

インドネシア共和国
バンコ炭有効利用計画調査
中間報告書
(ガス化試験設備基本設計書)

1985年5月

国際協力事業団

108
685
MPI
LIBRARY

工 計 鋳
85-105

国際協力事業団

受入 月日 '85. 7. 10	108
登録No. 11698	68.5
	MPL

基本計画書目次

要旨	頁
1. ガス化試験計画書	
1-1 ガス化試験計画-----	4
1-2 計測・分析項目-----	13
1-3 データ解析・評価要領-----	16
1-4 フィージビリティ調査のための基礎資料作成要領-----	20
2. プロセス設計書	
2-1 Basic Design Data-----	22
2-2 Process Flow Diagram-----	29
2-3 Piping and Instrumentation Diagram-----	30
2-4 機械品リスト-----	31
2-5 電気機器リスト-----	35
2-6 単線結線図-----	37
2-7 計装機器リスト-----	38
2-8 全体組立計画図-----	42
2-9 Heat Generative Equipment-----	43
2-10 プロセスの説明-----	44
3. カウンターパート分担業務計画書	
3-1 原料・副原料-----	45
3-2 設備・用役-----	46
3-3 分析用消耗品-----	47
3-4 安全設備-----	47
3-5 補修機械、材料-----	47
3-6 運搬、保管容器-----	47
3-7 その他-----	48

JICA LIBRARY



1034489[3]

要旨

1. バンコ炭ガス化試験計画

(1) ガス化試験の目的

1) 目的

- i) インドネシア・バンコ地区に賦存する各種褐炭を鉄浴石炭ガス化試験装置でガス化し、そのガス化特性を把握するために必要な各種データを得る事。
- ii) ガス化試験の結果得られた諸データを既存の知見を織り込みながら解析し、フィージビリティ調査に必要なガス化に関する基礎資料を取りまとめる。
- iii) 本ガス化試験は、新技術の開発やエンジニアリングデータの把握を目的とするものではない。

2) 試験装置の規模

ガス化特性の把握・評価が可能な適切な規模として、石炭吹き込み量で20kg/hの試験装置を計画した。

設備計画の前提となる基本諸元は次の通りである。

項 目	量	備 考
鉄 浴 量	300kg	
石炭吹き込み量	20kg/h	乾燥炭
吹き込み酸素量	575Nm ₃ /coal-t, 12 Nm ₃ /h	標準値、炭種で異なる
キャリアガス量	150Nm ₃ /coal-t, 3 Nm ₃ /h	N ₂
生成ガス量	2000Nm ₃ /coal-t, 40Nm ₃ /h	標準値、炭種で異なる
生石灰添加量	30kg/coal-t, 0.6 kg/h	標準値、炭種で異なる
スラグ生成量	78kg/coal-t, 1.6 kg/h	

3) 試験計画

	1986年度							1987年度										
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
装置の据付	■■■■■■■																	
試運転・調整								■■■■■■■										
テスト (Camp. I)								■										
テスト (Camp. II)								■										
データ解析								■										
テスト (Camp. III)								■										
報告書作成								■										

試験装置の据付および試運転・調整・メカニカルなコールドテスト（現地サンブル炭による乾燥、粉碎、流送）は、1987年3月末までに終了する予定。

ガス化試験期間は、1987年4月から1988年3月末までの1年間とし、試験内容によってキャンペーンⅠ～Ⅲの3段階に区分する。

キャンペーンⅠにおいては、試験装置の特性を把握する事を主眼とした試験を実施し、バンコ炭のガス化特性を把握するための本実験はキャンペーンⅡで実施する。

キャンペーンⅢは、データ解析結果を考慮した補完テストを行なう。

(2) ガス化試験設備基本設計

基本設計を実施し次の点を明らかにした。

- 1) プロセス設計
 - i) プロセス設計条件
 - ii) プロセス工程図（図-1参照）
 - iii) 配管・制御系統図
 - iv) 機械・電気機器・計測機器リスト
 - v) 全体組立図
- 2) カウンターパート分担業務計画

1. ガス化試験計画書

1-1 ガス化試験計画

1-1-1 鉄浴石炭ガス化の原理と特徴

石炭のガス化プロセスは、目的とした生成ガスの用途やガス化炉の構造上のアイデアによって、多くの形式のものが開発されている。これらを基本的なガス化反応特性に基づいて評価すると、固定床、流動床、噴流床及び溶融床の4つの方法に分類される。鉄浴石炭ガス化法は上記分類の中で溶融床法に属する。

図-2に鉄浴石炭ガス化法の概念図を示す。この方法は高度に完成された転炉製鋼技術を石炭のガス化に応用発展させたもので、ガス化炉の内部には高温の溶融鉄が蓄えられており、これが石炭のガス化反応を効率的に促進させる上で重要な役割を果たしている。

図-3に上吹き転炉吹練中の酸化反応の進行を模式的に示した。吹練初期においては、Si, Mn, Pの酸化に消費される酸素が多く、脱炭に消費される酸素の割合が小さい。中期になると、酸素の殆ど全部が脱炭に消費される。この時期の発生ガスは98%以上が一酸化炭素であり、脱炭酸素効率は100%に近い。

反応の末期になると、鉄浴中に炭素が少なくなるので、鉄の酸化や炭酸ガスの生成に消費される酸素が増加し一酸化炭素の発生は少なくなる。

鉄浴石炭ガス化法は、転炉吹練中期の最高脱炭速度領域において鉄浴中の炭素の減少を補うだけの石炭を添加して、これを鉄浴中に溶解させ、鉄浴炭素量を一定値(約1%以上)に保持しながら石炭を連続的にガス化する方法である。

石炭は、非浸漬型ランスを通じてガス化剤(酸素、スチーム)と共に高速で吹き込まれる。ランスから吹き込まれた石炭の一部は、鉄浴に到達するまでにガス化されるが、残りの大部分の石炭は鉄浴中で次のような鉄浴の特性を利用して効率的にガス化される。

- (1) 溶融鉄は熱媒体として石炭を短時間に完全に熱分解し、水素ガスを発生させると共に熱分解して得られた炭素を溶解・吸収する。
- (2) 溶融鉄は、吹き込まれた酸素や生成した二酸化炭素と反応して酸化鉄(FeO)となるが、FeOは同時に鉄浴中の炭素で還元されて鉄(Fe)になると共に一酸化炭素(CO)を発生する。

- (3) 石炭が過剰に投入された場合、溶融鉄が過剰の炭素を溶解・吸収して炭素が炉外に流出するのを防ぐ。
- (4) 酸素が過剰に供給された場合でも、鉄浴中に溶解している炭素が過剰酸素と反応するので、二酸化炭素(CO₂)の生成が少ない。
- (5) 石炭中の灰分は、鉄浴中で溶融状態となり比重差により鉄浴表面に浮上する。
- (6) 溶融鉄は石炭中の硫黄を溶解・吸収し、更に溶融スラグに移行させる機能を持っている。

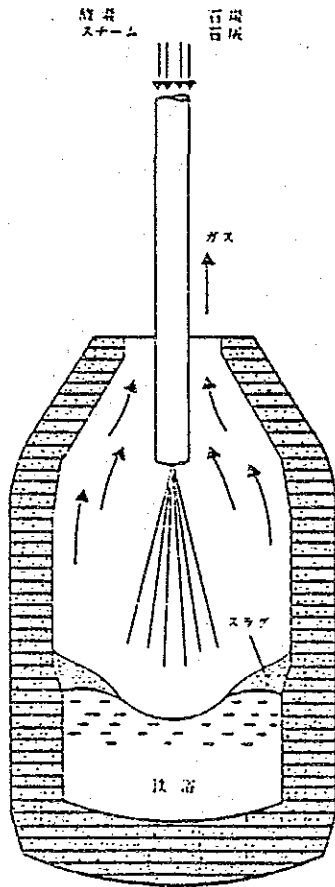


図-2 鉄浴石炭ガス化の概念

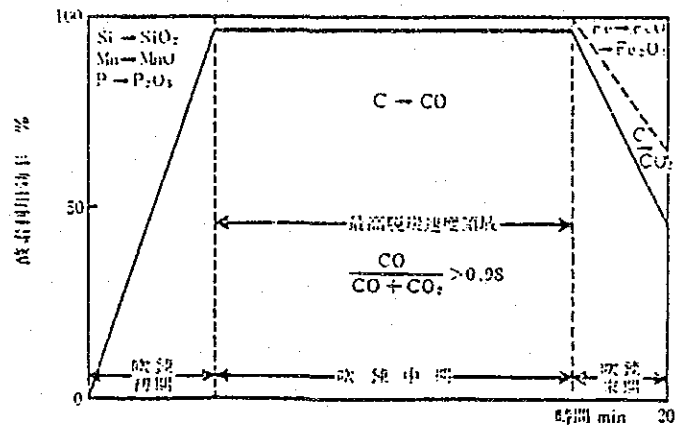


図-3 転炉吹錬過程の酸化反応

1-1-2 試験の目的

石炭ガス化の共通の特性として、石炭の性状(水分、灰分、C,H,O,S 等)が異なると、ガス化特性(生成ガス量、組成、ガス中の不純物の含有量、スラグ性状等)が異なる。

