

近年の化学プラント事故の特徴として、運転変更時や機器の故障等で緊急停止する時あるいはメンテナンス時などの非定常運転時に事故が発生しており、これらの事故原因として、定常運転状態から異常事態に至っていることに気が付くのが遅れたこと、緊急事態時における的確な対応が不十分であったことなどが挙げられている。さらに、地震リスクや制御システムへのサイバー攻撃のリスクなどへの対策も必要である。このような事態に対応するために、「これからのプロセス安全」としての安全・品質基盤の強化、運転情報を集約した統合型生産システム、緊急時対応、サイバーセキュリティ等の技術を管理、システム・制御、情報面からサポートする最新技術について紹介する。

(編集担当：川端鋭憲・橋爪 進)†

プロセス安全への最近の取り組み

青山 敦・馬場 一嘉

1. はじめに

国内の化学プラントでの大きな事故がここ数年相次いで発生した。それらの共通点として、小さなトラブルなどを発端としてプロセスを運転停止させる途中または通常とは異なる非定常運転中に発生していること、プロセスの状態変化が比較的ゆっくりとしていてオペレータが異変に気が付きにくかったこと、そして、発生している異常現象に関する現場の知見が不足していたと思われることなどが挙げられる¹⁻³⁾。

プロセスの状態を監視・制御するためにDCS (Distributed Control System) が多くのプラントで使用され、観測が可能なプロセスの変調はアラームによってオペレータに認知させて対応することができるようになっているが、緊急時に多発するアラームへの対策や、変調の早期検知などの対応に加え、プロセス危険解析データとの連動など、ライフサイクル全体で安全を実現する管理が必要となってきた。

一方で、化学プロセスの安全操業を脅かすものとして地

震や津波などの大規模な自然災害や、制御システムを混乱させるサイバーテロなどが存在する。これらへの対策として様々な取り組みが開始されているが、最新の技術を取り入れるとともに、プロセスの特性に応じた最善の策を取ることが必要である。

本特集は安全部会とシステム・情報・シミュレーション部会との共同企画として、最近の技術動向やそれらを統合して安全なプロセスを実現するための考え方を紹介し、各企業における安全への取り組みの参考に供して頂くことを目的としている。

2. プロセス安全管理の問題点

事象事例を分析すると、先に述べたようにいくつかの共通する問題点や傾向およびその背景が見えてくる。

中村は、最近の爆発火災事故の分析と考察を実施し、事故防止へのいくつかの提言をおこなっている。また、高橋



Up-to-Date Approaches to Process Safety and Security
Atsushi AOYAMA (正会員)
1994年 Purdue 大学 Ph.D.
現在 立命館大学大学院テクノロジー・マネジメント研究科 教授
連絡先：〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1
E-mail aoyama@mot.ritsumei.ac.jp

2015年3月3日受理



Kazuyoshi BABA (正会員)
1983年 京都大学大学院工学研究課修士課程修了 博士(工学)
現在 (株)ダイセル 生産技術本部 専門部長
連絡先：〒671-1281 兵庫県姫路市網干区新在家1239
E-mail kz_baba@jp.daicel.com

† Kawabata, T. 平成26, 27年度化工誌編集委員(6号特集主査)
生命科学技術普及センター
Hashizume, S. 同上 名古屋大学大学院工学研究科分子化学工学専攻

は、プロセスの安全管理システムのパフォーマンスを計測する指標(メトリクス)について解説している。

3. 安全・品質と設備のモデルベース管理

プラントの安全を議論するうえで、設備の信頼性を確保するために確実な保全作業を実施してプラントを適正な状態に保つことや、設備の変更管理情報を漏れ落ちなく共有化することの重要性は言うまでも無い。

