

日本学術振興会  
プロセスシステム工学第143委員会  
平成14年度第5回研究会議事録

1. 日 時： 平成15年2月7日（金）13：10～17：00

2. 場 所： 東京 弘済会館 （東京都千代田区麴町5-1）

3. 出席者：51名（順不同）

委員長：小野木克明（名古屋大学）

委 員：高松武一郎（京都大学）、松山久義（九州大学）、橋本伊織（京都大学）、西谷紘一（奈良先端大）、大杉 健（ジャパンエナジー）、小西信彰（横河電機）、重政 隆（東芝）、鈴木 剛（東洋エンジニアリング）、高田晴夫（三菱化学）、長谷部伸治（京都大学）、柘植義文（九州大学）、平尾雅彦（東京大学）、大嶋正裕（京都大学）、山下善之（東北大学）、橋爪 進（名古屋大学）、梅田富雄（千葉工業大学）、伊藤利昭（名古屋工業大学）、鈴木和彦（岡山大学）、栗本英和（名古屋大学）、瀧野哲郎（東京工業大学）、青山 敦（東京工業大学）、村上佳広（関西大学）、武田和宏（九州大学）、矢野智之（名古屋大学）、加納 学（京都大学）、野田 賢（京都大学）、北島禎二（東京農工大学）、濱口孝司（名古屋工業大学）、松本秀行（東京工業大学）、立野繁之（九州大学）、山崎克彦（鐘淵化学工業）、江口 有（協和発酵工業）、大田原健太郎（呉羽テクノエンジ）、捧 基（システムプラザ）、大宮司理晴（代理：後藤治久、ジャパンエナジー）、垣花克彦（代理：政友弘明、住友化学工業）、響 義則（住友化学工業）、服部洋文（東亜合成）、清水佳子（代理：松本 茂、東芝）、松本 伸（代理：有井知洋、東燃化学）、小崎恭寿男（日揮）、村岡俊和（代理：米田重治、日産化学工業）、春成 孝（日産化学工業）、西野由高（日立製作所）、林田 豊（三井化学）、坂本英幸（横河電機）

委員以外の出席者：

中川昌樹（三菱化学）、桑原俊幸（山武産業システム）、田伏雅巳（システムプラザ）、鈴木勝幸（日立製作所）

4. 研究会 テーマ：「プロセスシステムを対象とした設備管理と安全管理」

1) 「決定論的信頼性工学・保全性工学の体系化の試み」(資料#1) 九州大学 松山 久義 委員  
まず、信頼性工学・保全性工学に関する基礎的事項の説明の後、従来確率論的信頼性工学・保全性工学についての説明があった。次に、この体系に代わるものとして、信頼性工学を決定論の枠組みで体系化することについて述べられ、それに基づいた保全性工学を導出について説明があった。

<質疑応答>

西谷：リスク評価・管理というとらえ方のなかで、決定論的信頼性工学・保全性工学の体系はどのような位置づけになるのか。

松山：リスクをベースにして考えることは、予測をするためには重要であり、大まかなシステムを設計するときにはリスクを評価して設計しなければならない。例えば、会社がつぶれないようにするためにはどうすればよいのかはリスクを用いればよいと考えるが、熱交換器など個別のものに対する管理にはリスクではなく決定論的に行うべきである。

春成：企業では機能低下型故障が圧倒的に多いが、これに関するアイデアはあるのか。

松山：機能喪失型故障はフォールトツリーのような離散的なモデルを用いればよいが、機能低下型故障を扱う場合には微分方程式などの定量的なモデルが必要である。

梅田：保全の行動をとるにあたっての意思決定問題はどうか考えているのか。

松山：ほとんどの故障は起こらないという制約条件のもとで保全費を最小にする問題として定式化する。保全費を最小にする手段としては、例えば予防保全では検査の回数を減らしたり、長期連続運転の認可を受けて定修の回数を減らすことなどがある。このとき、手を抜いたために故障が起きるかどうかが問題となるが、加速因子をつぶしていくことにより対処できると考える。

