

**サタケ インペラシリーズ**

Impeller Series

高性能インペラ  
**サタケスーパーミックス**<sup>®</sup>シリーズ

High Performance Impellers: Super-Mix Series

# より高い信頼性と攪拌効果を追求して攪拌技術は進 Evolving toward Better, More Reliable Mixing Tech

## 攪拌の役割

朝の一杯のコーヒーを飲む時、砂糖を入れ、スプーンでカップの中を、かき混ぜることも攪拌であり、また、記録メディアの品質を維持するための磁性体の反応分散操作も攪拌の一つなのです。

コーヒーの例で、コーヒーの中の砂糖をかき混ぜなかったらどうでしょう。化学的にはコーヒーの温度における飽和度に達するまで砂糖は溶け続けるはずですが、しかし、底に沈んだ砂糖は、その表面を溶かしただけで回りのコーヒーは飽和度に達してしまいます。あとはコーヒー液中の拡散現象にまかせるしかなく、砂糖が溶解して濃度が一樣になるには、膨大な時間がかかるでしょう。この意味からすれば“攪拌”とは時間短縮のための操作といえます。

磁性体の反応槽の例を見ますと、化学反応操作と言うものは、その高圧、高温に代表される人為的環境操作もそうですが、それらを反応槽内で均一に保とうとする高攪拌エネルギーが重要な働きをしています。この場合、“攪拌”は時間を超越した新物質製造操作といえるでしょう。

## インペラは回転エネルギーを運動エネルギーに変換する、攪拌機にとって最も重要な部分です

インペラは攪拌装置の中で最も重要な部分です。モータから発生された回転エネルギーはシャフトを通してインペラに伝わり運動エネルギーに変換されます。

この時、流体運動とともに圧力剪断が発生し、その割合と吐出流方向により作られるフローパターンによって、インペラの特性は軸流型と輻流型に分類されます。

代表的な各種インペラ別分類を7ページに示します。またイ

ンペラ重量は、シャフト長さとともに危険回転数の値に大きな影響を及ぼします。したがって、シャフトをリジッド(剛性軸)とするために、できるだけ軽くしなければなりません。その設計には流体反力を考慮した、機械的強度の検討が重要になります。

## 高性能インペラ スーパーミックスシリーズ

本カタログでは、攪拌目的に最適のインペラを選定いただくためのインペラについての基本的な情報と、サタケが自信をもってお届けする高性能インペラ、スーパーミックスシリーズの各インペラをご紹介します。

## Role of mixing

The technology of mixing is something we're all familiar with — stirring sugar into your coffee is a mixing operation. In the same way, the reaction dispersion of magnetic material to maintain original the quality of the recording medium also represents a type of mixing.

What will happen if you do not stir your coffee? Chemically speaking, sugar should keep dissolving until coffee reaches saturation at the specific water temperature. But as we all know from experience, sugar stays at the bottom and gets partially dissolved but the coffee quickly reaches saturation. Without stirring, it will take very a long time before sugar diffuses completely and uniformly by the diffusion phenomenon of the liquid and the coffee is finally ready for drinking. In this sense, “mixing” may be defined as a process of reducing the diffusion time.

Take the reaction tank of magnetic material for example, a chemical reaction requires artificial adjustment of environmental factors, such as pressure and temperature. Equally important is high mixing energy to keep all these factors uniform



# 歩しつづけます。 nology

within the reaction tank. In this sense, “mixing” may be defined as a process of producing a new substance.

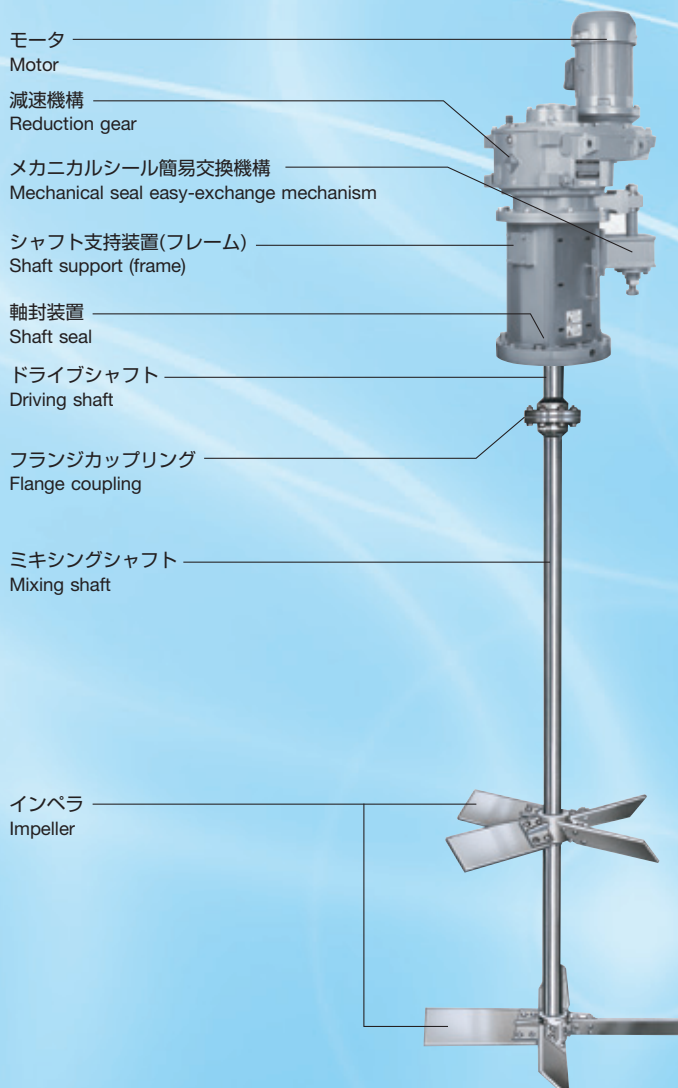
## The impeller is a critical element of the mixer that converts rotational energy into kinetic energy

The impeller is the most important element of the mixer. Rotational energy, generated by the motor, is transmitted from the shaft to the impeller as kinetic energy. The fluidic motion around the impeller is associated with pressure shear, and the impellers are grouped into two characteristic types (axial flow, radial flow) according to the ratio of pressure shear and the flow pattern, determined by the direction of discharge flow. (Typical types of impellers are shown on P7.)

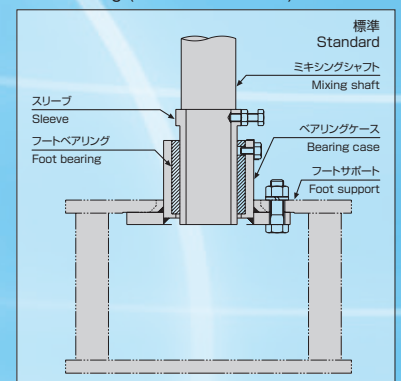
The weight of the impeller has direct impact on the critical speed of rotation, as well as the shaft length, and must be minimized in relation to the rigid shaft. The impeller design requires careful study of the mechanical strength, taking the reaction force of fluids into consideration.

## High Performance Impellers – Super-Mix Series

This catalog contains basic information about impellers, and introduces Satake's impellers in the High Performance Super-Mix Series. It is designed to guide you through the selection of impellers to help you meet your specific needs.



フットベアリング(槽底軸受)  
Foot bearing (at the tank bottom)



ここではインペラについて理解していただくため、またインペラ選定の参考としていただくため、インペラの基礎知識、選定の基本、吐出性能別分類、各インペラの形状・フローパターンについて記載しています。詳細につきましては当社までお問い合わせください。

The following pages contain important references for understanding impellers including basic knowledge about impellers and their selection, classification by discharge performance, their shapes and flow patterns. Please contact Satake for additional information.

## インペラの選定方法

インペラとは、一般の攪拌操作で用いられる回転式攪拌翼の総称です。攪拌操作そのものは、多くの産業分野で使用されていますが、系統だった研究開発がなされるようになったのは近年のことです。その形状やインペラ径は、攪拌目的、操作条件を前提に回転数と同時に検討され、決定されるものです。それは、攪拌槽内の流動状態が攪拌レイノルズ数(NRe)に影響されるためであり、レイノルズ数自体に決定すべき、さまざまなファクターを含むためです。

レイノルズ数とは、流体の流動状態を知るための指標となり、一般に流体の密度 $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>]、粘度 $\mu$  [Pa·s]と、その系の代表長さ $l$  [m]、代表速度 $u$  [m/sec]により次式で定義されています。

$$Re = \frac{\rho \cdot u \cdot l}{\mu} [-]$$

攪拌の場合には、系の代表長さをインペラ径 $d$  [m]、代表速度をインペラ周速 $n \cdot d$  [m/sec]を用いて次式で表します。

$$NRe = \frac{\rho \cdot n \cdot d^2}{\mu} [-]$$

攪拌レイノルズ数NReとインペラ形状がわかれば槽内の大まかな流動状態を知ることができます。これらのことにより、単に高粘度・低粘度と選定基準にするのではなく、インペラ回転数、インペラ径、槽の寸法等の諸条件を踏まえて総合的に判断することが重要です。

## 攪拌翼形状と攪拌作用

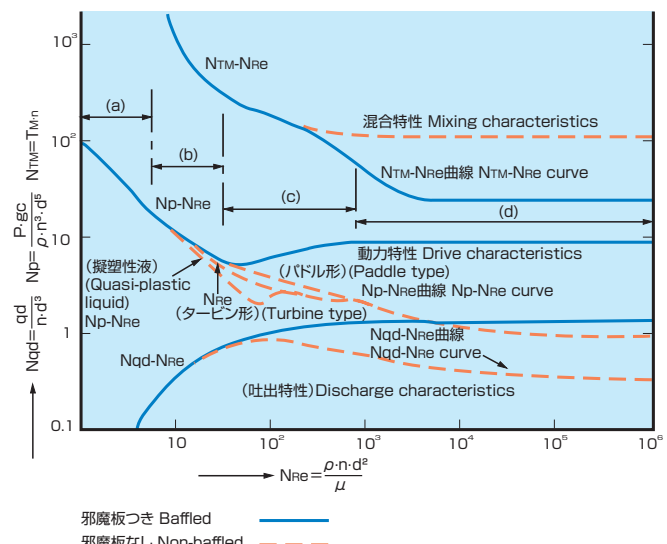
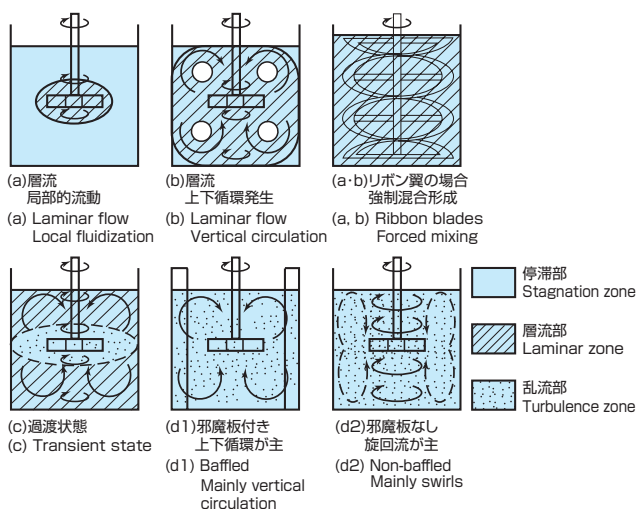
攪拌装置の構成要素の中で最も重要な部分を占める攪拌翼は、駆動源から回転運動の機械的エネルギーを与えられることにより2つの大きな仕事をしています。

(1)攪拌槽内の液全体を流動させる液循環作用と、(2)局所的な混合を達成させる速度勾配による剪断作用です。プロペラ翼は、船舶の推進機や航空機の翼から転用され研究したもので、羽根の背面に生ずる流れの剥離を極力防止させ、効率良く吐出流を集中させて軸流とさせています。

一方、フラットパドル翼やフラットタービン翼は羽根板の縁に生ずる剥離渦や背面の剥離流による圧力や剪断の割合の大きい攪拌翼です。

但し、最近の研究では流場を利用した

## 攪拌レイノルズ数と流動状態 Reynolds number of mixing and fluidic conditions



高剪断の低動力型タービンも開発されてきており、流動状態と攪拌目的に合った作用を的確に与えることが重要です。

下に示す図は、インペラ形状を選定するときの一般的な目安にはなりますが、攪拌目的や攪拌液の物性などによって異なりますので、絶対的なものではありません。

### Methods of selecting impellers

An impeller is a generic term for rotational mixing blades. Mixing itself is a common operation in many industries, but systematic R&D efforts about mixing started only a few years ago. The impeller shape and diameter are studied carefully, along with the rate of rotation, according to the purpose of mixing and working conditions. This process is important as the fluidic condition in the mixing tank is affected by Reynolds number which, in turn, is determined by various factors.