特に、バンコ地区に賦存する石炭は、地域や炭層によって品質が多様であり、バンコ炭の有効利用計画の立案に際しては、予め各地域の石炭について、そのガス化特性を十分に把握しておく必要がある。

従って、本試験は、

- (1) インドネシア・バンコ地区に賦存する各種褐炭を鉄浴石炭ガス化試験装置でガス化し、そのガス化特性を把握するために必要な各種データを得る事。
- (2) ガス化試験の結果得られた諸データを既に実施済みの基礎実験やパイロットプラントのテスト等を通じて得られている知見を織り込みながら解析し、フィージビリティ調査に必要なガス化に関する基礎資料を取りまとめる事を目的とするものである。なお、当ガス化試験は新技術の開発やエンジニアリングデータの把握を目的とするものではない。

1-1-3 試験装置の計画

試験装置を案画するにあたっての基本的な考え方は以下の通りである。

- (1) ガス化特性の把握・評価が可能で適切な規模であること。
 - a) 生成ガス組成に関し、外乱(シール用窒素の混入等)の影響を出来るだけ少なくし、精度の高い実測データを得るためには、 $40\text{Nm}_3/\text{h}$ 程度の発生ガス量を確保する必要がある(石炭吹き込み量 $20\text{kg}/\text{h}$ 程度)。
 - b) 組成分析に必要な量のスラグが製造されること。石炭吹き込み量が $20\text{kg}/\text{h}$ 程度であれば、分析に必要なスラグ量を十分に確保することが出来る。
- (2) ガス化炉内の温度(鉄浴温度)を一定レベルに維持する事ができる事。
 小型試験装置の場合、熱損失が大きいため、炉内の温度(鉄浴温度)が低下する。鉄浴温度を一定レベルに維持するためには、外熱をあたえ熱損失を補償してやる必要がある。本試験装置では、ガス化炉本体に誘導コイルを巻き、誘導加熱により鉄浴温度をガス化特性に影響しない範囲で一定レベルに維持する方法を採用した。
- (3) ガス化炉に必要な溶融鉄の製造については、中周波溶解炉を設け、スクラップを溶解して製造する。

以上の基本的な考え方に基ついで設定したガス化試験装置の基本諸元及び主要機器構成を表-1、図-4に示す。

表-1 設備計画の前提となる基本諸元

項目	量	備考
鉄浴量	300kg	
石炭吹き込み量	20kg/h	乾燥炭
吹き込み酸素量	$575\text{Nm}_3/\text{coal-t}$, $12\text{Nm}_3/\text{h}$	標準値、炭種で異なる
キャリアガス量	$150\text{Nm}_3/\text{coal-t}$, $3\text{Nm}_3/\text{h}$	窒素
生成ガス量	$2000\text{Nm}_3/\text{coal-t}$, $40\text{Nm}_3/\text{h}$	標準値、炭種で異なる
生石灰添加量	$30\text{kg}/\text{coal-t}$, $0.6\text{kg}/\text{h}$	標準値、炭種で異なる
スラグ生成量	$78\text{kg}/\text{coal-t}$, $1.6\text{kg}/\text{h}$	

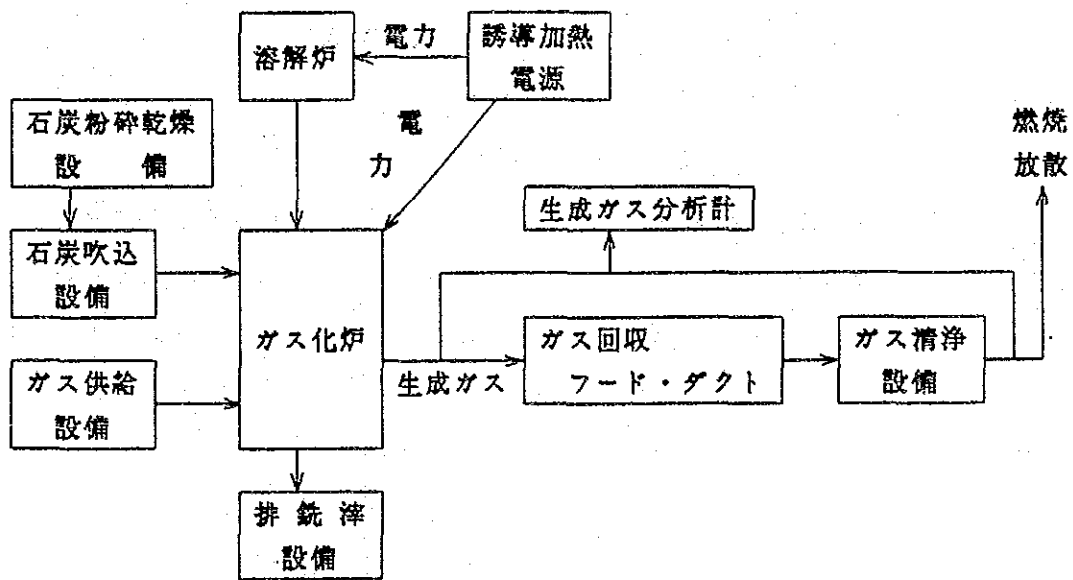


図-4 試験装置の主要機器構成

1-1-4 試験方法の検討

昭和59年度に実施したバンコ炭資源の予備調査結果から、バンコ炭の性状に就ての一般的特徴として次の点が報告されている。

- (1) 全水分が28~38%と高い。
- (2) 灰分は全般に低いが、炭層によっては4~16%のバラツキがある。
- (3) 元素分析の結果では、酸素が23~26%と多い。
- (4) 全硫黄分が0.2~1.8%であり、灰分中に多量の酸化ナトリウム(Na_2O)を含む。

上記石炭性状は、NWバンコからセントラルバンコに至る地域及び炭層によって大きなバラツキが認められる。従って、今回の試験は、反応温度、石炭・酸素の吹き込み条件、石炭粒度やスラグ塩基度等の試験条件を極力一定(従来の実験結果から考えられる適性値)となるように調整し、石炭の性状の差によるガス化特性が把握出来るような試験計画を立案した。

1) 試験条件

従来から実施して来た実験結果をベースにして、本試験の試験条件を検討した。主な試験条件を下記に示す。

鉄浴温度：大型炉では1400℃以上あれば100%近い脱炭効率でガス化が可能であるが、小型炉では温度はやや高めの方が効率がよい。従って、鉄浴温度の目標値を1500~1550℃とした。

鉄浴中炭素：鉄浴中の炭素は、1%以下にならないように吹き込み石炭量と吹き込み酸素量の比を調整する。通常操業の鉄浴中炭素の目標値は2~3%である。

スラグ塩基度：スラグの塩基度(CaO/SiO_2)は、スラグの流動性、耐火物との反応性、脱硫性能等を考慮し、 $\text{CaO}/\text{SiO}_2=1.5\sim 2.0$ になるように生石灰(CaO)の添加量を調整する。

石炭吹き込み方法：石炭と酸素の吹き込み方法に就ては、一本の非浸漬ランスを使用して、酸素噴流直下のホットスポットに石炭を供給する方法を採用する。

石炭粒度：ガス化効率の面から、微粉碎石炭(200メッシュ以下が70%以上)を使用する。

2) ガス化試験に使用するバンコ炭サンプル

NWバンコからセントラルバンコに至る全域で、地域ごと、炭層ごとに採取したサンプルの工業分析値及び元素分析値をベースに、特に全水分、灰分、酸素、全硫黄分、灰分中の酸化ナトリウム等に特徴のあるものを選択しガス化試験に使用する。

3) 実験時間と実験手順

石炭吹き込み開始後、ガス化が定常状態に達するまでに20～30分の時間を要すると予想される事、及び実験結果を解析する上に必要なデータを採取するために1時間程度の定常状態を確保する必要があること等を考慮し、1回の実験時間を最大2時間とした。1回の標準作業スケジュールを表-2に示した。

午前中に高周波溶解炉でスクラップを溶解して300kgの溶湯を製造し、午後には溶湯をガス化炉に移して、温度調整後約2時間のガス化実験を行なう。又、実験の準備作業、実験終了後の点検補修作業及びデータ整理作業を考えると、2回/週が標準的な実験サイクルとなるであろう。

表-2 1回の標準的作業スケジュール

時刻	9	10	11	12	1	2	3	4	5
溶解炉	準備・溶解作業				出湯				
					↓				
ガス化炉	準備・予熱			受湯	実験		後片付け		

1-1-5 工程

表-3 にバンコ炭ガス化試験の全体工程を示す。

表-3 バンコ炭ガス化試験工程

	1986年度							1987年度											
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
装置の据付	////																		
試運転・調整				////															
テスト (Camp. I)								Camp. I											
テスト (Camp. II)									Camp. II										
データ解析											(国内)								
テスト (Camp. III)													(Camp. III)						
報告書作成																		(国内)	

試験装置の据付および試運転・調整・メカニカルなコールドテスト(現地サンプル炭による乾燥、粉碎、流送)は、1987年3月末までに終了する予定。

ガス化試験期間は、1987年4月から1988年3月末までの1年間とし、試験内容によってキャンペーンⅠ～Ⅲの3段階に区分する。キャンペーン毎の試験内容を表-4に示す。

