

企業が行う技術協力と技術移転のもう一つのサンプルを親しく見聞視察する好機となったが、JICAによる研修は集団研修という性格上、現在の方針はそれなりに意義のあることを確認した。

この工場で作られるガラス食器はタンブラーが主力商品であり、容量200ccのものが一般的で、透明のものあるいはグラスカラーでプリントする。この工場の1日の生産量は45 ton/dayである。この量はタイのガラス食器を十分に満し、なをかつ余力があるため輸出しなければならない程である。ガラス食器の需要はガラスビンほど旺盛ではない。これは容器ガラスのところでも述べた如く、飲物の種類が少なく、食生活とくに住民の問題があり、家族そろって食事をする習慣の定着とともに食器の数は増加し、その種類も陶器、磁器、ガラス、ホーロー、金属、木、プラスチックなどとなるが現在の段階は水を飲むタンブラーである。この国のガラスはビンガラス、板ガラス、ガラス食器の順番に進んで行くと思われる。

## ニ. Thai - Asahi Glass Co., Ltd. (フロート板ガラス、帰国研修員0名)

バンコクは至るところ高層建築工事が行われ、1960年後半の東京のようである。このような背景を基に、この会社の板ガラス工業は従来のアサヒ式引き上げ法からフロート法による板ガラスに移った。板ガラスの製造は完全な装置産業であり、その製造技術は先進国に100%依存している。この会社は日本の旭ガラスとの合併会社である。フロート板ガラスの用途は建築用(窓ガラス)と自動車用(ウインドーシールガラス)であるが、後者は修理用として1%程で、殆んどが建築用窓ガラスである。一般住宅における窓ガラスの面積は温帯地域に比べて小さくし、太陽熱の取り込みをできる限り少なくしてある。これには着色板ガラスが適しており、複層板ガラスなども冷房、騒音などから採用されてもよい。

## (3) インドネシア

### イ. P.T. Iglas (ビンガラス、帰国研修員3名)

この会社は1958年に設立され、翌年25 ton/dayの規模で生産が開始された。'60年には溶融炉が2基(25 ton/day × 2 = 50 ton/day)となり、50 ton/dayとなった。'66年セブンアップの要請でエメラルド・グリーンボトルを製造開始した。'71年オーストラリアACIと技術提携をした。ガラス生産量は71年80 ton/day、73年130 ton/day、83年155 ton/dayと冷修毎に容量は着実に増大しており、この国でのガラスビンの需要が確実に増加していることを物語っている。

この工場のエンジニアリングは現在西独のSORG社が担当し、3ヶ月に1回は技術者が訪れ各種装置及び機械の保守に当たっているという。このP.T. Iglasの特色は各国(ドイ

ツ、オーストラリア、日本、ベルギー、英国)の技術を取り入れ、これを消化していることである。

これらの技術をどのような基準で選択したのか明らかではない。この工場の技術的な特色はガラス溶融炉である。ガラス工学の基本を溶融炉に置き、原料管理、秤量の自動化(集中制御ではない)、混合、輸送などがバランスよく運転されている。ガラス工場は一般に粉体を取り扱うため、粉じんで汚れるのが普通であるがこの工場では清潔で良く管理されている。特に発電室は実にきれいであった。

ガラス溶融炉は普通のエンドフレーム形式であるが、炉にはバブラー、エレクトリック・ブースターが設置されており、これらを直接確めることができた。ガラス成形する場合不均質による問題がしばしば起るが溶融炉内で十分に均質化を行えば、熱的な問題のみになり対処しやすくなる。バブラー、ブースターの技術が確立できれば商品質のガラスが得られ、成形技術の向上とともに軽量化ピンの製造への可能性が前進する。

この工場の製ピン機はISマシーンと自社開発のロータリー製ピン機で、このロータリー方式でもIS-8セクションマシーンに十分対抗できる製ピン機を開発できるなど製ピン技術の水準は高い。

試験、検査室の設備はガラスピンの製造、検査に必要なものはすべて揃っていた。強度(内圧)、粘度、比重、耐熱、膨脹係数、化学的耐久性、着色などの物性測定と化学分析ができるようになっている。分析の迅速化が要求され出している。これはガラスの組成変動が粘度などに影響を及ぼし、製ピンスピードに問題を起すからである。これらに対処するには化学分析ではスピードの点で無理である。これには自動蛍光X線によるガラス、原料管理しかない。この蛍光X線分析器は高価であるが迅速分析が可能となり、操炉との反応が速くなり、結果として効率が上ることになり、利益を生むものとなる。

ピンガラスの色は無色、アンバー、グリーンの3色に分けられる。このうちグリーンガラスはこの工場でもすでに開発されているがこのガラスは紫外域の400nmを70~75%透過し、現在のエメラルド・グリーンの規格からはずれている。エメラルドグリーンボトルの400nmでの透過率は0~5%範囲(P.T. IglasではこのガラスをU.V.グリーンガラスと呼んでいる)である。この件について現地での指導の項、5-(2)で詳細にのべる。

ロ. 工業省科学工業開発局 Ceramic Research and Development Institute = C R D I  
(帰国研修員5名)

今回我々が訪問した唯一の国立研究所であるC R D Iはセラミックスを主に研究することを目的に設置されている。このためガラス、ホーローはファインセラミックスのうちの1項目として取り扱われている。研究所内を見学した限りではホーローの施設は見当らなかった。ガラスの研究室は2室あり、ここに試験溶融炉、歪み計、内圧強度試験器、熱衝

