



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	ドラフトチューブエアレーター (DTA) の下水処理への適用
Author(s)	一瀬, 正秋; 照井, 竜郎
Description	第5回衛生工学シンポジウム (平成9年11月6日 (木) -7日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 6 水処理 2 . 6-2
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 5, 235-240
Issue Date	1997-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7739
Type	departmental bulletin paper
File Information	5-6-2_p235-240.pdf



6-2 ドラフトチューブエアレーター (DTA) の下水処理への適用

アタカ工業 (株) 環境事業装置本部 商品開発部 一瀬正秋、○照井竜郎

1. 概 要

反応タンクのエアレーションによる電力は下水処理場の約40%といわれている。このため、今日まで省エネルギーを目的とした様々なエアレーション装置が開発されてきた。

近年、閉鎖性水域での富栄養化に起因する赤潮、青潮や藻類そのものの有機汚濁が問題視されている。また、都市では失われた身近な水辺への復元欲求が強く、湖沼・河川の浄化を含めた親水空間の確保も課題である。

このような背景から、下水処理は従来の2次処理から窒素・リン除去を前提とした高度処理への変換の必要性がでてきている。

標準活性汚泥法に改良を加えた生物学的な窒素やリンの除去法である嫌気好気活性汚泥法、循環式硝化脱窒法等の嫌気と好気を組み合わせた活性汚泥変法が開発・適用され、1994年に改訂となった「下水道施設設計指針と解説」においても示されるようになった。

このような高度処理を目的とした処理プロセスに用いられているエアレーション装置のひとつとして、通気攪拌式散気装置がある。

通気攪拌式散気装置は送風機による送気と攪拌羽根による攪拌が別になっているもので、嫌気運転、好気運転の両方ができるため、種々の活性汚泥変法に適している。

当社は、この通気攪拌式散気装置であるドラフトチューブエアレーター (以下、DTAと称する) を開発し、現在までに多数の実績を有している。

ここでは、その特徴と下水処理への適用事例等を報告する。

2. DTAの特徴

2-1. 装置構成

図-1にDTAの構成図を示す。

DTAの主な特徴は次のとおりである。

①酸素供給の制御が容易

インペラーによる攪拌と送風機による送風が別々であるため、必要に応じて適正な酸素の供給が制御できる。(嫌気運転専用としても適応可能)

