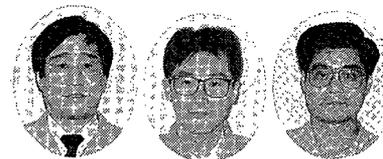


フルゾーン・テスト設備の紹介

Test Facility with 「FULLZONE」 Impeller



(化)技術部 設計第2課 平井 等
Hitoshi Hirai
(化)技術部 設計第1課 徳岡 洋 由
Hiroyuki Tokuoka
(化)技術部 設計第3課 布 睦
Mutumi Nuno

Shinko Pantec has developed an advanced mixing impeller 「FULLZONE」 and started on business since April 1991. Recently we constructed a test facility with 「FULLZONE」 impeller. This test facility is composed of glass-lined vessel, impeller & baffles, so it can be used for test with actual chemical reaction in the premise of our customers. It is designed to be transported on the tracks and the technical operating data, such as shaft speed and shaft torque, which are obtained during test can be utilized for scale-up of commercial reactors. We hope this test facility will be served for improvement of mixing processes in customer's stirred vessels.

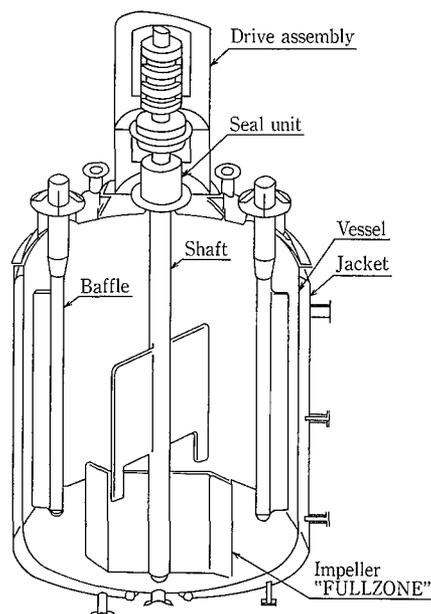
まえがき

低粘度域から中高粘度域の広い領域で効率のよい攪拌混合性能をもつフルゾーン攪拌翼(第1図)が開発され、上市約1年間で20機を越える実績を持つことができた。フルゾーン翼の混合機能の評価は、当社西神技術研究所に設置されたテスト攪拌槽で模擬流体(水、水飴等)を用い、各種攪拌翼との比較を中心に数多く実施してきた。このたび実際の反応液を用いて混合機能を確認したいというユーザ各位の要望にこたえるために、グラスライニング製(以下GL製)のフルゾーン翼付き100ℓ反応槽を中心とするテ

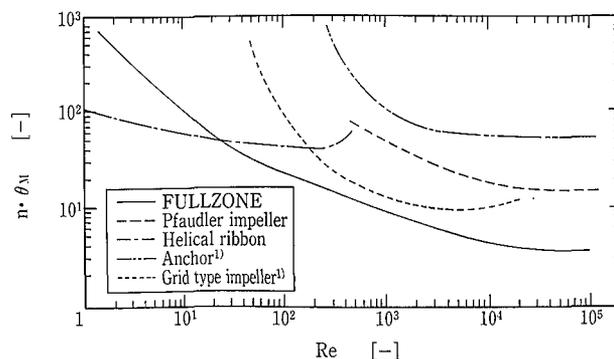
スト設備を製作した。この設備はユーザ工場またはユーザ研究所に貸与し、フルゾーン翼の性能を実験で確認していただくことを目的としている。ここでは貸与用フルゾーンテスト設備を紹介する。

1. フルゾーン翼の適用

第2図に示すようにフルゾーン翼は低粘度域から中高粘度域($Re > 20$)で従来の攪拌翼より混合効率が良い。回分操作で処理液の粘度や操作液面が変化し、その間混合、反応、伝熱、溶解、濃縮などの操作をする場合が多くあるが、このような多目的の攪拌に適している。またフルゾーン翼は低粘度域の攪拌においても少ない動力で均一混合が達成できるため粒子径を大きく成長させたい晶析操作にも適している。第3図に示すように、固液分散系、液液分散系で比較的比重差のある混合操作にも他翼に比較して少ない動力で均一混合が達成される。このように低剪断性能に優れた性質からポリマー重合機としても乳化重合、懸濁重合に適用できる。以上を簡単にまとめると次に示す用途に



