

SRI・B型プロペラの開発およびその諸特性

門井 弘行*・岡本三千朗*・吉田 三雄*

On the Development of the SRI・B Propellers
and Those Characteristics

By

Hiroyuki KADOI, Michio OKAMOTO, and Mitsuo YOSHIDA

Abstract

A family of five and six-bladed SRI・B propellers suitable for high speed ship, especially from a view point of cavitation characteristics, was developed.

Preliminary studies on optimum shape of blade section were made from a view point of cavitation characteristics based on the pressure distributions on the corresponding two dimensional wings which were calculated by the lifting surface theory and the cavitation tests of the propellers in a uniform flow.

Systematic open water tests of the family have been carried out and the propeller performances were expressed as polynomials of advance coefficient and pitch ratio of propellers. From the results of open water tests, $\sqrt{B_p}-\delta$ design diagrams were presented.

It was clarified that cavitation characteristics of the SRI・B propellers were superior comparing with that of the MAU propellers by means of cavitation erosion tests using a soft surface method in a non-uniform flow.

目 次

- | | |
|--|--|
| 1. 緒 言 | 8. SRI・B型プロペラの系統的プロペラ単独試験結果およびプロペラ設計図表 |
| 2. 翼断面形状の選定 | 9. 半径方向のピッチ分布がプロペラ特性に及ぼす影響 |
| 3. SRI・a型プロペラの幾何形状と寸法 | 10. SRI・B型プロペラのキャビテーション性能の確認試験 |
| 4. 翼面圧力分布計算結果と均一流中キャビテーション試験結果の比較 | 11. 結 言 |
| 5. SRI・a型プロペラの系統的プロペラ単独試験結果およびプロペラ設計図表 | 記 号 |
| 6. SRI・a型プロペラのプロペラ特性確認試験 | 参考文献 |
| 7. 翼断面形状の再改良 | |

1. 緒 言

船尾の複雑に変化する不均一伴流中で作動するプロペラに発生する非定常キャビテーションが、キャビ

テーションエロージョンによる翼損傷、船尾振動の増大、騒音の発生等に大きな関わりをもっていることは、今日良く知られた事実である。したがって、エロージョンに直接結びつくクラウドキャビテーション¹⁾²⁾の発生防止、翼面上に発生するシートキャビテーションの体積の軽減³⁾等を考慮したプロペラ設計が必要となる。

*推進性能部

原稿受付：昭和59年5月1日

プロペラの設計資料として現在多く用いられているものとして、Wageningen B Screw Series⁴⁾やSwedish State Shipbuilding Experimental TankのMa Series⁵⁾のプロペラ設計図表、あるいはNACA系統⁶⁾の翼型を用いたWake Adapted Propellerの設計法^{7,8)}等がある。我が国ではMAU型プロペラ⁹⁾の設計資料が広く用いられている。

しかし、船舶の高速化、高馬力化が進むにつれてプロペラの作動条件が益々厳しいものとなり、一昔前と異なりキャビテーションが翼先端部だけでなく翼根部に近い範囲にまで発生するようになってくると、従来使用されてきた設計資料の母型プロペラの翼断面形状では、クラウドキャビテーションの発生を防止したり、翼面上に発生するシートキャビテーションの体積の軽減をはかたりするのに適當でなくなってきた。

そこで、キャビテーション性能の優れた新しい翼断面形状を有するプロペラの開発を目的として、翼面上の圧力分布に着目し、プロペラ揚力面計算法¹⁰⁾等を利用して翼型の検討を行い、第1近似翼型を有するプロペラ(SRI・a型プロペラ¹¹⁾)によるプロペラ特性の確認試験を行った。その結果を踏まえて再度翼型の改良を行ってキャビテーション性能の優れた新しいプロペラ(SRI・B型プロペラ)を開発し、系統的プロペラ単独試験を実施してプロペラ設計図表を作成した。

本報告は

- (1) 2次元翼の圧力分布計算結果を基として行った翼断面形状改良の過程
- (2) 第1近似翼型を有するSRI・a型プロペラの幾何形状と寸法
- (3) 均一流中のキャビテーション試験結果とプロペラ揚力面計算法による相当2次元翼の圧力分布計算結果との比較
- (4) SRI・a型プロペラの系統的プロペラ単独試験結果とプロペラ設計図表
- (5) SRI・a型プロペラのキャビテーション性能の改良効果を確認するために行った不均一流中キャビテーション試験結果
- (6) 翼断面形状再改良の過程
- (7) 改良翼型を有するSRI・B型プロペラの幾何形状と寸法
- (8) 5翼および6翼SRI・B型プロペラの系統的プロペラ単独試験結果とプロペラ設計図表
- (9) SRI・B型プロペラのキャビテーション性能の改

良効果を確認するために行った不均一流中キャビテーション試験結果

について述べるものである。ただし1)~5)についてはその詳細をすでに文献(11)によって発表しているので、本報告中ではSRI・B型プロペラの開発の過程の一環としてその概要を再録した。

2. 翼断面形状の選定

翼断面形状を選定するにあたって、最初は計算が簡単かつ短時間に行える守屋の方法¹²⁾による2次元翼の圧力分布の計算¹³⁾を行い、これを基に翼型の検討を行った。

従来より広く使用されているMAU型プロペラの0.7Rの翼断面形状をFig. 1に、翼背面の圧力分布の計算結果の1例をFig. 2に示す。Fig. 2で、翼弦中央付近に負圧の隆起がみられるが、この付近より発生するキャビテーションが翼損傷の原因の一つと考えられる。

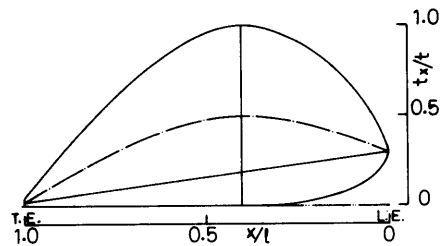


Fig. 1 MAU blade section

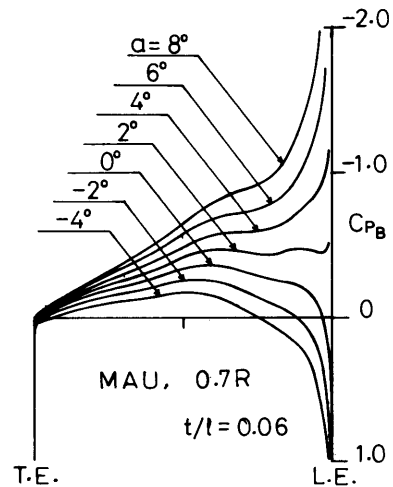


Fig. 2 Pressure distributions of a MAU blade section

MAU型プロペラの翼断面形状は、最大翼厚位置が一般のエロフオイル翼型に比べて前縁に近い位置にあり、前縁部と後縁部の翼厚が比較的薄いものとなっている。このため、最大翼厚付近の背面の翼厚曲線の形状、ひいてはキャンバ曲線の分布形状も盛り上がったような形状となり、これにより翼弦中央付近に負圧の隆起が生じているものと考えられる。菅井¹⁴⁾はMAU型プロペラの翼断面形状の最大翼厚位置を翼弦中央に近い方に移した翼型について、プロペラ揚力面理論により相当2次元翼の圧力分布の計算を行い、翼弦中央付近の負圧の隆起が緩和され、圧力分布の形状もなだらかなものになることを示している。また著者らの1人は¹⁵⁾、模型プロペラによるキャビテーション試験結果から、キャンバ比を比較的小さくしキャンバ曲線の翼弦方向の分布形状をなだらかなものにするによってクラウドキャビテーションの発生が防止できることを示している。

これらのことから、翼型選定の方針として、(イ)キャンバ比をあまり大きくしない、(ロ)最大翼厚位置を翼弦中央に近い方にとる、(ハ)前縁部および後縁部の翼厚を比較的厚いものとし、翼厚曲線およびキャンバ曲線の翼弦方向の分布形状を極力なだらかなものにするにしたい。

以上の点を考慮して作図したいくつかの翼断面形状について2次元翼の圧力分布を計算して翼型の検討を行った。その結果、Fig. 3に示す翼断面形状を選定した。その代表的な圧力分布の1例をFig. 4に示す。以後、この翼型をSRI・a型翼断面形状、この翼断面形状をもつプロペラをSRI・a型プロペラと呼ぶことにする。

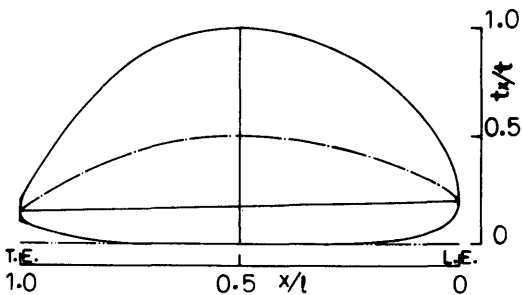


Fig. 3 SRI・a blade section

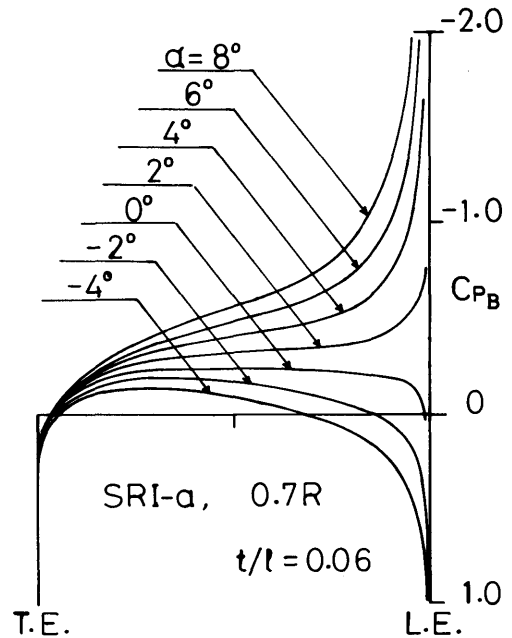


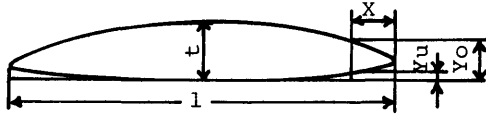
Fig. 4 Pressure distributions of a SRI・a blade section

3. SRI・a型プロペラの幾何形状と寸法

SRI・a型翼断面形状の寸法をTable 1に、また、系統的プロペラ単独試験を行ったSRI・a型プロペラの主要目をTable 2に示す。

SRI・a型プロペラは、翼先端部をMAU型プロペラのものより広幅とし、翼断面形状は翼根部より翼先端部まで同一とした。SRI・a型プロペラの翼断面形状のキャンバ比はMAU型プロペラに比べて翼根部付近で大きく、翼先端部で小さくなっている。半径方向のピッチ分布は高速船にたいして試設計されたいくつかのwake adapted propellerの半径方向ピッチ分布を参考に、0.5Rから翼先端部まで一定で、0.2Rではその0.8倍の値をとり、0.2Rから0.5Rまで直線的に増加する、いわゆるてい増型のピッチ分布を採用した。

Table 1 Offset of SRI · a blade section



| X/l | Yo/t | Yu/t |
|--------|--------|-------|
| 0 | 0.200 | 0.200 |
| 0.0125 | 0.335 | 0.120 |
| 0.0250 | 0.400 | 0.100 |
| 0.0500 | 0.490 | 0.072 |
| 0.0750 | 0.563 | 0.050 |
| 0.1000 | 0.624 | 0.035 |
| 0.2000 | 0.803 | 0.010 |
| 0.3000 | 0.911 | 0 |
| 0.4000 | 0.977 | 0 |
| 0.5000 | 1.000 | 0 |
| 0.6000 | 0.977 | 0 |
| 0.7000 | 0.898 | 0 |
| 0.8000 | 0.750 | 0.010 |
| 0.9000 | 0.516 | 0.040 |
| 0.9500 | 0.369 | 0.068 |
| 1.0000 | 0.2000 | 0.100 |

Table 2 Principal particulars of SRI · a-6 propellers

| M.P.NO. | 0121 | 0122 | 0123 | 0124 | 0125 |
|------------------------|---------|------|------|------|------|
| DIAMETER (m) | 0.2500 | | | | |
| PITCH RATIO (0.7R) | 0.75 | 1.00 | 1.25 | 1.50 | 1.75 |
| BOSS RATIO | 0.180 | | | | |
| EXP. AREA RATIO | 0.800 | | | | |
| MAX. BLADE WIDTH RATIO | 0.302 | | | | |
| MEAN BLADE WIDTH RATIO | 0.2554 | | | | |
| BLADE THICKNESS RATIO | 0.050 | | | | |
| RAKE ANGLE | 7°30' | | | | |
| NUMBER OF BLADES | 6 | | | | |
| BLADE SECTION | SRI · a | | | | |

4. 翼面圧力分布計算結果と均一流中キャビテーション試験結果の比較

Table 2 に示した 5 個のプロペラについて、プロペラ揚力面計算法¹⁰⁾により相当 2 次元翼の圧力分布の計算を行った。計算結果によれば、いずれのプロペラも翼先端部における翼背面の圧力分布はきわめて平滑であり、前進係数の大きい場合に翼根部に近い半径位置で翼弦中央から後縁に寄った付近に負圧の盛り上がりが見られるが、かなりなだらかな分布を示しており、翼型改良の効果が認められる。1 例として、M.P.NO. 0121 の計算結果を Fig. 5 に示す。

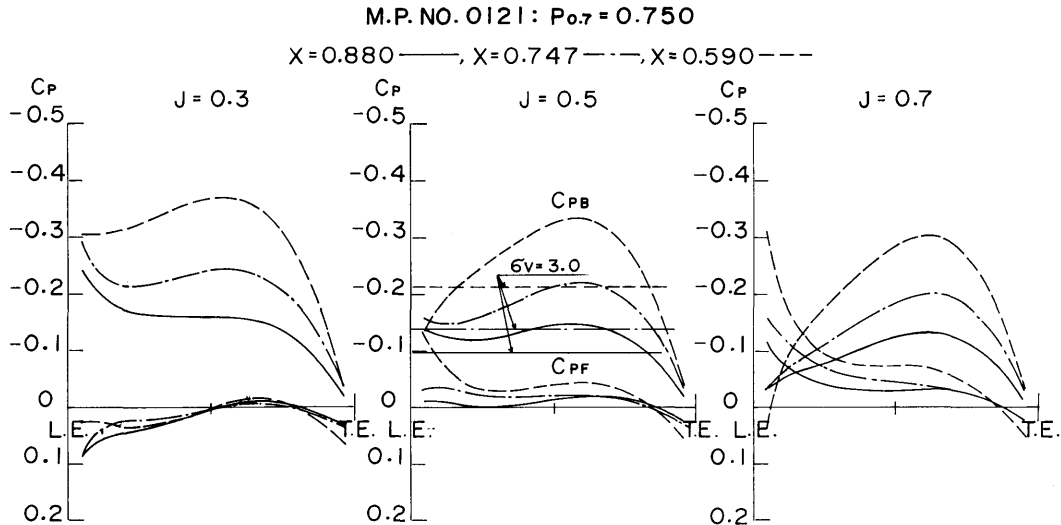


Fig. 5 Pressure distributions of a SRI · a propeller

M.P.NO.0121

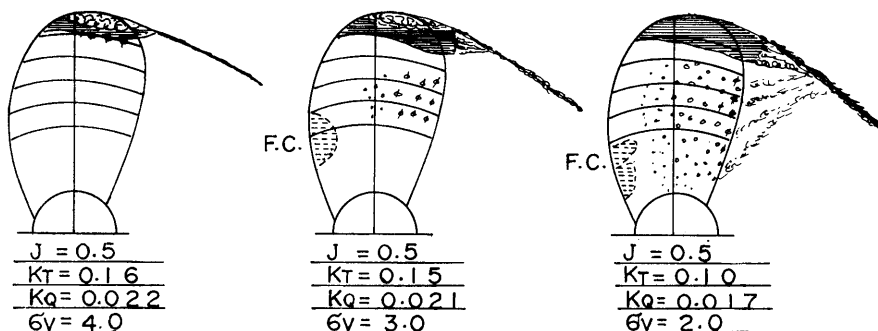


Fig. 6 Cavitation pattern in a uniform flow

相当2次元翼の圧力分布計算結果とキャビテーションパターンとの対応を調べるために、均一流中のキャビテーション試験を実施した。1例として、M.P.NO.0121の試験結果をFig. 6に示す。

計算結果と試験結果を、 $-C_p \approx \alpha_x$ をキャビテーション発生条件と仮定して比較すると、すべてのプロペラについて圧力分布とキャビテーションパターンの間にはかなり良好な対応がみられる。このことは、相当2次元翼の圧力分布計算結果は、プロペラのキャビテーション性能の予測等を行う場合の有力な手段となることを示すものといえる。

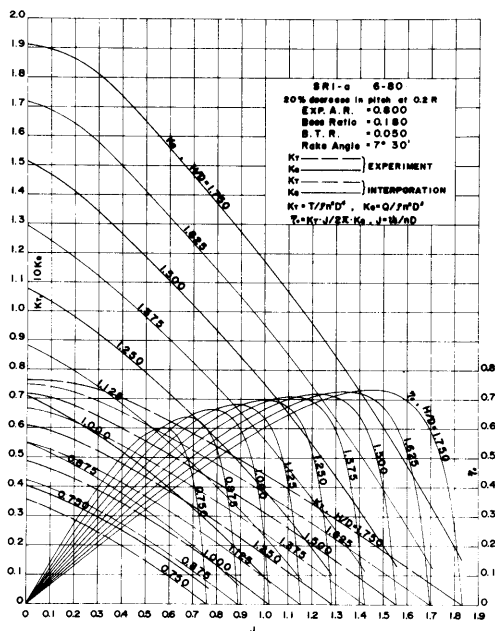
5. SRI・a型プロペラの系統的プロペラ単独試験およびプロペラ設計図表

Table 2に示す5個のプロペラを用いて系統的プロペラ単独試験を実施した。試験結果をFig. 7に、この試験結果を基に作成したプロペラ設計図表をFig. 8に示す。

SRI・a 6-80プロペラとMAUw 6-60プロペラの最適プロペラ効率および最適プロペラ直径の値の比較を行った。最適プロペラ直径は両者の間にはほとんど差がみられないが、最適プロペラ効率はSRI・a型プロペラの値がMAUw型プロペラの値より、 $\sqrt{B_p} \leq 3.5$ の範囲で3~4%低く、 $\sqrt{B_p} = 4 \sim 5$ の範囲で差がなく、 $\sqrt{B_p} \geq 5.5$ の範囲で1~2%ほど高くなっている(後述のFig. 30参照)。

この原因を調べるためにプロペラ単独試験結果を基にLerbsのequivalent profile method¹⁶⁾により、プロペラの0.75Rの相当翼断面形状の翼型特性を検討した。その結果、SRI・a型プロペラの最小抗力係数

をWageningen B 6-80プロペラの値¹⁷⁾と比較してみるとほとんど差がない。しかし、揚力係数を一般の翼断面形状の揚力係数と同一迎角において比較すると、SRI・a型プロペラの揚力係数は他のものより低くなっている。すなわち、SRI・a型翼断面形状は揚抗比の小さい翼型になっており、これがプロペラ効率を低下させた原因の一つと考えられる。