The Reynolds number is an index that represents the fluidic condition of a fluid. It is usually expressed by the following equation taking density  $\rho$ [kg/

m<sup>3</sup>] and viscosity  $\mu$ [Pa.s] of the fluid, and the typical length  $\ell$ [m] and typical speed  $u$ [m/sec] of the system into consideration:

$$Re = \frac{\rho \cdot u \cdot \ell}{\mu} [-]$$

With regard to mixing, the Reynolds number is expressed as shown below using the impeller's diameter  $d$ [m] as the system's typical length and the impeller's circumferential speed  $n(1/\text{sec}) \cdot d$ [m] as the typical speed:

$$NRe = \frac{\rho \cdot n \cdot d^2}{\mu} [-]$$

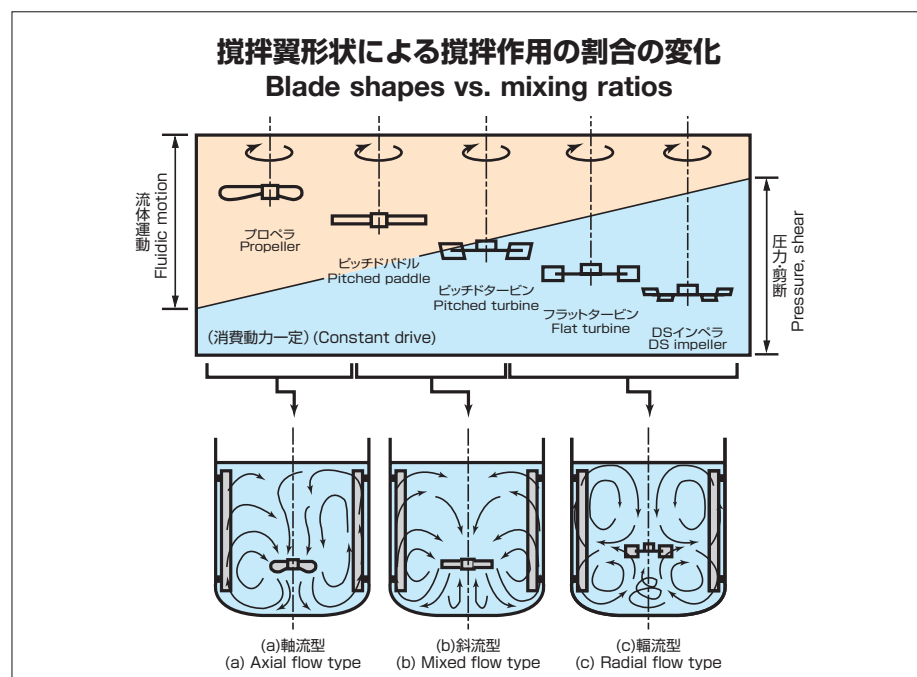
If the Reynolds number of mixing  $NRe$  and the impeller shape are known, you should be able to tell rough conditions of the fluid in the tank. This is to say the density (low or high) is not the only criteria of selection. Impellers must be selected comprehensively taking the impeller speed and diameter, the tank dimensions and various other factors into account.

### Blade shapes and mixing

The blade is one of the critical elements of the mixer. It receives mechanical energy of rotational motion from power drive and serves two purposes: (1) Cause the entire liquid in the mixing tank to move (fluid circulation) and (2) Cause local mixing by velocity gradient (shearing). The propeller type impeller takes its origin in the propeller of a ship and the wing of an airplane. It is designed carefully to minimize or prevent a flow separation occurring in the back of the blade, thereby centralizing the discharge flow efficiently and creating an axial flow.

The flat paddle type impeller and the flat turbine type impeller characteristically have higher pressure and shear ratios due to the separated swirls occurring at the blade edge or separated flow in the back of the blade.

Recent studies, however, have led to the development of the high-shear, low-drive turbine type impeller based on the flow field. Thus, it is very important that the impellers are chosen carefully according to the flow condition of material and the specific purpose of mixing. The diagram below is intended to give a very rough measure for selecting the impeller shape. Please keep in mind that it does not offer absolute criteria as the purposes of mixing and physical properties of the material need to be considered.



# インペラ選定の基本 Basics of Impeller Selection

## A. 液-液系

### 1. 可溶性液体(単一液体含む)の場合

吐出循環性能のよいプロペラ翼(各種)やピッチドパドル翼を使用し、極めて低いPv値(単位体積当りの攪拌動力)で攪拌します。比較的大容量の攪拌(約10m<sup>3</sup>)には大型広幅翼やパドル系の翼を用い低回転にて攪拌します。

最近では、プロペラ翼を高吐出型に改良したHR100、HR700型翼や同じく、ピッチドパドル翼を改良したHR320、HS400により、さらに省エネルギーで目的を達成しています。

### 2. 非可溶性液体の場合

剪断性能と吐出循環性能をかね備えた、多翼タービン(DSインペラ)、ファンタービン翼、ピッチドタービン翼、ピッチドパドル翼などを用います。

翼径の槽径に対する割合は $d/D=0.15\sim0.4$ 程度にしています。また、攪拌翼の取付位置は界面に設置するのが望ましいのですが、液の混合比が1対2以上ある場合、またはZ/Dが1.2以上あるときは多段翼とします。非可溶性液体の場合は、比重差、混合比、槽の形状、及びノンバッフル偏心・バッフルの条件などを十分検討しなければなりません。

## B. 固-液系

(固体粒子の溶解、流動比、懸濁、分散、解膠、晶析などが攪拌目的となる)

### 1. 固体粒子の溶解の場合

固体粒子の溶けやすいものは、プロペラ翼を用い低いPv値で攪拌します。槽の容量が大きい(約10m<sup>3</sup>以上)場合には、パドル系の翼を使用し、低回転にて行います。また、溶けにくい粒子には、剪断作用の強いインペラと吐出循環性能のよいインペラの組合せを比較的高回転で攪拌するのもよいでしょう。

バッフルは固体粒子が浮きやすいものはバッフルを液面の半分くらいにし、多少ボルテックス渦を作って粒子を強制的に巻き込んだ方がよいでしょう。

固体の溶解により、粘度の上昇があり高粘性液となる場合は、広範囲の粘性液に対応できる広幅大型翼のMR203、MR205型翼が力を発揮します。

### 2. 粒子の流動化及び懸濁の場合

上記同様、小容量(約10m<sup>3</sup>以下)の攪拌及び粒子濃度の少ないもの(対象物により難易度は大いに異なる)は、プロペラ翼、大容量(約10m<sup>3</sup>以上)及び粒子濃度が多い場合には、ピッチドパドル翼などが一般的でしたが、粒子の流動化に対しては低動力にて優れた吐出特性を有するHR800型翼が適しています。また、槽内全域での分散均一化及び槽底部

よりスラリー液を均一に排出したい場合は、槽底部にHS600系翼を用いると均一な攪拌と均一な排出を同時に実現できます。

## C. 気-液系

### 1. スパージャーリング方式の場合

気体分散用には、剪断性能に優れた円板付きフラッタービン翼が最も多く用いられています。しかし、吸収速度が速い気体、または気体の供給量が少ないときは、プロペラ翼やパドル翼を用いて目的を達成していることもあります。

製造用装置のほとんどは、2段以上の組み合わせ翼を備えています。下段の分散用にはタービン翼を用い、循環及び気体滞留促進用に高吐出プロペラ翼(軸流翼)を中段、または上段に取り付けます。

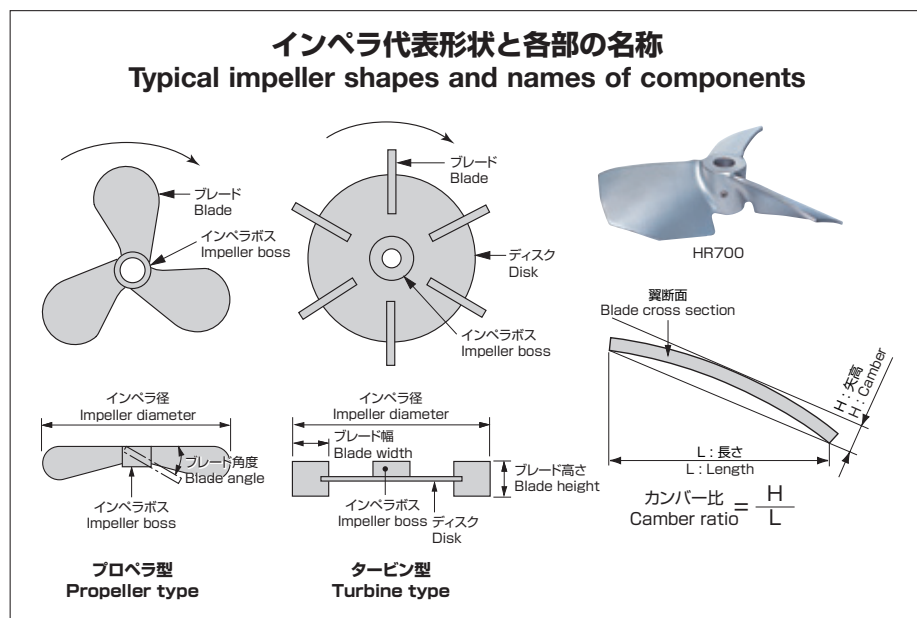
傾斜タービン翼(ピッチドタービン翼)を使用した場合は、斜流型の流れが発生するため、固形分を含む気-液接触装置に効果を発揮します。液-液攪拌では円板上下の液の対流を図るため、円板に穴を開けるが、気体分散では穴より気体のショートパスを防ぐために設けることはしません。また、良く用いられるコーンケーブタービンの利点は、ガス吹き込み無し時の動力(Po)とガス吹き込み時の動力(Pg)との比Pg/Poがあまり小さくならないため、結果的に攪拌機に使用するモータ動力を小さくできるのが特徴ですが、最近では通気動力特性とガス吸収性能を両立した新型タービンHS100系翼が開発されています。

### 2. 表面曝気方式の場合

この気-液接触の方式は、水処理関係の表面曝気槽に用いられます。効率の良い翼(プロペラ型、タービン型、コーン型など)が開発されていますが、サタケは曝気槽の攪拌効果も考慮して、高揚程型表面曝気翼SA100、SA200型翼を開発、実用化しています。

これら表面曝気専用に開発されたスーパーミックス翼は、高液深にも対応できるように工夫されています。

インペラ代表形状と各部の名称  
Typical impeller shapes and names of components



## A. Liquid mixing

### 1. Soluble liquids (including simple liquid)

Propeller impellers (of various designs) or pitched paddle impellers of high discharge circulation performance are used at an extremely low Pv value (mixing drive force per unit volume). Impellers with large and wide blades or paddles may be used at low speed of revolution for relatively large volumes (approx. 10m<sup>3</sup>).

Recently, mixing needs for this type of liquid are met in a more energy-saving manner by propellers of higher discharge type (HR100 impeller, HR700 impeller) or improved pitched paddle type (HR320 impeller, HS400 impeller).

### 2. Non-soluble liquids

Multi-bladed turbine impeller (DS impeller), fan-turbine impeller, pitched turbine impeller, pitched paddle impeller are usually preferred for high shearing and discharge circulation performances.

The ratio of the blade diameter to the tank diameter ( $d/D$ ) is between 0.15 and 0.4. The impeller height should preferably be near the interface. For liquid mixing ratio of 1:2 or more, or when  $Z/D$  is 1.2 or greater, a multi-stage blade type will give a better result. Specific gravity differences, mixing ratios, tank shapes, non-baffle eccentricity, baffle conditions and other factors must be taken into full consideration.

## B. Solid-liquid mixing

(Solid particle dissolution, specific fluidization, suspension, dispersion, colloidal suspension, crystallization, etc)

### 1. Solid particles dissolution

Propeller impellers are used at a low Pv value for soluble solid particles. Paddle type impellers may be used

at low speed of revolution in case of large tank volumes (over 10m<sup>3</sup>). Non-soluble particle may be mixed by using a combination of an impeller of high shearing performance and an impeller of high discharge circulation performance at a relatively high speed of revolution.

For solid particles that tend to float to the surface, the baffle should be positioned at about half the liquid surface to create vortexes and introduce particles into swirls by force.

Dissolution of solids accompanies an increase in viscosity. In this case, Impellers with large and wide blades (MR203 impeller, MR205 impeller) will give a better result as they are designed for a broader range of viscous liquids.

### 2. Particle fluidization and suspension

Conventionally, impellers with propellers are used with small-volume mixing (up to 10m<sup>3</sup>) or liquids of low particle density, and pitched paddle impellers with large-volume mixing (over 10m<sup>3</sup>) or liquids of high particle density. HR800 impeller of high discharge characteristics at low drive force is a better choice when particle fluidization is critical. Similarly, HS600 type impeller may be used at the tank bottom for uniform mixing and uniform discharge at the same time when uniform dispersion in the tank and uniform discharge of slurry from the bottom is critical.

## C. Gas-liquid mixing

### 1. Sparging

Flat turbine impeller with disks are most often used for gas dispersion because of their outstanding shearing performance. Impellers with propellers or paddles are also used with gases of fast absorption speed or when the gas supply is small.

Manufacturing equipment is normally designed for combination of two or more stages. Turbine impellers are often used for dispersion at the bottom stage and the high discharge propeller impellers (axial flow blades) in the middle or top stage for promoting circulation and gas stagnation. Inclined turbine impellers (pitched turbine impellers) generate mixed flows and are often preferred for ideal contact between gas and liquid containing solids. For liquid mixing, holes are often provided in the disk to promote convection between over and under the disk. For gas dispersion, however, such holes are not used to eliminate short passing of gas. Cone cave turbines are often used because of the relatively large differential ratio  $P_g/P_o$  between drive power without gas introduction ( $P_o$ ) and drive power with gas introduction ( $P_g$ ). This means the mixer requires only a small motor drive power. The turbine type impeller HS100 from recent efforts is designed to meet conflicting needs of aeration drive characteristics and gas absorption performance.

### 2. Surface aeration

This type of gas and liquid contact mixing is found in surface aeration tanks in water treatment plants. Various products of high efficiencies (propeller, turbine, cone, and other types) have been developed. Satake have developed high lift type surface aeration impellers (SA100 impeller, SA200 impeller) in consideration of mixing effects in the aeration tank.

The “super-mix” impellers, developed exclusively for this type of surface aeration, are designed to allow for large liquid depths.

