

## 洗浄液交換時期予測における不要期間データ除外方法の検討

## A Study of Removing Unnecessary Period Data Method in Predicting Cleaning Liquid Replacement Time

牛山 泰伸<sup>†</sup>  
Yasunobu Ushiyama

黒飛 孝治<sup>†</sup>  
Kouji Kurotobi

## 1. はじめに

近年、製造業においても IoT の導入が進み、工場の製造設備や機器に様々なセンサを装着しデータを収集・分析し、作業効率を改善する様々な取り組みが行われている。

本研究では、これら取り組みの一例である、板金加工の脱脂工程における洗浄液交換時期の予測について扱う。脱脂工程の際に用いるアルカリ性洗浄液は、洗浄回数を重ねるにつれて洗浄力が低下していき、新しい洗浄液への交換が必要となる。この交換時期をあらかじめ予測することが出来れば、交換用洗浄液の事前準備や交換を考慮した製造計画の作成などの効率改善に繋がる効果がある。本研究では、この洗浄液交換時期を、収集した洗浄液 pH データを用いて予測する際に、分析の妨げとなる洗浄機非稼働時データを除外する方法について提案する。

## 2. 洗浄液交換予測の概要

## 2.1 洗浄液と pH の関係性

アルカリ性洗浄液は、使用回数が増えるにつれてアルカリ度の低下により洗浄力が低下していくが、この変化は pH 値の推移から類推できることが知られている。洗浄液の pH 値が低下すると、アルカリ度も低下し、洗浄力が低下したと判断することができる。この性質を用いた既存手法として、洗浄液の pH 値を適宜計測し、計測した pH 値の差分から現在の洗浄力を評価する手法がある。[1]

## 2.2 pH 値計測を用いた既存予測手法

洗浄槽に pH センサを設置し洗浄液の pH 値を常時計測し、計測データをデータベース (DB) に保存するシステムを考える (図 1) 以下、本システムにおける、既存の交換時期予測手法について述べる。なお、システムの低コスト化を考慮し、本システムでは pH データ以外は計測・保存せず、また予測手法も簡易な最小二乗法を用いることとする。

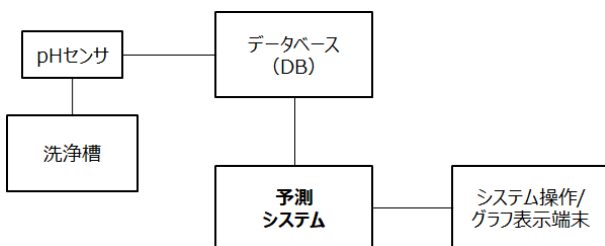


図 1. システム構成図

予測実行時、予測システムは前回の交換後から現時点までの pH データを DB から取得する。取得した pH データに対し最小二乗法を適用し、pH 値推移の予測線を求める。あらかじめ交換の閾値を設定しておき、求めた予測線がこの閾値に到達する時期を交換時期として予測する。グラフで示すと、図 2 に示すような形となる。

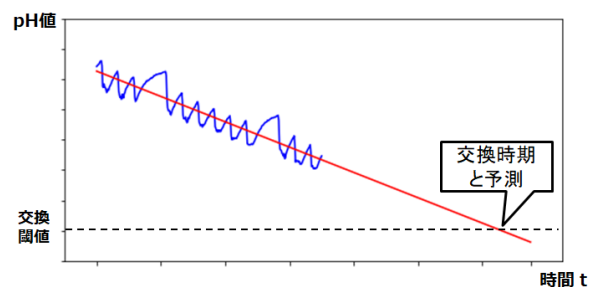


図 2. 交換時期予測の既存手法

## 2.3 既存予測手法の課題

しかし、この既存予測手法には以下の課題がある。pH 値が一定の推移で下降することが前提となるが、実際のデータでは、図 2 のように上昇するデータが混在している。これは、洗浄機の稼働状況の違いによるものである。洗浄中であれば、常に洗浄液が一定温度で攪拌されているため、洗浄液の pH 値を正常に計測することが出来るが、洗浄が終了し洗浄機が非稼働状態 (停止状態) になった際、液の攪拌が止まるため、洗浄液に偏りが生じ、正確に pH 値を測定出来ず、pH 値が上昇する。このようなデータを含む場合、正確に pH 値の推移を予測することができない。予測を正確にするためには、洗浄機の非稼働データは除外することが必要となる。除外する方法としては、洗浄機が稼働中か否か、洗浄機に別途センサをつけ計測する案が考えられるが、センサ数が増えるため、余計にコストが増えてしまう問題がある。

## 3. 提案手法

本提案では低コスト化の観点から、洗浄機の稼働/非稼働状態について、新規センサを用いず、pH データ推移から判断し、非稼働状態のデータを自動的に除外し予測する方法を提案する。

