

省エネルギー形エアレーション装置「円盤形SPジェット」

Energy-Saving Aeration System「Disk Header Type SP-Jet」

(環)技術部 技術課

下 島 光 雄

Mitsuo Shimojima

Shinko-Pfaudler has developed an energy-saving aeration system, "SP-Jet", in 1983 and has received many orders on it. It has been called the Linear Header Type SP-Jet which has jet nozzles disposed on a linear header.

This new system introduces low-pressure air and recirculated liquid through a vortex nozzle and jets a fine bubble mixture horizontally at the bottom regions of the basin.

Recently, the Disk Header Type SP-Jet, which has jet nozzles radially disposed around a disk, was developed. This type is designed for easy retrofitting of existing square surface aeration basins, almost always using the current blower system, and for easy applying to lagoon system at cold district.

Comparison study between our SP-Jet and coarse bubble aeration systems shows that jet aeration has 3~4 times greater oxygen absorption efficiency and 2~3 greater oxygen transfer rate per kilowatt hour at standard condition.

ま え が き

当社は省エネルギー形エアレーション装置「SPジェット」を1983年に開発し、既に多くの納入実績を有している。これらは直線状のヘッダーにジェット噴出ノズルを配列した形状であるが、今回この形状に加えて、円盤状のヘッダーにジェット噴出ノズルを放射状に配列した形状の「円盤形SPジェット」(写真1)を新製品として開発した。この「円盤形SPジェット」によって従来形で対応しにくかった正方形平面のエアレーションタンクにおける配置がしやすくなり、あらゆる種類のエアレーション装置に対する省エネルギー面からの見直しへの対応も可能になった。

ここにSPジェットの適用範囲をより広げるために開発された省エネルギー形エアレーション装置「円盤形SPジェット」を紹介する。

1. 「SPジェット」エアレーション装置

本論に先立ちSPジェットの概略について簡単に紹介する。

1.1 「SPジェット」の構成

エアレーション装置は第1図に示すように次の5つの部分から構成されている。

- (1) 循環水用ポンプ
- (2) プロワー
- (3) SPジェット

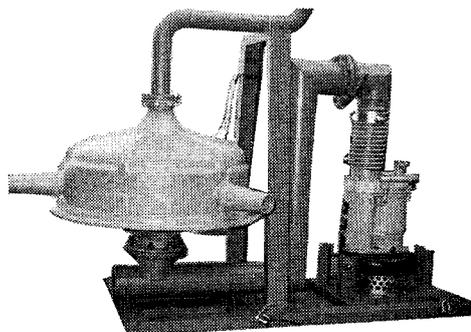


写真1 円盤形SPジェット (試作機)
Photo.1 Disk header Type SP-Jet

- (4) 液体用配管
- (5) 空気用配管

1.2 「SPジェット」のエアレーション機能

1) 必要酸素量の供給機能

第2図に示すように次の4つの作用によって必要酸素量の供給機能がはたされる。

- (1) 「SPジェット」の気液混合室内における激しい気液接触作用
- (2) 気液界面のせん断効果による気泡の微細化
- (3) 気液ノズルから水平方向に噴出するジェット流による周辺液の巻き込み作用と同伴作用に起因する気液界面の更新と気液接触
- (4) 微細気泡(2mm以下)のエアリフト効果による気液接触と微細気泡なるがゆえの気液接触面積の増大とエアレーションタンク内の長期滞留