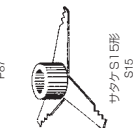
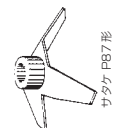
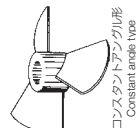
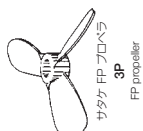
# 各種インペラ別分類

## Classification of Impellers

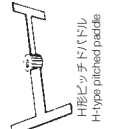
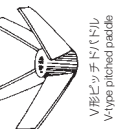
### インペラ Impeller

#### 高・中 Re 域 High and medium Re range

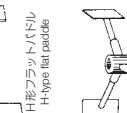
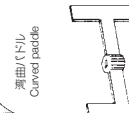
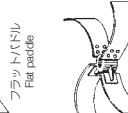
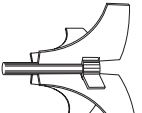
プロペラ  
Propeller



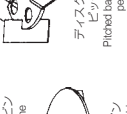
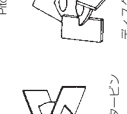
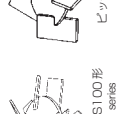
パドル  
Paddle type



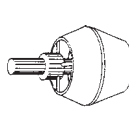
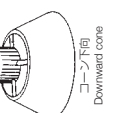
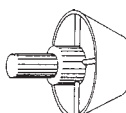
フラットパドル形  
Flat paddle type



タービン形  
(ディスク付き)  
Turbine type with disc



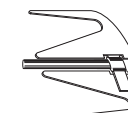
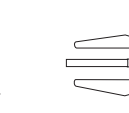
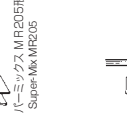
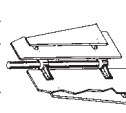
コーン形  
Cone type



表面曝気形  
Surface aeration type

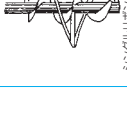
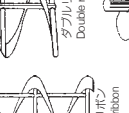
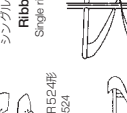


特殊パドル  
Special paddle

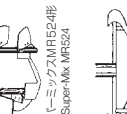
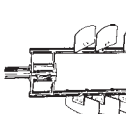


#### (高)・中・低 Re 域 (High), medium and low Re range

リボン・スクロー形  
Ribbon/screw type



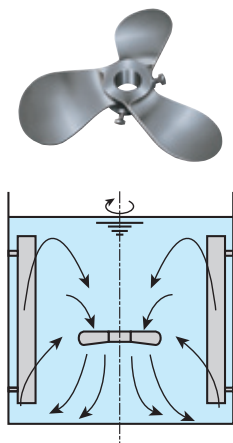
オープンピッチパドル  
Open pitched paddle



# 代表的インペラの紹介

## Typical Impellers

## Impeller Series



### 3枚プロペラ(中速用)

一段装備標準

最も一般的なインペラで、船舶用プロペラに由来する高吐出、低剪断形です。旋回成分を含んだ高速軸流は、伴流を起こして槽内に大きな循環流を作りだします。

#### ●用途

液-液混合、低濃度スラリーの懸濁。そのほか通気攪拌を除く低粘度一般。

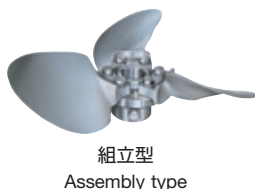
### 3-bladed propeller (for medium speeds)

Single stage (standard)

Most common impellers of high discharge and low shearing type deriving from marine propellers. The high-velocity axial flow containing swirls is associated with a wake flow that creates a large circulating flow.

#### ●Application

Liquid mixing, low-density slurry suspension, mixing of other low-viscosity materials excluding aeration agitation.



### AF100インペラ(側面型用)

一段装備標準

翼の吐出効率を向上させるために、エアfoil翼断面形状を採用したインペラです。側面型攪拌機に見られる、特有なキャビテーションに伴う衝撃変動を少なくするために、スキューバックを設けた翼平面形状としました。回転中の衝撃変動を減少させ、吐出効率を大幅にアップしたインペラです。

#### ●用途

貯槽の混合など

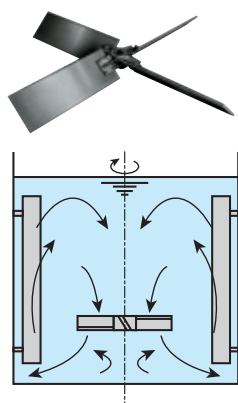
### AF100 impeller (for side attachment)

Single stage (standard)

Impellers having cross sections of air-foil blades for higher discharge efficiency. The flat blade shape has a skew back design for minimizing shock fluctuation due to cavitation associated with side attachment type mixers. Shock fluctuation during rotation is reduced while significantly increasing the discharge efficiency.

#### ●Application

Mixing in reservoirs, etc



### 4枚ピッチドパドル(低速用)

一・二段装備標準

長方形の板ブレードからなる櫂型翼で、角度を付けることによって輻流をともなった軸流を作りだします。構造が簡単で製作も容易です。d/D値の大きい用途に適します。プロペラと異なり吐出流は低圧です。

#### ●用途

液-液混合、固-液懸濁操作一般、スラリーの沈降防止。

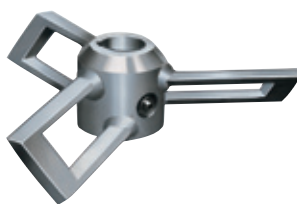
### 4-bladed pitched paddle (for low speeds)

Single or double stage (standard)

A paddle-shaped impeller consisting of four rectangular blades that are fitted at an angle to create an axial flow having radial components. Easy to fabricate because of the simple structure and suitable for use involving large d/D ratios. The discharge has low pressure unlike the propeller type impellers.

#### ●Application

Liquid mixing, solid and liquid suspension in general, prevention of slurry sedimentation



### オープンピッチドパドル

パドル形の変形タイプであり、用途は主にパドルで処理できない高粘度物や、非ニュートン流体などです。液中を角穴のあいたブレードが回転するとき、半径方向、軸方向のブレード面で局部巻込みが生まれます。そして強い練り作用によって攪拌、混合を行ないます。

#### ●用途

粘調性固-液混合

### Open pitched paddle

A variation of the paddle type impeller. Usually used for highly viscous materials that cannot be treated with the paddle type and for non-Newtonian fluids. The blades have rectangular holes, which during rotation, cause local plunges on the blade surface in radial and axial directions. This generates very strong kneading action for agitation and mixing.

#### ●Application

Viscous solid and liquid mixing

# 代表的インペラの紹介 Typical Impellers

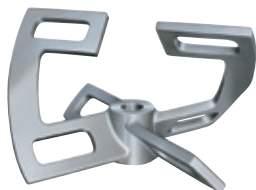
## オープンピッチドパドル(補助翼付)

特許取得済 (日本 PAT. No.3636489)

この攪拌翼はパドル形の変形タイプです。底部の4枚の攪拌翼及び補助翼によって、攪拌された混合物は、傾斜して湾曲している立形の翼により、容器内を上昇していきます。上昇してきた混合物は、先端部に設けた、もう一つの攪拌翼でさらに強力な攪拌、混練が実現されます。

### ●用途

食品、化学品、建築材料等に使用される液体及び粉体など。



## Open pitched paddle (with auxiliary blades)

Patent registered in Japan (PAT. No.3636489)

A variation of the paddle type impeller. The mixture, agitated by the 4 blades and auxiliary blades at the bottom, is forced upward by the vertical, inclined and curved blades and finally mixed and kneaded with a strong force of another pair of mixing blades at the tip.

### ●Application

Liquids and powders used in foods, chemicals, building materials, etc

## 湾曲パドル

輻流形パドルやディスクタービンなどは、消費電力の割には吐出流が少ないため、これを改善して回転方向に対して、ブレードを後退させて圧力剪断の損失を防ぐ工夫がされています。また、逆にこの特性を利用して剪断作用が好ましくない反応操作などに多用されています。

### ●用途

反応操作



## Curved paddle

Conventional radial flow paddles and disk turbines have low discharges despite the relatively power consumption. The curved paddle has blades that are sweptback in the rotational direction to prevent pressure shear loss. This design is also useful for reactive operations where shearing is not desirable.

### ●Application

Reactive operation

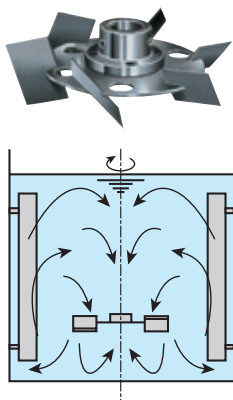
## 6枚ピッチドディスクタービン(高・中速用)

一段装備標準

板ブレードに傾斜及び後退角度をもたせ軸流と輻流を与えることによって、ディスクの欠点であった槽内上下の不均一性を解消しました。独特のフローパターンにより、効率の良い攪拌、混合効果が得られます。

### ●用途

液-液分散、固-液懸濁、分散、ガス分散等。中容量まで万能。



## 6-blade pitched disk turbine (for medium to high speeds)

Single stage (standard)

The plate blades are inclined and sweptback angle to create axial and radial flows in order to eliminate the lack of vertical uniformity in the tank associated with conventional disks. This design produces a unique flow pattern resulting in highly efficient agitation and mixing.

### ●Application

Liquid dispersion, solid and liquid suspension, dispersion, gas dispersion, etc. Suitable for small to medium container sizes.

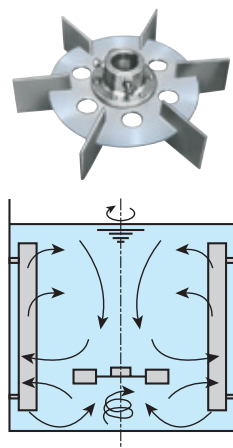
## 6枚フラットディスクタービン(中・低速用)

一段装備標準

フローパターンは典型的な輻流で、中低速回転で強い攪拌が得られます。通気攪拌や高容量濃度スラリー液などの軸流インペラが不向きな用途に用いられます。

### ●用途

高容量濃度スラリーの流動、分散。高通気量のガス分散。



## 6-blade flat disk turbine (for low to medium speeds)

Single stage (standard)

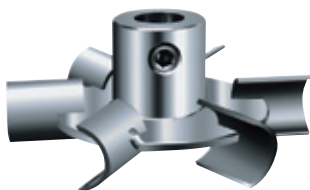
The flow pattern is the typical radial flow that has a strong mixing effect at low to medium speeds of rotation. May be used for applications that are not suitable for axial flow impellers (ventilated mixing, high volume and high density slurry, etc).

### ●Application

Fluidization and dispersion of high volume and high density slurry, gas dispersion at high ventilation rates.

## コーンケーブタービン

一段装備標準



輻流形のディスクタービンに分類され、6枚フラットディスクタービンの翼前縁部剥離を抑制し、無通気攪拌時の動力( $P_o$ )と通気攪拌時の動力( $P_g$ )との比 $P_g/P_o$ があまり小さくならないため、結果的に攪拌機に使用するモータ動力の効率を向上させています。

### ●用途

ガス分散

## Cone cave turbine

Single stage (standard)

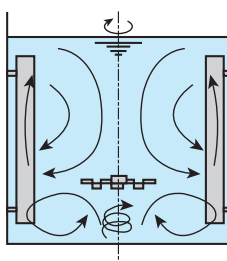
Classified as a radial flow disk turbine and designed to suppress the separation at the leading edge of the six-blade flat disk turbine. The ratio ( $P_g/P_o$ ) of drive power with airless agitation ( $P_o$ ) to drive power with air agitation ( $P_g$ ) remains relatively large. This means the mixer requires only a small motor drive power.

### ●Application

Gas dispersion

## DSインペラ(高速用)

一段装備標準



ディスクの外周にノコ歯状のエッジを持っており、高速回転により強力な剪断作用を起こします。同時に発生する輻流により、槽内に十分な循環流を与えますが、大容量の場合には、プロペラなどの軸流インペラと組み合わせて用いられます。

### ●用途

粉体分散、溶解。液-液乳化、分散。ガス分散。

## DS impeller (for high speeds)

Single stage (standard)

The disk has teethed edges to produce strong shearing action during high-speed rotation. The accompanying radial flow is powerful enough to cause circulation in the tank. Often combined with an axial flow impeller (propeller, etc) for large-volume application.

### ●Application

Powder dispersion and dissolution, liquid emulsification and dispersion, gas dispersion.

## アンカーパドル

(錨型)・(馬蹄型)



用途は主に、高粘性液や非ニュートン流体の攪拌、混合で、そのインペラ外径は槽内径いっぱいにして使用されます。伝熱などの場合には、さらに槽内壁かき取り用のスクレーパも用いられます。また特別な用途として、低粘度でも液位の任意変動や攪拌液の排出操作に便宜的に使われる場合もあります。

### ●用途

伝熱、濃縮

## Anchor paddle

(Anchor type) (Horseshoe type)

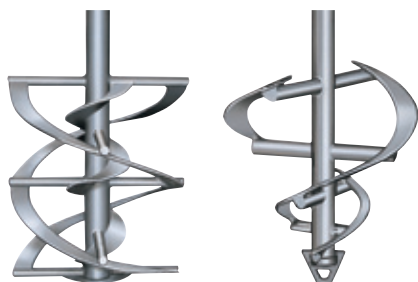
Used primarily for agitation and mixing of highly viscous liquids and non-Newtonian liquids contained in the tank having nearly the same inner diameter as the impeller's outer diameter. Used in combination with a scraper when heat transmission is critical. Special use includes operation involving liquids of low viscosity and flexible level or discharge of the agitated mixture.

