

Cradle CFD

機械編





ホモミクサーの乳化力の評価

プライミクス株式会社 様 / 株式会社資生堂 様 事例紹介

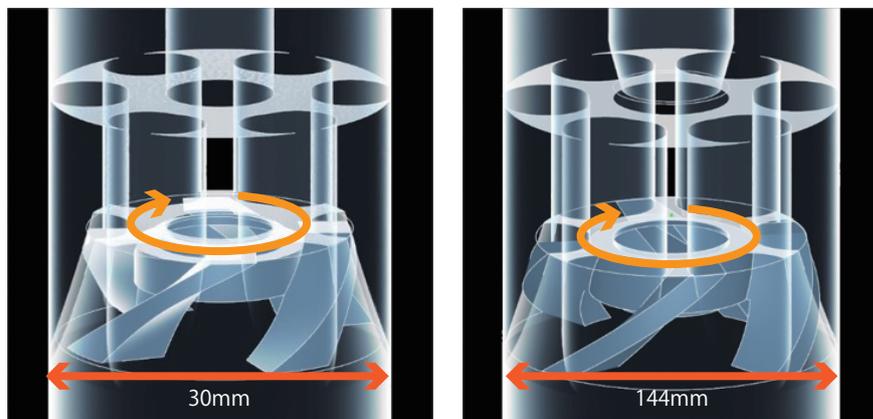
『SCRYU/Tetra』を利用し、ホモミクサーを要素移動機能で解析

背景

クリームや乳液などの化粧品の製造には水と油のように本来互いに混ざり合わない物質同士を混ぜ合わせる乳化技術が利用されている。

乳化作用には混合する物質の性質と合わせて、攪拌時のせん断速度が大きく影響する為、乳化物の安定製造にはその予測が重要となる。

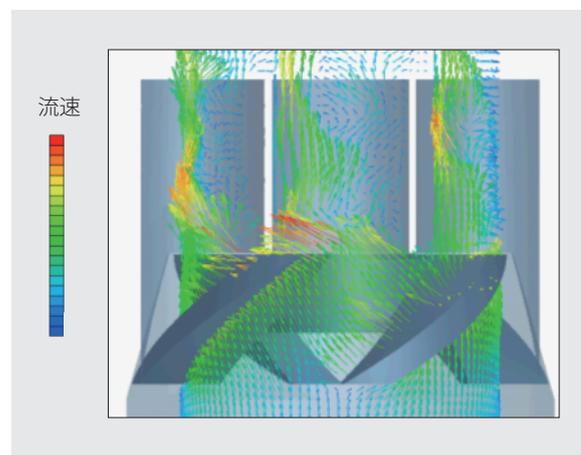
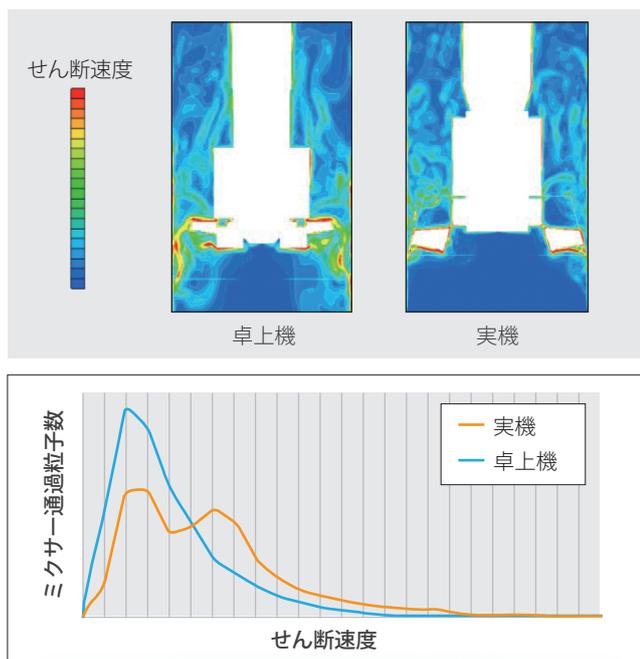
本解析では解析による乳化性能予測の取り組みの一環として、卓上機・実機のホモミクサーそれぞれについて解析を実施しミクサーを通過する流量や通過する流体に発生するせん断速度を比較検討した。



卓上機 7,000[rpm]

実機 3,600[rpm]

解析結果



せん断速度の空間的な分布は上図のように卓上機・実機で同程度に見えるが、ミクサーを通過する粒子が受けるせん断速度は上グラフの通り実機のほうが大きいことが確かめられた。

解析を行うことで、上図のようなミクサー内部の流れの様子を観察することも可能になる。

comment

- SCRYU/Tetraを用いて、ホモミクサーの3次元数値解析を行い内部の流れを可視化し、卓上機・実機で発生するせん断速度を比較した。
- 解析結果から実機で卓上機よりもせん断力が高いことが確認され、実機で卓上機の性能は再現出来るであろうという判断材料を得ることが出来た。

ファン高効率化に向けたCFDの適用

パナソニック エコシステムズ株式会社 様 事例紹介

ファンの静圧効率、送風特性の関係を『SCRUYU/Tetra』を用いて検証

ファン設計におけるCFDの活用

送風機器の主要要素であるファンの効率化を図る上で、流体シミュレーション(CFD)は有効なツールである。羽根車周囲の流れ状態の可視化による乱流発生箇所の把握や、ファンの仕事量と静圧の計算結果を用いた効率予測を行うことができる。

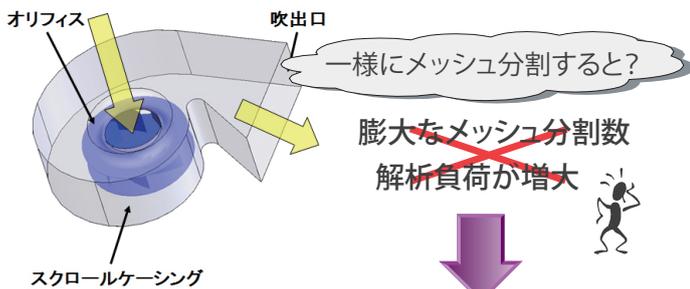
解析モデル

Key Point: 実用的な計算負荷の範囲内で、送風性能評価が可能な精度を確保できる解析モデルを作成することが重要。

1. ケーシング付き

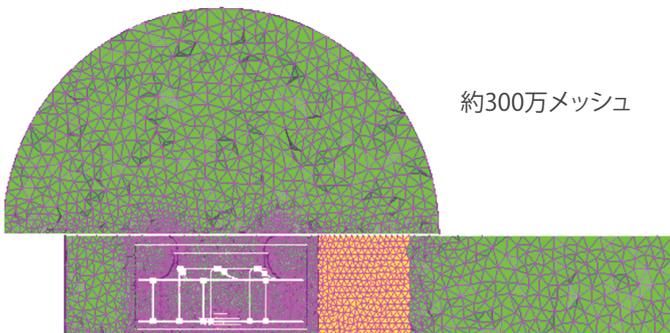
⇒ ファン全体解析モデル

非軸対称。スクロール形状や、時間によって変化するブレードとケーシングの位置関係が送風性能に大きく影響するため、羽根車全周を解析範囲として時間変化を考慮した非定常解析が必要。