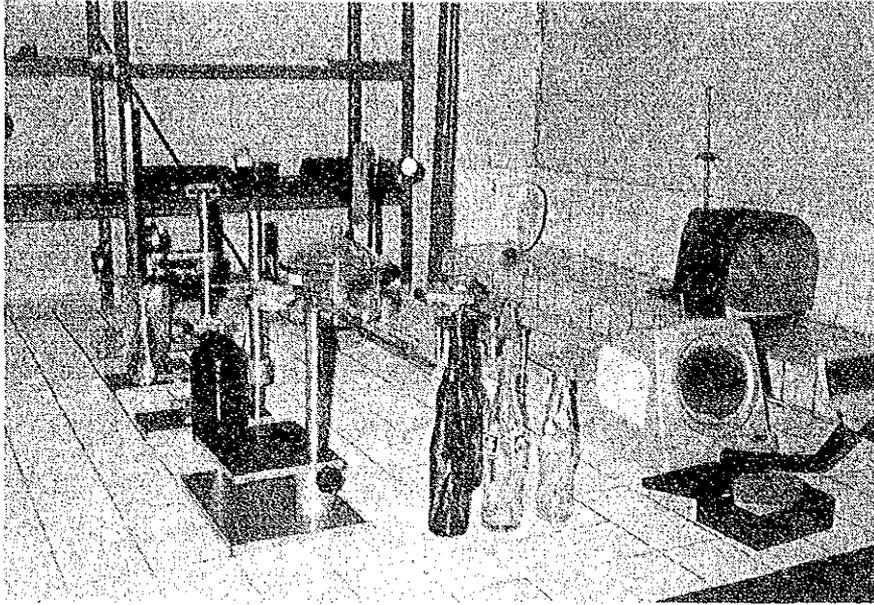


写真18 CRDIファインセラミックスガラス研究室  
歪み計とガラスピン寸法計測ゲージ

撃試験器、温度勾配炉、オートクレーブなどが設置されている。これらが過去どのような研究に用いられたか不明である。このCRDI全体の施設はP.T. Iglasよりも充実している。

ガラス部門におけるCRDIの役割はP.T. IglasのU.V. グリーンガラスの開発に対して技術指導あるいは共同研究をする体制をどのように作っていくか、また近い将来ワンウェイ軽量ピンに関する機械的、熱的な物性とこれら材料に対する国家基準の問題などにCRDIがどのように関係して行くかという段階にきている。これらの状況から所長のDr. Prapotoはこのガラス部門を強化し、これらの状況に対処しようと考えている。この強化策としては集団研修コースよりも個別研修コースの方が望ましい。CRDIのセラミック部門は名古屋工業技術試験所と研究協力が行われており、第2期に（第1期5ケ年、第2期4ケ年）入ったとのことである。

CRDIの主要研究設備にはオランダ・フィリップ社の計測器が多い。これらの装置はオランダ政府の無償援助によるものでこれら装置の技術指導を2年間にわたって行ったということである。

CRDIにおけるガラス部門はMr. Sujataが責任者で2名のスタッフが研究所を行っている。このスタッフを日本に招へいし個別にガラス工学を研修させることがこのCRDIのガラス部門を強化させることにつながるであろう。こうした見地からガラス研究に必要な設備を援助し、ガラスの技術センターを作る必要がある。

(4) フィリピン

イ. San Miguel Corporation (ビンガラス 帰国研修員3名)

サンミグエル社のガラス工場は、フィリピン最大のビンガラスメーカーである。サンミグエルは容器としてガラスビンだけでなく、金属、紙、プラスチックなど容器全般を取り扱う総合容器メーカーである。

この会社はマニラとセブ島にガラス工場を持ち、合計7基の溶融炉で900 ton/dayのビンガラスを生産する。この規模は表2に示したタイ国全体の87%になり、先進国と同等であり、その技術水準も高い。このことは良く整備された試験、検査、分析室及び日常の品質管理などからも知ることができる。例えば軟化点の測定は各炉について、1日2回行い成形機の最適条件をより正確に設定し生産性を上げる努力がなされている。このような品質管理が行われているため、この工場から出荷されるビンガラスは品質、寸法精度とも良好で、フィリピンのみでなく東南アジア全体に輸出されており、日本の食品、薬品メーカーも使用している。

