

9 インドネシアにおける指導・調査内容

9-1 訪問機関における指導・調査内容

9-1-1 Secretariat Cabinet

会見者 Mr. Wahid Salim, Deputy Head of Bureau of Technical Cooperation

局長のMr. Widodoは現在中国を訪問している。Mr. Wahidは国家行政の研修を東京で受けたことがある。

インドネシアは工業振興を極めて重視しており、次の10大工業を発展させようとしている。

- | | |
|---------|--------|
| 1. 機械 | 6. 電子 |
| 2. 工作機械 | 7. 自動車 |
| 3. 農業 | 8. 鉄道 |
| 4. 重工業 | 9. 飛行機 |
| 5. 電気機械 | 10. 造船 |

機械工業の分野では

Drilling,	Grinding	Bending	Rolling
Ship building,	Rice mill	Pumps	Tractor
碎石	舗装	アスファルトプラント	

政府は技術研修を重視しており、その受け入れは日本が第一位である。日本の特徴はJob Trainingが多く大学留学が少ないことである。逆に、アメリカは留学が多い。大学が2～3年間の長期間受け入れており、学生はPhD.を取ることができる。アメリカ以外ではオーストラリア、西独、オランダ、カナダ、フランスが多い。日本での研修は数カ月の短期間であること、言葉のバリアーが大きい。

JICA研修員の帰国報告は受けている。詳細なものもあれば簡単なものもある。研修員の大部分は満足しているようである。しかし、一部の研修員から、日当が少ないなどの不満が出ている。

今後の研修については：

1. 個別研修を受け入れて欲しい
2. 集団研修では
 - 2-1 インドネシア単独の中小企業振興研修
 - 2-2 採鉱に関する研修

を要望する。

面会者 Ir.M. Toyib, Director of Basic Metal Industry
Mr. Sigian, Head of Bureau of International Relations
ほか2名

インドネシアは機械工業を振興しようとしており、そのための技術研修を重視している。特に、Wire drawing, foundry が盛んである。日本はインドネシアから派遣している研修員数では最大である。

日本政府より General Information が届くとまず Secretariat Cabinet に渡り、次に工業省の Directorate General に届く。これを今のところ国立機関のみ配布している。国立機関は素材産業が多いので研修員も素材技術者が多くなっている。熱処理研修のカリキュラムが主に機械部品を対象にして作成してあるならば、それに関係する技術者は民間企業に多いから今後は私企業にも配布したい。

研修員は帰国後所属機関と工業省に報告を提出している。いずれも研修を高く評価している。工業省としても非常に有効と考えている。なお、一部の研修員から生活費が不足するとの意見もあった。また、日本では英語が通じにくいのが、インドネシア人の英語もひどいのでご迷惑をかけている。

今後の研修についてお願いが3項目ある。

1. 日本での研修をもっと増やしてほしい
2. 専門家を派遣してほしい
3. 私見であるが、熱処理センターを設置してほしい

9-1-3 Pt Barata Indonesia, Jakarta Foundry Center

面会者 Ir. Z. H. Nanang Branch Manager
Mr. S. Sukiro Commercial Manager
Mr. R. Adimin Technology Manager
Mr. Impin S. Sales Engineer, 1983 年度帰国研修員

会社の概要 1908 オランダにより設立された
1969 インドネシアの会社となり、名前を Barata とした。工場は 5 箇所。
1970 Barata Metalworks Engineering と改称した。
1983 Barata Indonesia と改称した。

現在の社長はヌルビジョディ氏である。会社は 4 部門に分かれている。

1. Machine and Foundry Division、Jakarta Foundry Center はこの部に所属する
2. Steel and Construction Division
3. Heavy Equipment Division、ブルドーザー、ローラー製造
4. Project Engineering Division

工場はスマトラ、ジャワ、セレベス、カリマンタンに合計 13 ある。熱処理工場はこのうちのジャカルタ、グレシーク、スラバヤにある。いずれも鋳造品の熱処理を行っている。

Jakarta Foundry Center について

従業員は 164 名、うち技師は 2 名、バッチェラーは 7 名である。JICA の研修員には 12 名派遣している。海外経済協力基金より援助を受けている。

設備 誘導加熱炉 5 トンおよび 2 トン各 1 基、共に湯漏れのため改修中
鋳物砂処理機 3 基

試験機 カントバック 1 台 (JICA 寄贈)、 引張試験機 1 台
かたさ試験機 1 台 鋳物砂試験機 1 台
熱処理炉 (マッフル炉) 1 台

製品 パイプジョイント
マンホールカバー
側溝のふた
農業用エンジンおよび漁船用エンジンのフライホイール
ヤンマーインドネシアに納入
フォークリフト用カウンターウエイト 小松インドネシアに納入
発電機用フランジ (約 25 kg) 日本のニチアスに輸出し韓国品に組み付けている

3年前より久保田鉄工とパイプFittingほか3つのプロジェクトで技術提携している。現在久保田より3名の専門家（渡辺康弘氏ほか）が派遣されている。

原料は自動車のスクラップを利用している。カーボンはココナッツコールを利用している。この品質は輸入品と変わらず、値段は安い。

生産能力は15,000ピースあり、生産は3年前より増加している。昨年の売上は1億ルピア程度になった。今後Vacuumプロセスを導入したいと考えている。熱処理炉は富士ユンカー社製である。数年前に熱処理炉を設置したが、その後グレシーク工場と生産分担が変更され、この工場では熱処理の必要がなくなったので現在は運転していない。

帰国研修員のインピン氏は、工場では熱処理を行っていたが、最近はマンホールのふたなどの販売担当技師として活躍している。時間があれば工場の手伝いをしている。



パラタインドネシア会社ジャカルタ鑄造センター

9-1-4 在スラバヤ日本国総領事館

面会者 総領事 横関哲次郎氏

副領事 はすかあきお氏

スラバヤは東部ジャワ6州の中心地で、インドネシア第二の都市である。この東部は農業が盛んである。インドネシアでは近年農業の改革が進み、従来一部輸入に頼っていた米もどうにか自給できるようになっている。今年の作柄も、中部ジャワでウンカが大発生して影響がでているものの全体では順調である。東部ジャワでは南部の開発が先行しており、北部は沼地が多いので未利用地がかなりある。現在この沼地の干拓が進められている。

インドネシアの経済は石油の値下がりにより危機にひんしている。このためには為替の切り下げが必要であるが、これには華僑の資本の海外逃避や、物価値上がりによる人心の動揺が考えられ、大きな政治問題であったが、政府はタイミングをはかったうえ、本年春、ルピアを大幅に切り下げた。いまのところ、多少物価が上がった程度で治安は保たれている。総領事館の仕事の第一はこの地に滞在する邦人の安全を確保することである。現在東部ジャワに約550名の日本人がおり、このうち約410名はスラバヤに住んでいる。多くは企業の人である。

スラバヤ州は大阪府と姉妹都市を結んでおり、盛んに交流をしている。港湾、漁業、文化、鍛冶職などの面で、技術者の派遣などしている。大阪府立工業研究所から職員を派遣してもらったり、こちらの技術者を同研究所で研修を受けさせたりしている。

9-1-5 PT Barata Indonesia, Gresik

面会者 Mr. Supermin Supar, Manager of Production Planning and Control
 Department 1982年度帰国研修員
 Mr. Djoko Resmihadi, Production Manager, 1985年度帰国研修員
 Ir. Toto Pramono, Plant Manager, (夕食会に参加)

Gresik工場はスラバヤより北西に車で40分ぐらいのところにある。途中広い塩田があり、遠くに火力発電所が見える。

Gresik工場はJakarta Foundry Centerと同じMachine and Foundry Divisionに属している。プラントは1977年に完成している。従業員は約200名、バラタ全体では約3,000名である。なお、最近Pt Barataの本社がスラバヤに移っている。工場の製品はCarbon Steel, Mn steel および Alloy steel の casting product、および鋳鉄である。需要家は精糖、セメント、造船、炭鉱、錫鉱山、自社の他部門などである。具体的には、車両用ホイール、Grinding ball, パケット、ポンプ、ボギー、Super fastener などである。その他、川崎重工、オーストラリアのライセンス生産も行っている。

設備は次のとおりである。

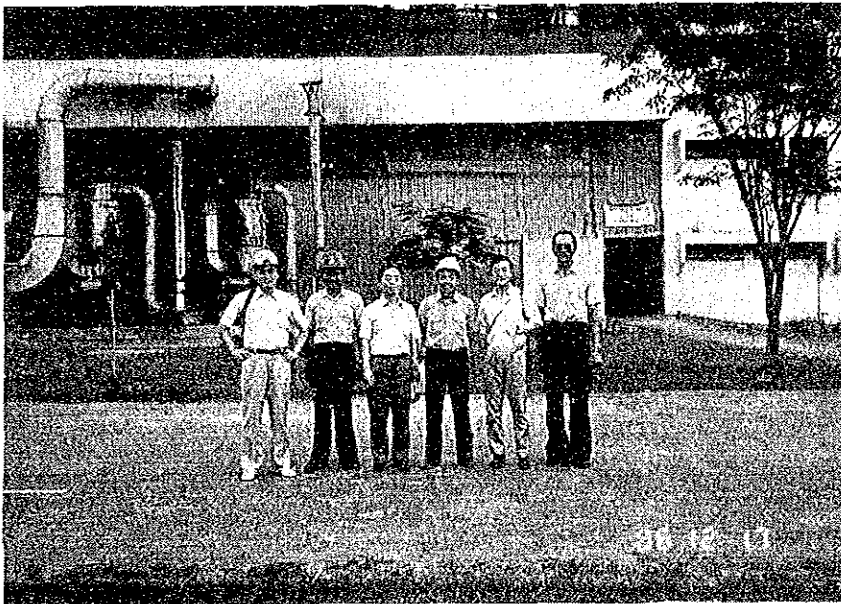
溶解炉	Arc furnace	5 ton	1
	Induction furnace	2 ton	2
	同上	0.5 ton	1
熱処理炉	焼なまし炉	4 ton/day	2
	連続炉	300 kg/tray	1
Moulding	Auto moulding machine		1
	Semi-auto moulding machine		3
	Flame moulding machine		1
Finishing	Table shot working machine		1
	Hanger		1
	Dram		2
	Sand grinding machine		2
Sand preparator	Sand dryer		1
	Sand mixer		2
Test equipments	Spectro analyzer		1 (島津 RE-7)
	Microscope		1
	Sand tester		1
	Hardness tester		2

上記の80%は日本製である。

鑄造能力は5,000 tonあるが現在は2,000 ton稼働中である。受注量、採算は順調で業績は上がっているが、時々品質のトラブルがあり、困っている。問題点は化学分析値がオーダーと合わないこと、変形することおよびわずかの使用による割れである。隣接地に第2プラントを建設する予定である。Vプロセスを導入したい。将来計画としては鉄道車両のボギーを手がけたいとしている。

帰国研修員のスパーミン氏は研修後Managerに昇格した。ジョウ氏は本年終了したばかりであり、引き続き製造部長を務めている。二人とも工場のことを知りつくしており、今後の活躍が期待できる。工場長より、JICAの研修には感謝しており、今後も引き受けて欲しいと要望された。

なお、1981年度帰国研修員でPt. Bisma Indraに勤務しているMr. Ketut Rasditaには当日Pt. Barataで面会できると連絡を受けていたが来ていなかったので会社に電話したところ、急用でバンドンに出張したとのことであった。チームと行き違いで会うことができなかったが、元気に活躍しているものと推察した。

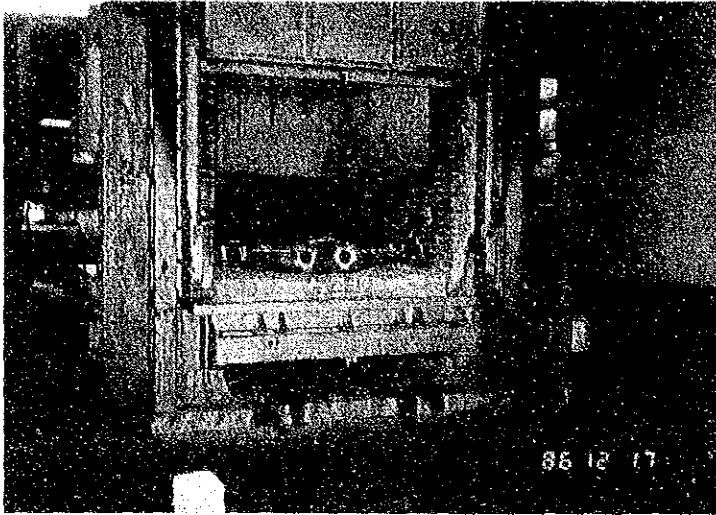


バラタイドネシア会社グレシーク工場にて
左より、杉山、スパーミン、坂口、バロエナ、
笠井、ジョコーの各氏

下記2点について相談があったのでアドバイスした。

1. 車両用フレームのAnnealingについて

現在のワーク・チャージ方法は(写真参照)熱効率からいっても、品質からいっても良



くない。ワークを直接台車に置かないで、台車（炉床）とワークとの間に枕を入れ空間を作った方がよい。そうすることによってワーク下部の昇温が早くなり、また、天井部にある測温ヶ所ともワークが接近するので正確な温度で加熱しやすくなる筈である。

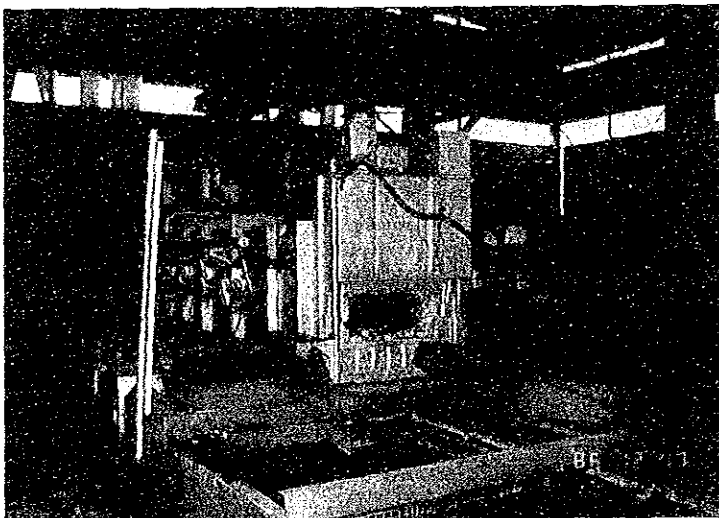
なお、現在の4トンのサイクル時間で昇温時間7時間、均熱時間2.5時間は短いような気がする。