このような課題に対して、青山らは、現場力に頼る安全管理が限界に達しつつあるとして、モデルベース・リスクベースで全プラントライフサイクルにわたって設計された業務機能と技術情報基盤からなる統合学的アプローチによる安全管理を提案している。視野は統合学的アプローチの具体例として、IDEF0で構築されたエンジニアリングアクティビティモデルをベースに、設計・設備保全の情報と業務機能を統合するためのフレームワークについて述べている。

4. システム的アプローチ

(1) 高度安全制御およびシミュレーションの活用

プロセスを安定化し、健全な状態に保持するために制御技術は非常に重要な役割を果たしている。また、観測値をもとにプロセスの変動予測をおこなうことは安全確保のための重要な要素技術である。

井上らは、プラントの機能を維持するための統合型の安全制御技術について解説しており、山田らはシミュレーション技術の活用によりプロセスの安全性を高めた事例などを報告している。

(2) アラームマネジメント

プロセスの異常を検知して適切な対応を取らせるためにアラームシステムが設置されている。しかし、適切な管理をおこなわないと大規模な変動時にアラームが多発し、本間に重要なアラームを見逃すことにさえなってしまう。

野田は、化学プロセスでのアラームマネジメントに関する技術開発状況のレビューをおこなっている。

5. 地震への備え

東日本大震災では化学プロセスにも未曾有の災害がもたらされた。製油所では満水状態の球形タンクの転倒が起因して大規模な爆発炎上事故が発生し、また、津波によって設備の大部分が大きな被害を受けた事例も報告されている。

一方で、化学プロセスにおいては一部では設備に大きな被害があったが、各種の対策が機能してプラントを安全に

停止することができ、大きな事故には至らなかった。地震の揺れを検知してプラントを安全に停止させるシステムが有効に作動した結果と言えよう。

林は、地震に伴ってプロセスを安全に緊急停止させるためのシステムの最近の技術動向を解説している。

また、システム・情報・シミュレーション部会のプラントオペレーション分科会では、東日本大震災における各社の被害や復旧の状況と各種対応策の普及状況などに関するアンケート調査を実施しており、今後の地震対策の参考に供することができる⁴⁾。

6. サイバーセキュリティ

プロセスの安全を司る制御システムに悪意を持つ者が侵入し、意図しない動作や事故を引き起こすという脅威が現実のものとなり始めている。

橋本は、サイバーセキュリティ全般への解説と被害を極小化する対策を提案しており、宮地は、これまでのセキュリティインシデントの発生状況や対応策について整理している。また、竹田は、企業におけるサーバーセキュリティ対策の難しさについて解説している。

7. おわりに

プロセス安全を確保する上での重要な要素は、以下のよう整理できる。

- ・適切な設備管理および変更管理
- ・プロセスの基本情報や設備変更情報などの共有化
- ・非定常現象や非定常作業の影響の危険性評価と対策
- ・適切に管理されたアラームシステム
- ・発生した災害の拡大を防止するための対策
- ・危険事象発生を想定した教育訓練
- ・地震などの災害への適切な準備と十分な安全対策
- ・リスク軽減策とBCP(Business Continuity Plan)

これらの対応策は現時点ではまだすべてが完全とは言えず、今後早期の技術確立が望まれる。

近年の国際競争激化に伴い、技術が高度化しシステムが複雑化しており、また、現場では技術伝承や設備老朽化などの問題を抱えている。これらに対応して、よりシステムティックな考え方に基づいた化学プロセスの安全管理を追求し実行していくことが重要である。

参考文献

- 1) <http://www.tosoh.co.jp/news/assets/20120613001.pdf>
- 2) http://jp.mitsubichem.com/release/2013/pdf/130123_02.pdf
- 3) http://www.shokubai.co.jp/ja/news/file.cgi?file=file1_0111.pdf
- 4) システム・情報・シミュレーション部会プラントオペレーション分科会: 東日本大震災におけるプラントオペレーションに関する調査報告書
<http://www2.scej.org/sis/subdiv/po/quake2011.html> (2013)