キャンペーンⅠにおいては、試験装置の特性を把握する事を主眼とした試験を実施し、バンコ炭のガス化特性を把握するための本実験はキャンペーンⅡで実施する。

キャンペーンⅢは、データ解析結果を考慮した補完テストを行なう。

表-4 試験の内容

	試験の主要内容
試運転・調整	1. 機器の無負荷テスト 2. 現地サンプル炭による乾燥・粉碎・流送試験
キャンペーンⅠ	1. 試験装置の特性把握試験 1) ガス化炉の熱損失 2) 鉄浴温度を一定レベルにするための ガス化炉保熟条件の検討 3) 炉修タイミングの検討 4) 適正試験条件の確立 2. 試験数…約8ヒート
キャンペーンⅡ	1. バンコ炭のガス化特性把握試験 1) 水分、灰分の影響 2) C, H, O, Sの影響 2. 試験数…約15ヒート
キャンペーンⅢ	キャンペーンⅡの試験のデータ解析結果を 考慮した補完テスト

1-2 計測・分析項目

ガス化特性を把握するために必要な主要な分析・計測項目を図-5 および表-5-1、表-5-2 に示す。

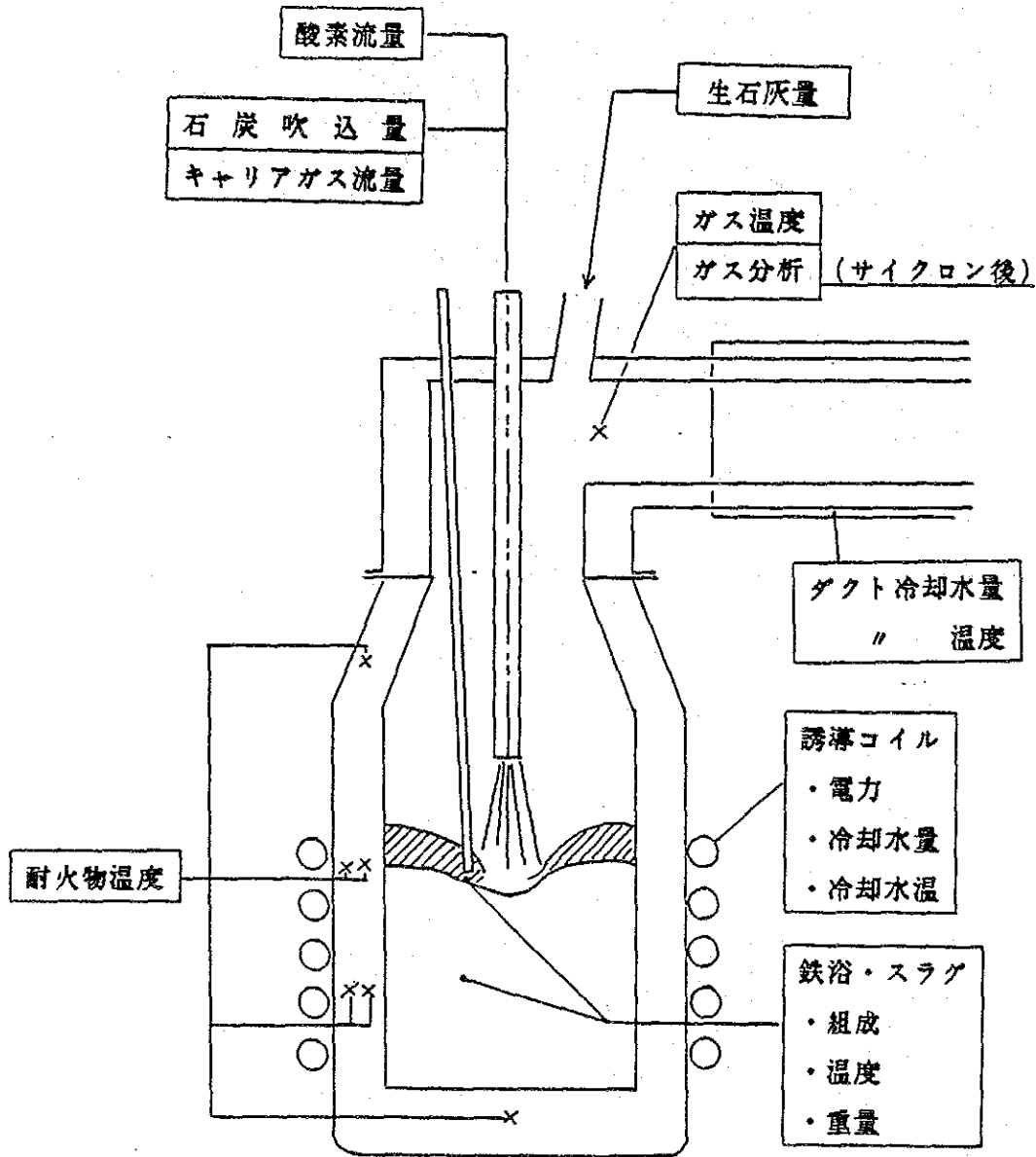


図-5 主要な計測分析項目

表一五一一 計測分析項目とその方法

測定項目	方法	測定頻度
溶融鉄	<ul style="list-style-type: none"> ・くみとりサンプリング ・Cについてはサブランス併用 ・サブランス ・秤量 	<ul style="list-style-type: none"> ・実験前後 ・10～15分毎 ・10～15分毎 ・実験前後
スラグ	<ul style="list-style-type: none"> ・組成(CaO, SiO₂, FeO, Al₂O₃, TS等) ・温度 ・重量 	<ul style="list-style-type: none"> ・15～30分毎 ・10～15分毎 ・実験終了後
生成ガス (ガス化炉出口)	<ul style="list-style-type: none"> ・主要成分組成(CO, CO₂, H₂, O₂) ・微量成分組成(H₂S, COS) ・ガス化炉出口温度 ・温度 	<ul style="list-style-type: none"> ・連続 ・10分毎 ・連続 ・連続
生成ガス (サイクロン前)	<ul style="list-style-type: none"> ・CA熱電対 	<ul style="list-style-type: none"> ・連続
耐火物	<ul style="list-style-type: none"> ・炉底温度(2点) ・炉壁(鉄浴部2点, スラグライン2点, 上部2点) 	<ul style="list-style-type: none"> ・連続 ・連続
ダスト	<ul style="list-style-type: none"> ・量 ・組成(TFe, C, TS, CaO, SiO₂等) 	<ul style="list-style-type: none"> ・実験終了後 ・実験終了後

表-5-2 計測分析項目とその分法

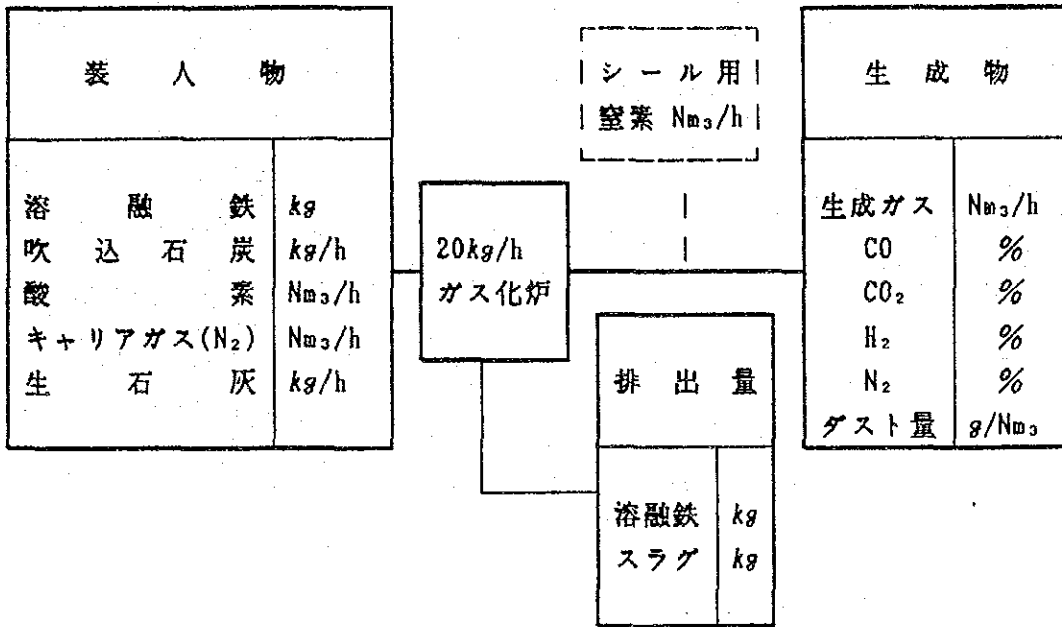
測定項目	方法	測定頻度
吹込石炭	<ul style="list-style-type: none"> ・ロードセル ・原炭及び粉砕・乾燥サンプル ・粉砕・乾燥サンプル 	<ul style="list-style-type: none"> ・連続 ・実験前 ・実験前
供給ガス	<ul style="list-style-type: none"> ・オリフィス流量計 ・" ・" 	<ul style="list-style-type: none"> ・連続 ・連続 ・連続
生石炭	<ul style="list-style-type: none"> ・秤量 ・スボットサンプリング 	<ul style="list-style-type: none"> ・20~30分毎 ・スボット
ダクト冷却水	<ul style="list-style-type: none"> ・CA熱電対(又はアルコール温度計) ・フロート式流量計 	<ul style="list-style-type: none"> ・連続 ・実験前にセット
誘導コイル	<ul style="list-style-type: none"> ・流量計 ・CA熱電対 	<ul style="list-style-type: none"> ・連続 ・連続 ・連続

