

黒心可鍛鋳鉄品の鑄造機械化設備について

Mechanized Molding Plant for Black Heart Malleable Iron Castings

大 庭 英 朗* 川 井 昂*
Hiderô Ōba Takashi Kawai

内 容 梗 概

黒心可鍛鋳鉄品の全国生産量の約85%は管継手と自動車部品で占められているが、これらは鋳物としては小物の量産品である。したがって製造方式としては品質管理上、作業能率上よりみて最も理想的な方法が採用されねばならない。その製造工程中最も重要な鑄造設備のうち、大形品、小形品の鑄造設備については、すでに紹介済みなので、この報告では独自の設計による中形黒心可鍛鋳鉄品鑄造設備の設備概要ならびに稼動状況について報告する。

1. 緒 言

黒心可鍛鋳鉄品の全国生産量は1ヶ月約13,000トンで、そのうち11,000トンは管継手と自動車用品で占められ、鋳物としては小物の量産品である。したがってその製造方式は品質管理上、作業能率上より最も理想的な方法が採用されねばならない。その製造工程中最も重要な鑄造機械化設備を紹介し、黒心可鍛鋳鉄がきわめて高能率で、しかも安定した製造方式の下で量産されている実況の一端を紹介する。

2. 鑄造機械化の要点

鑄造工場の機械化をはかる目的は

- i) 作業能率の向上 最小の人員と材料を用いて最大の生産を行なう。
- (ii) 品質の向上 製品の均一化、および品質の向上をはかる。

にあることは言をまたないが、価格と品質の激しい競争に打ち勝って、鋳物の品質を向上し、価格を安くし、鋳物のすぐれた特長をいかすためにも鋳物工場の合理的な機械化設備の増強が必要となってくる。

鋳物工場を機械化するに当たっていかなることを考慮し、設計に当たるときかといえは次の点が考えられる。

- (1) 現在までの作業の特長と欠点をつかみ改善すべき点をは握する。
- (2) 全体の配置を考え、物の流れを検討する。部分的な過度の機械化は生産増強に役立たない。
- (3) 運搬作業の機械化をはかり、能率の向上と作業の安定性を確保する。
- (4) 融通性のある配置を考え、生産の変動、部分的な機械の故障などによる全生産機構の停止に備える。
- (5) 設備機構の単純化をはかる。このため鋳わく、鑄造方案の標準化、治具採用の可能性などを検討する。
- (6) 作業環境をよくし作業者の生産意欲の向上をはかる。

以上鑄造機械化の要点について考えたが、さらに鑄造機械化の実現に際しては鑄造作業理論に対する十分な研究と設備機械に対する知識のは握の下に機械設計技術者と鑄造技術者との緊密な連絡と鑄造作業に対する理解が最も肝要であることを付言する。

3. 鑄造機械設備の紹介

黒心可鍛鋳鉄製品をその大きさにより大、中、小に分類すると次のようである。

大形品	大形トラック、バス用ハブ、デフケース、ギヤキャリア、大形の継手など
中形品	小形自動車用ハブ、デフケース、ステアリングハウジング、中形の継手など
小形品	自動車用シフトフォーク、ロッカアーム、チェーン、小形の継手など

以上のうち大形品については大形品連続鑄造設備(ループ式)、小形品については小形品鑄造機械化設備(パレット式)としてすでに本誌その他で紹介済みなのでここでは新設した中形品連続鑄造設備について紹介することとする。従来中形品についてはほとんど抜わく式造型法を用いて製造してきたが、この種造型法では人力により抜わくの反転型かぶせを行なうため鋳わくの大きさ、抜わく、きせわくの構造など重量的制約があり、これが抜わく、きせわくの強度不足、あるいは鋳わく高さの不足ともなる。そのため鋳物品質の管理が困難となる。鑄造品質ならびに能率の向上をはかるため中形品専用の連続鑄造設備を新設した次第である。

3.1 新設備の概要

中形品連続鑄造設備の能力は1シフト生産量を250t/月とし対象品を中形品とした。基準となる鋳わくの大きさは既存品種の鑄造方案を検討の結果、 $500 \times 600 \times \frac{200}{100}$ mmが最適である。したがってこの設備の所要能力は次のように算定される。

鋳わくの大きさ	$500 \times 600 \times \frac{200}{100}$ mm
平均鑄込重量	18kg/わく
所要造型速度	160わく/h
稼動率	85%
生産量	250t/月

すなわち所要造型速度は160わく/hであり、これに対しどのような形式の造型機を選択するかは鑄造設備建設の要点である。生産は多品種であり、造型に際し冷し金を用いることなどを考慮して、特に選んだ高性能のジョルトスキーズマシン上下型用各2台を用いた。