## 2) 「三菱化学における定量的安全性評価手法—HAZchart—の展開」(資料#2)

三菱化学(株) 中川 昌樹 氏

Fault Tree 解析 (FT 解析) を効率的におこなうことを目的として開発された HAZchart (ハズチャート) 解析手法について説明があり、その手法を実際に三菱化学(株)のプロセスに適用した事例について紹介があった。

### <質疑応答>

西谷：センサ故障は HAZchart のなかに書いてなかったが、どのレベルで書くのか。

中川：HAZchart から Fault Tree への変換はメインのレベルだけであり、それぞれの要素をブレイクすることにより、センサ故障などを表す。

西谷：Fault Tree に変換するとトップ事象までの確率がでるが、いろんな対応をしたときには総括的に評価しようとしたらリスク評価が必要となり、トップ事象だけでなく途中の事象の評価もしなければならぬと思うが、どうしているのか。

中川：評価したい部分を Fault Tree へ変換することによって対応する。

北島：Fault Tree で事象の発生の因果関係を表すとき、事象の発生の順序が必ずしも決められないようなことはあるのか。

中川：事象の発生の順序が決められないような場合には、それらをまとめてひとつのブロックのなかに書いている。

北島：Fault Tree などと同じようなサブ Tree がでてくる場合には、その部分を流用するようなことはやっているのか。

中川：頻繁にやっている。

濱口：重大性レベルの一番低い小トラブルの場合は、その設定値の状態で運転継続を行うことだけを考えているのか、あるいは騙し騙し運転するというレベルまでを含めむのか。

中川：重大性レベルの区分けは各課で少しずつ違う。各課で共通して決めているのは一番上の重大事故のレベルであり、それ以外は各課である程度自由に決めている。小トラブルは、品質問題などがこれにあたり、プラントを止めるまではいかないけど何らかの対策が必要だというものが含まれる。

重政：この解析方法を現場で活用するにあたって、実際にはどのように進めているのか。

中川：いろいろなケースがある。例えば、私がプロジェクトに入ってプロジェクトの人と一緒に設計段階から HAZchart 解析を行い安全策を全部設計に盛り込むというケースがある。また、各課の担当者と一緒に解析するケースもある。さらに、各課でまず担当者を決めて HAZchart を書けるように養成し、次にその担当者がオペレータに HAZchart を教えて、オペレータ全員で HAZchart 解析を行っているケースもある。

重政：計装系を作るとき同じような検討を行うと思われるが、この方法に一本化しているのか。

中川：全社的に一本化はしていないが、個別のプロジェクトに私が入った場合には、こうしたらどうかというのを薦めている。

西谷：1つのプラントに対して解析の漏れがないように、例えば機器についてはすべてやるとか、配管についてはすべてやるとかなどの指針があるのか。また、1つのプラントに対してドキュメントがどのくらいの量になるのか。

中川：指針としては、私が担当者に教育するときに、プロセス流体に影響を及ぼす機器はすべて取り上げるよう言っているのだから、下の人まで浸透していると考えている。ドキュメントはこの机の2/3ぐらい(約60cm)あると思われる。

栗本：同じプラントに対して人によってチャートの表現が違ってくるのか。また、その表現のぶれを少なくするには教育により可能なのか。

中川：最初はある程度フォーマットを決めて解析を行っていたが、それでも人によってプラントを見る目がかなり違っており、異なるフローが作成されてしまった。しかし、それらを皆の前に見せることで、意識のすり合わせができてきた。このことは、最初想定していなかったが1つの成果といえる。

## 3) 「音響信号による設備管理の自動化・省力化」(資料#3)

山武産業システム(株) 桑原 俊幸 氏

各設備から発生する音響信号による設備診断について、暗騒音の大きなプラントなどでも対象とした設備から発せられる音の中から異音成分だけを分離・抽出する技術 (IF-ASSET 技術) の説明があった。また、