②維持管理が容易

定期的に維持管理が必要な電動機、減速機等の駆動部が水上にあるため、維持管理が行いやすい。

2-2. 性能

当社工場内にある試験水槽において、清水試験を行い、攪拌能力および酸素供給能力を把握した。

図-2に試験設備概要を示す。

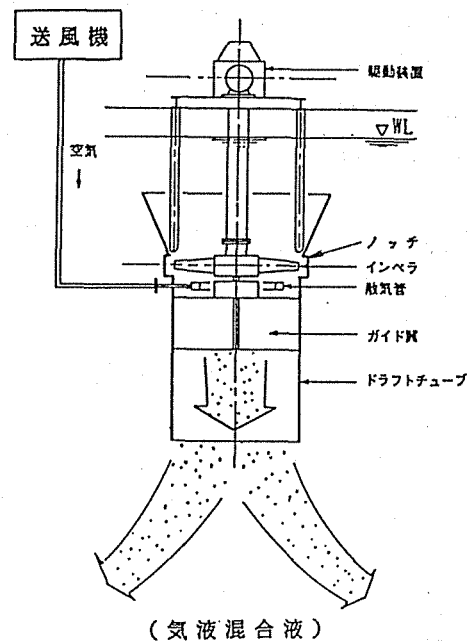


図-1 DTA構成図

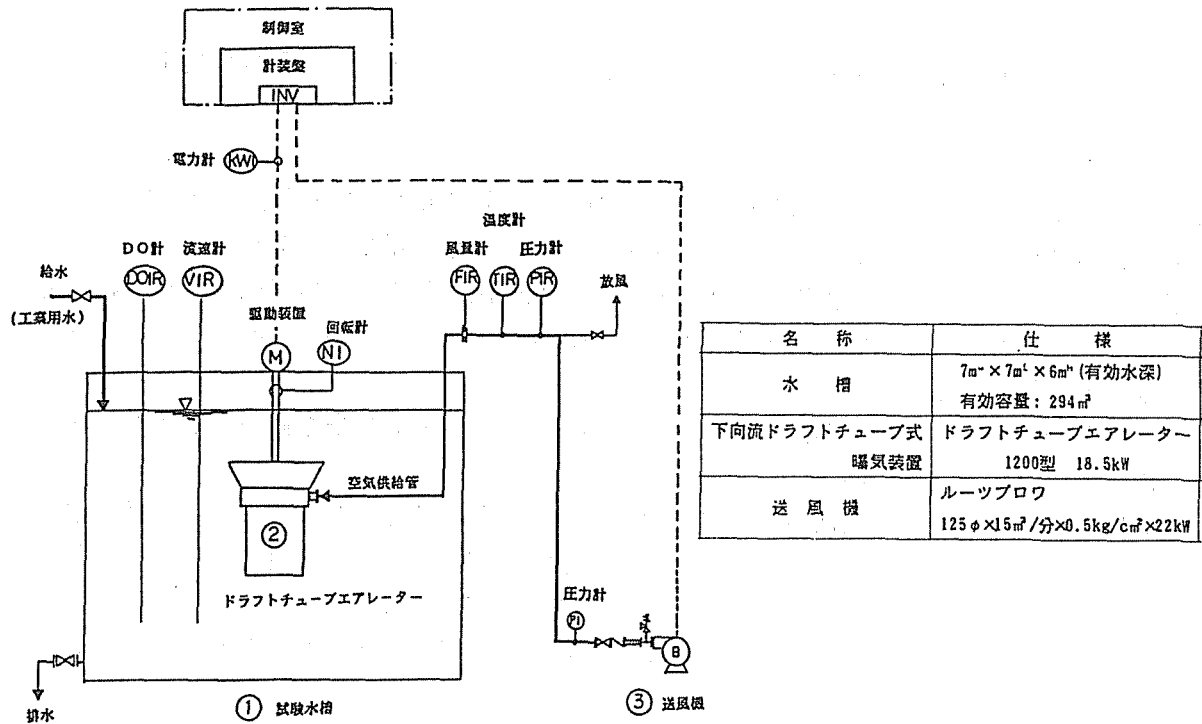


図-2 試験設備概要図

2-2-1. 攪拌能力

a) 送気の有無と槽内流速

DTAのインペラー回転数(以下DTA回転数と記す。)を210rpm一定において、槽内の流速を3次元流速計によって測定した。無送気時の平均流速分布を図-3に示し、送気時のデータを図-4に示す。

槽底部においては、無送気時および送気時ともDTA下部から壁方向に向かって分散し、槽壁部を上昇するフローパターンであった。

槽上部では、無送気時での水流は、壁面からDTAへ向うが、送気時での水流は、気泡の影響により、ランダムであった。

一般に、反応タンク内の汚泥が沈降しないための最低流速は、10cm/S以上といわれている。1)、2) 無送気時、送気時とも、槽底部においても、10cm/S以上であり、流速は十分確保されていると考えられる。

