

各種食品プロセスへの分析計の適用事例

Analyzers Contributing to Food Industry

千々岩 八 束^{*1}
CHIDIWA Yatsuka

近年食品プロセスの合理化が進み、生産管理や製品の品質管理において、分析計の使用が増えている。代表的な「導電率計による境界面検出、CIPの事例」、「振動式密度計によるビールエキスの発酵度の事例」、「水処理で使われる水質計の特長」などを紹介する。更に、最近の品質規格で話題になっている「HACCP、GMP及び校正証明書」についても述べる。

Food industry has been recently making good progress in its manufacturing process, and for the production and the quality control, utilization of analyzers has been increasing.

This report describes some examples of analyzers and futures such as an electric-conductivity meter for surface distinction between carrier water and product liquid, and also for measurement of CIP's cleaning solution, density meter in fermenting measurement of beer brewery, features of water analyzers for service water. Also this report describes the outline of HACCP, GMP and Calibration Certificate, which became well-known recently for the quality control.

1. はじめに

食品工業では合理化が進み、原料や製品の検査、工程の制御などに多くの分析計が使用されている。更に品質管理の強化のためHACCPの導入が増え、管理基準の設定、測定記録の保存のため、分析計が重要な役割を占めるようになった。

本文では分析計の中でも事例が多い導電率計や密度計等の特長と、実際に使われているアプリケーションを紹介する。

2. 導電率計とその事例

純水の導電率は約 $1 \mu\text{S}/\text{cm}$ と極めて小さいが、塩類が含まれるとイオン電導が生じ大きくなる。一般の水溶液は共存する各イオン成分とその濃度とが集合した導電率を示す。また温度の影響を大きく(1~3%)受けるので温度補償が必須である。

その測定法は、2個の不溶性金属電極を液中に浸し、交流電流を流して電気抵抗を求め、その逆数から導電率を得る。原理的にシンプルで連続測定が可能であるので広く使用されている。食品や薬品プロセスで実績の多いサニタリ形導電率計を紹介する。

2.1 サニタリ形導電率計の特長

(1) 導電率検出器

(a) 測定レンジに対応した3種類の電極

- | 測定レンジ | 用途 |
|----------------------|-------|
| ・ 低レンジ 0 ~ 2 mS/cm | 界面検出用 |
| ・ 中レンジ 0 ~ 30 mS/cm | 同上 |
| ・ 高レンジ 0 ~ 200 mS/cm | CIP*用 |

*CIP (Cleaning In Place : パイプの洗浄)

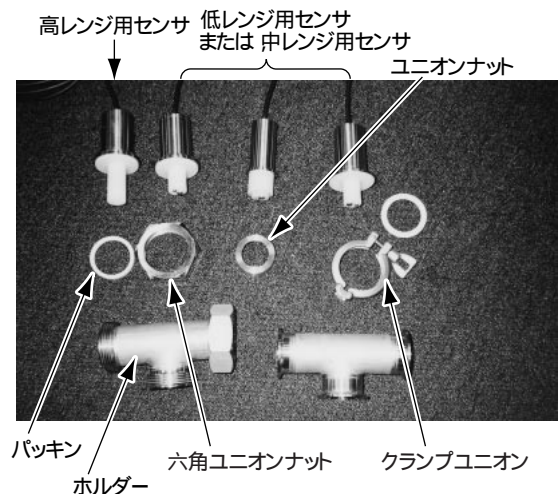


図1 検出器外観

*1 IA事業本部 環境機器事業部

(b) コンタミネーションの少ない構造

低、中レンジ用の電極は内挿形で突起は2mmと小さいので、ゴミ溜まりが少なく、洗浄が容易にできる構造になっている。接液部材質にはSUS316, PFA(4フッ化エチレン共重合樹脂), EPDM(エチレンプロピレンゴム)を使用し、安全性は「日本食品衛生協会」で認定されている。

(c) 耐熱耐圧に優れた高シール構造(図1)