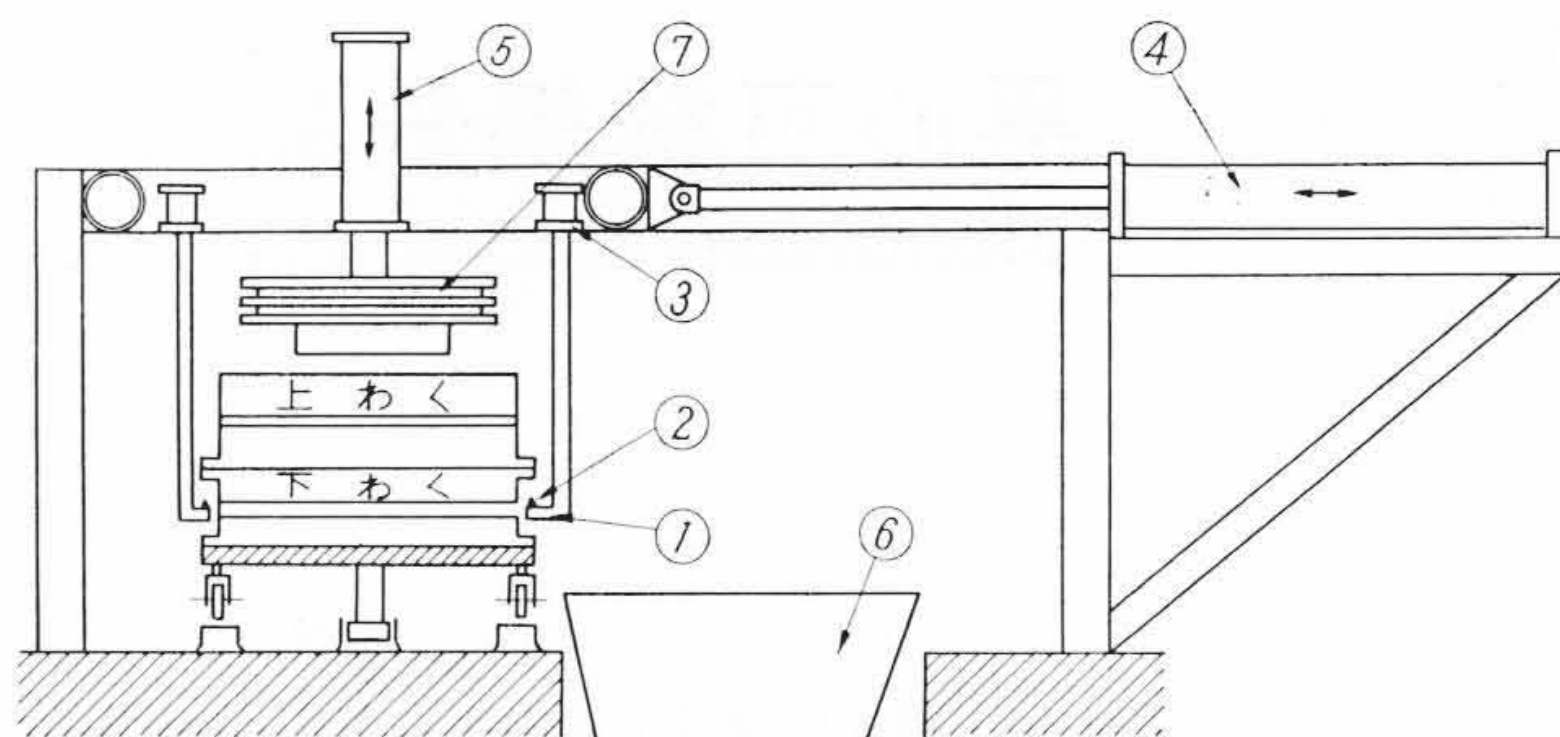
3.2 設備の様式

従来の既設様式では1セット当たり1組の造型機しか収容できないが、本様式は2組4台の造型機を収容したものである。両方式の利害について比較すると第1表のようである。以上の比較に基づき第1図自動造型設備の基本的レイアウトに示すように本設備は所要面積が小さく、所要金額が少ない合理的なレイアウトである。この様式では台車コンベヤは全長にわたって有効に利用され、4台の造型機の直線的配置は砂の配給、スピルサンドの処置に好つぐであり、からわく返送についてもなんら付加設備を要せず最短距離の移動ですませることができる。また従来のローラコンベヤ式に比べて

