

# 紙模型に依る 復原力交叉曲線作成法に就て

奈良 迫 嘉 一

## On the Efficiency of the Blom's Mechanical Method in Obtaining the Cross-Curve

Yoshikazu NARASAKO

The working usefulness of the Blom's mechanical method in obtaining the Cross Curve was brought into clarification, and its accuracy, applied for the case of a small boat, was confirmed to be within 6~7% in error at most.

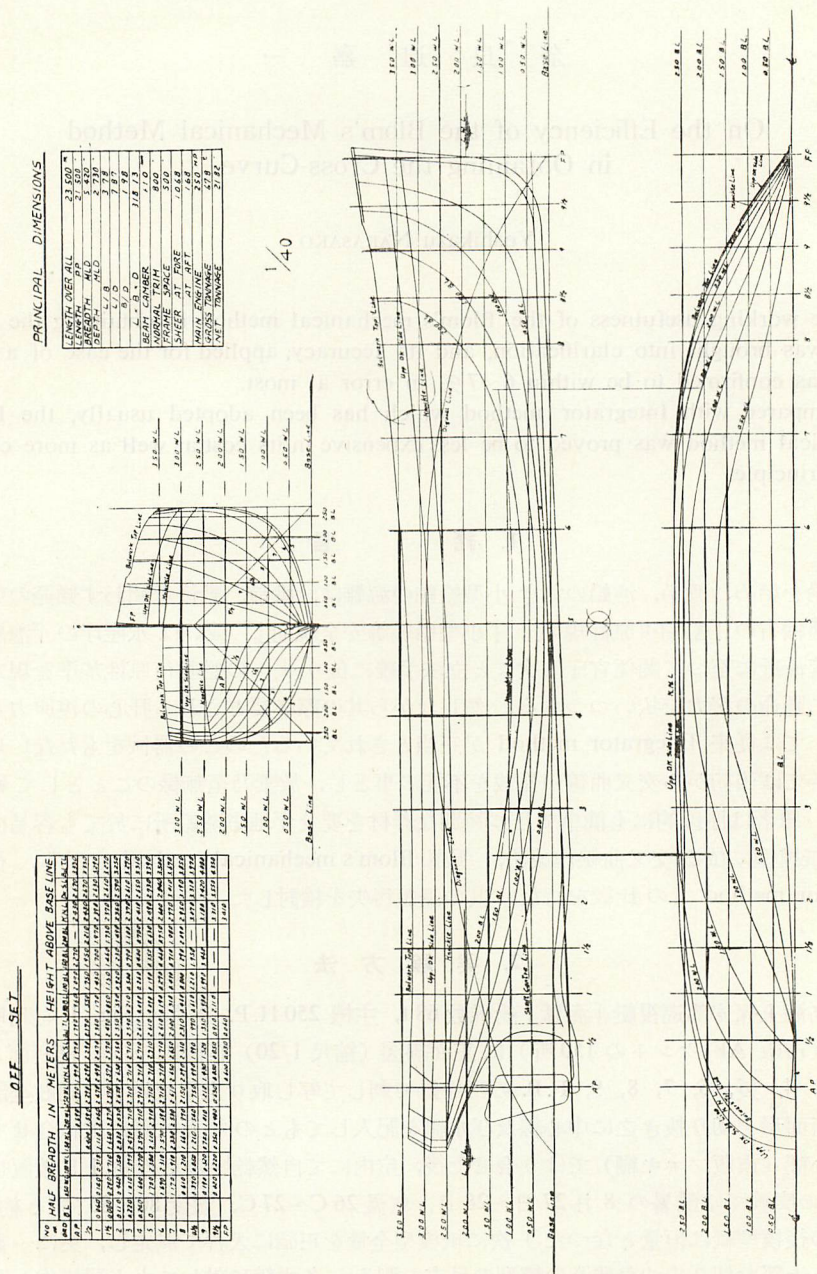
Compared with Integrator method which has been adopted usually, the Blom's mechanical method was proved to be less expensive in its cost as well as more concise in its principle.