Fig. 7 $J-K_T$, K_Q , η_o of SRI・a 6-80

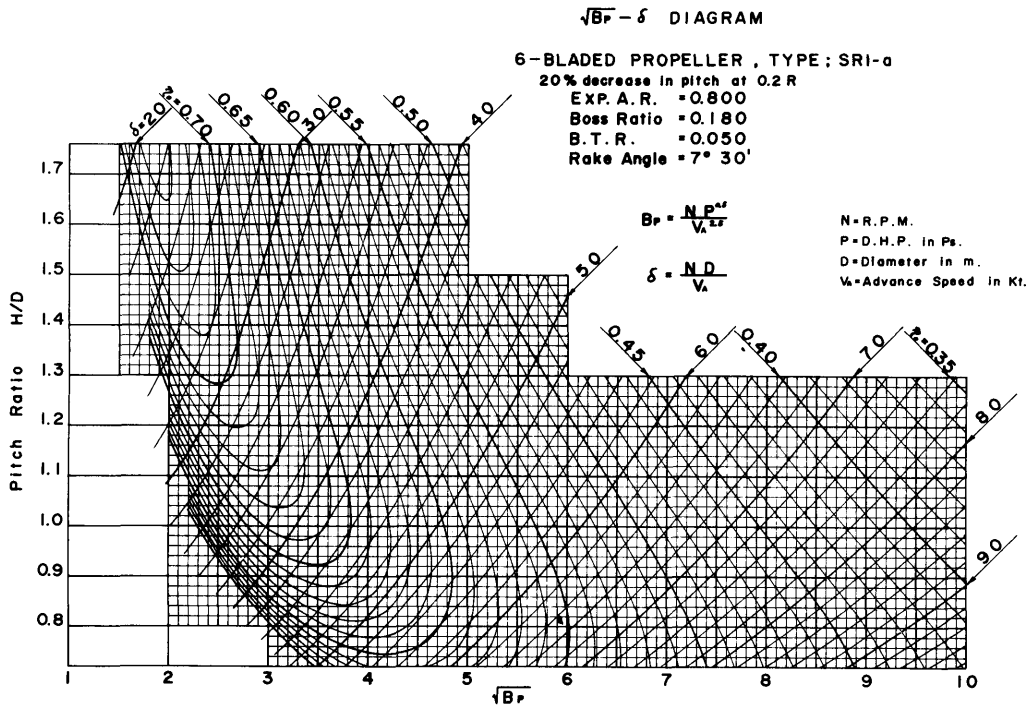


Fig. 8 $\sqrt{B_p} - \delta$ design diagram of SRI · a 6-80

6. SRI · a 型プロペラのプロペラ特性確認試験

大型超高速4軸コンテナ船¹⁸⁾にたいして、設計図表を使用してSRI · a型プロペラとMAU型プロペラを設計、製作し、プロペラ単独試験および不均一流中のキャビテーション試験を実施し、両者の試験結果を比較することにより、SRI · a型プロペラのプロペラ特性の改良効果の確認を行った。

プロペラ単独試験結果より、最適作動状態において、SRI · a型プロペラのプロペラ単独効率はMAU型プロペラのそれよりも約1%低い値を示している。プロペラ設計図表間の比較では、ハイピッチ部分で、MAU型プロペラとSRI · a型プロペラのプロペラ単独効率の間にかかなりの差がみられたが、同一の設計条件下で設計されたSRI · a型プロペラは、翼強度の面でMAU型プロペラより翼断面形状の最大翼厚さを薄くすることができるため、プロペラ効率が小さくなる。

一方、不均一流中のキャビテーション試験結果より、

SRI · a型プロペラとMAU型プロペラの間で、キャビテーションの発生量はほとんど差がないが、MAU型プロペラの翼背面にはエロージョンに結びつくクラウドキャビテーションが発生したのにたいして、SRI · a型プロペラの背面にはシートキャビテーションのみが発生しており有害なキャビテーションの発生は認められず、SRI · a型プロペラのキャビテーション性能の改良効果が確認された。

7. 翼断面形状の再改良

SRI · a型プロペラは、キャビテーション性能は向上したが、プロペラ効率はMAU型プロペラのそれよりも若干低い値を示した。このため、キャビテーション性能を損わない範囲で翼断面形状の再改良を行い、プロペラ効率の向上をはかることにした。再改良した翼断面形状およびプロペラをSRI · B型と呼ぶことにする。以後の説明の一助に翼断面形状に関する記号の定義をFig. 9に示す。

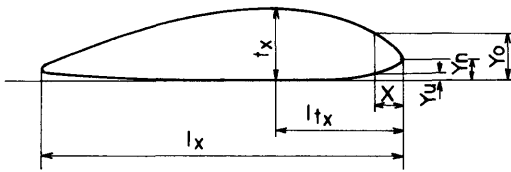


Fig. 9 Notation of a blade section

SRI・B型翼断面形状としては、SRI・a型翼断面形状のキャンバー曲線の翼弦方向の分布形状は変えずに、前縁部および後縁部の翼厚のみを多少薄くしたものを基本形状とした。

SRI・a型プロペラの翼断面形状は最大翼厚さ t_x の翼弦方向の位置 l_{tx} が前縁から50%翼弦長の位置にあり、翼根部から翼先端まで全て同一の翼断面形状を採用したが、SRI・B型プロペラでは最大翼厚さ位置 l_{tx} を半径方向に変化させ、 $0.2R$ では翼弦長の35%に、 $0.8R \sim 1.0R$ では翼弦長の50%の位置にとり、 $0.2R$ と $0.8R$ の間は直線的に変化させた。さらに、翼前縁端の wash back Y_n は、SRI・a型プロペラの場合は翼根部から翼先端部まで最大翼厚さの20%一定としたが、SRI・B型プロペラの場合は Y_n を半径方向に変化させ、 $0.2R$ では最大翼厚さの30%に、 $0.5R \sim 1.0R$ では最大翼厚さの20%にとり、 $0.2R$ と $0.5R$ の間は直線的に変化させ、正面キャビテーション性能の向上もはかった。

SRI・B型、SRI・a型およびMAU型プロペラの l_{tx} および Y_n の差違を Fig. 10および Fig. 11に示す。

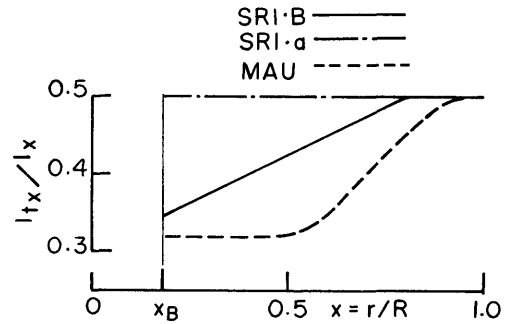


Fig. 10 Radial distribution of l_{tx}

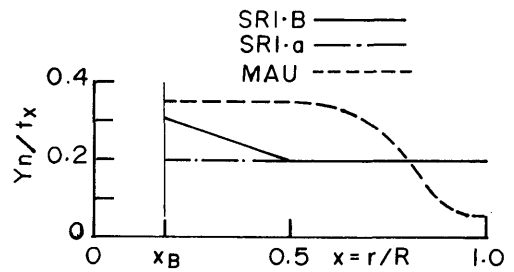


Fig. 11 Radial distribution of Y_n

SRI・B型プロペラの半径方向の翼幅および最大翼厚さの分布を Table 3に、各翼素における翼断面形状の寸法を Table 4に示す。

Table 3 Dimensions of SRI・B propellers

| $X=r/R$ | 0.200 | 0.300 | 0.400 | 0.500 | 0.600 | 0.700 | 0.800 | 0.900 | 0.950 | 1.000 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $1XT/l_{0.7}$ | 0.2914 | 0.3411 | 0.3940 | 0.4437 | 0.4900 | 0.5298 | 0.5464 | 0.5066 | 0.4437 | 0.1655 |
| $1XL/l_{0.7}$ | 0.3709 | 0.4238 | 0.4636 | 0.4868 | 0.4900 | 0.4702 | 0.4139 | 0.2914 | 0.1821 | |
| $1X/l_{0.7}$ | 0.6623 | 0.7649 | 0.8576 | 0.9305 | 0.9800 | 1.0000 | 0.9603 | 0.7980 | 0.6258 | |
| tX/D | 0.0406 | 0.0359 | 0.0312 | 0.0265 | 0.0218 | 0.0171 | 0.0124 | 0.0077 | 0.0054 | 0.0030 |

Table 4 Ordinates of SRI・B blade section

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| r/R=0.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| X | 0 | 0.009 | 0.018 | 0.035 | 0.053 | 0.070 | 0.105 | 0.140 | 0.210 | 0.280 | 0.350 | 0.480 | 0.610 | 0.740 | 0.870 | 0.935 | 1.000 |
| Yo | 0.300 | 0.379 | 0.427 | 0.510 | 0.580 | 0.642 | 0.742 | 0.818 | 0.922 | 0.982 | 1.000 | 0.970 | 0.872 | 0.705 | 0.486 | 0.350 | 0.200 |
| Yu | 0.300 | 0.242 | 0.210 | 0.162 | 0.123 | 0.091 | 0.047 | 0.021 | | | | | 0.008 | 0.027 | 0.058 | 0.077 | 0.100 |
| r/R=0.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| X | 0 | 0.009 | 0.019 | 0.038 | 0.056 | 0.075 | 0.113 | 0.150 | 0.225 | 0.300 | 0.375 | 0.500 | 0.625 | 0.750 | 0.875 | 0.938 | 1.000 |
| Yo | 0.267 | 0.350 | 0.400 | 0.487 | 0.560 | 0.625 | 0.730 | 0.810 | 0.918 | 0.982 | 1.000 | 0.970 | 0.872 | 0.705 | 0.486 | 0.350 | 0.200 |
| Yu | 0.267 | 0.215 | 0.187 | 0.144 | 0.109 | 0.081 | 0.042 | 0.019 | | | | | 0.008 | 0.027 | 0.058 | 0.077 | 0.100 |
| r/R=0.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| X | 0 | 0.010 | 0.020 | 0.040 | 0.060 | 0.080 | 0.120 | 0.160 | 0.240 | 0.320 | 0.400 | 0.520 | 0.640 | 0.760 | 0.880 | 0.940 | 1.000 |
| Yo | 0.233 | 0.320 | 0.374 | 0.463 | 0.540 | 0.608 | 0.717 | 0.801 | 0.915 | 0.981 | 1.000 | 0.970 | 0.872 | 0.705 | 0.486 | 0.350 | 0.200 |
| Yu | 0.233 | 0.188 | 0.163 | 0.126 | 0.096 | 0.071 | 0.036 | 0.016 | | | | | 0.008 | 0.027 | 0.058 | 0.077 | 0.100 |
| r/R=0.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| X | 0 | 0.011 | 0.021 | 0.043 | 0.064 | 0.085 | 0.128 | 0.170 | 0.255 | 0.340 | 0.425 | 0.540 | 0.655 | 0.770 | 0.885 | 0.943 | 1.000 |
| Yo | 0.205 | 0.295 | 0.350 | 0.443 | 0.523 | 0.593 | 0.707 | 0.793 | 0.911 | 0.980 | 1.000 | 0.970 | 0.872 | 0.705 | 0.486 | 0.350 | 0.200 |
| Yu | 0.205 | 0.165 | 0.143 | 0.111 | 0.084 | 0.062 | 0.032 | 0.014 | | | | | 0.008 | 0.027 | 0.058 | 0.077 | 0.100 |
| r/R=0.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| X | 0 | 0.011 | 0.023 | 0.045 | 0.068 | 0.090 | 0.135 | 0.180 | 0.270 | 0.360 | 0.450 | 0.560 | 0.670 | 0.780 | 0.890 | 0.945 | 1.000 |
| Yo | 0.200 | 0.290 | 0.347 | 0.440 | 0.520 | 0.591 | 0.705 | 0.792 | 0.911 | 0.980 | 1.000 | 0.970 | 0.872 | 0.705 | 0.486 | 0.350 | 0.200 |
| Yu | 0.200 | 0.161 | 0.140 | 0.108 | 0.082 | 0.061 | 0.031 | 0.014 | | | | | 0.008 | 0.027 | 0.058 | 0.077 | 0.100 |
| r/R=0.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| X | 0 | 0.012 | 0.024 | 0.048 | 0.071 | 0.095 | 0.143 | 0.190 | 0.285 | 0.380 | 0.475 | 0.580 | 0.685 | 0.790 | 0.895 | 0.948 | 1.000 |
| Yo | 0.200 | 0.290 | 0.347 | 0.440 | 0.520 | 0.591 | 0.705 | 0.792 | 0.911 | 0.980 | 1.000 | 0.970 | 0.872 | 0.705 | 0.486 | 0.350 | 0.200 |
| Yu | 0.200 | 0.161 | 0.140 | 0.108 | 0.082 | 0.061 | 0.031 | 0.014 | | | | | 0.008 | 0.027 | 0.058 | 0.077 | 0.100 |
| r/R=0.8 - 1.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| X | 0 | 0.013 | 0.025 | 0.050 | 0.075 | 0.100 | 0.150 | 0.200 | 0.300 | 0.400 | 0.500 | 0.600 | 0.700 | 0.800 | 0.900 | 0.950 | 1.000 |
| Yo | 0.200 | 0.290 | 0.347 | 0.440 | 0.520 | 0.591 | 0.705 | 0.792 | 0.911 | 0.980 | 1.000 | 0.970 | 0.872 | 0.705 | 0.486 | 0.350 | 0.200 |
| Yu | 0.200 | 0.161 | 0.140 | 0.108 | 0.082 | 0.061 | 0.031 | 0.014 | | | | | 0.008 | 0.027 | 0.058 | 0.077 | 0.100 |

SRI・B型プロペラのプロペラ効率の改善およびキャビテーション性能向上の確認をプロペラ揚力面計算法によって行った。計算の対象としたプロペラは、6翼、ピッチ比1.500、展開面積比0.8のSRI・B型およびSRI・a型プロペラである。プロペラ特性の計算結果をFig. 12に示す。参考のためにFig. 12中に試験結果も併せて示した。計算結果によると、スラスト係数は両プロペラの間でほとんど差がなく、トルク係数はSRI・B型のプロペラの方が低くなり、プロペラ単独効率は約2%改善されることが予測された。また、プロペラ最適作動状態、 $J=1.1$ におけるプロペラ翼の0.9Rと0.6Rの翼断面の圧力分布の計算結果をFig. 13およびFig. 14に示す。SRI・B型プロペラの翼面圧力分布はSRI・a型プロペラのそれより更に滑らかなものになり、有害なキャビテーションの発生防止に有効であること、0.9Rの背面側の前縁部の最小圧力係数 C_{PB} の立ち上りの幅が狭くなっていることから背面シートキャビテーションの発生面積の減少、0.6Rの正面側の前縁部の最小圧力係数 C_{PF} の値が大きくなっていることから正面キャビテーション性能の向上も期待できること等が確認された。

なお、プロペラ翼強度計算に必要な翼断面係数、図心位置等の数値をTable 5に示す。

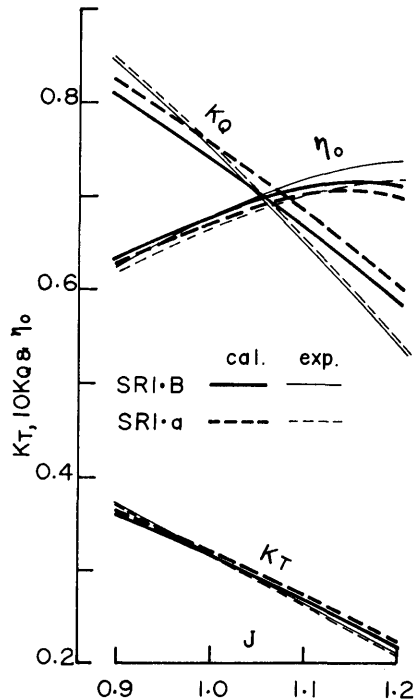


Fig. 12 Calculated propeller performances

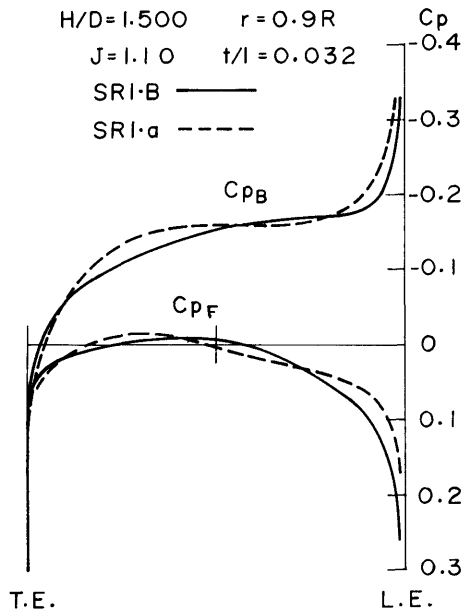


Fig. 13 Pressure distributions on the corresponding two dimensional wing at 0.9 R

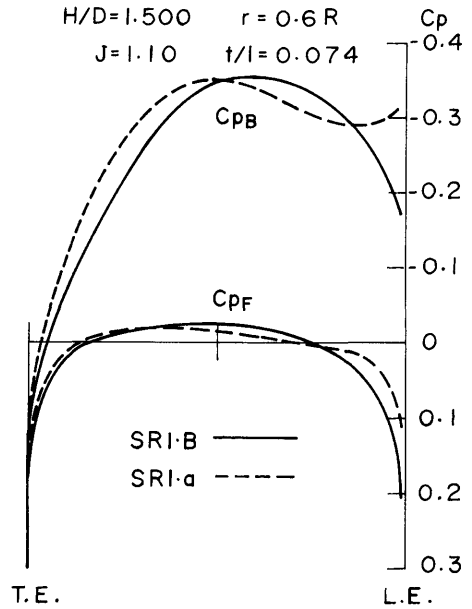
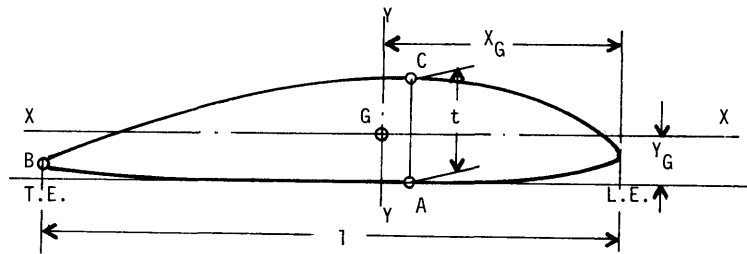


Fig. 14 Pressure distributions on the corresponding two dimensional wing at 0.6 R

Table 5 Values of section modulus etc.



| $x=r/R$ | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8=1.0 |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| $C_a=a/lt$ | 0.724 | 0.728 | 0.732 | 0.736 | 0.740 | 0.744 | 0.746 |
| X_G/l | 0.460 | 0.468 | 0.475 | 0.482 | 0.488 | 0.490 | 0.490 |
| Y_G/t | 0.431 | 0.429 | 0.427 | 0.426 | 0.425 | 0.425 | 0.425 |
| $(I_X/Y)_A/lt^2$ | 0.1090 | 0.1105 | 0.1120 | 0.1135 | 0.1150 | 0.1165 | 0.1180 |
| $(I_X/Y)_C/lt^2$ | 0.0830 | 0.0838 | 0.0845 | 0.0852 | 0.0860 | 0.0867 | 0.0870 |
| $(I_Y/X)_B/l^2t$ | 0.0800 | 0.0805 | 0.0810 | 0.0815 | 0.0820 | 0.0825 | 0.0830 |

8. SRI・B型プロペラの系統的プロペラ単独試験結果およびプロペラ設計図表

三鷹第3船舶試験水槽において、系統のプロペラ単独試験を実施した。試験はプロペラ回転数を一定に保ち、プロペラの前進速度を変化させてスリップ比が0~100%の範囲に対応した前進係数の範囲についてプロペラのスラストおよびトルクを計測した。

試験に使用したプロペラ群の幾何形状の概略をFig. 15およびFig. 16に、プロペラの主要目および試験状態をTable 6およびTable 7に示す。プロペラの半径方向のピッチ分布は、5翼プロペラの場合是一定ピッチ分布、6翼プロペラの場合はい増型ピッチ分布を採用した。

