

活性汚泥運転ワンポイント技術講座

***** 分解速度を測定するとここまでわかる *****

No.21 : TSchecker (ティ・エス・チェッカー)

活性汚泥を管理・解析するには、BOD₅、BOD_{act}、AS_{act}などのデータが必要である。このためには酸素消費速度を測定する機器（OUR計）が必要であり、OUR計には、いくつかの形式があるが、筆者は、(株)小川環境研究所が開発した商品名TSchecker（ティ・エス・チェッカー）を使って測定し解析を行う。

TScheckerは、実験室用の酸素消費速度計で、従来からあるOUR計とは異なり、曝気しながらDOの消費速度を測定するので、以下のような特徴がある。

- ◎BODの広い範囲の試料を測定できる。
- ◎曝気空気量の調節で、非常に酸素消費速度の大きい試料も精度良く測定できる。
- ◎OUR計のように、DOを再曝気せず連続的に測定できるので、非常にスムーズなDO変化を測定できる。
- ◎測定結果からの「解析」機能ソフトが充実

などの特徴がある。

図3-1-1に装置全景を示す。

装置は、制御部と測定部から構成され、制御部はパソコンと制御ボックス内の制御機器から構成される。測定部は、曝気容器と測定容器と循環ポンプとアスピレータからなる曝気装置、DO計と温度調節装置から構成される。

操作は、曝気容器と測定容器に活性汚泥混合液を1,000cc入れる。曝気容器と測定容器は底部で連結され、曝気容器→測定容器（DO計）→循環ポンプ→アスピレータ→曝気容器と循環され、アスピレータから吸引される空気です曝気される。

図3-1-1 : TScheckerの外観



◎TSchecker の測定原理

TSchecker の曝気容器内に採取した活性汚泥混合液をチャージし、曝気装置で曝気していくと廃水中の溶存酸素濃度 DO は曝気経過時間 t とともに上昇していくが、その変化は (3-2-1) 式で表される。

$$\frac{dDO}{dt} = K_L a (DO_{sat} - DO) - (AS_{act} + BOD_{act}) \quad (3-2-1) \text{ 式}$$

ここに DO_{sat} は飽和溶存酸素濃度 [mg/l]

DO は曝気槽内溶存酸素濃度 [mg/l]

$K_L a$ は総括物質移動係数 [1/min] [1/hr]

AS_{act} は活性汚泥が内生呼吸状態で使う酸素消費速度 [mg/l/min] [mg/l/hr]

BOD_{act} は活性汚泥が BOD 成分の分解で使う酸素消費速度 [mg/l/min] [mg/l/hr]

詳細は、「No.22 : 計算手法」を参照してください。

(3-2-1) 式から誘導される式は誌面の関係で結果のみ以下に記載する。

内生呼吸状態の活性汚泥混合液を曝気したときの DO 変化は、 DO_0 を初期 DO 値、 DO_{hf} を $t=\infty$ における DO 値として (3-2-5) 式で表される。(図 3-2-1 の 1 の変化)

$$DO = DO_{hf} - (DO_{hf} - DO_0) \exp(-K_L a \cdot t) \quad (3-2-5) \text{ 式}$$

内生呼吸状態の活性汚泥混合液に BOD 液を添加したとき、初期値 DO_0 から DO_{hf} までの DO 変化曲線と (3-2-5) 式の DO 変化曲線で囲まれた面積を S とすると、BOD 液の分解に要した酸素消費量 (BOD_{ts}) は、(3-2-13) 式で表される。(図 3-2-1 の面積 S)

$$BOD_{ts} = K_L a \cdot S \quad (3-2-13) \text{ 式}$$

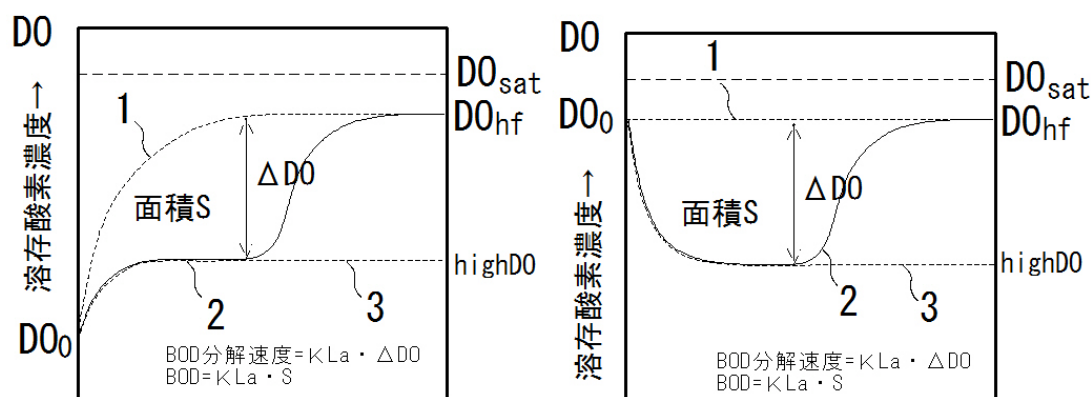
BOD 成分の分解速度 (酸素消費速度) が、ある濃度範囲において、微生物の活性のみで決まり BOD 成分の濃度によらないとした場合、BOD 成分の分解速度は highDO を $t=\infty$ における DO 値として (3-2-18) 式で表される。(図 3-2-1 の 2 の変化)