b) 消費動力と槽底部流速

槽の底部流速が10cm/S以上になるための必要な動力を把握するため、インバーターによりDTA回転数を変化させ、槽底部流速と消費動力を測定した。

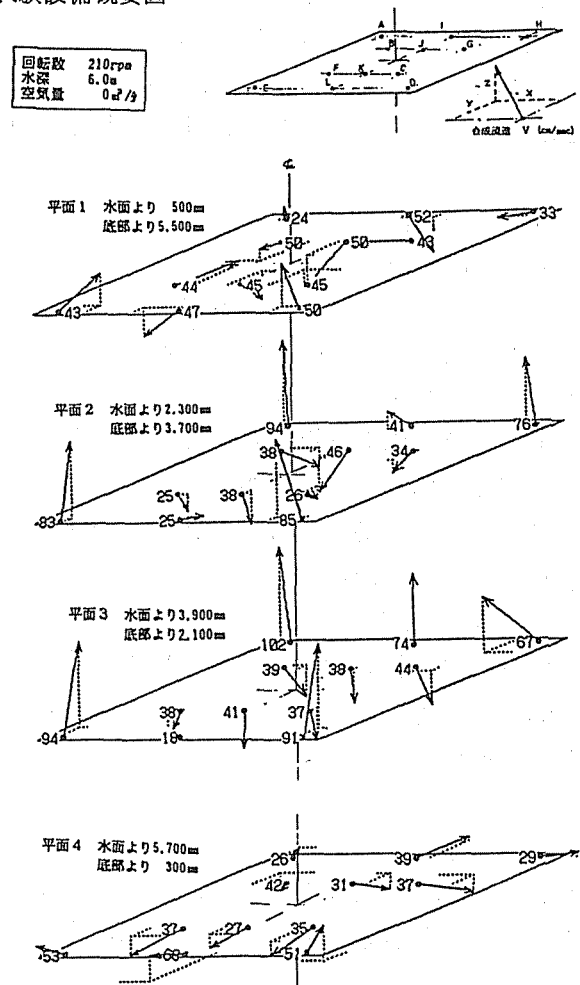


図-3 平均流速分布(無送気時)

図-5に動力投入密度（槽容量あたりの消費動力）と底部流速の関係を示す。この結果、底部流速 10cm/S 以上を確保するための動力投入密度は、約 3W/m³であった。

2-2-2. 酸素供給能力

酸素供給能力の調査結果を図-6～8に示す。

K_{La} は非定常法により測定した。酸素移動効率と動力効率等の算出式は次式によるものとした。

$$K_{La}(20) = 1/\alpha \cdot K_{La}(t) \cdot \theta^{(20-t)} \dots (1)$$

$K_{La}(20)$: 水温 20℃、清水での総括酸素移動容量係数 (1/h)

$K_{La}(t)$: 水温 t℃、試験水での総括酸素移動容量係数 (1/h)

α : 清水と汚水の総括酸素移動容量係数の比
1.0

θ : 温度補正係数 1.024

t : 水温 (℃)

$$SOR = K_{La}(20) \cdot V \cdot C_s(20) \cdot 10^{-3} \dots (2)$$

SOR : 酸素移動速度 (kgO₂/h)

V : 槽容量 (m³)

$C_s(20)$: 水温 20℃、清水の飽和溶存酸素濃度 (mg/l)

$$C_s(20) = C_{sw} \times (1 + H/10.34)$$

C_{sw} : 清水時の飽和溶存酸素濃度
20℃で 8.84mg/l

H : 槽水深 6m

$$SOTE = SOR / (Q \times 60 \times 0.279) \times 100 \dots (3)$$

SOTE : 酸素移動効率 (%)

Q : 20℃、1 atm に換算した空気量 (m³/min)

$$E_p = SOR / (P_D + P_A) \dots (4)$$

E_p : 動力効率 (kgO₂/h)

P_D : DTAの軸動力 (kw)

P_A : 送風機動力 (kw)