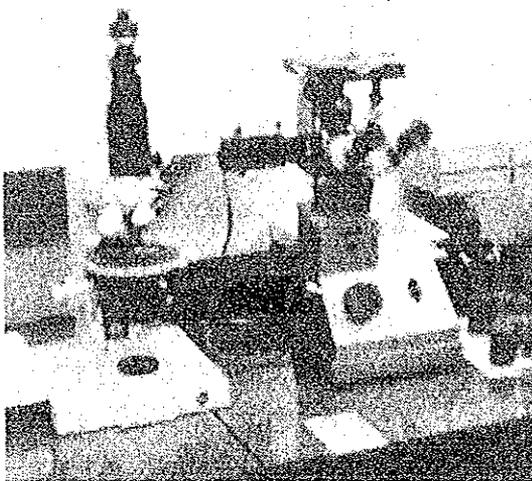


写真19 偏光顕微鏡と金属顕微鏡

ガラス中の結晶や不均質の観察のモールド表面の研磨侵食の観察を行う

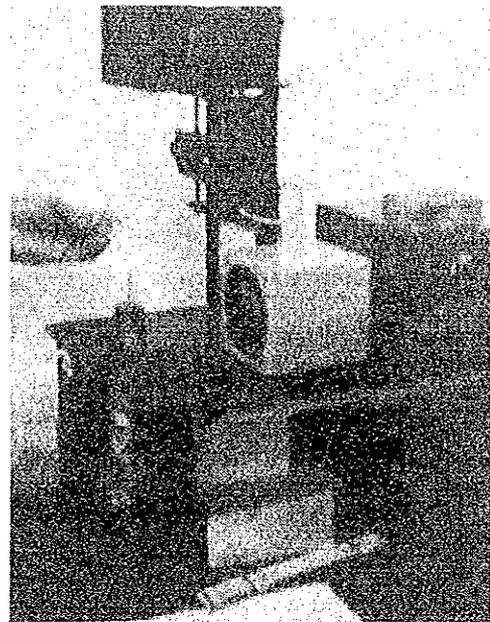


写真20 ファイバーエレンゲージ  
ョン法による粘度測定器

徐冷点と歪み点の計測に用  
いる

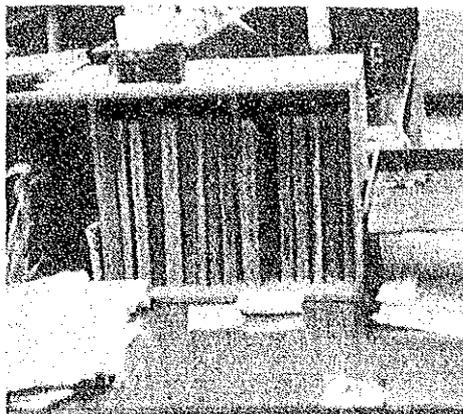


写真21 各種試験装置のマニュアル  
化学分析のマニュアル

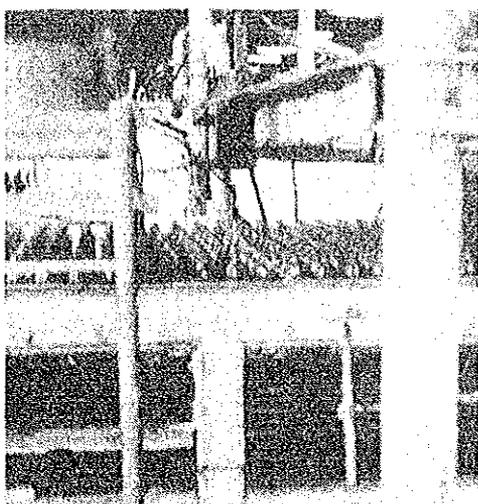


写真22 レーザーエンドでのビン表面へ耐摩耗コート材のコーティング

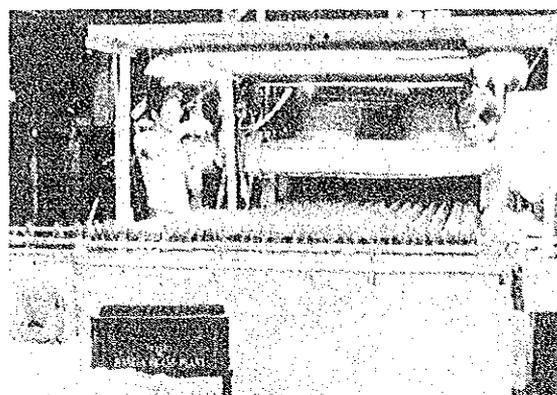


写真23 レーザーエンドでの人によるコーティング後の検査

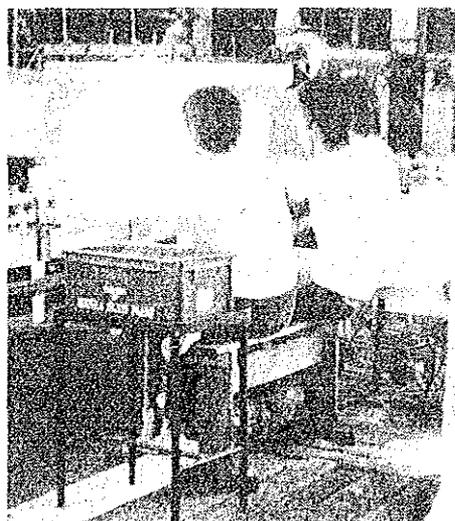


写真24 表面コーティング後の全体の検査

検査は全数検査で3人で行っている。ガラスビンはワンウェー軽量ボトル。3人で検査しているのはビンの流れが速いため見落しの防止策。

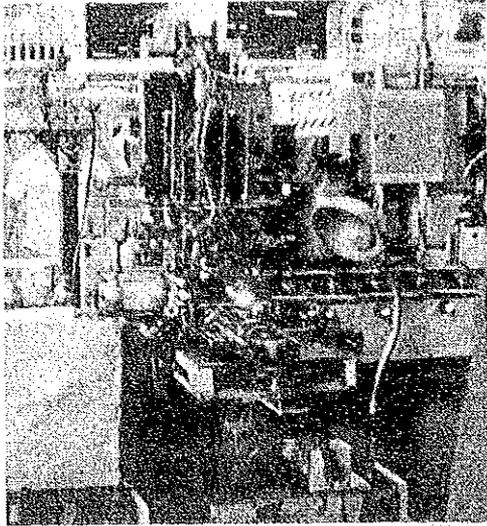


写真 25 ワンウェービンのネック部分の傷を光の反射を用いて検査する装置（日本製）

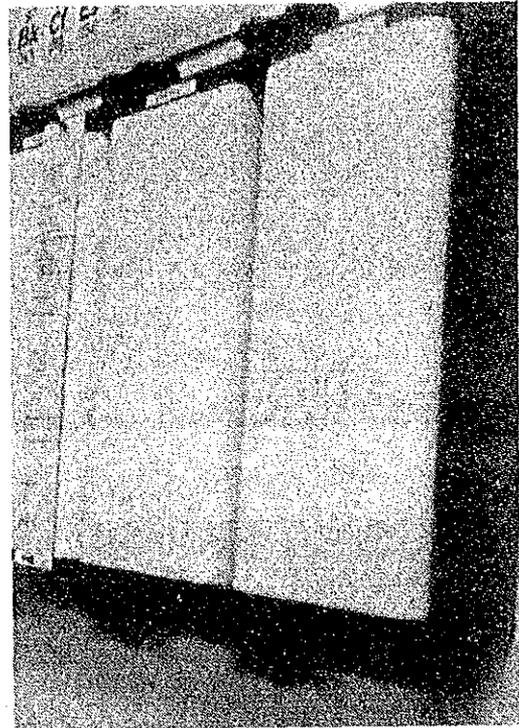


写真 26 溶融炉各個所からの温度とガラス組成、物性値を大型のグラフ用紙にプロットし不良率との関連を一目して理解できる様にグラフ化し、品質管理に用いている。

この工場の金型（モールド）管理は日本のビンガラス以上の徹底した管理が行なわれている。

