

[29] 低温加圧熱処理システムの自動制御

久保田鉄工(株) 上下水プラント技術部 清水 洽 ○岩見 博之
 京都大学 工学部 平岡 正勝

1. はじめに

熱処理システムは、下水汚泥の処理に実用化されて約10年になる。その間、われわれは、分離液処理、臭気処理の問題 および、熱交換器での汚泥の焼付け等の機械的問題を解決するために、反応缶に空気を吹き込むことにより汚泥の調質を行なう低温加圧熱処理システムを開発し、従来の高温熱処理システムを改善してきた。(1)

昨今の汚泥処分問題、省資源、省エネルギー問題等、内外の環境の変化から、全く薬品を使用せずに汚泥を脱水し、最終的に灰化減量する熱処理プロセスが再び注目された。今回、大阪府川俣処理場で実施した低温加圧熱処理プラントと桐生市で建設中の低温加圧熱処理システムとに用いた、制御システムについて紹介する。

2. 低温加圧熱処理システムについて(2)

図-1に低温加圧熱処理システムの概略フローを示す。熱処理システムには、除塵と除砂を目的とした前処理設備、汚泥を加熱加圧するための熱交換器と反応缶を中心とした熱処理設備、熱処理した汚泥を脱水するためのフィルタープレスを中心とした脱水設備、さらに、この脱水したケーキ(含水率50