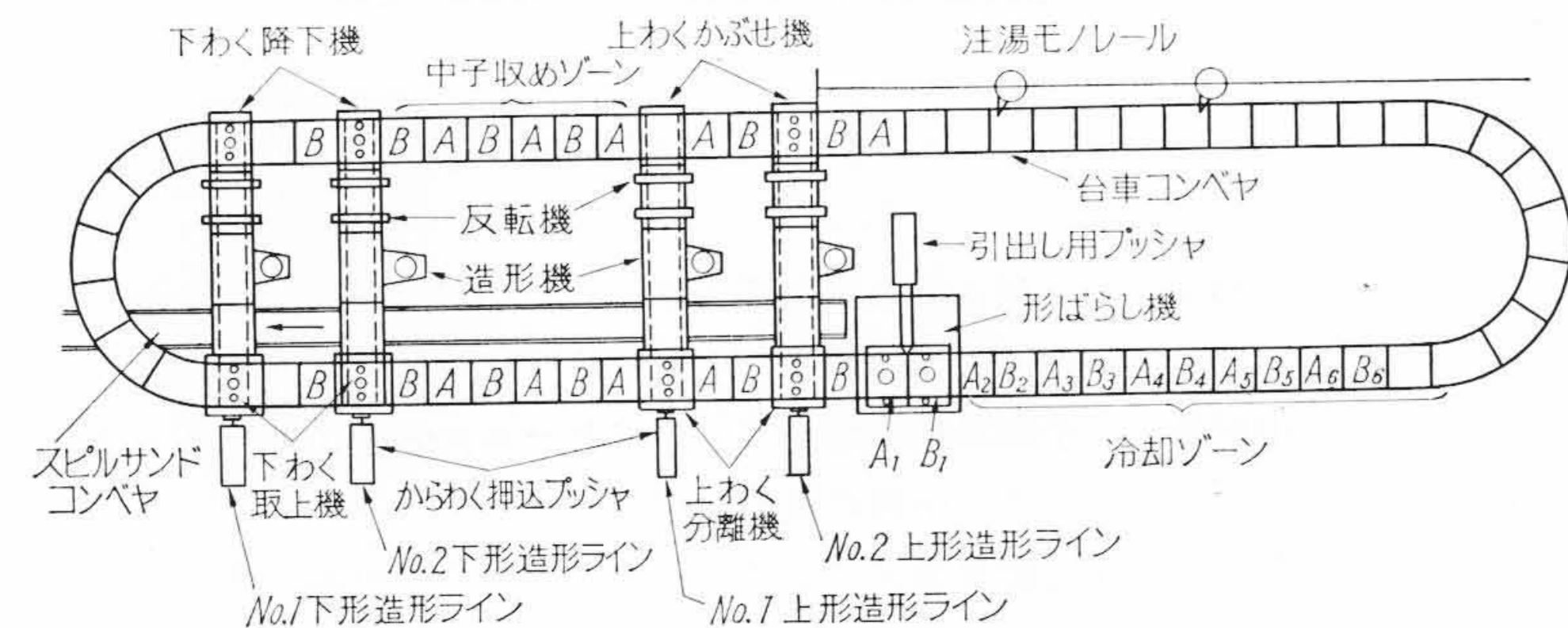
* 日立金属工業株式会社戸畑工場

第1表 新旧両造型方式の比較

	1セット当たり1組の造型機×2セット	1セット当たり4台の造型機
利点	(1) 各セットごと単独に最高能率を發揮できる。	(1) 総合的に見て所要面積が小さい。 (2) 注湯、型ばらし、中子収め場所が集約される。 (3) 設備費が安い。 (4) 総合的に見て所要人員が少ない。
欠点	(1) 注湯、型ばらし、中子収め場所など2個所を要する。 (2) 設備費が割高である。 (3) 所要面積が増大する。	(1) 2組の造型機は同一速度で作業しなければならない。 (2) 制御機構、ならびに設備そのものも複雑になる。