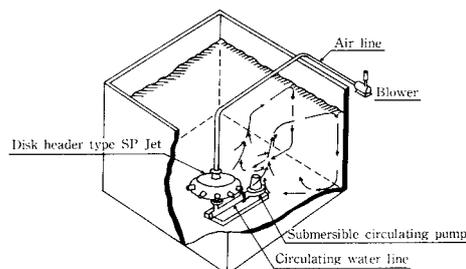
2) 攪拌混合機能

第2図に示すように次の2つの作用によってエアレーションタンク内の攪拌混合機能がはたされる。

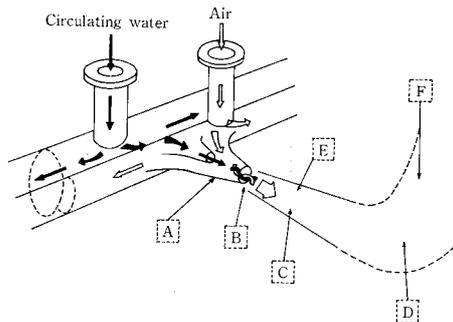
- (1) 循環水ポンプに起因するジェット流による周辺液の巻き込みと同伴によって起る攪拌混合作用
- (2) 発生気泡のエアリフト効果による攪拌混合作用

2. 「円盤形SPジェット」の特長

SPジェットとしての共通の特長とそれらに加えて「円盤形SPジェット」の特長について述べる。

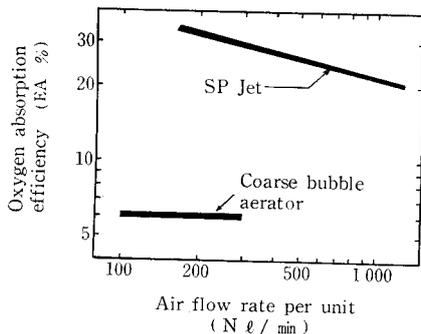


第1図 SPジェットエアレーションシステム
Fig.1 SP Jet aeration system



- A. Severe air-liquid contact occurs in the mixing chamber.
 - B. Fine bubbles are born by the shearing effect of liquid jet stream.
 - C. By the functions that draw the surrounding liquid into the horizontal jet stream and its accompanying effect, the renewal of interface of air-liquid and the contact of air and liquid are caused.
 - D. By the effect of air-lift of fine bubbles, the contact of air and liquid, and the detention of fine bubbles are caused.
 - E. Drawing of the surrounding liquid into the horizontal jet stream and its accompanying effect.
 - F. The air-lift effect of fine bubbles
- A-D: Oxygenation function
E-F: Agitating and mixing function

第2図 SPジェットのエアレーション機能
Fig. 2 Function of SP Jet aerator



Standard conditions in tap water, i.e., 20 °C, water depth 5m, 760 mm barometric pressure, and initial dissolved oxygen equal to 0 mg/ℓ.

第3図 酸素吸収効率
Fig. 3 Oxygen absorption efficiencies

2.1 共通の特長

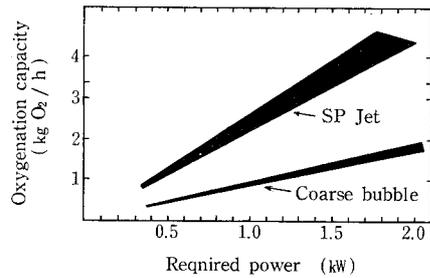
1) 省エネルギー

高い酸素吸収効率(第3図参照)を持っており、高い動力効率(第4図参照)が得られる。従来の散気方式(粗気泡旋回流方式)に比べ30~50%消費電力の削減ができ、1kWh当りの酸素供給量、いわゆる動力効率(kgO₂/kWh)の値は機械式表面曝気機に比べ若干低いものの、それとはほぼ同じになる。

2) 目詰まりの心配がない。

液ノズル及び気液ノズルの口径は数10 mm と大きく、常にジェット流で洗われているため目詰まりの心配は全くない。微細気泡形散気板では必要となるエアフィルタも不要である。

3) 優れた攪拌・混合機能



Standard conditions in tap water, i.e., 20 °C, water depth 5 m, 760 mm barometric pressure, and initial dissolved oxygen equal to 0mg/ℓ.