### ●Application

Heat transmission, concentration

## リボン翼

(ダブルヘリカルリボン+スクリュー)



## V型リボン翼

(V型ダブルヘリカルリボン)

構造としては、螺旋に巻いた帯状のブレードでシャフトより離れて槽内壁に沿ったものをヘリカルリボンといい、シングル、ダブルの区別がしてあります。また、シャフトの外周に直接付けたものを、スパイラルリボンまたはスクリューといいます。これらは液の粘性や操作目的によって使い分けます。槽内径に沿うものですから、コーン底の場合はV型リボンとなります。

### ●用途

高粘度混合、反応

## Ribbon blade

(Double helical ribbon + screw)

## V-shaped ribbon blade

(V-shaped double helical ribbon)

A helical ribbon (single or double depending on the quantity) is a spiral band blade separated from a shaft so that the blade remains close to the inner wall of the tank during operation. A ribbon fitted directly to the shaft is called a spiral ribbon or a screw, used to serve different needs according to the liquid viscosity or purpose of operation. Since the ribbon remains close to the inner walls of the tank, a V-shaped ribbon is used in tanks with a cone-shaped bottom.

### ●Application

High viscosity mixing, reaction

サタケスーパーミックスシリーズは、長年にわたる液流のコントロール技術の研究・開発から生まれた高性能インペラシリーズです。さまざまな攪拌目的に最適の液流動特性を発揮するスーパーミックスシリーズで、攪拌のスペシャリスト・サタケの技術をお確かめください。

Satake's Super-Mix Series represent high-performance impellers resulting from years of R&D efforts regarding fluidic flow control technology. Each design is carefully determined to provide optimum characteristics of fluidization for specific mixing need, available from Satake, the leading specialist in the agitation industry.

## インペラの新しい価値観を創造したい…

### Mixing Technology and Expertise, Satake Creates the Impellers of the 21st Century

サタケは従来から攪拌翼に対する考え方や視点を、流体及び翼理論に則った形で攪拌翼の研究・開発に努めてきました。レーザードップラー流速計 (L.D.V.)、流動解析装置 (P.I.V.・P.T.V.)、可視化手法、各種計測手法、さらに数値シミュレーション (C.F.D.)などを駆使しながら、誕生してくる攪拌翼系列を、私たちはスーパーミックスシリーズと呼んでいます。

サタケの歴史とともに、培ってきた翼理論の攪拌翼への適応はデータベース化され、新しい価値観を創造しているのです。翼まわりの正面の正圧と、背面の負圧との関係は適切か、後流渦は必要か、後流の剥離をコントロールするためには…どうするのか、適切な補助翼、2段翼化、攪拌槽への取付位置の適正化など実験・研究が進められています。

その結果、プロペラ型はもちろん、従来難解とされてきたパドル型やタービン型などの板羽根を用いた一般的な攪拌翼についても、流体工学的な立場に立って、その液流動メカニズムを解明しました。そして攪拌翼の周りの流れをコントロールする一連の技術を開発したのです。

Satake has always based its research and development of impellers on fluid-engineering and wing theories. By utilizing laser Doppler velocity meters (L.D.V.), particle image velocimetry devices (P.I.V., P.T.V.), visualization methods, advanced

measuring techniques and numerical simulation experiments (C.F.D.), the company has continuously improved impellers. Now, Satake Super-Mix series impellers provide unparalleled agitation performance to meet today's diverse mixing needs.

Satake has accumulated extensive expertise in the application of wing theories to the design of impellers. Based on this know-how, the company has created a comprehensive database. Satake focuses its efforts on creating new value in impellers, and continues to examine various aspects of impeller engineering. In developing each impeller, the company ensures an optimum balance between the positive pressure in front of the impeller and negative pressure behind the impeller, studies whether it is necessary to produce trailing vortices, and provides the best control for the separation of trailing streams. Satake also conducts various experiments and research on auxiliary blades, 2-stage configuration and the impeller installation position on the mixing tank.

Satake's comprehensive R&D activities have provided the company with a better understanding of fluid theory mechanisms, not only for propeller-type impellers but also ordinary impellers with paddle-type and turbine-type blades, whose working theories were once considered too complicated to fathom. Based on this knowledge, Satake successfully developed a series of technologies to control fluid flows around an impeller.

■次の表は、従来型翼(プロペラ・ピッチドパドル)とスーパーミックス翼との性能比較表です。  
スーパーミックス翼は同じ動力で22~35%アップの吐出性能を発揮します。

■ A comparative analysis of performance shows that Super-Mix Series promise 22 to 35% higher performance at the same drive power than the conventional products (propeller, pitched paddle).

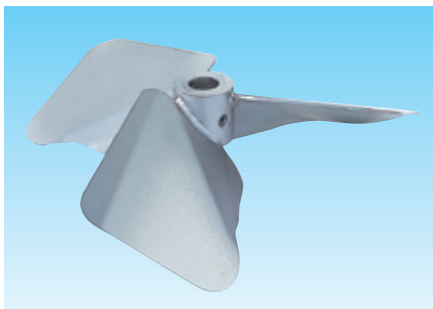
分類 Classification	インペラの種類 Impeller type	動力数比 Ratio of power number	吐出流量係数比 Ratio of flow number coefficient	単位動力当たりの吐出流量比 Ratio of flow number per power unit	単位吐出流量当たりの所要動力比 Ratio of required power per unit flow number	翼先端周速度に対する最大吐出流速の比 Ratio of maximum discharge flow velocity to blade tip peripheral speed
		Np [比] Np [ratio]	Nqd [比] Nqd [ratio]	Nqd/Np <sup>1/3</sup> [比] Nqd/Np <sup>1/3</sup> [ratio]	Np/Nqd <sup>3</sup> [比] Np/Nqd <sup>3</sup> [ratio]	Vmax/Vtip [比] Vmax/Vtip [ratio]
中速回転域用 Medium- to high-speed impeller	3枚プロペラ (θ=25°) 3-bladed propeller	基準値=1 Baseline value = 1	基準値=1 Baseline value = 1	基準値=1 Baseline value = 1	基準値=1 Baseline value = 1	基準値=1 Baseline value = 1
	HR100インペラ HR100 Impeller	1.22	1.37	1.28	0.47	1.10
	HR700インペラ HR700 Impeller	1.39	1.39	1.25	0.52	1.27
低速回転域用 Low- to medium-speed impeller	4枚ピッチドパドル (θ=45°) 4-bladed pitched paddle	基準値=1 Baseline value = 1	基準値=1 Baseline value = 1	基準値=1 Baseline value = 1	基準値=1 Baseline value = 1	基準値=1 Baseline value = 1
	HV200インペラ HV200 Impeller	1.36	1.63	1.43	0.34	1.21
	HR320インペラ HR320 Impeller	0.38	0.98	1.35	0.40	0.77
	HR320Sインペラ HR320S Impeller	0.47	0.95	1.22	0.55	0.91

※ 3枚プロペラ及び4枚ピッチドパドルの値を基準値=1とした時の各々の翼の性能比較値です。

\*The above performance figures are relative values, calculated by giving a baseline value of "1" to the performance levels of the 3-bladed propeller, 4-bladed pitched paddle.

## Performance Impellers: Super-Mix Series

### HR100 インペラ (中・高 Re 数域) HR100 Impeller (Medium and high Re number range)



翼平面形状及び迎え角、カンバー比に対して検討を加え、翼先端ねじり下げ多段折り曲げ構造とし、翼背面における剥離を抑制することにより、低動力にて高吐出性を誇る省エネタイプの低剪断型軸流攪拌翼です。

液-液混合、固-液分散、潰れやすく重くない粒子や、乳化マイクロカプセル（ラテックス etc.）の均一懸濁に適するとともに、優れた軸方向流動化作用を用い、多段攪拌における組み合わせにもその特性が発揮されます。

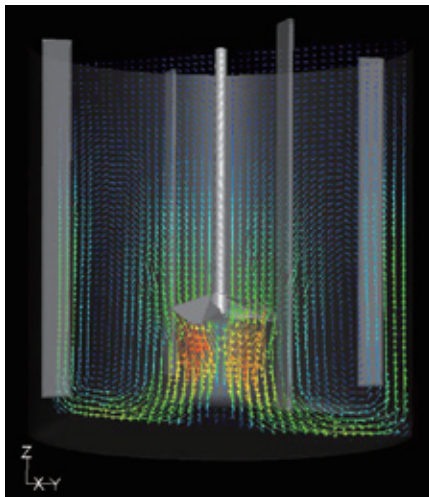
意匠登録済（日本）

C.F.D. による数値シミュレーション結果  
C.F.D. numerical simulation result

A close review of the blade surface shape, attack angle and camber ratio has led to the twist-down leading edge, multi-bend structure featured in the HR100 Impeller designed to suppress flow separation behind the blade. The result is the energy-saving, low-shear axial flow impeller that assures high discharge from a low power source.

Ideal for mixing liquids, dispersing solid and liquid mixtures, and creating uniform suspension of fragile and lightweight

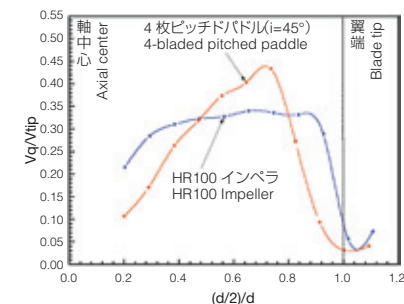
#### HR100 インペラのフローパターン Flow pattern of the HR100 Impeller



particles and emulsified micro-capsules (Latex, etc), the HR100 Impeller's axial fluidization may also be combined with multi-stage agitation processes to get the desired result.

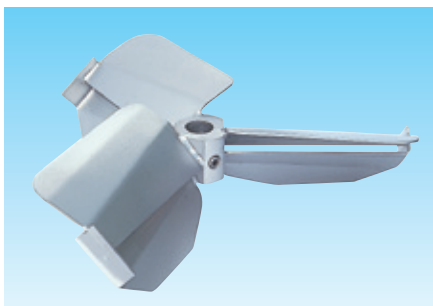
Design registered in Japan

#### L.D.V. による吐出性能比較結果 Comparison of discharge performance by L.D.V.



条件	Test conditions
槽径: D	Tank diameter: D
翼径: d	Impeller diameter: d
回転数: N	Rotation speed: N
縦軸: 吐出流速 (Vq) 翼先端周速度 (Vtip)	Vertical axis: Discharge velocity (Vq) Blade tip peripheral speed (Vtip)
横軸: 翼半径 D=490mm d/D=0.3 N=300min <sup>-1</sup>	Horizontal axis: Impeller radius D = 490 mm d/D = 0.3 N = 300 min <sup>-1</sup>

### HV200 インペラ (中・高 Re 数域) HV200 Impeller (Medium and high Re number range)



三枚広幅翼と補助翼について研究を行った、サタケ独自の二重翼です。隙間フラップにおけるスロット効果によって、主翼部の背面に生じる剥離部を打ち消し、整流することにより、吐出流量や最大吐出速度を大幅に増大させることに成功しました。さらに回転軸を槽壁に近づけ、その近くに邪魔板一枚を設置するだけで、安定した単一ループの上下循環流を起こすことができます。

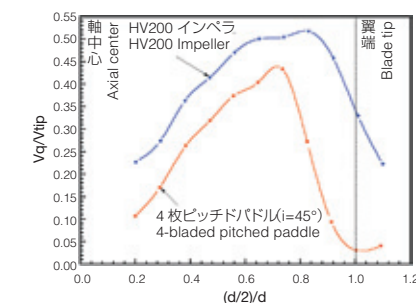
特許取得済(日本 PAT. No.3129487・米国・台湾)

The HV200 incorporates Satake's original double-blade structure, developed based on extensive research of 3-wide-bladed impellers and auxiliary blades. The slotted flap effect cancels the flow separation generated behind the main blades and rectifies the streams to provide a significantly increased discharge rate and maximum discharge velocity. By positioning the shaft close to the tank wall and installing a baffle near the impeller, a stable single-loop vertically circulating flow can be generated.

This impeller is suitable for mixing liquids and the dispersion of low-viscosity slurries.

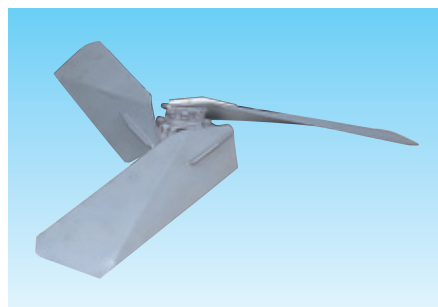
Patent registered in Japan (PAT. No. 3129487), U.S.A. and Taiwan

#### L.D.V. による吐出性能比較結果 Comparison of discharge performance by L.D.V.



条件	Test conditions
槽径: D	Tank diameter: D
翼径: d	Impeller diameter: d
回転数: N	Rotation speed: N
縦軸: 吐出流速 (Vq) 翼先端周速度 (Vtip)	Vertical axis: Discharge velocity (Vq) Blade tip peripheral speed (Vtip)
横軸: 翼半径 D=490mm d/D=0.3 N=300min <sup>-1</sup>	Horizontal axis: Impeller radius D = 490 mm d/D = 0.3 N = 300 min <sup>-1</sup>

## HR320 インペラ (中・高 Re 数域) HR320 Impeller (Medium and high Re number range)



前進翼にしますと、翼背面における圧力分布によって表面の流れが内側に向かいます。それとともに、翼先端に向かって迎え角を減らす折り曲げ構造として、ねじり下げと同じ効果を担うことになります。これらの効果から、翼先端における流れの剥離を防ぎ吐出能力を向上させたインペラです。

液面変動のない高レイノルズ数域の濃度や温度を均一に維持しつつ、大吐出流量を必要とする攪拌に適しています。

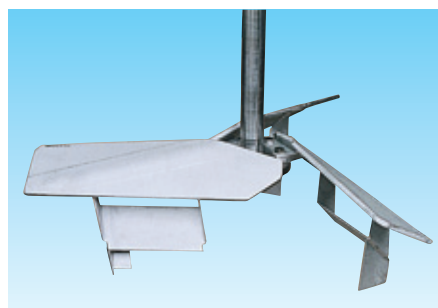
特許取得済 (日本・韓国)  
意匠登録済 (日本)

The advance blade angle causes the liquid flow near the blade surface to move toward the inside, due to the pressure distribution behind the blades. The bend structure features a reduced attack angle at the leading edge, to create a downward twisting force. These effects combine to prevent flow separation at the blade tips and improve discharge performance.

