

ポンプ事業部は、各種の給排水ポンプから噴水にいたるまで豊富な機種を有して、さまざまな都市施設や産業部門で活躍しています。寝屋川流域の排水ポンプ場においても、大小さまざまなクボタのポンプが使用されていますが、ここでは3つの排水ポンプ場についてその概要を説明します。

寝屋川ポンプ場

寝屋川は河床勾配がゆるやかなため、流れがおそい上に、流域の大半が典型的な低湿地帯なので、台風時の高潮の影響を受けて浸水被害をうけることが多かった。この対策として寝屋川の下流、旧淀川との接合点附近等に水門を設け、高潮の影響を遮断するとともに上流側内水を排水ポンプによって下流側に排水するしくみとなっている。

排水ポンプ口径2100mmの横軸斜流流ポンプが3台設置され、1台当たり毎分600m³の排水ができる。ポンプを駆動するエンジンは625ps、毎分600回転のディーゼル機関で、ポンプとエンジンの間に毎分95回転に減速するためのダブルヘリカル形歯車減速機がある。その他に付帯設備として口径2100mmの電動蝶型弁がポンプ吐出口に付属し、ポンプの運転前に呼び水するための真空ポンプ、エンジン用の冷却水ポンプ、エンジン燃料の移送ポンプ、その他の補機ポンプおよび天井走行クレーンと

流入水のゴミを取除く自動除塵機など、また災害停電に備えて補機電動機運転用の200psディーゼルエンジン駆動発電機が設置されている。

茨田ポンプ場

寝屋川流系古川沿いの城東区茨田諸口町に茨田ポンプ場がある。豪雨時に中茶屋樋門を閉めて古川の湛水を寝屋川へ排水しようとする排水設備である。ここでは、排水量毎分500m³の能力をもつ口径1900mm立軸斜流ポンプが3台設置され、それぞれ1200psのディーゼルエンジンで駆動される。横軸形に比べて立軸形は、据付面積が少なくすみ、羽根車が常時水没しているので呼び水の必要がなく起動操作が簡単になる。また立軸の場合は、原動機などの設備床面高さが横軸の場合に比べて相対的に高くなるので、万一の場合でも運転をつづけることができるというすぐれたメリットもある。一方横軸形の方は、分解などの保守点検がし易いという利点があり、いずれの形式がよいかは個々の場合の立地条件その他から決定される。歯車減速機は、傘形歯車によって入力・出力軸が直交する形式で、入力回転数720/毎分を181/毎分に減速する。ポンプの回転数は一般に立軸形の方が高く設計出来るが、一方口径が大きい程低く設計しなければならず、いずれにしても、大形ポンプ

ではエンジンの回転数のままでは早過ぎるので必ず減速機を介することになる。ポンプの回転数をあまり速く出来ない理由の1つにキャビテーションという現象がある。羽根車入口付近の低圧部で水中から微細気泡が発生してポンプの揚水機能を低下せしめるので、これを避けなければならない。立軸ポンプは羽根車が水中に没しているので入口部の圧力は相対的に横軸形より高くキャビテーションを起しにくいので回転数を上げることができる。このポンプ場では、管理室の操作盤で始動ボタンを押せば自動的に起動に必要な条件をチェックし、各付帯機器が連動して起動し最後に排水ポンプが起動する様にシステムが組まれている。いわゆる遠隔一人制御方式といわれるもので、操作が簡単で操作ミスがないこと、運転要員が少なくすみ異常があればランプやブザーで警報されるので監視の信頼性が向上するなど多くの利点をもち、殆どの大形ポンプ場ではこの方式が採用されている。また切替スイッチを現場操作側に切替えると、各機器ごとの現場操作盤で各機単独に起動することが出来る。この場合でも他の機器との連動条件は切れているが、その機器の最低の保護条件は生かされている。起動条件は各部の検知器の電気信号が制御盤に送られて検知され、すべての条件が満足されていれば起動