1-3 データ解析・評価要領

バンコ炭のガス化特性を地域・炭層毎に評価するために、下記要領にてデータのまとめ、及び解析・評価を実施する。

1-3-1 物質収支、熱収支

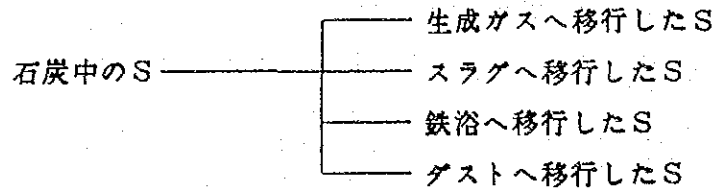
(1) 物質収支



- ・生成ガス量は、連続ガス分析によるガス組成と送酸素量等から算出する。
- ・実測値をベースに、キャリアガス(N₂)、シール用ガス(N₂)等の混入を考慮した生成ガス量を算出する。
- ・溶融鉄、スラグ、ダストについては、量とともに主要は成分分析を実施する。
- ・生成ガス量及び生成ガス中の有用成分(CO, H₂)、発熱量を炭種毎に比較検討する。
- ・炭素(C)バランスについては、石炭中の炭素がガス化(CO, CO₂)に寄与した割合(Cのガス化効率)を算出し、石炭種による比較を行なう。

$$\text{Cガス化効率} = \frac{\text{ガス化(CO, CO}_2, \text{CH}_4)\text{C量} + \text{鉄浴に移行したC量}}{\text{石炭中のC量}}$$

- ・硫黄(S)バランスについては、石炭中の硫黄のうち生成ガス、スラグ、ダスト及び鉄浴の各々に移行した硫黄のバランスを求め、スラグやダストによる脱硫効率を推定する。



但し、物質収支に関するデータの解析にあたっては、小型試験装置の特性が大きく出るので、フィージビリティ調査のための基礎資料を取りまとめる場合には、パイロットプラントによる試験結果及び理論計算値をベースに補正を加える必要がある。特に、炭素バランス、硫黄バランスについては、あくまでも参考データである。

(2) 熱収支

各試験毎に下記要領で熱収支表を作成し、試験結果の評価を行なう。

項 目		熱 量
入 熱	ガ ス 化 反 応 熱	kcal/h
	投 入 電 力	kcal/h
	小 計	kcal/h
出 熱	生 成 ガ ス 顕 熱	kcal/h
	ス ラ グ 顕 熱	kcal/h
	メ タ ル 顕 熱 変 化	kcal/h
	ダ ス ト 顕 熱	kcal/h
	耐 火 物 蓄 熱 変 化 量	kcal/h
	熱 損 失	kcal/h
	(冷 却 水 損 失 熱)	kcal/h
	(コ イ ル 等 電 力 損 失)	kcal/h
(炉 体 放 散 熱 等)	kcal/h	
小 計	kcal/h	

・出熱のうち熱損失(主に炉体放散熱)は、試験装置の規模及び特性に大きく影響される。特に小型装置の場合、出熱中に熱損失の占める割合が大きく、熱補償をしてやらないと熱バランスが取れなくなる。工業規模の熱損失については、パイロットプラントや実機転炉の実績値等をベースに推定する。

・石炭中水分と灰分は、熱バランスに対し大きな影響を与える。特に、褐炭のように水分含有量の多い石炭の場合、脱水操作により水分をあるレベル迄低下させたくうえでガス化し、熱バランスを維持する。本実験で得られたデータ、工業化規模のガス化炉の熱損失推定値等をベースに、石炭中水分の許容限界(脱水限度)及び灰分含有量の評価を石炭種毎に行なう。

1-3-2 スラグの評価

- ・スラグについては、化学組成分析値をベースに流動性の評価を行ない、ガス化炉を運転中にスラグをスムーズに炉外に排出するための温度等の条件を明らかにする。
- ・スラグを投棄した場合の公害上の問題(黄色水、崩壊性)について既に実施済みの基礎実験結果をベースに比較検討する。

1-4 フィージビリティ調査のための基礎資料作成要領

本ガス化試験によって得られたデータをベースに、小型試験装置の特性、パイロットプラントの試験結果等を考慮し、フィージビリティ調査に必要なガス化炉の基本設計条件をとりまとめる。以下に基礎資料の主なものを示す。

1-4-1 原料・副原料仕様

1) 石炭

- ・工業分析値 (全水分, 灰分, 揮発分, 固定炭素)
- ・元素分析値 (C, H, N, O, S, その他)
- ・灰分分析値 (CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO 等)
- ・粒度分布
- ・HGI ・発熱量 (高位, 低位)

2) スクラップ

- ・組成 (MFe , Fe_2O_3 等)
- ・粒度

3) 生石灰

- ・組成 (CaO , CO_2 , SiO_2)
- ・粒度

1-4-2 供給ガス仕様

1) 酸素

- ・圧力 ・温度 ・純度

2) キャリアガス

- ・種類 ・圧力 ・温度

3) プロセススチーム

- ・圧力 ・温度

1-4-3 用役仕様

- 1) 電気
 - ・電圧
 - ・周波数
- 2) 工業用水
 - ・圧力
 - ・温度
 - ・pH
- 3) ボイラ供給水
 - ・圧力
 - ・温度
 - ・CaCO₃含有量
 - ・pH
- 4) 圧空
 - ・圧力
 - ・温度
- 5) 窒素
 - ・圧力
 - ・温度

1-4-4 生成物仕様

- 1) 生成ガス(清浄後)
 - ・生成ガス原単位
 - ・生成ガス組成(CO, CO₂, H₂, N₂, TS等)
 - ・含塵量
 - ・温度
 - ・圧力
 - ・発熱量(高位、低位)
- 2) スラグ
 - ・生成スラグ原単位
 - ・生成スラグ組成(CaO, SiO₂, S, 等)
 - ・温度
- 3) ダスト
 - ・生成ダスト原単位
 - ・生成ダスト組成(TFe, C, S, CaO, SiO₂等)
 - ・生成ダスト物性(粒度等)
- 4) 排水
 - ・排水量(原単位)
 - ・化学組成

2. プロセス設計書

2-1 Basic Design Data

2-1-1 計量単位

(1) 計量単位は、以下に記す通りメートル法による。

項目		
長さ		m, cm, mm 又は μm
面積		m^2, cm^2
体積		$\text{m}^3, \text{cm}^3, \ell$
質量		t, kg 又は g
流量	液体	m^3/h
	蒸気	kg/h
	ガス	Nm^3/h
	固体	kg/h
圧力		$\text{kg}/\text{cm}^2\text{g}, \text{kg}/\text{cm}^2\text{abs.}$ 又は mmHg
温度		$^{\circ}\text{C}$
熱量		kcal
電圧		V
電流		A
電気抵抗		Ω
有効電力		kW
周波数		Hz

(2) 管径、ノズル径、バルブ口径は、JISの“A”表示による。

2-1-2 準拠規定

全ての設備は、以下に記す。日本国の法規や基準に基づき、又は参考として設計、製作されるものとする。

建築基準法

鋼構造設計基準

J P I 規格

労働安全衛生法

圧力容器構造規格

高压ガス取締法

容器保安規則

液化石油ガス保安規則

一般高压ガス保安規則

J I S (Japanese Industrial Standard)

J E C (The Japanese Electrotechnical Committee)

J E M (The Japan Electrical Manufacturers' Association)

電気設備技術基準

その他設計者によって必要と判断された規定

2-1-3 現地概況

(1) 場所

インドネシア共和国, ジャカルタ, セルボン, PUSPIPTEK
パイロットプラントビルディング stage1内

(2) 気温及び湿度(インドネシアデータ)

1) 気温

Daily maximum temperature	33°C
Yearly maximum temperature	31.5°C
Daily minimum temperature	21°C
Yearly minimum temperature	22.5°C
Daily normal/average temperature	24°C (at 07:00)
Daily normal/average temperature	30°C (at 13:00)
Daily normal/average temperature	26.5°C (at 18:00)

2) 相対湿度

Daily maximum humidity	96% (24°C at 07:00)
Daily minimum humidity	47% (32°C at 13:00)
Daily normal humidity	92% (at 07:00)
Daily normal humidity	62% (at 13:00)
Daily normal humidity	79% (at 18:00)