プロペラの半径方向のピッチ分布は、5翼プロペラの場合是一定ピッチ分布、6翼プロペラの場合はい増型ピッチ分布を採用した。

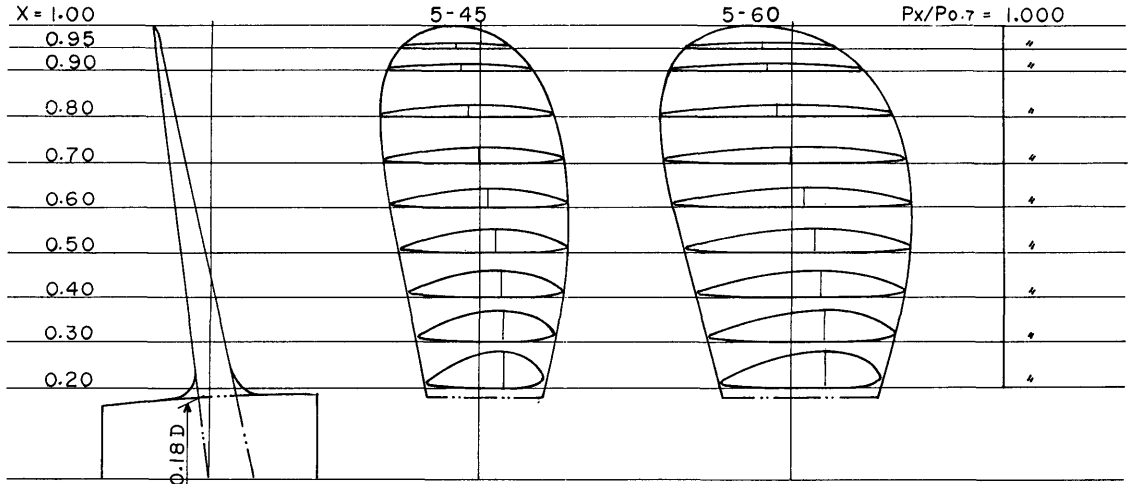


Fig. 15 General plan of SRI・B-5 propellers

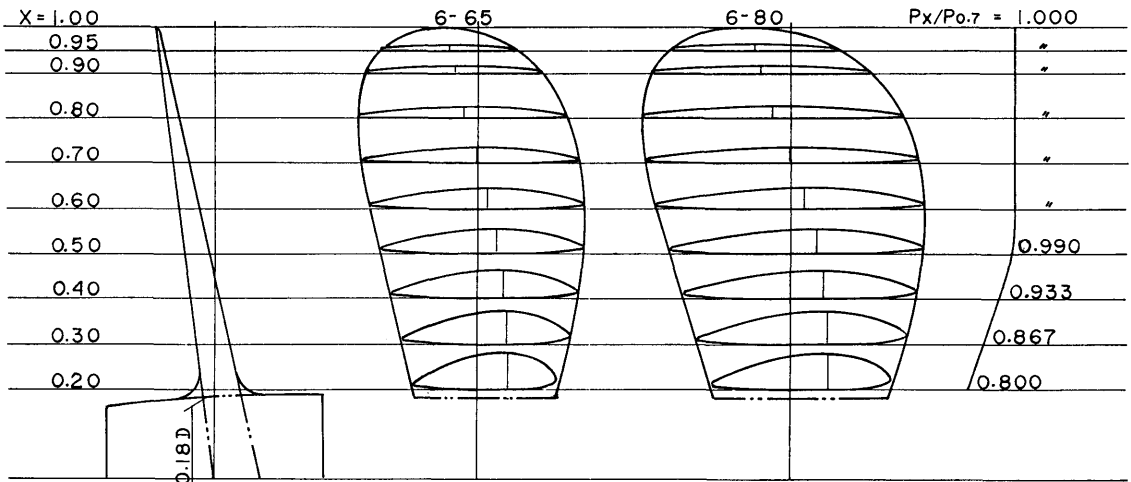


Fig. 16 General plan of SRI・B-6 propellers

Table 6 Principal particulars of SRI · B-5 propellers

| M.P.NO. | 0186 | 0187 | 0188 | 0189 | 0190 | 0191 | 0192 | 0193 | 0194 | 0195 |
|------------------------|-------------------|------|------|------|------|-------------------|------|------|------|------|
| DIAMETER (m) | 0.2500 | | | | | | | | | |
| PITCH RATIO (0.7R) | 0.75 | 1.00 | 1.25 | 1.50 | 1.75 | 0.75 | 1.00 | 1.25 | 1.50 | 1.75 |
| BOSS RATIO | 0.180 | | | | | | | | | |
| EXP. AREA RATIO | 0.450 | | | | | 0.600 | | | | |
| MAX. BLADE WIDTH RATIO | 0.204 | | | | | 0.272 | | | | |
| MEAN BLADE WIDTH RATIO | 0.1724 | | | | | 0.2299 | | | | |
| BLADE THICKNESS RATIO | 0.050 | | | | | | | | | |
| RAKE ANGLE | 7°30' | | | | | | | | | |
| NUMBER OF BLADES | 5 | | | | | | | | | |
| BLADE SECTION | SRI·B | | | | | | | | | |
| TEMP. OF WATER (°C) | 13.0 | | | | | 8.3 | | | | |
| REV. OF PROP. (rps) | 12.0 | | | | | 12.0 | | | | |
| $Rn=nD^2/\nu$ | 6.2×10^5 | | | | | 5.5×10^5 | | | | |

Table 7 Principal particulars of SRI · B-6 propellers

| M.P.NO. | 0181 | 0182 | 0183 | 0184 | 0185 | 0151 | 0152 | 0153 | 0154 | 0155 |
|------------------------|-------------------|------|------|-------------------|------|--------|-------------------|------|------|------|
| DIAMETER (m) | 0.2500 | | | | | | | | | |
| PITCH RATIO (0.7R) | 0.75 | 1.00 | 1.25 | 1.50 | 1.75 | 0.75 | 1.00 | 1.25 | 1.50 | 1.75 |
| BOSS RATIO | 0.180 | | | | | | | | | |
| EXP. AREA RATIO | 0.650 | | | | | 0.800 | | | | |
| MAX. BLADE WIDTH RATIO | 0.245 | | | | | 0.302 | | | | |
| MEAN BLADE WIDTH RATIO | 0.2075 | | | | | 0.2554 | | | | |
| BLADE THICKNESS RATIO | 0.050 | | | | | | | | | |
| RAKE ANGLE | 7°30' | | | | | | | | | |
| NUMBER OF BLADES | 6 | | | | | | | | | |
| BLADE SECTION | SRI·B | | | | | | | | | |
| TEMP. OF WATER (°C) | 10.5 | | | 19.0 | | | 18.0 | | | |
| REV. OF PROP. (rps) | 12.0 | | | 12.0 | | | 10.0 | | | |
| $Rn=nD^2/\nu$ | 5.8×10^5 | | | 7.3×10^5 | | | 5.9×10^5 | | | |

計算結果を fairing して得られたプロペラ特性曲線を Fig. 17～ Fig. 20に、また、前進係数 J にたいする

スラスト係数 K_T 、トルク係数 K_Q およびプロペラ単独効率 η_0 の値を Table 8～ Table 11～に示す。

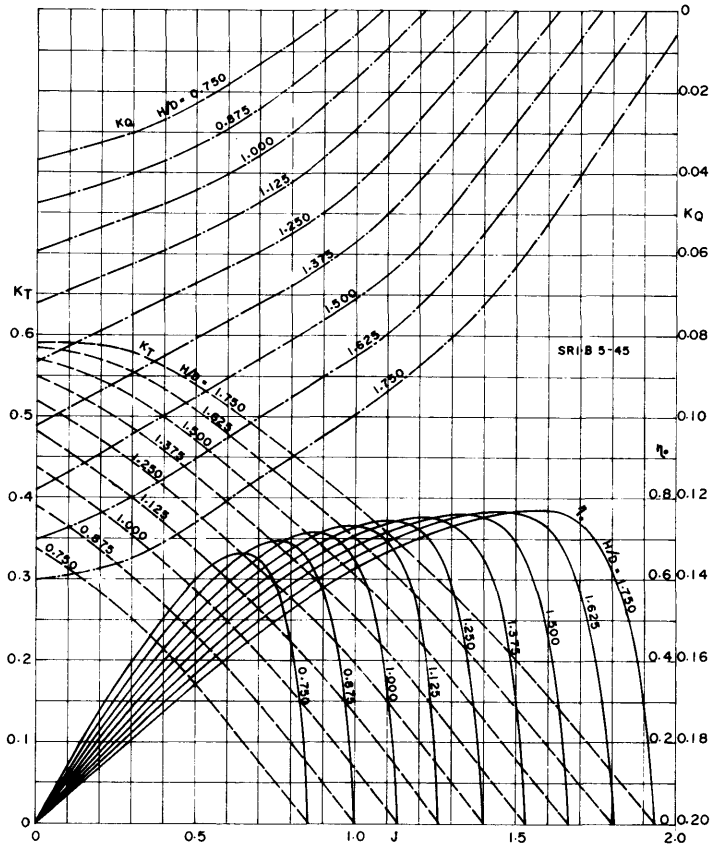


Fig. 17 J - K_T , K_Q , η_0 of SRI B · 5-45

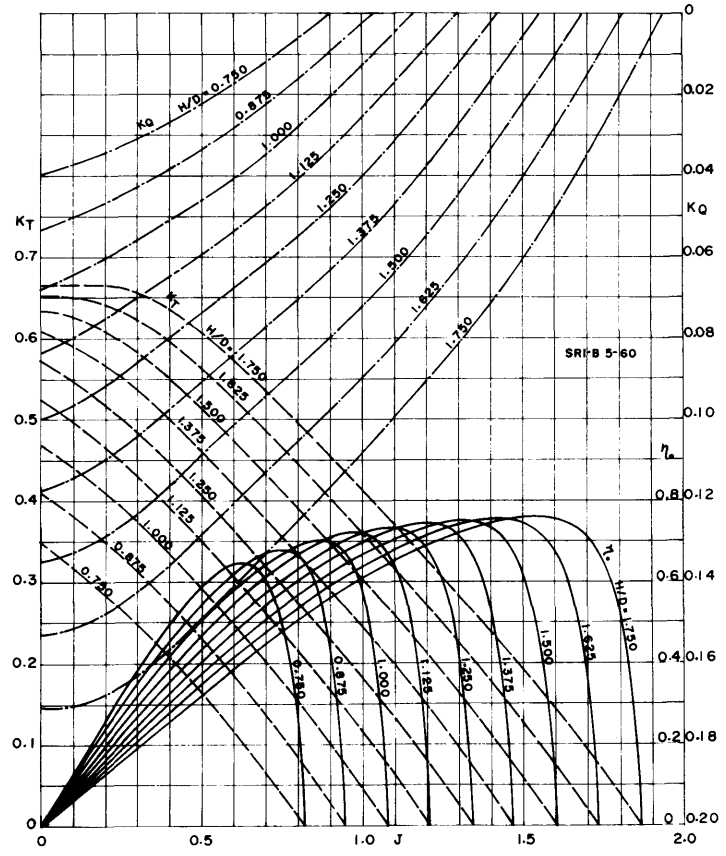


Fig. 18 J - K_T , K_Q , η_0 of SRI B · 5-60

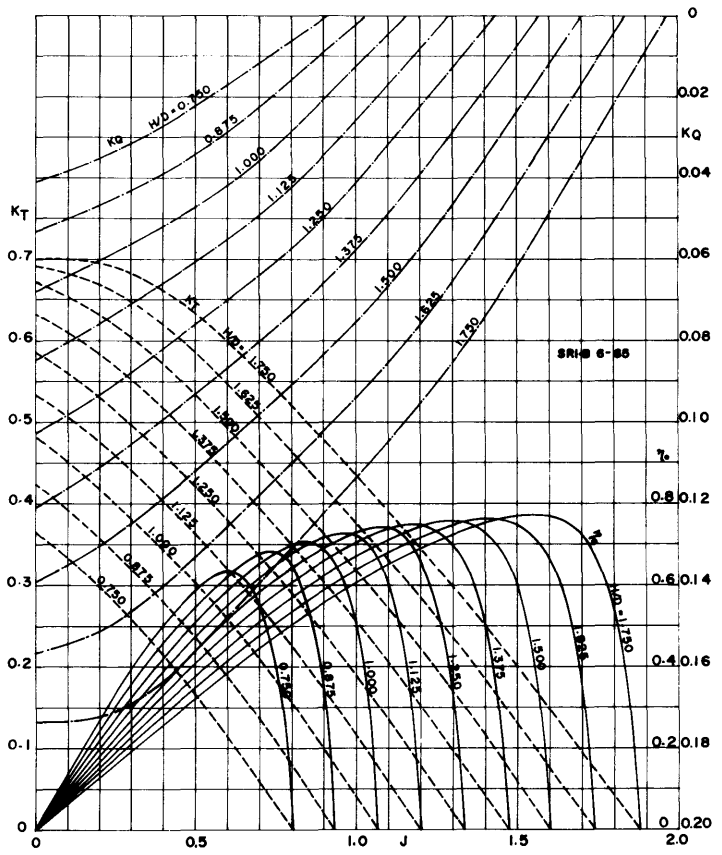


Fig. 19 $J-K_T$, K_Q , η_0 of SRI B · 6-65

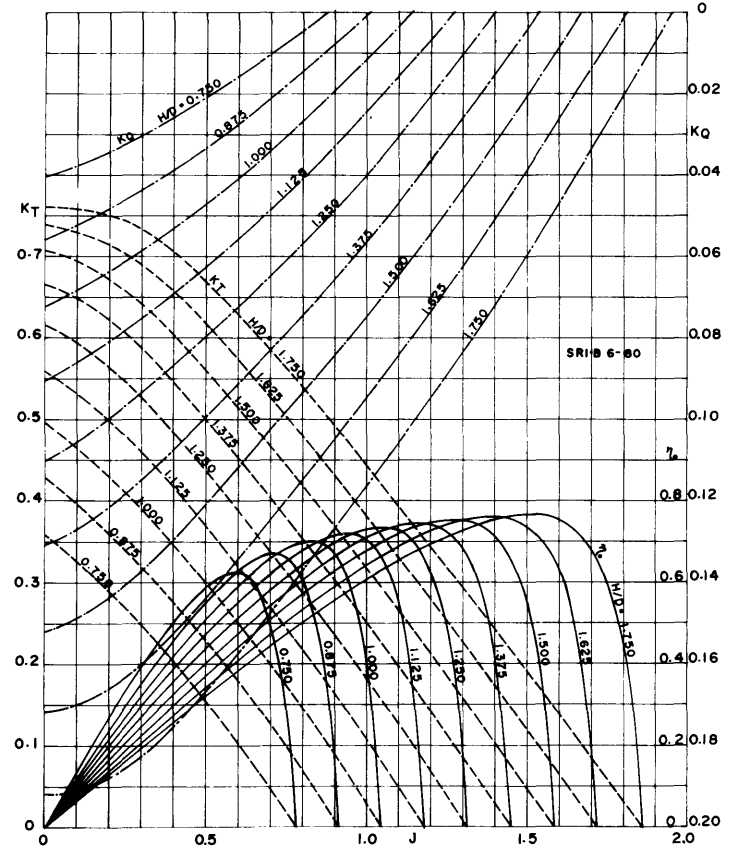


Fig. 20 $J-K_T$, K_Q , η_0 of SRI B · 6-80

Table 8 J - K_T , K_Q , η_o of SRI · B 5-45

| H/D | 0.750 | | | 0.875 | | | 1.000 | | | 1.125 | | | 1.250 | | | |
|------|-------|---------|--------|----------|---------|--------|----------|---------|--------|----------|---------|--------|----------|---------|--------|----------|
| | J | K_T | K_Q | η_o | K_T | K_Q | η_o | K_T | K_Q | η_o | K_T | K_Q | η_o | K_T | K_Q | η_o |
| 0 | 0 | 0.3370 | 0.0370 | 0 | 0.3900 | 0.0480 | 0 | 0.4370 | 0.0596 | 0 | 0.4815 | 0.0722 | 0 | 0.5190 | 0.0865 | 0 |
| 0.05 | 0.05 | 0.3260 | 0.0360 | 0.072 | 0.3780 | 0.0468 | 0.065 | 0.4245 | 0.0582 | 0.058 | 0.4685 | 0.0707 | 0.053 | 0.5075 | 0.0847 | 0.048 |
| 0.10 | 0.10 | 0.3130 | 0.0349 | 0.143 | 0.3640 | 0.0454 | 0.128 | 0.4115 | 0.0568 | 0.115 | 0.4550 | 0.0690 | 0.105 | 0.4955 | 0.0828 | 0.095 |
| 0.15 | 0.15 | 0.2995 | 0.0339 | 0.211 | 0.3500 | 0.0442 | 0.189 | 0.3975 | 0.0553 | 0.172 | 0.4420 | 0.0674 | 0.157 | 0.4835 | 0.0809 | 0.142 |
| 0.20 | 0.20 | 0.2845 | 0.0328 | 0.276 | 0.3350 | 0.0430 | 0.248 | 0.3835 | 0.0539 | 0.226 | 0.4285 | 0.0660 | 0.207 | 0.4710 | 0.0790 | 0.190 |
| 0.25 | 0.25 | 0.2685 | 0.0315 | 0.339 | 0.3200 | 0.0416 | 0.306 | 0.3690 | 0.0524 | 0.280 | 0.4150 | 0.0641 | 0.258 | 0.4580 | 0.0771 | 0.236 |
| 0.30 | 0.30 | 0.2510 | 0.0303 | 0.396 | 0.3035 | 0.0402 | 0.361 | 0.3535 | 0.0509 | 0.332 | 0.4000 | 0.0626 | 0.305 | 0.4445 | 0.0752 | 0.283 |
| 0.35 | 0.35 | 0.2335 | 0.0288 | 0.452 | 0.2870 | 0.0387 | 0.414 | 0.3380 | 0.0494 | 0.382 | 0.3850 | 0.0609 | 0.353 | 0.4300 | 0.0733 | 0.327 |
| 0.40 | 0.40 | 0.2145 | 0.0271 | 0.504 | 0.2690 | 0.0371 | 0.462 | 0.3210 | 0.0478 | 0.428 | 0.3695 | 0.0590 | 0.399 | 0.4150 | 0.0713 | 0.371 |
| 0.45 | 0.45 | 0.1940 | 0.0251 | 0.553 | 0.2510 | 0.0354 | 0.508 | 0.3040 | 0.0461 | 0.472 | 0.3530 | 0.0572 | 0.442 | 0.3990 | 0.0693 | 0.412 |
| 0.50 | 0.50 | 0.1725 | 0.0230 | 0.597 | 0.2325 | 0.0335 | 0.552 | 0.2865 | 0.0443 | 0.515 | 0.3360 | 0.0554 | 0.483 | 0.3820 | 0.0673 | 0.452 |
| 0.55 | 0.55 | 0.1490 | 0.0206 | 0.633 | 0.2125 | 0.0314 | 0.592 | 0.2680 | 0.0425 | 0.552 | 0.3185 | 0.0538 | 0.518 | 0.3660 | 0.0654 | 0.490 |
| 0.60 | 0.60 | 0.1250 | 0.0182 | 0.656 | 0.1915 | 0.0291 | 0.628 | 0.2495 | 0.0404 | 0.590 | 0.3005 | 0.0518 | 0.554 | 0.3485 | 0.0635 | 0.524 |
| 0.65 | 0.65 | 0.1015 | 0.0158 | 0.665 | 0.1705 | 0.0267 | 0.661 | 0.2290 | 0.0382 | 0.620 | 0.2820 | 0.0496 | 0.588 | 0.3310 | 0.0615 | 0.557 |
| 0.70 | 0.70 | 0.0770 | 0.0132 | 0.649 | 0.1480 | 0.0241 | 0.684 | 0.2090 | 0.0357 | 0.652 | 0.2630 | 0.0473 | 0.619 | 0.3135 | 0.0595 | 0.585 |
| 0.75 | 0.75 | 0.0525 | 0.0106 | 0.591 | 0.1245 | 0.0214 | 0.695 | 0.1870 | 0.0330 | 0.677 | 0.2435 | 0.0450 | 0.646 | 0.2960 | 0.0573 | 0.617 |
| 0.80 | 0.80 | 0.0280 | 0.0079 | 0.451 | 0.1000 | 0.0185 | 0.688 | 0.1650 | 0.0300 | 0.700 | 0.2235 | 0.0423 | 0.672 | 0.2780 | 0.0550 | 0.644 |
| 0.85 | 0.85 | 0.0030 | 0.0052 | 0.078 | 0.0750 | 0.0155 | 0.655 | 0.1415 | 0.0268 | 0.714 | 0.2030 | 0.0394 | 0.697 | 0.2600 | 0.0526 | 0.669 |
| 0.90 | 0.90 | -0.0200 | 0.0022 | - | 0.0495 | 0.0123 | 0.576 | 0.1175 | 0.0236 | 0.713 | 0.1810 | 0.0362 | 0.716 | 0.2400 | 0.0498 | 0.690 |
| 0.95 | 0.95 | | | | 0.0250 | 0.0090 | 0.420 | 0.0925 | 0.0202 | 0.692 | 0.1580 | 0.0328 | 0.728 | 0.2195 | 0.0466 | 0.712 |
| 1.00 | 1.00 | | | | 0 | 0.0056 | 0 | 0.0680 | 0.0166 | 0.652 | 0.1345 | 0.0292 | 0.733 | 0.1970 | 0.0432 | 0.726 |
| 1.05 | 1.05 | | | | -0.0260 | 0.0022 | - | 0.0425 | 0.0129 | 0.551 | 0.1105 | 0.0255 | 0.724 | 0.1740 | 0.0394 | 0.739 |
| 1.10 | 1.10 | | | | | | | 0.0170 | 0.0090 | 0.331 | 0.0850 | 0.0214 | 0.695 | 0.1500 | 0.0353 | 0.744 |
| 1.15 | 1.15 | | | | | | | -0.0080 | 0.0051 | - | 0.0600 | 0.0173 | 0.635 | 0.1255 | 0.0310 | 0.741 |
| 1.20 | 1.20 | | | | | | | | | | 0.0350 | 0.0132 | 0.506 | 0.1010 | 0.0267 | 0.722 |
| 1.25 | 1.25 | | | | | | | | | | 0.0065 | 0.0089 | 0.145 | 0.0765 | 0.0223 | 0.682 |
| 1.30 | 1.30 | | | | | | | | | | -0.0200 | 0.0047 | - | 0.0510 | 0.0177 | 0.597 |
| 1.35 | 1.35 | | | | | | | | | | | | | 0.0255 | 0.0132 | 0.415 |
| 1.40 | 1.40 | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.0087 | 0 |
| 1.45 | 1.45 | | | | | | | | | | | | | -0.0250 | 0.0040 | - |
| 1.50 | 1.50 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.55 | 1.55 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.60 | 1.60 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.65 | 1.65 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.70 | 1.70 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.75 | 1.75 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.80 | 1.80 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.85 | 1.85 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.90 | 1.90 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.95 | 1.95 | | | | | | | | | | | | | | | |