第1図 フルゾーンを装備した攪拌槽
Fig. 1 FULLZONE set into a vessel



第2図 $n \cdot \theta_M - Re$ 曲線の比較
Fig. 2 Comparison of $n \cdot \theta_M - Re$ curves for several impellers

フルゾーン翼は適用できると考える。

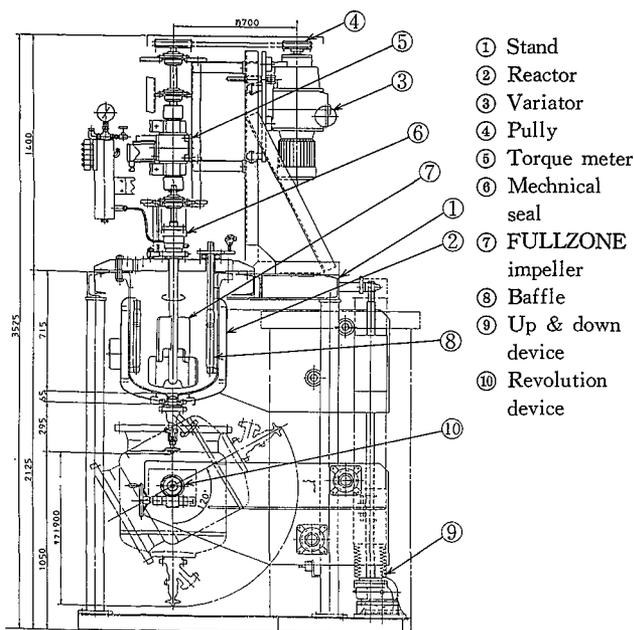
- (1) 低粘度～中高粘度, 混合, 反応, 伝熱, 溶解, 濃縮等の多目的攪拌操作
- (2) 晶析操作
- (3) 乳化重合, 懸濁重合
SB/SBR ラテックス
AS/ABS/MBS
ペースト PVC
EVA
EPS
エポキシ
アルキッド樹脂
EPDM
ポリウレタン樹脂

当社は攪拌型反応機のメーカーとして多様な形式の攪拌機を納入してきた。各種攪拌翼とフルゾーン翼の包括的な比較を第1表に示す。この表から読み取れるように多量のガス吹き込みを伴う通気攪拌操作を除いては従来翼に代替え

第1表 従来翼とフルゾーンとの包括的な比較
Table 1 Comprehensive comparison of various impellers including FULLZONE

Impellers	Propeller	Pfaudler impeller	Paddle	Turbine	Multiple impellers	FULLZONE	Anchor	Helical ribbon
Viscosity Range	High	×	×	×	×	○	△	◎
	Medium	×	○	△	○	◎	○	○
	Low	○	◎	○	◎	◎	○	△
Gas-Liquid	△	○	△	◎	◎	△	×	×
Solid-Liquid	△	◎	○	△	◎	◎	△	×
Mixing Time	Viscous	×	×	×	×	○	△	◎
	Nonviscous	○	○	○	○	◎	△	△
Shaft torque	◎	◎	◎	◎	○	△	△	×
Capital cost	◎	◎	◎	◎	○	△	△	×
Cleaning	○	◎	○	○	△	△	○	×
Maintenance	○	◎	○	○	△	△	○	×

