

日本学術振興会
プロセスシステム工学第143委員会
平成18年度 第4回研究会議事録

1. 日 時： 平成18年12月15日（金）13：10～17：00

2. 場 所： 名古屋 メルパルク名古屋 （名古屋市東区葵3-16-16）

3. 出席者：50名（順不同，敬称略）

委員長：長谷部伸治（京都大学）

委員：大杉 健（ジャパンエナジー），饒 義則（住友化学），小西信彰（横河電機），篠原和太郎（東芝），鈴木 剛（東洋エンジニアリング），高田晴夫（三菱化学エンジニアリング），山田 明（三井化学），柘植義文（九州大学），野田 賢（奈良先端科学技術大学院大学），橋本芳宏（名古屋工業大学），瀧野哲郎（東京工業大学），山下善之（東北大学），加納 学（京都大学），伊藤利昭，栗本英和（名古屋大学），武田和宏（静岡大学），殿村 修（京都大学），富田重幸（宮崎大学），濱口孝司（名古屋工業大学），村上佳広（関西大学），山本重彦（工学院大学），矢野智之（名古屋大学），吉田雅俊（東北大学），小尾秀志（森永乳業），大田原健太郎（クレハエンジニアリング），重政 隆（東芝三菱電機産業システム），西野由高（日立製作所），一津屋茂（三井化学），丸山 亨（新日本石油化学），村磯 肇（代理：久下本秀和，住友化学），米田 稔（代理：天野壮一，三菱化学），関 宏也（東京工業大学），樋口文孝（出光興産），栗原久光（出光興産），川村継夫（オメガシミュレーション），小崎恭寿男（日揮），滝波明敏（昭和電工），大宮司理晴（ジャパンエナジー），馬場一嘉（ダイセル化学），薄 豊文（代理：南波良行，ジャパンエナジー），西村泰治（三井化学），大寶茂樹（三井化学），富田芳生（横河電機），小林 康（東洋エンジニアリング），黒田俊行（日揮），小河守正（山武），根岸靖典（東芝三菱電機産業システム），藤井憲三（出光興産），美浦直太（日立製作所）

4. 研究会

テーマ：「プロセス制御 -PID 制御への新たな取り組み-」

（司会：加納 学 委員，篠原和太郎 委員）

加納 学 委員からテーマについて趣旨説明があった。

1) 「PID 制御の現状と PID 簡易チューニングの考え方」

《講演者》 横河電機 富田芳夫 氏 （資料#1）

[概要] “多くのプロセス変動が制御によって作られており，マニュアルのときがプロセスは最も安定している”という事例を紹介された。また，今なお多く使われている PID 制御を中心に，チューニングの実態を示し，簡易チューニングガイドについて述べられた。

<質疑応答>

橋 本：一生懸命モニターして工夫しなければならない制御対象とその必要がない制御対象の見極めはあるのか？

富 田：難しい。今回お話しした内容では，流量一定というものをマニュアルと見ようと言いたい。この場合，外乱が吸収されて，また，（バルブ開度と比べ）コントローラは線形であるため解りやすい。昔，空気式計装が話題になった際，流量を流量自身で制御するケースは殆どなく，レベル・圧力・温度を制御するための操作端として流量は存在する，という話があった。それから，レベル制御については，現実をみて予測を取り入れ，振動を断ち切るレベルチューニングが大切ではないだろうか。最後に，温度制御については，熱容量の大き

い容器の加熱冷却で流体(ガス)の温度制御しようとしている状況は無茶な話であるから、視点を変えて再検討する必要がある。即ち、プロセスをしっかりと捉えていくことが大切だ。

関 : 理論的にPID制御よりIMC制御の方が様々な制御を実現しやすいが、DCSメーカーでIMCを標準で搭載しようという考えはあるのか?

富田 : 既に存在する。IMCが含まれているタイプと演算器を組合せて自作するタイプの両方が存在する。Smith predictor なら、面倒な作業を伴うことなく演算器を組合せて実現できる。

2) 「1-パラメータチューニングPID法の実装置への適用と安定化活動」

《講演者》 出光興産 藤井憲三氏 (資料#2)

【概要】数千ループに及ぶPID制御器の適切な調整による高度安定化を容易に実現するにあたって、1-パラメータによるチューニング概念を紹介された。さらに、実際の装置に適用した結果や提案手法を応用した改善活動について述べられた。

＜質疑応答＞

富田 : 1-パラメータとは?PID値との関連は?

