著しい差が見られる。βだけでなく，衝撃現象の起きている範囲も FSSW の研究に必要だと思います。

（2） 等価水深は Ref. 2 によれば水線入角の関数になっているので，フレームラインを変えた時に等価水深が変わらないと仮定するのはおかしいのではないか。

（3） M 46～M 49 はバルブ無し，M 51 及びその改良船はバルブ付きである。後者の $\varDelta e$ にはバルブの影響が入らず，C_{ws} にはバルブの影響が大きく効くので，Fig. 13 で平行線をひくのは問題があると思います。

（4） M 52 の結果が Fig. 13・14 でどの位置にくるのか教えて下さい。

【回答】 （1） ご指摘のとうりで，第1のパラメータとしてβは最も適当と思われますが，更に詳細に把握するためには，その他の量が必要になると思われます。

（2） 等価水深を水線入角の関係として取り扱いますと，船型間の関係を，かえって不明瞭にしますので，本法では一定と仮定しています。これによるβの差は，$\varDelta e$ と C_{ws} の関係に含ませたと言えます。

（3） M 46～M 49 よりも M 51 に近い船型をベースのデータに使用した方が，より良好な結果が得られると思います。

（4） Fig. 13 では $\varDelta e=31\times10^{-4}$ に対して $C_{ws}=1.01\times10^{-4}$ になっており，Fig. 14 では，$B=0.005$ の位置で，C_w, C_{wp}, C_{ws} がそれぞれ 1.32，0.31，1.01×10^{-4} になっています。本例では，C_{ws} の推定精度はかなり良く，Fig. 14 では，ほとんど推定値と一致します。C_{wp} の推定誤差が C_w の推定誤差の主因と思われます。

3 Resistance Reduction by Stern-End-Bulb (3rd Report)

【討論】 藤村　洋君 （1） AG. 6 において，SEB 付の MODEL と SEB なしの MODEL を較べますと，SEB 付の方がわずかながら良好な旋回性能を持つ様に思われます。

SEB は SKEG と同等の効果を発揮して，むしろ旋回圏は大きくなるのではないかと思われるにも拘わらず実験によればむしろ逆の結果が得られている訳ですが，これはどの様に考えたら良ろしいか御考えをお聞かせ下さい。

（2） 著者は，幅広のトランソム・スタンを持つ船型に対して，TWIN-SEB を提案しておられます。

幅広のトランサム・スタンの発する波は TRANSVERSE 波の成分が卓越していると思われますが，TWIN SEB は，鏡像効果によって SEB のつくる波の TRANS 成分を強め，これをトランサム・スタンの発生する TRANS 波と干渉させることを主目的とされたものと解釈してよろしいですか。また，V-5 はどのような間隔でとりつけられたのですか。

（3） 各 SEB の長さに対する幅の比を御教示いただけませんか。

【回答】 （1） 早朝の風のない時を選んで慎重に実験を行ってはおりますが，風の影響が皆無とは言えませんので，小さな差が出ている Fig. 6 の結果の評価としては，両者間に差がないと考えるのが妥当と思います。ただ，左，右旋回共に，SEB 付の方が

i） advance は小さい

ii） 旋回半径はほぼ同じ傾向はあるように思われます。

これについては，次のように解釈できると思います。

1） SEB の旋回性への影響としては次の二つがあると考えられます。

① 旋回抵抗の増加

② 舵力の増加

旋回時舵へ流入する流れが，SEB により船体中心線へ沿う方向へ整流されて，その結果有効舵角が増すことによる舵力の増加

2） 旋回の運動方程式を次のように表わします。

$$A\ddot{\theta}+B\dot{\theta}=C\cdot\delta$$

θ：回頭角，δ：舵角

A, B, C は夫々，慣性力，旋回抵抗，舵力の係数

先ず，回頭の初期は $\dot{\theta}=$小であるため

$$\ddot{\theta}\fallingdotseq\frac{C}{A}\delta$$

SEB あり，なしで，A, C を比較すると，前述の通り

$(A)_{\text{SEB あり}}\fallingdotseq(A)_{\text{SEB なし}}$，$(C)_{\text{SEB あり}}>(C)_{\text{SEB なし}}$

従って，$(\ddot{\theta})_{\text{SEB あり}}>(\ddot{\theta})_{\text{SEB なし}}$ となり

SEB 付の advance が小さくなると考えられます。

次に定常旋回は入ると，$\ddot{\theta}=0$ であるから

$$\dot{\theta}\fallingdotseq\frac{C}{B}\cdot\delta$$

SEB あり，なしで，B, C を比較すると，前述の通り

$(B)_{\text{SEB あり}}>(B)_{\text{SEB なし}}$，$(C)_{\text{SEB あり}}>(C)_{\text{SEB なし}}$

となり

その結果 $(\dot{\theta})_{\text{SEB あり}}\fallingdotseq(\dot{\theta})_{\text{SEB}}$ となり