◎: Excellent, ○: Good, △: Permissible, ×: Not suitable

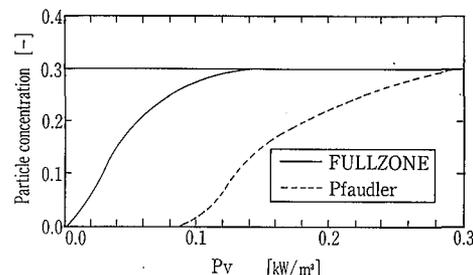


第4図 テスト設備の外形図
Fig. 4 Schematics of test facility

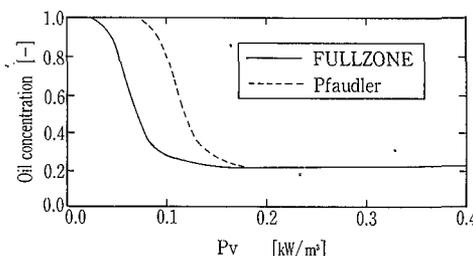
でき, 混合効率の改善が期待できると考える。

2. テスト設備の概要

第4図にテスト設備の外形図を写真1に外観を示す。全体の重量は約2.5TONで, 架台①(1.1m×1.9m×2.125高さ)に100lt G L製反応槽②を設置し, その上部に無段変速機③, プーリ④, トルク検出器⑤, ダブルメカニカルシール⑥から構成される伝動装置がある。槽内にはG L製のフルゾーン翼⑦とバッフル⑧を設置している。反応槽②は本体フランジ部以下が昇降装置⑨横転装置⑩により, 昇降横転が可能で反応槽内部の点検, 清掃ができる。現地へ搬入据付後, ユーザにて電源の接続とユーティリティ配管接続および反応原料, 触媒, 薬液などの供給配管と製品の排出配管を施工していただく。このテスト設備の設置には



第3-A図 粒子均一浮遊にいたる動力の比較
Fig. 3 Comparison of two impellers in power required for uniform solids suspension



第3-B図 液滴均一分散にいたる動力の比較
Fig. 3 Comparison of two impellers in power required for uniform dispersion of liquid droplets

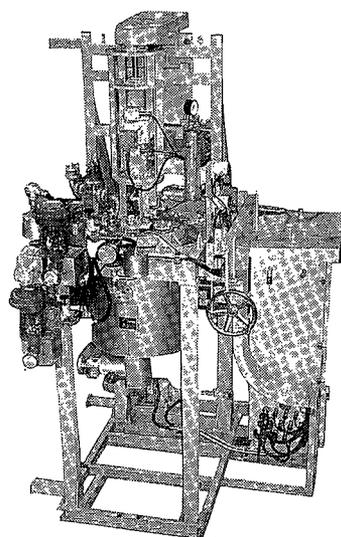


写真1
フルゾーンテスト設備
Photo. 1
Test facility with
[FULLZONE] impeller

約4m×3m×4m(高さ)程度の場所が必要で、反応機に熱交換器、蒸留塔、デカンターなどの付帯機器が必要な場合はユーザにて準備していただく予定である。

3. テスト設備の仕様

3.1 反応槽本体

標準的な運転容量は100ℓを想定している。反応槽本体は耐食性にもっとも優れた当社 No. 9000 グラスライニングを採用している。容器本体は高圧ガス特定設備(毒性ガス)を想定し、設計製作した。外套へは昇温時にスチーム、冷却時に冷却水を供給していただくことを標準としている。原料、薬液などの供給ノズルは25^A(JIS 20 K) 3カ所が準備されており、製品の排出には50^A/40^Aのフラッシュ弁を付属している。

	本体	外套
計算容量	132ℓ	52ℓ
槽径	500mm	600mm
設計圧力	F.V. & 15 kg/cm ² G	6 kg/cm ² G
設計温度	200℃	200℃
適用法規	高圧ガス(毒性)	(ソノ他)
放射線検査	100%	20%
材質	GL(SM400B)	SS400 (内面Niメッキ)

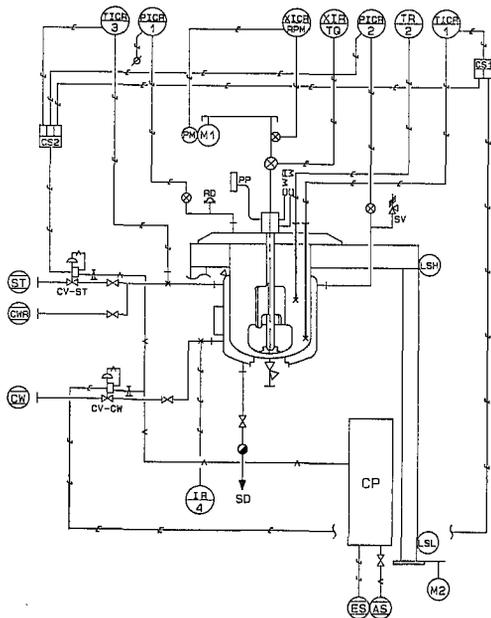
- 取合ノズル本体上蓋 : 25^AJIS20K×3個
- 底排弁 : 40^AJIS20K×1個
- 外套 : 25^AJIS10K×3個
- : 40^AJIS10K×1個(予備)

