

本計算による計算結果と計測値の比較を Fig. 37～

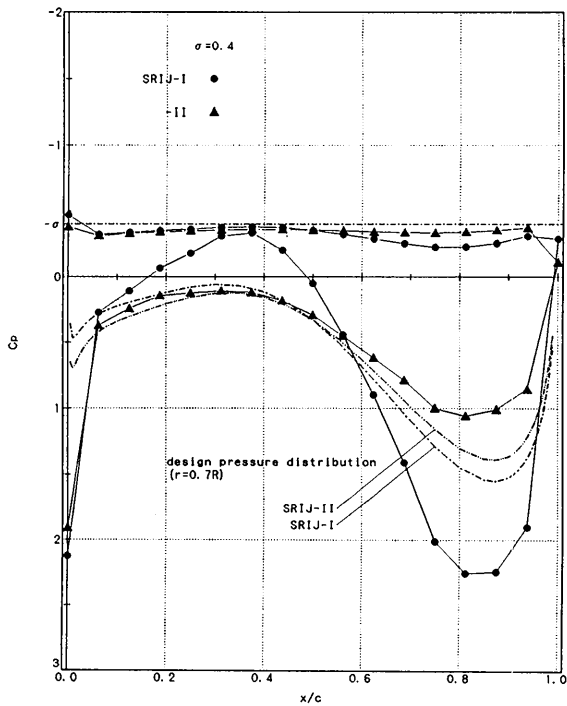


Fig. 40 SRIJ-II SCP の圧力分布に関する設計値と計算値の比較

39 に示す。Fig. 37 での比較では、スラストとトルクの計算値がわずかに小さいが、効率は比較的良く一致する。スラストとトルクに関する計算値が低くなる原因は、キャビティに覆われている部分の圧力の計算値が Fig. 40 に示す様に蒸気圧よりわずかに高くなる傾向による。よって、この領域の圧力を蒸気圧であるとして性能計算すると、スラストが 0.6% 大きく、トルクが 1.5% 小さく、効率が 2.3% 大きくなり、理論と実験とは更に良く一致する。

Fig. 38 のキャビティ長さの比較において、SRIJ-II プロペラの場合は SRIJ-I プロペラの場合と比べて一致は良くなっているが、この計算では後流渦の変形を考慮していないので、翼端側の渦の密度が後流中で変化せず、実験で見られる翼端渦をシミュレーションできない。

Fig. 39 に示す後流渦の変形を考慮した場合の計算では、翼端側でも計算と実験とは定性的にも一致し、翼端渦が形成される。設計点でのキャビテーション・パターンを Fig. 41 に、ほぼ同一の方向から撮った写真を Fig. 33 に示す。後流渦の変形を考慮しているため、翼端側及び翼根側で渦が互いに集まって、より太い渦になって、翼端渦が形成される。翼端渦の節の周期ばかりでなく、長さも計算と実験とは一致している。

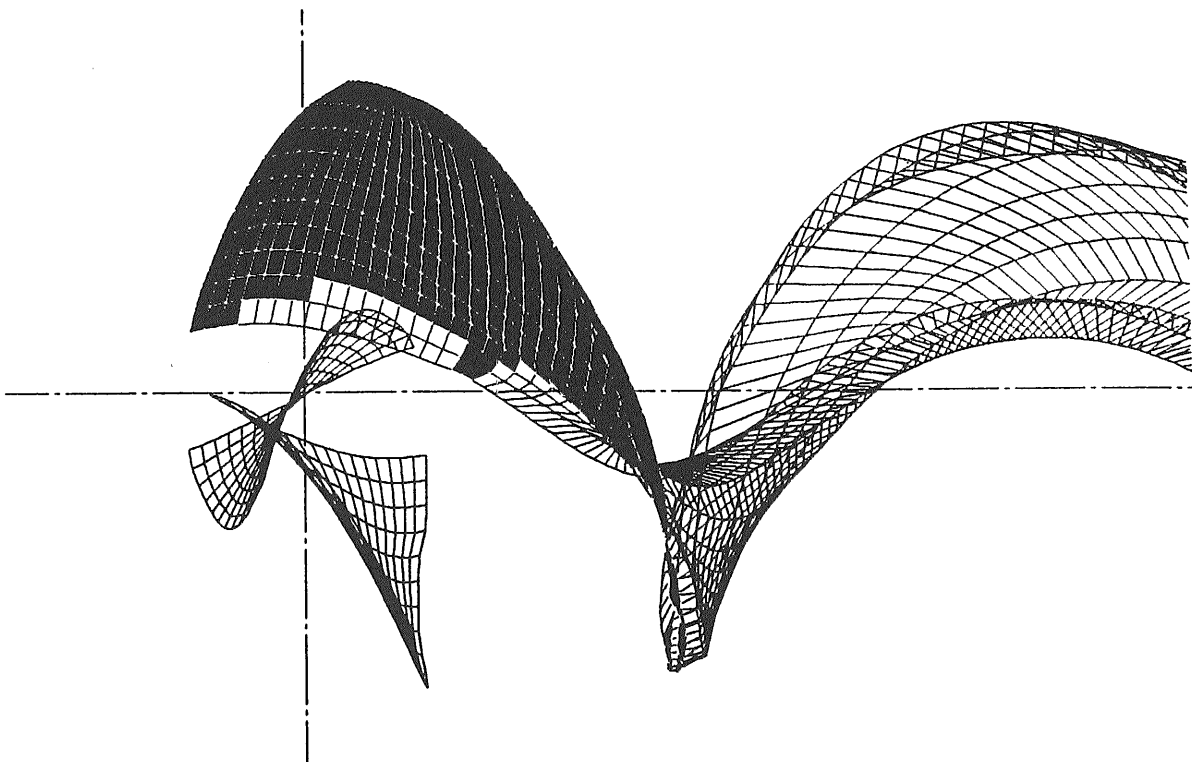


Fig. 41 SRIJ-II SCP のキャビテーション・パターン

他の SCP (SRIJ-III, SRIJ-IV, SSPA, Newton-Rader プロペラ) について計算を行った結果、Table 3 に示す様に数%の精度でスラストとトルクを予測できることを確かめており、信頼性のある計算法が開発されたと言える。

本計算法が十分な精度があることから、設計で得られた SCP について性能予測をすることによって、実験での設計評価の回数を減らすことができ、開発効率を上げ、設計精度向上に専心することができることになる。

4.4 スーパーキャビテーション・プロペラの性能計測

設計された SCP の性能が設計の意図通りに設計されているかを調べる方法は、実機試験で確かめるのが最も良いが、船の姿勢や潮流、波、風、うねりなどの自然現象により複雑な影響を受けるため、合否の単純な判断はできても、結果の因果関係を明確にすることは、殆ど不可能と言える。一方、模型実験は状況が目に見え、かつ、スラスト、トルク、流速、プロペラ回転数、気泡核の多い少ないなどの情報が得やすいため、因果関係の推定が比較的容易である。