| H/D | 1.375 | | | 1.500 | | | 1.625 | | | 1.750 | | | |
|------|-------|---------|--------|----------|---------|--------|----------|---------|--------|----------|---------|--------|----------|
| | J | K_T | K_Q | η_o | K_T | K_Q | η_o | K_T | K_Q | η_o | K_T | K_Q | η_o |
| 0 | 0 | 0.5485 | 0.1025 | 0 | 0.5700 | 0.1183 | 0 | 0.5835 | 0.1305 | 0 | 0.5900 | 0.1400 | 0 |
| 0.05 | 0.05 | 0.5400 | 0.1005 | 0.043 | 0.5650 | 0.1161 | 0.039 | 0.5810 | 0.1291 | 0.036 | 0.5900 | 0.1397 | 0.034 |
| 0.10 | 0.10 | 0.5310 | 0.0983 | 0.086 | 0.5590 | 0.1139 | 0.078 | 0.5780 | 0.1275 | 0.072 | 0.5900 | 0.1392 | 0.067 |
| 0.15 | 0.15 | 0.5210 | 0.0961 | 0.130 | 0.5520 | 0.1116 | 0.118 | 0.5740 | 0.1260 | 0.109 | 0.5890 | 0.1385 | 0.102 |
| 0.20 | 0.20 | 0.5100 | 0.0938 | 0.173 | 0.5400 | 0.1042 | 0.158 | 0.5700 | 0.1237 | 0.147 | 0.5870 | 0.1375 | 0.136 |
| 0.25 | 0.25 | 0.4985 | 0.0916 | 0.217 | 0.5350 | 0.1069 | 0.199 | 0.5625 | 0.1219 | 0.184 | 0.5830 | 0.1364 | 0.170 |
| 0.30 | 0.30 | 0.4860 | 0.0894 | 0.260 | 0.5245 | 0.1047 | 0.240 | 0.5545 | 0.1201 | 0.221 | 0.5775 | 0.1350 | 0.204 |
| 0.35 | 0.35 | 0.4730 | 0.0873 | 0.302 | 0.5125 | 0.1023 | 0.280 | 0.5450 | 0.1177 | 0.258 | 0.5705 | 0.1334 | 0.239 |
| 0.40 | 0.40 | 0.4580 | 0.0852 | 0.342 | 0.4990 | 0.1000 | 0.318 | 0.5330 | 0.1156 | 0.294 | 0.5610 | 0.1313 | 0.272 |
| 0.45 | 0.45 | 0.4435 | 0.0831 | 0.382 | 0.4850 | 0.0976 | 0.356 | 0.5205 | 0.1131 | 0.330 | 0.5505 | 0.1290 | 0.306 |
| 0.50 | 0.50 | 0.4270 | 0.0805 | 0.422 | 0.4700 | 0.0953 | 0.393 | 0.5080 | 0.1107 | 0.365 | 0.5385 | 0.1264 | 0.339 |
| 0.55 | 0.55 | 0.4105 | 0.0787 | 0.456 | 0.4550 | 0.0930 | 0.428 | 0.4930 | 0.1080 | 0.399 | 0.5260 | 0.1237 | 0.372 |
| 0.60 | 0.60 | 0.3955 | 0.0765 | 0.494 | 0.4395 | 0.0906 | 0.463 | 0.4785 | 0.1056 | 0.433 | 0.5120 | 0.1210 | 0.404 |
| 0.65 | 0.65 | 0.3790 | 0.0744 | 0.527 | 0.4240 | 0.0883 | 0.497 | 0.4640 | 0.1031 | 0.466 | 0.4985 | 0.1182 | 0.437 |
| 0.70 | 0.70 | 0.3620 | 0.0724 | 0.557 | 0.4070 | 0.0860 | 0.527 | 0.4480 | 0.1003 | 0.498 | 0.4840 | 0.1155 | 0.467 |
| 0.75 | 0.75 | 0.3450 | 0.0700 | 0.588 | 0.3905 | 0.0836 | 0.558 | 0.4320 | 0.0979 | 0.527 | 0.4695 | 0.1128 | 0.497 |
| 0.80 | 0.80 | 0.3275 | 0.0678 | 0.615 | 0.3735 | 0.0812 | 0.586 | 0.4160 | 0.0954 | 0.555 | 0.4545 | 0.1102 | 0.525 |
| 0.85 | 0.85 | 0.3110 | 0.0655 | 0.642 | 0.3565 | 0.0788 | 0.612 | 0.4000 | 0.0929 | 0.583 | 0.4395 | 0.1077 | 0.552 |
| 0.90 | 0.90 | 0.2920 | 0.0629 | 0.665 | 0.3400 | 0.0762 | 0.639 | 0.3845 | 0.0903 | 0.610 | 0.4240 | 0.1051 | 0.578 |
| 0.95 | 0.95 | 0.2735 | 0.0601 | 0.688 | 0.3225 | 0.0737 | 0.662 | 0.3670 | 0.0878 | 0.632 | 0.4080 | 0.1024 | 0.602 |
| 1.00 | 1.00 | 0.2535 | 0.0570 | 0.708 | 0.3045 | 0.0710 | 0.683 | 0.3510 | 0.0854 | 0.654 | 0.3920 | 0.0997 | 0.626 |
| 1.05 | 1.05 | 0.2330 | 0.0539 | 0.722 | 0.2865 | 0.0683 | 0.701 | 0.3340 | 0.0827 | 0.675 | 0.3750 | 0.0968 | 0.648 |
| 1.10 | 1.10 | 0.2115 | 0.0503 | 0.736 | 0.2670 | 0.0652 | 0.717 | 0.3150 | 0.0797 | 0.692 | 0.3575 | 0.0938 | 0.667 |
| 1.15 | 1.15 | 0.1880 | 0.0461 | 0.746 | 0.2460 | 0.0617 | 0.730 | 0.2960 | 0.0765 | 0.709 | 0.3395 | 0.0907 | 0.685 |
| 1.20 | 1.20 | 0.1655 | 0.0420 | 0.753 | 0.2250 | 0.0578 | 0.744 | 0.2765 | 0.0729 | 0.724 | 0.3220 | 0.0875 | 0.703 |
| 1.25 | 1.25 | 0.1410 | 0.0373 | 0.752 | 0.2010 | 0.0532 | 0.752 | 0.2550 | 0.0688 | 0.738 | 0.3030 | 0.0841 | 0.717 |
| 1.30 | 1.30 | 0.1160 | 0.0325 | 0.738 | 0.1770 | 0.0483 | 0.758 | 0.2330 | 0.0643 | 0.750 | 0.2840 | 0.0806 | 0.729 |
| 1.35 | 1.35 | 0.0910 | 0.0276 | 0.718 | 0.1530 | 0.0432 | 0.762 | 0.2110 | 0.0598 | 0.758 | 0.2640 | 0.0768 | 0.739 |
| 1.40 | 1.40 | 0.0660 | 0.0225 | 0.653 | 0.1290 | 0.0380 | 0.756 | 0.1880 | 0.0547 | 0.766 | 0.2440 | 0.0725 | 0.750 |
| 1.45 | 1.45 | 0.0410 | 0.0180 | 0.526 | 0.1045 | 0.0327 | 0.738 | 0.1650 | 0.0496 | 0.768 | 0.2235 | 0.0680 | 0.759 |
| 1.50 | 1.50 | 0.0160 | 0.0129 | 0.296 | 0.0800 | 0.0276 | 0.691 | 0.1420 | 0.0444 | 0.763 | 0.2025 | 0.0630 | 0.767 |
| 1.55 | 1.55 | -0.0090 | 0.0080 | - | 0.0555 | 0.0223 | 0.614 | 0.1200 | 0.0393 | 0.753 | 0.1800 | 0.0576 | 0.771 |
| 1.60 | 1.60 | | | | 0.0310 | 0.0171 | 0.462 | 0.0960 | 0.0337 | 0.725 | 0.1575 | 0.0519 | 0.773 |
| 1.65 | 1.65 | | | | 0.0070 | 0.0119 | 0.155 | 0.0715 | 0.0278 | 0.675 | 0.1340 | 0.0461 | 0.764 |
| 1.70 | 1.70 | | | | -0.0170 | 0.0067 | - | 0.0475 | 0.0226 | 0.569 | 0.1105 | 0.0402 | 0.744 |
| 1.75 | 1.75 | | | | | | | 0.0245 | 0.0173 | 0.395 | 0.0860 | 0.0346 | 0.692 |
| 1.80 | 1.80 | | | | | | | 0 | 0.0117 | 0 | 0.0630 | 0.0288 | 0.627 |
| 1.85 | 1.85 | | | | | | | -0.0230 | 0.0063 | - | 0.0395 | 0.0229 | 0.508 |
| 1.90 | 1.90 | | | | | | | | | | 0.0160 | 0.0171 | 0.283 |
| 1.95 | 1.95 | | | | | | | | | | -0.0070 | 0.0112 | - |

Table 9 $J-K_T, K_Q, \eta_o$ of SRI · B 5-60

| H/D | 0.750 | | | 0.875 | | | 1.000 | | | 1.125 | | | 1.250 | | |
|------|---------|--------|----------|---------|--------|----------|---------|--------|----------|---------|--------|----------|---------|--------|----------|
| | K_T | K_Q | η_o | K_T | K_Q | η_o | K_T | K_Q | η_o | K_T | K_Q | η_o | K_T | K_Q | η_o |
| 0 | 0.3480 | 0.0396 | 0 | 0.4090 | 0.0533 | 0 | 0.4680 | 0.0679 | 0 | 0.5240 | 0.0836 | 0 | 0.5720 | 0.1000 | 0 |
| 0.05 | 0.3330 | 0.0385 | 0.069 | 0.3960 | 0.0518 | 0.061 | 0.4555 | 0.0662 | 0.055 | 0.5110 | 0.0818 | 0.050 | 0.5600 | 0.0984 | 0.046 |
| 0.10 | 0.3175 | 0.0372 | 0.136 | 0.3815 | 0.0502 | 0.121 | 0.4410 | 0.0644 | 0.109 | 0.4970 | 0.0798 | 0.099 | 0.5470 | 0.0964 | 0.090 |
| 0.15 | 0.3020 | 0.0358 | 0.202 | 0.3660 | 0.0484 | 0.181 | 0.4260 | 0.0624 | 0.163 | 0.4820 | 0.0775 | 0.149 | 0.5330 | 0.0942 | 0.135 |
| 0.20 | 0.2850 | 0.0343 | 0.264 | 0.3490 | 0.0466 | 0.238 | 0.4100 | 0.0602 | 0.217 | 0.4655 | 0.0751 | 0.198 | 0.5180 | 0.0917 | 0.180 |
| 0.25 | 0.2670 | 0.0326 | 0.326 | 0.3320 | 0.0446 | 0.296 | 0.3925 | 0.0580 | 0.269 | 0.4485 | 0.0725 | 0.246 | 0.5020 | 0.0889 | 0.225 |
| 0.30 | 0.2490 | 0.0310 | 0.386 | 0.3135 | 0.0427 | 0.351 | 0.3740 | 0.0557 | 0.321 | 0.4310 | 0.0700 | 0.294 | 0.4845 | 0.0860 | 0.269 |
| 0.35 | 0.2290 | 0.0290 | 0.441 | 0.2940 | 0.0406 | 0.404 | 0.3545 | 0.0533 | 0.371 | 0.4120 | 0.0673 | 0.342 | 0.4665 | 0.0829 | 0.314 |
| 0.40 | 0.2090 | 0.0269 | 0.495 | 0.2740 | 0.0384 | 0.455 | 0.3340 | 0.0509 | 0.418 | 0.3920 | 0.0646 | 0.387 | 0.4470 | 0.0800 | 0.356 |
| 0.45 | 0.1870 | 0.0247 | 0.542 | 0.2530 | 0.0360 | 0.503 | 0.3135 | 0.0485 | 0.463 | 0.3715 | 0.0620 | 0.429 | 0.4270 | 0.0767 | 0.399 |
| 0.50 | 0.1645 | 0.0223 | 0.587 | 0.2305 | 0.0336 | 0.546 | 0.2920 | 0.0460 | 0.505 | 0.3505 | 0.0593 | 0.470 | 0.4060 | 0.0737 | 0.438 |
| 0.55 | 0.1405 | 0.0198 | 0.621 | 0.2080 | 0.0311 | 0.585 | 0.2700 | 0.0435 | 0.543 | 0.3290 | 0.0566 | 0.509 | 0.3845 | 0.0707 | 0.476 |
| 0.60 | 0.1160 | 0.0172 | 0.644 | 0.1840 | 0.0283 | 0.621 | 0.2475 | 0.0409 | 0.578 | 0.3065 | 0.0537 | 0.545 | 0.3625 | 0.0677 | 0.511 |
| 0.65 | 0.0910 | 0.0147 | 0.641 | 0.1605 | 0.0255 | 0.651 | 0.2245 | 0.0380 | 0.611 | 0.2840 | 0.0507 | 0.580 | 0.3410 | 0.0646 | 0.546 |
| 0.70 | 0.0645 | 0.0119 | 0.604 | 0.1355 | 0.0225 | 0.671 | 0.2015 | 0.0349 | 0.643 | 0.2610 | 0.0476 | 0.611 | 0.3190 | 0.0614 | 0.578 |
| 0.75 | 0.0385 | 0.0093 | 0.494 | 0.1100 | 0.0193 | 0.681 | 0.1775 | 0.0316 | 0.671 | 0.2380 | 0.0443 | 0.641 | 0.2970 | 0.0583 | 0.608 |
| 0.80 | 0.0120 | 0.0062 | 0.246 | 0.0840 | 0.0161 | 0.664 | 0.1520 | 0.0280 | 0.691 | 0.2140 | 0.0409 | 0.666 | 0.2745 | 0.0550 | 0.635 |
| 0.85 | -0.0160 | 0.0030 | - | 0.0570 | 0.0128 | 0.603 | 0.1265 | 0.0243 | 0.704 | 0.1900 | 0.0372 | 0.691 | 0.2520 | 0.0516 | 0.660 |
| 0.90 | - | - | - | 0.0275 | 0.0094 | 0.419 | 0.0995 | 0.0205 | 0.695 | 0.1655 | 0.0334 | 0.710 | 0.2295 | 0.0480 | 0.685 |
| 0.95 | - | - | - | -0.0015 | 0.0060 | - | 0.0730 | 0.0166 | 0.665 | 0.1410 | 0.0296 | 0.720 | 0.2060 | 0.0441 | 0.706 |
| 1.00 | - | - | - | - | - | - | 0.0460 | 0.0127 | 0.577 | 0.1160 | 0.0256 | 0.721 | 0.1825 | 0.0402 | 0.723 |
| 1.05 | - | - | - | - | - | - | 0.0170 | 0.0087 | 0.327 | 0.0890 | 0.0213 | 0.699 | 0.1575 | 0.0360 | 0.732 |
| 1.10 | - | - | - | - | - | - | -0.0125 | 0.0048 | - | 0.0620 | 0.0170 | 0.639 | 0.1315 | 0.0314 | 0.733 |
| 1.15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.0340 | 0.0126 | 0.494 | 0.1055 | 0.0268 | 0.720 |
| 1.20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.0040 | 0.0083 | 0.092 | 0.0790 | 0.0221 | 0.682 |
| 1.25 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | -0.0270 | 0.0040 | - | 0.0520 | 0.0171 | 0.605 |
| 1.30 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.0245 | 0.0123 | 0.412 |
| 1.35 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | -0.0030 | 0.0074 | - |
| 1.40 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 1.45 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 1.50 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 1.55 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 1.60 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 1.65 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 1.70 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 1.75 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 1.80 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 1.85 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 1.90 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