- 送風性能に大きく影響する領域
- 影響が少ない領域

メッシュ細
メッシュ粗

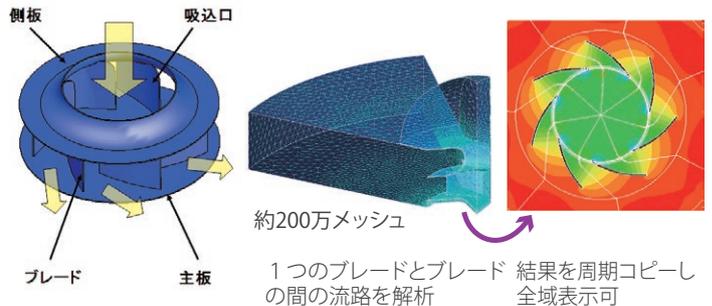


→ 解析工数の短縮と精度確保を両立

2. ケーシングなし

⇒ 1ブレード間の流路のみを解析モデル化

軸対称の各ブレード間において流れ状態が同一で周期的に繰り返すものとして仮定。



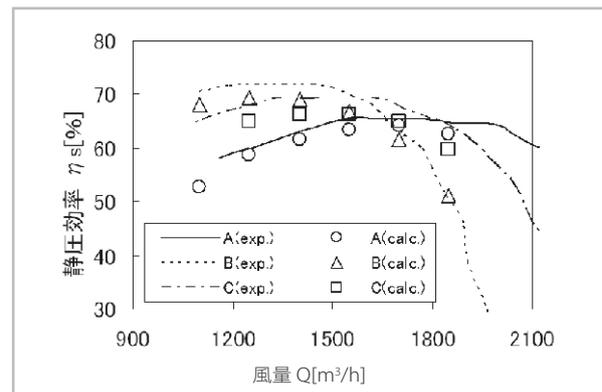
解析結果と実験結果の比較

【対象】 ケーシングなし

ブレード内径/高さ、オリフィス高さを変更した3種類の遠心ファン(下表 A, B, C) を選定

	Model (A)	Model (B)	Model (C)	...(固定)
ファン外径	229 mm	229 mm	229 mm	
ブレード内径	142 mm	156 mm	156 mm	
ブレード高さ	62 mm	62 mm	82 mm	
オリフィス高さ	29.5 mm	39.5 mm	39.5 mm	

約200万メッシュ, K-ε乱流モデル



最高静圧効率 (B) > (C) > (A)

最高効率点における風量 (A) > (C) > (B)

実測値と解析結果の傾向合致

ケーシングタイプにおいても、同様に整合性を確認できた

comment

送風機器の形態に応じた最適な解析モデルをCFDに適用することにより、効率向上に有効な設定パラメータを導出した。送風機器の消費電力削減は重要なテーマであり、解析マシンの高速化が進む中で、より複雑かつ高度な解析対象へのCFDの活用による高効率化技術開発が期待される。

多翼ファンの空力特性と騒音に及ぼす旋回失速の影響

長崎大学 様 事例紹介

『SCRYU/Tetra』で形状の異なる多翼ファンの内部流れを比較し騒音と旋回失速の影響を評価

多翼ファン効率化と低騒音化

住宅用換気設備として用いられる多翼ファンは騒音の低減が重要な課題となる。ファンの空力特性は羽根車前面側にシュラウドを付加する事によって改善されるが流体力学的なメカニズムについては不明な点も多い。今回多翼ファンの空力特性と騒音に及ぼすシュラウドの影響を実機の性能試験により評価し、数値シミュレーションによる内部流動の解析に基づいて広帯域騒音に及ぼす旋回失速の影響を考察した。

供試用羽根車 概観

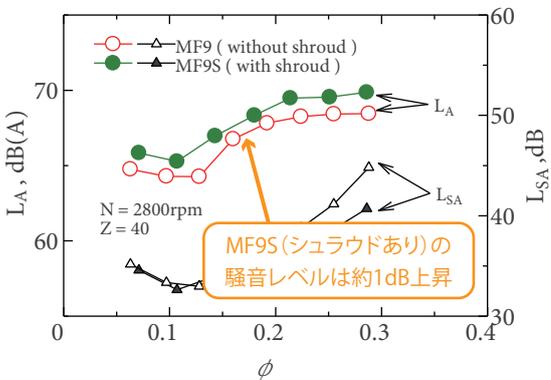
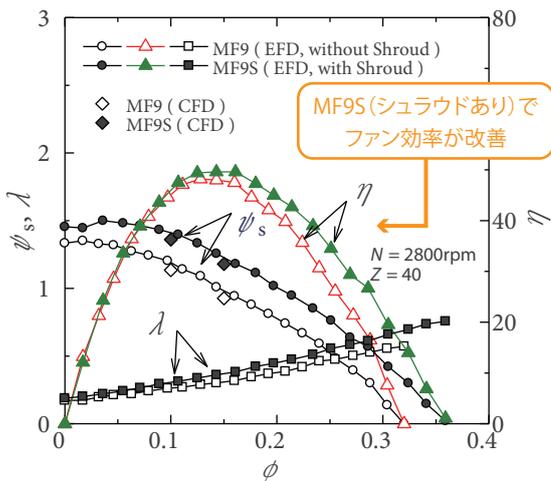


MF9 (シュラウドなし)

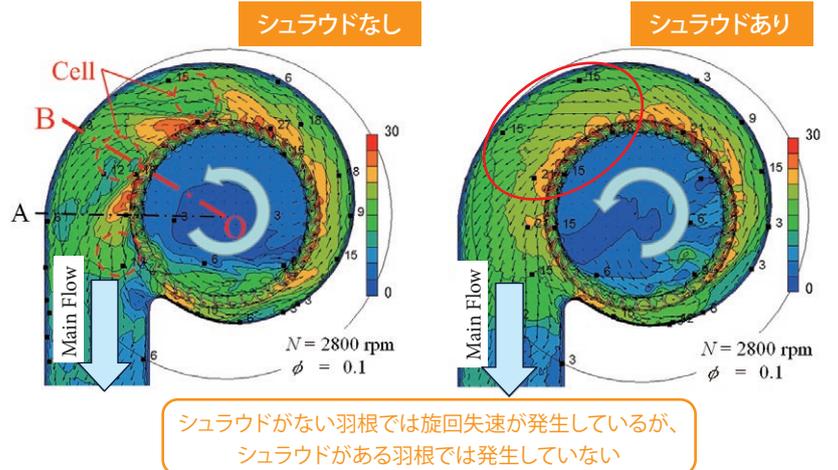


MF9S (シュラウドあり)

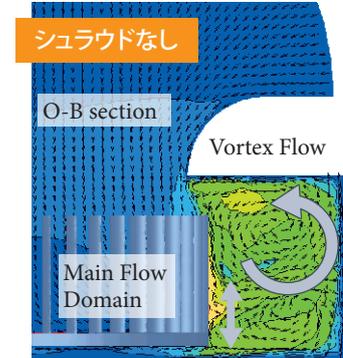
実測結果



シミュレーションによる解析結果



騒音に及ぼす旋回失速の影響



シュラウドを有すファン (MF9S) は旋回失速が形成されにくく、これに応じて低周波側の広帯域騒音はMF9よりも旋回失速回転周波数近傍で大きくなった。

MF9の羽根車は旋回失速の形成される位置での翼間で静圧を十分に上昇させることができず相対的に静圧が低くなった。

comment

SCRYU/Tetraを用いて2つのファン内部流動を明らかにし、広帯域騒音におよぼす旋回失速の影響を評価した。ファンの空力特性と騒音は背反関係にあるが、最高効率点よりも高流量側ではMF9Sの比騒音はMF9よりも低く、シュラウドを有す多翼ファンの総合的な性能が改善されることを明らかにした。

