II-95　浄水汚泥管理に関する研究（II）－汚泥の脱水特性について－

東京大学　正会員　綾　日出教
東京都 水道局　白山 恒徳
○（株）間組　正会員　馬渡 裕二

1、はじめに

浄水汚泥の脱水特性をあらかじめ知ることは、施設の規模決定のみならず日常の管理においても重要である。汚泥の特性は、濁質の粒度分布、比重、強熱減量および凝集剤と濁質の比などに支配されると思われる。

東京都金町浄水場構内に設けたパイロットプラントにおける実験では、原水、処理水および汚泥の分析を行っており、約50のデータがあるのである程度の統計処理を行ない得る。そこで、データの一部を用いて原水水質から汚泥管理を行ない得るか試みてみた。

2、実験方法

（I）に示すパイロットプラントにおいて、沈殿汚泥、濃縮汚泥および脱水汚泥を採取し、含水率、強熱減量、界面沈降速度および比抵抗を測定した。浄水操作の変動因子は薬品注入率のみであり、ジャーテストにより最適薬注率を決定している。使用凝集剤は、硫酸アルミニウムまたはM I Cであり、前塩素処理を行なっている。脱水機は、遠心分離機である。

3 重回帰分析

硫酸アルミニウム、M I C共固形換算注入率にはさほど差はなかったので、同等の影響があるものとし、実験回数49回について次の項目について重回帰式を求めた。

変数		従属変数	
x_1	原水濁度	y_1	比抵抗（$\times 10^{13}$ m/kg）
x_2	薬品注入率（ppm）（固形換算）	y_2	濃縮泥濃度（%）
x_3	原水 $KMnO_4$ 消費量（ppm）	y_3	脱水ケーキ含水率（%）
x_4	原水アルカリ度（ppm）	y_4	界面沈降速度（m/日）（濃度0.6%として補正）
x_5	水温（C°）	y_5	強熱減量（%）
		y_6	沈降試験時の最終濃度（%）

項目	平均	標準偏差
x_1 原水の濁度	14.8	14.46
x_2 薬品注入率	20.4	3.73
x_3 原水の $KMnO_4$ 消費量	7.15	6.83
x_4 原水のアルカリ度	33.5	5.51
x_5 水温	19.8	6.25

項目	平均	標準偏差
y_1 比抵抗	3.55	1.38
y_2 濃縮泥濃度	2.46	1.66
y_3 脱水ケーキ含水量	76.7	8.33
y_4 修正沈降速度	45.5	75.3
y_5 強熱減度	22.0	4.68
y_6 汚泥最終濃度	3.41	2.65

相関行列より、原水の濁度とアルカリ度間には負の相関が存在し、さらに、通説とは逆に、薬品注入率とアルカリ度間にも負の相関があることがわかる。原水濁度が高い時は河川の流量が大きい時であり、個有のアルカリ度負荷が希釈され、薬品注入率はむしろ原水濁度に支配される傾向がある。

注、偏回帰係数表中で°を付した所は 有意ではないものである。

変数間の相関行列を下表に示す。

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
x_1	1				
x_2	0.439	1			
x_3	0.359	0.311	1		
x_4	−0.560	−0.635	−0.0655	1	
x_5	0.232	−0.143	−0.0739	−0.429	1

標本数　49，　自由度　（5，43）

重回帰係数および重相関係数を次表に示す。

	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6
重相関係数	0.760	0.942	0.802	0.926	0.765	0.870
決定係数	0.577	0.888	0.643	0.858	0.586	0.758

偏回帰係数

独変＼従変	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6
x_1	−0.0208	0.0664	−0.253	4.83	−0.0904°	0.121
x_2	−0.0214°	0.0680	−0.527	−0.0686°	0.0149°	0.0563°
x_3	0.0191°	−0.0089°	0.080	0.501°	−0.0018°	0.0078°
x_4	0.132	−0.113	0.422	1.01	0.378	−0.112
x_5	0.0196°	0.0309	−0.251°	1.04°	−0.173	0.0220°
定数	−1.65	3.33	81.5	−82.6	13.8	3.73
下値	11.7	68.2	15.5	51.8	12.2	26.9

標準回帰係数

独変＼従変	y_1'	y_2'	y_3'	y_4'	y_5'	y_6'
x_1	−0.218	0.578	−0.439	0.936	−0.279	0.660
x_2	−0.058	0.153	−0.236	−0.003	0.012	0.079
x_3	0.095	−0.037	0.066	0.045	−0.003	0.020
x_4	0.647	−0.375	0.279*	0.074	0.445	−0.233
x_5	0.089	0.116	−0.188	0.086	−0.231	0.052

重回帰分析から、汚泥の性状はさらに少ない数の変数によって回帰し得る可能性があることがわかる。

4 最適回帰式

目従属変数について、段階的方法により最適回帰式を算出した。

全数（標本数 49）

$y_1 = 0.182x_4 - 2.55$

$y_2 = 0.0647x_1 + 0.0658x_2 - 0.115x_4 + 0.318x_5 + 3.36$

$y_3 = -0.314x_1 + 0.471x_4 + 65.6$

$y_4 = 4.80x_1 - 25.4$

$y_5 = -0.0886x_1 + 0.379x_4 - 0.175x_4 + 14.1$

$y_6 = 0.131x_1 - 0.111x_4 + 5.19$

凝集剤・硫酸アルミニウム（標本数 26）

$y_1 = 0.191x_4 + 0.112x_5 - 5.10$

$y_2 = 0.0847x_1 - 0.102x_4 + 4.48$

$y_3 = -1.16x_3 + 0.697x_4 + 63.9$

$y_4 = 4.95x_1 - 29.9$

$y_5 = 0.486x_4 + 6.14$

$y_6 = 0.203x_1 + 0.413$

凝集剤、MIC（標本数 23）

$y_1 = 0.234x_4 - 4.57$

$y_2 = 0.0569x_1 - 0.217x_4 + 9.26$

$y_3 = -0.206x_1 + 7.13x_2 + 1.63x_4 + 3.64$

$y_4 = 5.57x_1 + 8.83x_4 + 3.23x_5 - 402$

$y_5 = 0.989x_4 - 12.3$

$y_6 = 0.137x_1 + 1.51$

最適回帰式では、変数は少なくなったが、必ずしも単純な式にはならなかった。

5 考察

原水水質より汚泥の処理特性がある程度推定できることを示した。汚泥の処理作業は浄水操作よりも遅れて行なわれるから、適切な原水水質による回帰式が得られるとあらかじめ作業の計画を行うことができよう。発生量も、原水水質から推定できるので、十分にデータが蓄積されれば、最適設計や処分地取得の計画に応用できると思われる。今回は、薬品注入率は通常の最適注入率の決定方法によっているため、濁質量凝集剤比による影響は直接には推定できなかった。原水濁質量が多い時には、汚泥の処分性は良好であり、低濁度時には発生量は少なくても脱水性は悪いとすることはできる。

本研究は、厚生省委託による土木学会内小委員会による「汚泥処理上からみた合理的浄水処理に関する研究」の一部として行なわれたものである。