藤井 : 今回提案する方法によってPIDパラメータが決まる。Gain Ratio をどのようにして求めるかがポイントであり、運転情報から求めるなら変動幅の比で求めるしかない。βの値については、概ねプロセスによって決まっているようである。

重本 : モデリングエラーとαの感度は?

藤井 : αを一生懸命追いかけても影響は小さく、感度は小さい。モデリングエラーの方が大きいし、なかなか綺麗なモデルはできないと思う。

橋本 : オンラインチューニングでIとPeriodの比をとられているが、Periodについて説明して欲しい?例えば、設定値を変更したときに、オーバーダンピングで行き過ぎが無いときにどのようにして求めるのか?

藤井 : Period は応答周期である。オーバーダンピングで行き過ぎがない場合は難しい。ただし、オーバーダンピングと言いながらも、多くの場合、Periodを求めることができる。

3) 「制御性改善手法の紹介と社内展開の事例紹介」

《講演者》 三井化学 西村泰治氏 (資料#3)

【概要】PIDパラメータを容易に最適調整するため、パラメータ的的確性の診断、プロセス特性の算出、最適PID値の算出、などの機能を有するツールを自社開発し、全社レベルでの制御性改善活動に展開した事例について紹介された。

＜質疑応答＞

橋本 : 制御というものは変動がなければ何も動かない(外乱や設定値変更があるから操作量が動く)。正規分布を引き起こす変動とは本来どういうものなのだとお考えか?最初に示されたPIDチューニングによる改善事例のスライドにおいて、15日間で運転条件が変わる(MVの動く位置がずれる)から、2つの山が生じたということはあり得るのか?

西村 : 振動持続性のある(周期的な動きをする)ときに矩形の応答波形になることが多く、その波形に対してチューニングを行っている。チューニングして運転条件が変わると波形も変わるので、15日間という長いスパンでみるために15日間という設定にした。

加納 : チューニングを要する種々ある制御ループの中で何処から手をつければよいのかという点について何か検討されているのか?

西村 : 開発段階ではあるが、周波数解析(ウェーブレット)を利用して検討しているところである。

長谷部 : 下の塔のタンクのレベル変動を抑えたのか、流量変動を抑えたのか?現状のシステムで、レベルの変動が悪い、という解が出てきたのか?制御対象によって評価の基準を変えてお

かないと、チューニング後のシステムによる評価が同じ解を出すことはないのか？

西 村：流量変動を抑えるように、という結果が得られた。流量が大きいという点がキーであり、プロセスを良く理解しないとイケない。

鈴 木：レンジで標準化して比較する際、レンジがおかしい or 外れている（大きくなりすぎている）場合、また、コントロールバルブに問題がある場合、計装機器単体の問題はスクリーニングして切り離しているのか？

西 村：切り離して考えている。

4) 「試験データに基づく PID パラメータの直接計算」

《講演者》 東芝 中本政志 氏 (資料#4)

[概要] 制御パラメータをプラントの入出力データから直接求める新しい2つの方法、Iterative Feedback Tuning (IFT) と Virtual Reference Feedback Tuning (VRFT) について、基本的な考え方、PID や I-PD の調整、複数ループの同時調整に用いる場合の方法、および実験結果について説明された。

<質疑応答>

藤 井：ボイラに関する話（モデリングなど）で、IFT と VRFT の見通しはどうか？研究の余地はあるのか？

中 本：本研究ではモデルを作らないでやるのがポイントなので、モデルは直接的に関係しない。圧力、流量、レベル、温度なら、IFT と VRFT は十分使い物になる圧流系の場合、特に有効である。

小 河：パラメータ θ を求める際に最小二乗法を使っているが、 θ の上下制限約を考慮して解かれているのか？上下制限約を考慮すると、違った問題になるのか？

中 本：VRFT であれば、コントロールCが θ に対して線形である場合、最小二乗法を用いれば θ を求められる。線形でないなら、非線形最適化になる。数値計算法は、制約の有無やコントローラの構造によって変わってくる。

野 田：IFT について、ステップ幅 γ が結果に与える影響を考えたとき、 γ の選び方に規範があるのか？ γ をアダプティブに変更されているのか？

中 本：特にない。試行錯誤である。

配布資料：

#1: PID 制御の現状と PID 簡易チューニングの考え方

#2: 1-パラメータ・チューニング法によるプラントの安定化

#3: 制御性改善手法の紹介と社内展開の事例紹介

#4: 試験データに基づく PID パラメータの直接計算－IFT と VRFT について－

以上