クロスフローファン内部の流れの構造

大阪電気通信大学 様 事例紹介

羽根車端部の特徴的な外部流れを『SCRYU/Tetra』で把握

クロスフローファン

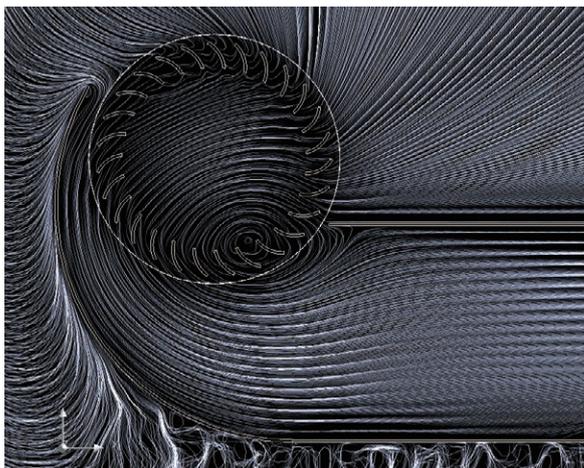
羽根車と流れを規制するケーシングで構成。

羽根車内部は偏心した渦をもつ複雑な流れで、かつ偏心渦の挙動がファン特性・騒音に大きく影響する。

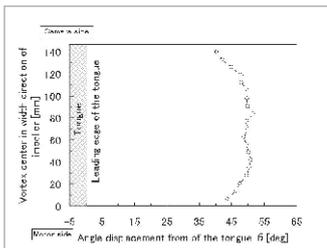
近年、小型化・低騒音化が要求される中、内部流れの構造を解明するため、流線、静圧分布、全圧分布について可視化実験・3次元数値解析を行った。

羽根車内部流れ

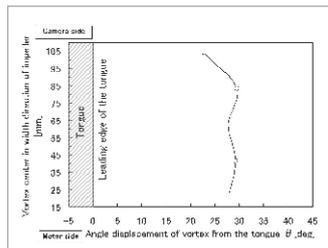
ケーシング側板の影響を明確にするため、羽根車内の偏心渦中心の位置について検討



偏心渦中心の変位



可視化実験

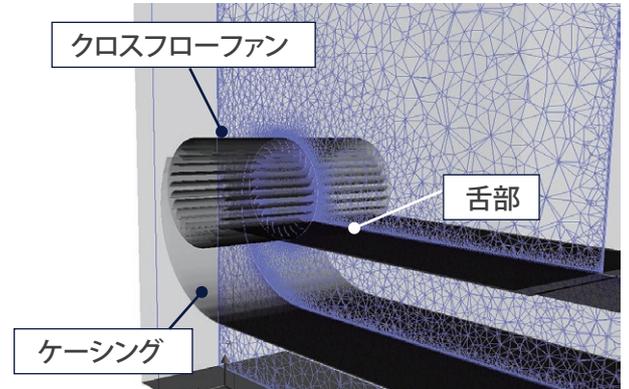


数値解析

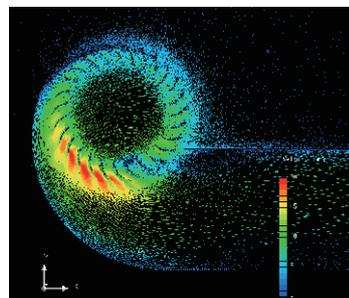
羽根車両端部になるほど、渦中心角度が舌部に近づく中央部の分布についても複雑な様相に

comment

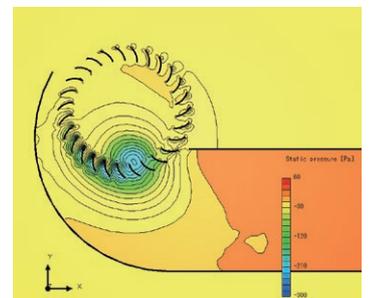
SCRYU/Tetraを用いてクロスフローファンの3次元数値解析を行った結果、可視化実験結果の傾向が捉えられ、数値解析の有効性を見出せた。また、羽根車内部だけでなく、可視化実験では測定が難しいケーシング内と羽根車間などの流れについてもシミュレーションで検討・考察することができた。



解析モデル

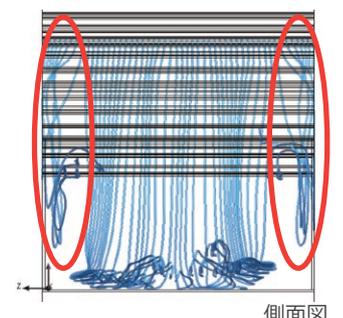
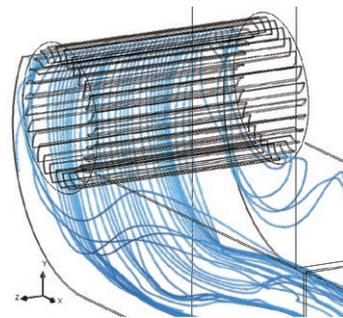


流速分布



静圧分布

ケーシングと羽根車の間における3次元流れ



側面図

- 羽根車中央部
ケーシングに沿った流れ
- 側板近傍
ケーシングに沿わない流れ



羽根車内部の
偏心渦にも影響

ファン高効率化に向けたCFDの適用

テラルクリタ株式会社 様 / テラル株式会社 様 事例紹介

『SCRYU/Tetra』を用いて、ファン製品開発の高効率化を実現

ターボファン



用途

乾燥機

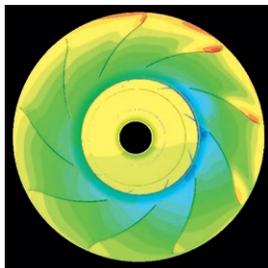
集塵機

選別機

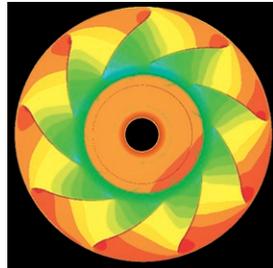
etc

環境負荷を低減する為ファンの高効率化・低騒音化・低振動化など、省エネ化が推進される。

そこで、CFDや構造解析等のシミュレーションツールを活用することで、性能評価や検証を行い、環境に配慮した高効率なファンの開発を行った。



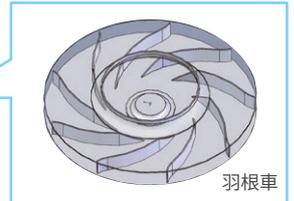
風量10m³/min
全圧効率39.2%



風量40m³/min
全圧効率78.2%

解析目的と解析モデル

風力や圧力、効率などのファン性能を評価し、様々なケースのファン内部の流れ状態や圧力分布を可視化・比較検証を行うことで最適なファン形状を検討する。



要素数 : 約778万
解析条件 : -定常解析
-ALE(回転境界)
回転/静止領域

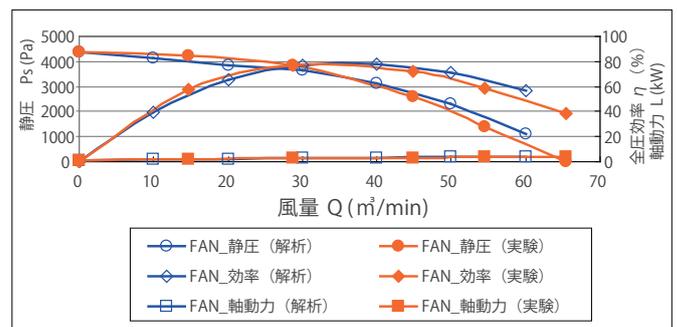
解析結果と実験結果の比較



(※電源周波数60Hz時)