第4図 動力効率
Fig. 4 Oxygen transfer capabilities

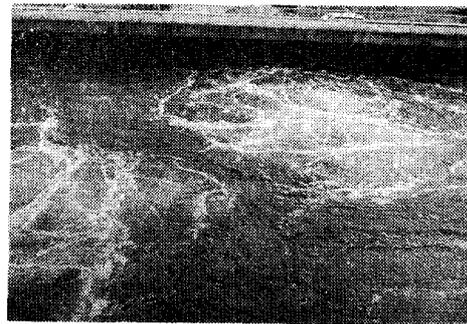


写真2 運転中の円盤形SPジェット
Photo. 2 Disk header Type SP-Jet in operation

循環水ポンプによって生み出される水平ジェット流にエアリフト効果が加わり、エアレーションタンク全体に極めて良好な攪拌・混合状態が得られる。(写真2)

第5図に槽内液の流速測定結果を示す。この測定値は槽内各点において汚泥の滞留を防げるといわれている流速値15 cm/s を越えており、十分な混合・攪拌が得られることを示している。この時の各条件は次のとおりである。

槽寸法: 10 m^W × 9.3 m^L × 4.7 m^H × 4.2 m^D
槽容量: 390 m³

使用SP: 3ノズル円盤形
ジェット

(循環水ポンプ 7.5 kW)
(送気ブロー 5.5 kW)

槽内液: 清水

2.2 「円盤形SPジェット」の特長

1) ジェットノズルの大型化

従来のSPジェットよりも更に大きい口径の気液ノズルを採用したことによって、1基当りの酸素供給量を大幅に高めている。

2) 適用範囲の拡大

円盤形ヘッダーに気液ノズルを放射状に配列した形状になっているため、従来の「直線形SPジェット」では対応しにくかった正方形平面のエアレーションタンクへの適用が容易になった。もちろん長方形平面のエアレーションタンク、ラグーンなどへの適用も可能である。

3) コンパクトな構造

循環水ポンプをSPジェット本体と一緒に共通台床上に組み込んだ一体構造としているため、循環水配管が極端に短くなっている。これによって循環水ポンプの揚程を小さ

第1表 エアレーション装置の比較データ
Table 1 Comparative data of aeration system

Type	Mechanical surface aerater	Jet aerater	Fine bubble diffuser (Total floor coverage)	Fine bubble diffuser (Single side aeration)	Coarse bubble diffuser (Single side aeration)	Coarse bubble aerater
Item \ Device	Sigma wave aerater	SP Jet aerater	Porous disk or porous plate	Porous diffuser (Cylinder type)	Disk type diffuser	Static aerater
Oxygen requirement: No kgO ₂ /D	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
Water depth m	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Diffuser depth m	—	4.6	4.8	4.5	4.5	4.8
DO in aeration tank mg/l	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Water temperature °C	20	20	20	20	20	20
Oxygen absorption efficiency at 20 °C %	—	23	20	10	6.0	8.5
Operating condition (Gas volume/circulating water volume)	—	2.8	—	—	—	—
Blower spec.	—	15.7 Nm ³ /min ×0.5 kg/cm ² ×22 kW	20.2 m ³ /min ×0.6 kg/cm ² ×37 kW	40.6 m ³ /min ×0.5 kg/cm ² ×55 kW	63.6 m ³ /min ×0.55 kg/cm ² ×110 kW	44.8 m ³ /min ×0.55 kg/cm ² ×75 kW
Circulating pump spec.	—	5.6 m ³ /min ×5 m×11 kW	—	—	—	—
Installation power kW	37	33	37	55	110	75
Motor shaft power: P _o kW	29.3	26.3	27.8	47.8	81.3	57.3
Oxygenation efficiency: P _o /No kWh/kgO ₂	0.70	0.63	0.67	1.15	1.95	1.38

