

大阪市立大学工学部 正会員 〇貫上佳則

京都大学工学部 正会員 京宮 功 津野 羊 小野芳朗

1. はじめに 現行の下水道施設設計指針と解説¹⁾では施設は日最大汚水量で設計されるものの、通常は日平均汚水量の下水が流入するにすぎない。したがって規模的にみて施設に余裕がある状態で運転されていることを示しているが、これに関してはほとんど検討されていない。今回数理モデルを用いた定常解析により、処理水質からみた施設の能力余裕について検討したのでここに報告する。

2. 数理モデルの設定 対象となるプロセスは曝気槽と最終沈殿池である。曝気槽は4槽の完全混合槽列モデルとし、曝気槽のみで微生物増殖反応が起こるとして図-1に示すモデルを用いた。有機物量は COD_{org} とらえ、基質は $1\mu\text{m}$ 以上の浮遊性基質とそれ以下の溶解性基質に分けて考え、同時に微生物細胞内蓄積物も考慮した。活性汚泥の生物量はDNAで表現し、微生物活性度はRNA/DNAで表現した。さらに微生物反応によって生成される生物難分解性有機物についてもモデル表示を行なっている。最終沈殿池では、浮遊物残存率が最終沈殿池水面積に比例するとし、返送汚泥濃度は限界フラックス理論に基づくとした。

3. 余裕度： λ の定義 処理水の基準値として、下水道法施行令に基づく技術上の基準値である全 $BOD_5=20\text{mg/L}$ を採用する。そこで計画汚水量： Q で設計された曝気槽と最終沈殿池に対し、処理水の全 $BOD_5 \leq 20\text{mg/L}$ を満足する最大の流入水量： Q' を考え、余裕度： λ を Q'/Q で定義する。すなわち、 $\lambda > 1$ ならば処理施設に能力余裕があることを示し、 $\lambda < 1$ ならば計画汚水量の流入水を処理しきれないことを示す。ただし、現行の下水道施設設計指針と解説²⁾では処理施設は日最大汚水量をもとにして設計され、また日平均汚水量は日最大汚水量の約7割であることから、 $\lambda \geq 0.7$ であれば流入水の流量・水質が一定である限り処理水の全 BOD_5 を 20mg/L 以下にすることが可能となる。

4. 計算方法および計算結果 曝気槽流入水の各有機物濃度は、公共下水道統計³⁾および筆者らが行なった下水処理場における調査結果をもとにして定め、表-1に示す値を標準水質として取り扱った。ただし、

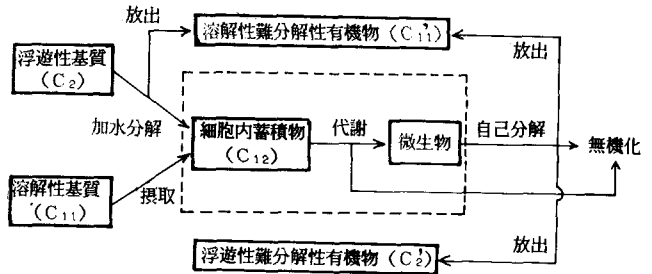


図-1 微生物浄化モデルの概略図

COD_{org} の BOD_5 への換算には係数0.5を乗じ、生物難分解性有機物は BOD_5 として発現しないとした。またMLSS中には約3割の無機物が含まれていると考え、SS濃度とP-COD濃度とは数値的にほぼ等しいとした。なおモデル式群の定常解法には連立非線型方程式の解法の1つであるBrent法を用いた。

図-2に、曝気槽理論停留時間(以下 T_A と略す)と最終沈殿池水面積負荷(以下 B_r と略す)に対して処理水全 BOD_5 が 20mg/L となる曲線をMLSS濃度毎に描いた。図中には、近畿圏の標準活性汚泥法処理を行なっている38ヶ所の下水処理場の年平均汚水量から算出した T_A 、 B_r の値をプロットしてある。曲線より右上の部分では処理水の全 BOD_5 が 20mg/L 以下となることから、実際の下水処理場ではかなりの余裕をもて運転されていると判断できる。

図-3にはMLSS濃度を 2000mg/L とした場合の余裕度の変化を示す。表-2の

表-1 流入水の各有機物濃度

T-COD	280 (mg/L)
S-COD	120 (mg/L)
P-COD	160 (mg/L)
$\frac{C_{11}}{S-COD}$	1 (-)
$\frac{C_{11}}{S-COD}$	0 (-)
$\frac{C_2}{P-COD}$	0.75 (-)
生物性COD $\frac{P-COD}{P-COD}$	0.25 (-)
$\frac{C_{12}}{P-COD}$	0 (-)
$\frac{C_2}{P-COD}$	0 (-)
$\frac{RNA}{DNA}$	3 (-)

