

ごみ焼却プラント運転訓練シミュレータ

高野治*、辻本進一**、佐野泰久**

* 株式会社タクマ 機械技術部

** 株式会社タクマ 電気計装部

兵庫県尼崎市金楽寺町2丁目2番33号

概要

最近のごみ焼却プラントでは、計装システムの高度化及び自動化が進み運転員がプラントを直接操作する機会の減少によって故障及び事故時の対応の経験不足が危惧されている。この為、ごみ焼却プラントにおいても運転訓練シミュレータの要求が高まっている。

そこで、今回モデリング手法として物理モデル法を用いたプロセスモデルを内蔵したワークステーションと実プラントと同仕様の分散型制御システム(DCS)とにより構成されたごみ焼却プラント向け運転訓練シミュレータを開発、実用化した。これにより運転員のレベルに応じた計画的な運転訓練が可能となった。

キーワード

ごみ焼却プラント、シミュレータ、運転訓練、ワークステーション、DCS

1. 研究目的

近年ごみ焼却プラントでは、高度に自動化された計装制御システムの採用によってプラントの立上げから定常運転そして立下げに至るまで安定した自動運転が可能となった。

一方、従来のごみ焼却プラントでは運転員が直接プラントを運転することによりプロセスの理解を深め運転技術を習得する機会が得られていたが、高度に自動化されたごみ焼却プラントでは運転員がプラントを直接操作・経験する機会が減少しているため事故・故障時の適切な対応及び操作方法の経験不足が危惧されている。このため、ごみ焼却プラントにおいても運転訓練シミュレータの要求が高まっている。

そこで今回、当社が提案するごみ焼却プラント運転訓練用シミュレータの開発、実用化したので報告する。

2. システム構成

一例として運転訓練シミュレータのシステム構成を図1に示す。本システムのハードウェアは、実プラントとは切り離された実機と同仕様の分散型制御システム(以降DCSと言う)、ごみ焼却プラントを模擬したモデル式を内蔵したワークステーション、訓練の初期状態の選択や異常事象などの入力を行うインストラクタ用パソコン及び炉内・煙突監視用モニターとにより構成されている。

このワークステーションでは、ごみ焼却プラントのプロセスからコントロールセンター及び現場制御盤のシーケンスに至るまで模擬しDCSと閉ループを組むことにより同様のシステム環境を模擬している。また、図1に示す機器の概略は次の通りである。

(1) オペレータコンソール

実機と同仕様のオペレータコンソールにおいて訓練員がシミュレータプラントの運転操作・監視に使用する。

(2) 制御用コントローラ

DCS標準のコントローラを装備し、実機と同一の制御を行う。

(3) ワークステーション

ごみ焼却プラントのプロセスとコントロールセンター及び現場制盤等のDCS以外のシーケンスを模擬したモデルを内蔵し上記のコントローラと入出力信号のやりとりを行う。

(4) インストラクタ用パソコン

プラント運転状態の設定及びプラント異常事象の入力等後述するシミュレータの基本機能の選択・出力を行う。

(5) 炉内・煙突監視用モニター

実プラント同様の臨場感を出すため訓練員が炉内の燃焼状態や煙突（白煙）の監視に使用する。映像はワークステーションからの出力によりパソコンで選択された映像を出力する。