| H/D | 1.375 | | | 1.500 | | | 1.625 | | | 1.750 | | |
|------|--------|--------|----------|---------|--------|----------|---------|--------|----------|---------|--------|----------|
| | K_T | K_Q | η_o | K_T | K_Q | η_o | K_T | K_Q | η_o | K_T | K_Q | η_o |
| 0 | 0.6075 | 0.1172 | 0 | 0.6300 | 0.1350 | 0 | 0.6515 | 0.1529 | 0 | 0.6650 | 0.1708 | 0 |
| 0.05 | 0.6000 | 0.1160 | 0.041 | 0.6310 | 0.1339 | 0.038 | 0.6515 | 0.1523 | 0.034 | 0.6650 | 0.1708 | 0.031 |
| 0.10 | 0.5910 | 0.1142 | 0.082 | 0.6255 | 0.1324 | 0.075 | 0.6500 | 0.1512 | 0.068 | 0.6650 | 0.1703 | 0.062 |
| 0.15 | 0.5795 | 0.1122 | 0.123 | 0.6180 | 0.1308 | 0.113 | 0.6465 | 0.1497 | 0.103 | 0.6650 | 0.1692 | 0.094 |
| 0.20 | 0.5665 | 0.1099 | 0.164 | 0.6080 | 0.1287 | 0.150 | 0.6410 | 0.1477 | 0.138 | 0.6645 | 0.1676 | 0.126 |
| 0.25 | 0.5520 | 0.1072 | 0.205 | 0.5965 | 0.1261 | 0.188 | 0.6330 | 0.1453 | 0.173 | 0.6620 | 0.1654 | 0.159 |
| 0.30 | 0.5360 | 0.1042 | 0.246 | 0.5830 | 0.1232 | 0.226 | 0.6225 | 0.1425 | 0.209 | 0.6560 | 0.1630 | 0.192 |
| 0.35 | 0.5190 | 0.1010 | 0.287 | 0.5675 | 0.1199 | 0.264 | 0.6100 | 0.1394 | 0.244 | 0.6470 | 0.1600 | 0.226 |
| 0.40 | 0.5000 | 0.0974 | 0.327 | 0.5500 | 0.1161 | 0.302 | 0.5950 | 0.1359 | 0.279 | 0.6355 | 0.1565 | 0.259 |
| 0.45 | 0.4805 | 0.0940 | 0.366 | 0.5320 | 0.1125 | 0.339 | 0.5790 | 0.1321 | 0.314 | 0.6220 | 0.1527 | 0.292 |
| 0.50 | 0.4605 | 0.0907 | 0.404 | 0.5135 | 0.1088 | 0.376 | 0.5620 | 0.1283 | 0.349 | 0.6060 | 0.1488 | 0.324 |
| 0.55 | 0.4405 | 0.0873 | 0.442 | 0.4940 | 0.1052 | 0.411 | 0.5445 | 0.1245 | 0.383 | 0.5900 | 0.1449 | 0.356 |
| 0.60 | 0.4190 | 0.0839 | 0.477 | 0.4740 | 0.1016 | 0.446 | 0.5250 | 0.1207 | 0.415 | 0.5720 | 0.1409 | 0.388 |
| 0.65 | 0.3980 | 0.0805 | 0.512 | 0.4530 | 0.0980 | 0.478 | 0.5055 | 0.1169 | 0.448 | 0.5540 | 0.1369 | 0.419 |
| 0.70 | 0.3770 | 0.0771 | 0.545 | 0.4320 | 0.0945 | 0.509 | 0.4860 | 0.1131 | 0.479 | 0.5350 | 0.1330 | 0.448 |
| 0.75 | 0.3555 | 0.0737 | 0.576 | 0.4115 | 0.0909 | 0.541 | 0.4655 | 0.1093 | 0.509 | 0.5160 | 0.1290 | 0.478 |
| 0.80 | 0.3340 | 0.0702 | 0.606 | 0.3905 | 0.0872 | 0.570 | 0.4450 | 0.1054 | 0.538 | 0.4960 | 0.1250 | 0.505 |
| 0.85 | 0.3120 | 0.0668 | 0.632 | 0.3690 | 0.0836 | 0.597 | 0.4240 | 0.1015 | 0.565 | 0.4760 | 0.1209 | 0.533 |
| 0.90 | 0.2900 | 0.0633 | 0.656 | 0.3475 | 0.0799 | 0.623 | 0.4030 | 0.0977 | 0.591 | 0.4560 | 0.1167 | 0.560 |
| 0.95 | 0.2670 | 0.0595 | 0.678 | 0.3255 | 0.0761 | 0.647 | 0.3815 | 0.0938 | 0.615 | 0.4345 | 0.1125 | 0.584 |
| 1.00 | 0.2450 | 0.0557 | 0.700 | 0.3030 | 0.0723 | 0.667 | 0.3600 | 0.0898 | 0.638 | 0.4140 | 0.1082 | 0.609 |
| 1.05 | 0.2210 | 0.0515 | 0.718 | 0.2810 | 0.0682 | 0.689 | 0.3380 | 0.0857 | 0.659 | 0.3920 | 0.1039 | 0.631 |
| 1.10 | 0.1970 | 0.0473 | 0.729 | 0.2585 | 0.0640 | 0.707 | 0.3155 | 0.0814 | 0.679 | 0.3710 | 0.0995 | 0.653 |
| 1.15 | 0.1730 | 0.0427 | 0.742 | 0.2355 | 0.0596 | 0.723 | 0.2940 | 0.0770 | 0.699 | 0.3490 | 0.0950 | 0.673 |
| 1.20 | 0.1480 | 0.0380 | 0.744 | 0.2120 | 0.0549 | 0.738 | 0.2710 | 0.0723 | 0.716 | 0.3270 | 0.0905 | 0.690 |
| 1.25 | 0.1220 | 0.0328 | 0.740 | 0.1875 | 0.0499 | 0.748 | 0.2480 | 0.0676 | 0.730 | 0.3050 | 0.0859 | 0.707 |
| 1.30 | 0.0955 | 0.0276 | 0.716 | 0.1625 | 0.0446 | 0.754 | 0.2245 | 0.0625 | 0.743 | 0.2830 | 0.0813 | 0.720 |
| 1.35 | 0.0680 | 0.0224 | 0.652 | 0.1365 | 0.0391 | 0.751 | 0.2005 | 0.0574 | 0.751 | 0.2605 | 0.0765 | 0.732 |
| 1.40 | 0.0390 | 0.0170 | 0.511 | 0.1100 | 0.0334 | 0.734 | 0.1755 | 0.0518 | 0.755 | 0.2380 | 0.0715 | 0.742 |
| 1.45 | 0.0110 | 0.0115 | 0.221 | 0.0835 | 0.0277 | 0.696 | 0.1515 | 0.0463 | 0.755 | 0.2155 | 0.0663 | 0.750 |
| 1.50 | - | - | - | 0.0570 | 0.0221 | 0.616 | 0.1260 | 0.0403 | 0.746 | 0.1920 | 0.0607 | 0.755 |
| 1.55 | - | - | - | 0.0300 | 0.0164 | 0.451 | 0.1005 | 0.0343 | 0.723 | 0.1680 | 0.0547 | 0.758 |
| 1.60 | - | - | - | 0.0020 | 0.0107 | 0.005 | 0.0745 | 0.0280 | 0.678 | 0.1440 | 0.0485 | 0.756 |
| 1.65 | - | - | - | -0.0270 | 0.0048 | - | 0.0475 | 0.0217 | 0.575 | 0.1180 | 0.0418 | 0.742 |
| 1.70 | - | - | - | - | - | - | 0.0200 | 0.0151 | 0.358 | 0.0920 | 0.0350 | 0.711 |
| 1.75 | - | - | - | - | - | - | -0.0100 | 0.0085 | - | 0.0655 | 0.0280 | 0.652 |
| 1.80 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.0380 | 0.0209 | 0.520 |
| 1.85 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.0100 | 0.0136 | 0.216 |
| 1.90 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | -0.0200 | 0.0064 | - |

Table 10 $J-K_T, K_Q, \eta_o$ of SRI · B 6-65

| H/D | 0.750 | | | 0.875 | | | 1.000 | | | 1.125 | | | 1.250 | | |
|------|---------|--------|----------|---------|--------|----------|---------|--------|----------|---------|--------|----------|---------|--------|----------|
| | K_T | K_Q | η_o | K_T | K_Q | η_o | K_T | K_Q | η_o | K_T | K_Q | η_o | K_T | K_Q | η_o |
| 0 | 0.3630 | 0.0410 | 0 | 0.4235 | 0.0531 | 0 | 0.4810 | 0.0680 | 0 | 0.5330 | 0.0848 | 0 | 0.5850 | 0.1028 | 0 |
| 0.05 | 0.3495 | 0.0398 | 0.070 | 0.4090 | 0.0518 | 0.063 | 0.4660 | 0.0662 | 0.056 | 0.5210 | 0.0827 | 0.050 | 0.5735 | 0.1007 | 0.046 |
| 0.10 | 0.3335 | 0.0384 | 0.138 | 0.3925 | 0.0502 | 0.124 | 0.4505 | 0.0644 | 0.111 | 0.5070 | 0.0806 | 0.100 | 0.5600 | 0.0983 | 0.091 |
| 0.15 | 0.3165 | 0.0369 | 0.205 | 0.3755 | 0.0486 | 0.185 | 0.4340 | 0.0624 | 0.166 | 0.4915 | 0.0783 | 0.150 | 0.5460 | 0.0958 | 0.136 |
| 0.20 | 0.2980 | 0.0353 | 0.269 | 0.3575 | 0.0468 | 0.244 | 0.4175 | 0.0605 | 0.219 | 0.4750 | 0.0761 | 0.199 | 0.5305 | 0.0934 | 0.181 |
| 0.35 | 0.2790 | 0.0335 | 0.332 | 0.3395 | 0.0450 | 0.300 | 0.4000 | 0.0584 | 0.273 | 0.4580 | 0.0736 | 0.248 | 0.5140 | 0.0908 | 0.225 |
| 0.30 | 0.2590 | 0.0315 | 0.393 | 0.3205 | 0.0430 | 0.356 | 0.3815 | 0.0563 | 0.324 | 0.4400 | 0.0711 | 0.296 | 0.4970 | 0.0880 | 0.270 |
| 0.35 | 0.2375 | 0.0295 | 0.449 | 0.3010 | 0.0411 | 0.409 | 0.3630 | 0.0542 | 0.374 | 0.4215 | 0.0686 | 0.343 | 0.4785 | 0.0850 | 0.314 |
| 0.40 | 0.2145 | 0.0273 | 0.501 | 0.2805 | 0.0390 | 0.458 | 0.3440 | 0.0520 | 0.421 | 0.4025 | 0.0660 | 0.389 | 0.4600 | 0.0820 | 0.357 |
| 0.45 | 0.1910 | 0.0250 | 0.547 | 0.2585 | 0.0367 | 0.505 | 0.3240 | 0.0497 | 0.467 | 0.3830 | 0.0634 | 0.433 | 0.4400 | 0.0790 | 0.399 |
| 0.50 | 0.1665 | 0.0225 | 0.589 | 0.2365 | 0.0344 | 0.547 | 0.3030 | 0.0472 | 0.511 | 0.3625 | 0.0608 | 0.475 | 0.4210 | 0.0760 | 0.441 |
| 0.55 | 0.1410 | 0.0198 | 0.623 | 0.2130 | 0.0318 | 0.586 | 0.2815 | 0.0447 | 0.551 | 0.3410 | 0.0580 | 0.514 | 0.4000 | 0.0730 | 0.480 |
| 0.60 | 0.1140 | 0.0171 | 0.637 | 0.1885 | 0.0289 | 0.623 | 0.2585 | 0.0420 | 0.588 | 0.3195 | 0.0552 | 0.553 | 0.3800 | 0.0700 | 0.518 |
| 0.65 | 0.0860 | 0.0144 | 0.618 | 0.1635 | 0.0258 | 0.656 | 0.2345 | 0.0390 | 0.622 | 0.2965 | 0.0523 | 0.587 | 0.3590 | 0.0669 | 0.555 |
| 0.70 | 0.0580 | 0.0117 | 0.552 | 0.1370 | 0.0225 | 0.678 | 0.2100 | 0.0358 | 0.654 | 0.2740 | 0.0492 | 0.619 | 0.3365 | 0.0639 | 0.587 |
| 0.75 | 0.0300 | 0.0090 | 0.398 | 0.1085 | 0.0190 | 0.682 | 0.1845 | 0.0322 | 0.684 | 0.2500 | 0.0458 | 0.652 | 0.3140 | 0.0609 | 0.616 |
| 0.80 | 0.0020 | 0.0063 | 0.040 | 0.0800 | 0.0157 | 0.649 | 0.1565 | 0.0284 | 0.702 | 0.2255 | 0.0423 | 0.679 | 0.2900 | 0.0573 | 0.644 |
| 0.85 | -0.0265 | 0.0037 | - | 0.0500 | 0.0123 | 0.550 | 0.1280 | 0.0245 | 0.707 | 0.1995 | 0.0384 | 0.703 | 0.2660 | 0.0537 | 0.670 |
| 0.90 | | | | 0.0200 | 0.0090 | 0.318 | 0.0980 | 0.0204 | 0.687 | 0.1730 | 0.0345 | 0.718 | 0.2415 | 0.0499 | 0.693 |
| 0.95 | | | | -0.0100 | 0.0056 | - | 0.0690 | 0.0165 | 0.632 | 0.1450 | 0.0301 | 0.728 | 0.2155 | 0.0457 | 0.713 |
| 1.00 | | | | | | | 0.0405 | 0.0126 | 0.512 | 0.1170 | 0.0258 | 0.722 | 0.1890 | 0.0412 | 0.730 |
| 1.05 | | | | | | | 0.0105 | 0.0087 | 0.202 | 0.0880 | 0.0214 | 0.688 | 0.1620 | 0.0365 | 0.742 |
| 1.10 | | | | | | | -0.0185 | 0.0047 | - | 0.0590 | 0.0170 | 0.608 | 0.1350 | 0.0318 | 0.743 |
| 1.15 | | | | | | | | | | 0.0300 | 0.0127 | 0.433 | 0.1065 | 0.0271 | 0.720 |
| 1.20 | | | | | | | | | | -0.0010 | 0.0083 | - | 0.0790 | 0.0224 | 0.665 |
| 1.25 | | | | | | | | | | | | | 0.0500 | 0.0178 | 0.553 |
| 1.30 | | | | | | | | | | | | | 0.0210 | 0.0130 | 0.326 |
| 1.35 | | | | | | | | | | | | | -0.0070 | 0.0084 | - |
| 1.40 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.45 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.50 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.55 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.60 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.65 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.70 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.75 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.80 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.85 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.90 | | | | | | | | | | | | | | | |

| H/D | 1.375 | | | 1.500 | | | 1.625 | | | 1.750 | | |
|------|---------|--------|----------|---------|--------|----------|---------|--------|----------|---------|--------|----------|
| | K_T | K_Q | η_o | K_T | K_Q | η_o | K_T | K_Q | η_o | K_T | K_Q | η_o |
| 0 | 0.6330 | 0.1210 | 0 | 0.6700 | 0.1390 | 0 | 0.6910 | 0.1564 | 0 | 0.7000 | 0.1736 | 0 |
| 0.05 | 0.6220 | 0.1187 | 0.042 | 0.6630 | 0.1372 | 0.039 | 0.6875 | 0.1555 | 0.035 | 0.7000 | 0.1736 | 0.032 |
| 0.10 | 0.6110 | 0.1163 | 0.084 | 0.6535 | 0.1351 | 0.077 | 0.6830 | 0.1544 | 0.070 | 0.7000 | 0.1735 | 0.064 |
| 0.15 | 0.5980 | 0.1138 | 0.126 | 0.6430 | 0.1330 | 0.116 | 0.6765 | 0.1529 | 0.106 | 0.6990 | 0.1730 | 0.097 |
| 0.20 | 0.5840 | 0.1111 | 0.168 | 0.6320 | 0.1305 | 0.154 | 0.6690 | 0.1511 | 0.141 | 0.6955 | 0.1722 | 0.129 |
| 0.25 | 0.5690 | 0.1084 | 0.209 | 0.6190 | 0.1279 | 0.193 | 0.6595 | 0.1490 | 0.176 | 0.6900 | 0.1709 | 0.161 |
| 0.30 | 0.5525 | 0.1056 | 0.250 | 0.6050 | 0.1250 | 0.231 | 0.6480 | 0.1465 | 0.211 | 0.6820 | 0.1691 | 0.193 |
| 0.35 | 0.5355 | 0.1026 | 0.291 | 0.5885 | 0.1220 | 0.269 | 0.6350 | 0.1435 | 0.247 | 0.6740 | 0.1665 | 0.226 |
| 0.40 | 0.5175 | 0.0996 | 0.331 | 0.5710 | 0.1188 | 0.306 | 0.6195 | 0.1402 | 0.281 | 0.6625 | 0.1635 | 0.258 |
| 0.45 | 0.4990 | 0.0964 | 0.371 | 0.5520 | 0.1155 | 0.342 | 0.6030 | 0.1368 | 0.316 | 0.6485 | 0.1600 | 0.290 |
| 0.50 | 0.4790 | 0.0932 | 0.409 | 0.5330 | 0.1121 | 0.378 | 0.5850 | 0.1331 | 0.350 | 0.6330 | 0.1561 | 0.323 |
| 0.55 | 0.4585 | 0.0900 | 0.446 | 0.5130 | 0.1086 | 0.413 | 0.5660 | 0.1295 | 0.382 | 0.6160 | 0.1520 | 0.355 |
| 0.60 | 0.4380 | 0.0867 | 0.483 | 0.4920 | 0.1052 | 0.447 | 0.5460 | 0.1256 | 0.415 | 0.5980 | 0.1477 | 0.387 |
| 0.65 | 0.4160 | 0.0835 | 0.516 | 0.4710 | 0.1016 | 0.480 | 0.5260 | 0.1217 | 0.447 | 0.5790 | 0.1435 | 0.418 |
| 0.70 | 0.3950 | 0.0801 | 0.549 | 0.4500 | 0.0979 | 0.512 | 0.5050 | 0.1177 | 0.478 | 0.5600 | 0.1393 | 0.448 |
| 0.75 | 0.3730 | 0.0767 | 0.581 | 0.4290 | 0.0942 | 0.544 | 0.4845 | 0.1138 | 0.508 | 0.5400 | 0.1352 | 0.477 |
| 0.80 | 0.3500 | 0.0732 | 0.609 | 0.4070 | 0.0905 | 0.573 | 0.4630 | 0.1098 | 0.537 | 0.5200 | 0.1309 | 0.506 |
| 0.85 | 0.3275 | 0.0696 | 0.637 | 0.3855 | 0.0869 | 0.600 | 0.4415 | 0.1059 | 0.564 | 0.4990 | 0.1267 | 0.533 |
| 0.90 | 0.3040 | 0.0658 | 0.662 | 0.3630 | 0.0831 | 0.626 | 0.4200 | 0.1020 | 0.590 | 0.4780 | 0.1224 | 0.559 |
| 0.95 | 0.2800 | 0.0620 | 0.683 | 0.3410 | 0.0794 | 0.649 | 0.3980 | 0.0980 | 0.614 | 0.4560 | 0.1182 | 0.583 |
| 1.00 | 0.2565 | 0.0578 | 0.707 | 0.3190 | 0.0754 | 0.674 | 0.3760 | 0.0940 | 0.637 | 0.4345 | 0.1138 | 0.608 |
| 1.05 | 0.2310 | 0.0533 | 0.725 | 0.2960 | 0.0712 | 0.695 | 0.3535 | 0.0899 | 0.658 | 0.4115 | 0.1092 | 0.630 |
| 1.10 | 0.2060 | 0.0488 | 0.739 | 0.2720 | 0.0670 | 0.711 | 0.3310 | 0.0855 | 0.678 | 0.3900 | 0.1047 | 0.652 |
| 1.15 | 0.1800 | 0.0439 | 0.751 | 0.2485 | 0.0624 | 0.729 | 0.3090 | 0.0809 | 0.699 | 0.3670 | 0.1000 | 0.672 |
| 1.20 | 0.1530 | 0.0390 | 0.749 | 0.2240 | 0.0574 | 0.745 | 0.2860 | 0.0761 | 0.718 | 0.3440 | 0.0952 | 0.690 |
| 1.25 | 0.1255 | 0.0340 | 0.734 | 0.1980 | 0.0521 | 0.756 | 0.2615 | 0.0709 | 0.734 | 0.3210 | 0.0902 | 0.708 |
| 1.30 | 0.0970 | 0.0288 | 0.697 | 0.1705 | 0.0465 | 0.759 | 0.2370 | 0.0655 | 0.749 | 0.2980 | 0.0851 | 0.725 |
| 1.35 | 0.0700 | 0.0237 | 0.635 | 0.1435 | 0.0409 | 0.754 | 0.2120 | 0.0600 | 0.759 | 0.2745 | 0.0800 | 0.737 |
| 1.40 | 0.0410 | 0.0181 | 0.505 | 0.1150 | 0.0353 | 0.726 | 0.1850 | 0.0539 | 0.765 | 0.2510 | 0.0742 | 0.754 |
| 1.45 | 0.0130 | 0.0129 | 0.233 | 0.0870 | 0.0295 | 0.681 | 0.1580 | 0.0478 | 0.763 | 0.2255 | 0.0683 | 0.762 |
| 1.50 | -0.0160 | 0.0077 | - | 0.0590 | 0.0237 | 0.594 | 0.1305 | 0.0418 | 0.745 | 0.2000 | 0.0621 | 0.769 |
| 1.55 | | | | 0.0300 | 0.0179 | 0.413 | 0.1030 | 0.0355 | 0.716 | 0.1740 | 0.0555 | 0.773 |
| 1.60 | | | | 0.0010 | 0.0120 | 0.021 | 0.0760 | 0.0293 | 0.661 | 0.1480 | 0.0489 | 0.771 |
| 1.65 | | | | -0.0280 | 0.0061 | - | 0.0500 | 0.0231 | 0.569 | 0.1215 | 0.0422 | 0.756 |
| 1.70 | | | | | | | 0.0220 | 0.0170 | 0.350 | 0.0950 | 0.0354 | 0.726 |
| 1.75 | | | | | | | -0.0050 | 0.0108 | - | 0.0680 | 0.0290 | 0.653 |
| 1.80 | | | | | | | | | | 0.0420 | 0.0222 | 0.542 |
| 1.85 | | | | | | | | | | 0.0155 | 0.0157 | 0.291 |
| 1.90 | | | | | | | | | | -0.0100 | 0.0090 | - |