(3) 地震条件

$$F_e = kW$$

ここで

F_e = 地震荷重

k = 地震係数

W = 構成部品重量

当 projectの設備は全て高さ16m以下、

固有周期 0.4秒以下なので

$k = 0.2$

2-1-4 主原料、副原料

- (1) 石炭
水分 max 35%
量 60kg/heat 程度
- (2) 生石灰
成分 CaO 90%以上
粒度 30 μ m 以下
量 0.6kg/h (1.2kg/heat) 程度
- (3) スクラップ
サイズ 110 ϕ 程度 (Starter Block)
量 300kg/heat 程度

2-1-5 排出物

- (1) 冷却排水
温度 給水温度 + max 10 $^{\circ}$ C
圧力 詳細設計時決定
流量 max 30T/h
- (2) ダスト
成分 TFe 40~50%, C 10~25%
量 2kg/h 程度 (4kg/heat)
- (3) スラグ
塩基度 CaO/SiO₂=1.5 程度
量 1.6kg/h 程度 (3.2kg/heat)
- (4) 生成ガス
流量 40N π^3 /h 程度

2-1-6 ユーティリティ条件

- | | |
|-----------|---------------------------|
| (1) 酸素 | (ポンベ) |
| 純度 | 99%以上 |
| 温度 | 常温 |
| 圧力 | 20kg/cm ² g 程度 |
| 流量 | 12N ³ /h 程度 |
| (2) 窒素 | (ポンベ) |
| 純度 | 99%以上 |
| 温度 | 常温 |
| 圧力 | 6kg/cm ² g 程度 |
| 流量 | 6N ³ /h 程度 |
| (3) 電力 | |
| 周波数 | 50Hz 3φ |
| 電圧 | 380V ±10% |
| 最大電力 | 350kVA |
| (4) 圧空 | |
| 温度 | 常温 |
| 圧力 | min 6kg/cm ² g |
| 流量 | max 60N ³ /h |
| (5) 計装用エア | (油分、湿分含まず) |
| 温度 | 常温 |
| 露点 | 0℃ |
| 圧力 | min 6kg/cm ² g |
| 流量 | max 10N ³ /h |

(6) 冷却水

1) 水質 (インドネシア データ)

Color	20 Pt.Co
Turbidity	-
Odor	No
Taste	No
pH	8.5
Solid content	4.1 ppm
Conductivity	-
Organic content	4.4 ppm $KMnO_4$
Free CO_2 content	No
Alkalinity	
Phenol phtalein	0 ppm $CaCO_3$
Methyl orange	40.0 ppm $CaCO_3$
Carbonate	0 ppm $CaCO_3$
Hydroxide	0 ppm $CaCO_3$
Bicarbonate	40.0 ppm $CaCO_3$
Hardness	
Calcium	4.28 ppm Ca ⁺⁺
Magnesium	1.72 ppm Mg ⁺⁺
Iron content	negative
Manganese content	negative
Sulfate content	negative
Phosphate content	negative
Ammonium content	negative
Nitrate content	negative
Silica content	-
Chloride content	7.10 ppm Cl ⁻
Residual chlorine	0.30 ppm Cl_2

2) 温度 25~27°C (インドネシア データ)

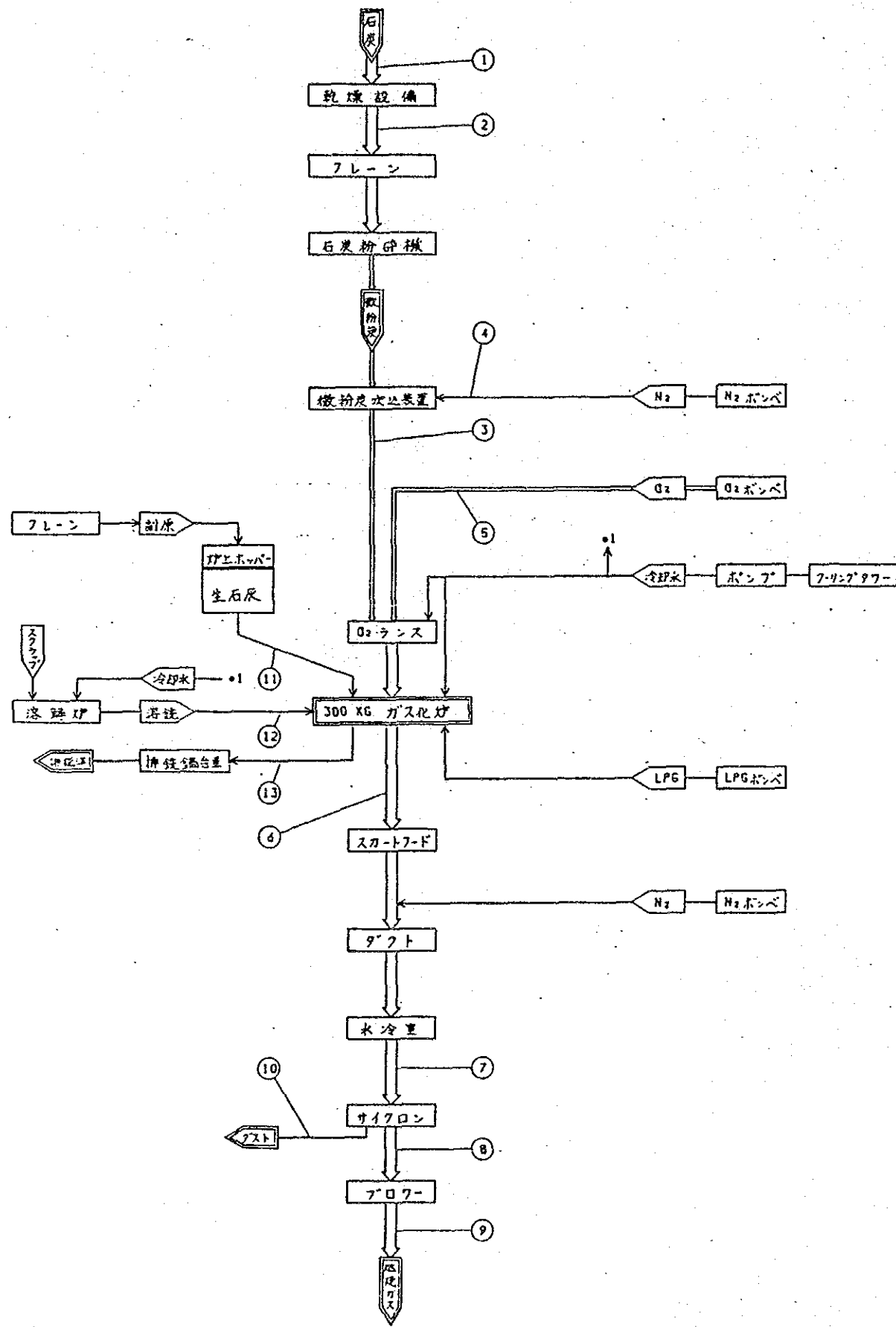
3) 圧力 min 10kg/cm²g

4) 流量 max 30t/h

(7) LPG (ボンベ)