$$BOD_{act} = K_L a (DO_{hf} - \text{highDO}) \quad (3-2-18) \text{ 式}$$

図 3-2-1、3-2-1.2 は各式の DO 変化を示す例である。

図 3-2-1

図 3-2-1.2

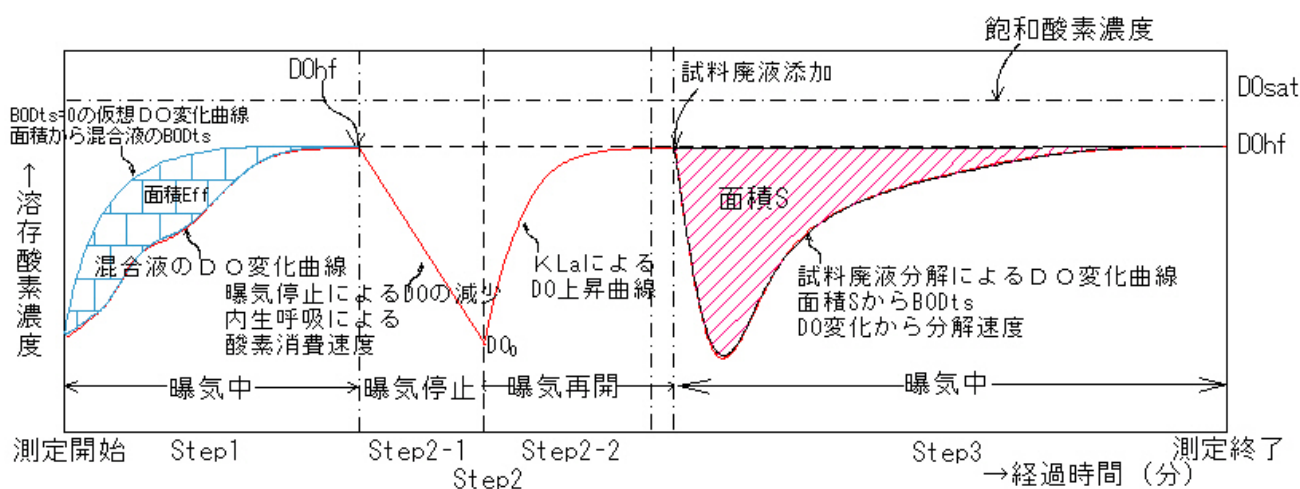


◎TSchecker の測定

図は、上記の測定原理に基づく TSchecker での測定を解説する図である。

通常、TSchecker で測定する活性汚泥混合液は、曝気槽の出口で採取した活性汚泥混合液を使用する。曝気槽出口の活性汚泥混合液は、通常 BOD の処理がほとんど終わっているため、TSchecker で内生呼吸状態までもっていく時間が短くて済み、また内生呼吸状態に持っていきまでの酸素消費量を計算することにより、処理水 BOD が評価できるからである。

図 3-3-1 : TSchecker の測定説明図



図の Step1 の工程は、

活性汚泥混合液を一定速度で曝気し、内生呼吸状態までもっていく操作である。

測定開始から内生呼吸状態までに消費した内生呼吸による酸素消費量を除く酸素量（図の面積 Eff）は、活性汚泥混合液の BOD に相当する。活性汚泥混合液が曝気槽の出口で採取して試料であれば、この値は概略処理水 BOD に相当する。

内生呼吸状態がどうかの判断は、DO 値が予め設定した値以上であり、DO の変化速度が予め設定した値以下であること、でコンピュータが判断し、次工程に移行する。

図の Step2-1 の工程は、

曝気を停止し酸素の供給を断って、DO の減少速度を測定する操作である。

活性汚泥混合液は Step1 で内生呼吸状態になっているので、DO の減少速度は、内生呼吸状態での酸素消費速度（ASact）になる。

（TSchecker は、開放系での操作なので、曝気を停止しても曝気容器の液表面からの若干の酸素の溶込は不可避であり、なにも対策せずに測定すると ASact の測定値に誤差が生じる。このため ASact 測定時は、活性汚泥混合液の循環量を必要最低限に落として、酸素が溶込んだ測定容器の表面近くの混合液の影響が出る前に、ASact の測定値を行うことにより、密閉系での測定と同等の測定値が得られる）。

図の Step2-2 の工程は、

DO が十分低い値になってから、曝気を再開し、DO の上昇変化から曝気速度（KLa）を測定する操作である。KLa の値は液表面からの溶込を含む酸素溶解速度係数である。

DO の変化は、(3-2-5) 式で表され、

$$DO = DO_{hf} - (DO_{hf} - DO_0) \exp(-K_L a \cdot t) \quad (3-2-5) \text{ 式}$$

$K_L a$ が大きければ、DO すみやかに DO_{hf} まで上昇し、 $K_L a$ が小さければ DO はゆっくりと DO_{hf} まで上昇する。

実測値と (3-2-5) 式が一致する $K_L a$ をコンピュータが自動計算する。

図の Step3 の工程は、

内生呼吸状態になっている活性汚泥混合液に、試料を添加し、DO の変化から、(3-2-13) 式や (3-2-18) 式を用いて試料の分解量 (酸素消費量…BOD_t) や分解速度 (酸素消費速度…BOD_{act}) を測定・計算する操作である。

添加する試料は、汚泥の BOD 分解活性を評価する基準液であり、流入水であり、硝化活性を評価する基準液、などである。

試料の添加、測定の終了は、予め設定した値 (DO_{hf} 値と DO 変化速度) でコンピュータが判断し、操作する。

注：実際の測定にあたっては、測定時間短縮ため、Step1 では Step2 以降の測定に支障のない程度まで DO が安定すれば Step2 に移行し、以後の DO 測定値で補正をおこなう。