

商船の基本計画に於ける Lines の 急速作製法に就いて (第 1 報)

正員 高 城 清*

On the Quick Drawing Process of Lines from Standard Series for the Basic
Designs of Merchant Ships. (1st Report)

By Kiyoshi Takashiro, Member

Abstract

In this paper, the author proposes a new quick drawing process of the lines of under water form for the basic designs of merchant ships having block coefficient ranging between 0.65 and 1.80.

With systematic hand work, this process needs less labour than the customary process.

The key points of this process are as follows: —

- (1) Drawing the sectional area curve from standard series of sectional area curves with C_{M} and l_{cb} corrections.
- (2) Picking up the offset points at standard size from the offset curves.
- (3) Drawing the body plan of actual size from standard size by means of the similar translation method.

In this first report, the item (1) is described in detail, while the item (2) and the item (3) will be reported in the second report.

Nomenclature.

L =Length between perpendiculars

B =Moulded breadth

D =Moulded depth

d =Designed moulded draught

C_b =Block coefficient

C_{M} =Midship coefficient

C_p =Prismatic coefficient

l_{cb} =Relative longitudinal center of buoyancy from midship

v_{cb} =Vertical center of buoyancy from base line of sectional area curve

1. 緒 言

商船の基本計画に際し、急速に初期検討用の Lines を作製することは計画進捗上極めて必要である。然しながら之を普通の方法で作ると仲々時間を要することとなる。そこでなるべく機械的に速かに designed load water line 以下の Lines を作る一方法として案出したのが、ここに述べる方法である。

2. 本 方 法 の 概 略

- (1) 与えられた C_b に対し、 C_{M} の相異による修正を行い、standard series of sectional area curves より各 ordinate における equivalent sectional area point を求める。
- (2) この point に対し、 C_{M} correction を行い、 C_{M} corrected sectional area point を求める。
- (3) この point に対し、 l_{cb} correction を行い、 C_{M} and l_{cb} corrected sectional area point を求め、この点を結んで corrected sectional area curve を作る。
- (4) この curve の各 ordinate における corresponding C_b value を読む。
- (5) Offset curves より corresponding C_b value に相当する standard size における offset points を各 water line について求める。

* 原稿受付 昭和 34 年 1 月 10 日

* 川崎重工業 K.K. 造船設計部

(6) Standard size の offset points を actual size に translate し, これらの点を通る body plan を作る。

(7) Water line 及び bow and buttock line により fairing を行う。

本第1報に於ては, (1), (2), (3) 項について記述し, (4) 項以下は第2報に於て述べることとする。

3. Standard series of sectional area curves.

(1) Form coefficients. Standard series を作るにあたり, speed, length, form coefficients の大体の目安としてその相互関係を Table 1 の如く選定する。この関係は船型学的に必ずしも best ではないかも知れないが, 実用上の目安として無理のないものと思う。

(2) Standard series of sectional area curves. Table 1 の関係を満足する如く, round shoulder の場合と, sharp shoulder の場合につき, (Midship より後部, 前部それぞれについて round shoulder の場合と sharp shoulder の場合の sectional area が同一になる如くする。) C_b を parameter として, C_b の差 0.05 毎に standard series として sectional area curves を作製したものが FIG. 1 である。FIG. 1 には各 ordinate における sectional area point の C_b による変化を示す guide line も同時に記入してある。FIG. 1 の各 ordinate における sectional area の数値は TABLE 2 の如くであるが, 之は一例を示すに過ぎないのであって, sectional area curves は各設計者の経験によつて各自の最も使い易いものに作つておくべきである。