### 1. 緒 言

旅客船を始め、渡船、漁船の如き小型船舶の海難は、戦前、戦後を問わず頻発の気味があり、運輸省の「船舶復原性規則」、「小型船舶等安全規則」、或いは水産庁の「漁船検査規則」等最近に至つて関係官庁は次々と立法手続に依り夫々の船舶復原性基準を規定し事故防止に懸命の努力を払いつつある。然しながら其の際必要とされる肝心の復原力交叉曲線に就いては従来 Integrator method が正当とされているためこの器械をもたない地方造船所に於ては当初から交叉曲線の作成を不能の事とし、放棄乃至無縁のこととして顧みなかつた。筆者は原理的にも簡単で且つ特別な器材を要せず地方造船所に於ても容易に行ない得る紙模型に依る交叉曲線作成法、所謂 Blom's mechanical method を試み、従来の Integrator method との比較を行ない其の長短得失を検討した。

### 2. 実 験 方 法

鹿児島海上保安部巡視艇「海鷲」総噸数 68 t, 主機 250 H.P. の線図 Fig. 1 を利用し製図用紙(市販 AF ケントの 150 号)に正面線図(縮尺 1/20)等間隔のみの横断面 A. P., 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, F.P. の形を針で刺して写し取り上甲板以下の両舷全部を表わす各断面形を切り抜き之に中心線及び水線を記入してもとの相互位置に重ね合わせできるだけ少い糊(市販フェキ糊)ではり合せた後、室内にて自然乾燥のため約 1 日放置した。(筆者等の実験では酷暑の 8 月 27 日~28 日、気温 26°C~27°C、湿度 80~85% で約 25 時間経過の後模型紙は恒量となつた。)次に紙模型全量を正確に天秤で測定し、更に一番上の水線から上部を切り去つた残りの模型の目方を測る。各水線に対しても上記操作と測定を繰返し行えば之等の測定値はすべて排水量に比例すると考えられるから排水量曲線より模型の目方と排水量との関係を示す Fig. 2 が得られる。同様の紙模型を更に 6 組作り、夫々求める傾斜角 15°, 30°, 45°, 60°, 75°, 90° の各々に就て水線に依る分割容積が略々等量と





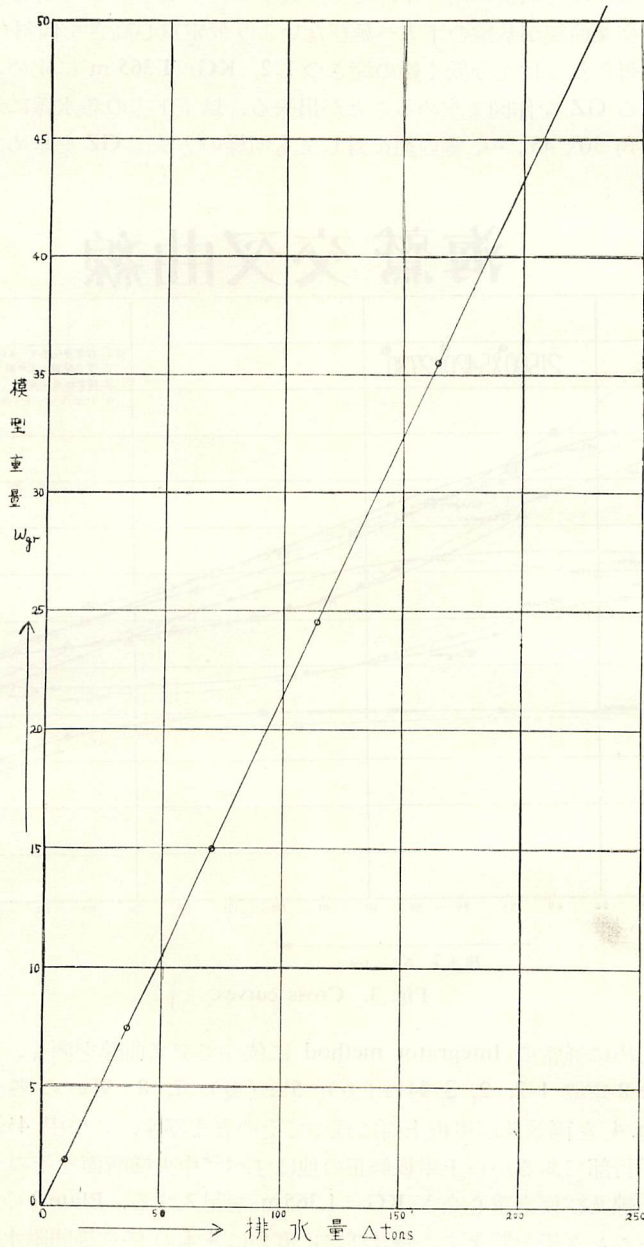


Fig. 2. Relation between wt. of paper model and wt. of displacement.