圧力分布の可視化

風量10m³/min時と40m³/min時の比較



解析、実験結果がほとんど同じ値を示していることがグラフからも明らかになった。

風量	Q (m ³ /min)	FAN全圧効率 解析結果							実験結果	
		1	2	3	4	5	6	7	3	4
全圧	P _t (Pa)	4393	4158	3981	3965	3680	3143	2306	4064	3159
静圧	P _s (Pa)	4393	4125	3848	3669	3141	2312	1126	3825	2580
軸動力	L ₀ (kW)	1.27	1.77	2.02	2.56	3.14	3.69	4.09	2.54	3.26
全圧効率	η	0.0	39.2	65.6	77.3	78.2	71.0	56.4	76.8	72.4

comment

SCRYU/Tetraを用いた流体解析により、性能検証を行いながらファンの最適形状を検討。羽根車やケーシング内部の流れや圧力分布を可視化することで、開発・設計段階において、様々な評価が行えた。今回、新設計羽根を採用した結果、全圧効率86.5% (50Hzの時) を達成することができた。ファンの高効率化・低騒音化が実現でき、SCRYU/Tetraが有益であった。

また、流体解析を用いたことで、試作を作る回数や検証する回数を減らすことができ、開発期間の短縮やコスト削減等、大きな効果をもたらした。

ポンプの仕様性能に対する最適化

株式会社帝国機械製作所 様 事例紹介

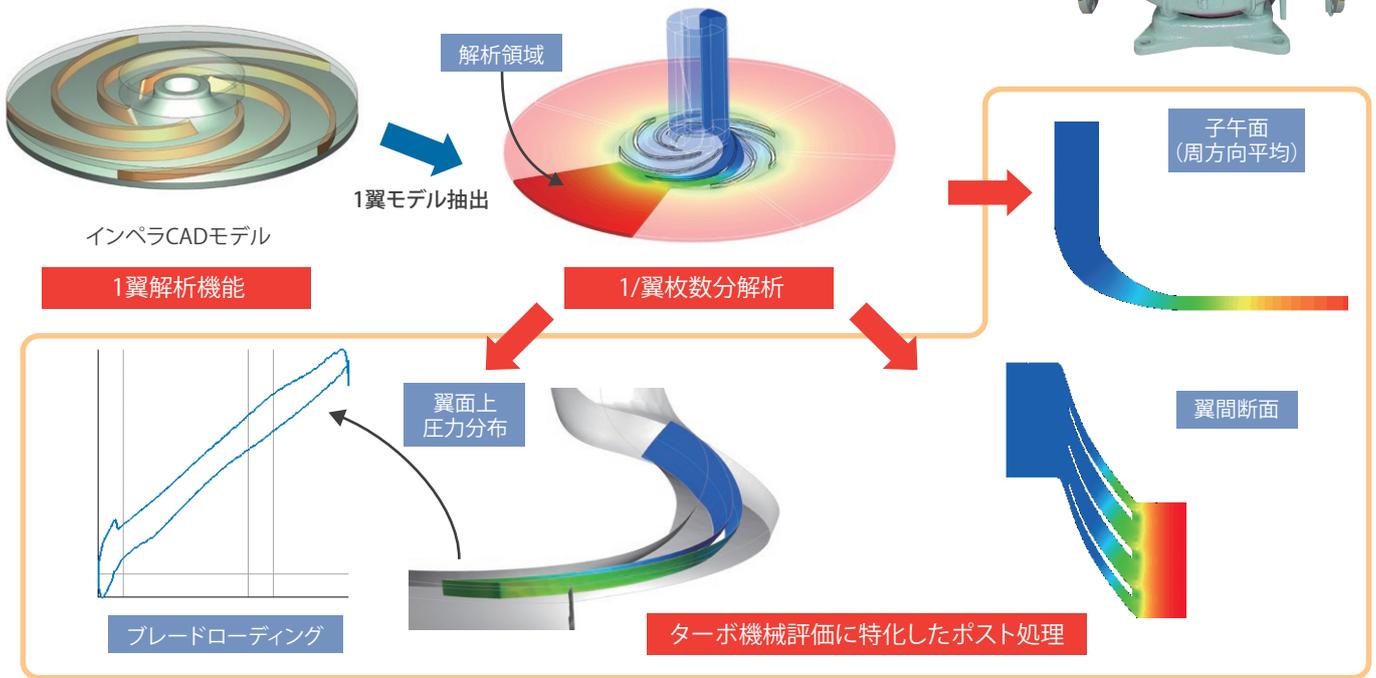
1翼解析機能を用いたインペラ内部流れ解析におけるターンアラウンド性の向上

2点仕様ポンプの設計

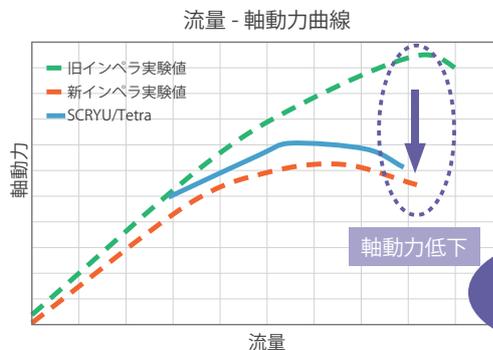
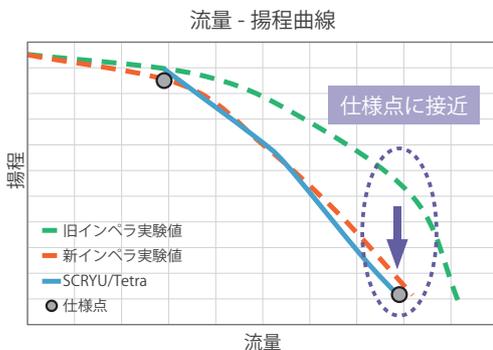
従来、ポンプの高性能化に関しては最高効率点を上げる形での改善設計が行われてきた。ただ、この方法の場合複数の仕様点に合わせて設計することは経験と勘に頼る難しい作業となり、結果として大流量側で揚程がオーバースペックとなることが多く、モーターの定格出力が大きくなってしまっていた。そこで、SCRUYU/Tetraの1翼解析機能を使用して多数のインペラモデルについて検討を行うことで、ポンプの仕様性能に対する最適化を図った。

1翼解析機能

周期的に翼が配置されているポンプやファンの解析では、1翼分の形状を取り出したモデルを解析対象とすることで計算コストを削減できる。SCRUYU/TetraではインペラのCADデータから1翼解析用モデルを抽出し、短時間で解析・ポスト処理を行うことが可能である。



解析結果と実験との比較



16パターンのインペラ形状について解析を実施し、2つの仕様点に接近した性能をもつインペラ形状を得ることができた。さらに、実インペラによる運転では解析と同等の傾向が確認でき、結果としてモーターの最大必要出力を約36%低下することができた。

**モーター最大出力
DOWN**

comment

SCRUYU/Tetraの1翼解析機能を使用し解析のターンアラウンド性を向上させることで、多数のインペラモデルの比較を非常に容易に行うことが可能となった。その結果、従来設計手法による過剰なポンプ性能を仕様に対して必要十分な形に最適化することができ、モーター定格出力を大幅に低減させることに成功した。