実体温度で測定して作業サイク

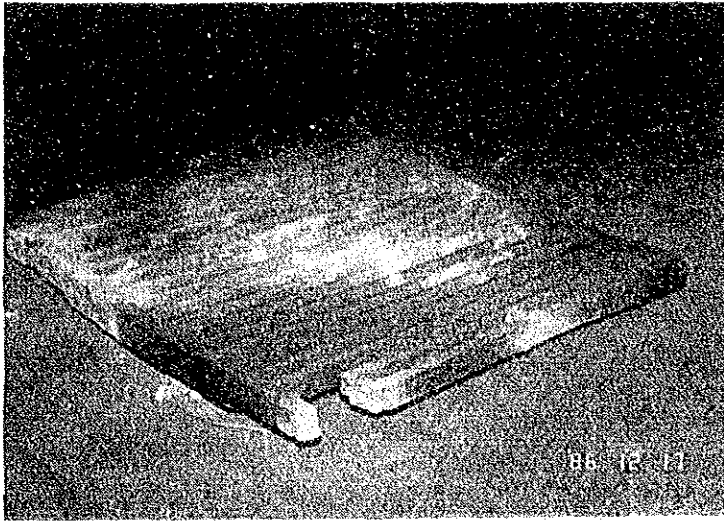
ルを決めるべきであることを証明した。丁度日本から Cast Iron Hand-Book Heat Treatment Section の Copy を持参しており、その中に効果的かつ高品質の得られる熱処理方法としてアドバイスの裏付になる詳細な説明が書かれていたので、製造部長である Mr. Djoko に進呈してきた。

2. 熱処理炉用 Tray の寿命が短いことに対する対策

この問題については、Mr. Djoko が研究員のときに 1986 - 2 - 19 に "What Suitable material should be used for making pallet or tray for continuous furnace, the working temperature 1050° max ?" と質問がされていた問題である。



使用されている炉は写真の如き重油焚きプッシュ式連経炉である。Workのみ水冷され Tray は空冷される。温度は 1050° max でなくて 1110° 位まで上げるとのことである。



寿命の短い Tray は、写真のように割れてくるとのこと。

材質は JIS SCH13 とのこと。

破損した Tray を見ると、まず鋳物の出来ばえがよくないこと、及び SCH13 では max 1100°は無理であることを説明した。事実 Tray は処理温度が高く、熱間強度不足のため彎曲になっていた。このため Tray 相互のプッシャーに異状な強度が加わり破損するのではないかとの意見を述べた。

即ちプッシャー・タイプの場合は Tray とスキット・レールとの間の動きを出来るだけスムーズにさせるのが Tray 寿命の向上に効果があることを説明した。

9-1-6 Metal Industries Developing Center (MIDC)

面会者 D.S.H.AL Rasjid Director

Mr. M. Furzon 技師、1980年度研修員

バンドンはジャワ島の中央部標高700 mの高原にある学術研究都市であり、アジア・アフリカの連帯を唱えたバンドン会議の開かれた都市としてよく知られている。

インドネシア政府はバンドン工科大学を中心にこの地を工学と工業技術の拠点とする方針で工業関係の10数機関を集めている。ちなみに、農業関係はボゴールに集めている。MIDCはそれらの機関の一つで、金属製品の改良と中小企業の技術援助のために設立された。インドネシアにはほかにこのような機関はなく、国内唯一最高の機関である。

業務は、(1) 研究 - 材料、プロセス、プロトタイプ、Jig & fixture、ダイス、品質管理、製品評価など

(2) 工業標準化

(3) 技術指導 研修、セミナー、展示、コンサルタント

中小企業の育成を目指して、技術相談などを積極的に受けている。大企業からの相談もあれば応じている。(中小企業の定義は日本とやや異なり、従業員20~30名以下らしい)。

建物は、(1) Machine shop, (2) Foundry shop, (3) Welding and construction shop の3部門に分かれている。職員は250名、うち技術者は60名、学位保持者は6名である。

MIDCは最初よりベルギーの援助を受けている。1969-70、1978-79、1980-82、1984-87の4回にわたり、建物、設備および技術指導を受けている。現在5次拡張(铸造部門)工事中である。このため設備のほとんどはベルギー、または西独製品である。現在も数名のベルギー技術者が駐在している。職員のうち約100名が海外で研修を受けており、うち60名はベルギーである。このように、ベルギーに全面的にたよっており、これまでは日本にはあまり深い関係はなかったが、今後はトレーニングだけでなく機器の面でも協力を求めたいとのことであった。

将来計画としては、Product technology, Design, QC, Industrial management, Equipment design (製糖、農機)を予定している。

所内見学は、時間がなく(勤務時間は14:00まで)十分できなかったが、つぎのようであった。

マシンショップには必要な機械はそろっており、NC工作機械やジグボーラーも設置されている。機械類はよく稼働しているようであった。熱処理室にはマッフル炉1基、流気式焼戻し炉1基、焼入れ槽が設置されていた。帰国研修員のFurzon氏はこれらの装置を用いてダイスの熱処理の研究を行っていた。他に30~80 kWのソルトバスが4基あったが部品不足

のためほとんど最初から動いていない。ほかに 1982 年に設置された高周波焼入装置も水冷不良のため放置されていた。せっかくのものがもったいないかぎりである。なお、研究機関であるから、同じような炉でなく、形式の違う炉、容量の違う炉を用意したほうがよいと思われる。直接の技術以外に工場計画、生産計画などのソフト面の指導も必要であると感じた。

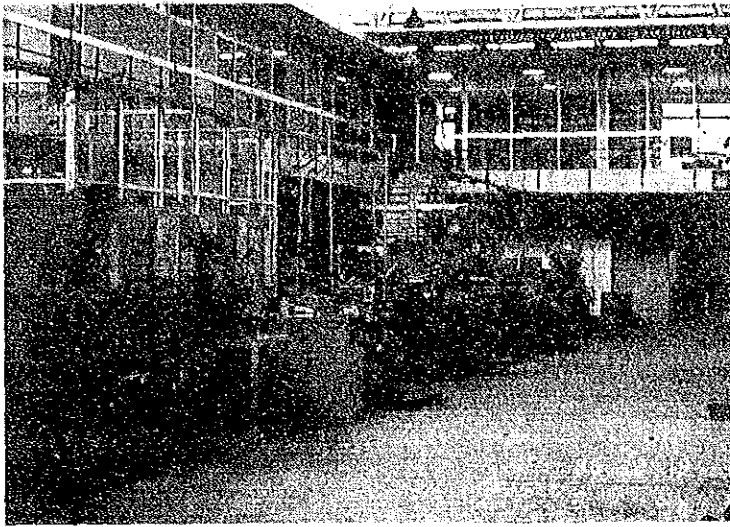
MIDC では初歩的な機械器具を独自技術で開発する研究を強力に進めている。ダイス、キャリアバッグ用洗濯機、穀すり機、ポンプ、旋盤ベッド、ギアボックス、その他の鋳造品などいずれも試作段階であるが一応のものではできているようであった。鋳造工場でもシェルモールドを開発しており、その意欲が窺えた。溶接工場にはアーク溶接機、ガス溶接機、ならいガス切断機、構造物溶接装置などたくさんの設備があったが、ここでは研修のみ行っているとのことであった。

帰国研修員の Furzon 氏は金型の熱処理の研究を行っている。本年 1 月には香港で金型技術の研修を受けている。金型の熱処理を研究している人がほかに見当たらないことから Furzon 氏は将来この面での有力メンバーになるものと考えられる。

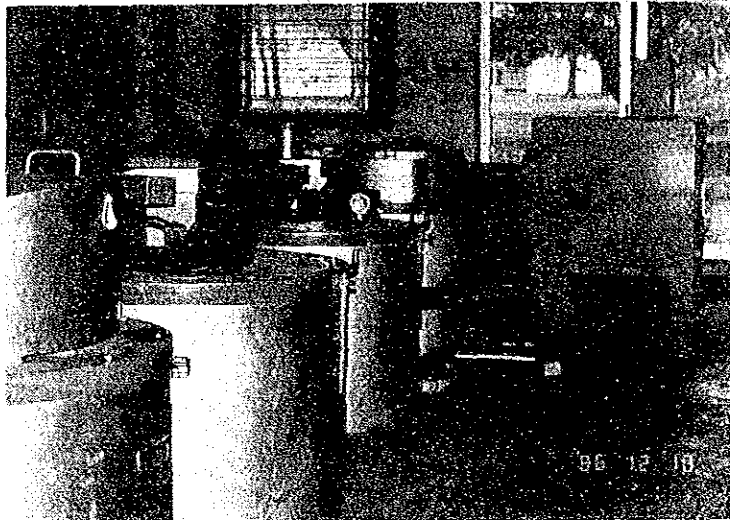
熱処理設備についての感想

金型治工具の製造技術を指導しているとのこと。そのための放電加工機、ワイヤーカット、NC フライス盤、倣研削盤など一連の工作機械が設置されており、大変活発に運営されている。それに対応した熱処理設備は、三連式塩溶炉、流気式焼もどし炉、箱型電気炉、金型熱処理のための熱処理設備が完備されていた。また治工具熱処理用として高周波焼入装置も設置されている。しかし箱型電気炉を除いて総て休止しており、1982 年に導入されてから一度も運転していないとのことである。

このように折角の炉が使用されてそないのはこの MIDC だけでなく、Industrial Vocational Training Center (Jakarta) でも“西独デグッサ社製の塩溶炉が組立てられないで床に放置してあった”との報告が、昭和 50 年度帰国研修員巡回指導報告書 P26 にある。MIDC の場合はベルギーの援助によるものであるが、折角の高価な熱処理炉が全く生かされていないという悪い例で、他山の石として受けとめるべきである。なぜ有効に利用されていないかについては色々な理由があると思うが、仮に運転されていたとしても、きっとタイ国の Northern Industrial Promotion Center の塩溶炉のように早晩朽ちはててしまうであろう。基本的には、このような機関に塩溶炉は不向きで、真空熱処理炉を導入すべきであると思う。この意見を研修員であった Mr. Furzon に述べたところ、全く同意見であった。そして彼は自国調達設備ではないので、希望の設備が導入されないと語っていた。また彼は金型熱処理の講習会の講師に屢なるが、その時には日本で習った知識を話し熱処理炉は真空炉が良いということを説明しているとのことであった。



放電加工機ワイヤーカット等反対側にはNCフライス盤、研削盤がずらりと並んでおり金型製造のための機械加工実習のための設備としては十分である。



西独デグッサ社製三連式塩浴炉
1982年導入以来全く使用されていない。若し仮に運転したとしても当所の生産量に対してはランニングコストが高くついてとても維持出来ないだろう。

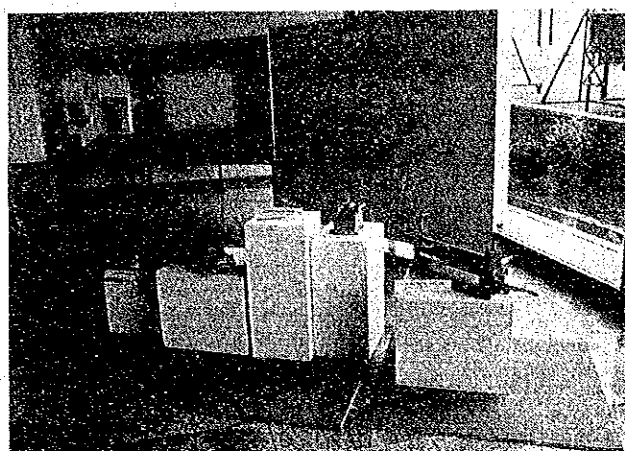


現在金型の熱処理に使用されている箱型電気炉
これは簡便に使用出来る。ただし技術指導、研究開発を目的とした当所の場合、やはり真空熱処理炉がほしい。



高周波焼入装置

これも全く使用されていない。これなどは当所にとって適切な装置であるので、どんどん工夫して使用すべきである旨強調してきた。



玄関ロビーに当所での開発製品が展示されていた。冷間プレス型が展示されていたが、組合せ型の可成りの精度のものであった。ただし熱処理が悪く割れが発生していた。

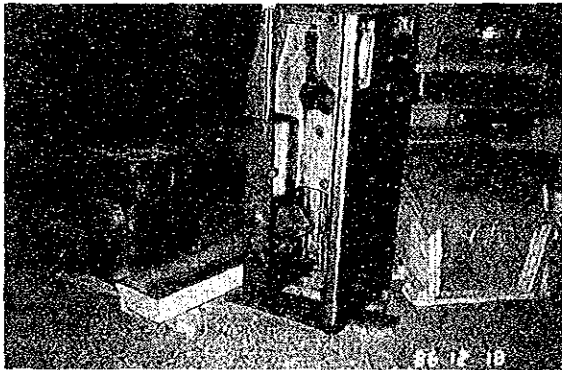
当所の金型製造設備“工作機械は充実しているが熱処理設備は不十分”の状況を裏付けた製品であった。

9-2 技術セミナーによる指導

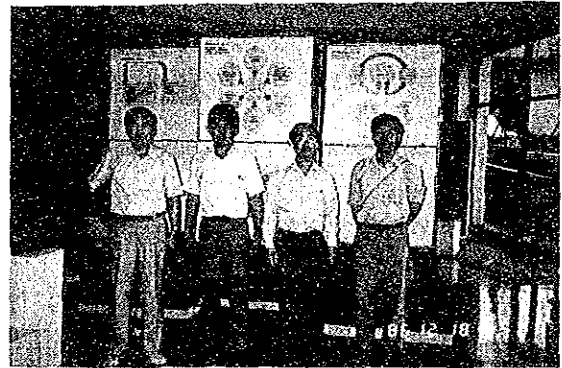
インドネシアのセミナーは土曜日に行った。当初の予定では金曜日の午後であったが、研修員の希望により変更した。会場はプレジデントホテルのオパールルームにしたので設備、雰囲気ともに申し分なかった。出席者はJIOA事務所では25名程度を受け付けていたが実際には13名にとどまった。タイと比べてここでは約束にややルーズのようである。

講演の要領は前2ヶ国と同じであるが、この国では事前に熱処理現場を見学することが出来ず、ただBandungのMIDCで塩浴炉遊休設備を見学しただけで、工具鋼熱処理の実状を十分に把握してセミナーに臨むことが出来なかった。しかし研修員であったMIDCのMr. Furzonは金型熱処理の担当で、彼から工具鋼の熱処理事情について予備知識を得ることができた。即ちインドネシアはタイ国、スリランカ国の中間水準にあり、可成りタイ国に近い工学水準にある。従って工具鋼の熱処理も可成りおこなわれている。技術水準の優れたところは、塩浴炉でやっており、真空熱処理炉も3~4台は稼働しているとのことであった。セミナーはそのような予備知識に基いて、塩浴炉と真空熱処理炉の全般について約2時間おこなった。

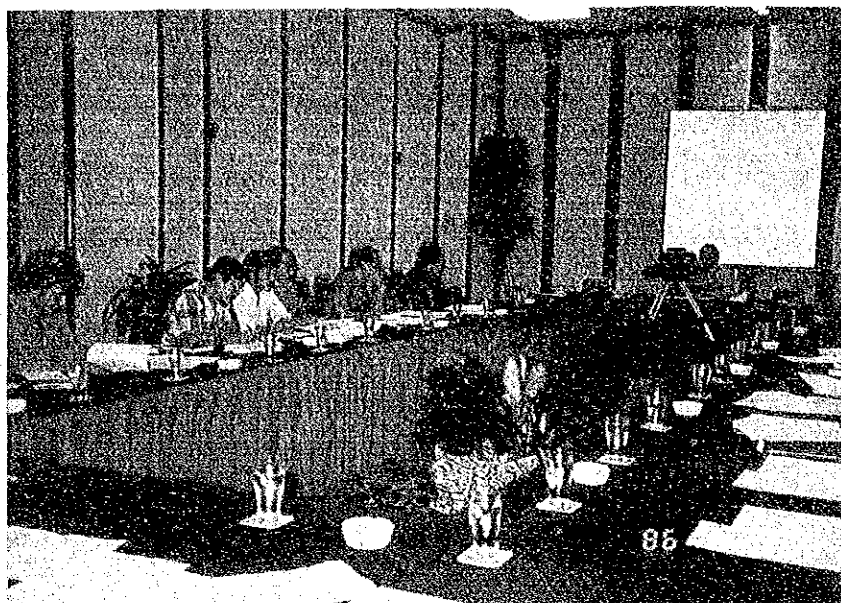
講義終了後、塩浴炉の温度測定と塩浴剤の管理の問題で質問があった。塩浴炉を可成り熟知した質問であった。また参加者の一人は航空機製造事業所の技術者で真空熱処理炉は良く知っているようであった。



工作機械ベットの試作品



MIDCの展示コーナーにて
左より、杉山、フーコン、坂口、
笠井の各氏



インドネシアにおける熱処理技術セミナー

SUMMARY REPORT OF THE FOLLOW-UP TEAM
FOR THE EX-PARTICIPANTS
OF THE GROUP TRAINING COURSE OF JICA
ON HEAT TREATMENT TECHNOLOGY

1. Introduction

Being dispatched by the Japan International Cooperation Agency (JICA) as a part of its follow-up programme for the ex-participants of the group training course on heat treatment technology, the team, consisting of three members, headed by Dr Katsumi Sakaguchi, Head of Metals Section, Nagoya Municipal Industrial Research Institute, has conducted the follow-up activities during the stay in Indonesia, arriving at Jakarta on the 14th of this December and leaving from Jakarta on the 20th.