なるように適当な間隔で水線 4 本を引く．先づ  $15^\circ$  の模型紙をとりこの上の水線から上部を切り去つて模型の目方を計れば Fig. 2. からその排水量が分り、之を Plate 1 の如く錘子を下げた糸で 3 カ所ほど順次に吊り下げてその錘子の線の交点から重心位置即ち浮心位置を求める．次に交叉曲線が基線の下方向へ延びないよう假定重心高さを傾斜角  $90^\circ$  に於いても正の復原矩が得られる位充分低く船の深さの  $1/2$ ,  $KG=1.365\text{ m}$  に定める．之より假定重心高さに対する  $GZ$  を作図で求めることが出来る．以下下方の各水線に対しても同様に行う．他の傾斜角  $30^\circ, 45^\circ, \dots$  等の組に対しても同様の方法で  $GZ$  を求め之等より交叉曲線 Fig. 3 を画く．

## 海鷲 交叉曲線

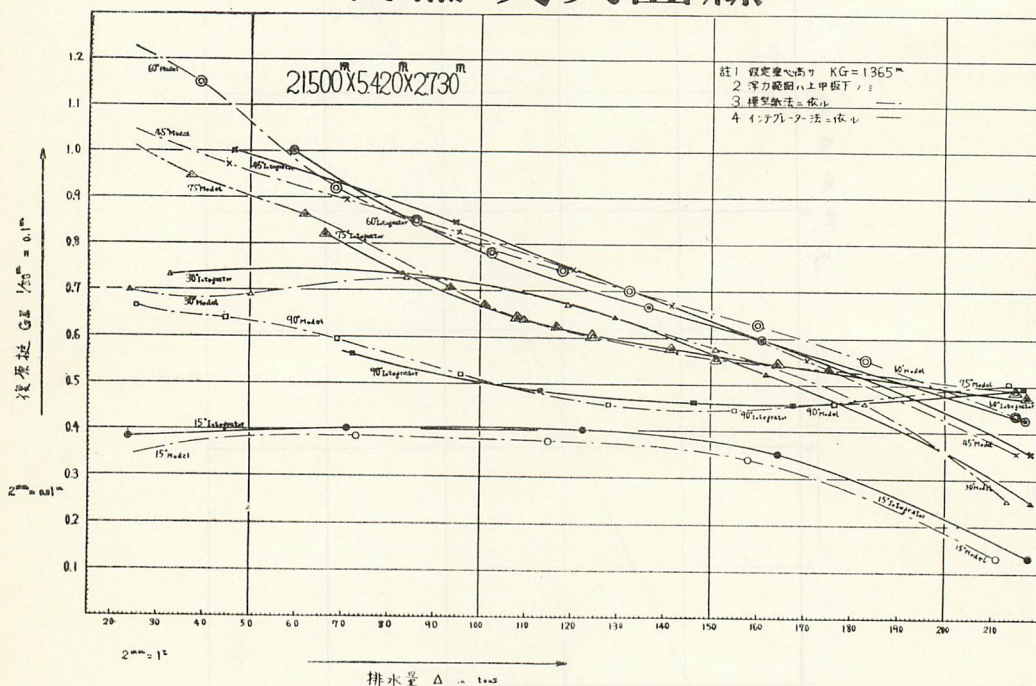


Fig. 3. Cross curves.

次に比較のために通常の Integrator method に依つて交叉曲線を画く．即ちチェビシェフ法則に基づき 8 座標  $1/2, 2, 3, 3\frac{1}{2}, 5\frac{1}{2}, 7, 8, 9\frac{1}{2}$  の各正面線図 (縮尺  $1/20$ ) 断面 Fig. 4 を両舷及び甲板上面に亘つてそのまま写す．この中  $4\frac{1}{2}$  及び  $5\frac{1}{2}$  断面は殆んど船体平行部であるから上甲板修正の他はすべて中央横断面をそのまま用いる．前回と同じく中心線及び假定重心高さ  $KG=1.365\text{ m}$  を記入する．Plate 2 の如く横断面図上に大きなトレーシング紙を置き之に軸及び之に直角に 4 本の任意等間隔水線 (略船の最大深さの  $1/5$  間隔) を書き入れ、横断面図には  $G$  を中心とする傾斜角度を  $15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 75^\circ, 90^\circ$  と記入する．假定重心  $G$  を軸に一致させて上からピンで  $G$  を押さえ、横断面図を所定の傾斜角迄回転させる．次に積分器の軸を上記軸と一致する如く積分器を定置する．茲に使用せる器械は九州大学造船学教室設置のもので器械番号 No. 1029, 面積係数