シール部は常にスプリングで押さえられているので、急激な熱変化にも安定である。温度は0~100(130 スチーム洗浄可), 圧力は0~700 kPa/cm²まで使用することができる。この方式は電磁流量計に採用され実証されている。

(d) IDF(International Daily Federation) 取り付け

「国際酪農連盟」がサニタリ配管と接手について定めた規格に従い、IDF1.5インチと2インチのクランプ及びユニオン取り付けが用意されている。

(2) 導電率プリアンプ

プリアンプは変換器と組み合わせて使用する。プリアンプと変換器の間は最高50mまで専用ケーブルを使って延長できる。測定レンジに合わせて3種類のプリアンプが用意されている。

(3) 導電率変換器

食品プロセスに対して1台で全アレンジをカバーできること、また伝導率と温度の2出力が用意されていること、更に現場でのノイズ対策が考慮されていることが特長である。導電率計が設置される場所には、インバータやポンプなど大きな電力を使う機器があり、これらから電磁波ノイズが発生し、導電率計が影響を受ける恐れがある。

その対策として、検出器とプリアンプ回路とをトランスで絶縁する方式を取り入れた。効果を確認するために、センサケーブルに250~2000Vのノイズを容量カップリングする試験を行った。その結果1000Vのノイズ電圧に対し±0.2%FS, 2000Vのノイズ電圧に対し-1.5%FSまで影響を下げる事ができた。現場での検証テストも済んでいる。

2.2 電磁導電率計の特長

次に腐食性液体の測定に適している導電率計を紹介する。導電率を測定する場合、対象液体に腐食性があったり、スラリなどが含まれていると、安定な測定を阻害する要因になることがある。その場合には電磁誘導を利用した電磁導電率計が適している。その検出器は2本のコイルで構成されている。1本のコイルに交流電流を流すと、発生した磁界が測定液を介して電磁誘導され、他の

コイルで受信する。2本のコイルは耐食性のあるPEEKとかPVDF樹脂でモールドされているので、液体に直接接触することがない。また付着物などの影響を受けないので、CIP(後述)で使われる腐食性の強い薬品の場合には特に有効である。

2.3 食品プロセスへの適用事例

(1) 境界面検出の事例

製品の移送は水などをキャリアとして配管を通して行われる。ジュースやビールなどの導電率は、水に比べ10倍以上大きいので、管中の製品と水との境界面が容易に識別できる。また製品の種別判定にも有効な方法であり、最も多く利用されている事例である。

代表的な清涼飲料水の導電率を紹介する。

飲料水の導電率

飲料水	導電率(室温) mS/cm
水	0.1~0.3
ビール	1.2~1.5
アップルジュース	約2
グレープジュース	約2.5
オレンジジュース	約3.6
コーヒー牛乳	約3.3

(2) CIPでの事例

飲料水の製造プロセスでは、プラントの開始や停止時に必ず洗浄操作(Cleaning In Place)が行われる。洗浄液には酸やアルカリなどの薬品を使い、配管やタンク内の付着物などを溶解除去し、更に水で洗浄する。清浄度を上げるために、洗浄、回収、放出が繰り返され、最後には蒸気や温水による滅菌が行われる。