ピストンポンプの吐出効率解析

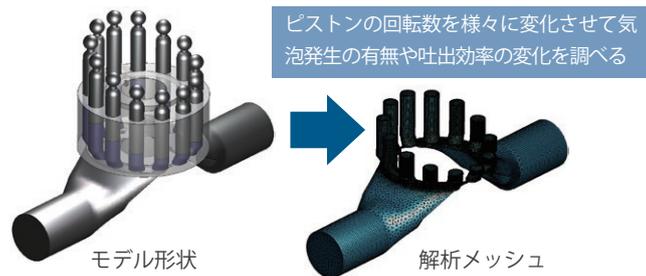
SCRYU/Tetra 機能紹介

『SCRYU/Tetra』を用いた吐出効率の評価とキャビテーションの発生予測

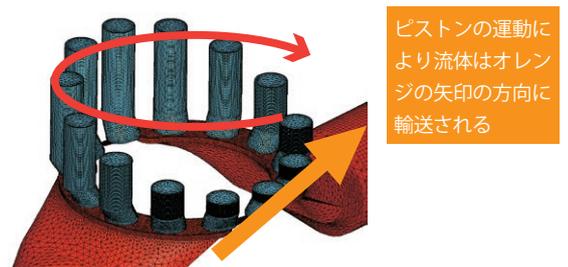
解析概要

ピストンポンプは往復運動をしながら回転するピストンにより流体を輸送するもので、多くの産業機械に利用されている。ピストンの回転数を上げることで流量の増加を図ることができる一方で、キャビテーションや溶存気体の遊離が起これ、吐出効率が低下したり、ポンプそのものが損傷する危険がある。SCRYU/Tetraの要素移動機能を用いて解析を行い、気泡発生の様子を確認し、吐出効率を見積もる。

解析モデル



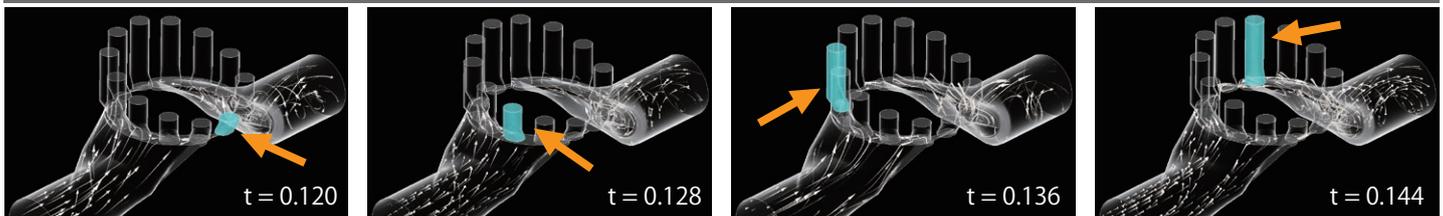
ピストンの回転・往復運動



上図のように実形状から流体部分を抜き出して解析を行う。

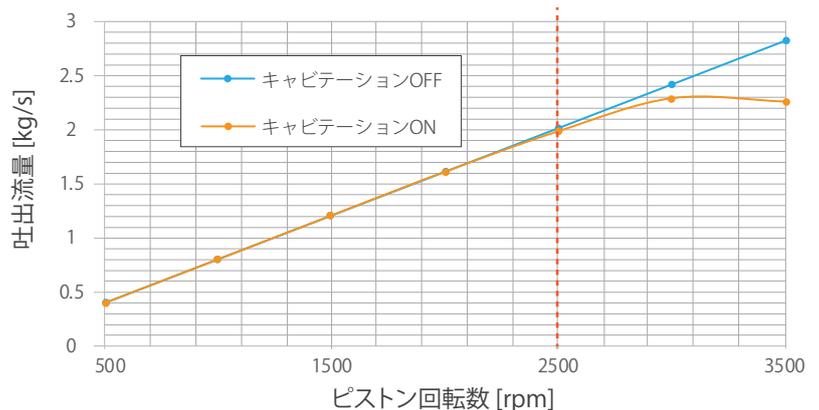
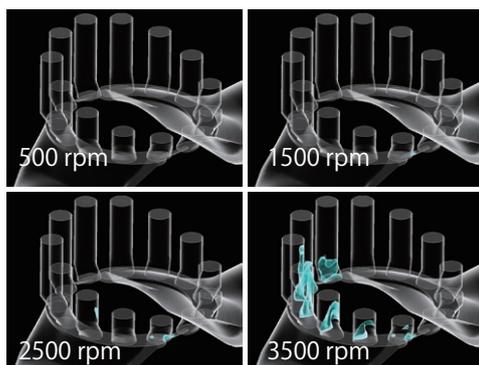
吸入部・吐出部は赤色の静止メッシュ、ピストンは青色の回転移動メッシュで表現される。ピストンの上下動はメッシュ伸縮により表現する。

解析結果



流速分布

各時刻における流れ場の様子。ピストンの回転・往復運動がわかるよう、矢印で示したピストンに色付けをしている。吸入側では一様な流れとなっている一方で、吐出側では大きな渦がみられる。



気泡発生の様子

回転数別の気泡発生の様子。回転数が高いほど広範囲で溶存気体の遊離がみられる。

吐出効率の評価

キャビテーション機能のON/OFFを切り替えた解析の比較から吐出効率低下を評価できる。このケースでは2500 [rpm]以上で顕著に効率が低下している。

comment

- SCRYU/Tetraを用いて、ピストンポンプの吐出効率調査を行った。
- 回転数を変化させた解析により、気泡発生傾向の差を把握し、吐出効率の低下を見積もることができる。
- 流れ場の可視化と併せて、高信頼性・高効率なポンプの設計に活用できる。

渦巻きポンプ 解析事例

テラル 株式会社 事例紹介

『SCRYU/Tetra』を活用し、渦巻きポンプ製品開発の高効率化を実現

渦巻きポンプ

3次元CAD、3次元測定、3次元プリンター、構造解析などに流体解析を組み合わせることで、更に高品質で付加価値の高い商品開発が可能に。

TERAL



冷温水循環用

一般給水用

工業用水の送水
上水道の送配水

**ハイレベルな研究・開発設計
高度なニーズへの対応
安定した品質の商品を供給**

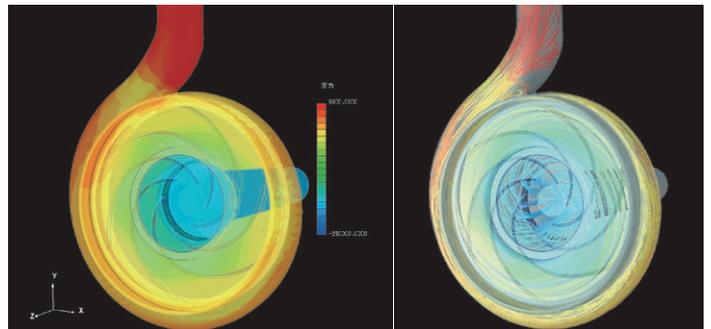
解析モデル



要素数：約774万
節点数：約220万

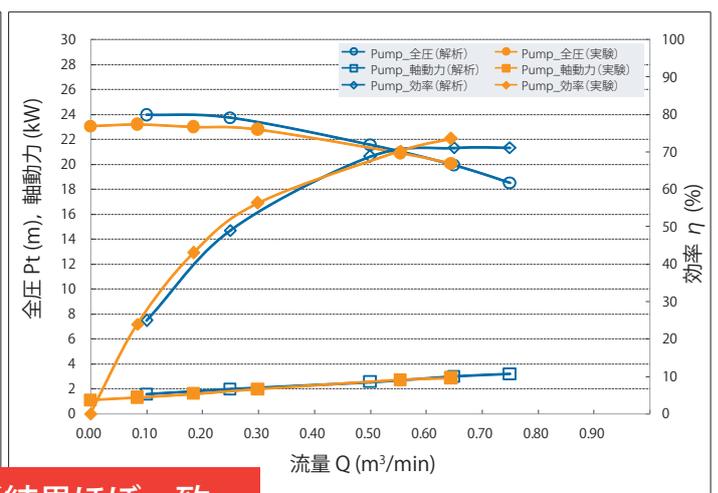
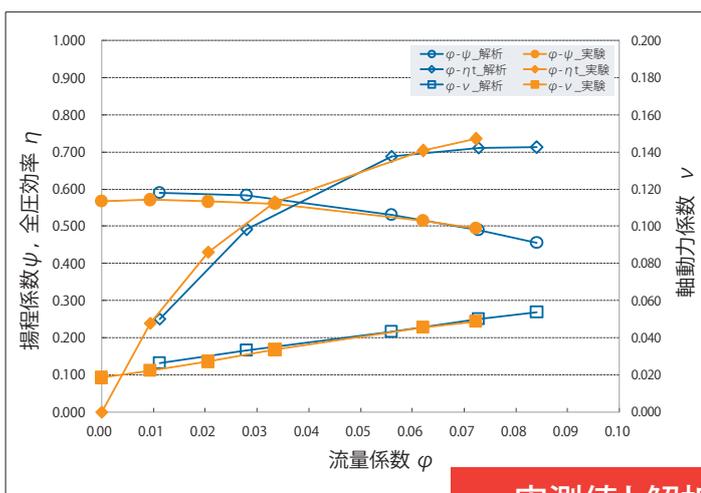
定常解析
ALE
-回転/静止領域