SCP は従来のプロペラと異なり、非常に低圧で試験を行うことから、計測精度の確保に注意を払う必要がある。このため、SCP の性能計測では第1計測部

において2つの動力計(主動力計; K&R J26 と斜流動力計; K&R H38)を用い、同じプロペラで計測をした。また、プロペラ回転数や空気含有率を変化させ、それらの計測結果に及ぼす影響を調べたり、これらの量を変化させても同等の結果が得られることを確かめた。また、ノン・キャビテーション状態については、曳航水槽でのプロペラ単独性能試験結果と比較することにより、キャビテーション水槽の動力計の検定をした。

また、SCP の性能計測に際しては、先ず、ダミー・ボスを動力計に取り付け、圧力、流速をパラメータとして変化させ、ダミー・ボスの発生するスラスト及びトルクを計測した。ダミー・ボスによる計測は本計測に先立って行った。次に、プロペラを動力計に取り付け、試験状態でスラスト、トルクを計測し、予めダミー・ボスで計測した値を差し引きし、補正した。

以上の様な手続きを踏んで計測を行い、精度の確保につとめた。詳細は文献 [13] に記述した。

4.5 まとめ

本研究では、新しい信頼性のある SCP の理論設計法を開発し、ここではその開発経過について述べた。既存理論設計法の長所を取り入れ、揚力面補正や SC 翼型に関する従来の理論的誤りを正し、より高精度な手法を取り入れることによって、設計法を作り上げた。

Table 3 SCP の設計条件と予測値、計測値の比較

名称	N-R	DTMB	SSPA	SRIJ-I	SRIJ-II	SRIJ-A	SRIJ-III	SRNJ	SRIJ-IV	
M.P.No.	339	341	345	354	356	365	366	367	369	
設計法	N-Rチャート	DTMB法	SSPAチャート	SC揚力線	SC揚力線	SC揚力面	SC揚力面	SC揚力面	SC揚力面	
設計値	前進率	1.34	0.775	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	
	スラスト係数	0.235	0.0928	0.159	0.160	0.160	0.217	0.156	0.164	
	トルク係数	0.0710	0.0162	0.0430	0.0354	0.0360	0.0545	0.0364	0.0373	
	効率	0.690	0.705	0.647	0.786	0.772	0.696	0.750	0.771	
計測値	前進率	1.34	0.775	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	
	スラスト係数	0.270	0.125	0.170	0.183	0.165	0.203	0.150	0.160	
	トルク係数	0.0790	0.0225	0.0468	0.0474	0.0420	0.0516	0.0356	0.0378	
	効率	0.728	0.670	0.636	0.676	0.707	0.688	0.738	0.741	
計測値	荷重度	0.334				0.465		0.334		
	前進率	1.41	0.870	1.15	1.17	1.12	1.013	1.05	1.10	
	スラスト係数	0.259	0.099	0.173	0.180	0.166	0.188	0.146	0.160	
	トルク係数	0.0780	0.0198	0.0477	0.0475	0.0412	0.0470	0.0345	0.0379	
	効率	0.744	0.695	0.664	0.703	0.718	0.645	0.709	0.741	
解析値	前進率	1.34	0.775	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	
	スラスト係数	0.271	0.092	0.172	0.192	0.162	0.217	0.148	0.164	
	トルク係数	0.0780	0.0163	0.0450	0.0484	0.0391	0.545	0.0347	0.0373	
	効率	0.740	0.692	0.669	0.692	0.726	0.696	0.747	0.771	

揚力面補正法も既存の考え方から大幅に進んだ概念で構成されている。この設計法により、従来より格段に高効率で要求スラストや強度を満足する SCP が設計できるようになった。

また、SCP の性能予測計算法は設計において重要な役割を果たす。設計結果の確認や、オフデザインでの性能把握に極めて有効であり、設計効率を高めるのに役立った。本研究で開発された SCP 性能計算法は実験と数%の誤差で良く合うことから、SCP の設計には不可欠なツールである。

SCP の設計結果を確認するのに模型実験が最も手軽で信頼性があり、また、設計で齟齬があった時などに、情報が得やすいので原因究明を行うのに有効である。SCP 独特の実験を考慮して計測を行い、実験精度の向上を果たすことができた。

以上の3つの研究が総合的に機能して初めて設計法が設計法として意味を成すことを忘れてはならない。

5. 設計法の適用例

5.1 50 ノット高荷重超高速船プロペラ

第4章で設計例も含めて SCP の理論設計法について述べたが、設計法が SRIJ-II プロペラの設計で、ほぼ高効率 SCP の設計の目的がつき、更なる効率と設計精度の向上を目指した。4.2.4 で述べた最終的設計法を用い、最適性能を得るため、設計の観点を変化させて設計した例について述べる。

(1) SRIJ-III プロペラ ; MP No.366

このプロペラは、SRIJ-I や-II プロペラと異なり、強度の許す範囲で、翼弦長を小さくした。各半径位置での揚力係数を大きくし、キャンパーを大きくして揚抗比を上げることによって、効率向上を狙ったプロペラである。また、効率の向上の観点からアスペクト比

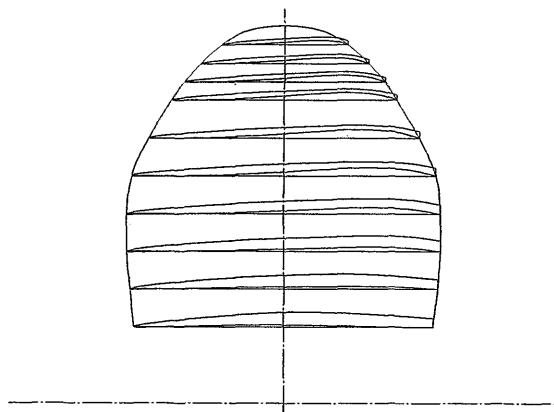


Fig. 42 SRIJ-III SCP の形状

を大きくすることも有効である。

この設計では、揚抗比を上げるために、翼根部を除く各半径位置において初期設計で得られた翼断面形状について、2次元 SC 翼理論で後縁でのキャビティ厚みを計算し、SCP でもその厚みとなるようにピッチを増減させ、SCP 性能予測法で最終ピッチを決定している。この設計では、初期設計プログラム中の理論チャートや揚力線理論等のもつ誤差を是正することになる。設計の最終段階でも、SCP 性能予測計算で所要スラストが発生することを確認した。この計算によると、カスケード効果によると考えられる補正分はピッチ比で 0.05 程度であった。