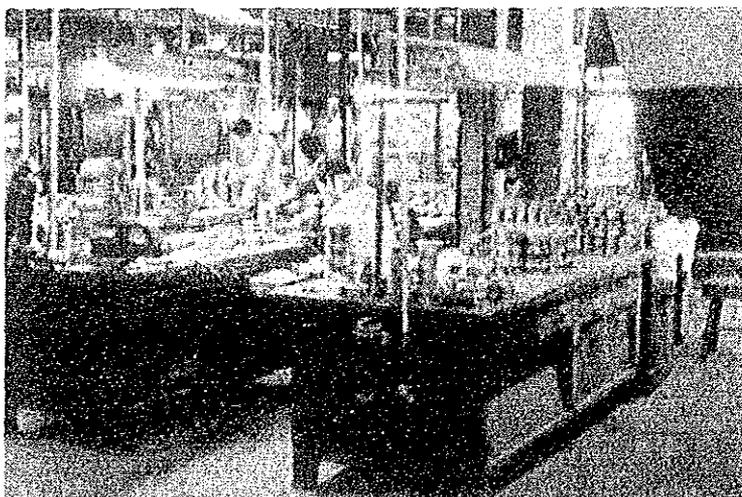


写真 27 金型管理室（立入制限となっている）

ガラスビン製造コストに対する燃料費の割合は約10%と大きい。この燃料費を下げる手段の一つとして、ガラス原料中のカレット率を高めることがあるが、カレット率はビンの回収率が高くなれば当然高くなるが、ガラスの着色などの点から上限がある。炉をより効率よく働かせるため炉を断熱し熱損失を小さくすることが行われている。今回の調査で炉全体が断熱材で保温されているのはこのサンミグエルガラスのみであった。

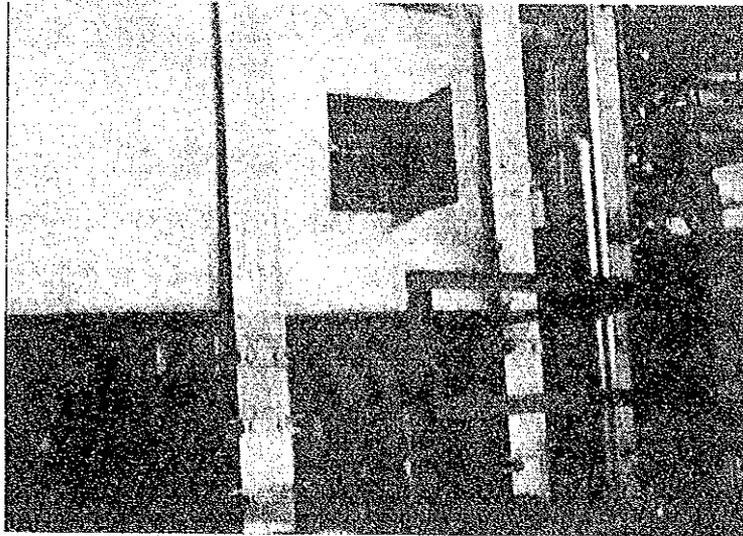


写真 28 ガラス溶融炉の断熱

(溶融炉の上部のみ保温し、溶融ガラスの入っている側面レンガは空冷している)

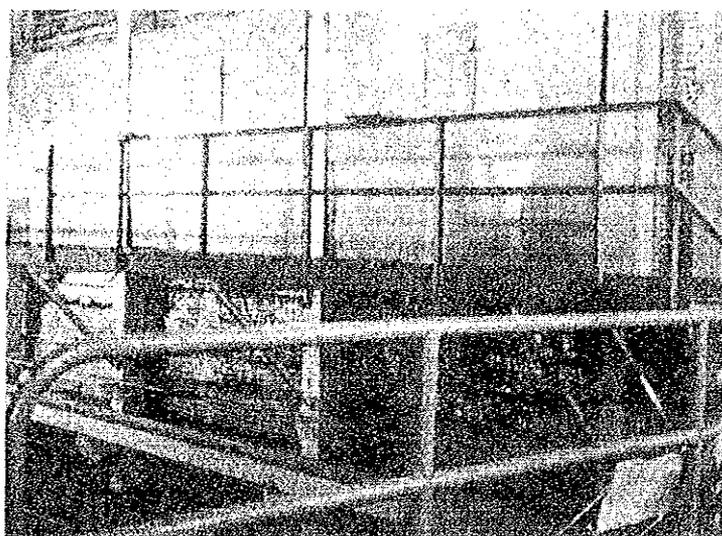


写真 29 蓄熱室の保温

上部は温度が高いためアルミの反射板が入れてある

今回の調査で最も特筆すべきことはこの工場ではガラスについて社内教育が帰国研修員を中心に行われていることである。ここではガラスについての一般的な知識や各部門における専門的な知識の教育が行われ、ガラス製造における各行程を十分理解できるよう現場技術者の養成に力を入れていた。これには帰国研修員が持ち帰った各種講義のテキストや工場見学が役立ったことであろう。このように社内で自からガラス技術者を養成できる段階に達している企業からのこの研修コースへの要望は最新の製造技術、省エネルギー技術やコンピューター技術などの先端技術の導入であるため、今後これらの点についてどの程度講義、見学でカバーできるかなどコース参加企業規模などの点を含めて、コース参加者の選択を考える必要がある。

ロ. Union Glass & Container Corporation (ビンガラス、帰国研修員2名)