1) 空気量と $K_{La}(20)$

空気量と $K_{La}(20)$ の関係を図-6に示す。空気量の増加とともに $K_{La}(20)$ が増加し、空

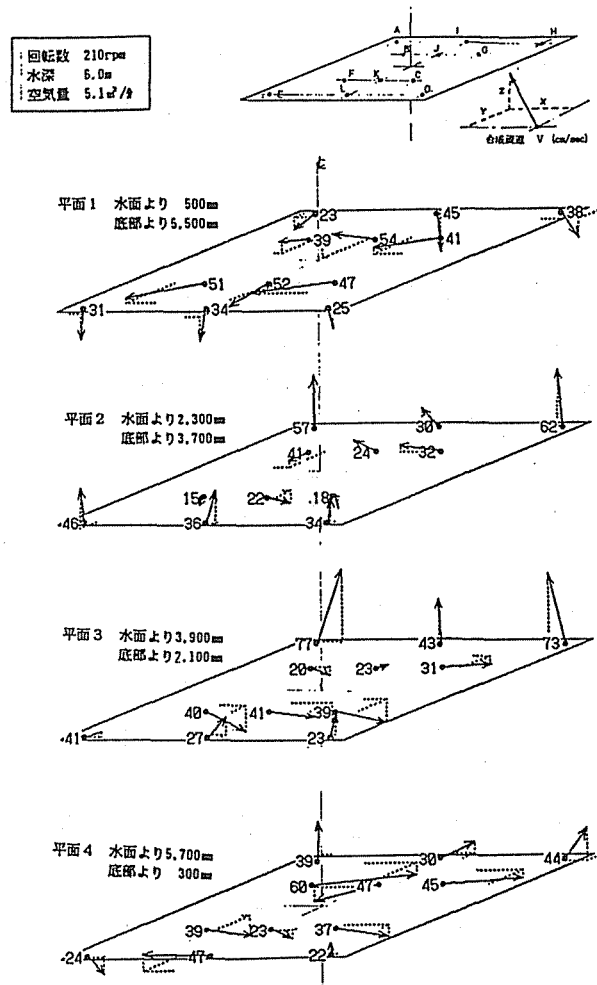


図-4 平均流速分布 (送気時)

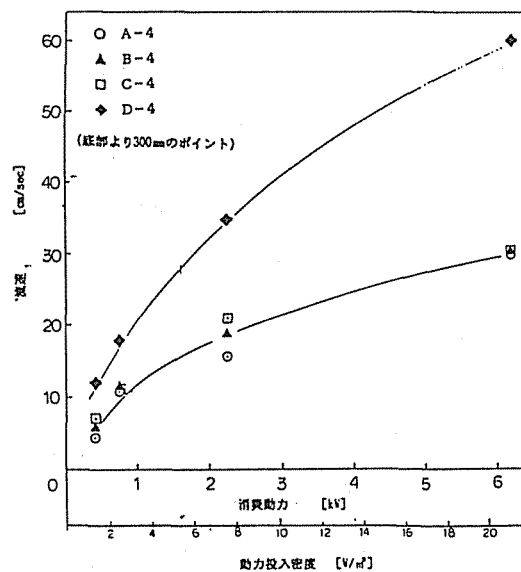


図-5 動力投入密度と流速の関係

気量 1～6 m³/min の範囲で変化させた結果、K_La(20)は 3～12 1/h の値であった。

この結果、空気量の増減により、広い範囲で酸素の供給量の調整が可能であることがわかる。

2) 空気量と酸素移動効率

図-7 に空気量と酸素移動効率の関係を示す。通常、散気板では酸素移動効率は空気量の増加とともに低下する傾向を示すが、本装置では空気量 1～6 m³/min の範囲で酸素移動効率は安定した。空気量約 6 m³/min で酸素移動効率は約 40% と高い値であった。

3) 空気量と動力効率

空気量と動力効率の関係を図-8 に示す。

同図から同一の回転数で、空気量を増加する程、動力効率が高くなる傾向にあることがわかる。また同図より、例えば、低負荷時には、空気量を低下させると同時に、DTA回転数をおとすことにより、動力効率 2.0kgO₂/kwh を保つことが可能であることがわかる。

3. 実施例

DTAは、オキシデーショondiッチ用の機械ばっ気装置として昭和 57 年に開発され、その後、完全混合型の反応タンクにも適用され、多数の実績がある。以下に、適用例を紹介する。

1) オキシデーショondiッチ法への適用

公共下水道、農業集落排水等を合わせて 100 件以上の納入実績がある。昭和 57 年の開発時から改良を重ね、現在では、図-9 に示すような土木構造をより簡素化したもので実績を重ねている。また、表-1 に○処理場の水質調査結果を示す。

表-1

	流入	流出
計画水量 (m ³ /日)	950 (3池)	
実処理量 (m ³ /日)	343 (2池)	
BOD(mg/l)	120	6.8
COD _{Mn} (mg/l)	62	17
SS(mg/l)	82	24

