

京都大学 工学部 正会員 津村 和志
 京都大学 工学部 正会員 平岡 正勝
 日立金属 加藤 龍夫

活性汚泥法は生物学的プロセスであり、そのため汚泥の顕微鏡画像には、活性汚泥の状態についての情報が豊富に含まれている。たゞ惜しむらくは、この情報を読みとれるオペレータの数が少ないこと、また生物に詳しいオペレータがいても観察に時間を要するため、頻繁には観察できないのが現状である。本研究の目的は、第38回土木学会年次学術講演会での発表⁽¹⁾に続いて、顕微鏡画像から、オペレータにかわって活性汚泥法制御のために必要な種々の情報ととりだす画像処理システムを開発することにある。

取り出す情報 前年次学術講演会では、糸状性微生物の長さの計測をおこなった。本研究では活性汚泥フロック径とその形状の計測をおこなう。Eriksson⁽²⁾は、活性汚泥の沈降特性とフロック構造の関係を、S.Q.I.(Sludge Quality Index)、S.S.V.I.(Stirred Sludge Volume Index)、撹拌前後のC.R.T.(Capillary Suction Time)、種々の抽出法による細胞外ポリマー量、電気泳動度、糸状性微生物の全長、試料の電子顕微鏡写真などの測定をおこなって研究し、一般的なフロックモデルを提案している。このモデルに従えば、フロックが球形の場合は、細菌間の結合に方向性がなく強い結合がなされ、一方フロックが細長い場合には、細菌間の結合は方向性を持ち結合力が弱いといえる。すなわちフロックの形状は、フロックの強度を反映している。本研究ではフロック径と各フロックの形状係数(円形度)の測定をマイクロコンピュータによる画像処理でおこなう。

画像処理システムの装置構成 装置構成を図1にまとめる。顕微鏡と拡大された画像は、ビデオカメラで、光量情報に変換される。カメラユニット部では、これを8ビットのデジタル量に変換し、計算機の求めに応じて情報を送る。計算機では、送られてきた情報を処理する。この処理の作業領域として補助記憶装置のバブルカセットを利用する。結果は、カラーCRT、プリンター、XYプロッター、標準フロッピーディスクに出力される。写真撮影装置は原画像を保存するために使われた。

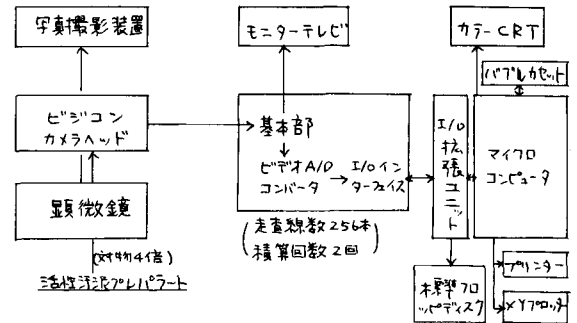


図1 画像処理システムの装置構成

測定方法 (1)二値化 図3は図2のサンプリングライン上での輝度情報を示めた図である。フロック部分は暗く、バルク部分は明るく、糸状性微生物部分は中間の明るさを持つ。フロック径とその円形度を求めるには、この画像からフロック部分だけを抜き出す必要がある。糸状性微生物部分とフロック部分との間に域値をもうけ、この域値以下をフロック部分とする方法は、うまくいかない。理由は、完全に糸状性微生物を除きうるように域値を設定すると、ある種のサンプルでは

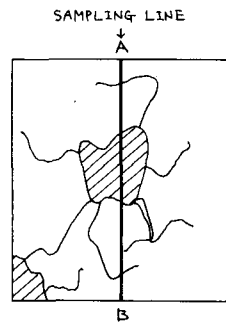


図2 顕微鏡画像の模式図

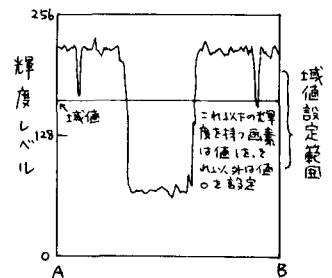


図3 サンプリングライン上の輝度

フロック部分の一部も消えフロックの形状がくずれるためである。そこで本研究では図3に示めされるように糸状性微生物部分の任意の位置に域値を設定した。これによって糸状性微生物の一部がフロック部分と混ることになるが、ソフト上の工夫によってこれを除去した。また、この方法では精度情報の精度度はあまり要求されないのので、カメラユニット部での積算回数は2回とし、大幅な計測時間の短縮をはかった。

