

○ 京都大学 工学部 学生会員 坪田浩治
 京都大学 工学部 正会員 平岡正勝
 京都大学 工学部 正会員 津村和志

1. はじめに

糸状性微生物を自動計測しようとする研究は、過去に中野¹⁾、加藤²⁾が画像処理技術を応用して行い、画像処理の適用が十分に有効であることを証明している。今回、汎用画像処理装置HIDIC-IP21(日立製作所)が利用できる状態にあったので、IP上でシステムを構築する研究を行った。IPは、画像処理専用プロセッサを有し、単位画像処理を0.017秒以下で実行するという高速処理が可能で、画像処理ソフトウェアも充実しているため、簡単なプログラムで複雑な処理が実現できるなど、数多くの特徴を持っている。これにより、大幅な精度の向上、計測時間の短縮が行えたので、ここに報告する。

2. 糸状性微生物を計測する意味

活性汚泥フロックは、糸状性微生物を骨格とし、その周りに凝集性のあるズーグレア状微生物が付着することにより形成されていると考えられる³⁾。よって、フロックの構造は、糸状性微生物とズーグレア状微生物のバランスにより決定される。バランスのとれたフロックは、ズーグレア状微生物がほどよく凝集し、その内部に糸状性微生物が強い骨格を形成していて、フロックを重力沈降させる際の、沈降性、圧密性の優れたものとなる。しかし、処理場の運転状態によっては、そのバランスが崩れ、糸状性微生物が過剰に生育し、フロックの外部にまで伸び出す場合がある。一般に糸状性バルキングと呼ばれている状態で、沈降性、圧密性を著しく低下させる。

糸状性バルキングの防止には、いくつかの方法が提案されているが、防止策以前の問題としてフロックが今、どの状態にあるか把握できる必要がある。すなわち、フロック外部に伸び出した糸状性微生物長を計測しなければならない。従来、この作業はオペレーターにより行われている。しかし、オペレーターによる計測では、1サンプル当たり6～8時間を要し、刻々と変化する汚泥状態には追従できず、対応はオペレーターの感に委ねられているのが現状である。そこで、汚泥状態をリアルタイムでモニターできる計測システムの開発が必要とされていた。

3. 糸状性微生物長計測システム

今回開発したシステムは、IPをベースとし、生物顕微鏡を通して、曝気槽内混合液画像をテレビカメラより入力することで、計測が行える。対物レンズは4倍を用い、一度に1420 μ m四方の画像を取り込む。画像の取り込みは0.017秒で行えるため、サンプルの生物固定は不用である。IPの高速性により、処理が複雑化しているにもかかわらず、計測に要する時間は1画面当たり0.6秒と大幅な短縮を図ることができた。さらに注目すべき点は、ノイズの除去に成功したことである。微少なフロックによるノイズ、処理過程で生ずるノイズなどを独自のノイズ処理手法で消去することにより、精度は明らかに1オーダー向上している。それと同時に、糸状性微生物幅を1に規格化することで、中野らの採用していた検量線による微生物長の推計は不必要となった。検量線の作成は、数十時間を要する作業であり、また、運転状態の変わるたびに作成しなおす必要があり、システムを運用する際の最大の障害であった。