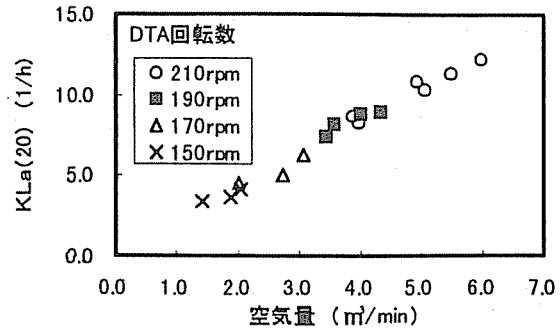


図-6 空気量とK_La(20)の関係

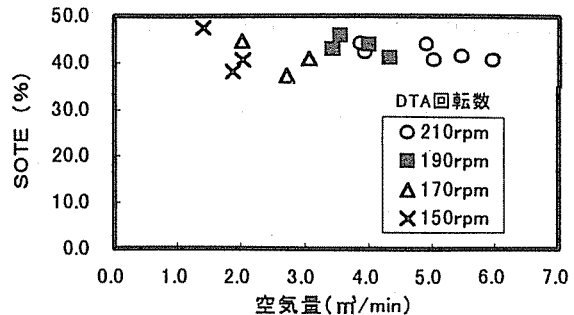


図-7 空気量と酸素移動効率の関係

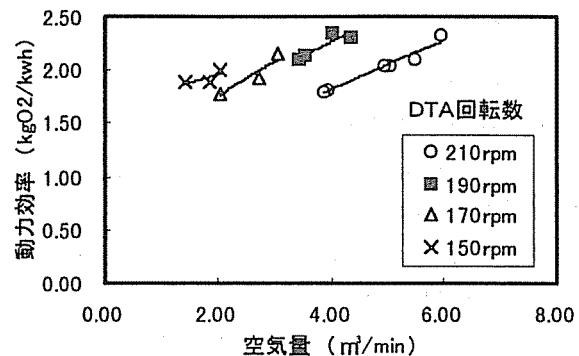


図-8 空気量と動力効率の関係

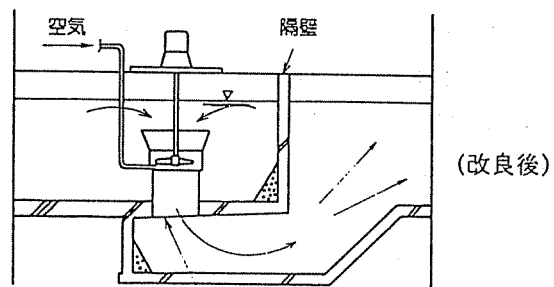
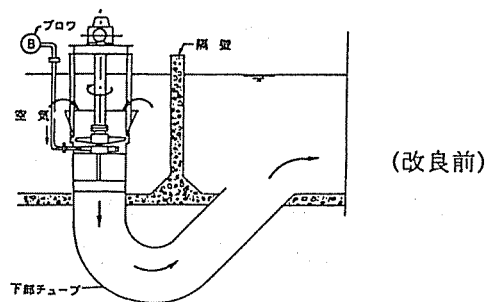


図-9 オキシデーショondiッチ構成図

2) 汚泥処理返流水処理への適用

Y市N汚泥処理センターから発生する返流水は、隣接する下水処理場で処理されていたが負荷の増大により、単独で処理を行うことになった。返流水は高濃度であるが特に窒素濃度が高いことから循環式硝化脱窒法を採用した。

脱窒槽にはDTAを嫌気専用機として、硝化槽の前段は脱窒と硝化の容量比が変更できるように硝化脱窒兼用槽としてDTAを適用した。硝化槽は全面曝気装置を採用した。

図-10に施設概要図を示し、表-2に水質調査結果を示す。

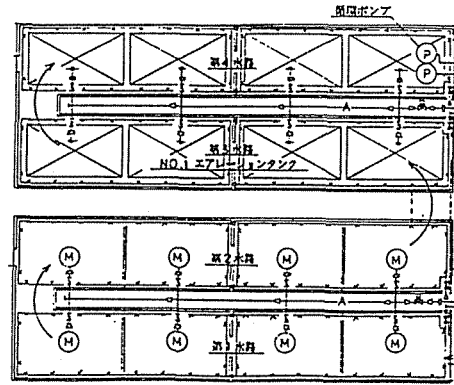


図-10 返流水処理施設概要図

表-2

	流入	流出
計画水量 (m ³ /日)	9400	
実水量 (m ³ /日)	9270	
BOD (mg/l)	2670	147
COD _{Mn} (mg/l)	790	73
T-N (mg/l)	335	51
SS (mg/l)	1720	103