The HR320 Impeller meets agitation needs for large discharge rates, such as for uniform distribution of concentration and temperature in the high Reynolds number range, with minimum liquid surface fluctuation.

Patent registered in Japan and South Korea  
Design registered in Japan

## HR320S インペラ (中・高 Re 数域) HR320S Impeller (Medium and high Re number range)

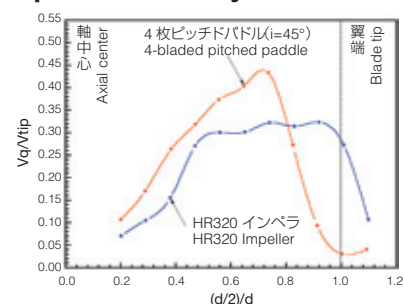


前進翼効果に加え、翼表面の圧力をコントロールし、高い迎え角において翼表面の剥離を防ぎ、高吐出速度を得るために、航空機に用いる隙間フラップと同じ効果の二重翼構造としています。また、サタケ独自の翼端板を設けました。これによってスタビライザーリングを不要とし、液面通過運転を可能にしました。液面通過運転や翼取り付け高さが、極端に低い攪拌、及び固一液系の攪拌にすぐれています。

The HR320S Impeller generates an advance blade effect and controls the blade surface pressure. Combined with a large attack angle, these features prevent flow separation on the blade surfaces. To achieve high discharge velocity, the impeller incorporates a double-blade structure, which provides the similar effects created by the slotted flaps of an airplane. The HR320S is also equipped with Satake's original blade tip boards. They eliminate the need for stabilizer rings and allow the impeller to continue operation that liquid level passes over impeller position.

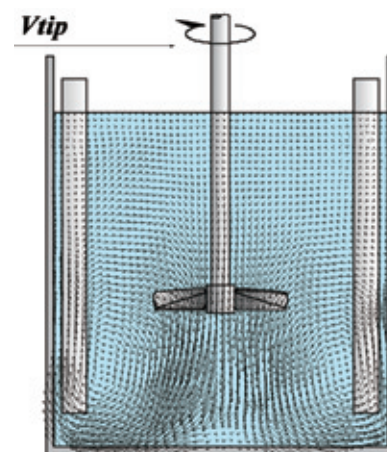
The HR320S Impeller is suited for operation that liquid level passes over impeller position, for applications in which the blade installation height is limited, and for agitation of solid and liquid mixtures.

## ■ L.D.V. による吐出性能比較結果 ■ Comparison of discharge performance by L.D.V.



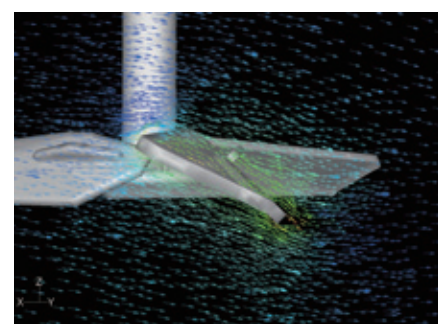
条件	Test conditions
槽径: D	Tank diameter: D
翼径: d	Impeller diameter: d
回転数: N	Rotation speed: N
縦軸: 吐出流速 (Vq) 翼先端周速度 (Vtip)	Vertical axis: Discharge velocity (Vq) Blade tip peripheral speed (Vtip)
横軸: 翼下部半径 D=490mm d/D=0.3 N=300min <sup>-1</sup>	Horizontal axis: Lower Impeller radius D = 490 mm d/D = 0.3 N = 300 min <sup>-1</sup>

## ■ HR320 インペラのフローパターン ■ Flow pattern of the HR320 Impeller



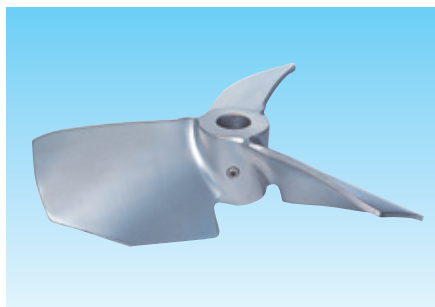
P.T.V. 流動解析結果  
P.T.V. flow analysis result

## ■ 翼近傍の流動状態 ■ Flow condition near the blade



C.F.D. による数値シミュレーション結果  
C.F.D. numerical simulation result

## HR700 インペラ (中・高 Re 数域) HR700 Impeller (Medium and high Re number range)



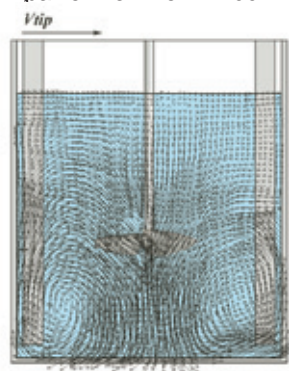
適度な前進翼形状を採用したねじり下げ円弧翼としました。翼平面形や迎え角、カンバー比は翼の性能を左右する重要な要素です。そこで翼先端の剥離を防ぎ、最適な翼平面形状及びカンバー比の追求と、吐出性能に寄与する最適な下反角について検討を加えた結果、吐出性能が極めて高い高吐出型インペラとして誕生しました。

HR700 は異相系の攪拌、固一液攪拌、それらの複合された攪拌についても満足できるインペラです。

特許取得済 (日本) 意匠登録済 (日本)

The HR700 Impeller has a twisted-down wing design, featuring an optimum front blade shape. The blade surface, attack angle and camber ratio are important factors for impeller performance. In developing this impeller, Satake minimized the flow separation at the blade tips and optimized the blade surface shape and camber ratio. The wing's cathedral angle was designed to

### ■ HR700 インペラの槽内フローパターン ■ Flow pattern of the HR700 Impeller



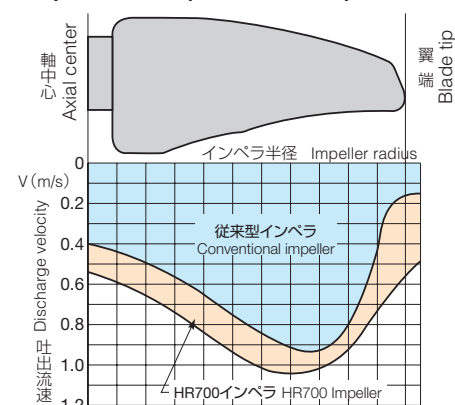
P.T.V. 流動解析結果  
P.T.V. flow analysis result

further improve discharge performance. All these engineering details combine to provide the HR700 Impeller with superb discharge performance.

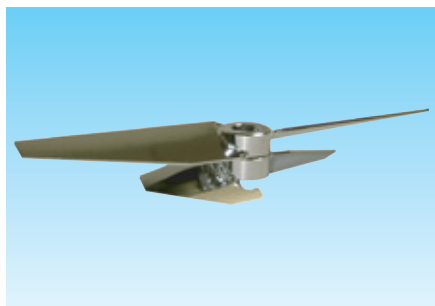
It is suited for agitation of materials in different phases as well as solid and liquid mixtures, and for mixing various combinations of these materials.

Patent registered in Japan Design registered in Japan

### ■ HR700 インペラ吐出性能比較 (P/V 一定) ■ Comparison of HR700 Impeller discharge performance (P/V at constant)



## HR800 インペラ (中・高 Re 数域) HR800 Impeller (Medium and high Re number range)



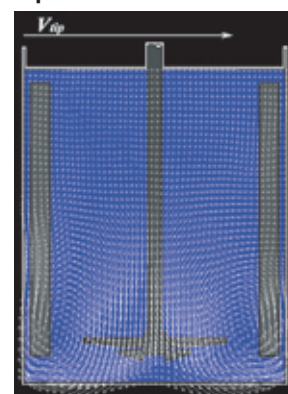
固一液系攪拌におけるストレージタンクなどでは、スラリーの浮遊及び流動化が求められ、過度なエネルギーを加えることなく、効率的な目的の達成が望めます。HR800 シリーズは、このスラリーの浮遊及び流動化作用を、低動力にて高効率に達成させるために用途開発されました。この実現のためには、槽底部におけるデッドスペース、つまりスラリーの停滞を発生させないための吐出特性並びに、フローパターン、流速分布が重要です。低動力・高吐出特性を持ち合わせた主翼と、小径・大迎角翼を重ね合わせる事によって得られる二重翼効果など、様々な研究成果が盛り込まれています。

特許取得済 (日本)

Slurry floatation and fluidization are required in storage tank of solid and fluid agitation, etc, to achieve the purpose efficiently without introducing excess energy. Impellers in HR800 series impellers are designed to meet this requirement efficiently at low drive power by discharge characteristics, flow pattern and flow velocity distribution that eliminate the dead space that otherwise would cause slurry stagnation at the tank bottom. They represent a number of R&D efforts such as the main blades of low drive power and high discharge characteristics and the double-blade effects resulting from overlapping smaller blades of a large attack angle.

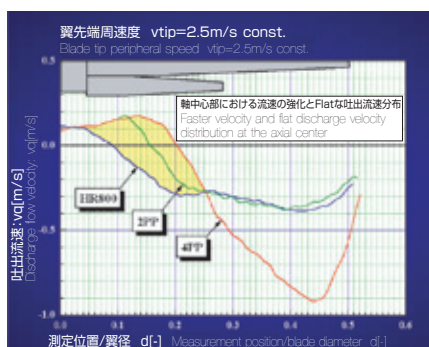
Patent registered in Japan

### ■ HR800 インペラの槽内フローパターン ■ Flow pattern of the HR800 Impeller



P.T.V. 流動解析結果  
P.T.V. flow analysis result

### ■ L.D.V. による吐出性能比較結果

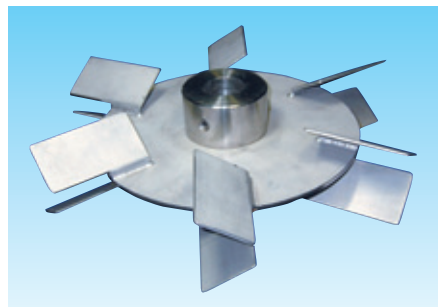


### ■ Comparison of discharge performance by L.D.V.

●特に軸中心部における吐出性能が向上しており、流動解析結果では軸方向成分が有効に寄与したフローパターンの特徴がわかります。

• The discharge performance at the axial center has been improved. The fluidization analysis shows how the axial component contributes to the flow pattern.

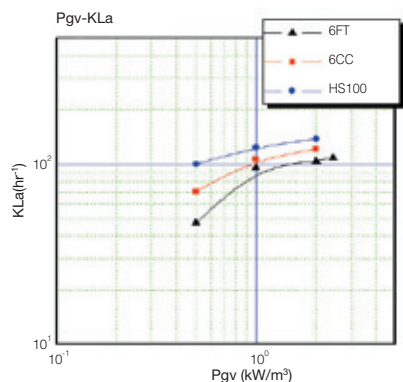
## HS100 Series タービン (中・高 Re 数域) HS100 Series Turbine (Medium and high Re number range)



HS100 インペラはタービンとして極めて低い動力数を実現（対 6FT 動力数比：約 65% 減）しました。従来型タービンと比較して液流動化作用が向上し、また高いガス吸収性能（KLa）が得られます。低動力にて翼の揚力により流れを集中させ、吐出場の圧力勾配・変動を利用して強い剪断・破壊作用を生み出します。高吐出軸流型 HR100 インペラとの組み合わせにより、総合的に極めて高効率な槽内液流動化作用及び剪断・破壊作用（ガス分散）を発揮するインペラです。

特許取得済（日本 PAT. No.3919262）

### ■各種翼別ガス吸収性能値（KLa）比較 ■ Comparison of gas absorption by the blade type (KLa)

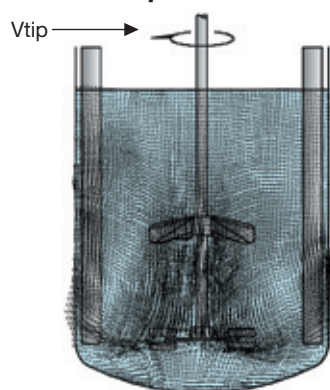


- HS100 インペラが最も高い値を示しているのがわかります。
- The highest score belongs to the HS100 Impeller

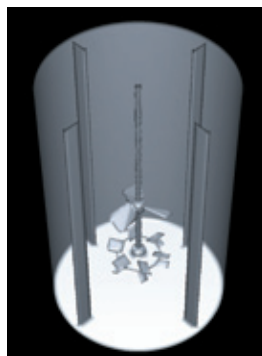
The HS100 Impeller has realized one of the lowest motor number for turbines (approx. 65% reduction from that of the 6FT). Compared to the conventional turbines, the HS100 Impeller demonstrates greater liquid fluidization and higher gas absorption (KLa). It requires only a low power to create enough lift in the blade to converge the flow, and produces a very strong shear and breaking action using the pressure gradient and fluctuation in the discharge field. Combined with the high discharge axial flow type HR100 impeller, the HS100 Impeller exerts an extremely high overall efficiency in terms of in-bath liquid fluidization and shear and breaking action (gas dispersion).