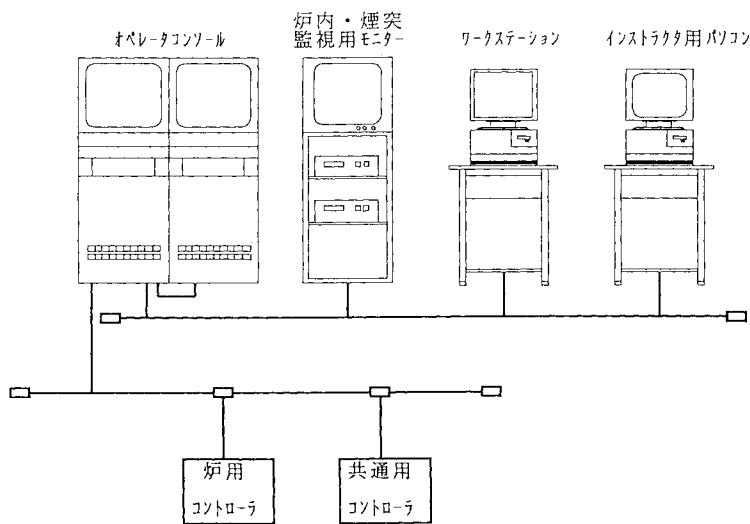


図1 運転訓練シミュレータのシステム構成

3. 運転訓練シミュレータの機能

この運転訓練シミュレータは、定常状態だけでなくプラントの非定常状態まで訓練可能なものとなっている。即ち、定常運転から立上げ・立下げといった近年の大型ごみ焼却プラントでは1年に数回しか行わない事象や後述するマルファンクション機能を使用した緊急操作が必要な異常事象まで幅広く対応可能なシステムになっている。

また、訓練を効率良く行うためにシミュレータが有している機能を以下に示し、これらの機能を使用した訓練の流れを図2に示す。

(1) スナップショット・プレイバック機能

スナップショット機能とは、DCS側では制御用コントローラのループ制御の変数やシーケンス制御タイマーやステップ情報を、シミュレータ側ではモデルの状態量を各々のファイルに保存する機能であり、プレイバック機能は、この保存されたファイルを読み出し保存された運転状態に戻しそこから訓練を再開できる機能である。また、スナップショットには、訓練中に一定周期で保存する自動収集型とインストラクタの判断により保存する任意収集型の2種類がある。

この機能によって訓練開始時におけるプラントの初期状態の選択や訓練途中の状態からの再実行などが

容易に可能となった。

(2) 訓練の一時停止・再起動

訓練中に運転訓練シミュレータを一時停止及び再起動させる機能である。

(3) マルファンクション機能

マルファンクション機能とは、運転訓練シミュレータで各種プラントの異常事象を強制的に発生させる機能である。

この機能によって以下の代表的なプラントの異常事象を発生させることができる。

- ・送風機、ポンプ等の動力機器の故障
- ・熱電対、流量計、圧力伝送器等の各検出端の故障
- ・バルブ及びダンパスティック等の各操作端の故障
- ・停電・復電処理、計装空気圧縮機故障等の重故障

(4) 時間短縮機能

時間短縮機能とは、プラント立上げや立下げ時の訓練に使用される機能で助燃バーナやごみの燃焼による温度上昇及び下降に要する時間、炉内温度を保持する時間など訓練に不必要な時間を短縮する機能である。

(5) シナリオ機能

シナリオ機能とは、訓練開始時のプラント初期状態の選択、時間短縮機能の設定、マルファンクションの起動を自動的に実行する機能である。

この機能によって、訓練の均質化を図ることができる。

4. プロセスモデル

本シミュレータにおけるシミュレーション範囲としては、空気・排ガスラインの通風系、ボイラ給水・蒸気復水ラインのボイラ系、ごみの移送・燃焼を主とする燃焼系とし、これらのプロセスモデルを構築するために質量・運動量・エネルギーの各保存則を基本式とした物理モデル法を用いた機器単位のモデル以降機器モデルと言う)を用いた。

ごみ焼却プラントの通風系においては、送風機・流量調節ダンパ・ろ過式集じん機・減温塔の、ボイラ系においては、ボイラドラム・高圧蒸気だめ・復水タンク・蒸気復水器・蒸気タービン・脱気器・空気加熱器・給水ポンプ・バルブの機器モデルを用いてプロセスモデルを構築した。また燃焼系については、ごみの移送系及び燃焼系に分かれており特に燃焼系においては、ごみ焼却プラント特有の動特性を実現するために物理モデルに経験則を付加したモデルを開発した。