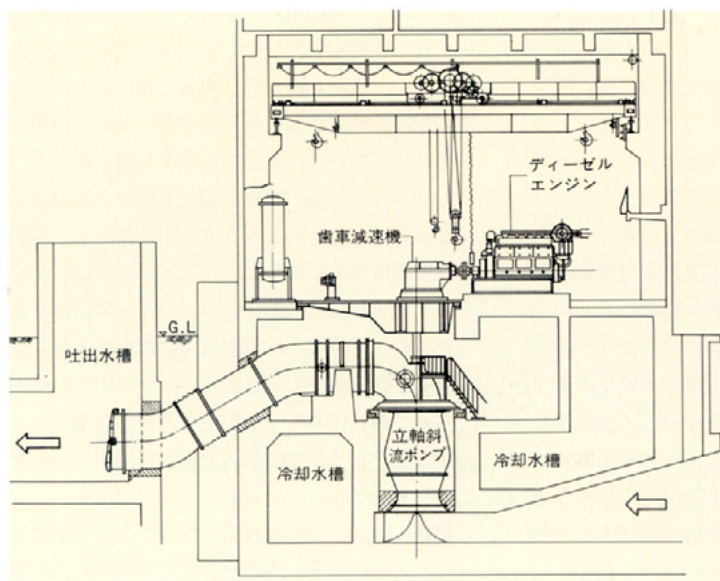


図1 茨田ポンプ場の立軸斜流ポンプ

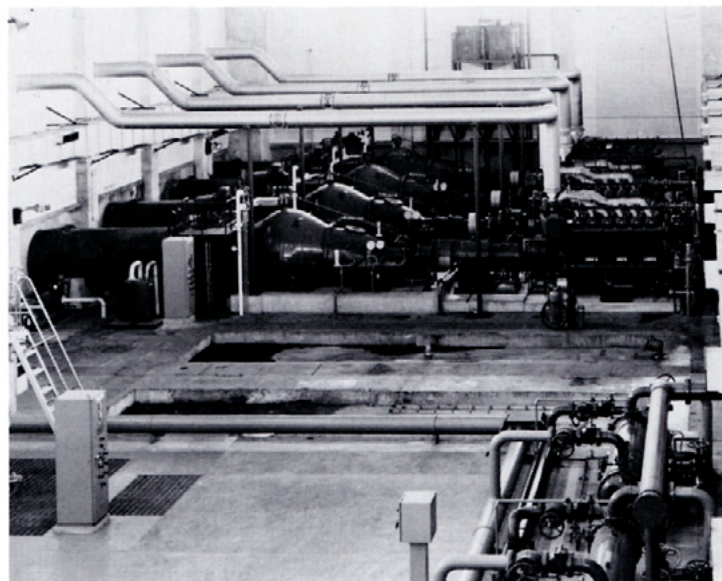


写真1 鴻池処理場の横軸斜流ポンプ(口径1600mm)

準備完了の表示灯が点灯し連動運転に入る。機場のすべての機器の運転状態は、表示灯や電流計で管理室の中央監視盤パネルに表われる様になっている。

鴻池処理場

東大阪市およびその地域一帯の下水・雨水が処理場へ流入し沈砂池を経て寝屋川へ排水している。排水ポンプは口径160mm横軸斜流ポンプ4台で将来6台に増設される予定である。ポンプ性能は1台当り排水量毎分360m³、駆動機は800psディーゼルエンジンで回転数毎分1000回転、ポンプは毎分174回転であり間に遊星歯車減速機を介して駆動される。遊星歯車減速機は、入力軸と出力軸が同心に連らなっており、2軸平行型と比べてコンパクトで小さくでき減速比限界も大きい。また立軸ポンプ電動機駆動のとき特に便利である。しかし内部構造はかなり複雑となる。

運転方式は各機器の現場操作盤による単独操作であり、将来増設時遠隔連動運転が出来る様になっている。起動条件がシステムに組込まれているのは茨田ポンプ場の場合と同様であり起動準備完了の表示を確認してから順序起動することになっている。運転保護として、例えばエンジン冷却水の断水・温度上昇、エンジン・減速機の潤滑油圧力の低下、吸水位が現定以下になったときは警報と共にエンジ

ンが停止しオーバーヒートや油切れ・ポンプの空運転等が未然に防止される様になっている。以上概説したように、大形化し複雑化する機場設備を合理的に経済的に設計し、運転操作のシステムコントロールにより高度化することが、機場の設計上今後益々要求される事項と思われる。