The team has the pleasure to submit a summary report on the results of follow-up activities, for the purpose of reference of the concerned authorities of the Government of Indonesia.

2. Team Members

- a. Dr Katsumi Sakaguchi
Team Leader
Head of Metals Section,
Nagoya Municipal Industrial Research Institute
- b. Mr Michio Sugiyama
Technological Specialist and Advisor
President, Japan Hayes Ltd, and
of J H Heat Treating Laboratory
- c. Mr Yasuo Kasai
Officer in Charge of the Visit
Deputy Manager, Training Section,
Nagoya International Training Center,
Japan International Cooperation Agency

3. Objective

The team is intended on evaluating the effect of the course conducted in Japan, and assessing problems and needs of the training programme of JICA, as well as offering informations on the present status of the relevant field of the technology in Japan, by discussing with the ex-participants, the related personnels or the superiors, and the related authorities, in interview or seminar, in visit of the related organs.

4. Summary of the Follow-Up Activities and
the General Impressions

We conducted;

- interviews with officials of the government organization endorsing the selection and nomination of the candidate-participants,
- interviews with officials of the organizations which the ex-participants belong to,

- interviews with the ex-participants and the related personnels or the superiors or officials, and
- a seminar meeting involving the ex-participants as well as the related personnels or officials.

Out of our discussions in the above, we have confirmed the following points, including requests and opinions concerning the training programme in Japan for its implementation from now onwards: -

(1) The concerned officials or personnels interviewed appreciate the results of the training in Japan;

(2) Major reasons for the appreciation of the programme are

- application-oriented contents of the curriculum just to cover possible fields of the technology, and
- exposure of the participants to the reality of Japanese industry just providing a perspective of heat treatment technology;

(3) Candidate-participants have been nominated in Indonesia properly and effectively on a basis of a policy such that

- a candidate shall be expected to become a highly specialized engineer in a government organization, and that
- the candidate shall take a role in the position giving multiplier effects to others;

(4) Ex-participants are requested, upon their return to Indonesia, to report the contents of training to the related organizations, and their knowledges and techniques obtained are appreciated; and, finally,

(5) The organization endorsing the selection and nomination of the candidate-participants as well as the organs to which the ex-participants belong confirm that the activity of the follow-up team of this time is significant.

The Team would like to express sincere appreciation and gratitude to the valuable helps afforded by the Government of Indonesia, the concerned organs and the officials and personnels involved, and also to the help of the Embassy of Japan and the JICA office of Jakarta.

The 20th of December, 1986

Dr. Katsumi Sakaguchi

The Team Leader of the Follow-Up Team
for Ex-Participants of
the Group Training Course of JICA
on Heat Treatment Technology

10. 帰国研修員業務状況および研修についての意見

10-1 研修員個人状況および意見

10-1-1 タ イ

Mr. Pansa

1980年度研修員、38才

鉦山資源局金属研究所、鑄造・熱処理課 課長（帰国後昇任）

鉦山機械、トラクターなどの鑄造および熱処理による改善の研究に従事している。

研修前に期待した炭素鋼および鑄鉄に関する知識を勉強でき、十分役に立っている。将来展望もできた。

研修内容では構造用鋼熱処理がよかった。今後、構造用鋼、高速度鋼、ステンレス鋼の工場実習を入れてほしい。

現業務を伸ばしたいが設備、資金、文献がなく、困っている。

日本では清潔、親切などに感心した。悪いことは一つもなく良い体験であった。

Mr. Thawan

1981年度研修員

チェンマイ大学機械工学科、講師

金属学の講義、学生指導、ソーラーハウスの研究に従事している。研修で得た知識は学生実験にとり入れて活用する予定である。

Ms. Napaporn

1982年度研修員

鉦物資源局金属研究所金属研究課、技師

金属分析、組織検査に従事していたが、1昨年より米国南ダコタ大学修士課程に留学している。来年には現職に復帰する予定である。したがって、会見できなかった。

Mr. Lek

1983年度研修員

タイ州立鉄道に勤務していたが、JICA バンコク事務所の努力にもかかわらず所在を確認できなかった。

Mr. Somdech

1983年度研修員、35才

工業省工業指導所、技師

金属加工に関する中小企業の指導、セミナー、研修に従事している。

ソルトバス、箱形炉、焼もどし炉を用いて農業機械の歯車や金型、手工具を作っている。

日本で研修の方法を勉強したのでタイにおいてそれを応用している。仕事の条件、責任感などでは役立った。

研修の成果を大きくするには当所の設備も人も少ないことが障害になっている。

研究室実習、工場実習は役立ったので今後も増やしてほしい。工場見学も良かった。

Mr. Chaiyong

1984年度研修員、34才

タイ工業規格研究所製品認定課、課長（帰国後昇任）

国産品の規格認定業務に従事している。主に工場に出向いて生産工程を調査したり指導している。製品を持ち帰って検査することもある。

熱処理の進歩した技術を得るために訪日した。工場見学により製造過程を理解でき、帰国後の指導業務に非常に役立った。工場の操業条件、雰囲気、労働者の気質などを直接見ることができ有効であった。

今後の業務にとっては人、資金、文献などが必要と考えている。

研修内容については、実習の増加、プログラムの順序を再編成するとより良くなると考える。

10-1-2 スリランカ

Mr. Paranthaman

1980年度研修員

セイロン製鋼公社に勤務していたがその後退職し、所在をつかむことができなかった。

Mr. Wimalasena

1981年度研修員

工業開発庁に勤務していたが退職している。JICA ロンボ事務所の調査ではナイジェリアに行っているとのことであった。

Mr. Chitrasena

1982年度研修員、33才

国立技術訓練校、教官、帰国後セイロン金属公社に勤務し、熱処理課長として熱処理品の改善に務めていたが、公社の経営が難しくなったのでやむを得ず現職場に転職した。

研修で勉強したことは金属公社の熱処理課で非常に役に立った。感謝している。残念ながら、現在の学校では熱処理の授業はないが、他の課目の中で焼入れ、焼もどしなど研修で勉強したことをトピックスとして取り入れている。

日本では何もかも良かったが、社会勉強のために日本語のクラスが特に良かった。

技術研修には実習が有効である。

研修修了後日本の技術に関する雑誌などを継続的に送ってくれるよう切望する。

Mrs. Sumana

1983年度研修員、32才

セイロン製鋼公社研究開発室、Senior Metallurgist

会社で作った鋼材、鋼製品の熱処理組織、機械試験、線材や溶接棒などの品質管理について指導している。その他、固形浸炭の改善やガス浸炭の開発も試みている。

最新の熱処理技術を勉強したいと考えて研修に参加し、そのとおりの勉強をしたが残念ながらスリランカでそれらを応用することは経済、設備の面で難かしい。

しかし、勉強した知識により、仕事の条件が良くなり、責任と自信が増し、将来展望できるようになった。

研修の成果を伸ばすには技術者、設備、試験機、文献その他の問題点を解決する必要がある。

研修内容では工具鋼熱処理、工場見学、工場実習が効果的であった。今後は工場実習を一層増加させるとともに時間の延長および説明の方法にも配慮をお願いしたい。

言葉の問題、冬の寒さなど困った点もあるが、日本は美しく、人々は親切でとても良かった。機会があればもう一度行きたい。

帰国後“Kensu -in”を頂いているが、研修の成果を自国で発展させたり、問題を解決させて我々の仕事を向上させる手助けをしていただければ大変有難い。

Mr. Dayaratna

1984年度研修員、34才

セイロン製鋼公社、工作工場、技師

公社で必要な機械のパーツの製造の指導をしている。

工作工場には切削機械、研削機械、板金機械、溶接機、熱処理炉などがそろっている。研修により熱処理の知識特に機械部品の熱処理を勉強しようと考えていた。実際には、機械部品の熱処理にそれほどの違いは見られなかった。しかし、仕事の内容、責任感、自信、国際感覚などの点で非常に役に立った。

研修で得た知識を実行しようと考えているが、私の所には技術者、設備、試験機、文献、資金その他いろいろなものに不足しているので実行が難しく困っている。

技術研修では工具鋼熱処理、工場見学（特に機械部品工場）、工業研究所における実習が良かった。今後実習をもっと増していただきたい。

NITCでは宗教行事をする人が居て迷惑したが、その他の点では何もかもすばらしく、国際交流もできて大変有意義であった。

帰国後も引続いてJICAより研究報告などがいただければ有難い。

10-1-3 インドネシア

Mr. Furzon

1980年度研究員、32才

工業省金属工業開発センター、技師

鋼の熱処理技術の研究および開発に従事するかたわら企業への技術移転および技術指導を行なっている。製品は金型（打抜き、穴あり、樹脂成形、ダイキャスト）、機械工具、手工具、機械部品である。

熱処理の理論と実際を学ぶ目的で研修に参加し、いちおう満たされたが当所には熱処理設備が不十分で成果を生かすことができないでいる。

研修内容は講義、実習共に良かったが将来の改善策として熱処理のハウツーではなく理論的な説明が必要であろう。また、知識と技術を身につけるには1ヶ月程度の工場実習が必要であろう。それに熱処理の書籍文献が少ないと感じた。

JICAの研修では設備もよく満足なものであった。今後も密なコミュニケーションが望ましい。

Mr. Ketut

この人は急にバンドンに出張することになり、会見できなかったがアンケートは受領できた。

1981年度研修員

Boma Bisma Indra 会社、所属、地位不明

熱処理の他に建設計画の仕事も行っている。主に指導業務である。

研修は期待したとおり有意義であった。その後仕事は忙しくなったが自信もついて明るい見通しがある。

業務遂行上、技術者、技術資料が不足しているほか外国からの影響も大きすぎると考えている。

研修内容ではTQCと生産システムが良かった。日本語ももう少し長くてもよい。

帰国後も本やパンフレットを送ってもらえれば有難い。

Mr. Supermm in

アンケートはもらえなかったので聞きとりにより調査した。

1982年度研修員

Barata Indonesia 会社 Gresih工場、生産企画・制御部部長（研修後昇任）

鋳鉄および鋳鋼の生産企画責任者として多忙を極めている。

研修内容はその後の仕事に非常に役立ったほか日本を体験することにより視野が広がった。自分にとって何もかも楽しく有意義な生活であった。日本からわざわざ来ていただいてなつかしく思います、との発言があった。

Mr. Impin

1983年度研修員、39才

バラタインドネシア会社ジャカルタ鋳造センター販売部、技師

当所の製品である鋳鉄、鋳鋼品の販売を担当している。

当社鋳造品の品質向上のための熱処理知識を得るため日本の研修に参加した。その結果、品質の向上などを勉強でき役に立った。

個人的には責任感、将来展望、国際交流などの点で良くなった。

工場の技術者、資金、文献その他がもう少し改善されれば研修で得た成果を広く利用できると考えられる。

研修内容はすべて役立ったが技術ノウハウなども詳しく教えてくれるともっと良かった。

NITCの生活により、他国の人々と知り合うことができ満足している。

JICAとのコミュニケーションは“Kenshu-in”と技術雑誌が2年間だけ送られその後なくなった。もっと長く続けてほしい。

Mr. Djoko

1985年度研修員、36才

バラタインドネシア会社、グレシーク工場製造部、部長

低合金および中合金鋼の鑄造工場の操業に責任をもっている。

・研修により鑄鋼の熱処理技術を発展または追加しようとして訪日した。ほぼ十分であったが、自分のかかえている鑄鋼の問題は解決できなかった。

・研修により労働条件、責任感が増加したことがよかった。また、QCサークルにより工場の清掃、労働条件が少しずつ改善されている。

工場を発展させようと考えているが顧客の支払いが悪く常に資金不足している。このため注文が来る前に原料を買っておくことができないし、設備の保守も思うにまかせられない。

技術研修では特殊鋼熱処理、QCと5S、ジャストインタイムシステムがよかった、QCと日本語はもっと詳しく説明し、グループで討論するなど改善が必要である。日本語は平かなまたは片かなで書いてほしい。講義・見学を40%、実習を60%程度が望ましい。

NITCの生活ではトイレに物を捨てる研修員が居ていやだった。他には問題はなく、食堂の食事もよかった。

10-2 項目別検討

タイ				スリランカ			
氏名	所在確認	会見	アンケート	氏名	所在確認	会見	アンケート
パンサ	○	○	○	バラタマン	×	×	×
タワン	○	○	×	ウイマラセナ	×	×	×
ナパポー	○	×	×	チトラセナ	○	○	○
レック	×	×	×	スマナ	○	○	○
デック	○	○	○	ダヤラトナ	○	○	○
チャイヨン	○	○	○				
計6名 率	84%	67%	50%	計5名 率	60%	60%	60%

インドネシア			
氏名	所在確認	会見	アンケート
フーコン	○	○	○
ケトート	○	×	○
スパーミン	○	○	×
インピン	○	○	○
ジョコー	○	○	○
計5名 率	100%	80%	80%