TA, BFの範囲では入が1.15~1.65 となり、日最大汚水量に対して15~65%の余裕をもって設計されていると共に、平均汚水量では45~95%もの余裕を有すると評価しうる。

図-4には、TA=8hr, BF=20^{m³/m²・日}におけるMLSS濃度と入との関係を示した。パラメータとして流入水濃度をとり、各有機物の組成比は等しく全COD_{cr}濃度を变化させた場合(ケース1)、全COD_{cr}濃度は等しく、P-COD_{cr}とS-COD_{cr}との比(S:P比)を变化させた場合(ケース2)、および微生物活性度:RNA/DNA比のみを变化させた場合(ケース3)について図示した。いずれのケースについても上に凸な曲線が得られ、パラメータ値によって变化するもののMLSS=2000~2500^{mg/l}で入が最大となり、表-2のMLSS濃度の範囲よりもやや高めの範囲で処理施設の能力が最大に発揮されることを示す。流入水のS:P比を变化させても入の値はさほど変化しない(ケース2)が、流入水的全COD_{cr}濃度が高くなり(ケース1)、RNA/DNA比が小さくなる(ケース3)と入の値は小さくなり、処理しにくくなることを示す。流入水の微生物活性を高く保った方が処理能力が向上することから管きよめの汚水管理の重要性が示唆されると共に、微生物活性の低い汚水処理系からの返流水の水処理系におよぼす影響を間接的に示すと考えられる。

5. まとめ 活性汚泥処理施設の能力余裕について以下に示す結果を得た。(1) 実際の下水処理場ではかなりの余裕をもって運転されている。(2) MLSS=2000^{mg/l}では表-2に示したTA, BFの範囲に対して15~65%の余裕をもって設計されている。(3) 曝気槽流入水のRNA/DNA比が小さくなると処理能力が低下する。

(参考文献)

- 1) 下水道施設設計指針と解説, 1984年度版, 日本下水道協会.
- 2) 昭和57年度公共下水道統計, 第39号, 日本下水道協会

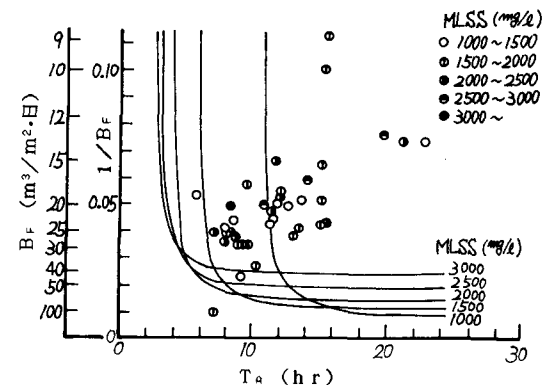
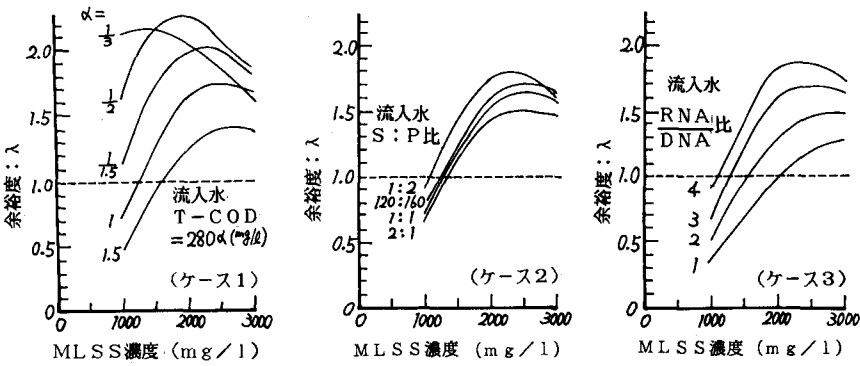


図-2 TA, BFとMLSS濃度

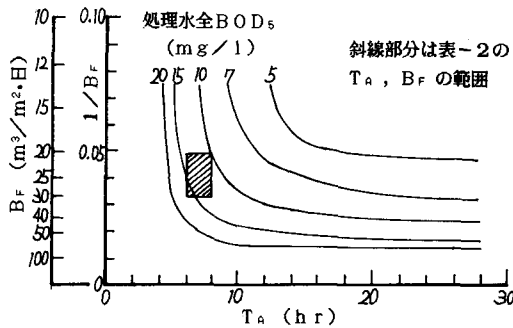


図-3 TA, BFと処理水全BOD₅濃度

表-2 標準活性汚泥施設の設計値の概略範囲¹⁾

曝気槽理論滞留時間	6~8 (hr)
最終沈澱池水面積負荷	20~30 (m ³ /m ² ・日)
MLSS濃度	2000~3000 (mg/l)

図-4 余裕度:λの変化