旋回半径が同一になると考えられます。

（2） そのような解釈も成りたつのかもしれませんが，詳しい検討は行っておりません。

我々の発想は，もっと単純に，水線幅が広い transom

stern にて twin SEB が有効である理由は，このような船尾より発生する幅の広い波を減少させるためには，幅の広い波を発生する SEB が適しており，その一つとして twin BEB を考えました。V-5 の twin SEB の中心線間隔は LWL 後端幅の約 42% です。

（3） 各 SEB で異なりますが，例えば Fig. 3～4 のⅥは全幅/船体後端よりの突出長＝0.52 です。

4 一様流中を回転する軸対称体上の境界層

【討論】 田 宮 真 君 （1） Fig. 11 の整流体は円筒とともに回転すると推測するが，その形や大きさはどのようにしてきめられたか。これがないとどのような不都合がおこるのか。

（2） 7.2 で f_c を積分するとき壁面近くで u と v が同じオーダーとしているのは妥当か。

（3） (23) 式から (24) 式を導くのに，応力の急変は考えられないのを理由としてあるが，(24) からえられる v によって (23) 右辺第2項を評価すると，左辺第1項にくらべてオーダーが低いことに着目してもよいと思われるが著者の意見はどうか。

【回答】 （1） この整流体は，円筒内部のステイのために水が円筒内部をスムーズに通過せず，前縁にアタックアングルが生じるのを防ぐために，あらかじめ円筒内部に流入する水をへらしておくためのものです。形は流れが剥離しにくいと言われている一様流中にソースを1つおいた時の淀み点からの流線の形にし，直径はステイの投影面積から通過しうる水量を推定し，実際にいくつかの木型をつくって実験を行い，円筒前縁に乱れのない一様流が実現するように決定いたしました。これは円筒とともに回転いたしますので精度よく芯を出し，比重も1にしました。

（2） ここでは，7-1 に示しましたように回転の影響により u と v はほぼ同じオーダーになると仮定して解きましたが，回転が極めて緩慢である場合には，これは成立しません。そのときには，ここで行った近似は，式 (36) において，左辺第3項に比して左辺第2項は充分小さいとして式中から省くことになります。

（3） ここで得られました解 (25) を用いますとオーダーの関係はほぼ御指摘のようになります。しかし一般に物理量の評価にあたって微分階数だけで数値的にオーダーの評価ができるとは言えず，物理的性質を考慮する必要があります。また最初から御指摘のように考えますと，圧力 p について考えることができません。そこで圧力と粘性応力とをまとめた応力を考えて，その y 方向変化率が一般に大きく変動することはないという物理的考察から式 (23) の右辺を左辺の慣性項に比しておとす，とする方が合理的であると考えます。

【討論】 池田良穂君 （1） 論文中 (28) 式は，(24) 式に示されている様に y 方向の慣性力 $v(\partial v/\partial y)$ と遠心力 w^2/r がつり合うという近似の場合の結果と思いますが，$\Omega=0.5$ の場合にも Fig. 7 の有限要素法の解とよく似た傾向になりますか。

（2） Fig. 6 および Fig. 7 の，$R_{ex}=6250$ の流速分布からすると，主流方向の流れは剥離していると考えてよいですか。

また，Fig. 15 の実験値の方に，Fig. 6 の様な流速分布が現れない理由として，流れが乱流になるためとされていますが，R_{ex} が十分大きくなり乱流境界層が発達すれば，同様の剥離がおこると考えてよいですか。

（3） Fig. 20 の（b）の radial velocity が $y=\delta$ より外でも大きな値を持つのはなぜですか。

【回答】 （1） 式 (24) は御指摘の通り，慣性力と遠心力とのつりあい式となっています。$\Omega=0.5$ の場合，式 (28) によると，速度は壁面での周速度に比例しているため，Fig. 7 に示した $\Omega=1.0$ の場合の 1/2 になります。式 (28) は回転の顕著な場合の近似式で，$\Omega=0.5$ の場合には有限要素解よりも回転の影響を大きく評価することになると考えられます。

（2） $\Omega=1.0$, $R_{ex}=6250$ の有限要素解では，明確な逆流領域などが見られるわけではありませんが，ほぼ剥離流れと考えられます。現実には層流境界層がここまで発達することはなく，乱流境界層に遷移することになります。乱流境界層の場合，ここでの実験では観察することができませんでしたが，前縁から遠くなると壁面に不安定で小さな剥離泡が生じるのではないかと考えられます。そしてこれから，キャビテーションが発生する等，の問題も生じうると思います。

（3） 回転によって壁面附近で流体は半径方向に加速されるため，Blasius の解よりも半径方向流速は大きくなります。そして境界層の外側では連続の式からわかるように，$1/(r+y)$ に比例して減速していきます。

【討論】 荒川忠一君 （1） 円周方向速度の有限要素法による理論と実験の比較を説明いただきたい。

（2） 乱流の計算について，乱流粘性などの経験式を使えば比較的容易に計算できるとも考えられるが，いかがか。

（3） 半径方向速度について 7.1 節で改めて考察して