なお本機場には、下水処理汚水用の口径700mmおよび500mm立軸斜流うず巻ポンプが当社より納入され稼動している。

吸込特性の改善研究

大口径排水ポンプ計画上の技術検討事項として基本的な問題の1つにキャビテーションがある。吸水槽の変位範囲と満干潮位の変動や高潮水位を見越した吐出水位の変動によってポンプの運転範囲を計画し、最悪条件においてキャビテーションを回避することが重要である。一方水槽形状の設計上、吸込水槽の水中渦の発生の問題がある。水槽の形状や寸法が不適当な場合に表面渦を生じ、これが成長すると水面に開孔したうず巻がポンプ吸込口に達して空気を吸込む、あるいは壁面から発生した中心空洞の渦が吸込口に達してポンプ性能や運転状態に悪影響を及ぼすことがある。この問題は、水槽の形状と寸法に対して、水没深さ寸法および排水量を可変因子とし、その組合せごとに発生渦の有無または発生渦の

程度を調べる実験的研究が有効なので、ポンプ研究部ではこの研究を重ねて、いくつかの有益な結論を得ている。

写真2は模型試験のために枚方機械製造所に設置した横浜市金沢下水処理場の雨水ポンプ吸込槽の $\frac{1}{10}$ 模型装置である。実機はいずれも立軸斜流ポンプで口径1500mm雨水ポンプ3台、1200mm淡水ポンプ2台、700mm汚水ポンプ3台である。この試験の目的は、正規運転流量あるいはそれ以上の流量で、吸水位をHWLからLWLの間で変化させ数種類のバックルを取換えて、その効果の程度を確認することである。

写真3は、苛酷な条件で観察された底面から発生した水中渦の例で、右側に比べた左側は流量が多く流れが乱れていることが分散した気泡群からも判り、また水中渦も太く直線的であることが観測される。水中渦は水中の空気が分離して管状となり周囲の水が急速に回転していて、常に発生、消滅をくり返す不安定な現象である。ポンプ研究部ではこの他流体機械の基礎的な研究にも着々とその成果を上げている。