4. 計測のアルゴリズム

ここで、本システムでのアルゴリズムについて概説する。Fig.1は、その

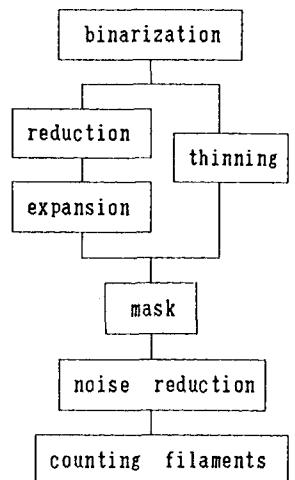


Fig.1 Procedure Flow
of the System

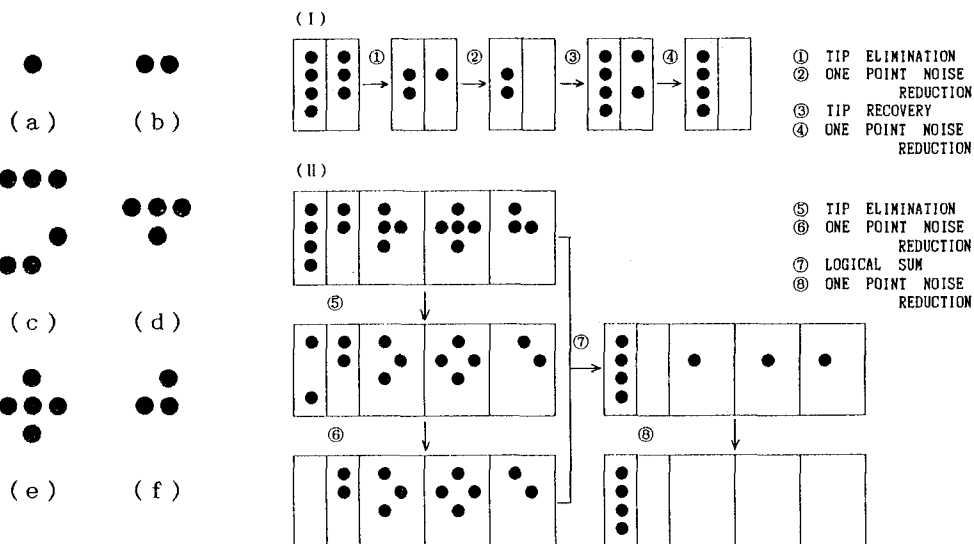


Fig.2 Form of Noises

Fig.3 Procedure of Noise Reduction

フローである。基本的には、加藤と同じ縮退膨張処理を持ちた。

テレビカメラより得られる画像は、128段階の輝度レベルにより構成されている。この画像に対し、適当な閾値を設定して、バルク部分に「0」、その他に「1」を与えて汚泥を抽出する二値化処理を施す。この二値化画像より、次の2つの画像を作る。ひとつは、縮退膨張処理によりフロックの外部に伸び出した糸状性微生物部分を消去し、フロック部分だけを残したものの、ひとつは、細線化処理により糸状性微生物部分の線幅を1としたものである。次に、細線化画像をフロック画像でマスキングし、フロック以外の部分を抽出する。こうすることにより糸状性微生物を検出することができるのだが、この画像には、縮退膨張処理で糸状性微生物と一緒に消えてしまう小さなフロックやごみが多く含まれている。よって、計測精度を向上させるためには、これらノイズを消去してやる必要がある。IPには、画像上の独立した1点を消去する機能と、線分の端点を抽出する機能を内蔵しているので、両処理を組み合わせして独自のノイズ処理を行っている。ノイズの形態としては、細線化処理を施してあるのでFig.2に示すようなものがほとんどである。(a)については、IP内蔵の機能が直接使えるが、他のものは(c)と、それ以外のものとに分けてFig.3に示すような処理で消去する。

5. さいごに

沈降性、圧密性の優れた汚泥を得ることができるか否かは、処理場の性能を大きく左右するものであるが、現段階では汚泥の沈降特性まで考慮にいたった制御は行われていない。なぜなら、刻々と変化する汚泥状態を正確に評価する目、つまり、計測システムが存在しないからである。

本計測システムは、従来のような処理水質のみを評価指標にした制御だけでなく、汚泥の沈降特性をも考慮にいたった、画期的な制御を可能にする目となりうるものである。

参考文献

- 1) 中野淳 「活性汚泥法制御のための画像処理システムの開発に関する研究」 京都大学卒業論文(1983)
- 2) 加藤龍夫 「活性汚泥法制御のための画像処理システムの開発に関する研究」 京都大学卒業論文(1984)
- 3) Sezgin, M., et al. "A Unified Theory of Filamentous Activated Sludge Bulking"

Jour. Water Poll. Control Fed., 50, 362 (1978)