Fig. 42 に示す SCP の模型を製作し、キャビテーション試験を行い、Fig. 43 に示す性能計測結果を得た。設計前進率の $J=1.1$ では、設計予測値よりスラストは 4% 小さく、効率は 73.8% と、約 2% 低くなったが、ほぼ狙い通りの SCP が設計できた。実験でスラストが低くなるのは、Fig. 44 の写真に示す様に、模型実験では背面すべてが SC で覆われなかったためである。

(2) SRIJ-IV プロペラ ; MP No.365

SRIJ-II プロペラは比較的高効率となり、設計スラストを発生したが、翼強度が実機レベルに対応しないので、実機レベルの翼強度を満たすように設計した。この設計では、翼根部で SC 翼型を用いることは性能ばかりでなく強度上も不利となるので、前章の設計で

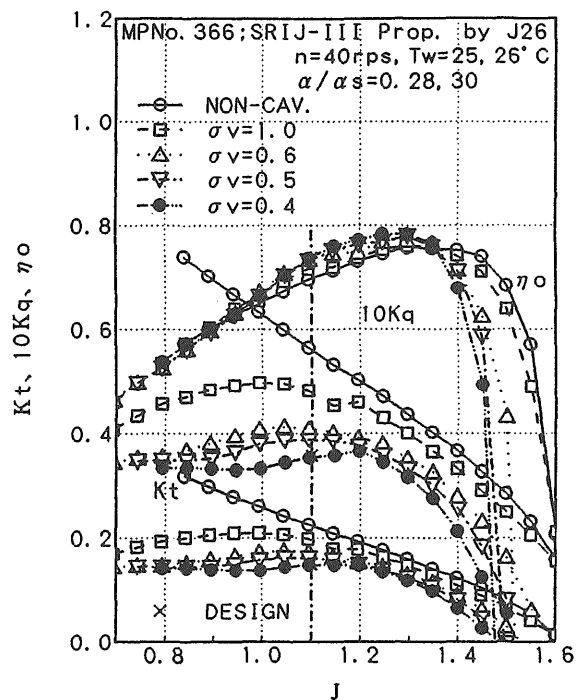


Fig. 43 SRIJ-III SCP のキャビテーション性能曲線

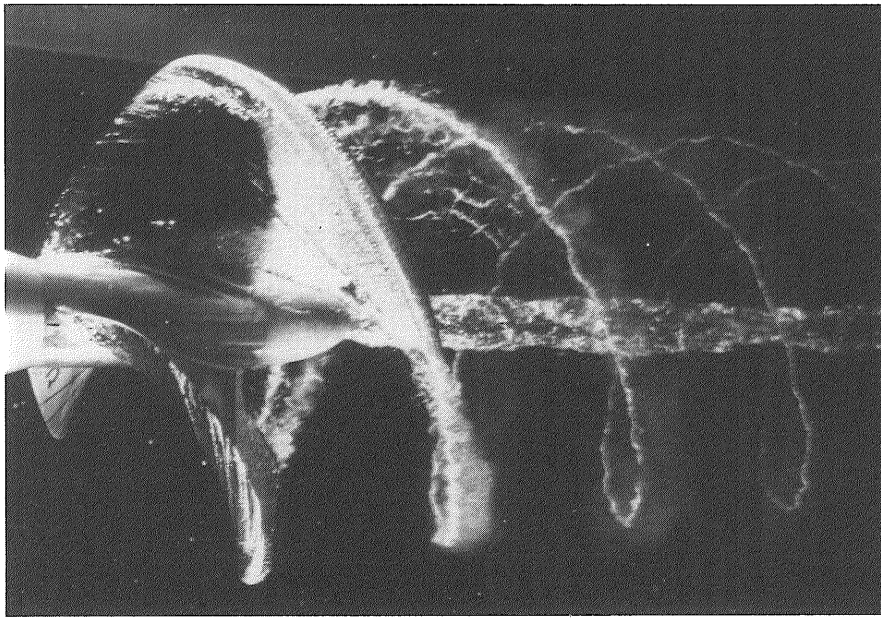


Fig. 44 SRIJ-III SCP のキャビテーション・パターンの写真

述べた様に、翼根部ではエアロfoil翼型 (NACA 16系) を用いるハイブリッド型 SCP とした。SC 翼型を 0.6R より翼端側で用い、中間の領域は滑らかにフェアリングして翼断面形状を決めた。得られた SCP を Fig. 45 に示す。SCP 性能に関する実験結果を Fig. 46 に示す。設計点である前進率では、スラストが 4% 大きく、効率は 69.5% で、設計予測より効率が約 4% 低くなった。キャビテーションパターンを Fig. 47 に示す。強度条件を確認するため、有限要素法で流体力による翼応力を計算した結果、 $8.99\text{kg}/\text{mm}^2$ となり、設計目標値の $8.33\text{kg}/\text{mm}^2$ より若干大きくなったが、この種の高荷重プロペラにおいても、70% 近くの高いプ

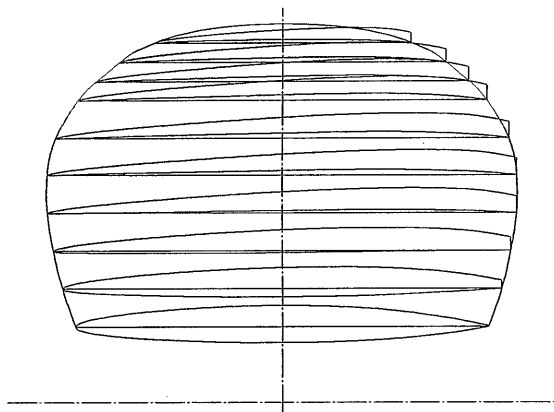


Fig. 45 SRIJ-IV SCP の形状

ロペラ効率が得られることを示すことができた。

5.2 60ノット高荷重超高速船プロペラ

前節の SCP より、更に超高速な船への SCP の適用を試みた。設計条件は、船速が 60 ノット、一軸あたりのスラストが 200 トンであり、前進率 $J=1.1$ で、スラスト係数 $C_T=0.465$ 、キャビテーション数 $\sigma_v=$