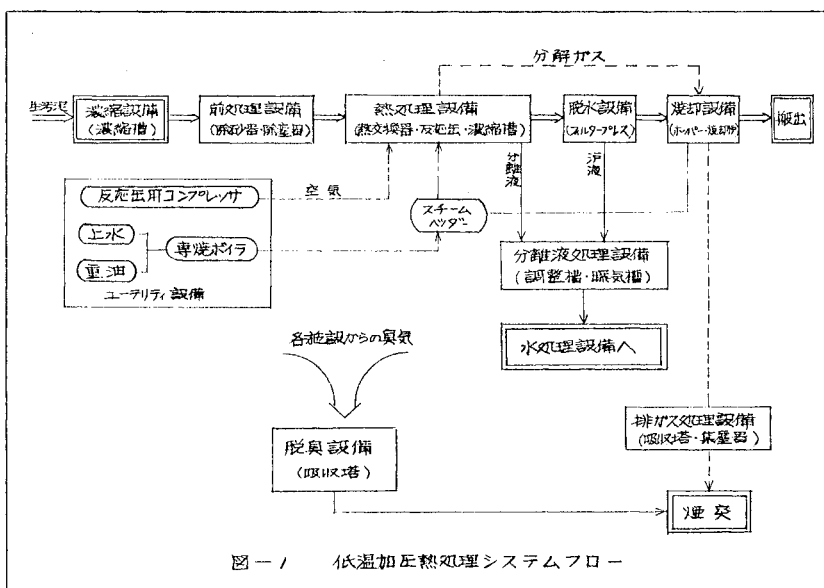


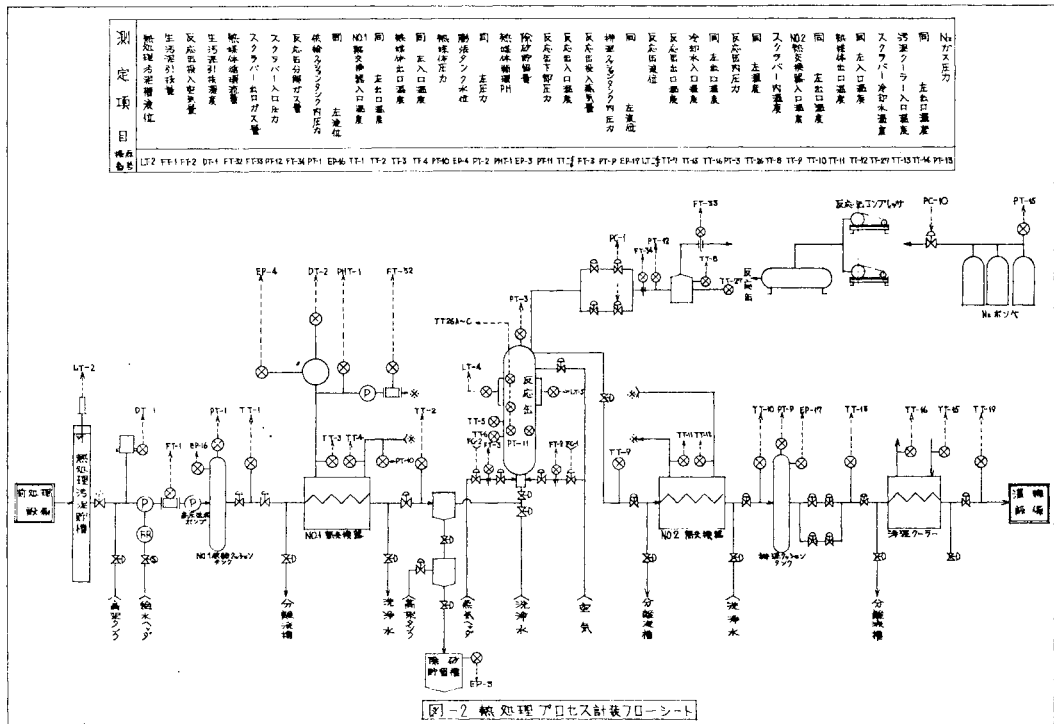
図-1 低温加圧熱処理システムフロー

%以下)を焼却し、汚泥の灰化減量を行なうと同時に汚泥の持っている熱量を有効に回収するための廃熱ボイラ付き汚泥焼却設備がメインの設備となる。一方発生する公害対策設備として、焼却炉から発生する排ガス中のSO_xとダストを除去するための排ガス処理設備、熱処理から発生する分離液やその他排水を処理するための分離液処理設備、さらに、汚泥ピットや脱水機室等で発生する臭気ガスを処理するための脱臭設備を設ける。その上各設備への空気、水、油、蒸気、および薬品等を供給するためのユーティリティ設備から処理システムは構成されている。システムをこのようにブロック化したのは、従来の汚泥処理プラントと異なり、各処理工程での汚泥の滞留時間は1~2時間しかないため(分離液処理設備以外)各システムを6時間以上の貯槽又はホッパーで結びシステムの安定化を行なう必要があるためである。特に、下水処理場の場合、化学プラントと異なり入口の質および量の時間変化が大きいかかわらず、出口の性状は基準を厳守せねばならない。そこで各設備ごとの性状の均一化と一定流量での処理を可能とするために各設備をブロック化し、ブロック内部は化学プラントでみられる最適条件化での高率処理を行なうようにした。

3. 低温加圧熱処理の計装設備

図-2に低温加圧熱処理設備の計装フローシートを示す。上述したように、低温加圧熱処理システムは、従来の汚泥処理システムよりも各構成プロセス間の確実な運・制御を必要とする。反応缶における反応を定常的におこなうためには反応缶の温度、反応用空気量、反応缶の圧力を一定に保ち、流出する分解ガス、熱処理汚泥もそれぞれ、反応缶の運転条件を決定している。流入については、まず濃縮汚泥を一定量以上貯留する必要があり、生汚泥サービスタ槽のレベルは熱処理設備運転条件の一つとなっている。汚泥槽のレベル計は電極式やフリクト式、ダイヤフラム式等が考えられるが、汚泥による誤差を最少にし、しかも汚泥槽は常時攪拌されていることを考えてエアバージ式のレベル計を用いた。また汚泥の濃度測定には(制御には使用せず)加圧消泡式の超音波濃度計を採用した。熱交換には水媒体方式の二重管熱交換器を用いたが、日によって処理汚泥量が異なり、そのため熱交換器内での伝熱量差をコントロールするために水媒体の流量コントロールをおこなっている。これにより $\Delta 61$ 熱交換器を出る汚泥の温度を常時 145°C とすることができた。各反応缶、熱交換器での温度計はC-C熱伝対とし、保護管は汚泥による腐食と、反力容器ということでSUS316Lを用いた。

反応缶に於けるレベル計は高圧反応缶内での制御を必要とするため、液面の乱れを防止し、しかもフリクトを洗浄可能としたディスプレイメント式レベル計を用い、作動不良の場合には、プラントを停止しなくてはすむよう2台設け現場切換を可能とした。反応缶内の温度分布は常時記録する必要はないためモニタースイッチによるチェックとし、反応缶上部と下部温度だけを記録するにとどめた。熱交換器については、従来の高温熱処理で問題となった汚泥の焼付状態を調査するため、汚泥の出入口汚泥、水媒体の入口出口汚泥及び各流量全てを記録し、解析に用いられるようにした。一年間の運転結果では熱交換器での総括伝熱係数の低下は見られず、汚泥の焼付は起らなかった。流量の測定には、汚泥関係は全て電磁流量計を、蒸気、空気、清水関係は全て、オリフィス流量計を用いた。また汚泥に対する圧力測定は、隔膜式の圧力計をその他の圧力は直接式の圧力計を用いた。



4. 反応条件の制御システム

(1) 反応温度制御

低温加圧熱処理では、反応温度155℃～165℃にて汚泥を処理する。このために反応缶下部に取り付けた発信形温度計により蒸気量を変化させ、温度制御を行なう。

すなわち、反応温度が設定温度以下になれば反応缶下部蒸気吹込み調節弁を徐々に開けてゆく。また反応に設定温度以上の場合は徐々に閉動作を行ない設定温度に近づく制御をする。図-3にこの制御フローを示す。