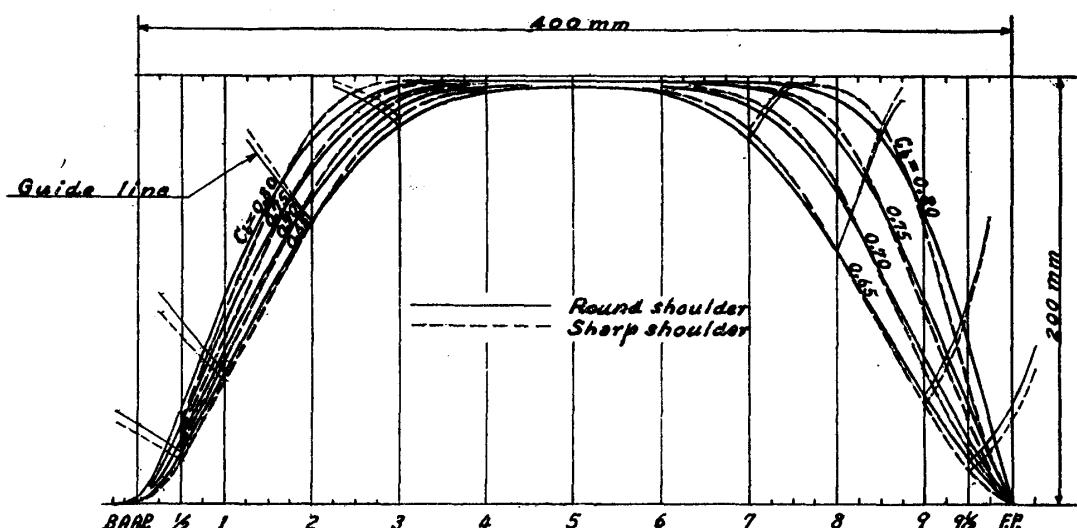
(3) Variation of relative position of center of buoyancy due to change of shoulder. Sectional area curve の重心と midship 及び base line との距離をそれぞれ l_{cb} 及び v_{cb} とする。(この場合当然 $l_{cb} = B/L$ となるが, v_{cb} は KB とは無関係で, sectional area curve に於て, 重心の上下方向の位置を示すに過ぎない。)

TABLE 1 FORM COEFFICIENTS.

v_s/\sqrt{L}	1.50	1.30	1.15	1.05
C_b	0.65	0.70	0.75	0.80
C_H	0.975	0.980	0.985	0.990
C_p	0.6667	0.7143	0.7614	0.8081
$l_{cb} (\%)$	+0.75	0	-0.75	-1.50

Remarks:— v_s = Service speed in knots.

$L = L_{PP}$ in M.



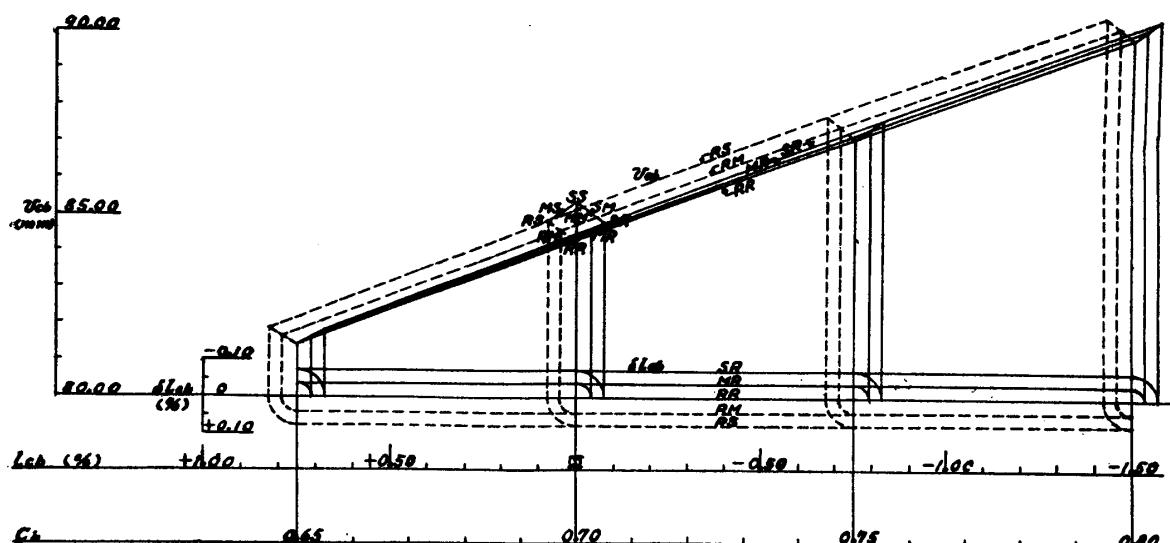
Remarks. Guide lines at ordinate A, A.R, 4 and 6 are omitted to avoid confusion.

