

# 新開発 Turbine 翼の作用及び諸特性について

(佐竹化学機械工業) (正) 加藤 好一\*, (正) 根本 孝宏

## 1. 緒言

一般に高剪断型に類別される Rushton Turbine (以下 6FT) は、気-液攪拌をはじめとし液-液攪拌等、異相及び混相系における剪断 破壊作用、界面移動現象促進作用が求められる攪拌目的に用いられてきた。6FT は動力数が高く反面翼背面における負圧の影響により 通気時の動力低下とそれに伴う分散 液流動化作用面で問題があった。

これに対し 近年 Scaba, Concave Turbine (以下 6CC 等) が開発されて来ているが、液流動化作用面では十分とは言えず、必要とされる作用を流体力学的見地に基づいて効率的に考える、即ち的確な作用を分けて検討して行きたい。この攪拌目的に合わせた攪拌翼、攪拌装置の在り方であると言える。ここでは、以上の考えに基づいて検討された Supermix series 新型 Turbine 翼 (以下 HS100) に関し、作用面での検討結果と得られた諸特性について報告する。

## 2. 概要及び実験条件 方法

今回用いた各 Turbine 翼の形状を図-1 に示す。

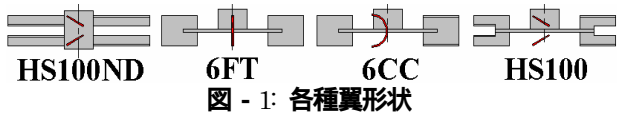


図-1: 各種翼形状

従来の Turbine は翼背面の負圧と慣性力を利用した吐出形態による速度勾配 相対速度 (圧力変動) と強い渦場 (剝離渦と翼端 縁渦) による乱流エネルギー保有渦場により強い剪断力を生み出しているが、実際の破壊 剪断作用は吐出部近傍での流れの作用と密接に結び付いている事が徐々に判明してきている<sup>1)</sup>。この事から、翼の液流動化作用と強い吐出場での剪断 破壊作用を分けて考え、効率的にその作用を得る為の流動状態を生み出す様検討を加えたのが HS100 である。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 破壊作用を生み出す考え方は、従来の Turbine の思想と異なる<sup>2)</sup>。

使用した攪拌槽はアクリル製槽径  $D=980$ (mm),  $240$ (mm)、それぞれ円筒平底、10% 鏡底、液深  $Z/D=12$ 、総容積:  $1.5\text{m}^3$ ,  $20\text{L}$  を用いた (全実験装置に動力測定装置付) 諸解析及び実験には PTV (SATAKE)、CFD (FLUENT)、LDV (KANOMAX)、DO 計 (バイオクス) 等を用いて各翼における流動解析、数値シミュレーション、流速測定、ガス吸収性能、動力特性等の比較 検証を行った。PTV の 2 次元断面メッシュ数を 4225 とし CFD は 120 万 (k-model) とした。

又、LDV における流速 Point (1 点) のサンプリング数を 3000 とし、ガス吸収性能  $K_La$  は物理吸収法にて算出した。

## 3. 実験結果

PTV を用いた翼近傍 (翼断面) 流動解析結果の代表例として、6FT 及び HS100 の比較を図-2 に、HS100 における同解析断面の数値シミュレーション結果を図-3 に示す。

又、各翼の通気動力特性を図-4 に、吐出流速分布図を図-5 に、ガス吸収性能  $K_La$  値比較を図-6 に示す。

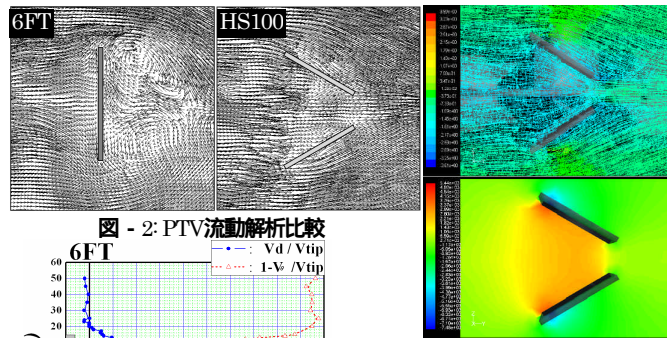
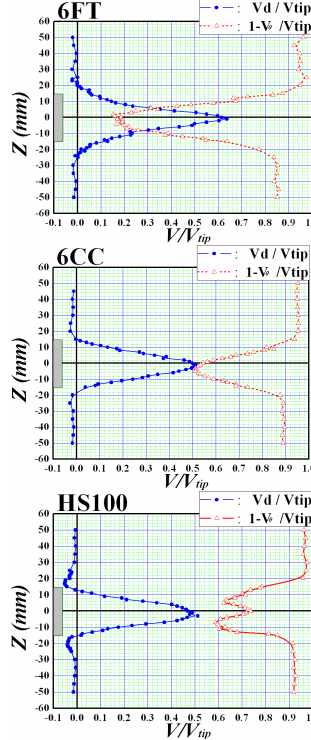


図-2: PTV 流動解析比較



(HS100: Vector, Static Pressure)

図-3: CFD 結果

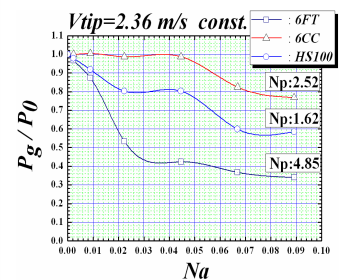


図-4: 通気動力特性比較

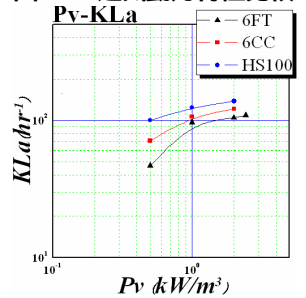


図-5: LDV 吐出特性比較

図-6:  $K_La$  比較結果

V: 吐出流速, V: 旋回速度, Vtip: 翼先端周速度

図-5: LDV 吐出特性比較

図-2, 図-3 より翼背面負圧型 6FT と軸流翼対称型 HS100 との翼断面における流動状態が全異なる事が判る。6FT は翼背面負圧部の気泡溜りにより  $P_g/P_0$  値が激減し図-4 翼近傍における吐出及び剪断作用を低下させ、槽内全域の流動 分散性能に悪影響を及ぼす。この傾向は特に槽底部において著し、HS100 は 6FT と 6CC の中間に位置するが、低動力で槽内液流動 分散作用に優れており更に図-5 より最大吐出流速 Point において 6FT, 6CC と比較し相対速度差が大きくなる特異性を示す。破壊 剪断作用に対し、この流れ場を有効に寄与させ、結果として図-6 の各翼種別ガス吸収性能  $K_La$  値比較にて最も高い値を示す。

## 4. 結論

「剪断 破壊作用」と「液流動化作用」を分けて考え、適切な作用を与える様流体力学的見地から検討を加えることにより、より効率的な攪拌目的の達成が可能であると言える。今後実機に反映させる為には、攪拌装置全体という視点から同様に作用を分けて検討を加えることが重要である。

- 1) 佐竹攪拌技術研究所 研究報告'96 ~ 「破壊 剪断メカニズムの解明」
- 2) 佐竹攪拌技術研究所 研究報告'97 ~ 「応用高剪断型翼の Gas 吸収性能」

\* 攪拌技術研究所 TEL: 048-441-9200 FAX: 048-444-1042

E-Mail: kato01@satake.co.jp