Patent registered in Japan (PAT. No.3919262)

### ■ HS100+HR100 インペラの組み合わせによるフローパターン ■ Flow pattern of HS100 and HR100 Impeller combination

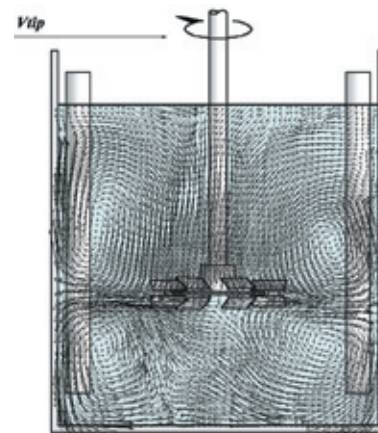


P.T.V. 流動解析結果  
P.T.V. flow analysis result



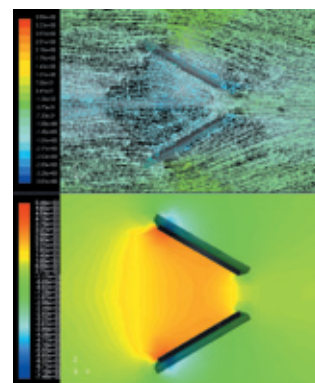
- HS100 + HR100 インペラを組み合わせた C.F.D. モデル
- C.F.D. model combining HS100 and HR100

### ■ HS100 インペラのフローパターン ■ Flow pattern of the HS100 Impeller

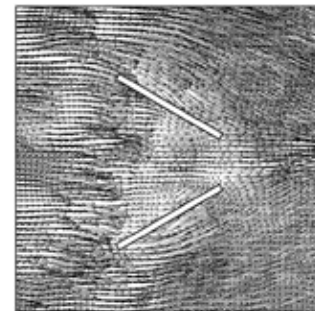


P.T.V. 流動解析結果  
P.T.V. flow analysis result

### ■翼近傍（翼断面）流動解析 ■ Analysis of fluidization near the blade (blade cross section)

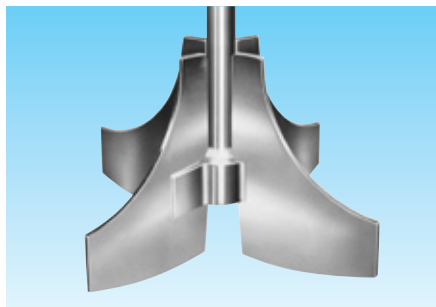


C.F.D. による数値シミュレーション結果  
C.F.D. numerical simulation result



P.T.V. による回転座標系での解析結果  
Results of P.T.V. analysis with a rotational coordinate system

# HS600 Series インペラ (中・高 Re 数域) HS600 Series Impellers (Medium and high Re number range)



HS600 シリーズインペラは、単に翼単体ではなく攪拌槽をはじめとする攪拌装置として研究・開発されました。槽内における分散均一性に優れ、固-液系攪拌及びスラリー攪拌などでは、低回転・低動力にて流動化を可能としました。また、槽底部に近接して設置されることから液面変動にも強く、更に抜き出しにおける粒子の均一性に優れた特性を発揮するとともに、静翼との組み合わせなど圧力場をコントロールすることにより、剪断力のコントロールを可能にしました。その独特な形状は、攪拌装置として槽内の圧力分布の研究結果から生み出されており、広幅大型翼でも困難であった大循環流型のフローパターンと、優れた高吐出性能と、低動力化を実現しました。

高吐出軸流型 HR100 インペラとの組み合わせにより、高液深攪拌においても同様の性能を発揮します。

特許取得済 (日本)  
意匠登録済 (日本)

The impellers in the HS600 Series are the product of research and development efforts aimed not only at the impeller but the entire mixer, including the mixing tank. These impellers promise excellent uniformity of dispersion in the tank and fluidization of material in solid-liquid mixing and slurry mixing under low-revolution and low dynamic power conditions. Their proximity to the tank bottom makes them less susceptible to liquid surface fluctuation and ensures particle uniformity. Shearing force control is achieved by controlling pressure fields, such as the combination of the impellers and static blades. The unique profile is the result of research into pressure distribution in the tank serving as a mixer. It enables a large circulation flow pattern and an extremely high discharge capability that cannot be expected even from large and wide blades. At the same time, the power requirement is low.

Similar performance is available for deeper liquid mixing by combining HS600 Series impellers with the high discharge axial flow type HR100 impeller.

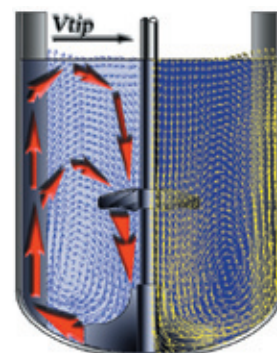
Patent registered in Japan  
Design registered in Japan

## ■ HS606 インペラのフローパターン ■ Flow pattern of the HS606 Impeller



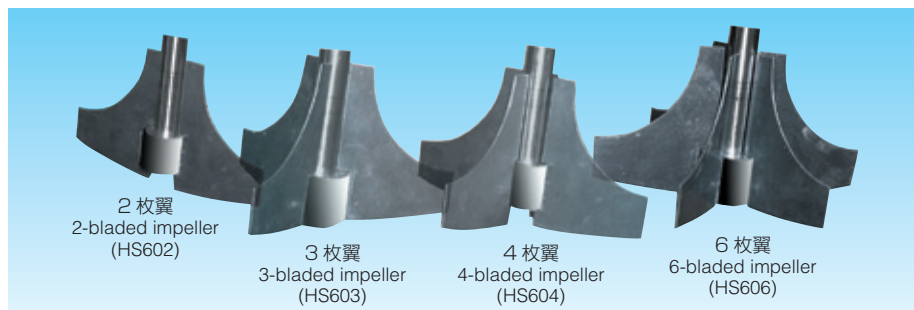
P. T. V. 流動解析結果  
P.T.V. flow analysis result

## ■ HS606 + HR100 インペラの組み 合わせによるフローパターン ■ Flow pattern of HS606 and HR100 Impeller combination



P. T. V. 流動解析結果  
P.T.V. flow analysis result

## ■ HS600 シリーズのインペラ ■ HS600 Series Impellers



攪拌目的に応じて様々なバリエーションがあり、翼の枚数をはじめ、湾曲タイプ、2 段折り曲げタイプ、高吐出性能型軸流翼の組み合わせなどにより、はじめてその性能が発揮されます。

また独特な形状と取り付け方法、槽内全域に

及び均一性の高いフローパターンと分散性能は、比較的シンプルな構造から医薬・バイオケミカル・食品関連での重要なプロセスにおいて評価されており、その他反応系でのプロセスをはじめ液排出時の均一性を求められる攪拌目的にその威力を発揮します。

Numerous variations are possible, to meet specific requirements. Best performance is achieved by combining the optimum number and type of blades (curved type, two-way bend type, high discharge axial flow type, etc.).

HS600 Series Impellers — with their unique shape and mounting method, uniform flow pattern and dispersion performance in the tank, as well as their relatively simple structure — are highly rated by pharmaceutical, biochemical and food industry professionals who depend on them in their key processes. Satake impellers are also preferred for other reactive processes and mixing needs where uniform discharge of liquid is critical.

## MR203 インペラ (高・低 Re 数域) MR203 Impeller (High and low Re number range)



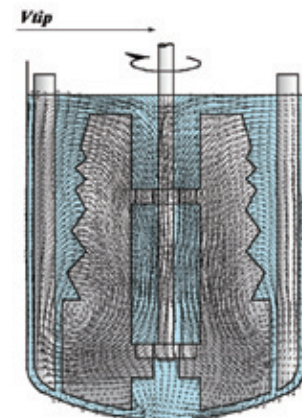
MR203 インペラは主に高～低 Re 域を目的として開発された特殊大型広幅翼で高混合性能を有しています。サタケ独自の鋸刃型特殊形状と槽下部に向かう台形型形状、軸中心部クリアランス効果により強い吸い込み流とともに大循環流を生みだします。特に付着を嫌う場合や洗浄性を重要視する場合に適しており、目的に応じた派生型がラインナップされています。

The MR203 Impeller has special large and wide blades, and is designed mainly for use in the high-to-low Reynolds number range. It offers superb mixing performance. Satake's original serrated-blade design and the trapezoidal blade shape with a wider dimension at the root create a flow toward the tank bottom, while the clearance effect at the axial center generates a powerful suction flow, to create large-loop circulation. The MR203 Impeller is suitable for applications in which adhesion must be prevented, or where the cleaning effect is important. The series includes a wide range of product variations to match specific needs.

Design registered in Japan

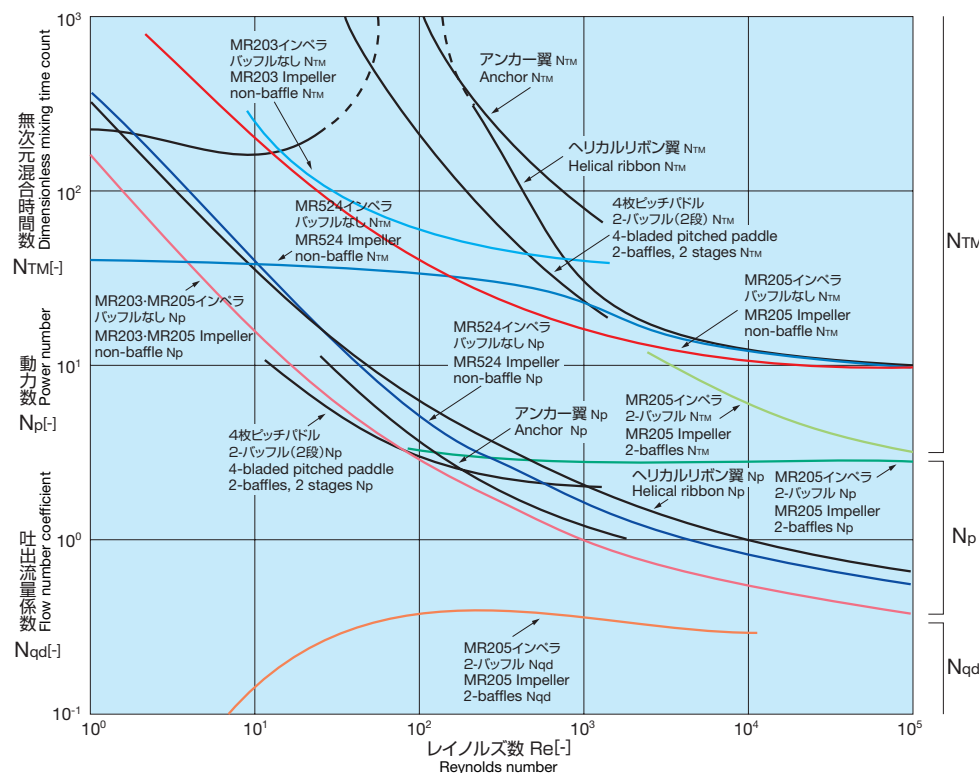
意匠登録済 (日本)

### MR203 インペラのフローパターン Flow pattern of the MR203 Impeller

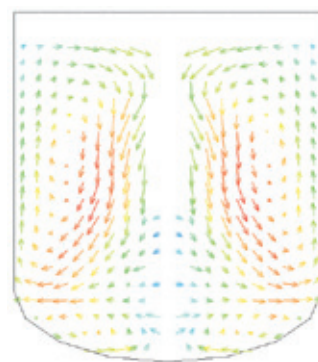


P.T.V. 流動解析結果  
P.T.V. flow analysis result

### MR203、MR205、MR524 の動力特性、混合特性、液吐出特性表 Power, mixing and liquid discharge characteristics of MR203, MR205 and MR524



### R-View による MR205 インペラ 3次元流動解析結果一例 Example of 3-dimensional flow analysis result of MR205 Impeller by R-View

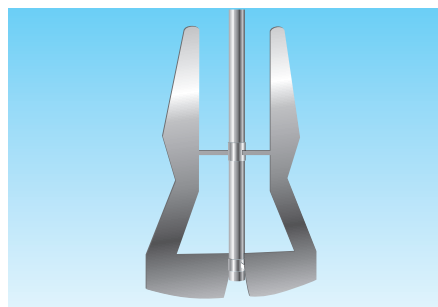


条件  
攪拌 Re 数 50  
ノンバッフル攪拌  
ノンバッフル条件において有効な 3 次元上下大循環流の特徴がよく分かります。  
解析結果提供: (株) アールフロー

#### Conditions

Mixing Re number: 50  
Non-baffle mixing  
The analysis result shows the characteristics of the effective 3-dimensional vertical circulation flow in non-baffle mixing.  
Analysis result data courtesy of Rflow Co., Ltd.