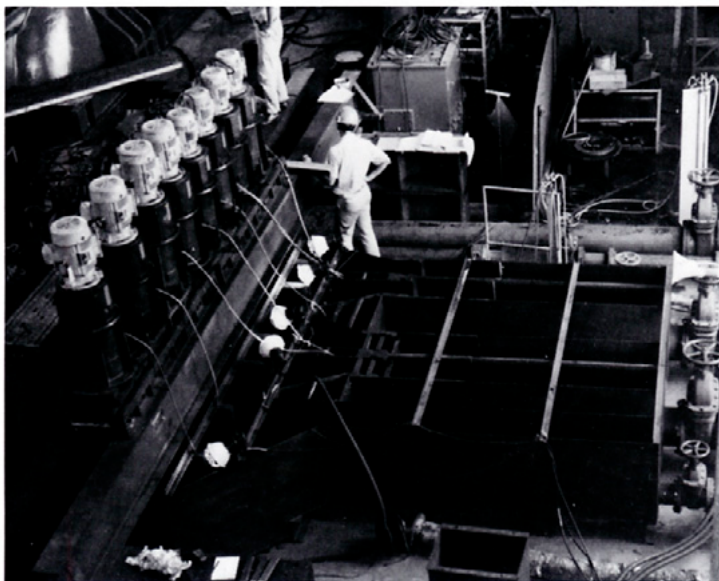


写真2 鋼板製水槽モデル、コンクリート形状の一部は木型で製作されている。

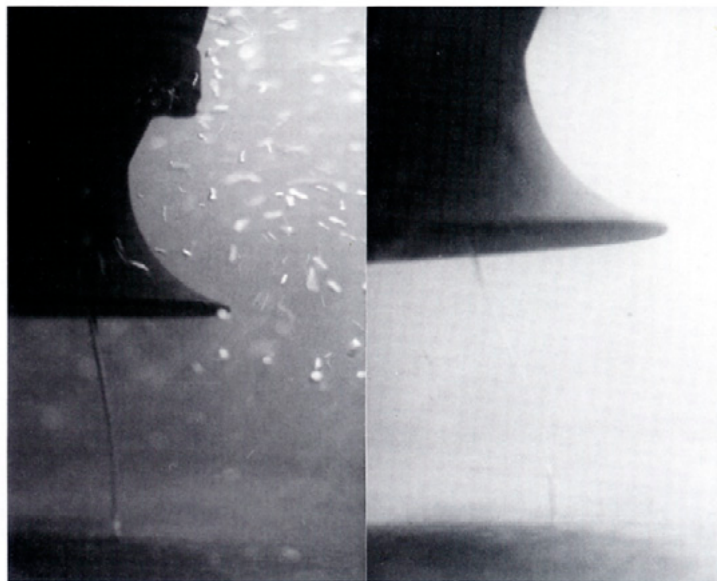


写真3 水槽の一部に透明窓を設け渦の生成を観測する

下水污泥焼却溶融処理システム

下水事業部

下水汚泥

污泥焼却溶融炉

污泥の最終処理法の一つとして、従来から焼却処理が採用されている例が多いが、焼却灰の飛散やクロムの酸化、あるいは灰からの溶出といった問題が指摘されている。污泥の焼却溶融炉では、普通の焼却炉では灰となる焼却残渣をガラス状の5～30mm程度の大きさの溶融スラグ化するため、容積が焼却灰の半以下となり、污泥中に含まれる有害物はスラグ中に封じ込まれるため溶出しにくいといった特長を持つものである。焼却溶融炉は西独フォルクスワーゲン社が1967年に開発し以来同社で10年以上にわたって100t/日 炉が順調に稼働しているが、この実施権を持つ米国ドラボー社との技術提携により当社が技術を導入したものである。

構造

焼却溶融炉の構造の概略を図-1に示す。本炉はシンプルな円筒立型の回転部分と横型固定の二次燃焼室とで構成され、円筒立型部に

は、污泥の供給機構、污泥貯留部及び主燃焼室があり、横型固定部に、二次燃焼室、スラグビット及び煙道がある。

処理フロー

污泥は焼却溶融炉で以下の通り処理される。

《污泥の供給》

污泥は污泥貯留部（中部ケーシング 内にある）の污泥が一定量処理されると自動的に投入コンベヤ によって二段ダンパー付投入ホッパー を経て炉内に投入される。中部ケーシング と炉床 との回転によって污泥は均一に降下しながら主燃焼室 に連続的に供給される。

《焼却溶融処理》

主燃焼室 で燃焼用空気及び助燃油で污泥は表面から焼却されると同時に燃焼熱によって灰分は連続的に溶融して二次燃焼室 へ流下する。可燃分を含む燃焼ガスは二次燃焼室で二次空気によって完全燃焼した後煙道を経て熱交換器 へ送られ、燃焼用空気と熱交換さ