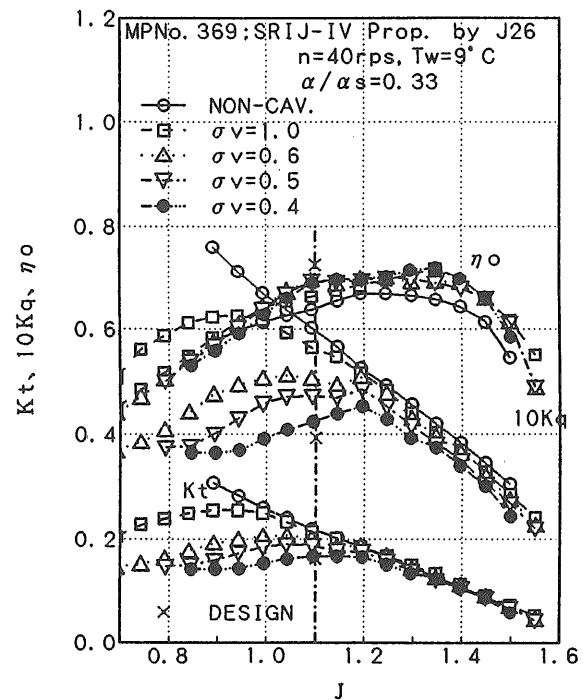


Fig. 46 SRIJ-IV SCP のキャビテーション性能曲線

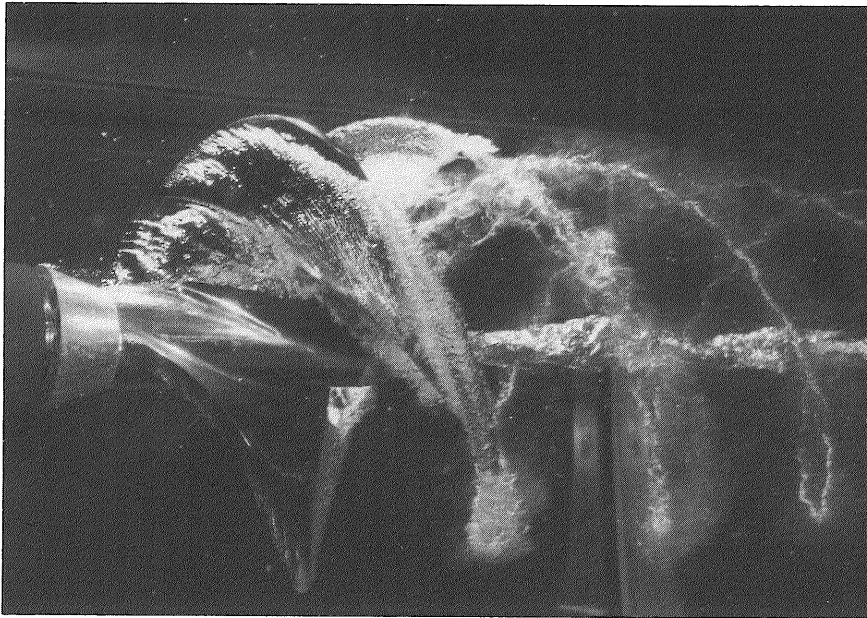


Fig. 47 SRIJ-IV SCP のキャビテーション・パターンの写真

0.3 と、かなり高荷重、低キャビテーション数用の SCP を設計することになった。設計荷重が大きいため、翼展開面積比は 0.825 とかなり大きくなった。Fig. 48 に示す SCP 模型を製作し、キャビテーション水槽で性能計測を行い、Fig. 49 に示す性能曲線を得た。設計予測と比べて、効率は約 69% で約 1% 低くなっただけであったが、スラストの計測値は約 6% 小さくなった。本設計では、開発途中であった性能予測計算において計算に用いた格子数が少なく、後流渦面が短く設定したため、性能を精度良く計算ができなかったことが原因であった。特に、翼根部において、キャビティが設計意図より厚くなったために、スラストが

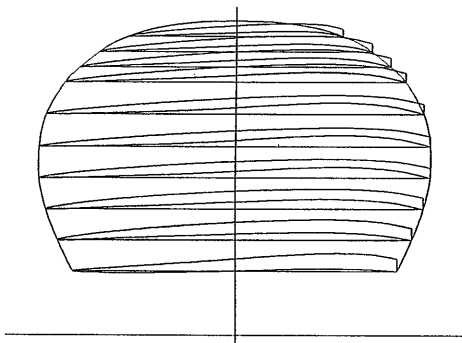


Fig. 48 SRIJ-A SCP の形状

低下したものと分析できる。また、その後開発した SRIJ-IV プロペラと同様にハイブリッド型 SCP を用いる設計手法をとることにより、大幅な効率向上と設計スラストの確保が可能である。

5.3 競艇用プロペラ

以上述べた SCP は 50 ノット及び 60 ノットの超高

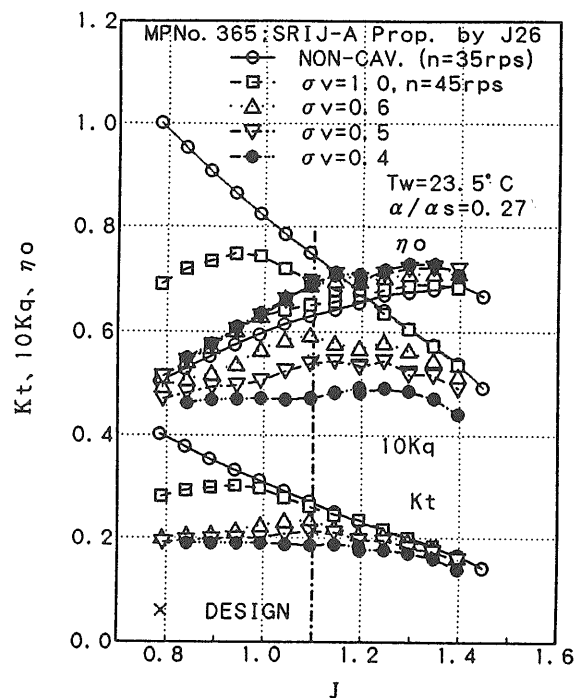


Fig. 49 SRIJ-A SCP のキャビテーション性能曲線

速船用高荷重プロペラであり、設計条件が仮想的なものであり、且つ、設計の確認は模型プロペラによる実験と性能計算法で行った。このため、実機に適用して、実用時においても本設計法の有効性を調べるため、そ

の対象として競艇用プロペラを取り上げた。

競艇で用いられている競走用モーターボートについて、現用ボートをプロトタイプとして、新型エンジンを搭載し、大型化及び高速化（最高速度 100km/h）を目指した新型艇の開発を(株)全国モーターボート競争会連合会（全モ連）が行った。新艇用プロペラの設計の依頼が船研にあり、競艇用プロペラを2ヶ、SCPで設計した。全モ連の研究委員会の長年の研究により作成した設計チャートにより設計したSC-1プロペラをターゲットプロペラとして、本研究で最終的に開発したSCP設計法により、2つのSCPを設計した。