Table 11 J - K_T , K_Q , η_0 of SRI · B 6-80

| H/D | 0.750 | | | 0.870 | | | 1.000 | | | 1.125 | | | 1.250 | | |
|------|---------|--------|----------|---------|--------|----------|---------|--------|----------|---------|--------|----------|---------|--------|----------|
| | K_T | K_Q | η_0 | K_T | K_Q | η_0 | K_T | K_Q | η_0 | K_T | K_Q | η_0 | K_T | K_Q | η_0 |
| 0 | 0.3580 | 0.0405 | 0 | 0.4270 | 0.0560 | 0 | 0.4940 | 0.0724 | 0 | 0.5570 | 0.0904 | 0 | 0.6140 | 0.1103 | 0 |
| 0.05 | 0.3420 | 0.0392 | 0.070 | 0.4120 | 0.0542 | 0.061 | 0.4800 | 0.0705 | 0.055 | 0.5450 | 0.0884 | 0.049 | 0.6055 | 0.1080 | 0.045 |
| 0.10 | 0.3250 | 0.0378 | 0.137 | 0.3955 | 0.0524 | 0.120 | 0.4650 | 0.0683 | 0.108 | 0.5320 | 0.0860 | 0.098 | 0.5935 | 0.1055 | 0.090 |
| 0.15 | 0.3080 | 0.0362 | 0.203 | 0.3780 | 0.0504 | 0.179 | 0.4480 | 0.0660 | 0.162 | 0.5160 | 0.0834 | 0.148 | 0.5800 | 0.1028 | 0.135 |
| 0.20 | 0.2890 | 0.0344 | 0.267 | 0.3600 | 0.0483 | 0.237 | 0.4295 | 0.0636 | 0.215 | 0.4980 | 0.0807 | 0.196 | 0.5630 | 0.1000 | 0.179 |
| 0.25 | 0.2690 | 0.0325 | 0.329 | 0.3400 | 0.0461 | 0.294 | 0.4105 | 0.0611 | 0.267 | 0.4800 | 0.0780 | 0.245 | 0.5450 | 0.0969 | 0.224 |
| 0.30 | 0.2480 | 0.0304 | 0.390 | 0.3200 | 0.0438 | 0.349 | 0.3900 | 0.0585 | 0.319 | 0.4600 | 0.0750 | 0.293 | 0.5260 | 0.0937 | 0.268 |
| 0.35 | 0.2260 | 0.0282 | 0.447 | 0.2980 | 0.0413 | 0.403 | 0.3685 | 0.0558 | 0.368 | 0.4380 | 0.0720 | 0.340 | 0.5050 | 0.0903 | 0.312 |
| 0.40 | 0.2030 | 0.0259 | 0.499 | 0.2760 | 0.0388 | 0.453 | 0.3460 | 0.0529 | 0.417 | 0.4160 | 0.0690 | 0.384 | 0.4830 | 0.0868 | 0.354 |
| 0.45 | 0.1800 | 0.0235 | 0.548 | 0.2535 | 0.0362 | 0.501 | 0.3235 | 0.0501 | 0.462 | 0.3930 | 0.0660 | 0.426 | 0.4610 | 0.0833 | 0.396 |
| 0.50 | 0.1550 | 0.0210 | 0.588 | 0.2300 | 0.0334 | 0.548 | 0.3000 | 0.0471 | 0.507 | 0.3695 | 0.0626 | 0.470 | 0.4370 | 0.0798 | 0.436 |
| 0.55 | 0.1300 | 0.0185 | 0.615 | 0.2060 | 0.0306 | 0.590 | 0.2760 | 0.0440 | 0.549 | 0.3450 | 0.0592 | 0.510 | 0.4130 | 0.0760 | 0.476 |
| 0.60 | 0.1035 | 0.0159 | 0.622 | 0.1800 | 0.0275 | 0.626 | 0.2510 | 0.0408 | 0.588 | 0.3200 | 0.0558 | 0.548 | 0.3880 | 0.0725 | 0.511 |
| 0.65 | 0.0760 | 0.0132 | 0.596 | 0.1540 | 0.0243 | 0.656 | 0.2260 | 0.0375 | 0.624 | 0.2945 | 0.0523 | 0.583 | 0.3630 | 0.0689 | 0.545 |
| 0.70 | 0.0480 | 0.0106 | 0.504 | 0.1270 | 0.0211 | 0.670 | 0.2005 | 0.0339 | 0.659 | 0.2695 | 0.0486 | 0.618 | 0.3380 | 0.0650 | 0.579 |
| 0.75 | 0.0180 | 0.0078 | 0.276 | 0.1000 | 0.0180 | 0.663 | 0.1740 | 0.0304 | 0.683 | 0.2440 | 0.0449 | 0.649 | 0.3125 | 0.0611 | 0.610 |
| 0.80 | -0.0120 | 0.0050 | - | 0.0700 | 0.0146 | 0.610 | 0.1455 | 0.0266 | 0.696 | 0.2185 | 0.0409 | 0.680 | 0.2875 | 0.0570 | 0.642 |
| 0.85 | | | | 0.0400 | 0.0114 | 0.475 | 0.1185 | 0.0229 | 0.700 | 0.1920 | 0.0370 | 0.702 | 0.2625 | 0.0530 | 0.670 |
| 0.90 | | | | 0.0080 | 0.0080 | 0.143 | 0.0890 | 0.0190 | 0.670 | 0.1650 | 0.0330 | 0.716 | 0.2370 | 0.0487 | 0.697 |
| 0.95 | | | | -0.0230 | 0.0043 | - | 0.0595 | 0.0152 | 0.592 | 0.1365 | 0.0287 | 0.720 | 0.2100 | 0.0443 | 0.717 |
| 1.00 | | | | | | | 0.0290 | 0.0115 | 0.401 | 0.1080 | 0.0245 | 0.702 | 0.1830 | 0.0400 | 0.728 |
| 1.05 | | | | | | | -0.0030 | 0.0073 | - | 0.0800 | 0.0202 | 0.662 | 0.1560 | 0.0355 | 0.735 |
| 1.10 | | | | | | | | | | 0.0500 | 0.0158 | 0.554 | 0.1270 | 0.0305 | 0.729 |
| 1.15 | | | | | | | | | | 0.0180 | 0.0114 | 0.289 | 0.0975 | 0.0257 | 0.695 |
| 1.20 | | | | | | | | | | -0.0130 | 0.0070 | - | 0.0680 | 0.0208 | 0.624 |
| 1.25 | | | | | | | | | | | | | 0.0390 | 0.0157 | 0.494 |
| 1.30 | | | | | | | | | | | | | 0.0090 | 0.0106 | 0.176 |
| 1.35 | | | | | | | | | | | | | -0.0210 | 0.0054 | - |
| 1.40 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.45 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.50 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.55 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.60 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.65 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.70 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.75 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.80 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.85 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.90 | | | | | | | | | | | | | | | |

| H/D | 1.375 | | | 1.500 | | | 1.625 | | | 1.750 | | |
|------|--------|--------|----------|---------|--------|----------|---------|--------|----------|---------|--------|----------|
| | K_T | K_Q | η_0 | K_T | K_Q | η_0 | K_T | K_Q | η_0 | K_T | K_Q | η_0 |
| 0 | 0.6650 | 0.1310 | 0 | 0.7070 | 0.1521 | 0 | 0.7380 | 0.1720 | 0 | 0.7600 | 0.1920 | 0 |
| 0.05 | 0.6570 | 0.1292 | 0.041 | 0.7010 | 0.1507 | 0.037 | 0.7340 | 0.1712 | 0.034 | 0.7590 | 0.1917 | 0.032 |
| 0.10 | 0.6480 | 0.1270 | 0.081 | 0.6930 | 0.1488 | 0.074 | 0.7290 | 0.1700 | 0.068 | 0.7580 | 0.1911 | 0.063 |
| 0.15 | 0.6360 | 0.1245 | 0.122 | 0.6830 | 0.1465 | 0.111 | 0.7220 | 0.1682 | 0.103 | 0.7540 | 0.1899 | 0.095 |
| 0.20 | 0.6210 | 0.1216 | 0.162 | 0.6720 | 0.1439 | 0.149 | 0.7140 | 0.1660 | 0.137 | 0.7490 | 0.1882 | 0.127 |
| 0.25 | 0.6050 | 0.1185 | 0.203 | 0.6575 | 0.1409 | 0.186 | 0.7030 | 0.1634 | 0.171 | 0.7420 | 0.1858 | 0.159 |
| 0.30 | 0.5870 | 0.1150 | 0.244 | 0.6410 | 0.1375 | 0.223 | 0.6900 | 0.1604 | 0.206 | 0.7330 | 0.1830 | 0.192 |
| 0.35 | 0.5670 | 0.1114 | 0.284 | 0.6230 | 0.1338 | 0.260 | 0.6740 | 0.1567 | 0.240 | 0.7205 | 0.1794 | 0.224 |
| 0.40 | 0.5450 | 0.1076 | 0.323 | 0.6020 | 0.1298 | 0.295 | 0.6560 | 0.1528 | 0.273 | 0.7055 | 0.1755 | 0.256 |
| 0.45 | 0.5240 | 0.1036 | 0.362 | 0.5820 | 0.1256 | 0.332 | 0.6370 | 0.1485 | 0.307 | 0.6880 | 0.1713 | 0.288 |
| 0.50 | 0.5000 | 0.0997 | 0.399 | 0.5600 | 0.1211 | 0.368 | 0.6160 | 0.1440 | 0.340 | 0.6690 | 0.1668 | 0.319 |
| 0.55 | 0.4760 | 0.0956 | 0.436 | 0.5370 | 0.1166 | 0.403 | 0.5940 | 0.1393 | 0.373 | 0.6490 | 0.1621 | 0.350 |
| 0.60 | 0.4530 | 0.0913 | 0.474 | 0.5145 | 0.1119 | 0.439 | 0.5730 | 0.1343 | 0.407 | 0.6280 | 0.1574 | 0.381 |
| 0.65 | 0.4280 | 0.0873 | 0.507 | 0.4910 | 0.1073 | 0.474 | 0.5500 | 0.1294 | 0.440 | 0.6070 | 0.1525 | 0.412 |
| 0.70 | 0.4040 | 0.0830 | 0.542 | 0.4670 | 0.1029 | 0.506 | 0.5270 | 0.1245 | 0.472 | 0.5845 | 0.1475 | 0.441 |
| 0.75 | 0.3780 | 0.0789 | 0.572 | 0.4425 | 0.0983 | 0.537 | 0.5030 | 0.1197 | 0.502 | 0.5620 | 0.1424 | 0.471 |
| 0.80 | 0.3535 | 0.0745 | 0.604 | 0.4185 | 0.0937 | 0.569 | 0.4800 | 0.1149 | 0.532 | 0.5380 | 0.1374 | 0.498 |
| 0.85 | 0.3280 | 0.0700 | 0.634 | 0.3940 | 0.0890 | 0.599 | 0.4550 | 0.1099 | 0.560 | 0.5155 | 0.1322 | 0.528 |
| 0.90 | 0.3030 | 0.0656 | 0.661 | 0.3680 | 0.0842 | 0.626 | 0.4310 | 0.1049 | 0.588 | 0.4920 | 0.1269 | 0.555 |
| 0.95 | 0.2775 | 0.0611 | 0.687 | 0.3430 | 0.0795 | 0.652 | 0.4060 | 0.0997 | 0.616 | 0.4680 | 0.1216 | 0.582 |
| 1.00 | 0.2515 | 0.0564 | 0.710 | 0.3180 | 0.0748 | 0.677 | 0.3815 | 0.0946 | 0.642 | 0.4425 | 0.1162 | 0.606 |
| 1.05 | 0.2250 | 0.0517 | 0.729 | 0.2910 | 0.0698 | 0.698 | 0.3555 | 0.0894 | 0.665 | 0.4185 | 0.1109 | 0.631 |
| 1.10 | 0.1975 | 0.0468 | 0.739 | 0.2660 | 0.0648 | 0.719 | 0.3300 | 0.0842 | 0.686 | 0.3930 | 0.1055 | 0.652 |
| 1.15 | 0.1695 | 0.0418 | 0.742 | 0.2395 | 0.0596 | 0.736 | 0.3050 | 0.0791 | 0.706 | 0.3680 | 0.1000 | 0.674 |
| 1.20 | 0.1425 | 0.0367 | 0.742 | 0.2125 | 0.0544 | 0.746 | 0.2790 | 0.0736 | 0.724 | 0.3425 | 0.0947 | 0.691 |
| 1.25 | 0.1145 | 0.0313 | 0.728 | 0.1850 | 0.0490 | 0.751 | 0.2540 | 0.0682 | 0.741 | 0.3180 | 0.0891 | 0.710 |
| 1.30 | 0.0860 | 0.0260 | 0.684 | 0.1580 | 0.0435 | 0.751 | 0.2280 | 0.0627 | 0.752 | 0.2930 | 0.0835 | 0.726 |
| 1.35 | 0.0580 | 0.0206 | 0.605 | 0.1310 | 0.0379 | 0.743 | 0.2010 | 0.0570 | 0.758 | 0.2680 | 0.0779 | 0.739 |
| 1.40 | 0.0290 | 0.0153 | 0.422 | 0.1030 | 0.0321 | 0.715 | 0.1740 | 0.0511 | 0.759 | 0.2425 | 0.0718 | 0.753 |
| 1.45 | 0 | 0.0097 | 0 | 0.0750 | 0.0264 | 0.656 | 0.1470 | 0.0450 | 0.754 | 0.2180 | 0.0659 | 0.763 |
| 1.50 | | | | 0.0475 | 0.0206 | 0.550 | 0.1195 | 0.0388 | 0.735 | 0.1915 | 0.0597 | 0.766 |
| 1.55 | | | | 0.0200 | 0.0146 | 0.338 | 0.0925 | 0.0326 | 0.700 | 0.1650 | 0.0533 | 0.764 |
| 1.60 | | | | -0.0090 | 0.0083 | - | 0.0650 | 0.0264 | 0.627 | 0.1380 | 0.0468 | 0.751 |
| 1.65 | | | | | | | 0.0370 | 0.0200 | 0.486 | 0.1110 | 0.0402 | 0.725 |
| 1.70 | | | | | | | 0.0100 | 0.0136 | 0.199 | 0.0840 | 0.0335 | 0.679 |
| 1.75 | | | | | | | -0.0170 | 0.0074 | - | 0.0570 | 0.0268 | 0.593 |
| 1.80 | | | | | | | | | | 0.0310 | 0.0200 | 0.444 |
| 1.85 | | | | | | | | | | -0.0200 | 0.0134 | - |
| 1.90 | | | | | | | | | | | | |

最近はプロペラの設計や性能計算を電算機によって行うことが多くなっている。その場合、プロペラ特性の数値化が必要となる。数値化の方法としては、i) Table 8~11のような数値表を計算機に記憶させ、計算実行時に補間法により任意の変数にたいして関数値を求める方法、ii) Fig. 17~ Fig. 20に与えられているような曲線群を一つの近似式によって表現し、その数式に任意の変数を与えることによって関数値を計算させる方法、等が考えられる。いずれの方法も利点や欠点が考えられるが、今回は将来のプロペラ設計の電算化に結びつけるために、近似式による方法を採用することにした。

近似式の作成には最小2乗法を用い、スラスト係数およびトルク係数それぞれについて、前進係数Jとピッチ比Pの多項式として表現した。すなわち、

$$K_T = \sum_m \sum_n A_{mn} P^m J^n, \quad K_Q = \sum_m \sum_n B_{mn} P^m J^n$$

$$m=0\sim 2, \quad n=0\sim 3$$

Table 12および Table 13に実験点を入力とした場合の、Table 14および Table 15に Table 8~11の数値を入力とした場合の多項式の係数A、Bおよび下式で定義した近似式の精度を表すものと考えられる標準誤差 S_e を示す。

$$S_e = \sqrt{\frac{\sum_i (y_i - y'_i)^2}{M - N}}$$

ここに、 y_i = 入力値、 y'_i = 出力値、 M = 入力点数、 N = 多項式の項数、である。

Table 12 Values of A,B and Se obtained from experimental data

| N | m | n | SRI•B 5-45 | | SRI•B 5-60 | |
|----|---|---|------------|----------|------------|----------|
| | | | A | B | A | B |
| 1 | 0 | 0 | -0.1173 | -0.02422 | -0.2206 | -0.02887 |
| 2 | 0 | 1 | 0.0671 | 0.05804 | 0.3341 | 0.09014 |
| 3 | 0 | 2 | -0.8420 | -0.11427 | -1.0707 | -0.11914 |
| 4 | 0 | 3 | 0.2430 | 0.01158 | 0.3290 | 0.01531 |
| 5 | 1 | 0 | 0.7556 | 0.07065 | 0.9355 | 0.07216 |
| 6 | 1 | 1 | -0.6564 | -0.14611 | -1.2185 | -0.21112 |
| 7 | 1 | 2 | 1.1971 | 0.21013 | 1.6014 | 0.20829 |
| 8 | 1 | 3 | -0.4202 | -0.06373 | -0.5407 | -0.05534 |
| 9 | 2 | 0 | -0.1986 | 0.01444 | -0.2408 | 0.02514 |
| 10 | 2 | 1 | 0.3466 | 0.05370 | 0.5896 | 0.07964 |
| 11 | 2 | 2 | -0.4809 | -0.08315 | -0.6837 | -0.09133 |
| 12 | 2 | 3 | 0.1730 | 0.02985 | 0.2317 | 0.02815 |
| Se | | | 3.914E-3 | 1.041E-3 | 5.581E-3 | 1.218E-3 |

Table 13 Values of A,B and Se obtained from experimental data

| N | m | n | SRI•B 6-65 | | SRI•B 6-80 | |
|----|---|---|------------|----------|------------|----------|
| | | | A | B | A | B |
| 1 | 0 | 0 | -0.2162 | -0.03300 | -0.3402 | -0.05127 |
| 2 | 0 | 1 | 0.1356 | 0.07519 | 0.4165 | 0.13993 |
| 3 | 0 | 2 | -0.7597 | -0.05440 | -1.1975 | -0.18815 |
| 4 | 0 | 3 | 0.1399 | -0.04071 | 0.4895 | 0.07804 |
| 5 | 1 | 0 | 0.9483 | 0.08149 | 1.1425 | 0.10576 |
| 6 | 1 | 1 | -0.8965 | -0.19957 | -1.3854 | -0.29640 |
| 7 | 1 | 2 | 1.0326 | 0.11971 | 1.6480 | 0.28190 |
| 8 | 1 | 3 | -0.2275 | 0.02235 | -0.6698 | -0.11856 |
| 9 | 2 | 0 | -0.2432 | 0.02164 | -0.2934 | 0.01945 |
| 10 | 2 | 1 | 0.4699 | 0.08090 | 0.6561 | 0.11597 |
| 11 | 2 | 2 | -0.4531 | -0.06248 | -0.6928 | -0.12219 |
| 12 | 2 | 3 | 0.1091 | 0.00140 | 0.2619 | 0.04774 |
| Se | | | 4.634E-3 | 1.086E-3 | 4.306E-3 | 1.490E-3 |

Table 14 Values of A,B and Se obtained from faring data

| N | m | n | SRI•B 5-45 | | SRI•B 5-60 | |
|----|---|---|------------|----------|------------|----------|
| | | | A | B | A | B |
| 1 | 0 | 0 | -0.1219 | -0.03323 | -0.2368 | -0.02938 |
| 2 | 0 | 1 | 0.0346 | 0.09421 | 0.2634 | 0.06620 |
| 3 | 0 | 2 | -0.7691 | -0.15042 | -0.8986 | -0.07914 |
| 4 | 0 | 3 | 0.2322 | 0.02574 | 0.2736 | 0.00310 |
| 5 | 1 | 0 | 0.7610 | 0.08556 | 0.9656 | 0.07297 |
| 6 | 1 | 1 | -0.5813 | -0.20193 | -1.0646 | -0.16400 |
| 7 | 1 | 2 | 1.0204 | 0.25520 | 1.2098 | 0.12265 |
| 8 | 1 | 3 | -0.3621 | -0.07632 | -0.3844 | -0.02312 |
| 9 | 2 | 0 | -0.1995 | 0.00898 | -0.2543 | 0.02511 |
| 10 | 2 | 1 | 0.3114 | 0.07337 | 0.5249 | 0.05855 |
| 11 | 2 | 2 | -0.4000 | -0.09723 | -0.5097 | -0.05210 |
| 12 | 2 | 3 | 0.1419 | 0.03247 | 0.1564 | 0.01219 |
| Se | | | 2.912E-3 | 1.084E-3 | 4.174E-3 | 1.056E-3 |