第2図 型ばらし機動作説明図



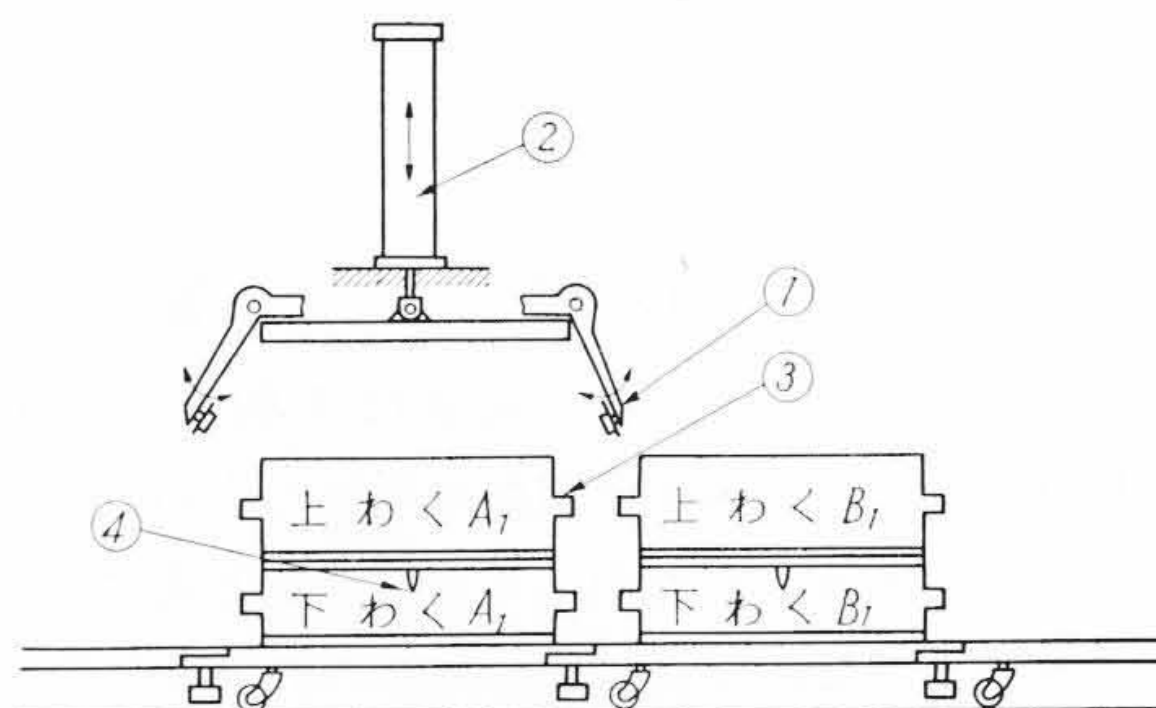
第1図 中形铸造設備の基本的レイアウト

台車コンベヤは次の利点がある。

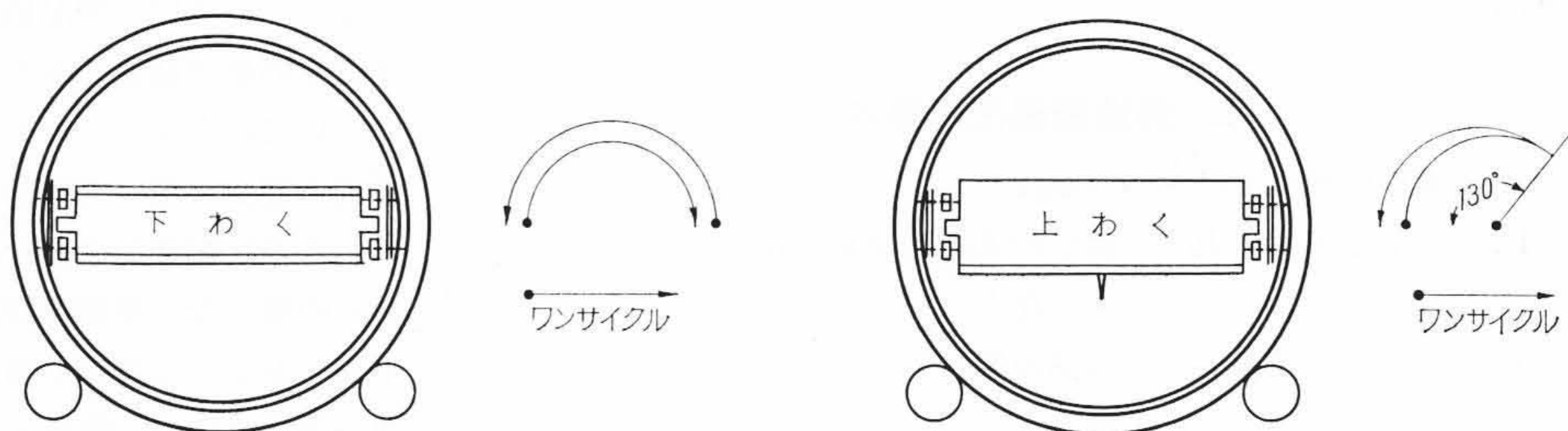
- (1) 鋳型定盤が不要となるため鋳わくの分離、返送などの諸機構が単純化されている。
- (2) ローラコンベヤ式では移送中の定板と定板の衝突が避けられずこのショックに起因する食い違い、砂入などの不良原因が排除できない。台車コンベヤでは鋳わくはなんらのショックもなく静かに移動する。
- (3) 寿命が長い。

第1図に示した基本様式について設備動作を説明する。台車コンベヤはエアプッシャにより2台車ピッチずつ間欠的に移動停止を繰り返す。したがって注湯後適当な冷却時間を経た鋳型は2わくずつ逐次型ばらし機にはいってくる。この鋳型を順次 A_1B_1 , A_2B_2 , A_3B_3 ……とする。 A_1B_1 の2わくは台車上にのったまま型ばらし機(第2図)に侵入し、台車は定位置で所要時間停止する。この台車停止の間に型ばらし機が作動してわく内の鋳物および砂を下方のパンコンベヤに突き落とし、からになった鋳わくを台車上の定位置にもどす。わく持ち上げ、わく移動および鋳物突き落としの各シリンダはかなり急速な動作を行なう。型ばらしが完了すると台車はさらに2台車移動し、型ばらし機には A_2B_2 の2わくが侵入し同様の操作が繰り返されるが、このときすでにからわくとなった A_1B_1 は同時に移動してちょうどからわく A_1 がNo.2上わく造型ラインの中心線上、No.2上わく分離機(第3図)の直下に停止する。