(2) 反応圧力制御

低温加圧熱処理では反応圧力は反応缶内の汚泥の飽和蒸気圧以上の8～9 kg/cm²にて汚泥を処理する。そのため、反応缶上部から出る分解ガスを調整することにより、反応缶内圧力を一定に保持する。この圧力調節弁は、汚泥の分解ガスを対象とするため弁のつまり等の故障が起りやすいため、図-4に示すように2台設け、 $\#1$ での調整弁で制御出来ない場合は自動により $\#2$ の調整弁が作動するように設定されている。

(3) 反応缶吹込み空気制御

低温加圧熱処理では、反応缶内に空気を吹き込み、反応缶内を好気性雰囲気と保つことにより、高温法と同程度の脱水効果をもたらすと同時に、熱処理汚泥の臭気と、熱処理分離液性状を改善することを特徴としている。そのため汚泥打込量により空気を調整する必要がある。そこで、生汚泥濃度を測定し、現場で指示させると共に中央では記録、積算を行なう。一方、生汚泥量に応じた空気を反応缶に吹込むため、レシオバイアス設定器で必要量を設定し、指示調節計で、生汚泥量に応じた吹込み空気を吹込み空気調節弁により調整する。図-5にこの反応缶吹込み空気制御システムフローを示します。

(4) 反応缶液面制御

反応缶において、分解ガスと分離した熱処理汚泥は反応缶内越流部液位により、2次熱交換器出口に設けた排泥弁の開閉で排出される。この排泥弁も、反応缶圧力調節弁と同様に2台設けており、 $\#1$ 排泥弁が開の状態

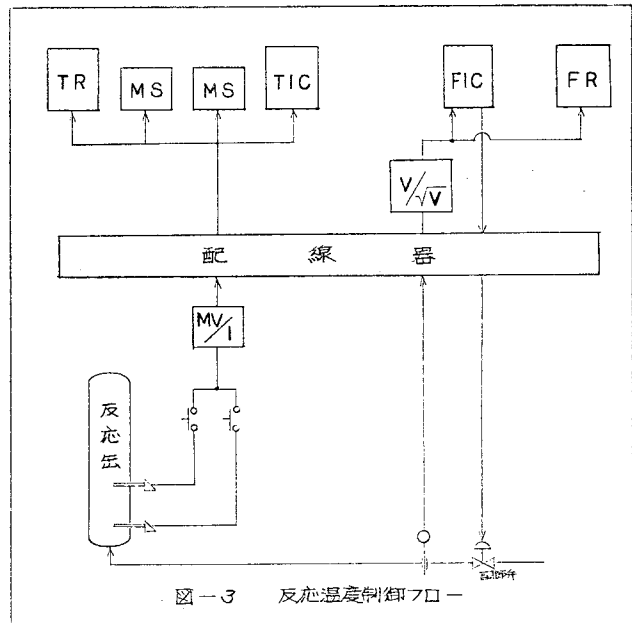


図-3 反応温度制御フロー

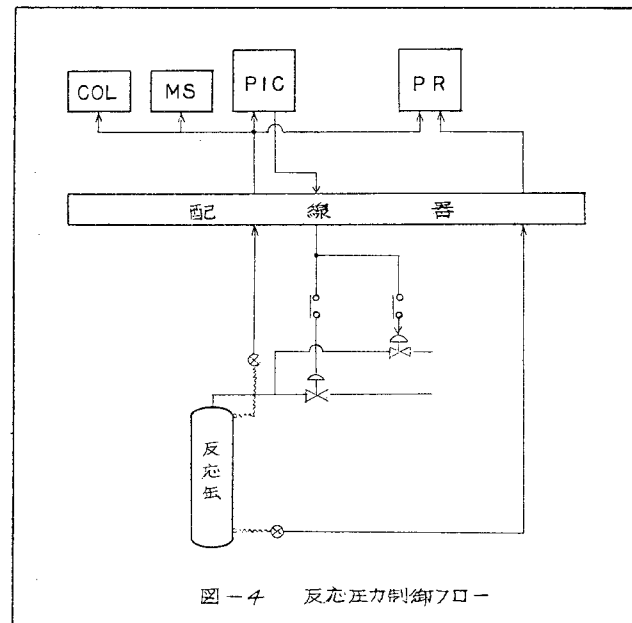


図-4 反応圧力制御フロー

反応缶レベルがさらに高くなる場合には自動的にNo.2排泥弁が作動するようになってくる。図-6に制御フローを示す。

5. 安全対策

熱処理プラントは、上述したように今までの汚泥処理プラントとは異なりメインが反応缶の温度と圧力のコントロールによるため、その対応が早い。表-1に熱処理まわりの計装項目と警報を示す。