San Miguel Corpを別格とすれば、このUnion Glass & Container Corpはフィリピンでは有力なビンガラスメーカーの1つである。この工場も一般途上国の企業と同様、少ない技術者で工場を稼働させている。この事実をカレット置場を見せてもらったときに実感させられた。現在この三ヶ国のビンガラス工場では回収ビンからのカレットを大量に保有しているためガラス原料中のカレット使用率は50%以上となり、カレットを中心にガラス溶融が行われている。ガラス原料として一般には天然原料である珪砂、石灰、ドロマイト、長石などあり、これらの原料は必ず化学分析値が添付されており、粒径などが調整されている。しかしカレットについては化学分析も粒径の調整もされていない。カレットが主原料であるからこの化学組成の変動となり、各物性値の変動になる。この工場に限らずカレット置き場の敷地は先進国よりはるかに広い、そしてストックしてある量は膨大である。しかしカレットの管理は写真30~34に示す如く、良い状態とはいえず異物の混入が見られる。これらが直接溶融炉に入ることにはないにしても、カレット処理工程中で、これら異物を除去する工程は必ず必要となる。これらの異物には金属(鉄、アルミニウム、銅、その他金属)、セラミックス(陶磁器、コンクリート、石、砂)などがあり、それぞれ特色ある欠点としてガラス中にあらわれる。

この工場では用いるケイ砂は2種類ありプリント用ケイ砂は写真35に示すごとく日本の国内では見ることができないほどすばらしく、真白いケイ砂である。このような立派な鉄の少ないケイ砂に鉄含有量の多いカレットを用いるのはどのように理解したらよいのだろうか？

このような鉄の少ないケイ砂とカレット率の高いガラス溶融でビンガラスとして丁度良い鉄の着色になるのであろうか。カレット処理をもっとスムーズに運用すれば、このカレットの量を減らすことが可能となり、適性ケイ砂の採用によってビンのコストを更に下げることになる。