発熱量	2,400kcal/N π^3 以上
温度	常温
圧力	2 kg/cm 2 g 程度
流量	max 3 N π^3 /h

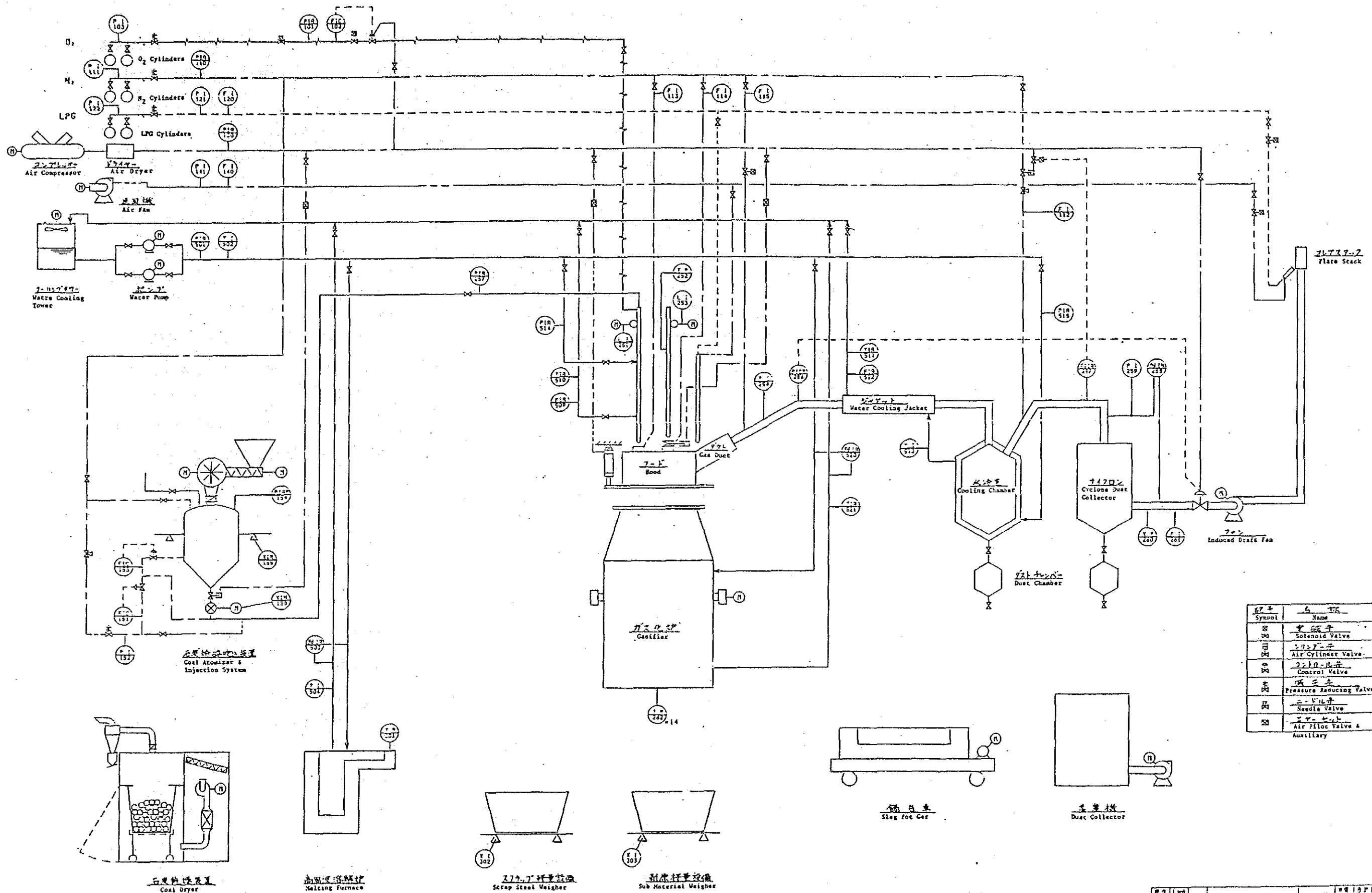
2-2 Process Flow Diagram



TAG. NO.		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	記号
項目	石炭	石炭	石炭	石炭	N ₂	O ₂	生成ガス	生成ガス	生成ガス	生成ガス	生成ガス	生成ガス	生成ガス	生成ガス	
	量	60 t/h	40 t/h	20							2	0.4	300 t/h	1.6	
温度	℃	室温	100	100							150	室温	1500-1600	1600-1650	
	湿度	%	35	5	5										
粒度	mm	-25mm	-25mm	>70%							-63mm 100%	-30mm			
	量	Nm ³ /h			3	12	40	40	40	40					
温度	℃				室温	室温	1300-1500	150	150	150					
	圧力	kg/cm ²			4-4.5 K	10-12 K	1.100 M	300-1100 M	500-300 M	100-300 M					
ダスト濃度	g/m ³						50	50	0.05	0.05					

NO. 20158	インドネシア パンコ炭	2015
	ガス化試験装置	2015
	P.F.D. 計画図	

2-3 Piping and Instrumentation Diagram



記号 Symbol	名 Name
☒	弁 Solenoid Valve
☒	空気筒弁 Air Cylinder Valve
☒	調整弁 Control Valve
☒	減圧弁 Pressure Reducing Valve
☒	ニードル弁 Needle Valve
☒	空気ピロット弁 Air Pilot Valve & Auxiliary

BANKO COAL GASIFICATION TEST PLANT		60 2 20 81		P.I.D 計画図	
P.I.D		P.I.D		P.I.D 計画図	
				P3066	

2-4 機械品リスト

2-4-1 石炭粉碎、乾燥、吹込系統

- (1) 石炭乾燥設備 1基
- 1) 型式 箱型乾燥装置
 - 2) 熱源 電気ヒータ
 - 3) 原炭量/乾燥時間 117kg/1.5h
 - 4) 原炭水分/乾燥炭水分 35%/5%
 - 5) 付属電気品 ファン用モータ、ヒータ
- (2) 石炭粉碎設備 1基
- 1) 型式 特殊ハンマーミル
 - 2) 処理量/粉碎時間 80kg/1.5h
 - 3) 入口粒径/成品粒径 $-25\mu\text{m}/-74\mu\text{m}$ 70%以上
 - 4) 付属電気品 スクリューフィーダ用モータ、アトマイザ用モータ
- (3) 石炭吹込設備 1基
- 1) 型式 ロックホッパ&ロータリフィーダ切出方式
 - 2) 吹込量×時間 40kg/h×2h
 - 3) 付属電気品 ロータリフィーダ用モータ

2-4-2 ガス化炉廻り

- (1) ガス化炉本体 1基
- 1) 型式 転炉型鉄浴ガス化炉
 - 2) 炉内寸法/鉄浴量 $400\text{mm}\phi \times 950\text{mmh}/300\text{kg}$
 - 3) 耐火物 電融 $\text{MgO}-\text{Cr}_2\text{O}_3$ レンガ, マグネシアスタンプ
 - 4) 付属電気品 誘導保熱コイル
- (2) ガス化炉傾動装置 1基
- 1) 付属電気品 サイクロモータ
- (3) 架構, デッキ, 階段 1式
- (4) 生石灰投入設備 1基
- 1) 型式 ロックホッパ&2重バルブ方式
 - 2) 投入量 300g/回

- (5) 溶解炉本体 1基
- 1) 型式 るつば型 中周波誘導溶解炉
 - 2) 溶解量/時間 300kg/2h
 - 3) 耐火物 マグネシアスタンプ
 - 4) 付属電気品 誘導コイル
- (6) 排銹滓鍋及び台車 1組
- 1) 鍋 鋼板製キャストプル内貼
 - 2) 台車 サイクロモータ駆動
- (7) ランス及びランス駆動装置 1組
- 1) ランス 水冷3孔ランス
 - 2) 駆動装置 サイクロモータ駆動
- (8) サブランス及びサブランス駆動装置 1組
- 1) サブランス 非水冷ランス
 - 2) 駆動装置 サイクロモータ駆動

2-4-3 ガス清浄系統

- (1) フード、ダクト 1式
- 1) フード 炉口シールタイプ
昇降装置付
 - 2) ダクト ジャケット水冷ダクト
- (2) 水冷室 1基
- 1) 型式 ジャケット水冷型
- (3) サイクロン 1基
- 1) 型式 Linden Type
 - 2) 処理風量 $80\text{Nm}^3/\text{h}$
 - 3) 出口含塵量 $50\text{mg}/\text{Nm}^3$ 以下 (目標)
- (4) 誘導ファン 1台
- 1) 風量×風圧 $80\text{Nm}^3/\text{h} \times 600\text{mmHg}$
- (5) フレアスタック 1基
- 1) 点火トーチ LPG, 圧空使用

2-4-4 環境集塵

- | | |
|-----------------|-------------------------|
| (1) フード、ダクト、ダンプ | 1 式 |
| (2) バグフィルタ | 1 台 |
| 1) 風量 | 1000 π^3 /h |
| 2) 出口含塵量 | 50 π g/N π^3 以下 |
| 3) 付属電気品 | ファン用モータ |

2-4-5 ユーティリティ設備

- | | |
|---|---------------|
| (1) 酸素ライン | 1 式 |
| 1) 初回用ポンベ 1組 及び
減圧弁以降の必要配管 | |
| (2) 窒素ライン | 1 式 |
| 1) 初回用ポンベ 1組 及び
減圧弁以降の必要配管 | |
| (3) 圧空 ライン | 1 式 |
| 1) 別途規定の Battery Limitを境界とした
機器側配管 | |
| (4) 冷却水 ライン | 1 式 |
| 1) 別途規定の Battery Limitを境界とした
機器側 給水、排水配管 | |
| (5) LPG ライン | 1 式 |
| 1) 初回用ポンベ 1組 及び
減圧弁以降の必要配管 | |
| (6) 乾燥バーナ用燃焼空気 ライン | 1 式 |
| 1) ファン | 90 π^3 /h |
| 2) 配管 | |

2-4-6 予備品 1式

2-4-7 消耗品 1式

2-4-8 消火器 1式

2-5 電気機器リスト

2-5-1 誘導保熱炉・溶解炉関係

- (1) 電源変圧器 1台
- 1) 油入自冷式、屋内仕様
 - 2) 3相 50Hz
 - 3) 容量 260kVA
 - 4) 一次電圧/二次電圧 380V/480V
- (2) サイリスタ周波数変換器盤 1面
- 1) 屋内用自立形
 - 2) 入力仕様 3相 480V 50Hz
 - 3) 出力仕様 単相 1000V 300Hz
 - 4) 最大連続定格 200kW
- (3) 操作盤(運転室設置) 1面
- 1) デスク形
 - 2) 変換器盤出力表示(電圧、電流他)
 - 3) 運転操作スイッチ
 - 4) 運転・故障表示