3.2 各付属品の仕様

[リングコーン無段変速機]

RXMZR-2200-G3-1AX

2.2kW, 4P, 50/60HZ, 200/220V



第5図 計装電気系統図

Fig. 5 Flow sheet of instrument

耐圧防爆型モータ (d₂G₄) 屋外型

[トルク検出器]

測定範囲0~5 Kg-m, 耐圧防爆型

[軸封]

2^B ダブルメカニカルシール

摺動材: セラミックコート VS カーボン

シール箱: SUS316

シール液: ISO VG#32~68 (共液シールも可)

加圧筒: SUS316

[攪拌翼]

スパン260/280 G L製フルゾーン攪拌翼

回転数0~250 R/M(60 HZ), 0~200 R/M(50 HZ)

[パッフル]

幅40 mm G L製ビーター型パッフル 2本

ガラスセンサーT付き

[底排弁]

50^A/40^A G L製フラッシュ弁

弁座はPTFE

[昇降装置]

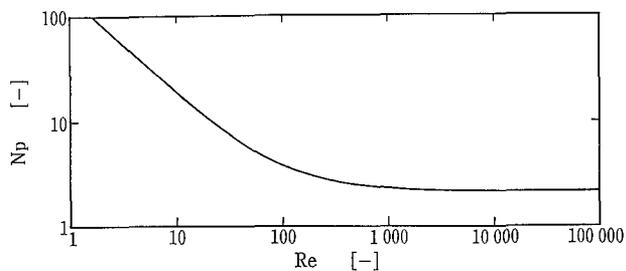
リフト長900 mm

昇降速度450 mm/min(60 HZ), 375 mm/min(50 HZ)

[計装, 電気]

第5図に計装, 電気系の系統図を示す。右下に計装品, 電気品の一覧表を示す。装置付属の電気品はすべて防爆仕様とし, 制御盤はエアバージ方式の簡易内圧構造とした。このフルゾーンテスト設備は反応槽の温度, 圧力および攪拌軸の回転数, トルクが自動で記録計測できる。また反応槽の昇温, 冷却もコントロールパネルより設定可能となっている。ここで得られたデータからスケールアップを含めた技術検討を実施し, 実機の攪拌機設計仕様を決定することができる。

		凡 例		
項目	記号	名 称	機 能	備 考
計 装	TR/PR	温度圧力記録計	6打点記録計	
	XR	トルク回転数記録計	3ペン記録計	
	TICR-1	内液下部温度指示調節計	P I D調節計	
	TR-2	内液上部温度記録計		
	TICR-3	スチーム入口温度指示調節計	P I D調節計	
	TR-4	冷却水出口温度指示調節計		
	PICR-1	内部圧力指示調節計	P I D調節計	
	PICR-2	ジャケット圧力指示調節計	P I D調節計	
	XICR-RPM	回転数指示調節計	オートレター	
	XIR-TQ	負荷トルク指示記録計	トルクメーター	
	CV-ST	スチーム用調節弁	エア駆動/ポジション	
	CV-CW	冷却用調節弁	エア駆動/ポジション	
電 気	CS1	加熱/冷却切換スイッチ	切換スイッチ	
	CS2	内液/ジャケット/圧力切換スイッチ	切換スイッチ	
	CP	コントロールパネル	簡易エアバージ方式	AC220/200V 5.0 kW
	M1	攪拌機モータ	リングコーン無段変速機	AC220/200V 2.2 kW
	PM	パイロットモータ	回転数可変用	AC100/100V 0.4 kW
	M2	昇降モータ	サイクロ減速機	AC220/200V 1.5 kW
そ の 他	LSH	昇降上限リミットスイッチ		
	LSL	昇降下限リミットスイッチ		
取 合 点	SV	安全弁		
	RD	ラプチャーディスク		
	PP	加圧筒		
	ES	供給電源(相チェッカー付)	3φAC220/200V 5 kW	
	AS	供給エア	4~7 k 清浄乾燥空気	15A JIS10kFF
	ST	スチーム	MAX. 6 kg/cm ² 蒸気	25A JIS10kRF
	SD	スチームドレン		25A ホースジョイント
C W C W R	CW	冷却水入	3~5 m ³ /H 27℃	25A JIS10kRF
	CWR	冷却水出	3~5 m ³ /H	25A JIS10kRF