Table 4 競艇用プロペラの設計条件

	Cond.I	Cond.II	
		Acc.	Full
BHP [PS]	64	67	67
Prop. Rev. Rate [rpm]	7,000	7,000	7,000
Boat Speed [km/h] [kt]	100.0	74.1	92.6
	54.0	40.0	50.0
Wake Ratio $1-w_s$	0.95	0.95	0.95
Advance Speed [m/s]	27.8	19.6	24.4
Cav. Number	0.30	0.47	0.30
Advance Ratio [175mmφ] [165mmφ]		0.957	1.197
	1.371		
Torque [kg-m]	6.55	6.86	6.86
K_Q [175mmφ] [165mmφ]		0.0294	0.0294
	0.0376		
K_T [175mmφ] [165mmφ]		Max.	0.111
	0.138		
Thrust [kg]	145	Max.	144.5

(1) SC-2 プロペラ

設計条件をSC-1プロペラと同じとし、Table 4に

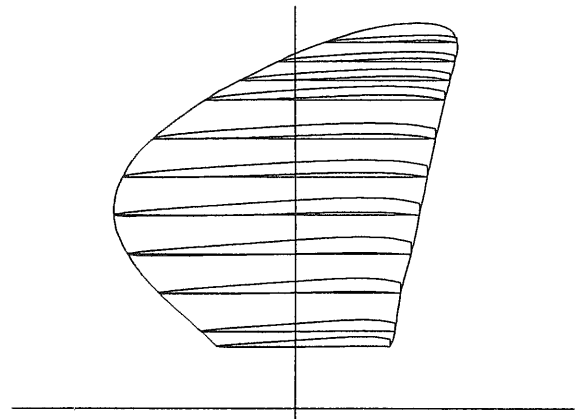


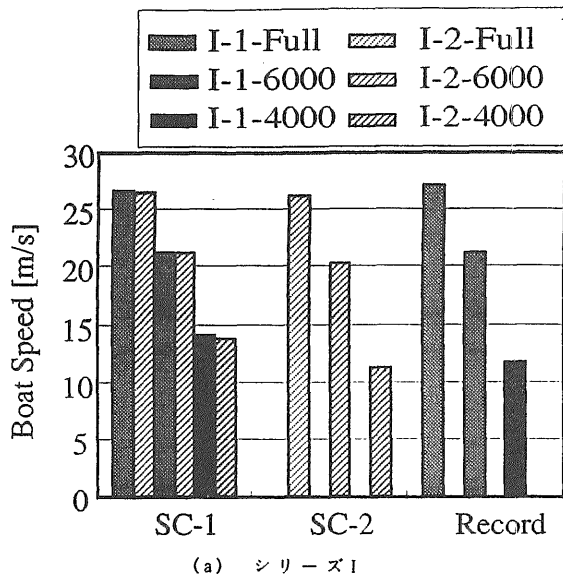
Fig. 50 SC-2 SCP の形状

Table 5 競艇用プロペラの主要目

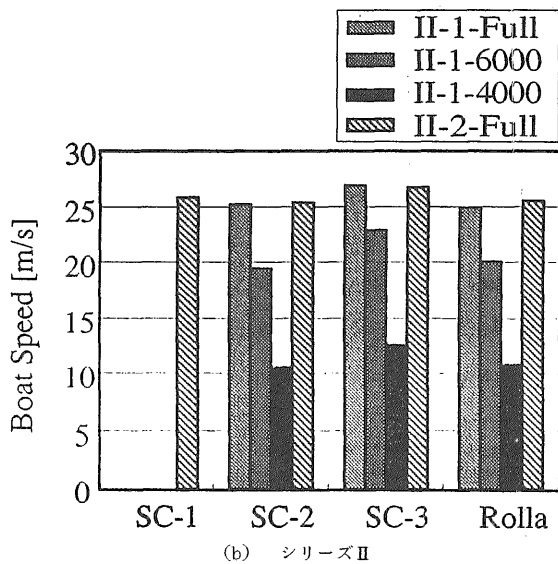
Propeller Name	SC-1	SC-2	SC-3	Record	Rolla
M.P.No.	377	378	388	-	-
Diameter [mm]	165	165	175	166	165
Pitch Ratio (0.7R)	1.65 (Const.)	1.697 (Variable)	1.454 (Variable)	1.731	1.749
Exp. Area Ratio	0.400	0.616	0.475	0.407	-
Boss Ratio	0.1606	0.1606	0.1514	0.1386	-
Rake Angle [deg]	10	10	10	-	-
Skew Angle [deg]	58	43	32	-	-
Number of Blade	3	3	3	2	3
Blade Section	Mod. Tulin	SRJN-II	SRJN-II NACA16	Crescent with Cup	-
Direction of Rotation	Left	Left	Left	Left	Left
Material	ALBC3	ALBC3	ALBC3	-	-

示す Cond.I として設計した。時速 100km の最高速巡航時のプロペラ回転数を 7,000rpm、馬力を 64ps とした。伴流係数 $1-w_s$ を 0.95 と仮定した。キャビテーション数 σ_v は 0.3 となる。設計スラストは不明であるので、目標プロペラ効率を 0.8 とすると、スラスト係数 K_T は 0.138、スラストは 145kg となる。翼強度条件としては、最大許容応力を 25kg/mm² とした。

このプロペラの主要目を Table 5 に示す。翼断面形状は翼根部を含めて SRIJ-II 翼型を採用した。Fig. 50 に示す設計された SC-2 プロペラを船外機に取り付け、桐生の競艇場で性能確認試験を行った。試験はプロペラ回転数を 4,000rpm、6,000rpm、そしてフル・スロットルの 3 状態に変化させて航走させ、艇速と周回時間を計測した。また、300m 離れた 2 つのブイの間を 1 周する周回航走での所要時間を計測した。プロペラ性