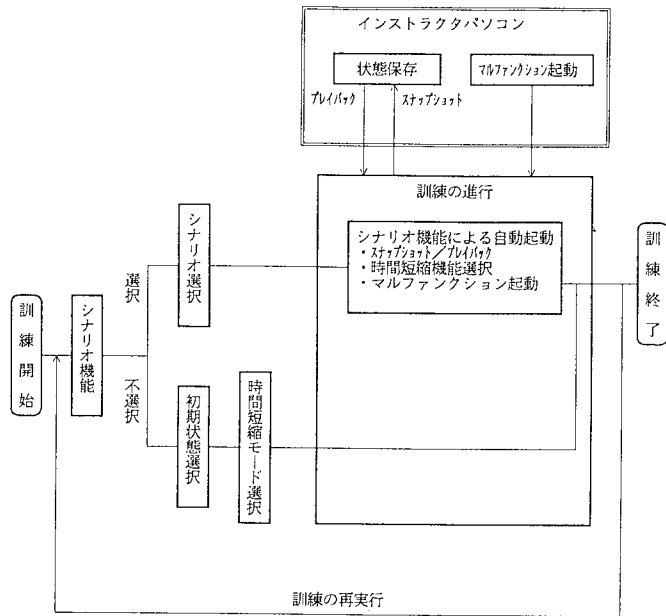


図2 訓練の流れ

これら機器モデルの特徴は、機器モデル内のチューニングパラメータとして設計データ（ダンパCv値、タンク容量等）を変更することにより各プラントに応じた機器モデルを提供可能なことである。また、一例としてごみ焼却プラントの中核をなす今回開発した燃焼モデルを図3に示す。

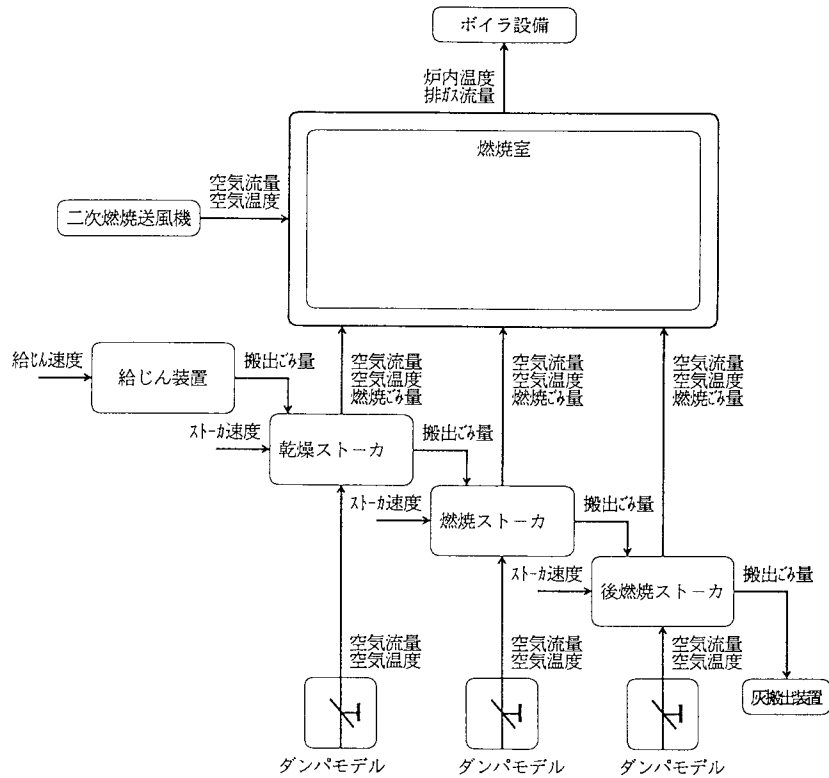


図3 燃焼モデル

5. 最後に

本開発によりごみ焼却プラントにおける運転訓練シミュレータの開発、実用化ができた。これにより運転員の計画的かつ段階的な訓練が可能となり訓練員のレベルアップが期待できる。

今後の課題としては、シミュレータが持つ訓練機能を用いた体系的な訓練の実現のために訓練項目や方法の確立を目指している。

最後に、運転訓練シミュレータの開発に当たりご協力頂いた方々に心からの謝意を表す。