# MR210 インペラ (高・中 Re 数域) MR210 Impeller (High and medium Re number range)



MR210 インペラは、従来の大型広幅翼と異なる槽底部からの集中した吐出による大循環流を形成します。MR203 インペラや MR205 インペラとは異なり槽底部における内向きの二次流は発生せず、結果としてあらゆる液レベル条件、物性が変化する条件においても同様な混合作用が得られます。このような特徴は反応系における伝熱作用面からも非常に重要です。

また軸中心部は粘性が高い中・低撹拌 Re 数域の撹拌において極めて流動性が悪くなる部分で、付着や混合不良が発生します。これらを防ぐために MR210 インペラは軸中心部での吸込みを強化するため、適切かつ大胆なクリアランスを設けています。翼面積が小さくシンプルな構造ながらも優れた液流動化作用と混合作用が得られることが特徴のインペラです。

用途に応じて中心軸のない MR210SL インペラもあります。軸中心で流体が盛り上がり混合不良を生じる、ワイゼンベルグ効果を防止することも可能です。さらに、伝熱撹拌において必要な伝熱面を得るために撹拌槽内に伝熱コイルを多用することがありますがコイル自体が流動・伝熱不良の原因となる場合もあります。このような場合にコイルを使用せず、翼面自体を伝熱面として利用する MR210SL-C インペラもあります。

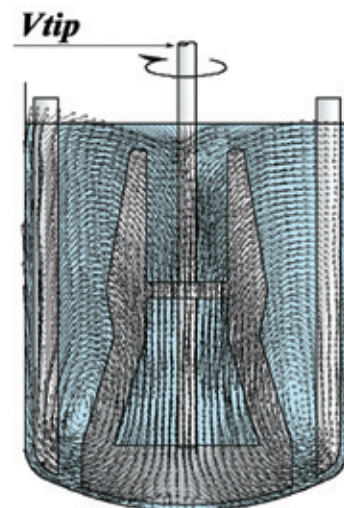
液面変動に伴い異なる作用が要求される反応系（リアクター）や、翼への付着を嫌う撹拌、洗浄性を重要視する撹拌に適しています。

## 特許取得済

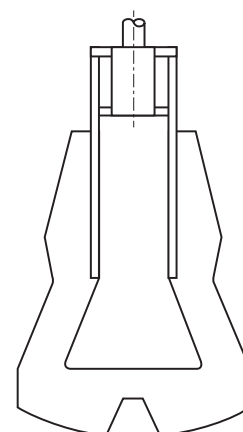
Unlike conventional large - scale impellers, the MR210 Impeller produces large volume circulation flow by discharge converged from tank bottom and gives good liquid fluidizing effect and mixing action despite its small blade-area and simple structure. It's suitable for reacting system which requires several different actions with changes of liquid level, and appropriate for mixing which dislikes attachment of the content to the blades or puts much importance on detergent performance.

Patent registered in Japan  
(PAT.No. 4187579)

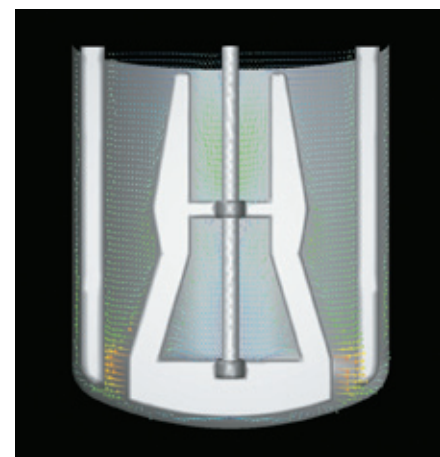
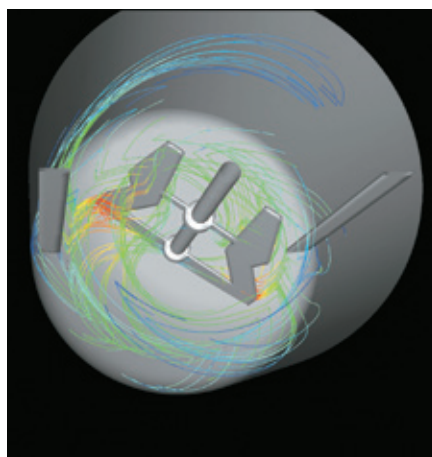
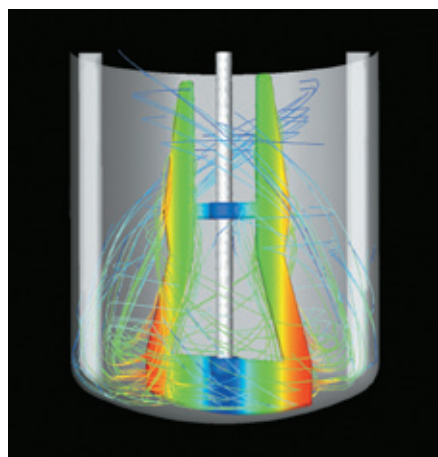
## ■ MR210 のフローパターン ■ Flow Pattern of the MR210 Impeller



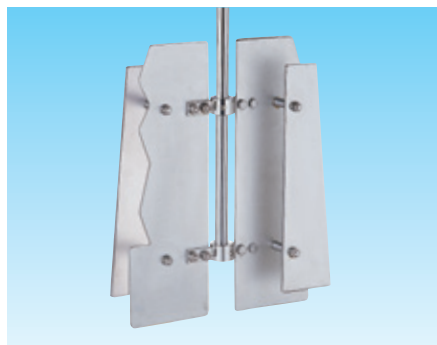
P.T.V. 流動解析結果  
P.T.V. flow analysis result



## ■ C.F.D. による数値シミュレーション結果



## MR205 インペラ (中・低 Re 数域) MR205 Impeller (Medium and low Re number range)



二重翼効果をもつ大型広幅翼です。

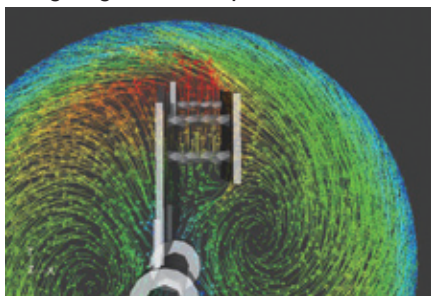
主翼前面の正圧部と補助翼面の負圧部分との間に大きな圧力差が生じ、その圧力差により高粘度液体でも半径方向に強力な吐出流が得られます。また、主翼部下方の翼径を大きく台形型とすることで、槽底から液表面に向かう強い上昇流も生まれます。さらに、主翼切り欠き部をノコ歯状にすることで混合不良部(通称ドーナツリング)を完全に除いた均一混合を実現しました。

特に比重差や粘度差のある液体の混合、及び高濃度スラリーの懸濁などにも適しています。

実用新案取得済(日本)  
特許出願中(日本・台湾)  
意匠登録済(日本)

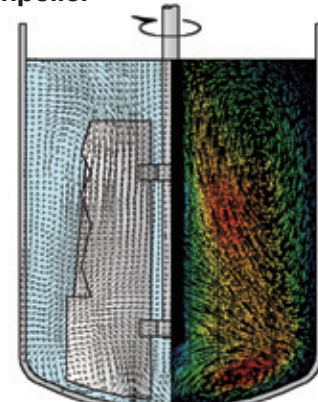
The MR205 Impeller is a large, wide-blade impeller with a double-blade structure. The large pressure gap generated between the positive pressure in front of the main blades and the negative pressure on the auxiliary blades produces a strong discharge flow in the radial direction, even with a highly viscous liquid. The main blades, which feature a trapezoidal shape at the lower section, generate a powerful upward stream from the tank bottom toward the liquid surface. The serration on the notch of the main blades eliminates incomplete mixing (known as a donut ring) and ensures thorough and uniform agitation.

Registered utility model  
Patent pending in Japan and Taiwan  
Design registered in Japan



C.F.D. による数値シミュレーション結果  
C.F.D. numerical simulation result

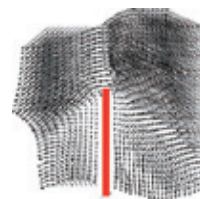
### MR205 インペラのフローパターン Flow pattern of the MR205 Impeller



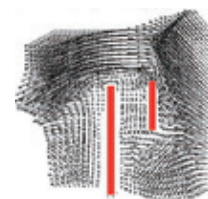
P.T.V. 流動解析結果と C.F.D. による数値シミュレーション結果の比較

Comparison of P.T.V. flow analysis result and C.F.D. numerical simulation result

翼回転方向 → 翼回転方向 →  
Anti-direction rotation Anti-direction rotation



標準大型広幅断面  
Cross section of standard large wide blade



MR205 二重翼断面  
Cross section of double-blade structure of MR205 Impeller

P.T.V. 流動解析結果  
P.T.V. flow analysis result

### 脱色反応による混合時間の比較 (MR205 : ヘリカルリボン翼)

### Comparison of mixing time by decoloring reaction of dye (MR205 vs. Helical ribbon impeller)

MR205 インペラ MR205 Impeller



翼形状  
Blade shape

スタート(脱色)  
Start (decoloring)

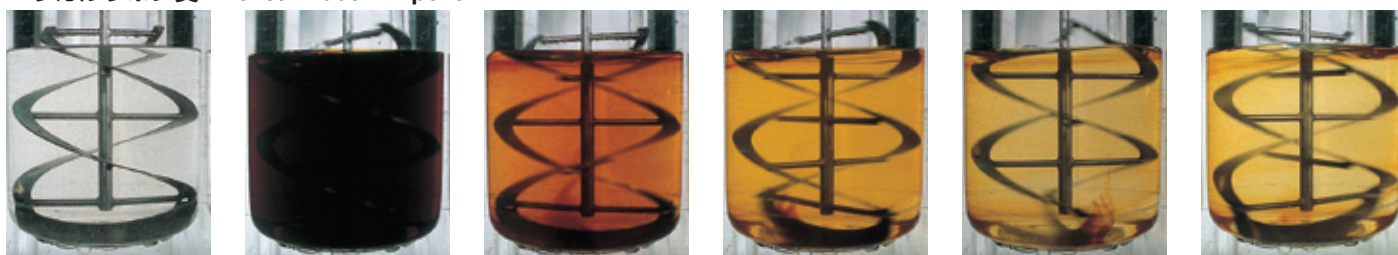
50 秒  
50 sec.

100 秒  
100 sec.

150 秒  
150 sec.

200 秒  
200 sec.

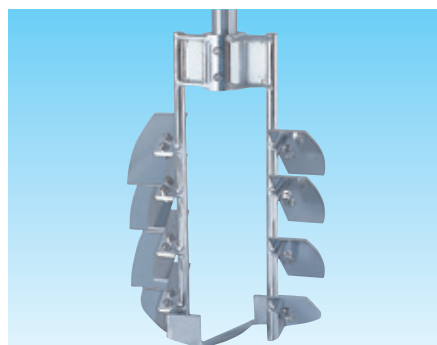
ヘリカルリボン翼 Helical ribbon impeller



攪拌条件: 単位容積あたりの所要動力  $P_v = 1.1 \text{ kW/m}^3$  const レイノルズ数 (Re) = 10 オーダー 粘度 ( $\mu$ ) = 5,000 mPa·s

Agitation conditions: Required power per unit volume  $P_v = 1.1 \text{ kW/m}^3$  constant Reynolds number (Re) = 10 order Viscosity ( $\mu$ ) = 5,000 mPa·s

# MR524 インペラ (低 Re 数域) MR524 Impeller (Low Re number range)



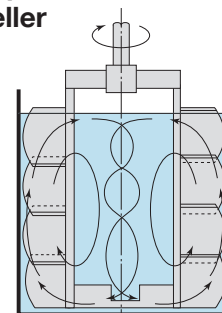
従来、攪拌槽での混合が困難であった超高粘度域 (攪拌 Re 数 1 以下) での混合性能を大幅に向上させることを可能にした中心軸なし重ね合わせ攪拌翼です。多段に傾斜配置構成した翼により、強力な上下流を発生させ、さらに槽底部の混合を強化するため、形状を工夫した底面翼も取り付けました。多段の傾斜翼により、分割・引き伸ばし作用を加え、高い混合性能を実現しました。また、液容量の変動があってもその影響が少ないフローパターンが得られ、液面に左右されることのない混合性能が得られます。

特許取得済 (日本 PAT. No.3648279)

The MR524 Impeller has overlapping blades and no center shaft. It offers substantially improved agitation performance for liquids in the extra-high viscosity range (agitation Re number of 1 or lower), which are normally difficult to mix in a mixing tank. The multi-stage, inclined blades generate powerful vertical currents. The specially designed bottom-side blade creates a stream near the tank bottom for thorough mixing. The multi-stage, inclined blades add chopping and stretching actions to realize high mixing performance. This impeller maintains a steady flow pattern even when the liquid volume fluctuates, and offers high agitation performance regardless of the liquid surface level.

Patent registered in Japan (PAT. No.3648279)

## MR524 インペラのフローパターン Flow pattern of the MR524 Impeller

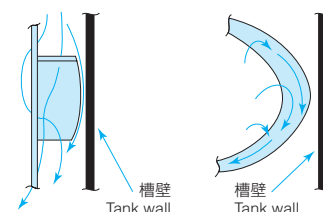


翼の混合作用比較

Comparison of agitating effects of blades

かき上げ条件でのフローパターン。かき下げ条件では逆のフローパターンが形成されます。攪拌目的によって異なります。

Shown here is a flow pattern in up-flow condition. Note that an inverse flow pattern results under down-flow condition. The suitable flow pattern varies depending on the purpose of mixing.



- |                           |                         |
|---------------------------|-------------------------|
| MR524 インペラ                | ヘリカルリボン                 |
| • のり越え + 引き伸ばし            | • のり越え + 引き伸ばし          |
| • 分割 + 引き伸ばし              |                         |
| MR524 Impeller            | Helical ribbon impeller |
| • Runover + Stretching    | • Runover + Stretching  |
| • Separation + Stretching |                         |

## ■脱色反応による混合時間の比較 (MR524 : ヘリカルリボン翼)

### ■ Comparison of mixing time by decoloring reaction of dye (MR524 vs. Helical ribbon impeller)

MR524 インペラ MR524 Impeller



翼形状  
Blade shape

スタート (脱色)  
Start (decoloring)

40 秒  
40 sec.