くすることができ、ポンプの動力を小さく選定できるので設備動力面でも有利である。

4) 寒冷地での凍結防止がはかれる。

送気ブロワーによって断熱圧縮された空気が熱量を持ったまま「SPジェット」を通してエアレーションタンク内に送り込まれるため、エアレーションタンク内の液温を下げることはない。冬期間の低温時や寒冷地においては、このことがエアレーションタンクあるいはラグーン槽の凍結を防止することになり、維持管理上大変有利である。

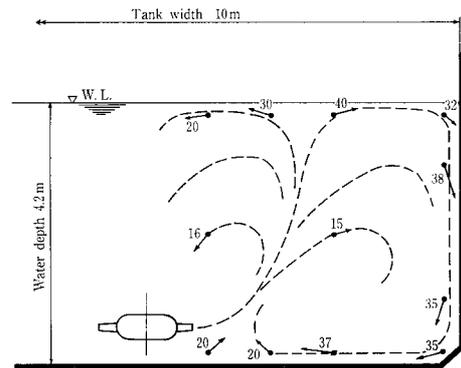
5) 調整槽での攪拌・混合装置としての用途をもつ。

「SPジェット」の気液ノズルは基本的にエゼクター形となっている。そこで「SPジェット」本体の空気口にブロワーによる送気を行わないで、空気口を延長して大気に開放しておけば空気がSPジェット本体に吸引される。このため気液ノズルから噴射されるジェット流は、空気を含んだものとなるからエアリフト効果が期待できる。調整槽では多くの場合、エアレーションタンクのように大量の酸素の供給を必要としないので、とくにブロワーによる送気を行う必要がない。すなわちエゼクターを通して吸引される空気だけでも十分な攪拌・混合能力が得られ、調整槽内での原水の均一化がはかれる。

そこでブロワーとブロワーから水槽までの空気配管の双方とも設備する必要がなくなり、循環水ポンプと一体化されている「円盤形SPジェット」は単体の攪拌・混合装置として調整槽内に設置することができるため、より一層使い易いものになる。

3. 「円盤形SPジェット」の性能

エアレーション装置を決定する際には、対象とする汚水のBOD濃度やエアレーションタンク内のMLSS濃度、さらに汚水中のNH₃-Nの濃度を考慮する必要がある。



Note: Figure means speed (cm/s)

第5図 槽内液の流速分布

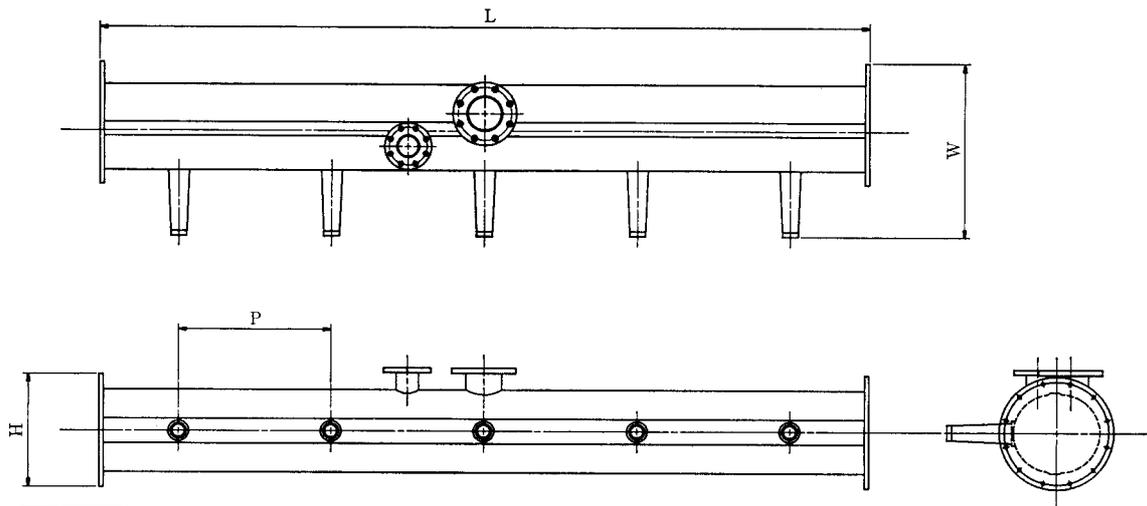
Fig. 5 Flow pattern of SP Jet aeration system