Table 15 Values of A,B and Se obtained from faring data

| N | m | n | SRI•B 6-65 | | SRI•B 6-80 | |
|----|---|---|------------|----------|------------|----------|
| | | | A | B | A | B |
| 1 | 0 | 0 | -0.1847 | -0.02885 | -0.2448 | -0.03888 |
| 2 | 0 | 1 | 0.1322 | 0.08376 | -0.1082 | 0.05193 |
| 3 | 0 | 2 | -0.8907 | -0.09125 | -0.3255 | -0.02580 |
| 4 | 0 | 3 | 0.2428 | -0.00495 | 0.0215 | -0.00789 |
| 5 | 1 | 0 | 0.8847 | 0.07322 | 0.9651 | 0.08406 |
| 6 | 1 | 1 | -0.8648 | -0.21022 | -0.4634 | -0.15330 |
| 7 | 1 | 2 | 1.2333 | 0.16630 | 0.2058 | 0.02844 |
| 8 | 1 | 3 | -0.3903 | -0.02165 | 0.0568 | 0.01147 |
| 9 | 2 | 0 | -0.2126 | 0.02557 | -0.2204 | 0.02850 |
| 10 | 2 | 1 | 0.4432 | 0.08461 | 0.2883 | 0.06074 |
| 11 | 2 | 2 | -0.5192 | -0.07914 | -0.1374 | -0.02773 |
| 12 | 2 | 3 | 0.1673 | 0.01559 | -0.0067 | 0.00042 |
| Se | | | 4.391E-3 | 1.044E-3 | 4.040E-3 | 1.222E-3 |

試験結果 (Table 8 ~ Table 11 の数値) を基に $\sqrt{B_p}$ 形式のプロペラ設計図表を作成し, Fig. 21 ~ Fig. 24 に示した。ここに

$$B_p = \sqrt{\frac{P^{0.5} N}{V_A^{2.5}}} = C_1 \cdot \sqrt{\frac{K_Q}{J^5}}; C_1 = 33.69$$

$$\delta = \frac{ND}{V_A} = C_2 \cdot \frac{1}{J}; C_2 = 30.86$$

P = 伝達馬力 (PS), V_A = プロペラの前進速度 (ノ

ット), N = プロペラ回転数 (RPM), D = プロペラ直径 (m)

設計図表作成にあたり, 流体として海水を想定し, その密度 $\rho = 104.5 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-4} \cdot \text{s}^2$ とした。

これらの設計図表から $\sqrt{B_p}$ を基に, 最適プロペラ効率, 最適プロペラ直径およびピッチ比の検討を行った。

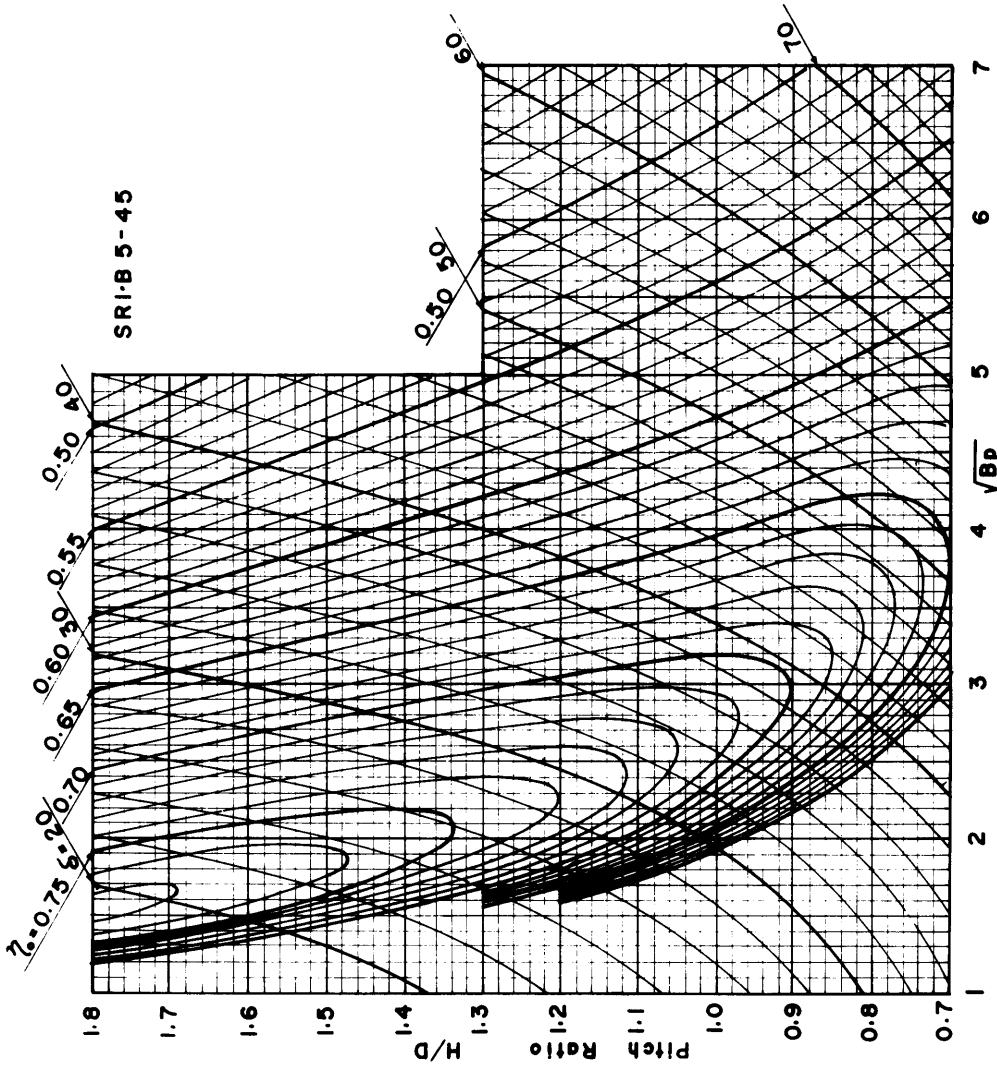


Fig. 21 $\sqrt{B_p} - \delta$ design diagram of SRI · B · 5-45

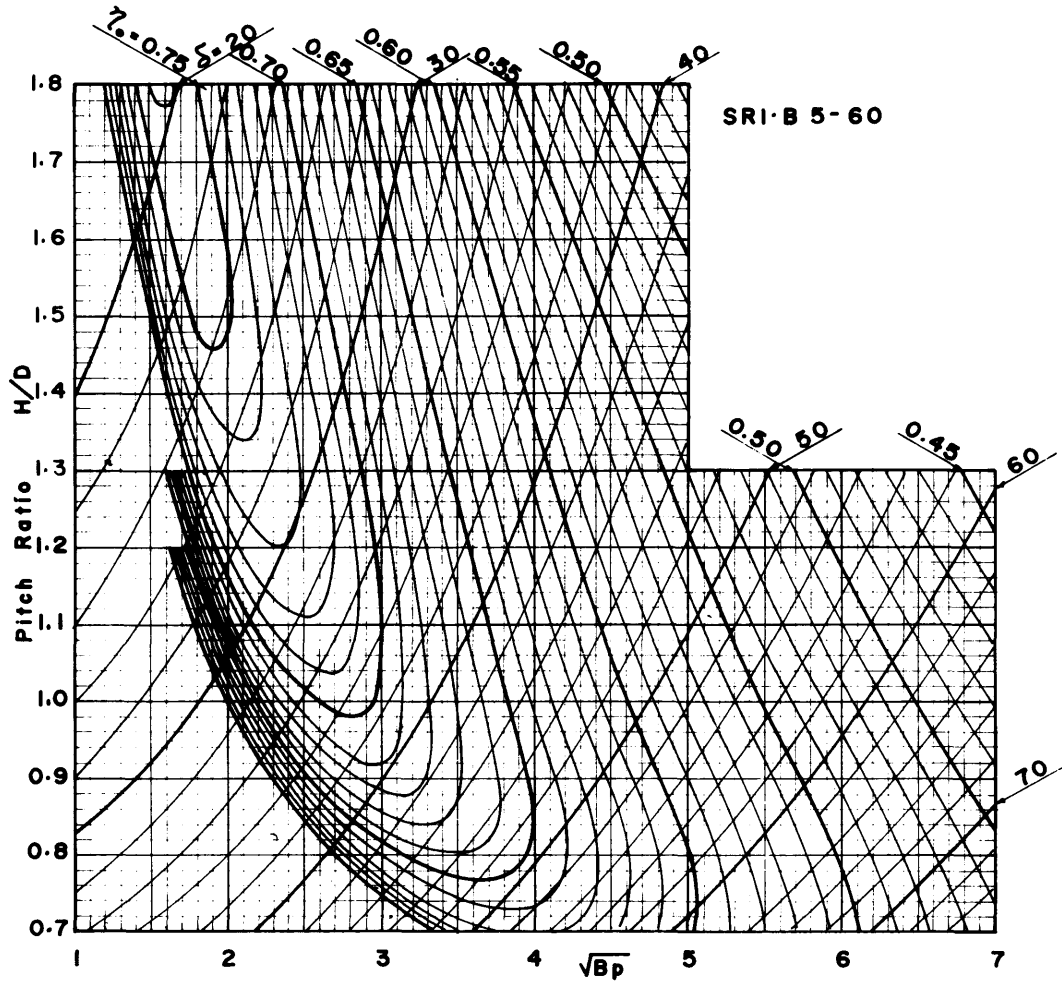


Fig. 22 $\sqrt{B_p} - \delta$ design diagram of SRI · B 5-60

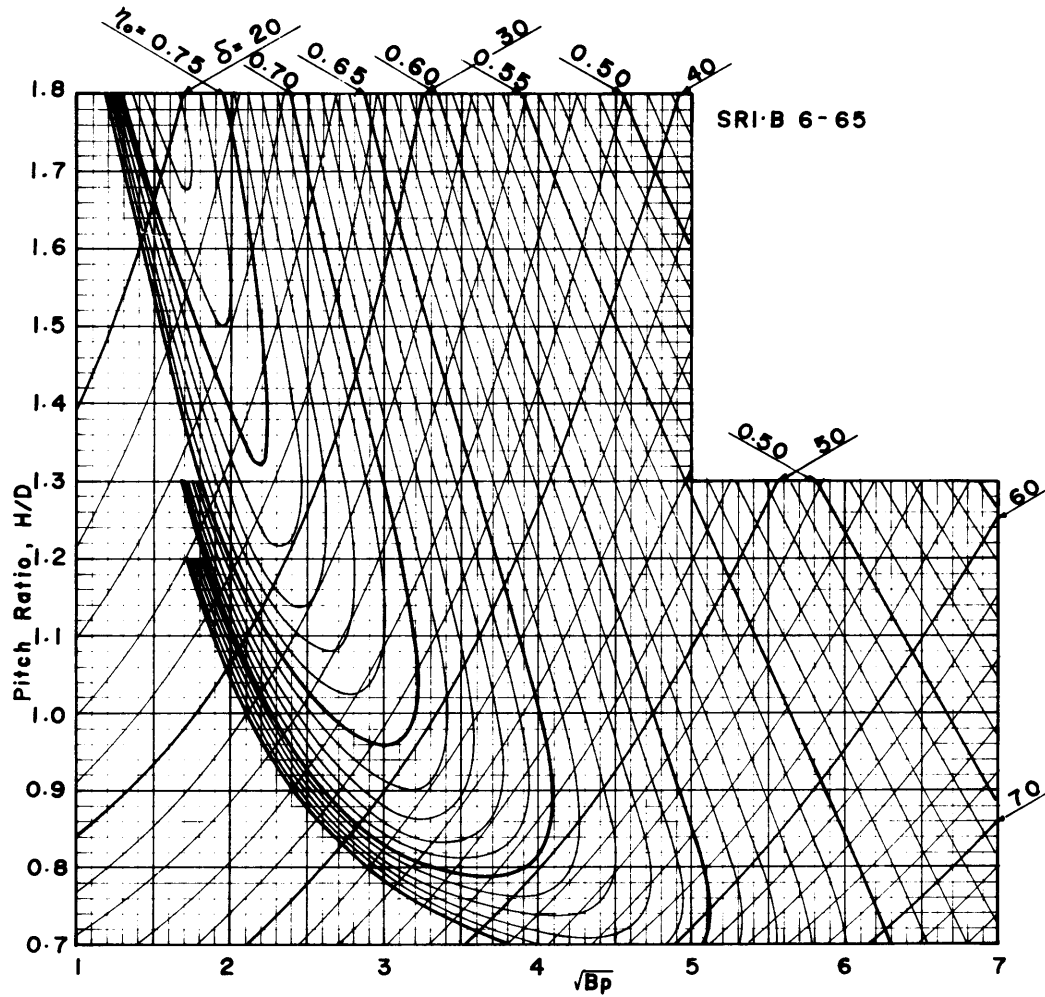


Fig. 23 $\sqrt{B_p} - \delta$ design diagram of SRI · B 6-65

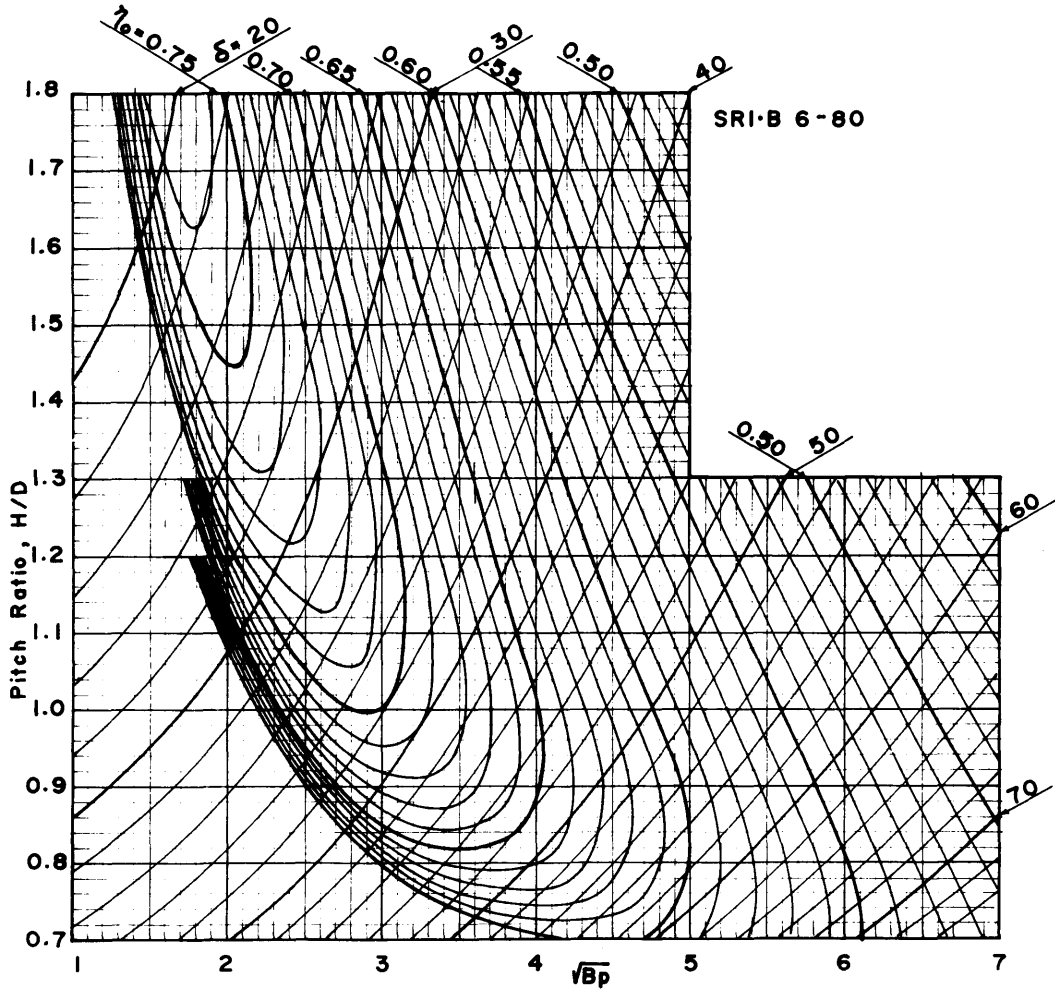


Fig. 24 $\sqrt{B_p} - \delta$ design diagram of SRI · B 6-80

Fig. 25およびFig.26に、プロペラ展開面積比の差
 違による最適値の比較を示す。展開面積比の差違によ
 り最適プロペラ直径はほとんど変わらず、展開面積比の
 小さい方のプロペラの最適プロペラ効率若干高い値
 に、ピッチ比は若干低い値になっており、これまでに
 発表されているプロペラ設計図表にみられる傾向と同
 様の傾向を示している。

Fig. 27～ Fig. 30にSRI・B型プロペラとMAU型
 プロペラの最適プロペラ効率、最適プロペラ直径およ
 びピッチ比の比較を示す、いずれの場合も、最適プロ
 ペラ直径およびピッチ比は両者の間ではほとんど変ら
 ないが、最適プロペラ効率はSRI・B型プロペラの方
 が $\sqrt{B_p}$ 小さい部分で若干低く、 $\sqrt{B_p}$ の大きい部分
 で若干高い値を示す傾向がみられるが、その差さきわ
 めて少ない。