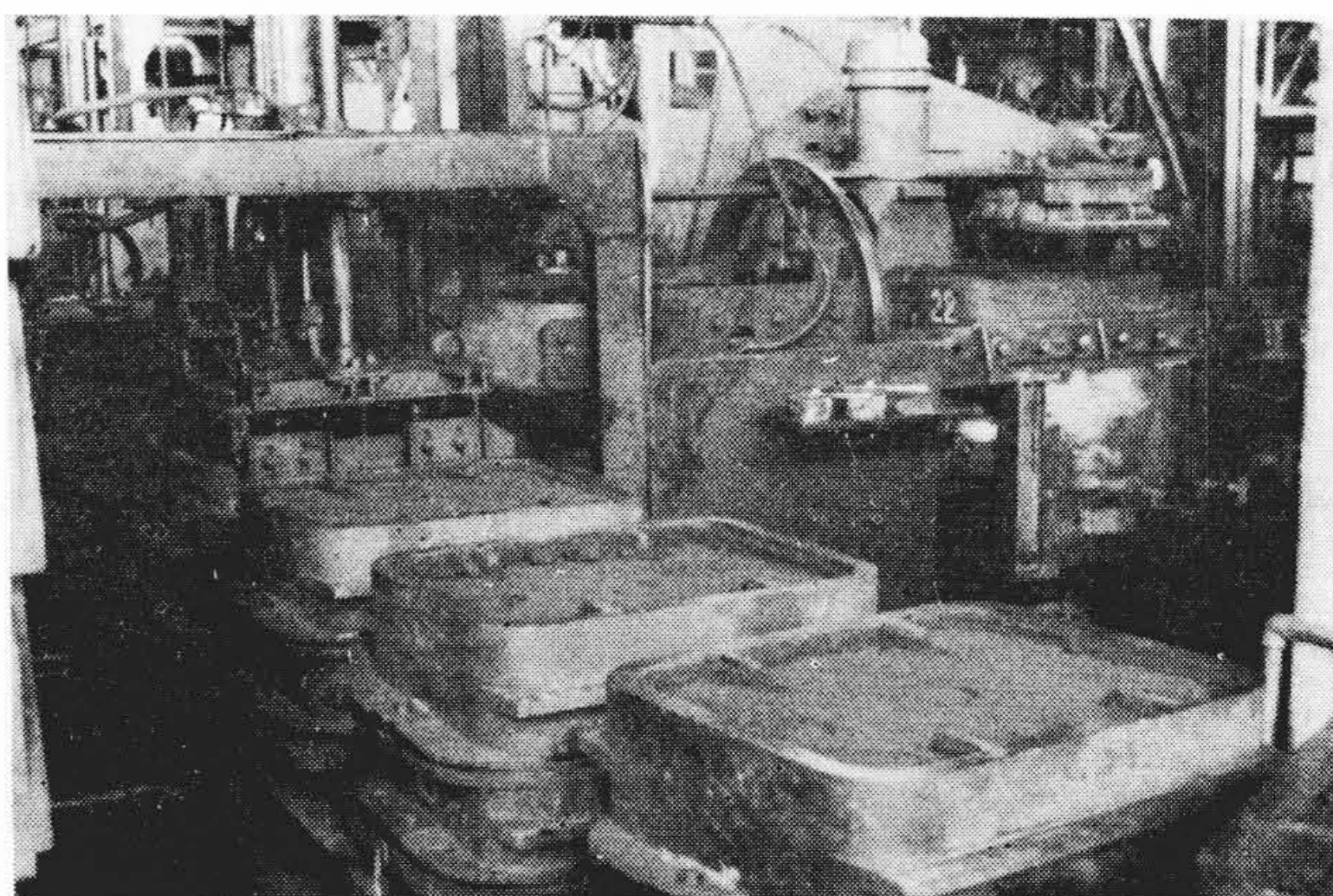
ここで下わく A_1 より分離した上わく A_1 はからわく押込プッシャにより適当時間たつとNo.2上わく造型ラインに押し込まれ、スピルサンドコンベヤ直上に停止する。台車がさらに2台車ピッチ移動すると、No.2わく取機の直下には次のからわく A_2 が停止し再びわく分離が行なわれる。さらに2台車ピッチ移動すると、からわく B_1 はNo.1上わく分離機の直下に停止し上わくを分離するが、このときNo.2上わく分離機ではからわく A_3 のわく分離が行なわれている。このようにしてNo.2, No.1わく分離機を通過した台車上にはからの下わくのみが残され、その後下わく A_1 はNo.2下わく取機



第3図 わく分離機動作説明図



第4図 下わく上わく反転機動作説明図



第5図 型かぶせ機

の直下に至り、わく分離機と同様の操作で台車から持ち上げられ、適当時間たつとNo.2下わく造型ラインに押し込まれる。さらに移動して下わく B_1 はNo.1下わく取機の直下に至り同様の操作で造型機に送り込まれる。このようにして型ばらし機から出てきたからわくは逐次上、下わくに分離され、台車の移動ごとに1わくずつ4本の造型ラインに押し込まれる。全自動造型を完了した鋳型はそれぞれ造型機に隣接したドラム形の反転機(第4図)に送り込まれる。このとき反転機内ですでに反転を終えた鋳型の下わくは下わく降下機に、上わくは上わくかぶせ機(第5図)に送り込まれる。

下わく反転機は鋳型を180度回転しその位置で止まっております、次

の鑄型が侵入してきてさきに反転を終わった鑄型を押し出してしまうと180度逆回転することにより次の鑄型を反転する。したがって下型反転機についてはその他の設備の動作サイクルの2倍で動作することになる。上わく反転機は特に必要な場合のみ運転するが、これは造型面を手入れしやすい状況になって一定時間後復元する仕組みである。

こうして造型反転を終え No. 1, No. 2 下わく降下機に送り込まれたわくは台車停止の間に同時に台車上に降ろされる。

この下わくはさらに移動した後それぞれ No. 1, No. 2 上わくかぶせ機の直下に至り、台車停止の間に上わくをかぶせられる。No. 2 下わく降下機と No. 1 上わくかぶせ機の間が中子収め帯であって、この間には A, B の下わくが密接して並び中子収作業員はそれぞれ担当の下型に中子を収める。こうして、台車の移動ごとに2わくずつの鑄型が台車上にすき間なく並んで注湯帯へと運ばれて、ここでモノレールにつるされた電動昇降式取りなべで注湯される。このレイアウトの大きな特長は、A 造型ラインを通った鑄わくは必ず A 造型ラインにもどることであって A B 2 種類の寸法の異なる鑄わくを用いることも可能である。また各設備の動作はきわめて単純である。この設備の最短サイクルは

$$\text{最短サイクル} = \left\{ \begin{array}{l} \text{型ばらし} \\ \text{わく分離} \\ \text{型かぶせ} \end{array} \right\} \text{のうち最大時間}$$