合計 16名
 所在確認 13名(81%)
 会見 11名(69%)
 アンケート 10名(63%)

対象とする全研修員16名中13名の所在を確認した。所在を確認できなかった研修員のうちタイのレック氏は未確認であるが日本で勉強中であることから、米国留学中のナパポー嬢と共に高い技術を目ざして勉強していることがわかり好感をもった。他方、スリランカの2名は国内不況による退職と考えられ、気の毒であった。

会見した研修員はほぼ全員大学卒であり、職場の様子から将来を見込まれた若手または中堅の技術者と見受けられるので研修員の選考は適切に行なわれていると考えられる。事実、帰国後最長でも5年間にすぎないが、1名(インドネシアのスパーミン氏)が部長に昇格し、2名(タイのパンサ氏とチャイヨン氏)が課長に昇格している。

研修員の所属を指導・研究系と製造現場系にわけると国立研究所、学校、企業の分析室があ

わせて7名（そのうち主に研究に従事している者は8名、教育、指導、監督に従事する者6名、事務的仕事1名、複数回答）であった。工場現場出身者は4名、ほか不明者5名であった。専門分野では、熱処理をほぼ毎日扱っている研修員は16名中6名、たまに扱う者2名その他8名であった。国別ではインドネシアの活用率が高いようであるがこれは国情よりむしろインドネシアから企業の人が多く来ているためと考えられる。ただ、インドネシアの3名はいずれも鍛造工場の人であり、本コースは主に鋼の熱処理技術を目指しており、若干目的のずれが認められる。この点について、研修員受け入れ窓口に申し出たので今後は鋼を扱う企業の研修員を期待できる。

研修員が現在使っている熱処理製品は、指導・研究系では農業機械、鉱山機械の部品、歯車、ダイス、工具などの小物が多い。これらは自機関内で開発する機械の部品、外部から依頼された部品、あるいは研修用部品である。企業系ではグライインディングボール、鋳鉄・鋳鋼製品（焼入れ・焼もどし、あるいは焼なまし）が多い。

日本の研修を希望した動機として、指導・研究系は一般知識の修得を目指しているが、企業系は具体的問題を持ってきたようである。研修によってこれらの期待はかなり満足された模様で、満足度の平均は5段階評価の2番目の「Highly」のやや下に達している。

現業務を遂行するにあたっての障害として、特に指導・研究系研修員は所属機関に設備がないことをあげている。しかし、バンコク周辺とインドネシアの国立機関では既にある程度の装置が入っているし（それで試作や研修を行っている）、さらに設備の充実が急速に進められている。タイの工業指導所、金属研究所では日本の公設研究機関にはない新しい試験機器がいくつも入荷していた。また、インドネシアの金属工業開発センターでは既に立派な設備が入っている（ただし、残念なことに動いていない）。これらのことから、マッフル炉、ソルトバスなど最低の熱処理装置とある程度の評価試験機器はどの機関にもそろい、これによって構造用部品の熱処理の研究・指導は十分可能になると考えられる。

研修に参加したことにより全員が個人的な改善・進歩があったと報告している。その進歩としてつぎのようなことを挙げている。

労働条件	6名	より良い職に転職	2名
責任ある仕事	7名	仕事の充実	6名
将来展望	6名	専門意識の向上	4名
昇給	2名	国際交流	4名

この表によれば研修にただで地位が上がることは少ないが研修員の仕事に対する意欲が向上し張り切って業務を推進していることがうかがわれる。

つぎに、彼等は仕事の発展を妨げる要員として次の事柄が不足するとしている。

技術者	5名	上司の援助	0名	設備	6名、
-----	----	-------	----	----	-----

技術文献 7名、 資金 6名、 販売市場 2名、
外国人専門家 0名、 研修所 4名、 研究設備 4名、
輸送 2名、 業務の将来性 0名、 外貨 0名、
技術研修科目のうち役立つものとして、

工具鋼熱処理 2名、 構造用鋼熱処理 1名、 特殊鋼熱処理 1名、
品質管理 2名、 ソルトバス 1名、 ジャストインシステム 1名、
などがあげられている。

研修の方法では、工場見学(3名)、研究室実習(2名)、工場実習(2名)、実習(1名)が良かったとしている。これらの評価を踏まえて、今後の研修につきの要望が出されている。

工場実習 4名、 研究室実習 1名、 実習(区別なし) 3名、
品質管理 2名、 熱処理理論 1名、
講義の概要を事前に知らせる 1名、
科目の順を正す 1名、

など。このようにほとんどの研修員が工場現場でじっくりと実習したいと強く要望していることがわかった。

JICAにおける生活については、少数の研修員より冬の寒さと言葉のバリアーを指摘しているほかは、特に不満はないようであった。

以上のように会見したすべての研修員が日本での研修を貴重な体験であったと評価し、日本政府、JICA、名古屋国際研修センター、名古屋市工業研究所および協力していただいたすべての企業・機関に感謝の意を表わしていた。このことは研修員個人だけでなく所属機関での接待、窓口機関での会見でも等しく感じられ、研修が各国との友好に実を結んでいることを実感した。

10-3 研修および巡回指導について

10-3-1 研修について

巡回指導では研修参加国および研修員のたかだか20%を調査したにすぎないので研修の将来についての統一的な見解を出すに至らなかったが、限られた調査のうちで気がついたことを述べる。

(1) 熱処理研修の内容について

本コースが発足してからわずか7年のうちに各国の工業水準の差が著しく開いてきた。ある国に最適の技術が他国には衆知であり、逆にその国が必要としている技術はよその国では到底利用できない事態になっていることに衝撃を受けた。今回調査したタイ、スリラ

ンカおよびインドネシアに限っても、レベルに大きな差がある。タイとインドネシアは集団でも研修はできようが、スリランカについてはまったく別にしないと、それぞれの国のニーズに合った研修を与えることは困難である。研修実施上の問題はいろいろあろうが、当面の対策として例えば、研修の最後の1週間で2～3組に分けて、専門別の研修をすれば少なくとも現在より満足感を持って帰国できるであろう。

(2) 技術協力のいっそうの推進について

今回調査した国ではいろいろな国が援助を与えている。日本がしなければ他の国がするであろう。そうなればそれだけ援助国のカラーの強い工業環境が育成される。これは我国にとって将来大変不利になる。昨今、日本企業の海外進出が盛んであるが、以上のような観点からも技術協力の重要性を十分理解する必要がある。

(3) 実効のある援助について

チームが調査した機関では日本の援助機器はどれもよく動いているようであったが、他の国が設置した機械のなかにはほとんど利用されていないものがあった。援助を生かすにはまず現地に適する設備を選定する必要がある。適切な設備とその運用のための研修が一体となって初めて援助の効果が実るであろう。

10-3-2 巡回指導について

現地視察では先方の技術者が質問表を持って待ち構えていることもしばしばあり、限られた時間であったができるだけの対応をした。また、セミナーでは用意したテキストが国情にあわないこともあったが、持参した資料および口頭説明により補うことができた。これらの指導は日本における一貫カリキュラムには達しないが現場の業務に即した指導ができ非常に有意義であった。なお、つぎのような点に気がついた。

- (1) 指導・調査の効果をあげるにはその国の国情および工業事情を理解しておく必要がある。いくつかの国については日本政府あるいはJICAにより既に詳細な調査が行なわれている。また、日本から進出している技術者や企業もあるのでその状況や研修実施記録と併せて、事前に把握しておけば、現地での貴重な時間を生かして専門分野に関するより詳細な調査が可能となる。
- (2) 今回、研修員向けにQuestionnaireを作成したが、現地の状況を、もう少し詳しく調査すればよかったと考える。
- (3) Questionnaireの回答を現地JICA事務所に届けさせた結果、事務所にはご迷惑をかけたが、回答を会見前に読むことができ、非常に役立った。
- (4) 今回の訪問機関は帰国研修員所属機関ばかりであった。研修員を通じて研修効果を調査することは重要であるが、これに加えて民間企業も調査すればその国の技術の実態を把握

できるようになり、より適切な研修をすることができよう。

- (5) セミナーの話題として我国の最新の熱処理技術を用意したが、国情に合わないところがあったので適宜変更した。講師にとっては大変な負担になるが、相手国にとっての適正技術を紹介できるよう各種の資料を準備すれば指導効果を著しく高めることができよう。
- (6) Questionnaire により、多くの帰国研修員が新しい技術情報を望んでいることがわかった。したがって、セミナーに参加したい人は研修員に限らずたくさんいると思われる。もう少し積極的にPRすれば多数の参加者が得られ、それだけ協力の効果を上げることができよう。

11. む す び

今回の巡回指導は各国の現状を確かめるために企画されたものである。チームはこの目的のためできるだけ多くの機関を訪ね、多くの人に会うよう精一杯の努力をした。その結果、どの国も工業振興に真剣に取り組み、技術向上に努力している様子に感銘を受けた。そしてその教育と技術の水準が当初予想していたよりはるかに高くなっていることに認識を新たにした。同時に、各国が抱えている種々の難問に同情を禁じ得なかった。訪問したどの機関でも貴重な体験をさせていただき、たくさんの収穫を持ち帰ったが、各国のほんのわずかの部分をかいま見たにすぎず、全体像を描くに至らなかったのを悔いるところである。

この結果が研修の改善、発展に役立つよう念ずる次第である。

この成果はもとよりチームだけで得られるものではなく、多くの方々の協力の賜ものと信じます。日本熱処理工業会、(社)日本熱処理技術協会、石川島播磨重工業(株)海外事業本部、および多くの企業、官庁の方々には現地情報や技術資料を提供していただきました。

国際協力事業団バンコク事務所、コロンボ事務所およびジャカルタ事務所の方々には帰国研修員との連絡から巡回日程の設定、セミナーの準備などのお世話を賜りました。

国際協力事業団研修事業部および名古屋国際研修センターの皆様には事業全体の企画・運営をしていただき、多くの助言を得ました。

以上、多数の方々に深く感謝の意を表わしてむすびとします。

資料1 Questionnaire

FOLLOW-UP SURVEY AMONG GRADUATE OF TRAINING PROGRAM

at

NAGOYA INTERNATIONAL TRAINING CENTER (NITC)

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)

QUESTIONNAIRE

I. Personal Data:

1. Name in Full: _____ Age: _____
(Please underline family name.)

2. Name of institution where currently employed: _____

Address: _____
(Street and Number) (City) (State/Country)

(Zip Code) (Cable/Telex) (Telephone)

3. Current home address: _____
(Street and Number) (City)

(State/Country) (Zip Code) (Telephone)

4. Marital status: Single Married Others, specify

Age and sex of children _____

II. Educational Data:

5. Education/Training (degree and non-degree) before attending training at JICA

Name education/training institution	Location of institution	Years from - to	Certificate/Diploma/Degree obtained - and - Major discipline

6. Education/Training (degree and non-degree) after attending training at JICA

Name education/training institution	Location of institution	Years from - to	Certificate/Diploma/Degree obtained - and - Major discipline

III. Employment/Work Experiences:

7. Current position and responsibility: Please describe briefly your current position and responsibility.

8. Nature of present job: Indicate by an (x) mark in the corresponding box.

Activities	Full c. 85%	Major c. 75%	Partly c. 50%	Slightly c. 25%
Research				
Instruction				
Operation				
Administration				
Others, specify				

9. What equipments/products are involved in your present job?

IV. Evaluation of the JICA training programs:

10. What was/were your initial expectation(s) of the JICA training?

11. To what extent did the training program correspond to your initial expectation(s)?

- Completely
- Highly
- Somewhat
- Hardly
- Not at all

Please explain your answer briefly:

12. To what extent can you apply the knowledge/skills, etc. acquired during the training in your present job?

- All
- Most
- Some
- A little
- None

Please explain your answer briefly:

13. If personal improvement has occurred in your job or work since you attended the training at JICA please indicate:

- No improvements
 Yes, there is/are improvement(s)

If yes, please check where applicable:

- | | |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Work conditions | <input type="checkbox"/> in obtaining another (better) job |
| <input type="checkbox"/> responsibility | <input type="checkbox"/> contents of work |
| <input type="checkbox"/> prospects for the future | <input type="checkbox"/> professional recognition |
| <input type="checkbox"/> salary-wise. | <input type="checkbox"/> international contacts |

Please explain your answer(s) briefly:

14. To what extent did the training you attended contribute to the improvement(s) mentioned in the previous question?

- a lot
 somewhat
 not at all

Please explain your answer briefly:

15. Which part of your training at JICA was most useful to you in relation to your subsequent positions and responsibilities?

16. What do you consider to be the most important obstacles in the performance of your present job?

Check no more than 4 boxes in each row. But add as many under 'OTHERS' as you think appropriate. For explanations, please use a separate sheet of paper.

Lack of:

- | | |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> trained personnel | <input type="checkbox"/> support of supervisor |
| <input type="checkbox"/> equipment | <input type="checkbox"/> technical literature |
| <input type="checkbox"/> funds | <input type="checkbox"/> markets |
| <input type="checkbox"/> foreign experts | <input type="checkbox"/> national training institutes |
| <input type="checkbox"/> research facilities | <input type="checkbox"/> transport facilities |
| <input type="checkbox"/> career perspective | <input type="checkbox"/> foreign currency |
| <input type="checkbox"/> OTHERS | |

Various constraints:

- | | |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> economic situation | <input type="checkbox"/> brain drain |
| <input type="checkbox"/> poor management | <input type="checkbox"/> promotion structure |
| <input type="checkbox"/> too much foreign influence | <input type="checkbox"/> no in-service training |
| <input type="checkbox"/> political situation | <input type="checkbox"/> poor maintenance of equipment |
| <input type="checkbox"/> energy crises | |
| <input type="checkbox"/> OTHERS | |

資料2 セミナーテキスト

Present Status and Future Development of Heat Treatment Technology
in Japan

Official Address of Team Leader
of THE FOLLOW-UP TEAM OF THE EX-PARTICIPANTS, JICA,
OF THE GROUP TRAINING COURSE
ON HEAT TREATMENT TECHNOLOGY

Dr Katsumi Sakaguchi
Head of Metals Section
Nagoya Municipal
Industrial
Research Institute

INTRODUCTION

It may be a good introduction to this address to begin with the way of conduction of the Group Training Course on Heat Treatment Technology, JICA. The course provides the participant with a perspective of the technology and the development possible in near future, in terms of observations of actual processes in workshops in present Japan.

By the method of the conduction, the participants can get a standard measure of reference for the various phases of heat treatment technology, as described in the General Information prepared by the Government of Japan and in comments prepared by the staff in charge of the course.

ASSOCIATIONS AND SOCIETIES

On the extension of the method, I talk to you of activities of industrial associations and technological or scientific societies in Japan. As the representative examples in the field of heat treatment technology,

Heat Treatment Trade Association of Japan

and,

The Japan Society for Heat Treatment
- A Non-Profit Corporation -

may be mentioned. Furthermore, may be mentioned, The Iron and Steel Institute of Japan, The Japan Institute of Metals, Japan Cast Iron Association, The Japan Foundrymen's Society, and others; the mentioned four are all A Non-Profit Corporation, respectively.