(2)縮退・膨張 糸状性微生物部分を除去するために、縮退・膨張操作をおこなう。縮退とは、“1”の値が与えられた画素について、その画素の4近傍(上下左右)の画素に“0”のものが1つでもあると、値を“0”に変える操作である。また膨張とは、“0”の値が与えられた画素について、その4近傍に“1”の与えられた画素が1つでも存在すれば、値を“1”に変える操作で、縮退とは逆の操作である。縮退・膨張を逐次おこなうと、糸状性微生物部分が消える。

(3)ラベリング ラベリングとは、縮退・膨張後の画像データについて、各々のフロックが別のものだと認識されるように、フロックに番号をつけてゆく操作である。

(4)面積・周囲長の測定 ラベリングされた各フロックについて、画素数を数えることによって面積を、周囲部の画素数を数えることによって周囲長が得られる。ここでフロックが球形であると仮定して面積より径を求め、円からのずれを評価するために、円形度 $4\pi A/p^2$ (A :面積, p :周囲長)を求める。

結果とまとめ

(1)上記測定法は、Basic と機械語のアロプログラムによって実現できた。アロプログラムは域値決定用、二値化からラベリングまでの画像処理用、フロック径と円形度計算用の3つの計算アロプログラムからなる。アロプログラム中一番大きいアロプログラムは画像処理用で約9kバイトになった。計算時間は全アロプログラムを通じて、一画面につき約3分を要した。

(2)上記処理アロプログラムでは、画面の端に接したフロックは無視する方針を取った。そのため大きいフロックは無視されやすく、フロック径分布とその円形度の計算は、特に径の大きいところで信頼がおけない。もし高速でアクセスできる1Mバイトの外部記憶装置(あるいは内部記憶)が利用できるのであれば、顕微鏡倍率1倍、走査線数1024本で処理を実行するほうがよい。このとき本研究によって作成されたアロプログラムは、本質的な変更なしに、同程度のアロプログラム規模で利用できる。

(3)本システムで、1フレーム当たり81画面の処理をおこなった一例を図4に示す。図にはフロックの径と、その径を持つフロックの平均円形度を示している。この例では粒子径の小さなフロックが多く出現している。これは、小さなフロックが網目状の糸状性微生物に付着したような構造を持っており、縮退・膨張によってこれらが分断されたためである。また大きいフロックほど円形度が低いのは、フロックを結ぶ糸状性微生物に細菌が付着し、縮退・膨張によって分断されない太さになったため、見かけ上、径が大きく円形度が低く計算されている。この例から、フロック径と円形度、糸状性微生物長さそれぞれ独立に測るのではなく、どのような形状のフロックが、糸状性微生物とどのような構造で結びついているのかを定量化することが必要だと考えられる。

参考文献

- 1) 平岡他, 第38回土木学会年次講演集, (1983)
- 2) L. Eriksson 他, IAWPRC Workshop, Vienna, (1983)
- 3) S. Parker 他, Journal WPCF, 43, 1817 (1971)

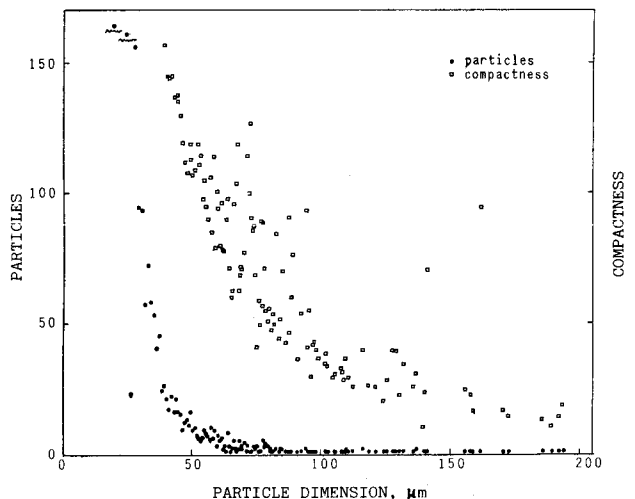


図4 フロックの粒径分布と円形度の測定例(17フレーム)