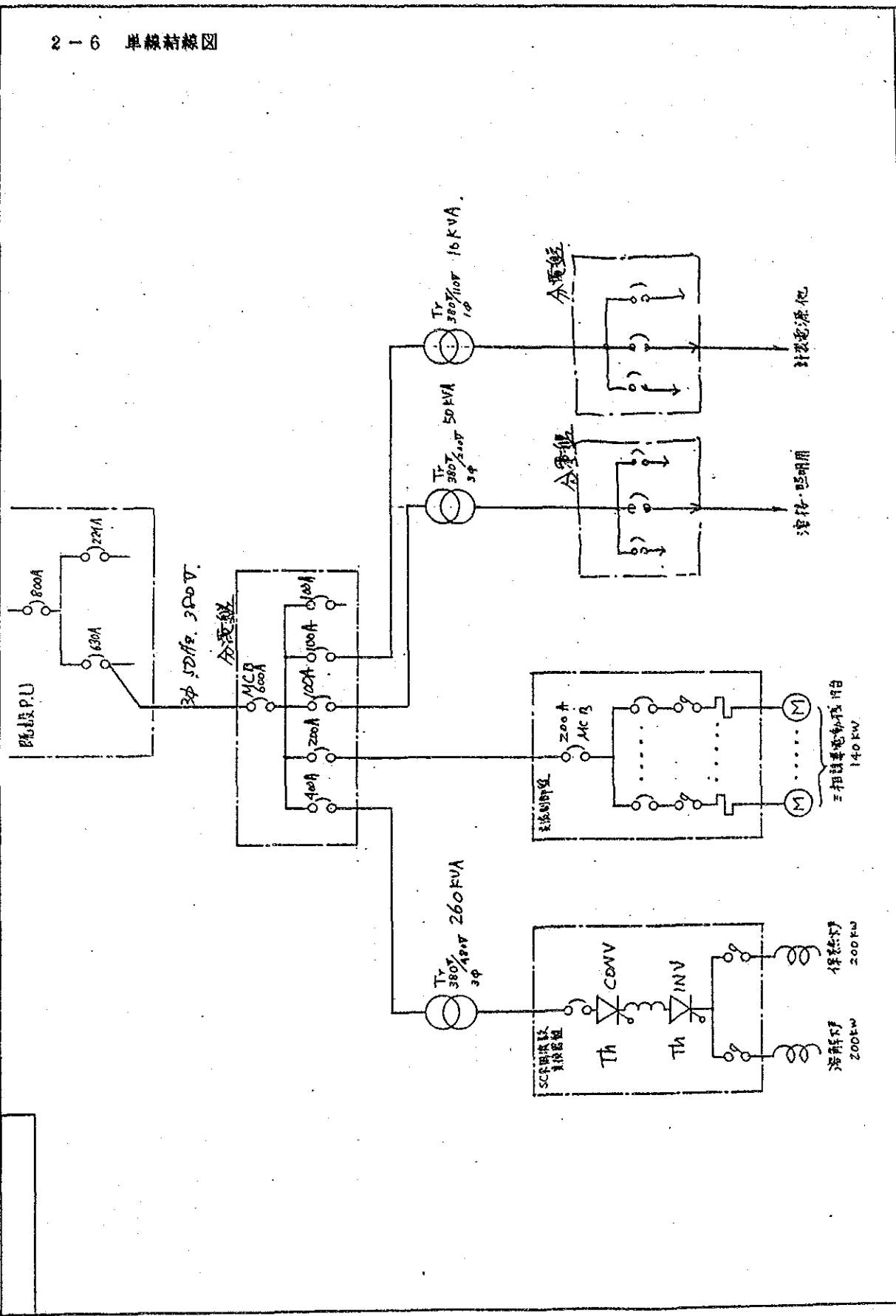
2-5-2 交流補機関係

- (1) 分電盤
- 1) 380V 用屋内自立形 1面
 - 2) 220V 用屋内壁掛形 1面
 - 3) 110V 用屋内壁掛形 1面
- (2) トランス
- 1) 380V/220V 3相 50Hz 50kVA 1台
 - 2) 380V/110V 単相 50Hz 10kVA 1台

(3) 制御盤	1 式
1) 屋内用自立形	
2) 制御対象	
i) 三相誘導電動機	12台
ii) 電気ヒータ	1台
iii) 電磁弁	4台
3) 運転操作方法	
運転モードは手動押釦操作のみとする。	
(4) 操作盤(運転室設置)	1 面
1) デスク形	
2) 操作対象	
i) 石炭吹込ロータリフィーダ	
ii) ガス化炉廻り	
iii) 誘導ファン	
(5) 機側操作盤	1 式
1) 壁掛形	
2) 操作対象	
i) (4)項操作盤に所属しないもの。	
2-5-3 空調機 (操作室用)	1 式
2-5-4 予備品	1 式
2-5-6 消耗品	1 式

2-6 單線結線圖

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9



APPROVED BY: _____
 CHECKED BY: _____
 TITLE: 單線結線圖
 DRAWING No. _____

2-7 計装機器リスト

2-7-1 計装盤 (操作室設置)

1 面

- (1) 屋内自立型
- (2) 盤表面 調節計
指示計
記録計
ANN
押釦、SW類
- (3) 盤内 ディストリビュータ
補助リレイボックス
変換器類

2-7-2 酸素ライン

- (1) 圧力発信器及指示警報計 PIA-101 1 式
- (2) 差圧発信器、調節計及び流量調節弁 FIC-102 1 式
- (3) 現場型ポンペ圧力指示計 PI-103 1 式

2-7-3 窒素ライン

- (1) 圧力発信器及指示警報計 PIA-110 1 式
- (2) 現場型ポンペ圧力指示計 PI-111 1 式
- (3) サイクロン用差圧伝送器及指示計 FI-112 1 式
- (4) ランス用現場型流量指示計 FI-113 1 式
- (5) サブランス用現場型流量指示計 FI-114 1 式
- (6) シールガス用現場型流量指示計 FI-115 1 式

2-7-4 LPGライン

- (1) 現場型流量指示計 FI-120 1 式
- (2) 現場型供給圧力指示計 PI-121 1 式
- (3) 現場型ポンペ圧力指示計 PI-122 1 式

2-7-5 圧空ライン

(1) ユーティリティ用圧力発信器及指示警報計	PIA-130	1式
(2) 乾燥バーナ用現場型流量指示計	FI-140	1式
(3) 乾燥バーナ用現場型圧力指示計	PI-141	1式

2-7-6 石炭粉碎、乾燥、吹込系統

(1) キャリアガス(N ₂)用差圧伝送器、調節計及流量調節弁	FIC-151	1式
(2) キャリアガス(N ₂)用現場型圧力指示計	PI-152	1式
(3) エアレーション用差圧伝送器、調節計及流量調節弁	FIC-153	1式
(4) フィードホッパ用圧力伝送器、指示警報計及記録計	PIAR-154	1式
(5) フィードホッパ用重量検出器及指示記録計	XIR-155	1式
(6) インジェクション用圧力伝送器及指示警報計	PIA-157	1式
(7) ロータリフィーダ用指示警報計	XIR-158	1式

2-7-7 ガス化炉廻り

(1) ランス用位置指示計	LI-251	1式
(2) サブランス用熱電対及記録計	TR-252	1式
(3) サブランス用現場型位置指示計	LI-253	1式
(4) 生成ガス用熱電対及指示計	TI-254	1式
(5) 生成ガス用圧力伝送器、調節計、記録計及調節弁	PICR-256	1式
(6) 耐火レンガ用熱電対及記録計	TR-262	1式
(7) サイクロン用熱電対、調節計及調節弁	TICA-257	1式
(8) サイクロン用差圧伝送器及指示警報計	PIA-258	1式
(9) サイクロン用現場圧力指示計	PI-259	1式
(10) ガス分析計	XR-260	1式
1) CO/CO ₂ 分析計 (IR法)		
2) H ₂ 分析計 (熱電導式)		
3) O ₂ 分析計 (磁気式)		
4) N ₂ 分析計 (ガスクロ)		
5) COS/H ₂ O分析計 (ガスクロ)		
(11) 生成ガス用差圧伝送器及び指示計	FI-261	1式

2-7-8 附帯設備

(1) 溶解炉用熱電対及記録計	TR-301	1式
(2) スクラップ用現場重量計	XI-302	1式
(3) 副原料用現場重量計	XI-303	1式
(4) 計装用エア, ドライヤ		1式

2-7-9 供給水, 冷却水ライン

(1) 供給水用圧力発信器及指示警報計	PIA-501	1式
(2) 供給水用測温抵抗体及指示計	TI-502	1式
(3) 溶解炉冷却用差圧伝送器及指示警報計	FIA-503	1式
(4) 溶解炉用測温抵抗体及指示計	TI-504	1式
(5) ランス冷却用差圧伝送器及指示警報計	FIA-509	1式
(6) ランス用測温抵抗体及指示警報計	TIA-510	1式
(7) 生成ガスジャケット用測温抵抗体及指示警報計	TIA-511	1式
(8) 生成ガスジャケット用差圧伝送器及指示警報計	FIA-512	1式
(9) 生成ガスクーラ用現場型温度指示計	TI-513	1式
(10) ランス用現場圧力指示計	PI-514	1式
(11) 生成ガスクーラ用現場圧力指示計	PI-515	1式
(12) ガス化炉用差圧伝送器及指示警報計	FIA-520	1式
(13) ガス化炉冷却用測温抵抗体及指示警報計	TIA-521	1式

2-7-10 オフライン分析計

(1) スラグ分析計 1式

1) 分析計

CaO, SiO₂, Al₂O₃, MgO, Fe₂O₃

2) 附属品

(2) 融鉄分析計 1式

1) 分析計

C 又は (C, S)