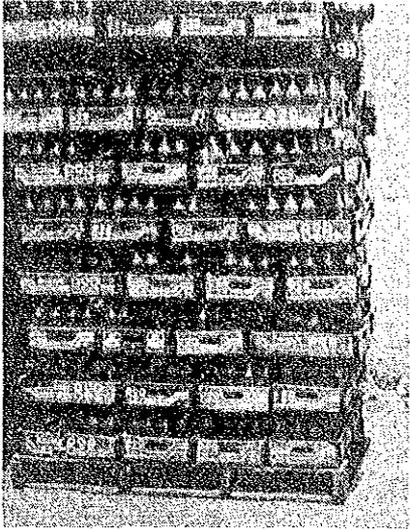


写真 30 ストックされた古ビン



写真 31 カレット置き場の周辺

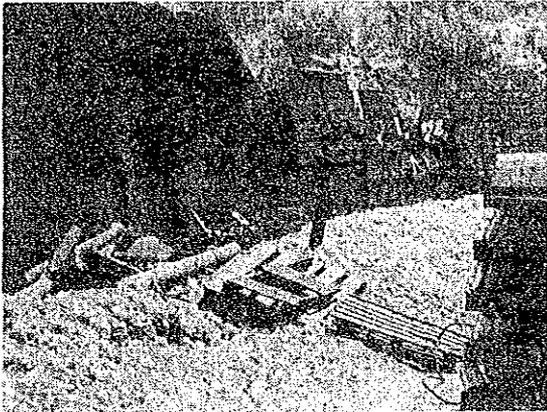


写真 32 カレット置き場の周辺と野積された古ビン



写真 33 カレットと異物の混入



写真 34 パッチハウスとカレット置き場

色ビンの混入はないので一応この状態でも仕分けられている。

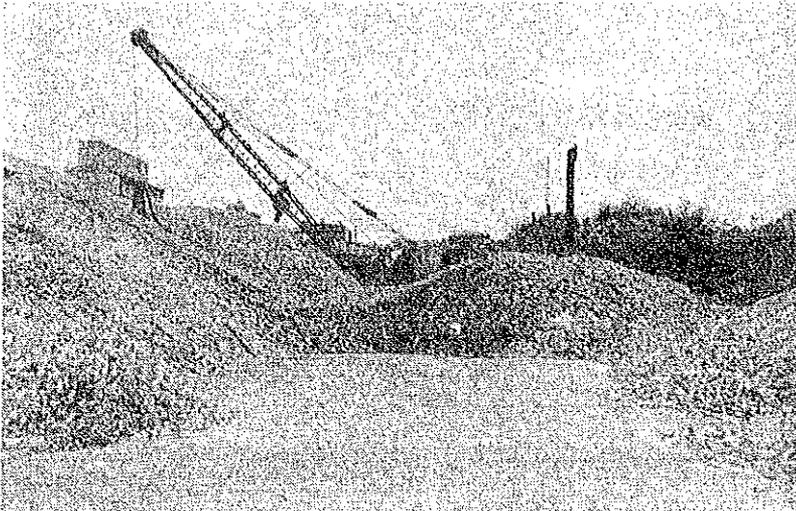


写真 35 仕分されたカレット

注意して見ると右側カレットは着色プリントしたビンが集められている。左側はプリントのないビンが集められている。

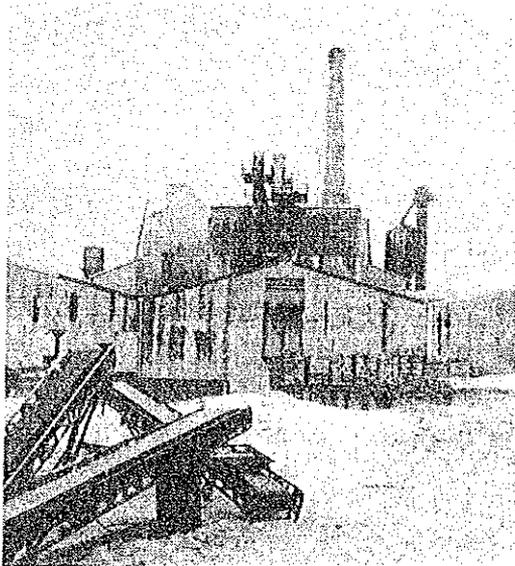


写真 36 ハツケから陸上げされたケイ砂はベルトコンベヤーでケイ砂置き場へ運ばれる。

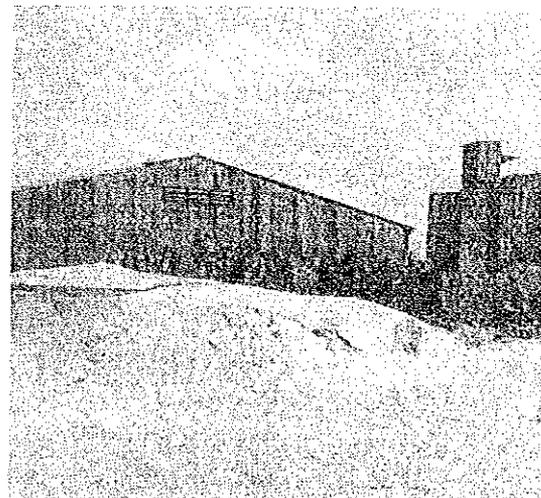


写真 37 右側白いケイ砂はフロント用、左側少し灰色のケイ砂は着色ビンガラス用

ガラス原料の調合には自動秤量機が設置されているが写真のようにシートがかぶせてあり使用されていない。人力によるマニュアル操作であろうと想像される。溶融炉へのパッチ輸送はベルトコンベヤーでなく原料の分離の少ないキャンとモノレールシステムにより運搬されていた。この工場では炉圧を一定に保つためにエゼクターが設置されていた。エゼクターは炉内気圧をコントロールするには有効であるが省エネルギーの点からは過剰の空気を溶融炉に取り込むため有効ではないが炉の制御、燃焼管理、ガラスの品質管理などの点を考慮して設置したものと考えられる。



写真38 シートをかぶった自動秤量機のライン

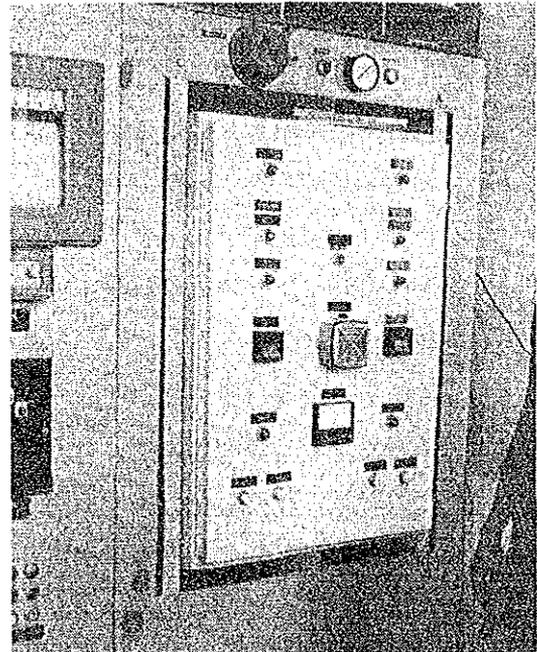


写真39 ガラス原料供給モニターシステム

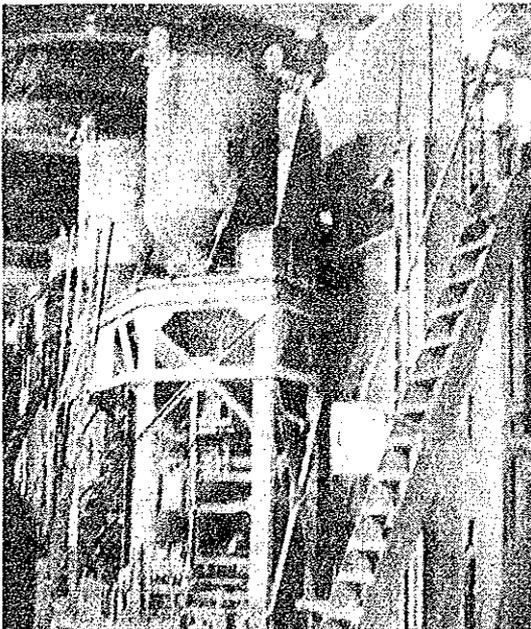


写真40 分離の少ない罐モノレールガラス原料輸送システム

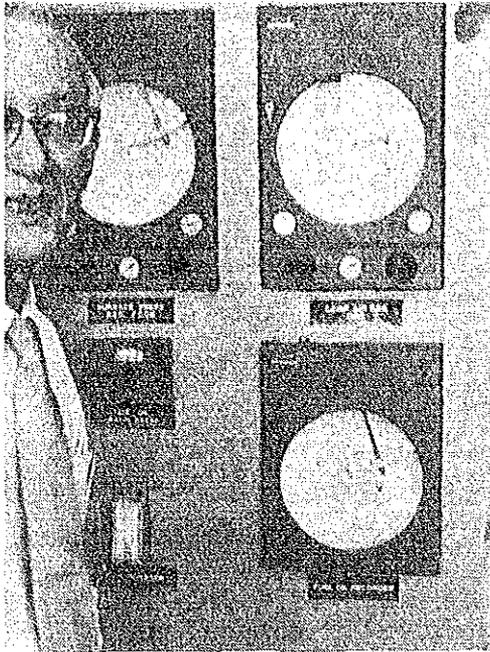


写真 41 燃焼関連制御記録部



写真 42 溶融ガラスレベル制御装置

この工場でのビン製造機は I S マシンの 6 セクションであり、コブ切断速度はダブルコブで 120 個/分であり、最も一般的な成形速度で運転されていた。ビン成形用モールドの管理はサンミグエルほど厳重な管理はなされていない。工場内にマシンショップが設置されており、使用されたモールドはここでコーティングされ、機械加工され、ブラスト研磨され、再生されることになっている。ビンガラスの製造に関する成形技術に関してはとくにその保守技術の水準は高く、部品さえあれば I S マシンの組立・分解・保守はすでに自立できる段階に来ている。