これらの技術を用いた設備管理の自動化・省力化について事例を中心に紹介があった。

<質疑応答>

西谷：フィールドバス技術と結びつく効果的な技術だと考えるが、何からの動きがあるのか。

桑原：今のところフィールドバスとは結びついていない。現在はパソコンで直接処理している段階であり、ここ1年ぐらいで、オンラインシステムを開発し、実際に企業に導入していただいて成果がでてきたところである。今後、次の段階でフィールドバスに組み込んでいけると考えている。

松山：2分ごとに更新すると説明があったのは、逆フィルタを2分ごとに更新することなのか。

桑原：いいえ、音を測定しそれを逆フィルタに入力することを2分ごとに行うことである。

松山：逆フィルタを作成するタイミングはどのくらいか。

桑原：コンプレッサの例の場合には、フィルタの作成は自動で行った。音を測定し、新しい運転パターンが出てきたときに、フィルタがない場合には自動的にフィルタを作成するという方法で行い、一週間運転して全部のパターンが終わった。その最後には人間がチェックし、それでよければ初めて自動監視がスタートする。

松山：プラント全体を監視する場合、プラント運転の周期は数週間～数ヶ月と長いため、すべての運転パターンを収集するにはそれ以上の時間がかかり、それが正常かどうかのチェックも必要であると考えます。

桑原：その通りである。

松山：100kHzを越える音に対する技術はできあがっているのか。

桑原：設備診断を行う上でセンサがネックとなっている。超音波マイクロホンは100kHzまでがとれるが、実用レベルでは60～70kHzまでである。

長谷部：タンクのような大きなものがあつたとき、それによる反射音は問題にならないのか。

桑原：反射音はあまり問題にならない。逆に、かえって反射してくれた方がつかみ易い。

柘植：回転体の異常を見つけるとき、振動測定との感度の違いはどうか。

桑原：初期の場合は振動センサを軸受けに近いところにしっかり付けた方が感度が高い。しかし、本当に修理しなければならないときはかなりの音がでてくるため、実用的には振動センサほど高感度でなくても音による診断で十分であると考えます。

鈴木：特定の範囲の周波数の音をひろうよう調節することを考えているのか、それとも可聴領域の全部の周波数をひろうのか。

桑原：逆フィルタはマイクロホンでとってきた音を全部の周波数のどこかの異常をひろう技術である。ただ、逆フィルタの性質から、比較的高周波が得意である。

鈴木：リークディテクターでは高い周波数の音を人間が聞くことができるようにしているが、その効果があつたのか。

桑原：リークディテクターは超音波を可聴音に変えるものであるが、エア漏れをチェックするにはいいツールだといわれている。また、ベアリングの傷などによる音も検出できる。

なお、研究会で集めたアンケート（コメント・意見・質問など）にて、次の質問があり、それらについてご講演者から回答をいただいた。

中川氏へ

（質問）HAZchartに関して、流量、液位計など、センサ、アクチュエータが故障した場合、オペレータがどう答えたのか興味があります（停止以外の選択があつたかどうかということです）私は、FTとプラントにおけるプロセス変数の因果モデルを連動させてマニュアル介入の内容を立案する方法を提案したことがあります。これと連動させられないかなと感じました。また、大学の研究室で教育・研究に利用させていただけるかもお尋ねしたい。

（回答）プラントごとに整備されているオペレーションマニュアルがあり、この中に異常現象が起こったときの対処方法も含まれています。そのため、これに沿った形でオペレータが対応するということが基本となります。流量、液位計などが故障した場合を想定してオペレータがHAZchart解析する場合もこのマニュアルに沿った形で答えています。

大学の研究室の研究面の利用ということですが、これは当社と共同研究という形になろうかと思われまます。個別に相談させて下さい。

（質問）HAZchartについて教育機関には無料で貸与もということであつたが、教育面での活用を期待されているのですか、それとも研究面でしょうか。

(回答) 主に教育目的で活用していただくことを期待しています。

配布資料：

#1: 決定論的信頼性工学・保全性工学の体系化の試み

#2: 定量的安全性評価手法 HAZchart の適用事例, 第 35 回安全工学研究会講演予稿集

#3: 「音」による設備診断の現状 <これまでの音響診断の課題を解決した技術と適用事例>