本手法の流れは以下の通りである。

## 手順 1

前回の交換後から現時点までの pH データを取得する。

## 手順 2

取得した pH データの全ての極小となる時間（極小時）と極大となる時間（極大時）を求める。

## 手順 3

時系列順にデータを見ていき、極小時～極大時の期間のデータを除外する。

## 手順 4

極大時以降、一定時間分のデータを除外する。

## 手順 5

除外処理実施後のデータに対し、予測手法を適用する。

提案手法のシーケンス図を図 3 に示す。

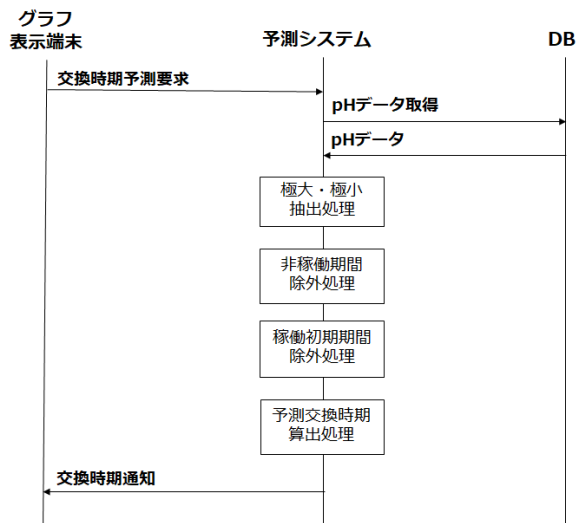


図 3.提案手法のシーケンス図

以下、各手順の詳細を述べる。

手順 1 では、予測に使用する範囲のデータを取得する。取得するデータ範囲は、既存の予測手法同様、前回の交換後から現時点までの pH データとなる。

次に手順 2 で極小時、極大時を求める。ここで、極小時とは、その前後に計測された pH 値が極小時に計測された pH 値より高くなるような時間である。同様に、極大時とは、その前後に計測された pH 値が極大時に計測された pH 値より小さくなるような時間である。

手順 3 で、極小時～極大時の期間のデータを除外する。これは非稼働期間を除外する処理である。2.3 の課題で述べた通り、pH 値推移は稼働時では徐々に下降していくが、非稼働時では徐々に上昇する推移に転じる。このため、極小時を非稼働状態の開始時間、極大時を非稼働状態の終了時間とみなすことができる。よって、この間の期間を除外することで、非稼働期間のデータ除外処理となる。

手順 4 では、極大時以降のデータを一定時間分除外する。これは、非稼働状態から稼働状態の pH 値推移になるまでに一定のタイムラグが生じるためである。このタイムラグを稼働初期期間と考え、正常な状態に戻るまでの期間のデータを除外する。稼働初期期間はあらかじめ一定の時間を設定しておき、極大の時間以降、この一定時間分のデータを除外する。手順 3,4 で示した非稼働期間、稼働初期期間について、グラフで図示すると図 4 のようになる。

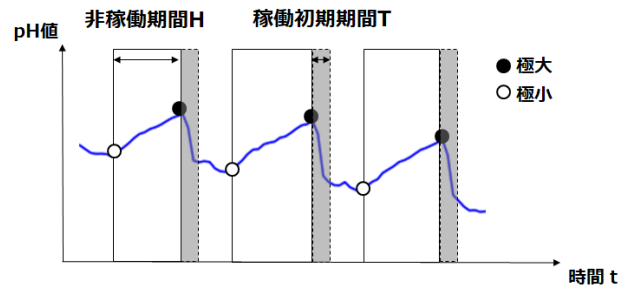


図 4.非稼働期間、稼働初期期間の範囲

最後に、手順 5 で、手順 2～4 の処理を実施されたデータについて予測手法を適用する。非稼働期間、および初期稼働期間が除外された pH データに対し、既存の予測手法と同様に最小二乗法を適用し pH 値推移の予測線を計算し、予測線が閾値に到達する時期を交換時期と予測する。図 4 で図示した非稼働期間、稼働初期期間を除外し、予測手法を適用したものを図 5 に示す。

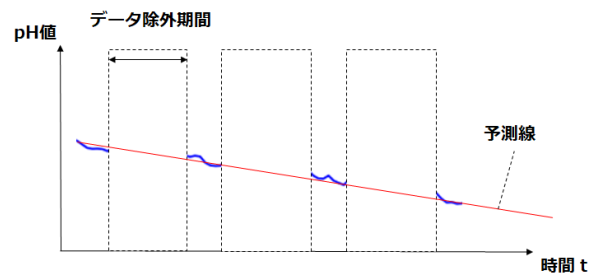


図 5.本手法を用いた予測線描画

以上、手順 1～5 を実施することで、新規にセンサを装着することなく、予測の際に不要となる非稼働期間データを自動的に除外し交換時期予測を行うことが出来る。

## 4. おわりに

洗浄液 pH データを用いた洗浄液の交換時期予測方法について、洗浄機稼働時と非稼働時の pH 値推移の違いに着目し、不要となる非稼働時のデータを除外する方法について提案した。

今後の課題として、さらに交換精度を高くするために、稼働中のデータについても予測時に不要となる期間がないか分析し、改善していきたい。また、本研究では低コスト前提のため考慮しなかったが、よりコストをかけることが可能なケースでは、より高度な予測手法を使う、計測センサを増やすなどの方法も検討し、コストに応じて最適な予測手法が提供できるようにしていきたい。

## 参考文献

- [1] 青木和一, 坂上卓徳, 佐伯幸弘, “洗浄液の評価方法, 濃度測定方法, および管理方法”, 特開平 10-73583.