この背景には自動車、オートバイの改造・修理が日常生活の一部になっているこれらの国々では機械に対する慣れも伴いとくにメカニカルに駆動する部分が多いビンガラス製造機は手慣れた機械といえるのかもしれない。この成形機が将来コンピュータ制御となってもこのメカニズムが変わらない限り存続することになる。この成形部門に比べて溶融炉、炉材、操炉、バッチハンドリングガラス組成等の技術習得が遅れている。

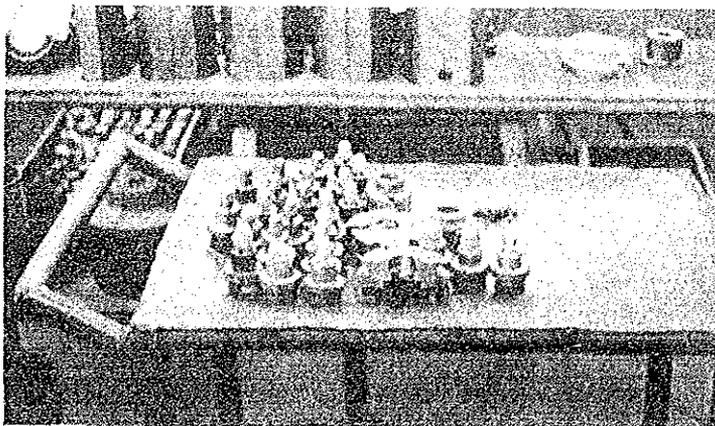


写真 43 使用した I S マシン用プランジャー

再加工、研磨して再度使用する。



写真44 磨耗したモールドに耐磨耗  
金属粉末をコーティングする。



写真45 機械加工したモールドをガ  
ラスビーズでブラスト研磨す  
る。

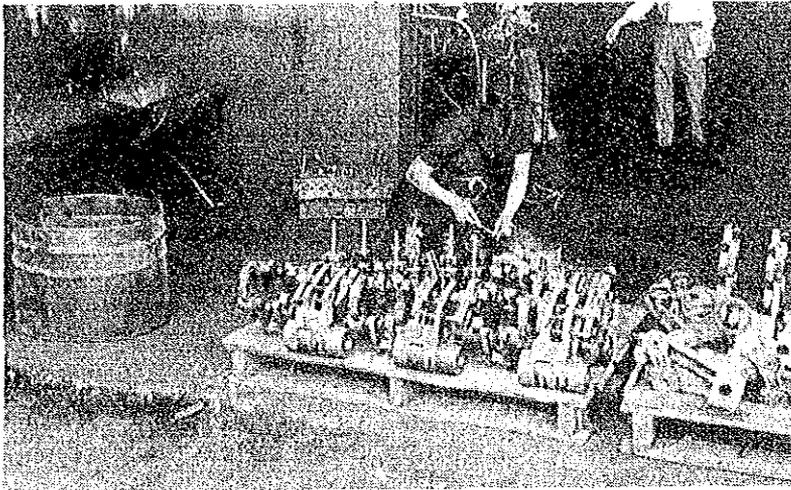


写真46  
ISマシンモールド  
関連部分の分解掃除

この工場生産される飲料用ガラスビンと同じ組成のガラスビン（フロント）の内壁を塩化アンモニウムで高温処理し、ガラス表面のアルカリを硝酸ソーダにする。この内側を水洗して硝酸ソーダを除去すると内側は化学耐久性に優れた珪酸質に富んだ膜ができる。このような処理をしたガラスビンは医薬用ガラスビンとして採血ビン、リンゲル液用ビン等に用いることができる。この工場ではガラスビンの1部にこの処理を行っている。しかしこの処理工程で発生するアンモニア及びNOx等の処理は行われず外へ排出しているのみである。この処理ビンの増加とともに外部へのこれらガスによる被害の発生が考えられる。これらに対する十分な処理施設が必要である。この医薬用ガラスビンに関して、長い将来を見通し、東南アジアにおける医薬産業の発展を考え、ソーダ石灰ガラスではなく、完全な医薬用容器ガラスとして、中性ガラスの開発を行い、専用の溶融炉を用い、医薬用ガラスビンをフィリピンのみならず、東南アジア全域に輸出することを考えるべきであろう。これらを行う工場はフィリピンがよいかインドネシアがよいかあるいはタイがよいか、板ガラスのように各国1工場は必要なのかは今後の調査に依るが医療水準の向上とともにますます必要度が大きくなっていくものと思われる。

