2: Because of damage
3: Because of necessity of regular maintenance
4: Because of upgrading

(3) A: Must
B: Necessary
C: If possible
D: Canceled

(4) O: Possible

Note

The Malaysian side explained the Team that the Malaysian side would be responsible for the implementation of the item prioritized as "D" in *3.

2 Provision of the equipment for supplementary technical cooperation

No.	Name of equipment	Specifications	Estimated Price	Quantity
1.	Colour Plotter	Maker: Hewlett Packard (HP) Model: HP2500 Specifications: <ul style="list-style-type: none"> • MB RAM • MB Print memory • Colour Inkjet • Built in RIP • Postscript PSL2, 2GB Hardisk • 800 MB Virtual memory • Paper size (Rolled paper): Up to A0 	RM 38 000.00	1

WNC

ALLOCATION OF THE COUNTERPART PERSONNEL

The counterpart personnel are to be allocated as listed in the following.

No.	Name	Age	Sex	Present Position	Specialty	Qualification	Remarks
1.	Mohd Akhir Yeop Kamaruddin	40	M	Programme Coordinator	Material Development	B.Sc. Mech. Eng.	Has been with FTP since 1988
2.	Romzee Ismail	30	M	Researcher	Diecasting	B.Sc. Mech. Eng.	Will complete M.Sc. by Sept. 98.
3.	Mohd Zurani Abdul Wahab	27	M	Researcher	Product Development	B.Sc. Mech. Eng.	Has been with FTP since 1995
4.	Zain Azlan Ujang	40	M	Senior Technician	Melting	Cert. in Mech. Eng.	Has been with FTP since 1988
5.	Azhar Abdullah	32	M	Technician	Test & Inspection	B.Sc. Mech. Eng.	Has been with FTP since 1988
6.	Kamarullail Mahad	31	M	Technician	Test & Inspection	Cert. in Mech. Eng.	Has been with FTP since 1988
7.	Ahmad Kamal Ariffin	32	M	Technician	Moulding	Cert. in Mech. Eng.	Has been with FTP since 1988
8.	Ahmad Fozi Surati	27	M	Technician	Sand Testing & Pattern Making	Cert. in Mech. Eng.	Has been with FTP since 1991
9.	Azly Jamil	25	M	Draughtsman	Design & Pattern Making	Cert. of Education	Has been with FTP since 1994

In this connection, the Team explained the Malaysian side that the former understood the latter's difficult situation to increase the number of staff, however, the former recommended the latter and the latter promised to make the best effort to increase the number of the counterpart for the respective short-term experts to facilitate the technology transfer in line with the proposal below.

Field		Present	Proposal
1.	Pattern Making	Researcher - Zurani Technician - Ahmad Fozi Draughtsman - Azly	1 Researcher concurrently served and 3 Technicians exclusively served in this field
2.	Melting	Technician - Zain, Azhar, Kamarullail	1 Researcher concurrently served and 3 Technicians exclusively served in this field
3.	Product Development	Researcher - Zurani Draughtsman - Azly	1 Researcher concurrently served and 1 Draughtsman concurrently served in this field
4.	Advanced Material for Casting Products	Researcher - Mohd Akhir Technician - Zain	1 Researcher concurrently served and 3 Technicians in the field of Melting, Casting Design, and Heat Treatment concurrently served
5.	Maintenance of the Equipment (XRF)	Technician - Azhar, Kamarullail	1 Researcher concurrently served and 2 Technicians exclusively served in this field

Qw

LIST OF ATTENDANCE

1 Japanese side

(1) The Aftercare Study Team

Makoto Yamashita	Leader
Noriyasu Oe	Equipment Planning
Tsuneto Nonaka	Foundry Technology
Gozo Namekawa	Technical Cooperation Programme
Shiro Kitazawa	Cooperation Planning

(2) JICA Malaysia Office

Taisuke Watanabe	Assistant Resident Representative
------------------	-----------------------------------

2 Malaysian side

(1) SIRIM Berhad

Dr. Chong Chok Ngee	Vice President Research and Development Services Division
Dr. Hj. Mohd Shazali b. Othman	Vice President Engineering Services Division (ESD)
Hj. Yahaya b. Ahmad	Senior General Manager Advance Manufacturing Technology Department (AMTD), ESD
Ab. Halim b. Ab. Rahman	General Manager Industrial and Engineering Design Centre (IEDC), AMTD
Mohd Akhir b. Yeop Kamaruddin	Coordinator Foundry Technology Programme (FTP), IEDC
Mohd Zurani b. Abdul Wahab	Researcher, FTP



JICA