EXCHANGE OF INFORMATIONS

The reason for placing emphasis in this talk on the associations and societies is such that technological or industrial informations of any professional level are circulated or disseminated in general by their activities. Through the network, people can communicate mutually and cooperatively informations useful and effective, that are arising in a specific field of profession newly and randomly, day by day.

The activity is necessary for getting along the industry, technology or science, in competition or in development. We can get the particulars or the perspectives of any field only by accumulation of such and

such fragmentary and piecewise information. The situation is greatly different from that of general education in which a system of knowledge or skill is transferred from age to age in an orderly way.

THE DIFFICULTY

The key to an information is the person who is engaged actually in it: - One who knows is one who does, and vice versa. For example, if to meet really with various needs of various ex-participants in various countries, a mission of impossibly many members from the associations and societies should be dispatched, whereas only one key person is enough for any specific theme, one who really knows having real experience by having done something really, but this is often impossible, too, because one who is really doing something often won't or can't talk.

The activity of an association or society would get sometimes in difficulty, just because of this reason:- too many questioners but not enough answerers, and too much demand and not enough pay.

Such difficulty existing, yet the network is maintained, just as walking on a tight rope, by people who know the value, want to use the activity, and contribute to the activity the self in return.

EXAMPLES

I should introduce a few typical examples to you from the activity of the associations or societies.

Firstly, I introduce to you

Outline of Heat Treatment Technology
and Industry in Japan

which is compiled from the publications of the associations and societies.

Secondly, I introduce to you

Outline of Trade Skill Tests
and of That on Heat Treatment

The tests are operated under administration of the Ministry of Labour of Japan, and by cooperation of Heat Treatment Trade Association of Japan.

And finally, I would like to show to you a list of

Modern Trends in Heat Treatment Technology

that is compiled, too, from the publications of the associations and societies, perhaps to be a list of problems of current interest in Japan.

CONCLUSION

Acting as the Team Leader, but my knowledge and ability are so much limited. Fortunately, the eminent Specialist of the Team, Mr Sugiyama, is an experienced engineer, and a man of goodwill and generosity.

Yet, of course, our activities are inevitably limited, as you can perceive from my address. We should like to keep questions or requests of yours in memory and bring back to Japan as correctly as possible.

At the end of this address, I think I should express my sincere appreciation and gratitude to your attention and to your cooperation.

Outline of Heat Treatment Technology and Industry in Japan : - History

__ Before Modernization

The art of steel making and steel hardening had been confined in closed circles of small number of technicians, as in manufacture of swords.

__ Before World War I

Western technology was imported in military works, in manufacture of gun barrels with carbon steel, and aircraft parts with special steel.

__ Before World War II

The technology was gradually transferred into civil use through retired personnels of military works, as in manufacture of parts of man-driven vehicles, bicycles, spinning machines, etc., mainly by pack carburizing.

Commercial heat treaters could operate only by aid of side-business such as forging or machining or others, as the sales amount was little.

__ In World War II

The number of commercial heat treaters increased as with the increase of military demand. Eastern Heat Treatment Trade Association was founded by 20 heat treaters in Tokyo area in 1935, and Osaka Heat Treaters Industries Corporation was founded by 17 treaters in Osaka area in 1940.

__ In Restoration Period After the Surrender

About 7/10 of heat treaters before the defeat began to operate again.

Coal supply was controlled by the government and allotted only to registered associations of industries that distributed the coal to the member.

Consequently, Heat Treatment Trade Council of Japan was founded in Tokyo in 1948 by involvement of 30 treaters which belonged to local associations such as Eastern Heat Treatment Trade Association and others.

The Council was reorganized as the present Heat Treatment Trade Association of Japan in 1959 consisting of 100 treaters at that time.

__ Change of Fuels

Just in and after the Korean War, coal was replaced gradually by liquid fuels, particularly by heavy oil, because of the supply getting abundant and of the easy control of temperature; and furthermore, since 1960's, partly to kerosene, electricity or town gas, for automatic control.

Induction heat treatment was utilized since 1939, but commercially since 1946 commenced in Tokyo and Osaka with spark oscillators of 200 kVA input and of 20 to 30 kHz, changed to vacuum tube oscillators of 5 to 250 kW output and of 20 to 500 kHz since 1953 and afterwards. Furthermore, motor-generator type oscillators for deep case hardening were introduced, and thyristor-type frequency converters were utilized for energy saving.

__ Change of Carburization Method

In the middle of 1950's, pack carburizing was replaced rapidly by gas carburizing for quality stabilization, particularly guided and promoted by big customer-industries such as Toyota. Whereas liquid carburizing was used for shallow case hardening of small articles, but, since 1960's replaced partly by gas carburizing because of pollution and productivity.

__ Number of Workers

Since 1970's increase of workers in heat treatment had been slowed down partly because of energy crisis but mainly perhaps of equipment progress.

Commercial Heat Treaters' Business

Sales amount of commercial heat treaters in Japan (*) is shared among the customer industries approximately as follows, in % of total : -

Year	General Machines	Electric Machines	Transp'n Machines	Precision Machines	Other Hardware
1964	54 ₋	3 ₊	35 ₊	2 ₊	5 ₊
1981	38 ₊	4 ₊	39 ₋	6 ₊	12 ₊

Parts of electric or precision machines are more light-weight and small, and, furthermore, processed more often in production-line or in-plant shop of the manufacturer for the productivity, quality or secret.

Continuous process may be more profitable than batch process, provided the rate of the process can meet with that of the production line, just like induction heat treatment in a mass production line.

Commercial Heat Treaters' Process

Weight of parts processed in commercial heat treaters in Japan (*) are attributed to processes as follows, in 10,000 t, per year : -

Year	Annealing /Norm'g	Quench /Temper	Carb'g Qu./Te.	Induc'n Qu./Te.	F'me, Ni., Sul., etc.
1976	46	30	6	21	3
1978	42	37	8	25	4
1980	48	46	9	30	5
1981	46	46	9	20	5
1985	42	48	12	19	7

The increase in quenched or tempered parts may be due to use of more light-weight and strong parts: whereas the weight of annealed or normalized parts remains constant or decreases slightly, as may be noticed.

(*) by the Heat Treatment Trade Assn of Jpn, of the members, total.

Members of the Heat Treatment Trade Association of Japan

In 1986, the total of members of the Association is 204. The members belong to local associations as follows : -

73/ Eastern Metals Heat Treaters Corporation	/Tokyo Area
69/ Central Metals Heat Treaters Associative Corporation	/Nagoya Area
62/ Western Metals Heat Treatment Trade Association	/Osaka Area

The numbers have remained approximately constant these ten years.

The total number of commercial heat treaters in Japan including the outsiders may be about three times of the number of the members, and the sales amount including that of the outsiders may be c. 1.30 to 1.35 times.

Other Activities

In 1959, Japan Productivity Center dispatched a team for survey of heat treatment industry in United States in response to the invitation of the International Cooperation Administration of the United States.

Almost the same time, in 1960, just about the time of introduction of controlled atmosphere furnaces, The Japan Society for Heat Treatment was established involving 175 engineers, technologists and scientists as members and 29 companies as patron members: in these ten years involving 1,000 to 1,200 members and about 400 to 500 companies as patron members.

The Society sponsors annual scientific conferences and seminars, and publishes a journal, communicating with the Heat Treatment Trade Association of Japan, The Japan Industrial Furnace Manuf'ers Association, etc.

Trade Skill Test on Heat Treatment of Metals

- since 1964 under administration of Ministry of Labor and with cooperation of the Heat Treatment Trade Association of Japan: the emphasis is gradually shifting from art of manual operation to that of operation, maintenance and adjustment of equipments

Theory

1. Microstructure and Transformation of Iron and Steel
Equilibrium Diagram of Iron-Carbon System, Hardenability, etc.
2. Primary Process of Heat Treatment
Heat Treatment of Various Steels and by Various Methods
3. Equipment for Heating and Cooling - Construction, Operation, etc.
4. Pretreatment and Posttreatment - Methods
5. Measurement and Automatic Control of Temperature
6. Metallic Materials - Compositions, Characteristics and Applications
7. Test and Inspection of Materials - Microstructures, Visual Check, etc.
8. Art of Machine Shop - Casting, Forging, Welding and Machining
9. Quality Controls - Terms
10. Drafting - Presentation Rule, Material Symbols, and System of Fits
11. Electricity - Terms, and Operation of Machines and Apparatuses
12. Regulations - Pollution Control Regulations
13. Safety and Welfare - Knowledge in Detail
14. Specific Themes : - the participant should take a., b. or c.
 - a. General Heat Treatment
The Method, Heat Treatment in Controlled Atmosphere, Equipments for Heating and Cooling, Cause and Remedy of Defects, and Materials Test and Inspection
 - b. Carburizing, Carbonitriding and Nitriding
Heat Treatment in Controlled Atmosphere, The Equipments, Cause and Remedy of Defects, and Materials Test and Inspection
 - c. Induction and Flame Heat Treatment
General Heat Treatment, Induction and Flame Heat Treatment, Cause and Remedy of Defects, and Materials Test and Inspection

Practice : - the participant should take a., b. or c.

- a. General Heat Treatment
 - Planning of Operation
 - Operation
 - Inspection and Adjustment of Equipment
 - Materials Test
- b. Carburizing, Carbonitriding and Nitriding
 - Planning of Operation
 - Operation
 - Inspection and Adjustment of Equipment
 - Materials Test
 - Materials Inspection
- c. Induction and Flame Heat Treatment
 - Planning of Operation
 - Operation
 - Inspection and Adjustment of Equipment
 - Materials Test
 - Materials Inspection

Modern Trends in Heat Treatment Technology

1. Measures for energy and pollution problems
 - 1.1 Application of solar energy and atomic energy
 - 1.2 Energy saving by insulation (ceramic fiber etc.) or by recycle (recuperator etc.)
 - 1.3 Control of sewage, noise or vibration
2. Use of new steels
 - 2.1 Pre-hardened steel
Steel is quenched and tempered before delivery. Machined or ground, and finished with no more heat treatment: - needs machine tools with high stiffness and cutters of high hardness.
 - 2.2 Non-heat-treatment steel
3. Improvement of heat treatment process
 - 3.1 Decrease of case depth
New process and new steel minimize deterioration and distortion and therefore require the less removal in finish, enabling the use of the less case depth, and consequently, the less energy.
 - 3.2 Frequent use of case hardening
 - 3.3 Adequate control of atmosphere
 - 3.4 Polymer solution as quenchant
Cooling rate control, fire accident prevention, workers' surroundings improvement, air pollution prevention, and cost down.
 - 3.5 Use of computer control
4. Advanced technologies of heat treatment
 - 4.1 Vacuum heat treatment
 - 4.2 Vacuum carburizing
 - 4.3 Ion nitriding
 - 4.4 Induction hardening and tempering
 - 4.5 Laser heat treatment and electron beam heat treatment
 - 4.6 CVD (Chemical Vapor Deposition) and PVD (Physical Vapor Deposition)
 - 4.7 Composite heat treatment
Ordinary heat treatment process combined with other heat process for improvement of strength, abrasion-resistance or corrosion-resistance and for cost down: -
 - Carburizing + Induction hardening
 - Induction hardening + Low temperature sulphurizing
 - Brazing + Carburizing + Quench
 - Sintering + Brazing
 - Brazing + Solid-solution treatment
 - Sintering + Quench
 - Soft nitriding + Oxidationetc.

DEVELOPMENT OF HEAT TREATING FURNACE
FOR TOOL STEELS

December 1986

Follow-up Team for Ex-participants of the Group Training Course
on Heat Treatment Technology

MICHIO SUGIYAMA

Technological Specialist and Advisor

President,

Japan Hayes Ltd., J H Heat Treating Laboratory

Development of Heat Treating Furnace for Tool Steels

1. Introduction

In order to get superior quality of heat treated goods, it is necessary to adopt good heat treating furnace and have technique to operate the furnace. If you use low-grade heat treating furnace, the worker must operate it with the utmost care, otherwise good quality goods cannot be obtained. For example, if you use a furnace having no pyrometer, the worker must judge the operating temperature by the thermal color with his eyes. If you depend more on the technique of the worker like this, it is more difficult to produce good quality goods stably and constantly. Looking back upon the progress of heat treating furnace, it seems that we came the way how to develop the furnace by which accurate heat treating operation can be done without depending on peculiar technique of worker. It is generally considered that in advanced countries, labour becomes short and automation is progressing to cover such shortage. It is correct that the above is one of the big reasons. Besides that, in case of heat treating, we cannot afford to overlook that the endeavour of automation of heat treating furnace is being carried on, in order to perform accurate heat treating with high level reproducibility.

In today's seminar, I want to speak to you with the subject "Development of Heat Treating Furnace for Tool Steels". Some of you may not participate in the heat treating of tool steels directly. But for such person, please do not feel that this speech has no direct connection with you. In any kind of heat treating furnace, during the process of its progress, there must be a common concept that the furnace is to be able to make good heat treating without depending on peculiar technique of worker. From my speech regarding the progress of heat treating furnace for tool steels, please learn the way of thinking about the development of heat treating furnace.

At the first part of seminar, I want to speak about salt bath which is well known from old time as the heat treating furnace for tool steels. I will speak mainly what points you must pay attention in the salt bath operation and want you to refer them to the salt bath operation in your country. After salt bath, I will introduce you vacuum furnace which is recently used widely instead of the salt bath which requires so many cares.

2. Salt Bath

Salt bath equipment is well adapted to heat treatment of tool steels.

2-1. Externally Heated Furnace

Externally heated salt bath furnaces may be fired by gas or oil, or heated by means of electrical resistance elements. A typical gas or oil-fired furnace that is commonly used in neutral heating for tool steels is shown in Figure 1 (a). These furnaces are generally lower in initial cost than electrode and simple to install and operate. To contain the molten neutral salt, fuel-fired furnace employ a steel or alloy pot, which may be either round or rectangular.

Electrical resistance furnace (Figure 1 (b)) is heated by a series of resistance heaters surrounding the salt pot. For the reason, pot failure may result in the total destruction of the electrical heating elements. Operating temperature below 900°C is used to prevent pot failure.

