

## 運転・保守訓練用ハイブリッドコンパクトシミュレータ 「J-HySIM®」への蒸発缶廃液処理運転システム機能追加

\*J-tech Hybrid operation and maintenance training compact SIMulator

高田 治、松田 聖



2018 年 10 月から運用を開始した運転・保守訓練用ハイブリッドコンパクトシミュレータ（J-HySIM®）は、2024 年までに延べ 5,000 名の訓練実績があり、大型プラントの運転・保全の実践的な訓練が可能である。また、当社運転員および保守・保全員の継続的な訓練だけでなく、日本原燃株式会社殿ならびに協力会社の新入社員研修等にも使用されている。

今回、当社運転員からのニーズにより、新たに六ヶ所再処理工場や化学プラントなどで使用されている蒸発缶廃液処理運転システムの機能を追加したため、機能概要や今後の展望について紹介する。

**キーワード：**ハイブリッド、コンパクトシミュレータ、J-HySIM®、蒸発缶、運転・保守、設計・開発

### 1. はじめに

J-HySIM®は、運転監視制御盤、現場監視制御盤、電気盤、機器類などの大型プラントを模擬する主要設備から構成された装置であり、当社の運転員、保守・保全員ならびに日本原燃株式会社殿、協力会社の新入社員研修の訓練（育成）に使用されている。

これまで J-HySIM®は、主に新人教育に重点を置いた内容構成となっていたため、リアルタイムで変動するパラメータを監視しながら複雑な操作を行うような専門性に特化した訓練はできなかった。今般、当社運転員より、蒸発缶廃液処理の運転操作について、より実機に近い挙動を模擬した訓練を実施する強いニーズが挙げられた。そこで、当社独自に設計・開発した J-HySIM®に蒸発缶廃液処理運転システム機能を追加し、より実践的な訓練を可能とした。

本稿では、蒸発缶廃液処理運転システム機能の概要と

訓練内容、今後の展望について記載する。

### 2. 蒸発缶とは

蒸発缶は、水蒸気などの熱源を利用して廃液や排水を高効率で濃縮し、廃液の減容化ができる装置である。

装置は、液体を蒸発させる加熱部と、蒸気と液体を分離する気液分離部で構成され、両者は上部、下部連絡管でつながれた構造であり、加熱部は熱サイホン式のたて置多管式交換器となっている。（図 1 参照）

加熱部を出た液体と蒸気の混合流は上部連絡管をとおり気液分離部で蒸気と液体に分離される。気液分離部は分離効果を高めるために、上部にデミスタ（気体中に含まれるミスト除去装置）を設置し蒸気に同伴する液滴を捕集する。蒸気と分離された液体は下部連絡管を経て加熱部に戻り循環し濃縮する構造となっている。

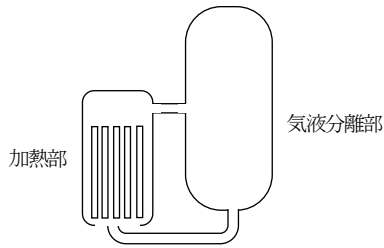


図1 蒸発缶の構造概要

### 3. 蒸発缶廃液処理運転システム機能の概要

#### 3.1 蒸発缶廃液処理運転フロー

J-HySIM®における蒸発缶廃液処理運転システム機能を設計するにあたり、まず運転フローを整理した。概要を図2にて示す。

#### ④蒸発缶への廃液供給

廃液が沸騰し、気泡と熱膨張によりサーモサイフォン現象により蒸発缶内循環が開始され濃縮処理が開始。

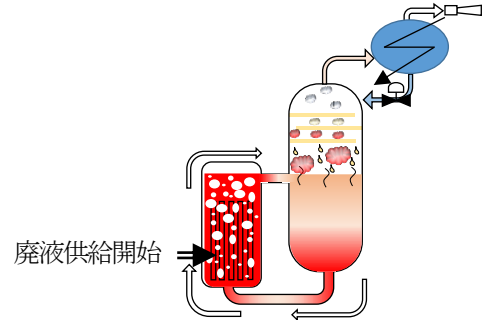
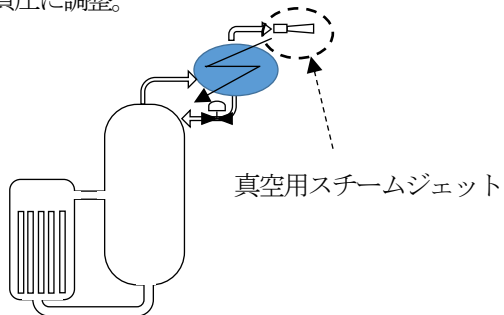


図2 蒸発缶廃液処理運転フロー

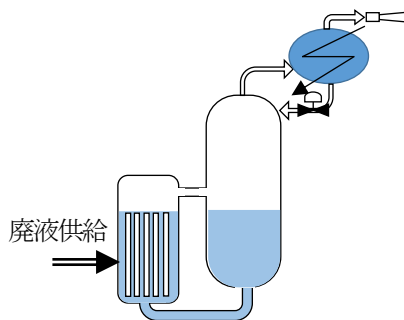
#### ① 蒸発缶の内圧調整

真空用スチームジェットを起動し蒸発缶内の圧力を負圧に調整。



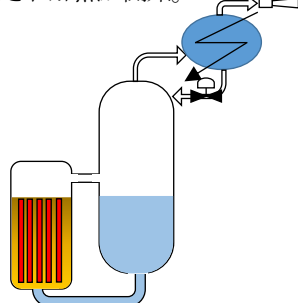
#### ②蒸発缶内の液張り

加熱前の準備として廃液を蒸発缶へ一定量供給。



#### ③蒸発缶の加熱

加熱部へ蒸気が供給され加熱が開始。



#### 3.2 蒸発缶廃液処理運転におけるポイント

蒸発缶運転におけるもっとも重要なポイントは3.1 項

#### ③蒸発缶の加熱操作である。

蒸発缶内の加熱が進むことでデミスタ部分に凝縮水が満たされた状態となり、さらに気液分離部上部はスチームジェットに引かれ負圧が大きくなることで、気液分離部下部の内圧が上昇し、一気に気液分離部上部へ圧力が抜ける「脱気」状態（図3 参照）へ移行する。脱気により気相部から水蒸気が抜け出し、凝縮器で冷却され凝縮水となりデミスタ部へ還流することで一時的に気体体積が収縮する。それに伴い急激な内圧変動が発生する。