である。移動停止を繰り返す鑄型に注湯する場合特別の同期設備を要しないで容易に注湯できる速度はほぼ 22.5 m/min までといわれているが、この設備ではこの速度をかなり早くしてサイクルの短縮をはかるとともに停止時間に諸動作を完了させるため、最も動作の多い型ばらし機の動作を高速化している。したがって型込め作業の高速化によって1分間に4わくの造型サイクルが可能である。

3.3 制御様式

一般の自動鑄造設備の制御はリミットスイッチおよびリレー回路によっている。この方式をこの設備に採用すれば4台の造型機を有するためリミットスイッチおよびリレーの所要数が増し、これが鑄造工場固有の震動、湿気、塵埃(じんあい)、変形などの悪い環境において接触不良などの故障を起こしやすく、また複雑化するほど故障個所の発見を困難にする恐れがある。この設備では比較的信頼度の高い回転カムスイッチを採用し、回転カムスイッチ1台で直接マグネットバルブの開閉を行ない全設備を集中的に制御する方法を採用した。本回転カムスイッチは直流分巻電動機によって駆動され、可変サイクル、可変インターバルの特長を持っている。この方式では各単位設備が全く独立の時限で動作し相互関連がないため、機械的故障に対する安全回路が必要であり、保安上種々のくふうを施している。おもなものは下記のとおりである。

(1) 準備完了スイッチ

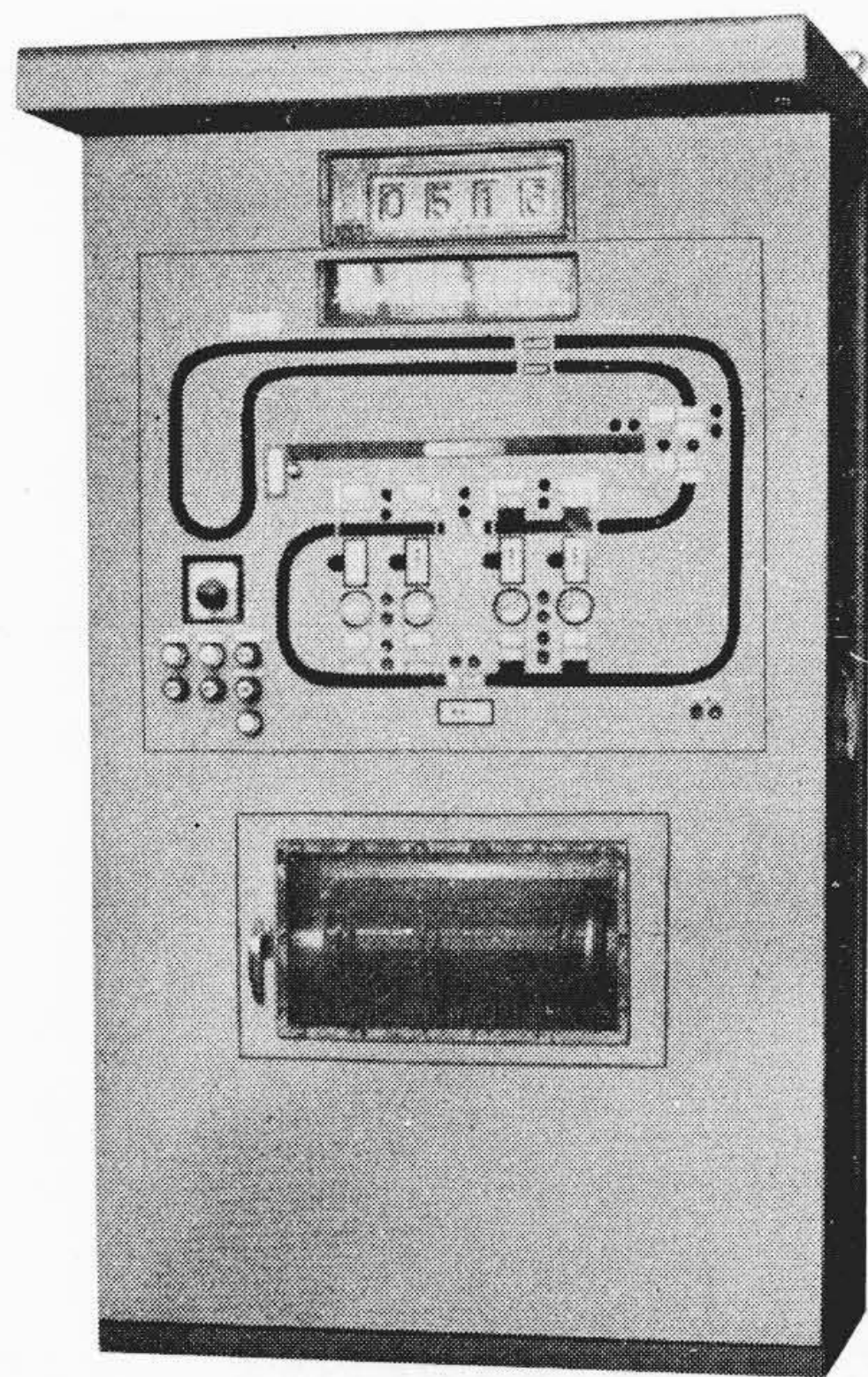
造型、中子収め、注湯、型ばらしの各作業員ならびに設備ごとにスナップスイッチを備えこれらのスイッチがすべて「ON」の場合のみカムは回転する。たとえば注湯が間に合わないときは注湯作業員がこのスイッチを「OFF」にすれば全設備の動作が停止し、集中制御盤上(第6図)のグラフックパネルの準備完了指示ランプが消える。