解析結果



ポンプ内の流れや圧力分布など、結果を視覚的にとらえられ、また複数ケースの比較検証により試作前に設計の方向性を決定する手段としても活用

解析結果と実験結果の数値比較



実測値と解析結果ほぼ一致

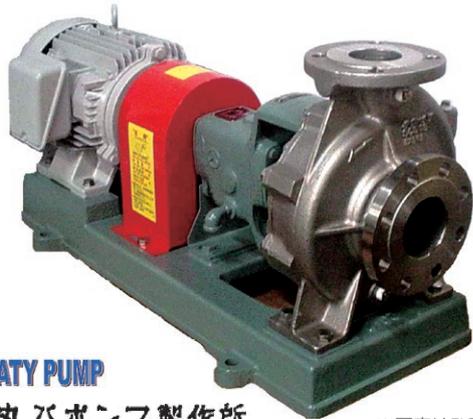
comment

SCRYU/Tetraの導入により、ポンプの性能評価や内部流れ等の可視化が短時間で行えるようになり、開発期間の短縮(25%~65%↓)や開発費削減など、大きな効果をもたらした。また、解析結果を用いることで、若手・中堅・ベテラン社員を問わず、いろいろな角度から活発な議論・評価が行えるようになった。

渦巻きポンプ 解析事例

株式会社丸八ポンプ製作所 様 事例紹介

『SCRYU/Tetra』を活用し、渦巻きポンプの性能評価をシミュレーションで実現



株式会社 丸八ポンプ製作所

※写真はFIC型です

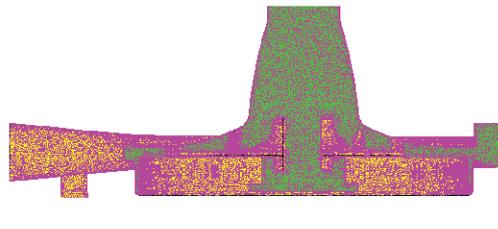
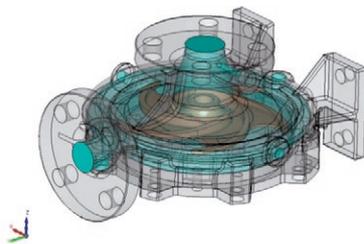
用途

- 各種プラント用
- 廃液処理設備用
- 公害防止装置用
- 給水、排水用
- 溶剤等特殊液の移送用

特長

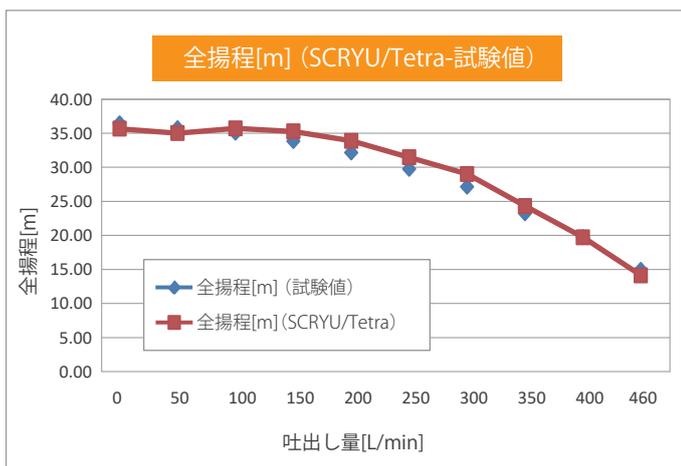
- 脚付ケーシングの為、配管を外す事無く、インペラーを含む主要回転部を容易に分解、点検が出来るバックプルアウト方式を採用しています。
- JIMS 16bar規格準拠品です。

解析モデル

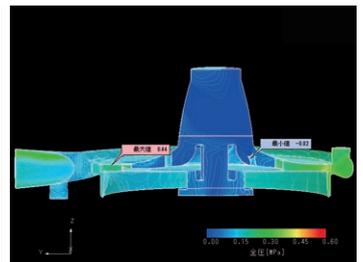
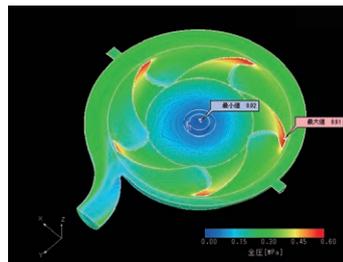


全要素数：2,534,983

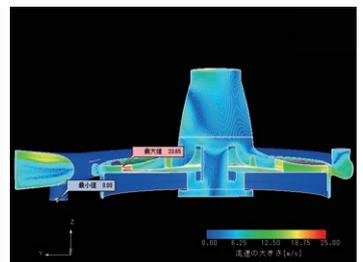
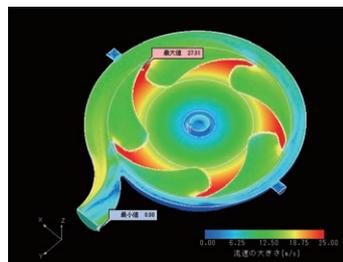
解析結果と実験結果の数値比較



解析結果



全圧分布 (400[L/min])



流速分布 (400[L/min])

comment

一般的に、高速回転するポンプ内流れの詳細な現象を連続的に測定することは難しく、数値解析による検証・評価は有効である。実験値との比較において、解析値がやや高めの値で得られたが、推移はグラフからも見てとれるように実験値とほぼ一致しており、傾向をとらえられたといえる。