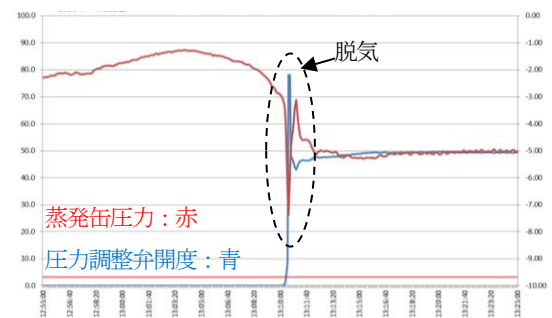


図3 脱気状態のトレンドグラフ

この際、気液分離部内の圧力制御は通常は「自動モード」で行っているが、このモードでは急激な圧力変動に追従することが出来ず、過負圧となり蒸発缶の運転が停止してしまう。そのため、脱気による過負圧状態への移行を制御するため、操作員はパラメータの状態監視および「自動モード」から「手動モード」への一次的な切替えを行い、圧力調整弁の開度操作を行っている。

### 3.3 蒸発缶廃液処理運転システム機能のニーズ

蒸発缶内の圧力変化に伴う操作は、数秒間の間に圧力パラメータが急激なスピードで過負圧へ移行するため、高度かつ速やかな操作技術が要求される。従って、安定した蒸発缶廃液処理運転操作を行う上で、運転員の力量向上は必須である。

また、再処理工場しゅん工後は、日々、蒸発缶の操作が必須となるため訓練設備の整備が必要となり、運転員からの強い機能追加の要望があった。

### 3.4 機能追加に伴うシステム設計と試験

そこで、実際のプラントにおける蒸発缶の挙動を再現でき、運転中は蒸発缶内の圧力変化を常時パラメータで監視しながら操作を行うことができる機能を既存の J-HySIM<sup>®</sup>システムに追加することにより、運転員のニーズに対応することとした。

当社運転員における機能要求は、設備構成および各種パラメータ値、圧力・温度の挙動タイミングを実機と同等に再現することである。これを満足するために、当社化学処理グループが運転手順書・警報対応手順書をベースに機能要件を定義し、開発・設計グループがシステム設計を行うことで専用プログラムを完成させた。

実際に、専用プログラムを使用し動作確認試験、総合組合せ試験を実施した結果、蒸発缶圧力変動に対する手動モードにおける操作性を実機と同等に再現できることが確認できた。

## 4. J-HySIM<sup>®</sup>システム訓練項目と今後の展望

### 4.1 J-HySIM<sup>®</sup>システム訓練項目

蒸発缶廃液処理運転システム機能を追加し、現在 J-HySIM<sup>®</sup>システムにて操作訓練が実施できる項目は表 1 のとおりである。

表 1 J-HySIM<sup>®</sup>で実現可能な操作訓練項目

| 項目                      | 訓練の種類        |
|-------------------------|--------------|
| ①電気設備の運転操作              |              |
| ②建屋換気設備の運転操作            | 運転員、保守・保全員共通 |
| ③溶液移送・受入設備の運転操作         | 基本的な操作訓練     |
| ④安全系設備の運転操作             |              |
| ⑤チャンネルボックス切断工程<br>の運転操作 | 専門性に特化した訓練   |
| ⑥蒸発缶廃液処理設備の運転操作         |              |

表 1 の①～④は、運転員、保守・保全員における各建屋の共通する設備として構成し、通常運転操作、機器ト

ラブル対応、状況判断など基本的な操作訓練を行うものである。⑤・⑥については、再処理工場または化学プラントの中堅運転員、保守・保全員に向けた専門性に特化した訓練項目となっている。

### 4.2 今後の展望

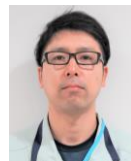
これまでは、運転操作を主体とした訓練項目の機能を追加してきたが、今後は再処理工場のしゅん工が目前に迫ってきていることから、運転操作だけでなく自然災害による重大事故発生に備えた訓練機能を追加し、非常時の措置に対処していくための技術力向上を目的とした訓練機能追加を計画している。

## 5. まとめ

蒸発缶廃液処理運転システムを使用し訓練することで、パラメータ変化に対する挙動、判断力、対応力の総合的な適応技術を身に付け、実際の蒸発缶廃液処理運転時における技術力を必要とする力量を備えることができる。

また、蒸発缶運転停止に伴う廃液処理工程への影響、ひいては再処理操業運転への影響を回避することで、顧客満足度の向上にも寄与できると考えている。

今後も、同様の設備を用いた運転業務を実施している日本原燃株式会社殿および協力会社の運転員、保守・保全員に J-HySIM<sup>®</sup>システムの活用を促進し、多くの技術者の技術力向上に努めていきたい。



高田 治  
 (株)ジェイテック  
 設備運転部 化学処理グループ



松田 聖  
 (株)ジェイテック  
 設備運転部 化学処理グループ