(a) シリーズ I



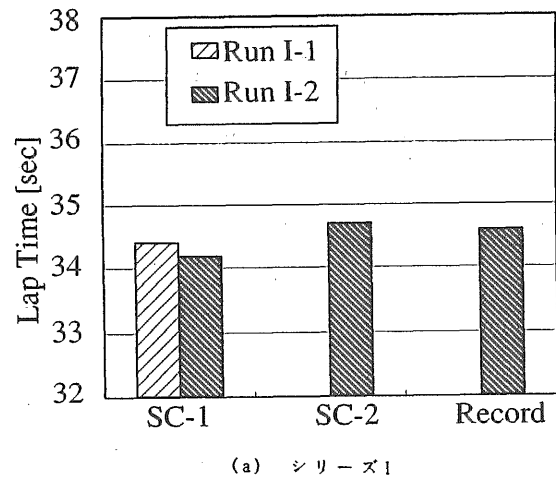
(b) シリーズ II

Fig. 51 速力試験結果

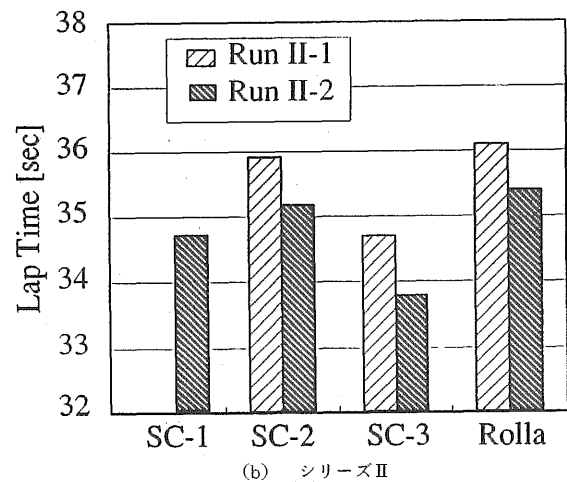
能計測において、比較のために主要目を Table 5 に示す SC-1 プロペラと好家用プロペラであるレコード・プロペラを用いた。性能計測結果を Fig.51 (a) と Fig.52 (a) に示す。SC-2 プロペラを他のプロペラと比較すると、4,000rpm ではレコード・プロペラと、フル・スロットルでは SC-1 プロペラと同等であった。周回時間は SC-1 プロペラよりかかったが、レコードプロペラと同等であった。

このプロペラと SC-1 プロペラについて、キャビテーション水槽で性能計測を行った。計測結果を Fig.53 と 54 に示す。設計点 ($J=1.371$) では、SC-2 プロペラは効率が 72% で、SC-1 プロペラの 70% より高く、SC-2 プロペラは設計値よりスラスト、トルクとも大きく、「重たいプロペラ」となった。

以上に述べた実艇試験及び水槽試験から、SC-2 プロペラが設計の意図と異なった性能となった原因は、設計条件、とりわけ設計前進速度が不適切であったと



(a) シリーズ I



(b) シリーズ II

Fig. 52 周回試験結果

の結論にいたった。

(2) SC-3 プロペラ

設計条件を Table 4 に示す Cond.II へと変更した。まず、プロペラ前進速度を低くした。最適直径を検討し、直径を 165mm から 175mm へと大きくした。次に、0.4R より翼根側の翼断面を SC 翼型から NACA 16 系のエアロfoil型とした。翼強度条件を SC-1 プロペラと同等の断面係数となるように緩め、可能な限り薄い翼型とした。また、翼端側の SC 翼断面は翼弦長を強度上可能な限り短くして揚抗比を最適化し、効率の向上を計った。また、競艇用プロペラは最高巡航時ばかりでなく、加速時の性能もこの設計では考慮した。Table 4 の Cond.II の Acc に対応し、プロペラ回転数 7,000rpm で 38 ノットで最も大きなスラスト

が発生する様にした。

設計されたプロペラを Fig. 55 に示す。競艇場での実艇計測では、SC-3 プロペラ他、SC-1、SC-2 及び市販プロペラとして世界的に高性能で有名な Rolla プロペラを供試した。実艇計測の結果を Fig.51(b) と Fig.52(b) に示す。艇速に関しては、SC-3 プロペラはどのエンジン回転数においても、他のプロペラより格段に速かった。周回計測は 2 回行われたが、艇の重さが異なるので直接比較できない。しかし、艇の重さの影響はプロペラに拘わらず一定であるので、相対比較は可能である。1 回目の周回計測では、SC-3 プロペラは Rolla プロペラより、1.4 秒も速く、1 周で 30m 近い差がつくことになる。2 回目の周回計測でも、周回時間の相対関係は全く変わらない。