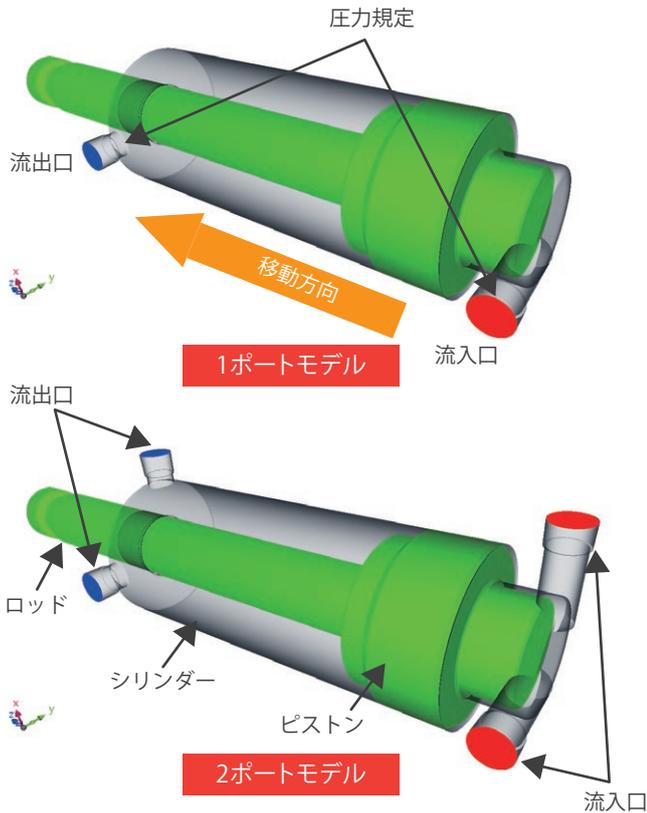
金型用油圧シリンダーへの適用検討と効果

株式会社南武様 事例紹介

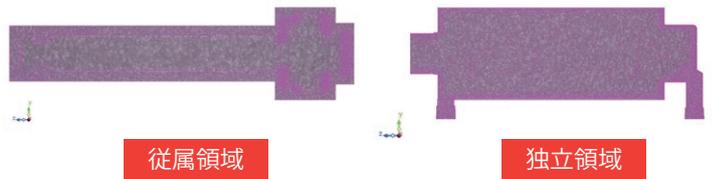
『SCRYU/Tetra』を用いてシリンダーの高速化を検討

解析目的

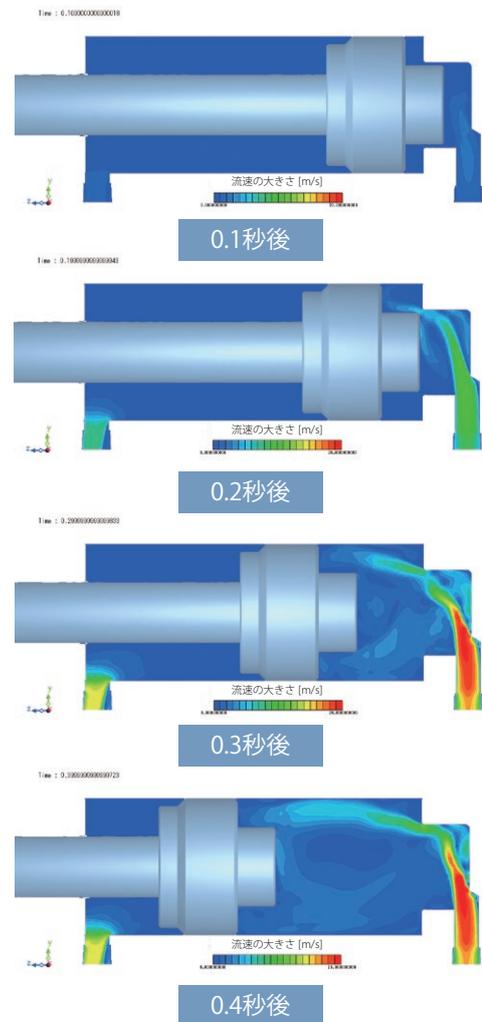
ダイカスト製品の大量生産実現において、油圧シリンダーの高速化はサイクルタイムの短縮に直結する為、製品の機能として重要視されている。現行の1ポートモデルを使った実験値との比較で、数値解析の妥当性を確認した上で、ポート数を増やし移動速度の向上を検討した。



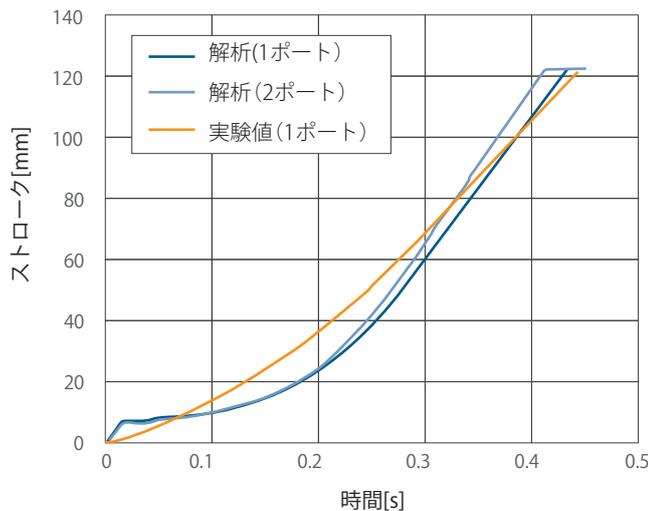
解析メッシュ図



解析結果(1ポートモデル)



解析値と実験値との比較



comment

- 1ポートモデルの実験結果と比較して、シリンダー移動速度の推移にはやや差異はあるが、到達時間は実験値とほぼ一致している。
- 2ポートモデルにすると、約5%移動速度が向上することを事前検討できた。

立軸ポンプ吸込水槽における渦発生と条件予測

株式会社 西島製作所 様 事例紹介

水槽内流れ予測に対するCFDの有用性を『SCRUYU/Tetra』で評価

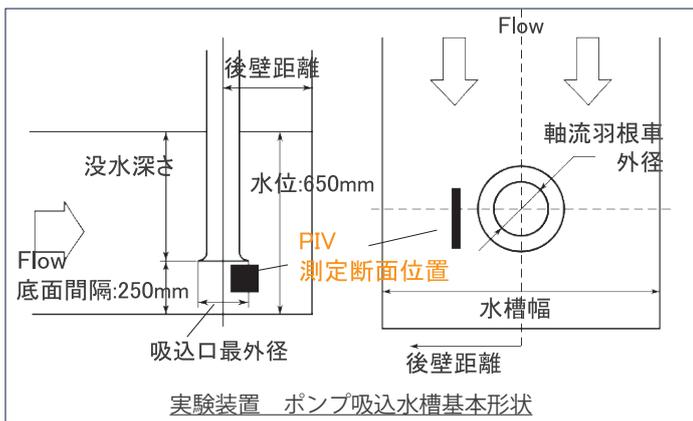
背景

ポンプの大容量・高速化に伴い、ポンプ吸込水槽内流速を高速にすることによる水槽の小型化が求められるようになってきた。ポンプ吸込水槽内の渦発生は、騒音や振動の原因となるため、模型試験の重要性が高まる。

一方で、コストと労力の削減を考慮し、CFDを用いたシミュレーション技術に期待が集まっている。

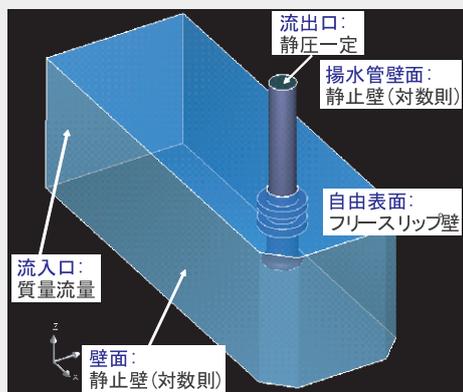
吸込水槽壁側から発生する水中渦に着目し、水位と流量を種々変えた場合の渦の挙動を実験的に促え、その結果をCFD解析と比較検討した。