れ、排ガス処理系統を経て系外へ排出される。燃焼用空気は排ガスとの熱交換によって400～500 に昇温され炉内へ供給される。

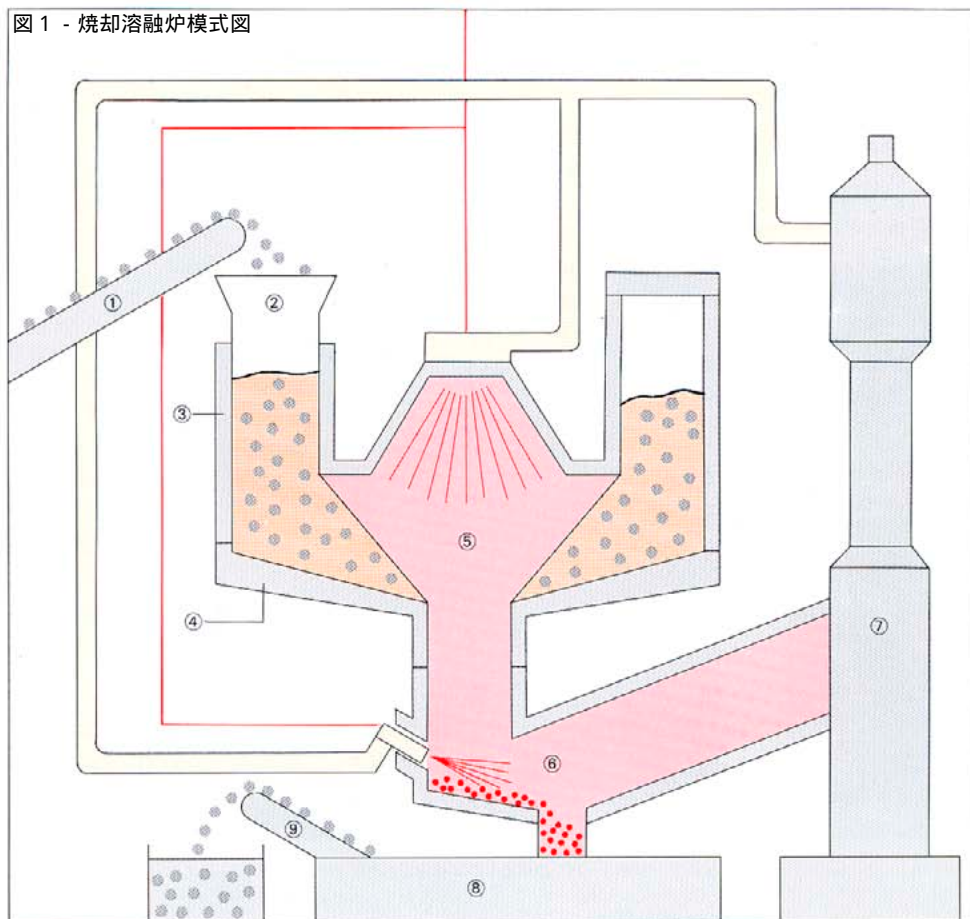
《溶融スラグ》

溶融した灰分は二次燃焼室 下部の水封スラグビット で急冷され30mmφ以下の粒状スラグとなってスラグ取出しコンベヤ で炉外へ搬出される。

《運転操作》

炉内は負圧操業で供給部は污泥の充填によりマテリアルシールされており、且つ炉の回転部は水封シールを施し外気の吸引やガスの噴出がない機構になって操炉運転は容易になっている。燃焼空気比は1.1～1.2に自動的にコントロールされるので排ガス量は少ない。スラグは主燃焼室バーナーを点火して約2時間経過してから出始める。二次燃焼バーナーは稼働を開始して一定時間後には停止する。炉内は機械的な移動部分がなく構造はシンプルで污泥の断熱性を利用しているため炉体の温

図1 - 焼却溶融炉模式図



1. 焼却溶融炉仕様	型式 VW-DRAVO 150 処理能力 50～250kg/Hr 助燃バーナー 灯油90ℓ/Hr 燃焼用空気 2,000Nm ³ /Hr
2. 対象下水汚泥	含水率 30% 可燃分 60% } 乾物基準 灰分 40% 発熱量 3,000Kcal/kg-ds
3. 溶融スラグ性状分析	熱収減量 0% 見掛け比重 1.2 真比重 2.4
4. 運転結果	污泥投入量 286kg/Hr スラグ量 78kg/Hr 助燃油量 40ℓ/Hr 燃焼空気量 1,200Nm ³ /Hr 排ガス量 1,540Nm ³ /Hr 主燃焼室温度 1,400℃ 燃焼空気温度 520℃ 排ガス温度 480℃
5. 排ガス分析値	水分 15.3% CO ₂ 14.5% O ₂ 3.3% CO 200ppm SOX 800ppm NOX 180ppm ばい塵 0.48gr/Nm ³
6. 下水汚泥スラグの溶出試験	T-Hg 不検出(<0.0005mg/ℓ) Alh-Hg 不検出(<0.0005mg/ℓ) Cd 不検出(<0.02mg/ℓ) Pb 不検出(<0.2mg/ℓ) C ⁺ 不検出(<0.02mg/ℓ) As 不検出(<0.005mg/ℓ) CN 不検出(<0.01mg/ℓ) T-Cr 不検出(<0.02mg/ℓ)