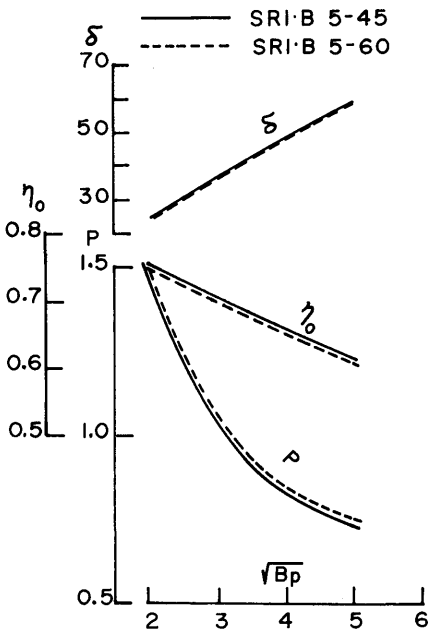


Fig. 25 Optimum propeller efficiency etc. of SRI・
 B-5 propellers

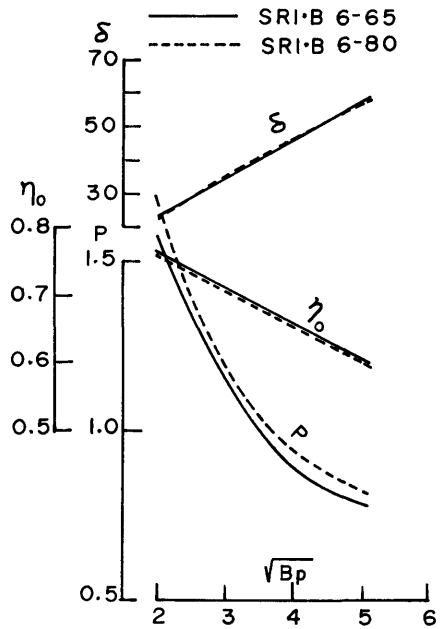


Fig. 26 Optimum propeller efficiency etc. of SRI・
 B-6 propellers

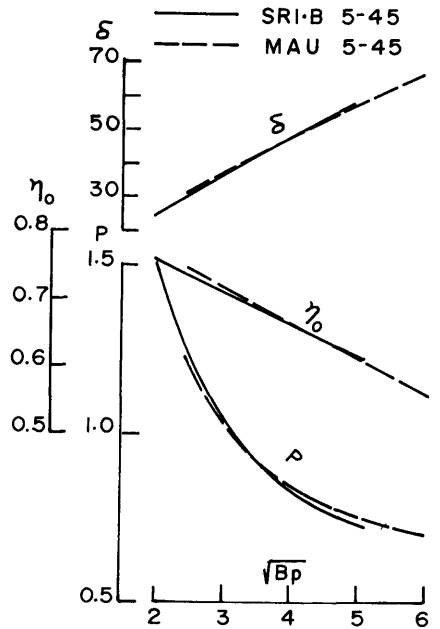


Fig. 27 Comparison of optimum values

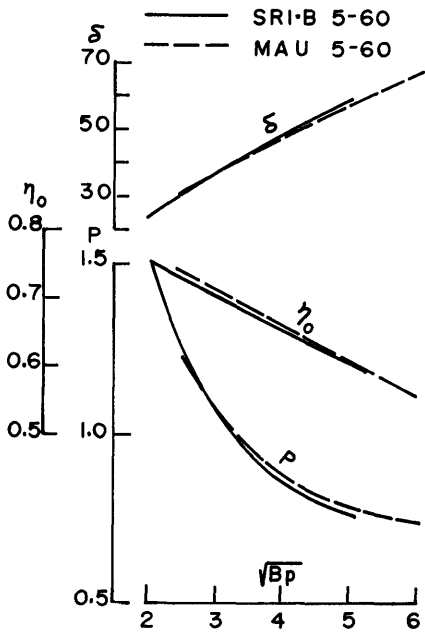


Fig. 28 Comparison of optimum values

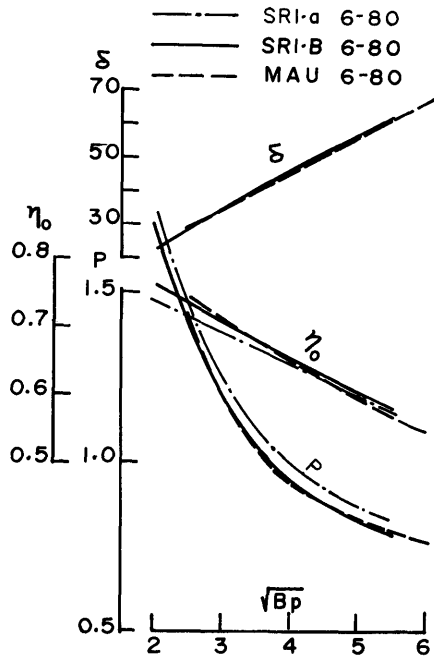


Fig. 30 Comparison of optimum values

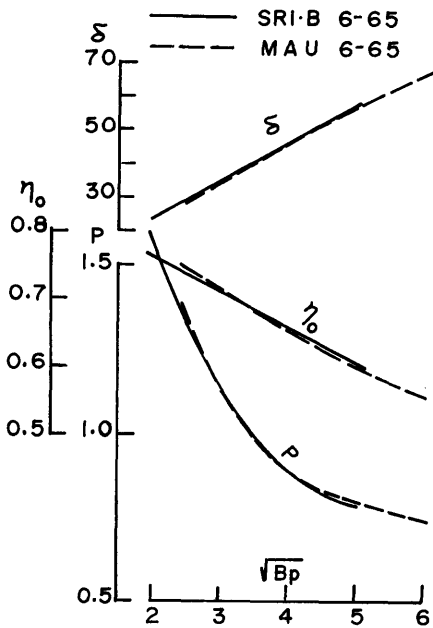


Fig. 29 Comparison of optimum values

9. 半径方向のピッチ分布がプロペラ特性に及ぼす影響

最近、プロペラ翼先端部のピッチを減少させた、いわゆる tip unloaded propeller によりキャビテーション性能を向上させ¹⁹⁾、プロペラにより船尾外板上に誘起される水圧変動を減少させることに成功²⁰⁾させた例があり、目的に応じて半径方向のピッチ分布を種々の分布に変更したプロペラ設計が多くなると考えられる。

その際に問題となるのが、i) ピッチ分布を変更したことによるプロペラ効率の変化、ii) 設計点近傍において、ピッチ分布を変更する以前のプロペラと同一のプロペラ特性の得られる半径方向ピッチ分布の決め方であろう。

そこで、SRI・B 6-80プロペラの M.P.No. 0154 (てい増型ピッチ分布, $P_{0.7R} = 1.500$) を原型とし、一定ピッチ分布プロペラの M.P.No. 0164およびてい減型ピッチ分布プロペラの M.P.No. 0174を設計し、プロペラ単独試験を行って上記2つの問題点を検討した。

半径方向のピッチ分布は、3個のプロペラの間で、下式による有効平均ピッチ比 P_m が同一となるように決めた。半径方向ピッチ分布を Fig. 31に示す。

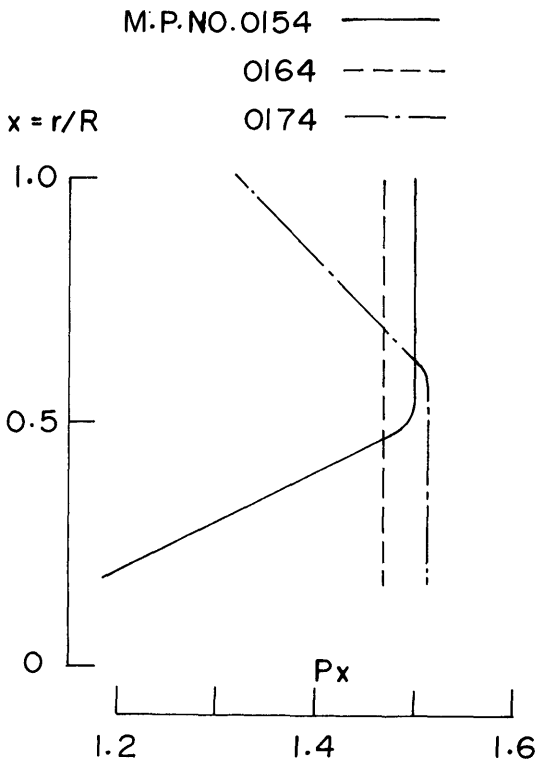


Fig. 31 Radial pitch distributions

$$P_m = \int_{x_B}^{1.0} k \cdot P_x \cdot dx / \int_{x_B}^{1.0} k \cdot dx$$

ここに、 $k = \text{weight function} = x^2(1-x)$, $x = r/R$, $x_B = \text{ボス比}$, $P_x = x$ におけるピッチ比

プロペラ単独試験結果を Fig. 32に示す。試験結果より、上記のような半径方向ピッチ分布の決め方により、少なくとも設計点近傍に於いてはほぼ同一のプロペラ特性が得られること、および半径方向のピッチ分布を変更することによるプロペラ効率に及ぼす影響はきわめて少ないことが明らかになった。

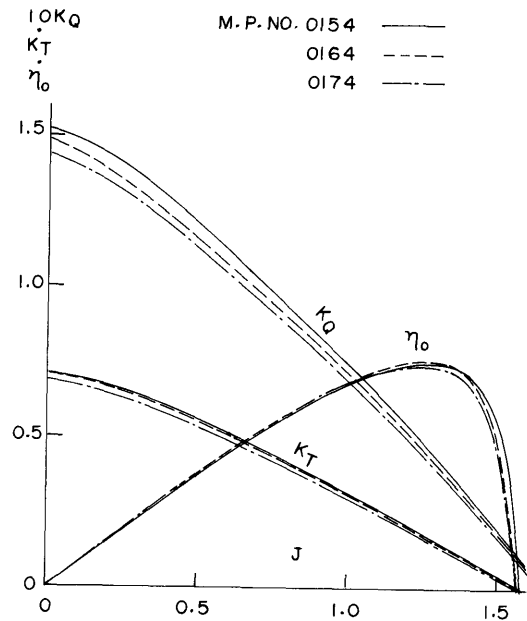


Fig. 32 Results of open water tests

10. SRI・B型プロペラのキャビテーション性能の確認試験

SRI・B型プロペラのキャビテーション性能の改善効果を確認するため、不均一流中のキャビテーション試験を行った。

試験に使用したプロペラは、日本造船研究協会第174研究部会の研究対象であるB4船型²¹⁾にたいして設計されたSRI・B型およびMAU型の3翼低回転大直径プロペラの2模型である。2個のプロペラは、翼輪郭形状および翼断面形状が異なる以外、幾何形状はすべて同一とした。

プロペラ単独試験結果を Fig. 33に示す。SRI・B型プロペラとMAU型プロペラの間のプロペラ単独効率の差はほとんど認められない。

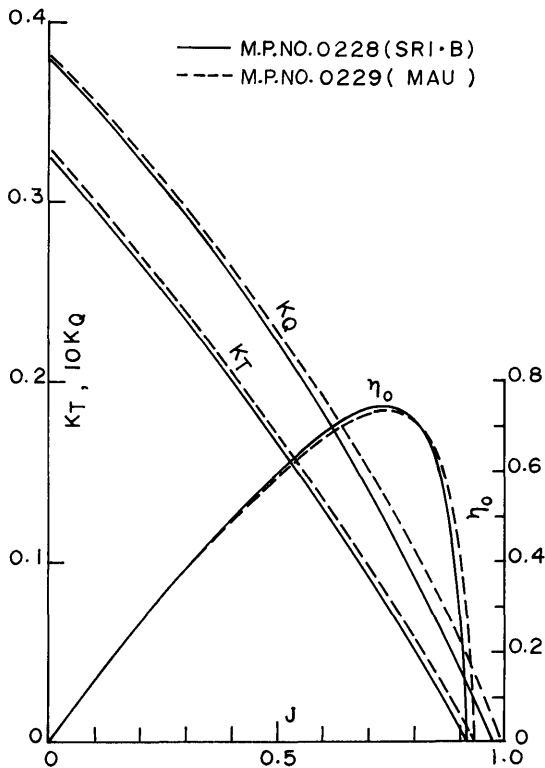


Fig. 33 Results of open water tests

Fig. 34に不均一流中のキャビテーションパターンを示す。翼面上に発生しているシートキャビテーションの発生面積は、2個のプロペラの間大きな差はみられないが、シートキャビテーションの消滅の過程に差がみられ、SRI・B型プロペラの場合にはシートキャビテーションの前縁が比較的安定しているのに対して、MAU型プロペラの場合には不安定で非定常性が強く現われている。また、翼回転角 θ が $55^\circ \sim 65^\circ$ の範囲で、翼面上シートキャビテーションが消滅しクラウドキャビテーションが発生する段階で、SRI・B型プロペラの場合にはクラウドキャビテーションが発生するとほとんど同時に翼面の外に流れ去りキャビテーションが翼面上で崩壊している時間が非常に短いのにたいして、MAU型プロペラの場合には翼面上に発生したクラウドキャビテーションが $0.8R \sim 0.95R$ の後縁側に残りキャビテーションが翼面上で崩壊している時間が長くなっている。次にプロペラ翼面にアオタックを塗布し、ソフトサーフェス法によるエロージョン試験を行った。試験結果をFig. 35に示す。

試験開始後5分経過した時点で、SRI・B型プロペラの翼面上にアオタックの剝離はまったくみられなかったが、MAU型プロペラの翼面には $0.8R \sim 0.9R$ の後縁部にかなりの面積のアオタックの剝離が認められた。再度試験を続行し試験開始後45分が経過した時点で、SRI・B型プロペラの翼面の $0.9R$ の後縁にわずかなアオタックの剝離が発生したのに対して、MAU型プロペラの場合にはアオタックの剝離した面積も増加するとともにアオタックの剝離した後の翼面に細かいエロージョンピットが多数発生した。以上のことから、SRI・B型プロペラのキャビテーション性能の改善が確認された。

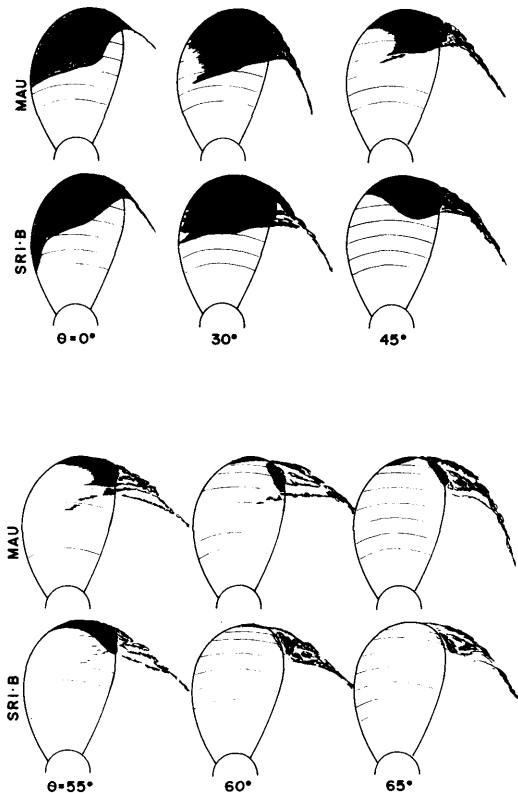


Fig. 34 Cavitation pattern in a non-uniform flow

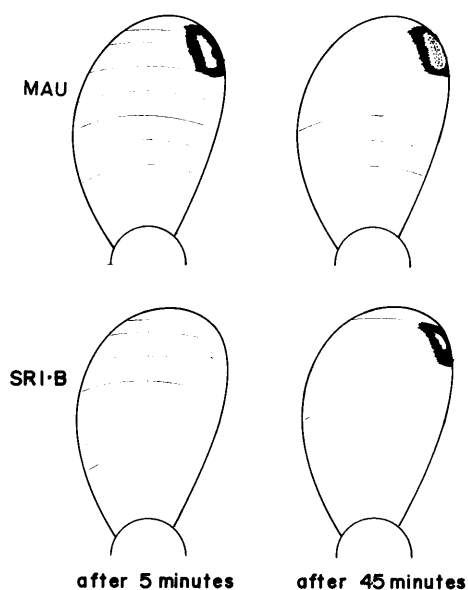


Fig. 35 Results of erosion tests

11. 結 言

本研究によって得られた主な成果を以下に述べる。

- (1) プロペラ揚力面計算法による相当2次元翼の圧力分布の計算結果は、プロペラの翼断面形状の改良やキャビテーション性能の予測等を行う場合の有力な手段として活用できる。
- (2) プロペラ効率およびキャビテーション性能とも優れたプロペラとして、5翼および6翼SRI・B型プロペラが開発された。
- (3) SRI・B型プロペラ群により系統的プロペラ単独試験が実施され、得られたプロペラ特性は前進係数およびピッチ比の多項式として表現された。また、試験結果から $\sqrt{B_p} - \delta$ 形式の設計図表が与えられた。
- (4) SRI・B型プロペラのキャビテーション性能の改良効果は、ソフトサーフェス法による不均一流中のキャビテーションエロージョン試験によって確認された。

本報告は、「大型超高速コンテナ船の研究開発、その2：プロペラに関する研究」および「船舶の燃料消費改善に関する研究：低回転大直径プロペラ船の推進性能の研究」の課題のもとに行われた特別研究ならび

に「プロペラ特性に関する研究」の課題のもとに行われた経常研究の成果をとりまとめて発表したものである。

記 号

| | |
|--------------|---|
| a | 翼断面形状の断面積 |
| $\sqrt{B_p}$ | 伝達馬力による出力係数 |
| C_a | 翼断面形状の面積係数; a/lt |
| C_p | 翼面上の圧力係数; $2(p-p_\infty)/(\rho W^*{}^2)$ |
| D | プロペラ直径 |
| H | プロペラのピッチ |
| I_x | X軸周りの慣性モーメント |
| I_y | Y軸周りの慣性モーメント |
| J | プロペラの前進係数; $V_A/(nD)$ |
| k | Weight function; $x^2(1-x)$ |
| K_Q | トルク係数; $Q/(\rho n^2 D^5)$ |
| K_T | スラスト係数; $T/(\rho n^2 D^4)$ |
| l | 翼幅 |
| l_{tx} | 前縁から最大翼厚さ位置までの距離 |
| l_{xL} | 母線から前縁までの翼弦長 |
| l_{xT} | 母線から後縁までの翼弦長 |
| N | プロペラの毎分回転数 |
| n | プロペラの毎秒回転数 |
| P | ピッチ比; H/D |
| P | 伝達馬力 |
| p | 翼面上の圧力 |
| p_0 | プロペラ軸中心線上の圧力 |
| p_∞ | 無限遠方の圧力 |
| p_v | 蒸気圧 |
| Q | トルク |
| R | プロペラ半径 |
| r | 翼素の半径 |
| R_n | レイノルズ数; nD^2/ν |
| S_e | 標準誤差 |
| T | スラスト |
| t | 翼断面形状の最大翼厚さ |
| V_A | プロペラ前進速度 |
| V_x | x の翼素の合速度; $\sqrt{V_A^2 + (\pi n x D)^2}$ |
| W^* | 誘導速度を考慮した翼素えの流入速度 |
| x | 翼素の無次元半径; r/R |
| X_G | 図心の x 座標 |
| Y_G | 図心の y 座標 |

| | |
|------------|--|
| Y_n | Wash back の y 座標 |
| Y_o | 翼断面形状の背面の y 座標 |
| Y_u | 翼断面形状の正面の y 座標 |
| α | 迎角 |
| δ | 直径係数; ND/V_A |
| η_o | プロペラ単独効率; $(K_r J)/(2\pi K_Q)$ |
| θ | プロペラ翼回転角 |
| ν | 流体の動粘性係数 |
| ρ | 流体の密度 |
| σ_v | キャビテーション数; $2(p_o - p_v)/(\rho V_A^2)$ |
| σ_x | キャビテーション数; $2(p_o - p_v)/(\rho V_x^2)$ |

参 考 文 献

- 1) 谷林英毅：船用プロペラのキャビテーション（その1），第2回船用プロペラに関するシンポジウム，テキスト，日本造船学会（1971）
- 2) 伊藤達郎，門井弘行：船用プロペラのキャビテーション（その2），第2回船用プロペラに関するシンポジウム，テキスト，日本造船学会（1971）
- 3) H.Takahashi and T.Ueda : An Experimental Investigation into the Effect of Cavitation on Fluctuating Pressure around a Marine Propeller, Proc. of 12th ITTC, Rome (1969)
- 4) W.P.A. van Lammeren, J.D. van Manen and M.W.C. Oosterveld : The Wageningen B Screw Series, T. of SNAME, Vol. 77 (1969)
- 5) H.Lindgren : Model Tests with a Family of Three and Five Bladed Propellers, SSPA Publication NO.47, (1961)
- 6) I.H. Abbot and A.E. van Doenhoff : Theory of Wing Section, McGraw-Hill (1949)
- 7) J.D. van Manen : Screw Design According to the Circulation Theory for a Non-uniform Wake, Fundamentals of Ship Resistance and Propulsion, Part B, Publication NO.132a of the NSMB, (1952)
- 8) M.K Eckhardt and W.B. Morgan : A Propeller Design Method, T. of SNAME, Vol. 63 (1955)
- 9) A.Yazaki : Design Diagrams of Modern Four, Five, Six and Seven Bladed Propellers Developed in Japan, Papers of TTRI, No. 52 (1962)
- 10) 小山鴻一：新しい方法によるプロペラ揚力面の数値的解析，造船学会論文集，第132号（1972）
- 11) 門井弘行他：SRI・a プロペラの諸特性および設計図表，船研報告，第15巻，第2号（1978）
- 12) 守屋富次郎：空気力学序論，培風館，（1959）
- 13) 荒井 能：任意翼型の圧力分布計算プログラム，船研で開発された電子計算機プログラム—第1集—，船研報告，第7巻，第4号（1970）
- 14) 菅井和夫：プロペラ揚力面理論とその応用，第2回船用プロペラに関するシンポジウム，テキスト，日本造船学会（1971）
- 15) 門井弘行：キャビテーション小話（その2）——翼のキャンバ減少による有害なキャビテーション発生防止の効果について——，日本造船学会誌第519号（1972）
- 16) H.W. Lerbs : On the Effects of Scale and Roughness on Free Running Propellers, J. of ASNE, Vol. 63 (1951)
- 17) M.W.C. Oosterveld and P. van Oossanen : Representation of Propeller Characteristics Suitable for Preliminary Ship Design Study, The International Conference on Computer Application in the Automation of Shipyard Operation and Ship Design (1973)
- 18) 高橋 肇他：大型超高船の研究開発の概要，第24回船舶技術研究所発表会，講演集，（1974）
- 19) 家永稔威雄，門井弘行他：Wake Adapted Propellerに関する実験的研究，西部造船会々報，第56号（1978）
- 20) 黒部雄三 上田隆康：キャビテーションの発生したプロペラによる船尾変動圧力について——その基礎実験と軽減対策——，船研報告，第19巻，第1号（1982）
- 21) 第200研究部会第10分科会：1軸中型船舶尾形状の開発に関する研究，総合報告書，日本造船研究協会報告，第96号（1981）