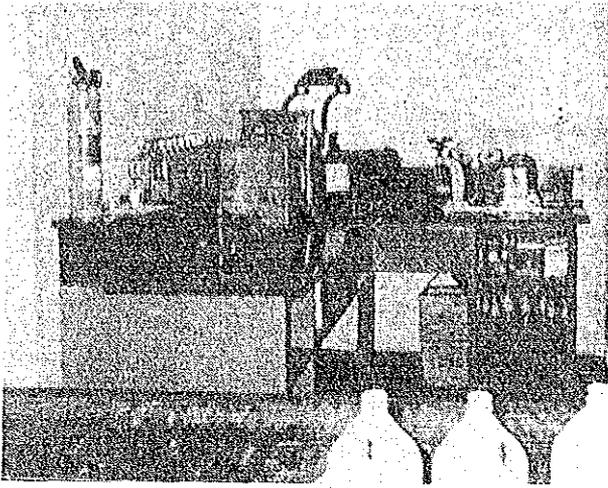


写真47 ビンガラス中の歪みの程度を調べる歪み計

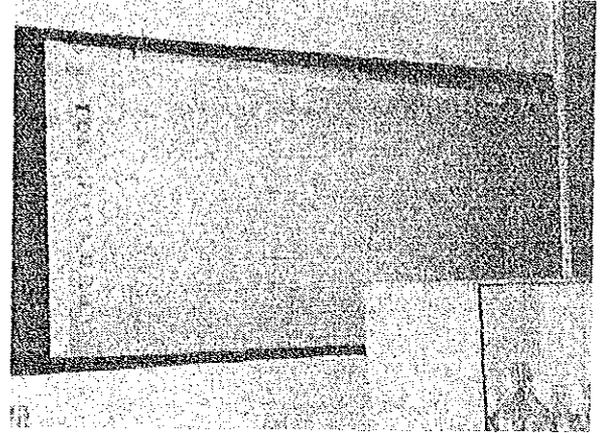


写真48 操炉、品質管理表

ガラス組成の変動からガラスの品質管理、成形条件などを溶炉の温度、ガラス物性などからモニターする。

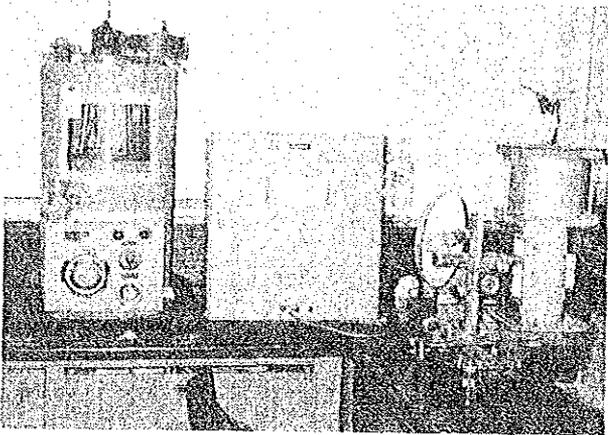


写真49 比重測定器と軟化点測定器

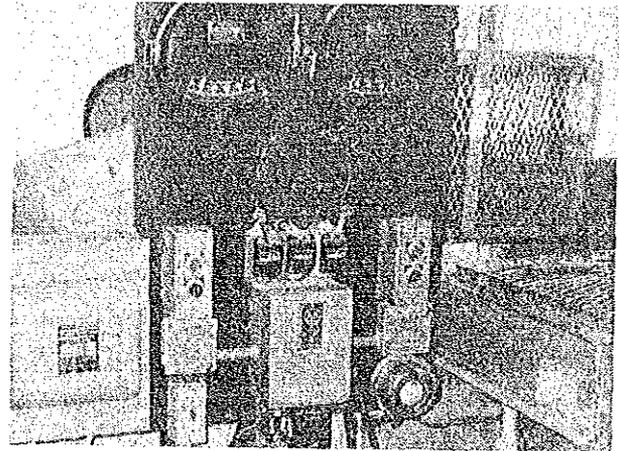


写真50 熱衝撃試験装置

ハ、 Republic Glass Corporation (板ガラス、帰国研修員3名)

Republic Glass CorpはA S B A N諸国での従来方式により最後の板ガラス製造工場となった。この工場では型板ガラスと4 mmと2 mmの板ガラスがアサヒ式で引き上げられている。この方式での最終工程のガラス採集部分は一部人力によっていた。重いガラスを人力で引き上げラインから採るため、ガラスが破れ、この破片が人の手や足を傷つけることがしばしばある。とくにガラスが厚くなるほど切斷が不安定になり事故が発生しやすいと思われる。4 mmの方には自動切斷器が導入されていたが、これもつい最近のことだそうである。引き上げ方式による板ガラスの品質管理はこの部分で行われている。検査方法は装置または機器を全く用いておらずただガラスを採集する人の肉眼による透過像の歪みの有無によるのみである。人の眼の感度は鋭敏で十分に経験を積んだ人であれば $10^{-5}$ 程度の屈折

率差を見分けることができる。この人の目による背後のパターンの歪みによりガラスの良・不良を分離している。この方法は主観的な要素は入るが一般にはよく使われている方法である。

板ガラスの品質については途上国では1社しかないため競争が無く、品質向上を妨げている原因の1つかもしれない。この品質に関しては先進国においても板ガラス最終使用者である一般人にはガラスメーカーを選択すべもない。このため1カ国1工場しかない場合どうしても供給側が有利であり、ガラスの品質向上を望むことはむづかしい。この工場における品質管理は主にガラス及び原料分析（重量、比色分析）を中心に粘度、比重等の品質管理が行われており、ガラスの品質に対する迅速な対応から蛍光X線分析の導入を望んでいた。この工場での板ガラスの加工は自動車用窓ガラスと通風のよいガラス窓としてのブラインド用ガラスとガラス置き物とガラスエッチングなどである。これらのうちブラインド用ガラスはこの工場特有であり、ガラスをブラインドの大きさに切断し、自動面取り機械で面を取り、世界各国に輸出しているとのことである。

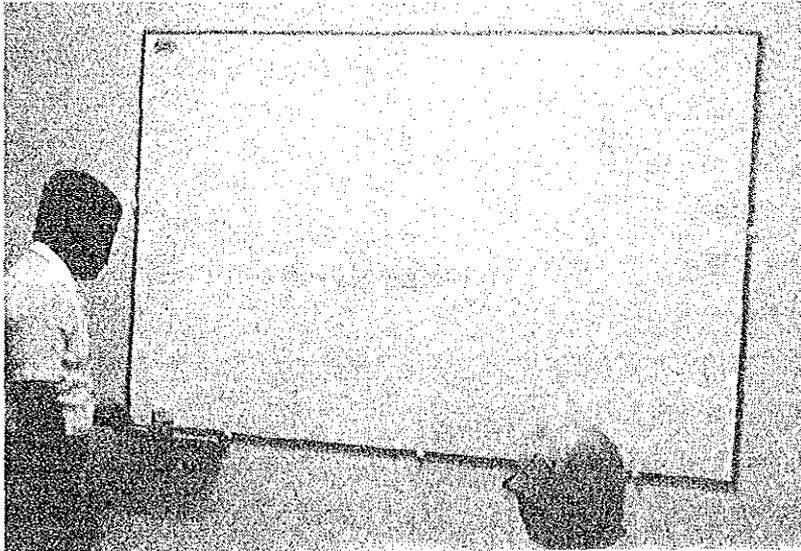


写真 51  
帰国研修員 Mr. R.G.  
Agustin(左) による  
リパブリックガラス社  
の機構図  
説明