(2) 危急押ボタン

重大事故が予測されたとき、このボタンを押すと全設備の圧縮空気が開放されるとともにカムは停止する。これは準備完了スイッチとともに各作業員ごとに備えられている。

(3) 台車走行安全スイッチ

台車走行開始時に他の単位設備、すなわち型ばらし機、わく分離機、型かぶせ機などの動作が終了してないと重大な設備破壊を



第6図 集中制御盤

もたらす。したがってこの回路は台車走行開始時限に至って他設備の動作未完了のときは、台車は発進せず、またカムは回転を止め、他設備の動作完了を待って発進しカムの回転を再開する。

(4) 造型指示赤ランプ

造型機自体は自動制御されるが、他設備との関連はない。したがって造型者には時間的指示を与えるため造型者ごとに赤ランプを備え点滅により時限を告知する。

(5) 造型完了ボタン

回転カムスイッチを用いた集中制御設備では原則的に全設備は設定された同一サイクルで動作を進める。この設備のように4台の造型機が含まれる場合、設定サイクルは4台の造型機のうち最もおそい造型機のサイクルにさらにラグタイムを見込んだものとする必要がある。造型サイクルは模型掃除、ひやし金つけなどの人為的要素によってかなり変動する。したがって順調な稼動のためにはこの変動をカバーする程度の長い設定サイクルを必要とし、サイクルごとにかかなりのロス時間が発生する。そこでこの設備では設定サイクルを造型速度とは無関係に設備自体で可能な最短サイクル付近に設定し、4人の造型者のうち最もおそいものがこのサイクル以内で造型を完了すればカムは設定サイクルで運転を続け、最もおそい造型者がたとえば3秒余分に要したときはカムは所定時限で3秒停止し再び運転を続ける。このため造型者は造型完了ごとに造型完了ボタンを押す。造型完了の状況は集中制御盤上の4個の赤ランプで表示される。この回路の使用により同一の造型状況に対して、総時間の短縮ができるばかりでなく、造型者は設備サイクルの進行に意を用いることなく造型作業に専念できる。

3.4 稼動状況

この設備の最高能力は200わく/hに達しているが段取り替え、湯待ち、故障などの外部要因のため稼動率は約80%である。今後におけるこの設備の性能向上の重点は稼動率の向上にあるといえる。第2表は最近1ヶ月間の設備停止時間を分析したものである。第2表によるとこの設備自体の故障による停止時間は少ないが、湯待ち、段取り替えなど外部要因による停止がきわめて大である。このことは高能率の鑄造設備の計画に当たっては関連設備との能力のバランス、あるいは作業品種からくる段取り替え時間などについて十分の検討を必要とすることの重要性を物語っている。

第2表 設備停止時間分析

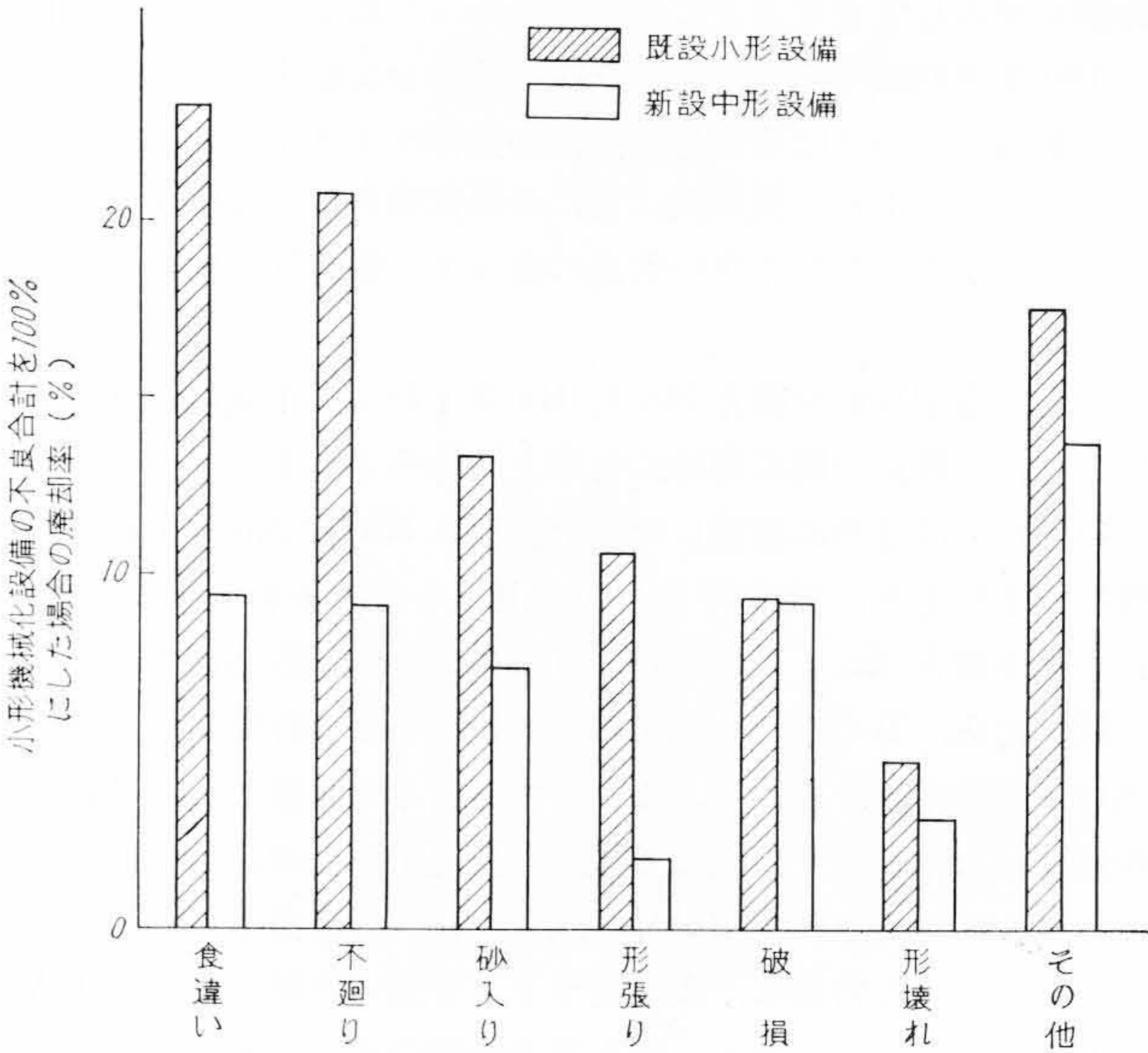
項		目	停止率（％）		
全	作	業	時	間	100
設備停止時間	機 械 的 故 障	造 型 機	0.53		
		付 帶 設 備	2.48		
	電 氣 的 故 障	造 型 機	0.37		
		付 帶 設 備	0.35		
	空 気 系 故 障	造 型 機	0.15		
		付 帶 設 備	0.12		
	集 中 制 御 回 路 故 障		0.15		
	そ の 他 の 故 障 な ら び に 事 故		2.35		
	関 連 他 設 備 の 故 障		0.40		
	湯 待 時 間		6.15		
	砂 待 時 間		0.50		
	段 取 替 時 間		2.45		
そ の 他 待 時 間		3.70			
合 計		19.70			
稼	動	率	80.3		