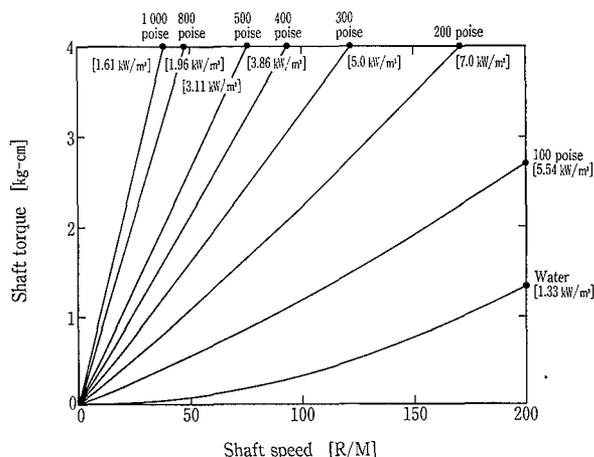
第6図 フルゾーン翼の N_p - Re 線図
Fig. 6 N_p - Re curve

4. フルゾーン翼の動力特性

本設備に付帯するフルゾーン翼は、水相当の物性で搅拌した場合、約 144 R/M で 0.5 kW/m^3 の搅拌強さを与える。この翼の N_p - Re 線図を第6図に示す。低粘度搅拌では 0.5 kW/m^3 で十分な均一混合が可能であるが、液粘度が増大すると搅拌強さは大きくしていく必要がある。本設備のトルク検出器が最大 5 Kg-m まで測定可能であるが、軸封部と軸受部でのロストルクを見込んで、許容正味搅拌トルクを 4 Kg-m として本テスト設備での使用可能な液粘度と回転数、搅拌強さの関係を第7図に示す。第7図より本設備ではおおよそ 100 000 CP の高粘度液まで使用することができる。中高粘度域の搅拌では必要とされる搅拌強さ (P_v 値) がどの程度かあらかじめ判明している場合は少ない。従って本設備により適正な反応操作を達成させる P_v 値を測定し、実スケールの商業機的设计に反映させることを主な狙いとしている。また搅拌機の回転数の変化によって見かけの粘度が変化する非ニュートン流体の場合にも、回転数数種の実測データから実反応液の流動特性を本トルク検出器により見いだすことができる。

むすび

貸与用フルゾーンテスト設備が完成し、今後ユーザ各位より実液、実プロセスの搅拌技術に関するデータが数多く



第7図 フルゾーン翼のトルク特性
Fig. 7 Torque characteristic of FULLZONE impeller

集積されることになる。これらの貴重なデータはユーザ各位での搅拌技術改善に有効に役立てるため、当社西神技術研究所に設置された可視テスト設備でのフィードバックテストで詳細な解析を試みることを予定している。可視テスト設備には最新型のレーザ・ドップラー流速計が付帯されているので、貸与機と幾何学的相似条件を可視テスト設備にて再現し、模擬液による搅拌槽内各部の流速を実測することができる。実液と模擬液による詳細な解析をもとにユーザ各位の反応プロセス技術の改善に貸与用フルゾーンテスト設備がお役にたてば幸いである。

記号説明

- Re : 搅拌レイノルズ数 $= \rho n d^2 / \mu$ [—]
- N_p : 搅拌動力数 [—]
- θ_M : 混合時間 [s]
- P_v : 単位容積あたりの搅拌動力 = 搅拌強さ [kW/m^3]

【参考文献】

- 1) 菊池, 高田ら: 神鋼パンテック技報 VOL. 35, No. 1