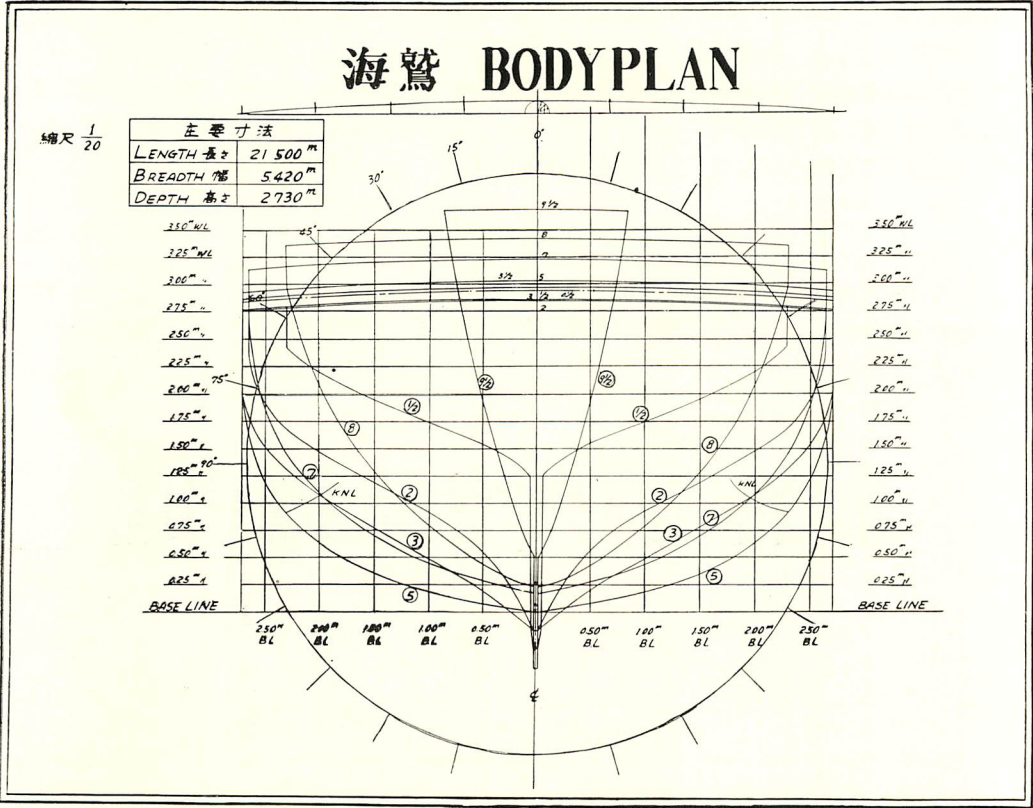


Fig. 4. Body plan.

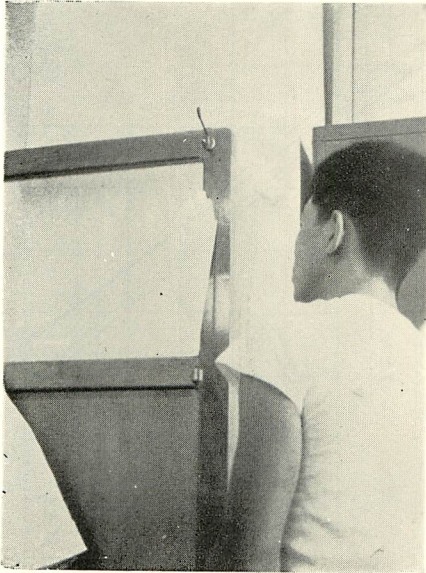


Plate 1. Blom's mechanical method.

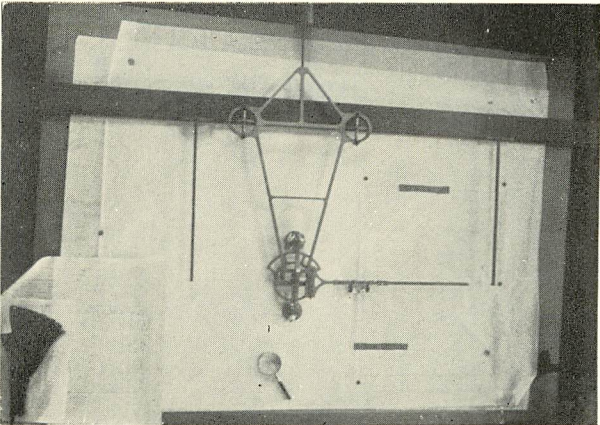


Plate 2. Integrator method.