従来、タイマ制御によるCIPが行われていたが、導電率計の採用により、洗浄液の境界面がリアルタイム

CIPプロセスフロー図

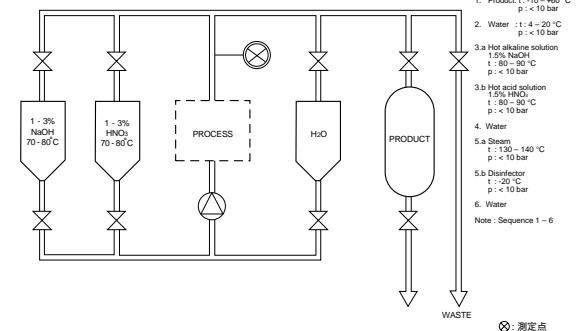


図2 CIPのプロセス

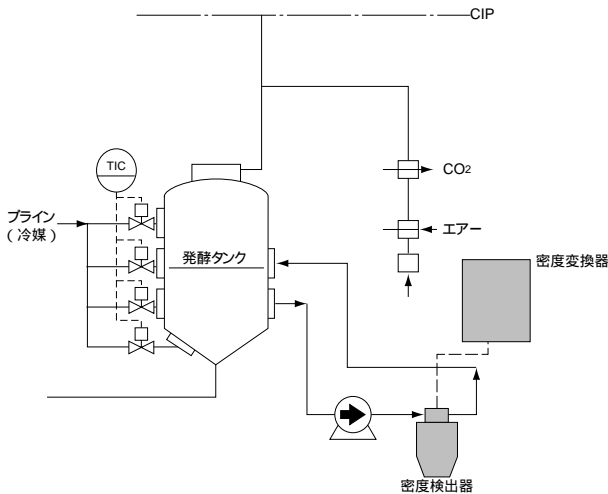


図3 発酵プロセス

ムで検出できるので、洗浄液の回収の効率化と排水処理のコスト低減を図ることができた。(図2)

3. ビールエキスの発酵度の密度測定の実例

3.1 振動式液体密度計の特長

固有周波数を持つ音叉の中に液体を入れると、音叉の発振周波数は液体の密度により変わり、密度が周波数に変換され、高感度の測定ができる。振動式密度計ではパイプ形振動子が音叉の働きをし、検出感度0.1 mg/cm³の密度測定を可能にし、密度の検査用の精密浮き秤と同等の精度が得られた。

3.2 ビール工場での事例

ビール工場では、エキスの発酵度は重要な管理項目である。発酵プロセスでは、発酵タンクに清浄麦汁を入れて約5に冷却し、種酵母が加えられ発酵が進行する。2週間経つと麦汁中の糖分(マルトース)が分解し、アルコールに変わり重質分が分離され比重が減少して、若ビールができあがる。この際の比重変化の測定は、従来から人手によるボーム計が使われていたが、新しく振動式液体密度計に代わった。発酵度の連続監視と省力化が実現した。ブリックス計と比べ高精度で廉価なことも特長である。(図3)

4. 用水管理で使われる水質計の実例

食品工業ではユーティリティ用と製造用水として多量の水が消費される。特に後者では製品の品質に影響を与えるので、水質は最も重要な管理項目である。用水の水源として河川水、水道水や地下水等を利用

し、製品の目的に応じた水質の確保が必要となる。微妙な味に関する一般の基準はなく、ユーザ側で必要な水質を分析している。

共通して使われる分析計の代表例として、粒子カウンタと残留塩素計を紹介する。

4.1 粒子カウンタの実例

粒子カウンタはレーザ光遮断方式を原理とし、水中の粒径1~400μの粒子が検出できる。その粒子数を粒径別に4グループに分類して表示できる機能も備えている。

最近話題になっている水道水中の原虫(クリプトスポリジウム、径4~6マイクロメートル)の検出に有効な手段として、各浄水場で本器の導入が始まっている。

ろ過装置の運転監視には、一般に圧力計や濁度計が使われている。医薬品などで使用される精密ろ過膜では、微小な個所で発生する膜破断や詰まりの検出による状態監視が要求される。濁度計では粒子が濃度(mg/l)として測定されるが、粒子カウンタでは最少1マイクロメートルまでの粒子が数量として検出され、ろ過装置の管理データの解析に有効な手段となる。

4.2 残留塩素計の実例

原料水は水道法の水質基準に従い、衛生面から残留塩素の維持(0.1 mg/l以上)が義務付けられている。浄水場で長年の実績がある無試薬形残留塩素計は、測定対象が上水配水系に限られているので、測定水のpHの影響を殆ど無視できる。

しかし、食品では多様な水を原料とするので、広いpH範囲で使用できる残留塩素計が使い易い。本器の構成は残留塩素計にpH計を組み合わせたもので、pHの出力を、残留塩素変換器が内蔵しているpHと、拡散電流値特性から得られた相関係数を用いて、pH7時の値に演算する。その結果pHの影響を少なくし、広い範囲(pH5~9)での測定が可能となり、使用される水の適用範囲が拡大