2-2 Internally Heated Furnace

Introduction of the immersed-electrode furnace greatly extended the useful range and capacity of molten neutral salt bath. The electrodes can be removed and replaced without bailing the furnace. The neutral molten salt is contained in ceramic pot surrounded by suitable insulating materials, which separate it from an exterior casing or framework of heavy-gage steel. Some metal treating process is performed in salt compounds that can not be contained in a ceramic liner. For these applications, furnace manufacturers make use of a welded steel pot with immersed electrodes. This type of furnace is suitable for special applications such as case hardening in straight cyanide baths, tempering and marquenching. Salt is heated by passing alternating current through it with immersed electrodes. As a result of the resistance built up to passage of current through molten salt, heat is generated within the salt itself. This heat is quickly dissipated by a downward stirring action created by the electrodes. Electrodes are made of either mild steel or an alloy "hot" leg welded to a mild steel "cold" leg. The electrodes are attached by copper connector to a transformer that converts the line voltage of the plant to a much lower

secondary voltage (approximately 9 to 12V) across the electrodes. A typical immersed-electrode furnace is shown in Figure 1 (C). In common with immersed-electrode furnace, submerged-electrode furnace require minimum floor space and maintenance, and are highly adaptable to mechanization. The furnace shown in Figure 1 (d) with modified brick and submerged alloy electrodes will give many years of service in high temperature salt bath.

2-3 Salts

Molten salts of various composition are well adapted to all operation in the heat treatment of tool steels. Table 1 lists various salt bath composition and processing temperature for heat treating tool steels. Three salts baths are generally used-preheating, high-temperature and quenching bath.

2-4 Attention on Salt Bath Operation

(1) On Table 1, working range corresponding to each salt composition is shown. You must avoid to use salt bath at the temperature of two extremes (both upper and lower) of the temperature range. If you use at low temperature, the viscosity of salt bath becomes higher and then the quantity of salt brought out sticking to the work increases and becomes the reason of contamination of salt in next salt bath. Also, if you use at high temperature, the molten salt evaporates violently and at the same time salt deteriorates badly.

(2) Judgement of Deterioration of Salt

When the molten salt is new, the immersed work is seen through. As use time passes, the salt becomes impure due to the intermixture, such as several impurities and metallic oxides. Accordingly we can judge the condition of salt bath. As the more accurate examination method, there is steel foil test. Put a hole on one edge of steel foil (1.0 %C-Steel, $0.05 \text{ mm}^t \times 30 \text{ mm}^w \times 100 \sim 150 \text{ mm}^l$) and hang it with 1~2 mm dia wire and immerse it in the molten salt to be tested, after drying. After heating 20 min. at 900 °C, 10 min. at 1100 °C, 5 min. at 1200 °C, quench it in water immediately. If you bend the quenched foil and the foil is smashed to pieces, the neutralization of salt is all right practically. If you can bend the quenched foil many times, salt deteriorates considerably. This test may be

supplemented by analysis of the bath. High-heat baths containing in excess of 0.5 % barium oxide are likely to be decarburizing to steel.

(3) Rectification of Salt Baths

Baths of salts such as salt mixtures No.1 and 2 in Table 1 can be rectified with silica, methyl chloride or ammonium chloride. During rectification of a bath, the silica combines with the dissolved metallic oxides to form silicates. Although these silicates settle out as a viscous sludge that can be removed, methyl chloride bubbled through the bath in more effective methods of rectifying salt bath. The ammonium chloride pellets react with the oxides to regenerate the original neutral salt without sludge formation or bath thickening. To remove dissolved metals from high-temperature baths, graphite rods are introduced at operating temperature. The graphite reduces any oxides to metal, which adheres to the rod. The metal can be scraped off and the rod reused. After deterioration of salt bath proceeded exceedingly, it is very difficult to rectify it to the first condition. In this case, ladle out all molten salts once and make them solidify slowly in conical mold, then remove the salts deposited under part. As such work is very troublesome, it is necessary to take rectification work frequently before salt bath deteriorates badly.

- (4) In salt bath, scale of steel settles and constitutes sludge. When work contacts with this part, decarburizing happens remarkably. Therefore, sludge is to be scraped out frequently.
- (5) In case salt bath operation is stopped for long time, salt absorbs moisture and becomes useless. So, it is necessary to give some means so as not to absorb moisture.
- (6) In the case of externally heated furnace, attention is required for the melting of salt. When you melt big lump of salt, if you heat strong from outside, the part of pot wall where salts don't contact is heated locally and service life of pot becomes short.
- (7) In the externally heated furnace, the process of solidification of salt in the pot is as follows. Salts solidify at first from the inner circumference of the pot, next upper part, then to the center gradually. As the salt shrinks with the solidification, void grows in the center. If you heat up at this condition, explosion occurs due to the expansion of air in the void. Full attention is required.
- (8) Pot of fuel-fired furnace should be rotated slightly at least once a

week. Rotating the pot and using a sleeve reduce local deterioration in the region of flame impingement and prolong service life of the pot.

(9) Washing of Salts

Barium chloride cannot be washed out cleanly by water. You must care that if barium chloride remains on the surface of goods, rust appears on the surface. The salt stuck in the small hole or to the bottom of screw can be removed by blowing hot water with compressed air.

(10) The washed water contains public pollution. You must take enough care about draining. You must take care about the disposal of sludge, too. In Japan, if some one violates the law of prevent public pollution, he is punished by suspension of business and it becomes big trouble.

(11) There is a danger of explosion, if you put work stuck with water in molten salt. You must immerse the work in molten salt after preheated throughly. Especially, attention is necessary to the inside of hole and blind hole.

(12) The temperature control of salt bath is done with pyrometer, immersing thermocouple in molten salt directly. As a matter of course, the protection tube is used for thermocouple, but the tube is corroded mostly at the border line between salt bath and air. Consequently, heat treating cannot be done at correct temperature. Utmost care is always necessary for the supervision of thermocouple.

I enumerated things which are to be taken care at salt bath operation as they occur to me, but they may not be enough. Who does take so many cares? Needless to say, the worker has to do. With the heat treating furnace at which such many cares must be depended on manpower, you can never perform good heat treating. If some furnace in place of salt bath is developed, it must be natural that the salt bath is scraped and changes to the new furnace. The furnace then appeared is vacuum furnace.

3. Vacuum Heat Treating Furnace

Vacuum heat treating furnace which was completed in 1960's is called as a cold wall type vacuum furnace and is the type which a heating chamber is set in a vacuum vessel. In case of this type, as the vacuum vessel is not heated at all, it is unnecessary to consider the high temperature strength of vacuum vessel and the cooling speed is not interfered. If you throw the work came out from heat chamber into the quenching oil tank in the vacuum vessel, you can get vacuum oil quenching and if you quench the work forcibly in inert gas, you can get vacuum gas quenching. Also there are serveral advantages from the view point of saving energy. In case of cold wall type vacuum furnace, the heating chamber corresponds to the inside bottle of thermos, and the space between outside wall of heating chamber and vacuum vessel is insulated with vacuum. Therefore, the heat of inside of heat chamber is kept effectively escape and the radiation loss is small. As the thickness of insulating material can be thin when the radiation is small, the quantity of heat absorption becomes small and the heat up time of furnace can be shorten remarkably. Cold wall type vacuum heat treatment furnace not only makes the heat treating quality of work good but also has many advantages, such as saving energy, reduction of running cost and improvement of working environment etc., compared with gas atmosphere control furnace, salt bath and so on.

3-1 Advantages of Vacuum Heat Treating

3-1-1 The reason for guaranteeing high quality work

(1) Precise Heating Temperature

One of the reasons for uneven temperature in a furnace is attributed to the convection of gas in it. The temperature at the bottom of heating chamber is usually low and the temperature at the top is high. However, as convecting gas in a vacuum stage while heating is very rare, no heat transfer of gas is advantageous to excellent temperature uniformity. The other reason is heat content which heating elements and insulating materials (refractories) absorb. Vacuum furnaces can be equipped with graphite fiber product as a material for inner furnace components. It has a very low heat content and refrains from hunting by outer disturbance.

(2) Excellent Heating Atmosphere

The conventional idea that metals are not oxidized during heating; after oxidizing atmosphere (air) converts to deoxidizing atmosphere, metals are heated in a positive atmosphere, whereas vacuum heat treating is the way that oxygen partial pressures in the heating atmosphere are controlled below equilibrium metallic oxide to metal. The oxidation reduction of metal is represented as $2M + O_2 \rightleftharpoons 2MO$. When heated in a vacuum condition, the action shall be in progress from right to left. O_2 does not form any metal oxides and also previously formed metallic oxides shall be removed to gain an excellent surface of metal easily.

3-1-2 The reason why vacuum furnace offers low running cost

The energy saving feature among heat treating furnace is the important objective to be considered in order to reduce the running cost. As the countermeasures, it requires much effort to reduce absorbed of heat which a furnace wall takes away and also reduce radiation from the wall to the outside surface.

(1) Less radiation from the furnace wall

The absorbed heat of the wall is rapidly radiated to the atmosphere by the ambient atmosphere as a medium which the wall is exposed to. In a vacuum furnace, gas which the outside wall of furnace (the outside surface of heating chamber) comes in contact with is extremely rare, so that radiation loss is very small. It results in protecting 42 % radiant loss.

(2) Less absorbed heat which the furnace wall has taken away

It is needed to use adiabatic materials which are high heat-resistance with low bulk specific gravity and specific heat. The fact that ceramic fiber was introduced is evident as a part of energy-saving furnaces. In case of a vacuum furnace, graphite fiber with much higher adiabatic characteristics can be fabricated. The adiabatic characteristic is excellent, hence, the wall thickness insulated by this material can be thin. Furthermore, in a vacuum furnace the wall can be much thinner because of less radiation. Heat storage is below 1/25 in comparison with that of brick furnaces.

3-1-3 Other reasons why vacuum furnace has minimum operating hazards

(1) Longer furnace life

Since heat-resistant materials such as hearth, refractories, baskets and jigs as a furnace construction are exposed to various atmospheric gases at high temperatures waste due to oxidation proceeds very severely. In a vacuum atmosphere, however, a free choice of excellent heat-resisting materials such as molybdenum, tungsten, graphite, etc. can be made, because those materials will not be affected by oxidation. What is more, it remarkably prolongs the life of furnace and reduces the cost of maintenance.

(2) No pollution, improvements on working environments and working hours

Both heating and cooling are conducted in the same vacuum vessel which is completely sealed. Consequently, the occurrences like fume in oil quenching, flame curtain in gas carburizing and discharge of poisonous gas in salt bath do not happen in a vacuum furnace. As there is no danger of explosions, unmanned operation through the night can be expected without anxiety. Even if the furnace stops its operation at midnight or during holiday, it does not take too much to warm up so it might be well to go on heat treating production at once. Heat treaters used to be on duty during holidays midnights, but now vacuum furnaces permit heat treaters to decide their working hours in the same idea as workers at machining shop.

3-2 Various kinds of Vacuum Heat Treating Furnace

The components processed by vacuum heat treatment in the early 1960's were special metals used for space development devices and aircrafts, placing emphasis on only quality how to make a heat treatment absolutely perfect. In the late 1960's, no pollution and the simplicity of operations with little maintenance had been recognized and extended the applicable range capable of heat treating tool steel, stainless steel and so on. Furthermore, recently vacuum heat treatment has had wide acceptance into ordinary mass products as the most appropriate furnace as the countermeasures of energy efficient conservation. In response to these trends, various kinds of vacuum heat treating furnace from batch type to continuous type and developed and manufactured. Please refer attached catalogues.

3-3 Vacuum Heat Treatment for Tool Steels

In hardening tool steels one must consider to the C-C-T diagram (Continuous-Cooling-Transformation) in developing sound metallurgical properties. We will describe transformation time for gas quench in minutes. For example, many air hardening steels such as SKD61, SKD11 have periods around 8 minutes to cool below 700 °C. Oil hardening steels such as SK, SKS have less than 9 seconds to cool below 600 °C. Therefore we must select oil quench.

(1) Vacuum gas Quench

Gas quenching in all vacuum furnaces requires a supply of high purity gas with low moisture content. Gas of this quality is available commercially. Generally, inert gases used in backfill are; nitrogen, argon and generated nitrogen (See catalogue). Figure 2 illustrates a one chamber gas quench vacuum furnace. In gas quench tool steel, vacuum heat treatments are accorded the following cycle:

- (a) Clean work placed in baskets or fixtures, located within furnace, and door closed.
- (b) Vessel evacuated to about $2-3 \times 10^{-1}$ Torr.
- (c) Power applied to elements, vessel pumped to required pressure, work preheated, then soaked at desired time and temperature.
- (d) Vessel backfilled with pure gas to 600 Torr, and power turned off.
- (e) Work cooled with forced convection.
- (f) Vessel brought to atmospheric pressure and door opened.

※ (b), (c), (d) & (e) are operated by micro-processor controller (See catalogue) .

(2) Vacuum Oil Quench

Figure 3 illustrates a typical gas & oil quench vacuum furnace for tool steels. A operating cycle of the furnace requires following steps:

- (a) Set the temperature programmer for the desired operating cycle.
- (b) Set the vacuum recorder-controller's indicator at the desired vacuum.
- (c) Set the soak timer as required.
- (d) Set the "quench delay" timer if a delayed quench is desired.
- (e) Set the desired quenching mode, either gas or oil.

- (f) Open the outer door.
- (g) Open the inner baffle type door by turning the "door selector switch" to open.
- (h) Position the loaded work cart in the loading end of the furnace.
- (i) Secure the cart to the driving mechanism.
- (j) Close the inner and outer doors.
- (k) Turn the "off, run, start" selector switch to the "start" position.
- (l) Switch is spring loaded to return to the "run" position.
- (m) Depress the "start cycle" push-button. The vacuum valve opens and the furnace begins its automatic cycle.
- (n) Furnace pumps down and pre-set vacuum heating elements energise.
- (o) Upon completion of heating cycle, the vacuum valve closes; furnace backfills.
- (p) at this point the work is ready to be quenched.

If gas quench is selected, the internal door opens, oil circulator starts, and the work cart is pulled into the cooling zone. The internal door closes, heating elements de-energise, and the cooling fan starts.

If oil quench is selected, internal door opens, oil circulator starts, and the work cart is pulled into the cooling zone. The internal door closes, heating elements de-energise and the "quench delay" timer energises. At the completion of the quench delay period (may be zero if desired), the work is lowered into the quench oil. The cooling fan operates during the period the work is delayed over the quench oil. When the furnace cools, the "vacuum break" push-button opens the external door and unloads the work charge. Operation of the equipment is extremely uncomplicated and on repetitive cycles of heat treating, the operator need only load the furnace, shut the door, and depress the cycle button. Upon completion of the full automatic cycle, the operator opens the door and removes the work.

3-4 Comparison between Vacuum Heat Treatment Furnace and Salt Bath

For the heat treating operation with salt bath, there are many matters which the worker has to take care in the operation. Compared with the salt bath which even expert has to operate

always with the utmost care, heat treating work with vacuum furnace can be operated by even woman who has poor experience. Also the quality of goods obtained by vacuum furnace is much superior than that by salt bath.

Compared with salt bath, excellent matters of vacuum heat treating furnace are as follows.