$0.0000258\text{ m}^2$ , モーメント係数  $0.000002596\text{ m}^3$ . 積分器のトレース針を船体中心線と水線との交点上に置き, 面積転輪とモーメント転輪の読みを計算表に記録, 次に時計の針の廻る方向に各水線間の各横断面を連続的に第 1 から第 8 断面まですべて廻し 終つて元の位置に戻つた時再び各転輪の読みを記録する. この手順を各傾斜角に対して行い計算表に記入する. その総合結果から復原力交叉曲線 Fig. 3 を画く.

### 3. 実験結果

上述の手続に依つて交叉曲線 Fig. 3 を得, 之より空荷状態, 満載出港状態の夫々に就て静的復原挺曲線を描けば, Fig. 5 の通りとなる. 又之から  $GZ_{\max}$ ,  $\theta_{\max \cdot GZ}$ ,  $\theta_{GZ=0}$  を示せば Table の通りとなる. ここに ( ) 内は integrator に依る数値に対する誤差を示す.

## 海鷲静的復原挺曲線

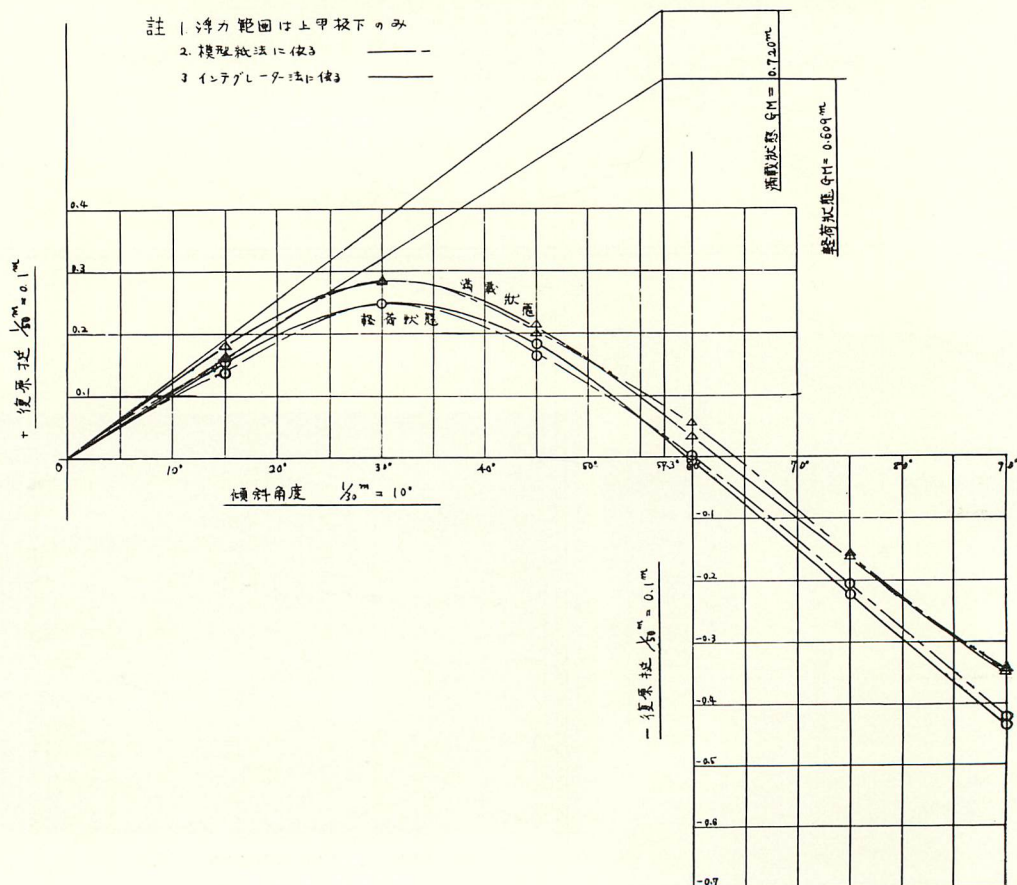


Fig. 5. Statical Stability curves.