ポンプ吸込水槽



0.6, 1.2, 1.8m³/minの各流量において発生する水中渦周りの流速をPIV (Particle Image Velocimetry) を用いて測定。

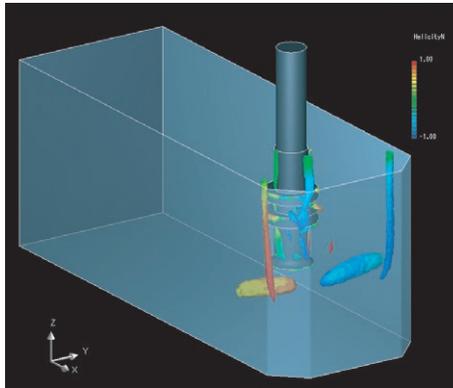
解析



～解析条件～

- 250万メッシュ
- 定常解析
- 軸流ポンプ羽根車
⇒回転考慮なし
- SST乱流モデル

○ 旋回成分(渦)発生位置

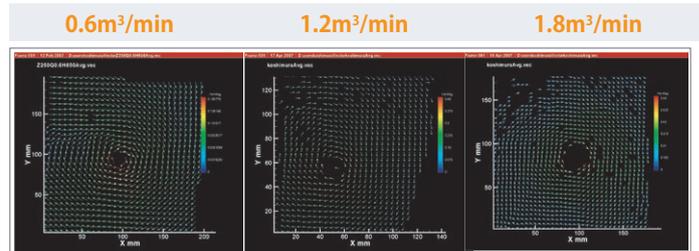


おおむね吸込口の下方、水槽のポンプ裾付位置より下流側から軸心までの範囲に発生位置が限定される

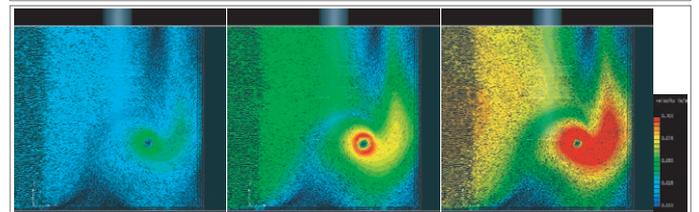
渦構造コンター (CFD) : 流量=0.6m³/min
⇒ q関数 (速度勾配テンソル第2不変量) を用いて抽出

結果比較

○ 各流量における流速ベクトル (断面: PIV測定位置)



水中渦周りの時間平均速度ベクトル (PIV)



旋回流れの流速ベクトル (CFD)

旋回流れの発生位置や旋回方向、流速は実験結果と解析結果で定性的によく一致

水槽壁側から発生する水中渦

- 渦中心に向かうほど旋回速度が大
- 流量の増加に伴い発達し、旋回速度も大
- 渦中心近傍にはキャビティを伴うことを確認

comment

流体解析を使用した空気吸込渦、および水中渦の発生予測の有効性を検証するために解析結果と実験データの比較を行った。その結果、流体解析結果は旋回成分(渦)の発生位置や旋回方向、および流量の増加に伴う旋回速度の増加傾向など、定性的な傾向は実験結果とよく一致した。

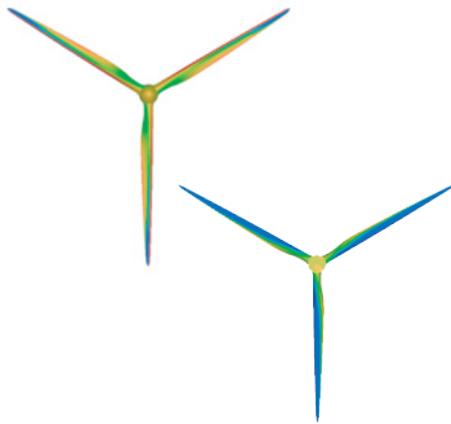
自然エネルギーとシミュレーション

SCRYU/Tetra STREAM 事例紹介

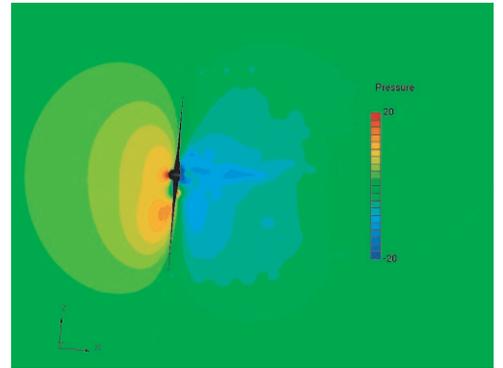
風力・風環境の評価にシミュレーションを活用

風力発電

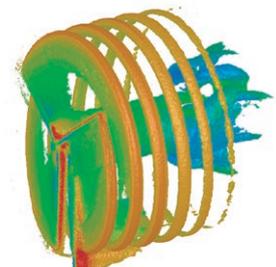
SCRYU/Tetra 事例紹介



圧力分布 (左:正面と裏側 / 右:側面)



渦度等値面表示



風力発電装置 - Wind Power Generation

風力次世代のエネルギー源として注目される自然エネルギー。その一つとして風力発電への期待も高まりつつあります。風力発電装置周りの風環境に対する空力および、風力タービン表面にかかる圧力、トルクの算出など効力特性の把握にシミュレーションが用いられています。

風環境と都市開発

STREAM 事例紹介



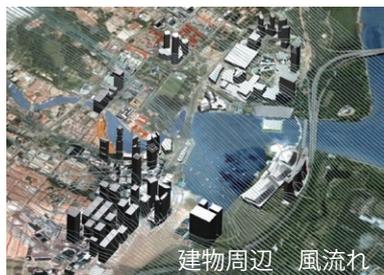
地形データ



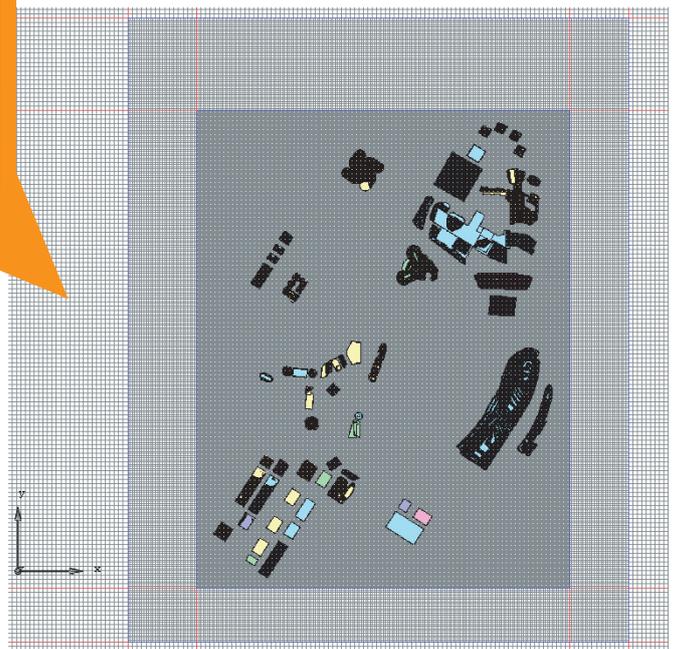
3次元モデル



高層ビル周辺 風速



建物周辺 風流れ



STREAM メッシュ図

風環境 - Wind Environment

建物の高層化と高密度化に伴い、都市や建築をデザインする中で、風環境の評価は重要なものになっています。シミュレーションを行うことで、都市計画段階における環境予測やビル風対策の検討・適用に役立ちます。地形データをもとに、広範囲の風環境予測が可能です。



お問い合わせはこちら





Hexagon はセンサー、ソフトウェア、自律型テクノロジーを組み合わせたデジタルリアリティのグローバルリーダーです。当社は産業、製造、インフラ、公共部門、モビリティアプリの全域でデータを活用することで効率、生産性、品質および安全性を高めています。

当社のテクノロジーは生産と人に関連するエコシステムを形成し、接続と自律化を拡大し続け、スケーラブルで持続可能な未来を保証します。

HexagonのManufacturing Intelligence 事業部は、設計とエンジニアリング、製造、および計測分野のデータを活用し、製造をよりスマートにするためのソリューションを提供しています。

Hexagon (ナスダック・ストックホルム HEXA B) についての詳細は、hexagon.com をご覧ください。また [@HexagonAB](https://twitter.com/HexagonAB) をフォローしてください。