- (1) Safety-Simplicity-Repeatability-Economy.
- (2) No hazardous atmospheres or chemicals to prepare, control, eliminate or purchase.
- (3) Absence of salt in blind holes, screw threads, etc., or stratification of atmosphere resulting in soft spots, etc.
- (4) Absence of either carburisation or decarburisation.
- (5) Minimising of grinding, polishing, and burnishing after hardening-particularly on complex dies and moulds, since the metal finish will be as bright as it was when the work was introduced into the furnace.
- (6) High Rockwells for ultimate metallurgical properties give longer life to tools treated in vacuum.
- (7) Repeatability processes automatically achieved through C-C-T curves by instruments and circuitry, not dependent upon operator skill or attention.
- (8) Economical operation achieved as vacuum furnaces require utilities only when operated, unlike atmosphere or salt bath which must be almost continuous in operation. Maintenance of heater and insulating material is negligible and salt bath equipment requires daily attention.
- (9) Control of distortion is possible by programming preheat cycles prior to heating to austenitising temperature. Another method of minimising distortion can be programmed into cooling cycle and result in reduced distortion.

4. Conclusion

Finally, I introduce you an appraisal for the results after some company changed salt bath to vacuum furnace for heat treatment of tools.

The furnace is working a planned: it has replaced all hardening furnaces in the tool operation. Total cost savings are 119 % of planned : These statements from a post audit of a vacuum heat treating furnace at SPS Technologies, Jenkintown, PA., U.S.A. Since materials being processed vary from the high-speed steels (D-2 and other special tool steels all the way through SAE 4130) and other high-property alloys for tools and dies, extreme flexibility is a must. This used to be achieved with three salt bath furnaces, two high-temperature hardening furnaces and a dissociated ammonia bright hardening furnace. These have been eliminated, and gas & oil quench vacuum furnace is used. A single operator now runs the vacuum furnace. Resultant direct labor savings are about \$42,000 a year.

One major saving is possible because power is supplied to the vacuum furnace only during a portion of its cycle. Power is completely off during the remainder of the cycle and between cycles. (salt bath furnace: power supplied to salt pots 24 hours a day, seven days a week.) Annual utility costs were budgeted at \$42,000. With the vacuum furnace, annual utility costs are projected at \$7,700 — a yearly savings of \$34,000. These savings will rise as the price of electricity goes up. The cost supplies and maintenance for salt bath furnace would have run about \$38,000. The vacuum furnace is costing about \$3,700.

Indirect Benefits: Because one furnace has replaced five, processing and production control also are simple and single queue is used instead of many, so in-process inventory is reduced. Quality is consistently good. With no scrap. Warpage or distortion in parts also in minimized. And since the surface finish, through darkened somewhat, is as good as the surface before hardening.

※ Reference Book: PRODUCTION, OCT. 1979, U.S.A.

“Vacuum Heat Treat Furnace Draws Costs Down”

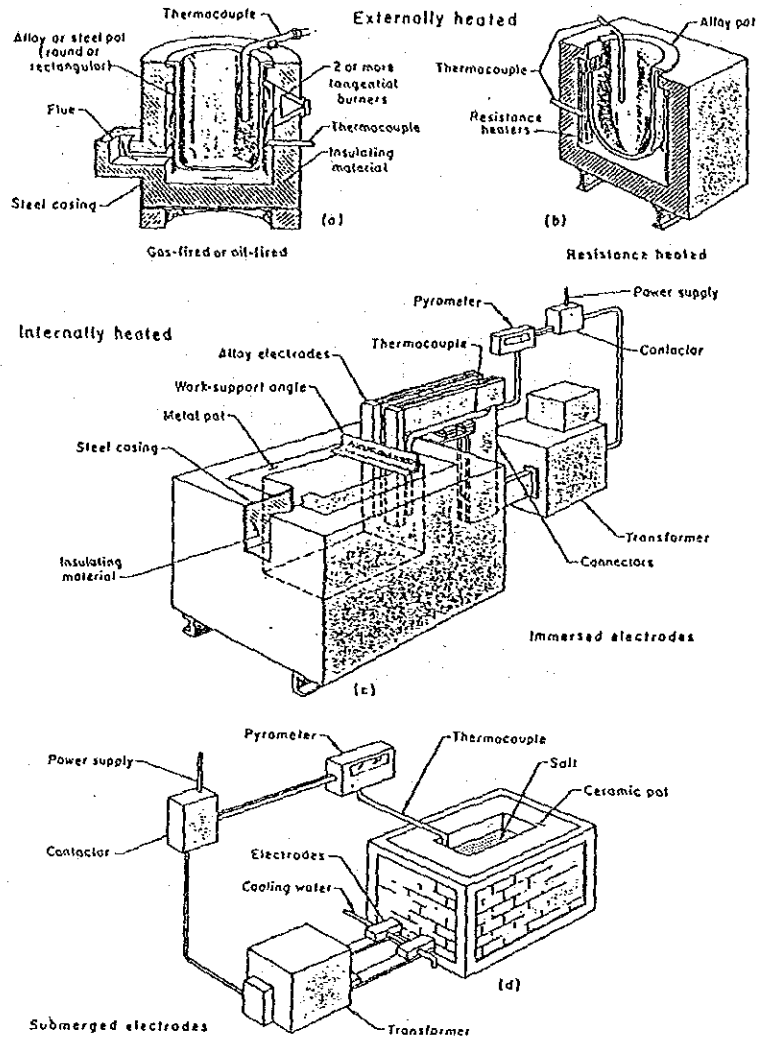


Fig. 1. Principal types of externally and internally heated salt bath furnaces

Salt mixture No.	Composition, %						Melting point		Working range	
	Barium chloride	Sodium chloride	Potassium chloride	Calcium chloride	Sodium nitrate	Potassium nitrate	°C	°F	°C	°F
Austenitizing salts (high heat)										
1.....	98-100	...	...	...	...	...	950	1742	1035-1300	1895-2370
2.....	80-90	10-20	...	...	...	...	870	1598	930-1300	1705-2370
Preheat salts										
3.....	70	30	...	...	...	...	335	635	700-1035	1290-1895
4.....	55	20	25	...	...	...	550	1022	590-925	1095-1700
Quench and temper salts										
5.....	30	20	...	50	...	...	450	842	500-675	930-1250
6.....	...	...	...	...	55-80	20-45	250	482	285-575	545-1065

Table I Typical compositions and recommended working temperature ranges of salt mixtures used in heat treating tool steels

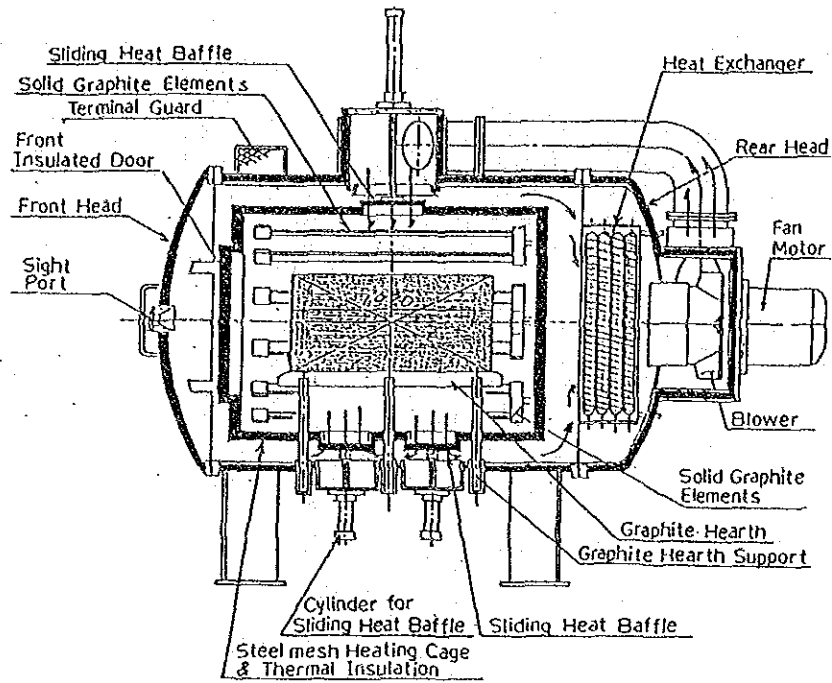


Fig.2 Gas Quench Vacuum Furnace

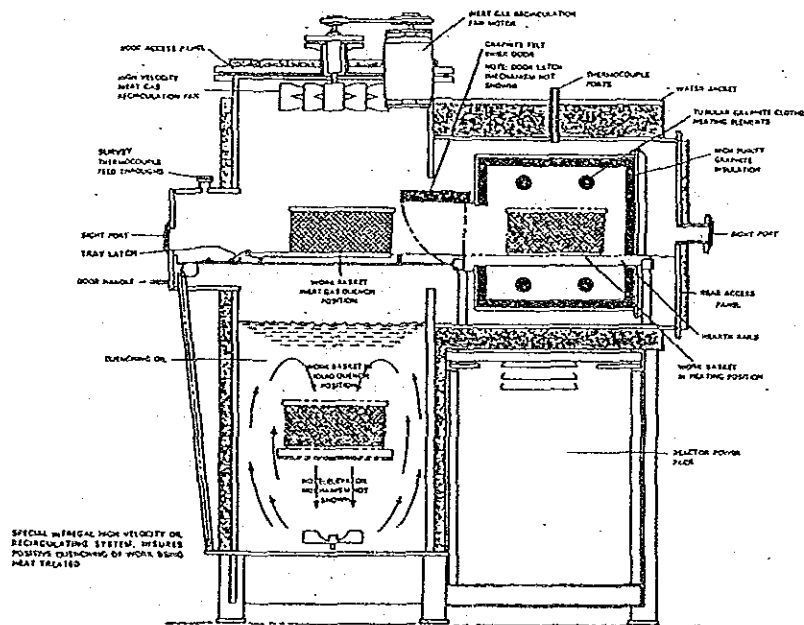


Fig. 3 Gas & Oil Quench Vacuum Furnace (VCQ-ME-060912)

資料3 各国の工業事情についての感想

3-1 タイ

タイはインドシナ半島の中央部にあり、東、北、西は山岳で国を守り、中央部の大部分は肥沃な平野で中央部を母なるメナム川が流れ、東南アジア随一の穀倉地帯となっている。面積は日本の約1.4倍、人口は4,500万人である。1938年に立憲君主国となり、あらゆる面で近代化をはかった。タイは自然条件には恵まれているが鉱物資源は比較的乏しく、石灰石、岩塩、錫およびシャム湾の天然ガスなどがある。

タイの主要産業は農業である。古くより米の輸出国として知られているが、最近では各国の緑の革命が成功しつつあり、米の価格が下がっているので輸出が思うにまかせず、農民の生活が苦しくなっている。

タイの工業化は公営企業により始まったが、1960年に民間主導型政策に全面転換した。1986年より第6次5カ年計画に入っている。初期には工業品の輸入代替産業が育成されたが、これらは原材料や資本を輸入に依存する工業で外貨を最も消費する部門となった。最近では輸出産業指向をとりその成長率も他より高い15%を見込んでいる。1983年時点でGDPに占める製造業の割合は約21%である。製造業中では食品加工業が一番大きく27.8%、次いで繊維産業が20.4%、輸送機器産業が10.4%、石油産業が7.9%、化学産業が7.7%、非金属鉱物製品7.1%となっている。機械、金属、電子機器の成長は遅いものの近年立地が進んでいる。なお、政府は1985年の工業製品輸出額は全輸出の49%に達していると発表している。工業製品の意味は日本と少し違う点があるものの、農業国から工業国に転換しつつある様子がわかる。タイの工業の特徴は軽工業が先行しており労働集約産業が多いことである。重工業についてはシャム湾東部での天然ガスを利用した政府のプロジェクトがあるが必ずしも順調ではない。

タイの食品加工業はタイでとれる農産物を原料にしたアグロインダストリーが輸出競争力を持ちうる観点から政府が最も力を入れている。米の加工食品、魚や鶏肉の半加工品が大量に日本に輸出されている。繊維産業は約1,400社あり、雇用人口は50万人で、その輸出額は工業品輸出の50%を占めている。織物業は設備過剰で不況であるが衣料業は価格競争力があり、急成長している。実際、街では木綿のみであるが衣類があふれるほど売られている。しかし、繊維機械はまだ輸入している。

タイの自動車産業はアSEMBル産業として発足した。メーカーは現在14社、車種は120種あるが、需要は約10万台で、その93%は日本車である。トラック、バスの車体メーカーは約10社、大手部品メーカーは20社で、チェーン、ラジエータ、マフラー、スプリング、ブレーキライニング、フィルター、座席、バッテリー、スパークプラグ、電気部品などを生産している。農業用トラクターのアSEMBルメーカーは約10社で全需要の半分を国産している。

耕運機メーカーは100社以上ある。農業用エンジンは1980年より生産が始まり、1984年には国産化率は70%に達している。自動車用ディーゼルエンジンについては工業省で国産化を検討中である。

タイの二輪車メーカーは日系4社のみで、その国産化率は1979年に70%になっている。タイ政府の指導によりエンジンの国産化が進められている。チェーンの工場をかいま見る機会があった。自動供給装置付の日本製プレス機、レトルト回転式ガス浸炭炉など数十台を使って大量生産していた。検査機器もかなり備わっていることから品質、コスト面で日本製品に十分対抗できるように想像した。また、新聞報道によれば日系企業の金型の生産技術が向上し、精度の高い金型が製造できるようになったのでこれをインドネシアに輸出して自動車部品のプレスに使うことになったようである。このようにタイの先端企業の技術力は相当高いようである。ただ、後述するようにこれらの技術が中小企業になかなか普及していかない点に問題があると思われる。

タイには電炉メーカーが6社あり、年産60万トンの能力がある。これはタイの総需要の60%程度を賄っている。国内生産品は線材、棒鋼、形鋼のみである。伸鉄メーカーは21社、鋼管メーカーは14社ある。2次製品である鋳鍛造品、トタン板、ブリキ板、鋼管などは(素材は輸入品であるが)ほぼ自給している。なお、シャム湾の天然ガスによる直接還元製鉄所計画がある。

タイの非鉄金属資源はマレーシア国境近くで錫が採れ、世界第3位の生産量であるが、その外の非鉄金属は地金を輸入している。

タイの化学工業はまだ初期の段階にあり、規模も小さく、生産品も限られている。肥料は全量輸入している。タイのエネルギー総需要の60%は石油であるが、全量輸入である。石油精製工場は3社あり、ほぼ国内需要を賄っている。石油化学製品は輸入しているが、ナイロンなどは製造可能である。プラスチック成型加工業者は約1,000社あるが規模は小さい。

タイは米と錫以外に輸出商品がないので早くから工業品の輸出に力をいれている。輸出のためには工業規格が必要であるとして、タイ工業規格協会を設立し、タイ工業規格(TIS)の制定を急いでいる。同所よりTISのカタログを入手したので、記載されている約800の規格より機械金属関係の規格を抜粋してみると、つぎのようなものがある。

錫板	強化コンクリート用棒鋼	液化石油ガスボンベ
溶接棒鋼	メッキ鋼板	ドリル
メッキ鉄条網	板バネ	プレストレスコンクリート用鋼線
構造用中空鋼管断面	特殊用釘	真空容器
Vベルト	コンベアベルト	ISO規格ねじ
焼き鈍し鉄線	ボルト、ネジ、ナット	メッキ鋼網