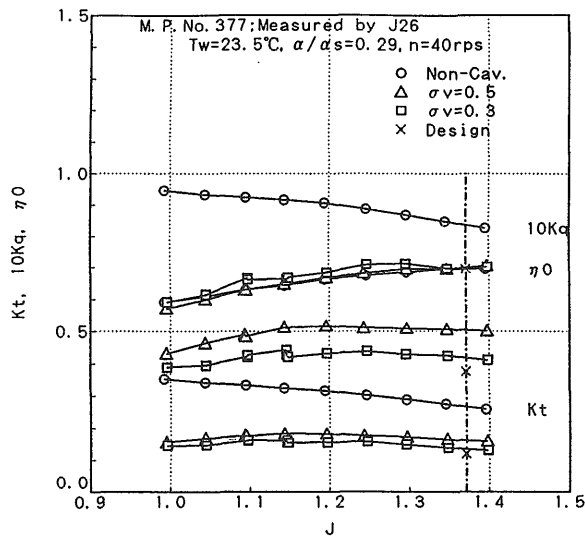


Fig. 53 SC-1 SCP のキャビテーション性能曲線

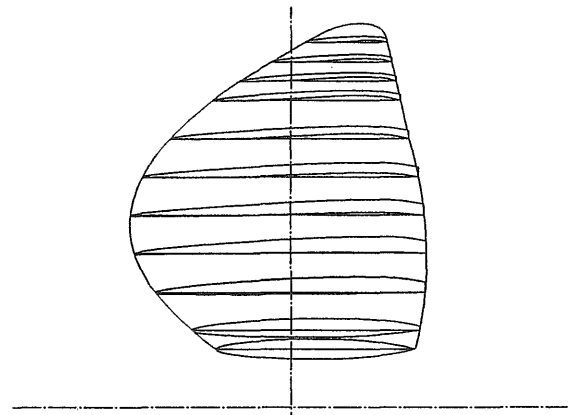


Fig. 55 SC-3 SCP の形状

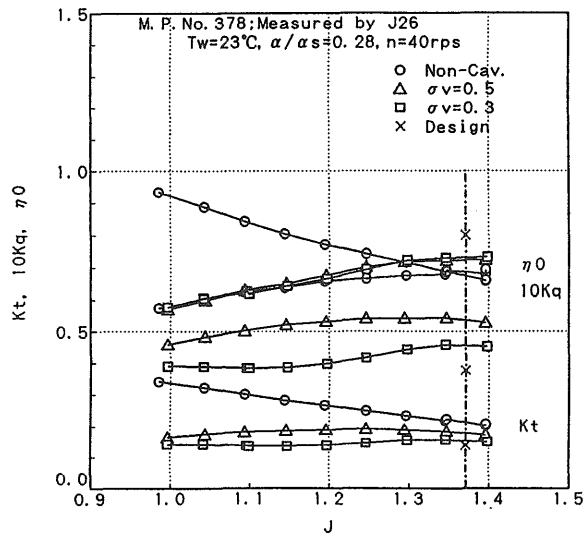


Fig. 54 SC-2 SCP のキャビテーション性能曲線

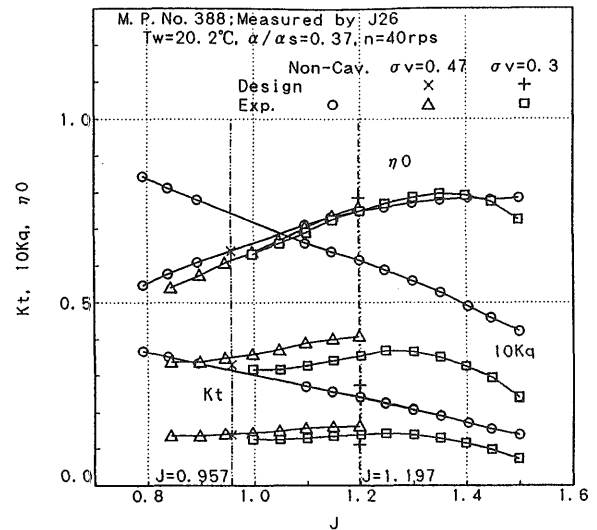


Fig. 56 SC-3 SCP のキャビテーション性能曲線

キャビテーション水槽での計測結果を Fig. 56 に示す。設計点での効率は 75% で、SC-1、SC-2 プロペラよりも良いが、スラスト、トルク係数とも設計予測値より高くなる傾向は変わらなかった。

6. まとめ

6.1 総合成果

本指定研を行い、以下のような画期的成果を得ることができた。

- (1) 高精度 SC 翼型性能計算法を開発した。

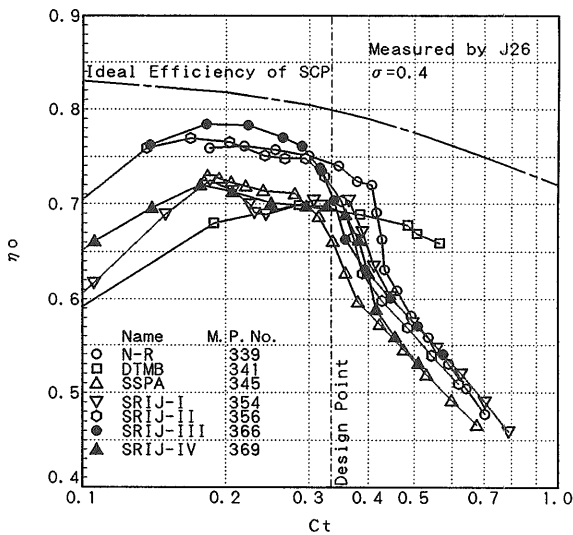


Fig. 57 SCP の効率比較

- (2) 性能計算法を拡張した SC 翼型設計法を開発した。
- (3) SCP の翼断面として用いることができる高性能 SC 翼型を開発した。

- (4) 信頼性のある SCP の理論設計法を開発した。この設計法により、所要スラストを発揮し、従来の SCP より格段に高効率な SCP を開発できることを示した。

- (5) SCP の理論性能計算法を開発した。本計算法は模型実験とは数%の精度で一致し、SCP の設計時の性能予測に使用できる。

- (6) 本 SCP 設計法の有効性を模型プロペラばかりでなく、競艇用プロペラという実用プロペラでの試験により、明らかにした。

本研究で設計した SCP のうち、50 ノット級の超高速船用 SCP の効率をスラスト係数 C_T に関して比較したものを Fig. 57 に示す。SRIJ-II プロペラが設計点で一番性能が良いが、SRIJ-III プロペラがスラスト係数の広い範囲で性能が良い。Newton-Rader プロペラはスラスト係数の大きい領域で効率が良いが、激しい振動を起こすので実用的なプロペラと言えない。

一方、本研究において、船研で設計した SCP の効率を他のプロペラの効率と比較するため、Eames の文献中 [2] の船速に対する各種プロペラの効率比較の図にプロットした。これを Fig. 58 に示す。但し、推進器効率比は 0.95 と仮定されている。50 ノット及び 60 ノット SCP とも効率向上が著しい。

以上の 2 つの図から分かるように、本研究で開発した SCP 設計法や性能予測理論により設計された SCP

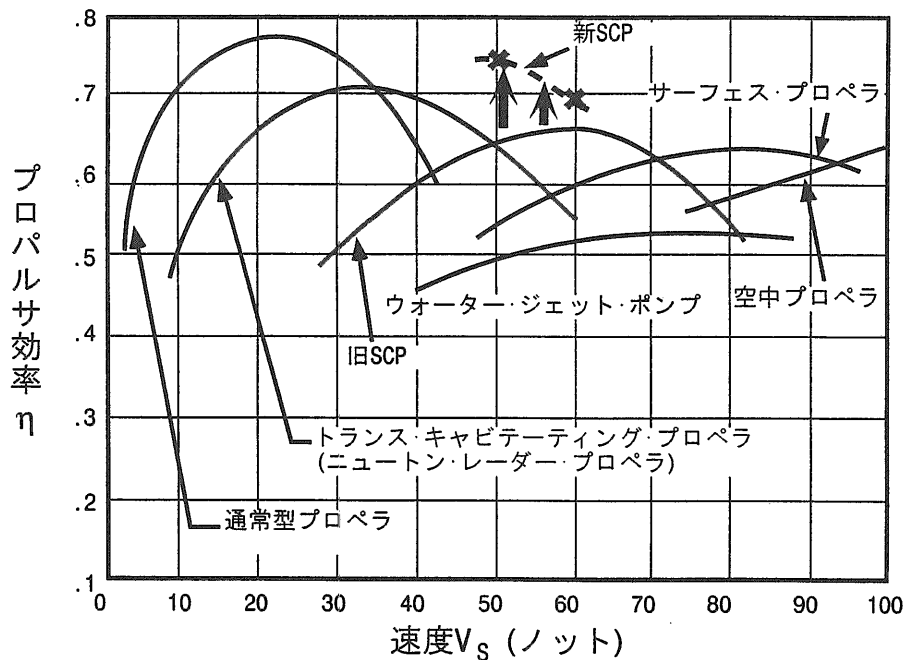


Fig. 58 各種プロペラの効率比較

は、従来の SCP より大幅に効率向上が達成されている。

6.2 今後の課題

3年間の精力的な研究にも拘わらず、スーパーキャビテーション・プロペラの設計に関する研究において、幾つかの課題が残った。以下に述べる課題を解決することにより、更により良い超高速船用プロペラが開発できると考える。

- (1) 超減圧下での SC 翼型の抗力の計測法の改良を行う必要がある。また、超減圧下でのキャビテーションの発生パターンの変化のメカニズムを調べることも重要である。
- (2) 最高効率点近傍での性能計算精度の向上を行う必要がある。キャビテーションと粘性の相互干渉が顕著となるので、注意を払う必要がある。
- (3) 本研究では、シャフト・レーキのない場合を主に研究対象とした。しかしながら、この種の高速艇はシャフト・レーキを付けて使用されることが多いので、非定常 SCP 性能計算法を開発し、振動・エロージョン対策の研究をする必要がある。