80 秒  
80 sec.

120 秒  
120 sec.

160 秒  
160 sec.

ヘリカルリボン翼 Helical ribbon impeller



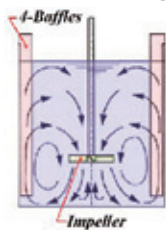
攪拌条件: 単位容積あたりの所要動力  $P_v = 0.6 \text{ kW/m}^3$  const レイノルズ数 (Re) = 1 オーダー 粘度 ( $\mu$ ) = 15,000 mpa·s

Agitation conditions: Required power per unit volume  $P_v = 0.6 \text{ kW/m}^3$  constant Reynolds number (Re) = 1 order Viscosity ( $\mu$ ) = 15,000 mpa·s

## RB ミキシングシステム RB Mixing System

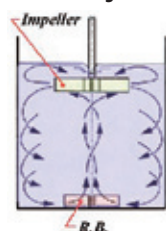
### ■従来型の攪拌方式

#### ■ Conventional mixing system



### ■ RB ミキシングシステム

#### ■ Super mix RB system



攪拌は一般的には、インペラによって液を流動化させて行います。RB ミキシングシステムにおけるインペラの役目は、積極的な攪拌ではありません。ヒントは自然界の流れと整流作用、そして家屋をも吸い上げてしまう竜巻にありました。「その整流作用と竜巻を攪拌槽内で造り出したらどうなるのか」と考えたのです。インペラによって攪拌槽内に旋回流を作り出し、攪拌槽底部で中心に向かう旋回流（境界層効果）を効率良く竜巻状の上昇流に交換する『放射状ブレード』から構成され、従来の攪拌に対する概念からは考えられないフローパターンを形成するシステムとして確立しました。旋回流が主流のため、これによって翼近傍での相対速度差を減じることにより、バイオをはじめ薬品、水処理など低剪断攪拌を効率よく行うことが可能です。また、もう一つの特徴でもある短いミキシングシャフトは、固体粒子に埋まった翼の起動トルクを心配する必要はありません。

特許取得済（日本 PAT. No.3578782）

Generally, agitation is achieved by an impeller, which causes fluidization of a liquid. In the RB mixing system, however, the impeller does not play an active role. Inspired by natural flows and rectifications and, of all things, tornadoes that are powerful enough to lift a house, special efforts were made to create rectification and a tornado in the agitation tank. The RB system consists of an impeller, which generates a swirling flow, and radial blades that convert the current (boundary layer effect) swirling towards the center on the bottom of the tank into an upward, tornado-like flow. This system provides a flow pattern radically different from that envisioned in the conventional concept of agitation. Since the swirling flow is a main current, it reduces the relative speed difference of the flow near the blade. This provides an effective low shearing force, thus making it ideal for agitation of biochemicals and pharmaceuticals, and for water treatment. The RB mixing system features a short mixing shaft to assure that starting torque is not inhibited by solid particles adhered on the impeller.

Patent registered in Japan (PAT. No.3578782)

### ■用 途

#### ■ Application

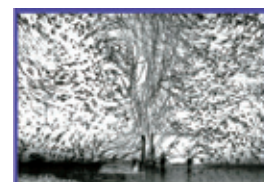
- ① バイオプロセスの攪拌
  - ② 水処理プロセスの攪拌
  - ③ 連続処理のスラリー攪拌
  - ④ 縦長槽の均一攪拌
- ① Bio-process mixing
  - ② Mixing in water treatment process
  - ③ Slurry mixing in continuous treatment
  - ④ Uniform mixing in a longitudinal bath

### ■ RB ミキシングシステム槽内フローパターン

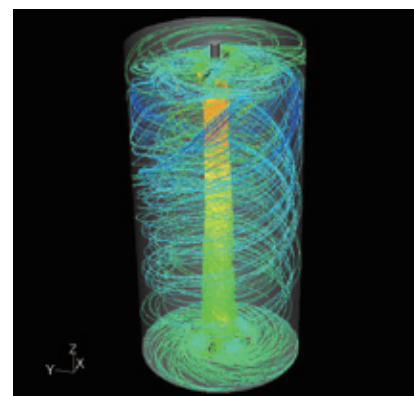
#### ■ Flow pattern of the RB mixing system



↓ 従来にない高い上昇流  
Powerful upward flow  
not generated in any  
conventional system



液深が槽径の 5 倍のフローパターン  
Flow pattern with liquid having depth five  
times greater than the tank diameter



C.F.D. による数値シミュレーション結果  
C.F.D. numerical simulation result

### ■各攪拌システムの比較表

#### ■ Table of comparison of mixing systems

攪拌方式 Mixing methods	最大上昇流速度係数 (対翼先端速度比率) Maximum upflow speed factor (%) (the ratio to the wing tip speed)	翼・液相対速度差係数 (剪断速度比率) Relative speed difference factor of wing and liquid (shearing speed ratio)	攪拌可能な最大縦長比 Z/D 比 Mixable Z/D ratio	判 定 Judgment
スーパーミックス RBミキシングシステム SUPER-MIX RB mixing system	87	0.4	5以上可能 5 or more	低剪断で強力な 循環流形成 Formation of strong circulating flow with low share
4枚邪魔板付攪拌システム Mixing system with four baffle plates	30	0.8	2程度迄 Up to 2 approx.	剪断力が強い Strong shearing force
邪魔板無し攪拌システム Mixing system with no baffle plates	15	0.4	1.5程度迄 Up to 1.5 approx.	上下循環流形成が弱い Formation of weak circulating flow in both directions (up/down)

攪拌機御要求仕様書 (FAX用)							FAX送信先:			
□MR・・・メーカーリコメンド(弊社設定)							佐竹化学機械工業株式会社			
会 社 名		様					□東京事業所			
装置名称		御使用先					048-433-8541			
JOB No.		納入地区					□中部販売サービスセンター			
ITEM No.		台		御担当者		様			052-331-2162	
TEL No.		-		FAX No.		-		□大阪事業所		
納入実績		弊社より □有り(弊社JOB. No. ) □無し					06-6998-4947			
攪拌目的&条件: 当てはまる所の□に全てチェックください。										
□液-液攪拌 □固-液攪拌 □気-液攪拌 □気-固-液攪拌										
□混合 □反応 □分散 □伝熱 □懸濁 □溶解 □乳化 □晶析 □沈降防止 □( )										
内容物名称		性 状	仕込量[m <sup>3</sup> ]	温度[℃]	粘度[mPa・s]	比 重	粒径[μm]	濃度[wt/vol%]	その他	
混合完了時		液 体								
運 転 量 量		MAX. m <sup>3</sup>	NOR m <sup>3</sup>	MIN. m <sup>3</sup>						
運 転 時 間		□連続運転( Hr/YEAR: 連続 ヶ月) □バッチ( Hr/BATCH: BATCH/DAY)								
処 理 時 間		□制限無し □出来るだけ早く □制限有り(混合時間 min.以内)								
空運転 (最下段翼通過運転)		□有り □無し			下部軸受け		□可(材質: ) □不可			
攪拌機取付方法		□フランジ取付(□トップ □サイド □ボトム) □クランプ取付 □架台取付								
槽 条 件										
槽 形 状		□丸槽 □角槽 □角ピット □( )					全 容 量		m <sup>3</sup>	
上 面 形 状		□平板 □球形 □さら形 □半楕円 □コーン( 度) □オープン □( )								
底 部 形 状		□平底 □球形 □さら形 □半楕円 □コーン( 度) □傾斜( 度) □( )								
槽 寸 法		直胴 mm×直径 mm (横 mm×縦 mm)								
温 度		(Des. /Ope. )℃			圧 力		(Des. /Ope. )MPa・G			
適 用 法 規		□無し □一圧 □二圧 □高压ガス □消防法 □( )								
取 付 位 置		□中心 □偏心(偏心量 mm)			邪 魔 板		□有り( 枚) □無し			
設 置 場 所										
設 置 場 所		□屋内 □屋外 □屋内設置で屋外仕様			気 候 条 件		□通常 □海岸 □熱帯 □高地( m)			
外 気 温		□通常 □(低温 ℃～高温 ℃)			海外など特記事項					
攪 拌 機 御 要 求 事 項										
攪 拌 強 度		□MR □強く □普通 □弱く 御指定: □モータ動力( kW) □Pv値( kW/ m <sup>3</sup> )								
回 転 数		□MR □指定( min <sup>-1</sup> )			取付フランジ		□MR (JIS.10K) □指定( )			
攪 拌 翼		□MR □3P □4PP □6FT □6PT □AN □Ribbon □Super-Mix(□HR □MR) □( )								
槽 内 材 質		□SUS304 □SUS316 ~□L材 □SS □塩ビ □ゴムライ □FRP □テフロン( )								
		□その他( ) □バフ研磨(# ) □電解研磨( )								
軸 封 形 式		□オープン □オイルシール □グランドパッキン( 本) □メカニカルシール(□ドライ □シングル □ダブル)								
		□ボット □加圧缶 □均圧缶 □OPU(封液: ) □ノンシール								
		□グランドパッキン( ) □ガスケット材質( ) □その他( )								
駆 動 機 構		□電動機 □エアーマータ □油圧モータ □一定速 □可変速 (□機械式( ) □インバータ)								
		メーカー指定 □有り(東芝・三菱・日立・日本電産・ ) □無し								
保 護 機 構		□全閉 □屋内 □屋外 □安増 □耐爆 □エリア( )								
		□防食( 種) □防水・IP( ) □( )								
電 源 仕 様		(□単相 □三相) (□50Hz □60Hz) (□100V □200V □220V □400V □440V □ )								
御 支 給 品		□モータ □変減速機 □OPU □( )			塗 装 色		□MR □御指定( )			
予 備 品		□無 □1Y予備 □2Y予備 □他( )			付 属 品		□無 □取付BN □ガスケット □他( )			

—— お客様が満足し 安心して使用できる 製品づくりに徹する ——



佐竹化学機械工業株式会社  
SATAKE CHEMICAL EQUIPMENT MFG., LTD.

大阪事業所・工場 〒570-0035 大阪府守口市東光町2-18-8 ☎(06) 6992-0371

東京事業所・工場 〒335-0021 埼玉県戸田市新曽6-6 ☎(048) 433-8711

中部販売サービスセンター 〒460-0021 愛知県名古屋市中区平和1-21-9 ☎(052) 331-6691

攪拌技術研究所 〒335-0021 埼玉県戸田市新曽6-0 ☎(048) 441-9200

Osaka Office and Plant: 2-18-8, Toko-cho, Moriguchi-shi, Osaka 570-0035, Japan  
Phone: 81-6-6992-0371  
Fax: 81-6-6998-4947

Tokyo Office and Plant: 66, Niizo, Toda-shi, Saitama 335-0021, Japan  
Phone: 81-48-433-8711  
Fax: 81-48-433-8541

Chubu Sales Service Center: 1-21-9, Heiwa, Naka-ku, Nagoya-shi, Aichi 460-0021, Japan  
Phone: 81-52-331-6691  
Fax: 81-52-331-2162

Mixing Technology Laboratory: 60, Niizo, Toda-shi, Saitama 335-0021, Japan  
Phone: 81-48-441-9200  
Fax: 81-48-444-1042

URL: <http://www.satake.co.jp>



(海外関連会社)

中国 佐竹（上海）貿易有限公司

〒200010 上海市黄浦区人民路885号淮海中華大廈605室 Tel. 86-21-6437-7101 Fax. 86-21-6437-7102

大連佐竹化工機械有限公司

〒116052 大連市旅順經濟開發區金華街青島路8号 Tel. 86-411-3936-8689 Fax. 86-411-3936-8690

韓国 株式会社夏都

〒22830 仁川廣域市西區Gajaeul-ro 95 Tel. 82-32-583-6321 Fax. 82-32-583-6329

台湾 光太機械廠股份有限公司

〒64001 雲林県斗六市科工七路15号 Tel. 886-5-551-7858 Fax. 886-5-551-7921

佐竹亞州股份有限公司

〒24899 新北市新莊區五丁三路86巷21號 Tel. 886-2-2298-4880 Fax. 886-2-2298-4881

(Overseas affiliated company)

China Satake (Shanghai) Trading Co., Ltd.  
Room 9002, Yong Xin Building, 887 Huaihai Road (M), Shanghai 200020, China  
Tel. 86-21-6437-7101 Fax. 86-21-6437-7102  
Dalian Satake Chemical Equipment Co., Ltd.  
No.8 Qingdao Lu Jinhua Street Lvshun Economic Development Zone 116052, Dalian, China  
Tel. 86-411-3936-8689 Fax. 86-411-3936-8690

Korea Hado Co., Ltd.  
95, Gajaeul-ro, Seo-Gu, Incheon 22830, Korea  
Tel. 82-32-583-6321 Fax. 82-32-583-6329

Taiwan Kwan-Tai Machinery Co., Ltd.  
15, Kegong 7th Rd., Douliou City, Yunlin County 64001, Taiwan  
Tel. 886-5-551-7858 Fax. 886-5-551-7921

Satake Asia Sales & Services Co., Ltd.  
No.21, Ln.86, Wugong 3rd Rd., Xinzhuang Dist., New Taipei City 24889, Taiwan  
Tel. 886-2-2298-4880 Fax. 886-2-2298-4881



ISO 9001 認証取得  
大阪事業所・東京事業所

ISO 9001 Certification Granted to  
Osaka office and Tokyo office

スーパーミックス®は、佐竹化学機械工業の登録商標です。

禁転載 '15.11.3T(G)38C1D Printed in Japan