機械製図	自動車用クラッチ板	メッキ軟鋼水タンク
鉄鋼材料試験方法	パイプ継手用マリアブル鋳鉄	自転車フレーム
鋳鉄バルブ	自転車リム	鋼パイプ
アルミ押出し材	自転車ハンドル	高速度鋼バイト
バイクスポーク	アルミ箔	アルミ、アルミ合金板
バイクチェーン	ネジ許容基準	自動車排気系
バイクマフラー	自転車泥除け	低炭素棒鋼
高炭素棒鋼	自転車チェーン	圧力ガス容器
自転車チェーンホイール	ハンダ	自動車タイヤ
パイプフランジ	バタフライバルブ鋳鉄	鋳鉄チェックバルブ
ラジエータ	メッキ鋼撚線	ステンレススプーンほか
ローラーチェーン	ステンレスコップほか	鋼ワイヤロープ
熱間圧延鋼板	鋳鉄栓ほか	ねずみ鋳鉄
球状黒鉛鋳鉄引き抜き鋼線		軟鋼用ガス封アーク熔接棒

このほかに大量生産されているながらまだ規格化されるに至らないものはこれを数倍上回るものと考えられる。むしろ、規格されているものは輸出能力があるとしてよいと思われる。そこで、この表より、タイの機械工業を推察してみると、自転車の規格が目立つことから確認していないがタイの自転車産業の力は十分高いと考えられる。自動車部品の規格は全部品数に比べて少数であるから、車の完全国産化はまだ先のことであろう。鉄鋼材料では炭素鋼と鋳鉄が少しある程度である。むしろ線材など2次加工品が目につく。高速度鋼バイトやドリルは他よりやや突出する感じであるが、いびつながらも進んだ企業があるものと考えられる。

タイには熱処理を行っている企業が合弁企業、pure national companyを含めて約250社ある。このうち熱処理専門企業は20社である。これらの企業を対象にJICAが調査を行った結果がある。熱処理業の内容についての回答が少ないので統計上の意味は少ないがタイのおける現状は把握できよう。

1. タイで行なわれている熱処理は焼なまし、焼ならし、焼入れ、焼もどしが多いが、浸炭も同程度行われている。窒化、ソルトバス処理も行われている。合弁企業では真空熱処理も行われている。
2. 資本金が比較的大きい。これは兼業企業に大きな企業があるためと考えられる。
3. 売上高は資本金に比べて小さい。
4. 従業員は総数50人以上が50%であるが、熱処理に従事している人は5~20人程度と考えられる。日本の専業者1社あたり14.5人(55年通産統計)と比較して、同規模と考えられる。

5. 従業員の経験年数は約5年あるが平均勤続年数は2年しかない。平均賃金は1000バーツと極めて低い。教育レベルは小学校卒が多い。

6. 取扱い部品比率はつぎのように自動車部品が多い。

自動車部品	54%	農業機械部品	39%	工 具	31%
歯 車	31%	一 般 機 械	31%	金 型	23%
工業機械	15%	電 気 機 械	15%	金 属 加 工	15%
鉄道関係	8%	家庭用品	8%	ポ ン プ	8%

ただし、数値は取り扱い企業数比である。

7. 炉の保有率

電 気 炉	83%	石 油 炉	50%	焼入れ焼もどし炉	50%
ソルトバス	33%	浸 炭 炉	33%	コ ー ク ス 炉	17%
木 炭 炉	17%	Gan heating furnace	17%	窒 化 炉	17%
誘導加熱炉	17%				

8. 月間生産規模は1,500 pcs/m以上の企業が65%ある。焼入れなどの月生産量は1000～2500 kg/mが多い。注目すべきは浸炭の生産量が1000～2500kg/m 2社、1600～40000 kg/m 1社ある。

9. 検査器具の装備が悪く、温度計でさえその所有率は50%以下である。温度記録計所有率は30%である。かたさ試験機の所有率は65%でほとんどロックウエルかたさ試験機である。

10. 品質管理、標準化はいちじるしくおこなわれている。

11. 使用する規格はJIS 60%、客先規格 35%、TIS 13%である。

12. 企業の60%が不良率2%以上出している。

13. 市場は大部分国内であるが、一部は先進国、途上国に輸出している。価格競争力は50%以上の企業が強いと答えている。

14. 将来への経営政策

技 術 開 発	59%	シエア拡大	59%	品 質 管 理	41%
教 育 訓 練	41%	生 産 管 理	35%	生 産 性	29%
製 品 開 発	23%				

技術開発は世界の熱処理の進歩にあわせて例えば、雰囲気熱処理、真空熱処理、などに企業経営者の関心が集中しているものと思われる。

タイではバンコクとチェンマイの中心部をかいま見たにすぎないが、街は活気にあふれ、物資は豊富でしかも市民の購買力もさうとうあるように感じた。この点では日本とはほとんど変わらないとの印象を受けた。しかし、統計によればタイの国民所得は日本の10分の1以下にし

かすぎない。現地新聞には米の輸出が思うにまかせず価格が下がったため農民が苦しんでいる様子を報じていた。このため都市と農村の格差がますますひらき、人々がバンコクに流入して、政治問題になっているようである。工業化の面でも同様の格差がみられる。先進国との合弁企業は数百社あり、これらは最新の設備を持ち、高い生産性をあげているが、地場企業は極めて遅れている。せっきく導入された技術、経営資源が国内移転しないようで、政府の悩みとなっている。この原因は他の途上国にも多く共通するところであるが、少量生産では採算が取れず輸入したほうが安いと言う事実、人材がなかなか育たず育っても管理者指向が強くあるいはすぐに job hopping するので技術が蓄積されないなどのことが考えられる。

- 参考資料 1. タイ国経済概況（1984～85年版）、バンコク日本人商工会議所。
2. TIS Catalogue, 1986, Thai Industrial Standards Institute.
 3. タイ国金属加工業振興計画調査報告書、昭和60年1月、国際協力事業団。
 4. 日本経済新聞、昭和61年9月5日記事。
 5. 現地における聞きとり。

3-2 スリランカ

スリランカは赤道の北700 kmの熱帯地方にあり、面積は北海道の8割で中央に2500 mの山があり、周囲は平原である。人口は約1500万人、首都はコロンボである。島の北端はインドよりわずか30 kmしか離れていないので、インドの影響を強く受けている。

スリランカは農業国であり、既に紀元前よりたくさんの灌がい池が作られている。イギリスの植民地となってから紅茶、ゴムなどの輸出農作物をつくらされた。このため食糧が不足し、今日でも米や穀物の一部を輸入に頼っている。輸出品は茶、ココナッツ、ゴムが多い。

この国には職業訓練学校がたくさんあり、教育程度は比較的高いが国内に職場がないために海外に出稼ぎに行ってしまうのが政府の悩みである。これら出稼ぎによる海外送金はこの国の重要な財源である。最近アラブ諸国の経済が悪くなって送金が減り、困っている。工業は軽工業の段階で特に衣料業が盛んである。空港のあるニゴンボからコロンボにかけて自由貿易地域を設け、企業誘致に努めている。日本との合弁企業は40件あり、ノリタケ、第一セラミ、ランカメタルなどがある。誘致企業により、従来タイや中国より輸入していた安価品を国産化しようとしている。高級品は日本からの輸入品が多い。なお、空港近くに韓国の履物工場があったほか、街でも韓国人が目につき、想像以上に韓国が進出しているのに驚いた。

この国にも工業化計画はあるがなかなか進まない。ひとつには国内市場が小さいのでコストが下がらず輸入したほうが安いという事実がある。また、バンダラナイケ首相時代に非同盟政策をとり、公営企業をたくさん作ったので競争原理が働いていないことも原因である。外貨がないので物資が不足している。しかしこの国の人は修理は得意で自動車なども直し直し使っている。経済援助はアメリカ、日本、ソ連が多い。国民はソ連に親近感を持っている。子弟の教育などの面ではイギリス、オーストラリア、アメリカなどに行くケースが多く、日本には少ない。

JICAの研修を約2000人の人が受けており、非常に評判がよい。研修を受ける条件として1年以上在職する必要があるようである。国が小さいので研修員の連絡がつきやすく、JICA同窓会が盛んである。本年も350人の帰国研修員が集まってパーティと発明展をした。

参考資料1. 現地新聞および聞きとり。

3-3 インドネシア

インドネシアの経済は石油の負うところが大きく、外貨収入の90%を石油で占めている。政府は石油依存率を50%以下にする目標で各種産業の振興に努めている。その例として、製鉄所が既にクラカ島に完成しているが、更に第2製鉄所を作るとしてJICAに予備調査を依頼している。製鉄に力を入れる理由の1つはこの国では石油のほか石炭や天然ガスが豊富に産出し、燃料に不足しないことがある。しかし、鉄鉱石は出ないので隣のオーストラリアから輸入する。自動車産業では国産部品の使用を義務づけており、完成車の輸入は原則として禁止している。国産自動車はも徐々によくなっているものの、細かな仕上げや耐久性で日本製品と格段の差はあるようである。車の生産は約13万台でこれを21社(合弁企業)で作っているが政府はこれらの企業を競争させて最終的には3~4社に絞るものと考えられる。これらの数社によりエンジンを含めて完全国産化を図る予定である。

インドネシアの産業政策の特徴は *toppull* にある。この政策は経済技術応用利用庁に負うところが大きい。その政策により、飛行機、コンピュータ、兵器の国産を進めている。

インドネシアは他のアセアン諸国に少し遅れて工業化を進めているので、アセアン諸国との競争を意識している。自国を *Late comer* と認めている。セメントは優位にあるが、重工業は必ずしも強くない。シンガポールと同じようにバタン島に工業区を作る計画もあるが進んでいない。インドネシアの場合、人口では強大な市場であるが、実際の購買力は小さいので、ある程度の輸出を必要としている。この場合他のアセアン諸国の持つ市場とどう調整あるいは参入するかが問題である。

国土が広く、資源に恵まれているので、資源あるいは素材の国際競争力は強いが機械工業の分野では政府の強力な政策により合弁企業による国産化が図られているものの輸出競争力はないものが多い。次ページの表は *Metal Industries Developing Center* 発行の雑誌 *METAL INDONESIA 1986*、による機械別のコストの試算値である。表に示す1983年実績では、簡単な機械類は国産で十分まかなえることがわかる。鋼材およびそれらの2次製品である容器、コンベア、クレーン類はもう少しで国際競争力を持つことができそうである。これらの機械に必要な技術は溶接、鋳造および切削加工技術である。工業用ポンプ、金属加工機械、モータなどは輸入禁止政策により国産化出来るであろうがコスト的には相当の努力が必要であろう。これらの機械では部品にきびしい性能が要求されるので本研修で扱う熱処理技術が必要不可欠となる。よりレベルの高い工作機械、エンジンなどは機械設計能力の多可が問われるので当分は輸入に頼ることになる。

インドネシアは各国に技術研修を依頼しているが、日本に対しては現場技術研修員を多く出している。これに対して、アメリカ、オーストラリア、西独、カナダ、英国などには研究者を大学に出している。アメリカへの大学留学者数は日本のその10倍以上ある。この原因はた

Table 3.1.

Working capital factor	:	.24
Fixed capital factor	:	.1664
Labour and variable cost factors	:	1.0 1.5
Steel local and import factors	:	1.5 1.0 1.2
Plant output factors (cast/forge, machining, fabricate, assembly)	:	
		6.0 4.0 3.0 2.0

	Product group	Cost Ratio	Prod Ratio	DRC	Recommendation
40	Gensets	.91	L	.45	Domestic
42	Mineral process plant	.93	M	.68	Domestic
5	Simple fabricated plant	.96	L	.81	Domestic
32	Large pumpset assys	.97	L	.75	Domestic
6	Small fabricated mc's	1.00	L	1.01	Domestic
33	Transformers	1.08	H	1.25	Import
3	Std sheetmetal products	1.10	H	1.10	Import
8	Small equipment	1.12	H	1.15	Import
2	Simple steel structures	1.13	*	1.14	Import
4	Trailers and containers				
		1.18	H	1.25	Import
7	Large fabricated mc's	1.20	H	1.42	Import
16	Cranes and hoists	1.21	*	1.55	Import
1	Simple plate products	1.22	*	1.24	Import
27	Conveyors	1.23	H	1.38	Import
13	Heavy vessels	1.23	H	1.38	Import
28	Medium generators	1.41	H	1.92	Import
-22	Medium constr machinery	1.43	H	1.80	Import
18	Medium quarry machinery	1.45	H	1.73	Import
21	Light constr machinery	1.46	*	2.02	Import
25	Small farm machines	1.47	*	2.70	Import
12	Small pumps	1.47	*	2.75	Import
14	Industrial boiler assys	1.49	*	1.93	Import
15	Small boiler assemblies	1.68	*	2.37	Import
17	Heavy quarry machinery	1.72	*	2.47	Import
31	Industrial pumps	1.72	*	2.62	Import
20	Medium production mc's	1.76	*	2.29	Import
19	Metallforming machinery	1.80	*	2.13	Import
9	Water valves	1.83	*	2.41	Import
24	Small woodwork machines	1.89	*	3.63	Import
34	Medium electric motors	1.90	*	5.53	Import
38	Oil rigs	1.92	*	5.68	Import
36	Small compressors	1.98	*	3.51	Import
41	Heavy constr machinery	2.03	*	3.64	Import
39	Heavy special machinery	2.07	*	4.14	Import
26	Forklifts	2.13	*	4.83	Import
29	Industrial valves	2.30	*	5.45	Import
23	Small machine tools	2.33	*	8.32	Import
30	Hydraulic equipment	2.41	*	5.94	Import
37	Small diesel engines	2.45	*	8.89	Import
10	Forged farming tools	2.47	*	-27.85	Import
35	Small electric motors	2.48	*	21.25	Import
46	Auto type forgings	2.53	*	-2.26	Import
43	Farm tractors	2.58	*	-152.82	Import
43	Large diesel engines	2.65	*	1026.04	Import
44	Medium machine tools				
		2.68	*	11.39	Import
48	Auto type castings	2.86	*	-9.39	Import
11	Forged hand tools	2.90	*	39.17	Import
47	Machine tool castings	3.30	*	13.26	Import
	Domestic Ratio	1.69	Gain Ratio	0.009	K/L Ratio 11.344

くさんあろうが、ひとつには日本では学位をとりにくいことが原因と思われる。MITなどはアメリカで就職しないことを条件に2年間で学位を与えているとのことである。この国では国内有名大学を卒業したのち外国留学した人が政府権力に就いている。例えば、バークレー出の人はバークレーマフィアと呼ばれるグループをつくって政府の主要ポストを占めている。この点では日本の学位制度は検討する必要がある。

参考資料 1. ジャパンクラブによる調査書97～111頁。

2. Metal Indonesia, 1986, Metal Industries Developing Center.

3. 現地における聞とり。

JICA