表-1 指示警報設備

計装項目	指示警報	
	現場	中央
熱処理汚泥循環停止	○	⊗
生泥池水位	○	○
反応缶投入空気流	○	○
生泥池引込流量	○	○
熱媒体循環流量	○	○
スクラバー出口ガス量	○	○
スクラバー入口圧力	○	○
反応缶分離ガス量	○	○
供給フュエルタンク内圧力	○	○
供給フュエルタンク液位	○	○
NO.1 熱交換器入口温度	○	○
NO.1 熱交換器出口温度	○	○
熱媒体循環出口温度	○	○
熱媒体循環入口温度	○	○
熱媒体圧力	○	○
膨張タンク水位	○	○
膨張タンク圧力	○	○
熱媒体循環PH	○	○
除砂槽流量	○	○
反応缶下部圧力	○	○
反応缶入口温度	○	○
反応缶投入空気流	○	○
補給フュエルタンク内圧力	○	○
排泥フュエルタンク液位	○	○
反応缶液位	○	○
反応缶出口温度	○	○
冷却水入口温度	○	○
冷却水出口温度	○	○
反応缶内圧力	○	○
反応缶温度	○	○
スクラバー内温度	○	○
NO.2 熱交換器入口温度	○	○
NO.2 熱交換器出口温度	○	○
熱媒体循環出口温度	○	○
熱媒体循環入口温度	○	○
スクラバー冷却水温度	○	○
汚泥クレーン入口温度	○	○
汚泥クレーン出口温度	○	○
N ₂ ガス圧力	○	○
スクラムベント液位	○	○
熱処理汚泥温度	○	○

○:指示 X:警報

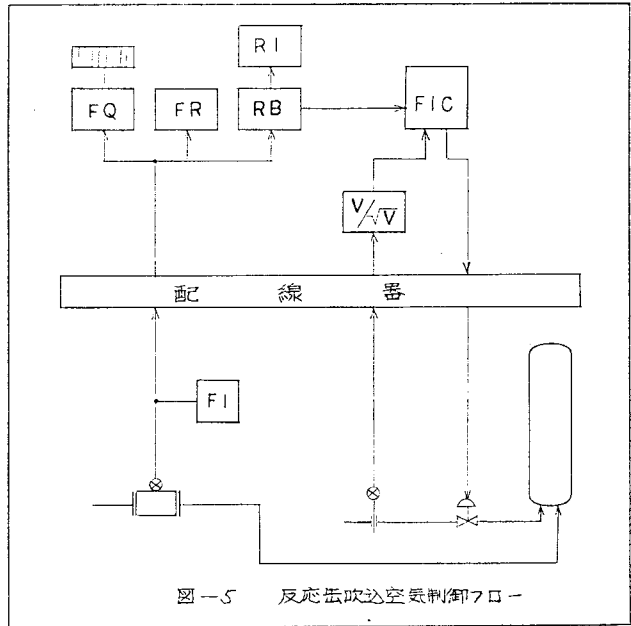


図-5 反応缶吹込空気制御フロー

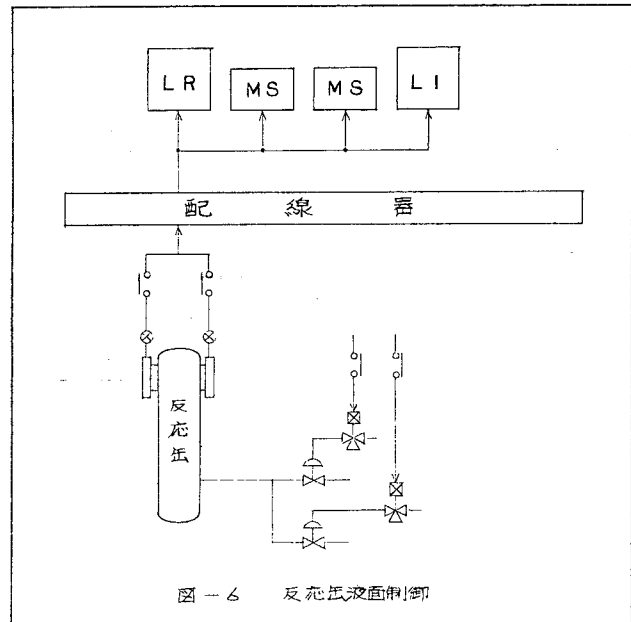


図-6 反応缶液面制御

6. おわりに

低温加圧熱処理プラントの制御システムに関してその概要を紹介した。本システムは運転開始後順調に稼動し、汚泥の薬注処理としての効果を十分発揮している。今後、汚泥濃度や有機物濃度に対しての最適熱処理条件の決定により、省エネに対応した自動運転を可能にして行きたい。

引用文献

- 1) 清水、平岡 他 用水と廃水 Vol.17. No.2 (1975)
- 2) 川井 環境技術 Vol.17. No.5