3.5 鑄造品質

第7図に過去5ヶ月間の主要不良原因別廃却率をこの設備と従来設備によるものとを比較し、この設備による不良率の減少状況すなわち品質がいかに安定してきたかを示す。

4. 結 言

ここに紹介した中型黒心可鍛鋳鉄品自動鑄造設備はなお設計上の問題点あるいは関連設備との能力のバランスなどについてさらに検討を加える必要があるが、総合的に見て鑄造品質および能率の向上に大きな効果をあげている。

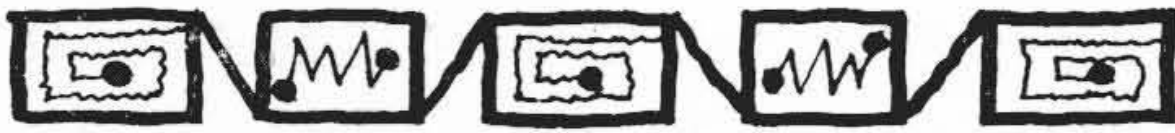


第7図 不良原因別寸法率の比較

この設備の稼働実績を基として

- (1) 溶湯運搬法の改善
- (2) 出湯の連続性の向上
- (3) 段取り替え回数低減のための工程管理技術の向上
- (4) 設備動作不良に基づく小停止の解消

などをさらに改善して今後この設備を上回る性能の鑄造機設備の開発に進みたいと考えている。



特 許 の 紹 介



特許第303717号

増村逸夫

後動作型自動利得調整器の警報装置

一般に後動作型自動利得調整器においては、監視電流は信号電流とともに可変損失部において圧縮されており、このため従来のものはこの圧縮された監視電流をいったん傍熱形サーミスタに流し、電流変化を伸長してこれを制御電流として用い、可変損失部を動作せしめるとともに警報リレーを動作させている。

このように傍熱形サーミスタを使用するのは、これによる伸長特性がきわめて容易に任意なものが得られるからである。しかしながら、トランジスタ搬送装置では傍熱形サーミスタを動作させるに必要な電力を供給することは困難である。

この発明は、このような不便をなくしたもので、可変損失部の動作範囲を利得調整上必要とする範囲より広くとり、この動作範囲の上限、下限における制御電流の比を警報リレー動作電流の上限、下限の比にほぼ等しくなるように前記可変損失部の動作点を選定した

もので、警報リレーを十分動作させ得るに必要な制御電流は特に従来のように傍熱形サーミスタによらなくても、可変損失部の動作範囲を広げ、この範囲内において動作点を適当に選択することによって容易に得られるものである。

入力端子1より入来し、可変損失部VL、増幅器A₁、抵抗減衰器ATT₁を経て出力端子2に至る。出力の一部は監視電流分離用波器PF、抵抗減衰器ATT₂を通り、監視電流増幅器A₂で監視電流のみが増幅され、変成器Tを経て、整流器RCで整流されたのち、蓄電器Cの両端に直流電圧を生ずる。この直流電圧と、電池Esの電圧との差電圧が直流増幅器A₃に加えられる。したがって監視電流レベルの変化は伸長されて可変損失部VLを制御する。可変損失部はサーミスタ、整流器などの非直線素子で構成される。

(常 川)