(3) オフライン分析共通機材 1式

1) デシケータ

2) 磁性乳バチ

3) スプーン、トケイ皿、シャーレ

4) フルイ

5) トングス

6) 試料保管ケース

7) 精密天ピン

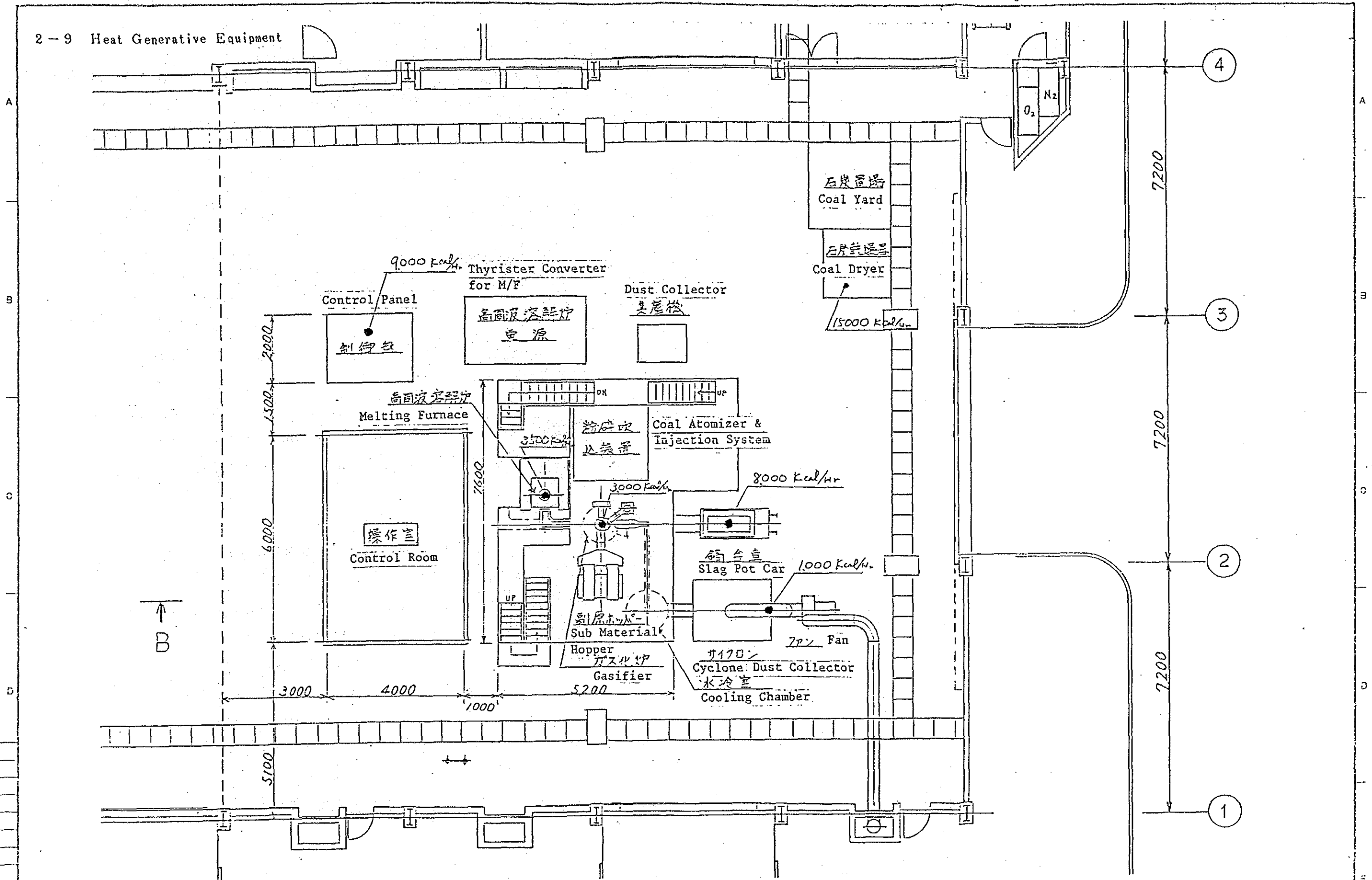
8) サンプル容器

9) データ解析用パーソナルコンピュータ 及び 事務機器類

2-7-11 予備品

2-7-12 消耗品

2-9 Heat Generative Equipment



DATE	MANAGER OF DEPT.
SCALE	MANAGER
	CHIEF
	CHECK
	DRAW.

2-10 プロセスの説明

ガス化試験装置は、石炭の乾燥・粉碎設備、石炭吹込設備、溶融鉄製造設備、ガス化炉および生成ガス清浄設備から構成されている。

(1) 石炭乾燥・粉碎設備

石炭は、乾燥設備で石炭中の水分が所定値になるまで乾燥された後粉碎機で74 μ m程度に微粉碎される。

(2) 石炭吹込設備

微粉炭は、ロックホッパに貯められた後、加圧されロータリフィーダにより所定量切出される。

所定量切出された微粉炭は、キャリアガス(N₂)によって石炭吹き込みランスまで気流輸送される。

(3) 溶融鉄製造設備

ガス化炉で必要とする溶融鉄は、スクラップを原料として中周波溶解炉で製造される。溶融鉄は成分(主としてカーボン)と温度が調整された後、ガス化炉に移送される。

(4) ガス化炉

ガス化炉は、内面が耐火物でライニングされた構造の炉で、石炭と酸素を吹込むためのランスと溶融鉄を保熱するための誘導コイルが設置されている。

内部には溶融鉄が貯められており、この溶融鉄の表面に石炭と酸素がランスを通して高速で吹込まれ瞬時にガス化される。

又、ガス化炉内の状況を把握するためにサブランスが設置されており、鉄浴の温度と鉄浴中の炭素成分の計測を行なう。

(5) 生成ガス清浄設備

ガス化炉内で生成したガスは、ガス化炉の炉口に密集したフード及びそれに連結するダクトを通過して回収される。

回収ガスは、冷却・除塵後、煙突から燃焼放散される。

3. カウンターパート分担業務計画書

3-1 原料・副原料

3-1-1 石炭

- | | |
|---------|-------|
| (1) 性状 | 各種 |
| (2) サイズ | -50mm |
| (3) 供給量 | 合計 6t |

3-1-2 スクラップ

- | | |
|---------|--|
| (1) 性状 | Fe : 93~96%
C : 3~3.5%
Si : 1~2% |
| (2) サイズ | 110mmφ 程度 |
| (3) 供給量 | 合計 15t |

3-1-3 生石灰

- | | |
|---------|---------------------------------------|
| (1) 性状 | CaO : 90%以上
CO ₂ : 4~8% |
| (2) サイズ | -30mm |
| (3) 供給量 | 合計 150kg |

3-2 設備用役

3-2-1 酸素

- (1) 供給条件 ポンプ(46.7ℓ×150kg/cm²g)
- (2) 供給量 10本/heat

3-2-2 窒素

- (1) 供給条件 ポンプ(46.7ℓ×150kg/cm²g)
- (2) 供給量 8本/heat

3-2-3 電力

- (1) 供給条件 Power UnitのNo Fuse Brakerの2次側端子で取合
- (2) 周波数 50Hz 3φ
- (3) 電圧 380V±10%
- (4) 最大電力 350kVA

3-2-4 圧空

- (1) 供給条件 配管取合(Point, Sizeは別途規定)
- (2) 供給温度 常温
- (3) 供給圧力 min 6kg/cm²
- (4) 供給量 max 60Nm³/h

3-2-5 冷却水(給水、排水)

- (1) 供給条件 配管取合(Point, Sizeは別途規定)
- (2) 水質 インドネシア側データによる(2-1-6 (1) 1) 参照)
- (3) 供給温度/排水温度 25~27℃/35~37℃
- (4) 供給圧力/排水圧力 min 10kg/cm²g/別途規定
- (5) 供給量/排水量 max 30t/h/max 30t/h

3-2-6 LPG

- (1) 供給条件 ポンプ (46.7ℓ×150kg/cm²g)
- (2) 供給量 5本/heat

3-3 分析用消耗品

- (1) 標準ガス
- (2) 分析用試薬
- (3) その他 (ガスクロ部品・消耗品)

3-4 安全設備

- (1) 担架

3-5 補修機械、材料

- (1) 一般補修用鉄鋼材料 (板、パイプ)
- (2) 一般用 バルブ
- (3) 一般用 配管材料 (フランジ、ユニオン、エルボ)
- (4) 一般用 ボルト、ナット
- (5) ペンキ
- (6) ハケ
- (7) ホーキ
- (8) ブラシ

3-6 運搬、保管容器

- (1) ドラム缶
- (2) ベール缶
- (3) デシケータ
- (4) サンプル整理ケース
- (5) 手押車

3-7 その他

- (1) 流し台
- (2) 湯沸器
- (3) ポット
- (4) キッチンキャビネット
- (5) カップ、スプーンetc
- (6) ダストボックス
- (7) 洗濯機
- (8) 冷蔵庫
- (9) VTR
- (10) 業務用机・椅子
- (11) 会議用机・椅子
- (12) 黒板等一式

JICA