3) 散気管式低圧ばっ気の改良

N市M処理場は、当初散気管式低圧ばっ気装置を用いた標準活性汚泥法であった。送風機の風量が多く、その動力が大きいことや発泡によるミストが多いことから、酸素移動効率がよく、送風量が少ないDTAを適用し、循環水路型反応タンクに改良した。

図-11に施設概要図を示し、表-3に水質調査結果を示す。

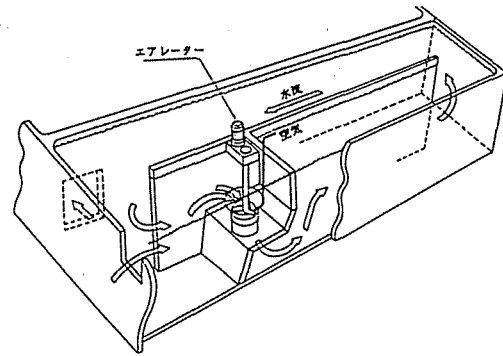


図-11 低圧ばっ気改良施設概要図

表-3

	流入	流出
計画水量 (m ³ /日)	3,000	
実水量 (m ³ /日)	1,300~3,600	
BOD (mg/l)	103	20
COD _{Mn} (mg/l)	61	22
SS (mg/l)	57	10

4) 単槽式嫌気好気法の適用

滋賀県では琵琶湖の富栄養化が問題となっている。下水道整備の一環としてフレックスプランが発足し、最終的な下水道が完成するまでには期間を要するので暫定的に下水道の整備を行うことになった。

S町M処理場では、観光地特有の水量、水質変動があり、また処理水は琵琶湖に流入するために窒素・リンの除去が必要なこともあり、これらに対応可能な単槽式嫌気好気法を採用した。本法のエアレーション装置として、嫌気好気両用運転ができ、なおかつ酸素量を柔軟に制御できるDTAが採用された。

図-12に施設概要図を示し、表-4に水質調査結果を示す。

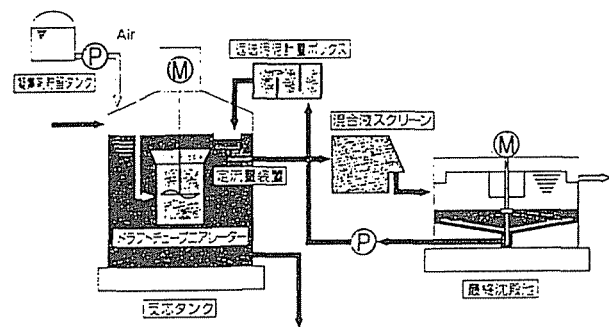


図-12 単槽式嫌気好気法施設概要図

4. まとめ

これまでDTAの基本性能および実施適用例を述べてきた。

今後、下水処理においては、処理水の高度化とともに施設のコンパクト化、省コスト化が大きな課題となる。

この対応として、深層反応タンクへの適用の可能性を確認するため、水深10mの水槽にて清水試験を昨年行い満足する成績を得た。

施設のコンパクト化を進めるうえで、DTAと生物担体や膜の組合せ等について、今後、データを蓄積していきたい。

また、DTAのし尿・浄化槽処理分野への適用として、DTAと膜処理を組み合わせたプロセス「DMシステム」も開発した。

表 - 4

	流入	流出
計画水量 (m ³ /日)	1200	
実水量 (m ³ /日)	485	
BOD (mg/l)	160	1.6
COD _{Mn} (mg/l)	92	5.5
T-N (mg/l)	14	5.9
T-P (mg/l)	4.3	0.64
SS (mg/l)	270	3

<参考文献>

- 1) WPCF : MOP/8, Wastewater Treatment Plant Design/1977 p241
- 2) (財) 土木研究センター : 土木技術資料 25-6/1983 p20