謝辞

本指定研究「SC プロペラの設計に関する研究」を企画及び実施するに当たって、御指導と御支援をいただいた北川弘光前所長(元推進性能部長、現北海道大学教授)及び山口眞裕前推進性能部長に感謝いたします。

本研究の一部は(株)日本造船研究協会との共同研究「スーパーキャビテーション・プロペラの研究」(SR 214 研究部会; 部会長: 加藤洋治東京大学教授、正幹事: 白木東 NKK 船舶海洋本部技術部次長)の一部として行われた。関係者に謝意を表します。

理論計算と実験の両面で活躍した工藤達郎主任研究官及び実験精度に注意を払い献身的な努力をされていた黒部雄三、松田登、鈴木茂(退官)ならびに岡本三千朗主任研究官に感謝いたします。図面作成をいただいた藤沢純一研究官及び竹内マリ殿に感謝いたします。

参考文献

1. Tachmindji, A.J., Morgan, W.B.: The Design and Estimated Performance of a Series of Supercavitating Propellers, Proc. of 2nd Symp. on Naval Hydrodynamics, Washington DC (Aug. 1958), pp.489-532
2. Eames, M.C.: Advances in Naval Architecture for Future Surface Warships, Trans. of RINA, Vol. 123 (1981), pp.93-118

3. Venning, E. & Haberman, W.L.: Supercavitating Propeller Performance, Trans. of SNAME, Vol.70 (1962), pp.354-417
4. Rutgersson, O.: Supercavitating Propeller Performance. Influence of Propeller Geometry and Interaction between Propeller, Rudder and Hull, Publication of SSPA, Nr. 82 (1979)
5. 工藤達郎、右近良孝: 第5章 高速船用プロペラの理論とその応用、次世代船開発のための推進工学シンポジウム、日本造船学会(1991)、pp.127-166
6. 黒部雄三他: スーパー・キャビテーション・プロペラの模型試験について、第58回秋季船舶技術研究所発表会講演集(1991)、pp.71-74
7. 工藤達郎、右近良孝: 一次渦パネル法による SC 翼型の性能計算、西部造船会会報、第86号(1993)、pp.37-46
8. Ukon, Y., Kudo, T., Kurobe, Y., Hoshino, T.: Design and Evaluation of New Supercavitating Propellers, Proc. of Second International Symposium on Cavitation, Cav'94 (1994)
9. 工藤達郎他: 一次渦パネル法により設計された SC 翼型の性能計測、第62回秋季船舶技術研究所発表会講演集(1993)、pp.68-73
10. 右近良孝、工藤達郎、黒部雄三、星野徹二: スーパーキャビテーション・プロペラの設計、日本造船学会論文集、第174号(1993)、pp.101-111
11. 工藤達郎: 渦格子法によるスーパーキャビテーション・プロペラの性能計算、日本造船学会論文集、第174号(1993)、pp.113-120
12. Kudo, T., Ukon, Y.: Calculation of Supercavitating Propeller Performance Using Vortex Lattice Method, Proc. of Second International Symposium on Cavitation, Cav'94 (1994)
13. 松田登、黒部雄三、右近良孝、工藤達郎、岡本三千朗: スーパーキャビテーション・プロペラの性能計測、船研報告、第31巻、第5号(1994)、pp.1-61
14. 工藤達郎、右近良孝、黒部雄三: 渦格子法によるスーパーキャビテーション・プロペラの設計、日本造船学会論文集、第175号(1994)、pp.47-56
15. Ukon, Y., Kudo, T., Kurobe, Y., Matsuda, N., Kato, H.: Design of High Performance Supercavitating Propellers Based on a Vortex Lattice Method, PROPCav'95 (1995)
16. 右近良孝、工藤達郎、黒部雄三、松田登、加藤洋治、佐々木民雄: 競艇用プロペラへのスーパーキャビテーション・プロペラの応用、日本造船学会

- 論文集、第178号(1995)、pp.51-60
17. 右近良孝：新しいプロペラの実現に向けた研究の現状、第62回秋季船舶技術研究所発表会講演集(1993)、pp.52-63
 18. 右近良孝：フロパルサと舵の研究－運航性能の観点から－、第64回秋季船舶技術研究所研究発表会講演集(1994)、pp.173-178
 19. 工藤達郎他：デルタ翼に発生するキャビテーション、第60回秋季船舶技術研究所発表会講演集(1992)、pp.159-164
 20. 黒部雄三他：ステップ付二次元翼の実験、第62回秋季船舶技術研究所発表会講演集(1993)、pp.74-77
 21. 松田登他：斜流SCPのキャビテーション、第64回秋季船舶技術研究所発表会講演集(1994)、pp.183-186
 22. 右近良孝：推進性能の研究動向－プロペラに関する研究－、日本造船学会誌、Vol.788(1995)
 23. Hanaoka, T.: Linearized Theory of Cavity Flow Past a Hydrofoil of Arbitrary Shape, Papers of Ship Research Institute. No.21 (June 1967)
 24. 西山哲男：特異点法による超空洞翼の流れ場の基礎式とその解法、日本機械学会論文集(第2部)、Vol.35、No.277 (Sep.1969)、pp.1859-1902
 25. 右近良孝：プロペラ・キャビテーション発生範囲の推定法、船研報告、Vol.16, No.6(1979)、pp.83-104
 26. Ukon, Y.: Partial Cavitation of Two- and Three-Dimensional Hydrofoils, and Marine Propellers, Proc. of 10th IAHR Symp., Tokyo (1980), pp.195-206
 27. 右近良孝：第4章 プロペラ・キャビテーションの予測、第3回船用プロペラに関するシンポジウム、(1987年7月)、pp.135-182
 28. Waid, R.L. & Lindberg, Z.M.: Experimental and Theoretical Investigations of a Supercavitating Hydrofoil, California Inst. of Tech. Report, No.47-8 (April, 1957)
 29. Johnson, V.E. Jr.: Theoretical and Experimental Investigation of Supercavitating Hydrofoils Operating near the Free Water Surface, NASA Report TR R-93 (1961)
 30. Parikh, B.R.: Experiments on Circular-Arc and Flat-Plate Hydrofoils in Noncavitating and Full Cavity Flows, J. of Ship Research, Vol.1, No.4 (1958), pp.34-57
 31. 右近良孝他：楔型水中翼のキャビテーション特性、SPD Report, No.94-001-1 (1994)
 32. Hummel, D.: Documentation of Separated Flow for Computational Fluid Dynamics Validation, AGARD, CP-437 (1988)