図1の各部名称

①投入コンベヤ ②投入ホッパー ③中部ケーシング ④炉床 ⑤主燃焼室 ⑥二次燃焼室 ⑦熱交換器 ⑧スラグビット ⑨スラグ取出しコンベヤ

度は全く常温であり保全も簡単である。炉の運転は特殊な技能を必要とせず、簡単な計器運転で自動操作ができるようになっている。

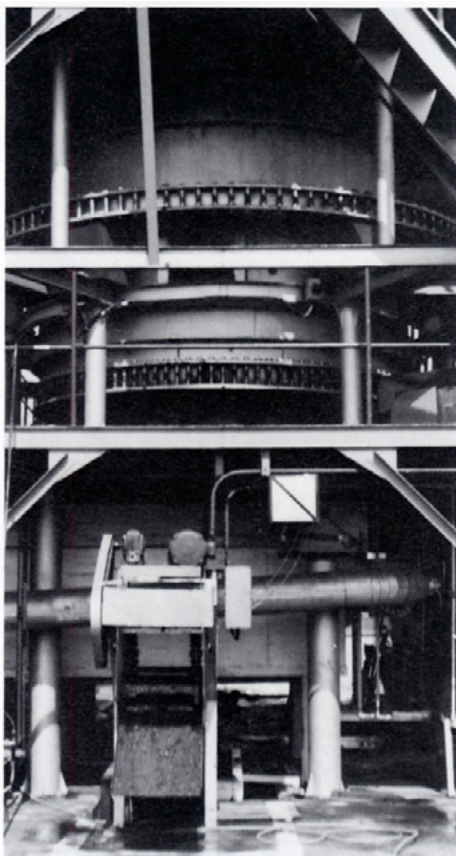
焼却溶融炉運転例

焼却溶融炉パイロットプラントで下水汚泥を焼却溶融した運転データを下の表に示す。焼却溶融炉の助燃料は普通の焼却炉に比較して余り変らない結果を得た。むしろ全体的なシステムとしては省資源、省力施設として、二次公害のない特長を生かして、今後の発展が期待される。

フローシート

下水汚泥を焼却溶融炉で処理する場合のフローを図3及び図4に示す。下水汚泥は、脱水設備で脱水し、乾燥機及び汚泥の焼却余熱を利用して乾燥した後、焼却溶融炉で処理し、スラグ化される。

スラグの処分法としては、埋立のほか土木資材としての有効利用の方法がある。



焼却溶融炉

図2 - 下水汚泥処理フローシート

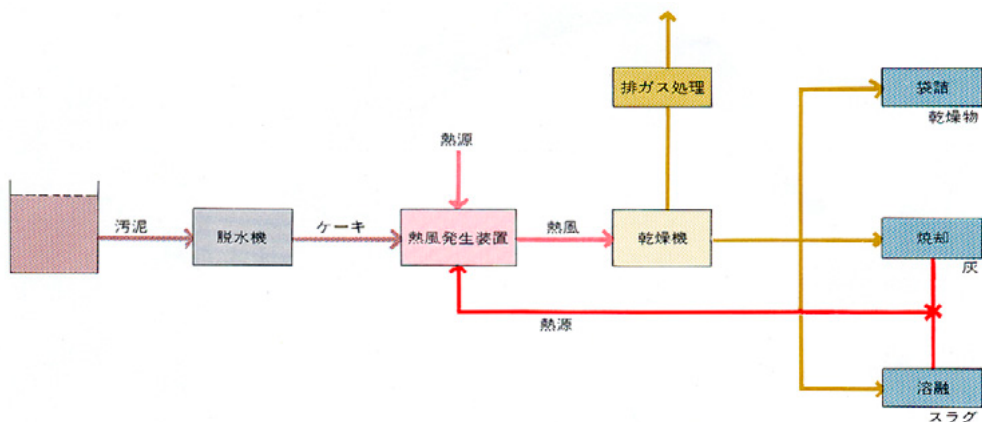


図3 - クローズドシステム(A)

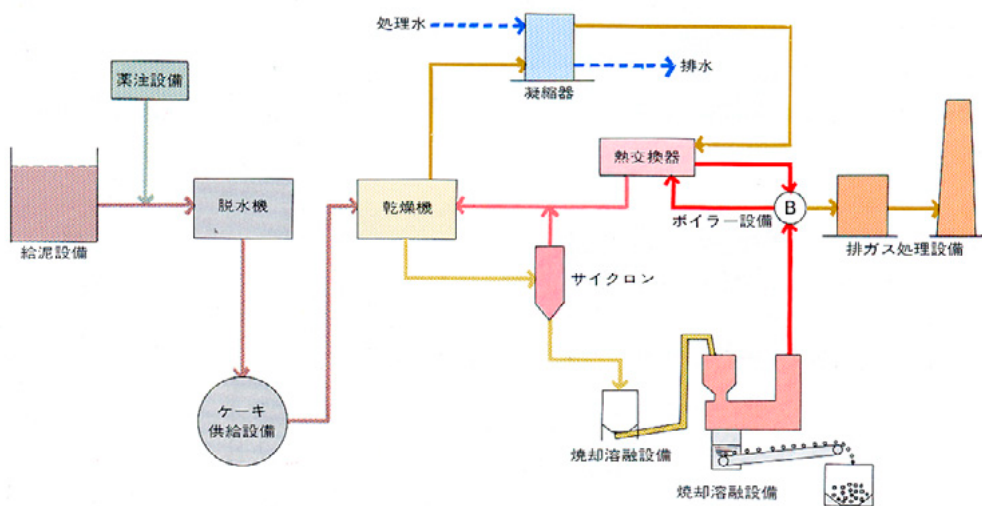


図4 - クローズドシステム(B)