ところが、対象汚水の種類は下水、し尿、産業廃水とさまざまであり、各汚水によりBOD濃度や、MLSS濃度が異なるため特定の汚水性状を想定してエアレーション装置を比較することは容易ではない。

しかしながら、エアレーション装置を決定する場合、汚水を処理する上で要求される酸素量を基本とすることは共通している。そこで、特定の汚水性状を想定せずに必要とする酸素量を1000 kgO₂/dと仮定して各種のエアレーション装置を比較した結果を第1表に示す。

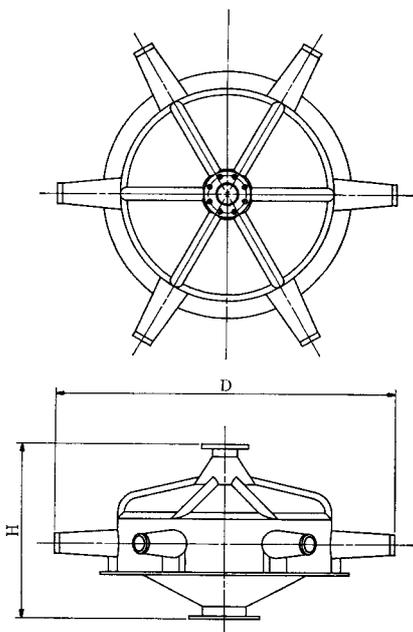
第1表において比較した各種のエアレーション装置は

- (1) 機械式表面曝気機 (シグマウェーブエアレーター)
- (2) 円盤形SPジェット
- (3) 全面曝気 (超微細気泡型ディフューザー)
- (4) 微細気泡型ディフューザー (円筒型旋回流方式)
- (5) 粗大気泡型ディフューザー (ノンクログ型旋回流方式)



Number of nozzle	6 000					3 000				
	P	1 800	1 080	770	600	490	1 800	1 080	770	600
W	670					670				
H	415					415				
Material	FRP									

第6図 直線形SPジェット
Fig. 6 Linear header type SP-Jet



Number of nozzle	3	4	6	8	12
D	1 350		1 550		
H	700				
Material	FRP				

第7図 円盤形SPジェット
Fig. 7 Disk header type SP-Jet

(6) 粗大気泡型 (スタティックエアレーターの一類) の6種類である。

この表中の値から「SPジェット」の酸素供給能力の高さが他のエアレーション装置と比較して明白であるが、2項で述べた「SPジェット」の特長と併わせ考慮すると「SPジェット」の優位性が浮き彫りになる。

4. 「SPジェット」の標準仕様

「直線形SPジェット」の標準仕様を第6図に、「円盤形SPジェット」の標準仕様を第7図に示す。

むすび

既に開発され、実用化されている「SPジェット」の用途を拡げるために、新たに開発された「円盤形SPジェット」の概要について説明した。

「直線形SPジェット」と併せて省エネルギー型エアレーション装置としての適用範囲はより広がるものと確信する。新規にエアレーション装置を計画される場合はもちろんのこと、現在稼動しているエアレーション装置についてSPジェットのもつ省エネルギー面、その他のSPジェットの利点をとり入れての再検討をされる場合本稿がその一助となれば幸いである。

【参考文献】

- 1) 新製品省エネルギー型ばっ気装置「SPジェット」神鋼ファウドラ・ニュース Vol. 27, No. 2 (1983), p. 9
- 2) エアレーション装置の経済比較 神鋼ファウドラ・技報 Vol. 28, No. 3 (1984), p. 26