	軽 荷 状 態		満 載 状 態	
平 均 吃 水	1.895 m		2.044 m	
排 水 量	90.132 T		103.892 T	
KM	2.930 m		2.932 m	
KG	2.321 m		2.212 m	
GM	0.609 m		0.720 m	
KG/D	0.850		0.810	
復 原 範 囲	60.2° (0.51 %)	59.9°	64.3° (2.55 %)	62.3°
最 大 復 原 挺	0.250 m (0 %)	0.250 m	0.286 m (0.70 %)	0.284 m
同 上 角 度	30.5° (-5.28 %)	32.2°	31.4° (-0.63 %)	31.6°
	模 型 紙	インテグレーター	模 型 紙	インテグレーター

Table Comparison between statical stability by Blom's mechanical method and by Integrator method.

#### 4. 考 察

そもそも復原力の計算には三つの仮定が置かれる。即ち

- (1) 船の舷窓は勿論、常設閉鎖装置のないものや非水密の 艙口、天窓、通風孔、煙突等の開口は復原力範囲に於て水密を保つものと見做す。

(註) 昭和 31 年 12 月 公布された復原性規則に依れば、復原挺曲線は実際に開口から浸水を始める 傾斜角、所謂海水流入角より先は点線で区別して示すようになった。

- (2) 船の重心は傾斜の場合も移動しないとする。

- (3) 傾斜しても船のトリムは不変とする。

従つて復原力計算は比較的な意味でこそ価値があるので 絶対的数値は得られないと見るべきである。従来基準とされる Integrator method に就て考えるに integrator の器械自身の精度は大体面積が 1 % 以内、モーメントが 2 % 以内の誤差でかなり高いものであるが、トレースの際の個人誤差、更には適用するチェビシェフ法則 (8 座標) の誤差からその数値はかなり信頼度が落ちるものと考えられる。然しながら現在復原力計算が多少の誤差を伴なつても上述のように比較的な意味をもっていること、最も少い手数で且つ器械的に短時間 (約 1 週間) で行い得ると云う理由で高価な integrator (時価 30 万円) が一般に使用されている。

一方 Blom's mechanical method は如何と云うに、原理が余りに明白であり、而も各種船型の相異に依る 修正を必要とせず 仕事は単に紙と 糊だけと云う誠に 経済的な方法である。それだけに当然一般に得られる数値の信頼度は非常に低いものと予想される。然しながら筆者等の実験結果に依れば小型船の場合 Cross curve の値は Integrator method に比し多少その精度は落ちるが誤差も 最大 6.25 % であつて充分実用に供せられることが判つた。唯器械でやることを人がやるため仕事の全過程に恒に誤差発生の危険があり、終始仕

事は緊張して続けられねばならないこと、又手間と時間(約2週間)を喰うことは止むを得ないことながら最大の欠点と思われる。以下両者の長短得失を列挙してみると

	Integrator method	Blom's mechanical method
利 得	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 手軽で速やかに計算出来る。(Blom's mechanical method の約<math>\frac{1}{2}</math>)</li> <li>2. 得られる数値の精度がかなり高い。</li> <li>3. 船型の如何を問わず適用出来る。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 紙と糊だけで費用は殆んど要しない。</li> <li>2. 精度はやゝ落ちるけれども充分実用に耐える。</li> <li>3. 船型の如何を問わず適用出来る。</li> <li>4. 原理が簡明で誰でも理解し易い。</li> </ol>
損 失	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 器械購入に高額な資本を要する。</li> <li>2. 原理がやゝ高級で難解。</li> <li>3. トレース針を廻すときの個人誤差が大きく影響する。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 手間と時間を喰う。 (Integrator method の約2倍)</li> <li>2. 誤差の入る機会が仕事の全過程に存在し非常に心気を勞する。</li> </ol>

## 5. 結 言

Cross curve を得る方法として、従来の Integrator method に比し、原理的にも簡明で且つ費用も殆んど要しない Blom's mechanical method の実用性を明らかにし、特に小型船ではその精度もかなり高く6~7%以内の誤差であることを明らかにした。

最後に本実験に協力して戴いた研究室補助員五反田省三君に対し深く謝意を表する。

## 文 献

- 矢野 剛・長塚誠治：復原力の近似計算法に就て 1958. 4. 播磨造船技報 No. 7  
 首藤保信・村上理則：近似復原力計算について 昭和28年12月 西部造船会々報第7号