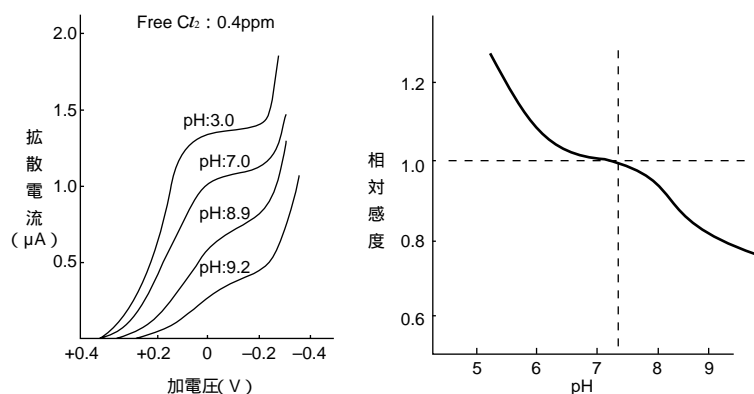


図4 pHによる拡散電流の電流感度

された。残留塩素は強い殺菌力と特有の臭いがあるので、製品の目的に合った微妙な管理が必要になる。残留塩素の注入制御に欠かせない機器である。(図4)

6. おわりに

今回は食品プロセスで最も事例の多い導電率計を中心に述べたが、他に多くの分析計の使用例も多い。

また各工程の品質管理にHACCPやGMPなど新しい手法が採用されて、更にオンライン分析計への期待が多くなっている。限られた紙面では十分紹介できなかったが、当社では新製品の開発と同時にアプリケーションの開拓も行っているため、次の機会に紹介したいと考えている。

HACCPとは

1995年に食品衛生法が改正され、HACCP方式に基づいた食品衛生管理手法が取り入れられた。日本では約430('99年)の施設で実施されている。

HACCPとはHazard Analysis Critical Control Point の略称で、食品の危害分析(HA)・重要管理点監視(CCP)方式と訳される。HACCP方式は、食品の原料の生産から始まり原料 製造 加工 保存 流通を経て最終消費者の手に渡るまでの食品の安全性、健全性、品質を確保するための計画的な監視システムである。

HA :

食品に危害を与える要因を解析する。その要因とは、微生物、化学物質、異物などを指し、その危害に対してどの工程(プロセス)で、どのような危害防止装置をとるか検討する。

CCP :

必要な管理点には管理基準を定め、基準を逸脱しないように監視し、逸脱した場合の改善処置と対応を定めておく。標準作業書をマニュアル化し、作業記録や検査データを確認し、その記録を保存する。

効果 :

HACCPを実施することで食品の衛生管理が記録として残る。即ち衛生管理が十分なされ、安全な食品を生産、製造、流通したことが保証される。

GMPとは

食品や医薬品の製造工程の品質管理の基準として、GMP方式があるので簡単に紹介する。

GMPとはGood Manufacturing Practices の略称で、優れた品質の医薬品を製造するために必要な製造設備及び製造管理及び品質管理の全般に亘って、製造者が守るべき要件を定めたものをGMPという。

要点

- ・人為的な誤りを最小限にすること。
- ・汚染及び品質低下を防止すること。
- ・高い品質を保証するシステムの設計。

校正証明書とは

世界的な品質規格としてISO9000が導入され、日本でも多くの事業所で採用されている。

各事業所で使用される計測器類(分析計も含む)の信頼性を維持するために、国家標準とのトレーサビリティを証明する校正証明書が必要となる。

当社では、分析計の中で要求の多い導電率計、pH計、振動式密度計などについて、以下の4種類の校正証明書が用意されている。

- 国家基準との関係を自己宣言した本文
- 社内のトレーサビリティの仕組みを示すもの
- 被検査計測器に係る照合用標準器の一覧表
- 納入製品の検査に使用した作業用計測器一覧表