FIG. 1 STANDARD SERIES OF SECTIONAL AREA CURVES.

TABLE 2 ORDINATE VALUES OF STANDARD SERIES OF SECTIONAL AREA CURVE.

No. of ord.	Round shoulder				Sharp shoulder			
	0.65	0.70	0.75	0.80	0.65	0.70	0.75	0.80
B	0	0	0	0	0	0	0	0
A	0.2	0.4	0.6	0.8	0.2	0.4	0.6	0.8
A.P.	1.2	1.9	2.5	3.1	1.2	1.9	2.5	3.1
$\frac{1}{2}$	28.0	31.0	37.6	43.9	21.4	27.15	32.8	38.4
1	62.1	73.2	85.7	98.7	58.0	67.0	77.6	89.3
2	132.0	144.0	156.7	171.0	132.5	145.75	160.3	175.95
3	177.2	185.2	191.1	195.4	181.7	189.4	194.6	198.0
4	193.6	195.6	196.9	198.0	194.5	196.0	197.0	198.0
5	195.0	196.0	197.0	198.0	195.0	196.0	197.0	198.0
6	192.5	195.6	197.0	198.0	193.1	195.75	197.0	198.0
7	171.3	186.0	195.2	197.9	175.7	189.9	196.9	198.0
8	119.8	146.7	171.1	189.4	120.0	149.0	175.95	195.4
9	50.3	69.1	97.3	135.5	47.95	65.1	93.15	134.45
$\frac{9}{2}$	20.3	30.6	47.8	75.1	16.05	24.8	39.15	63.75
F.P.	0	0	0	0	0	0	0	0

Remarks:— Ordinate values are shown in mm as compared with $B \times d = 200 \text{ mm}$.



4. Sectional area curve の作製

(1) Form coefficients calculation. 一般に C_b と C_{fl} の関係は TABLE 1 の値とは相異するから、この場合の修正を次の如く考える。

与えられた C_b 及び C_{fl} に対して、同じ C_b の場合の TABLE 1 の関係による midship coefficient を $C_{\text{fl}0}$ とする。先ず

$$C_p = \frac{C_b}{C_{\text{fl}}}$$

とし、standard series of sectional area curves から C_p と同一の傾向をもつ sectional area curve を選び出す。この為に C_b をいくらか変更し、これに伴つて $C_{\text{fl}0}$ もいくらか変更しなければならない。これは、

$$\frac{C_b}{C_{\text{fl}0}} \neq C_p$$

であるから当然である。ところが TABLE 1 に於て、 C_{fl} の変化量を C_b の変化量の $1/10$ としている。そこで C_b を変化すべき量を x とすると、

$$\begin{aligned} \frac{C_b - x}{C_{\text{fl}0} - 0.1x} &= C_p \\ \therefore \frac{C_b - x}{C_{\text{fl}0} - 0.1x} &= \frac{C_b}{C_{\text{fl}}} \end{aligned}$$

これより

$$x = C_b \left(\frac{C_{\text{fl}} - C_{\text{fl}0}}{C_{\text{fl}} - 0.1C_b} \right)$$

Equivalent block coefficient を C_{be} とすると、

$$C_{be} = C_b - x = C_b \left(\frac{C_{\text{fl}0} - 0.1C_b}{C_{\text{fl}} - 0.1C_b} \right)$$

Equivalent midship coefficient を $C_{\text{fl}e}$ とすると、

$$C_{\text{fl}e} = C_{\text{fl}0} - 0.1x = C_{\text{fl}} \left(\frac{C_{\text{fl}0} - 0.1C_b}{C_{\text{fl}} - 0.1C_b} \right)$$

ここに

$$\frac{C_{be}}{C_{\text{fl}e}} = C_p = \frac{C_b}{C_{\text{fl}}}$$

そこで得られた sectional area curve を $C_{\text{fl}}/C_{\text{fl}e}$ 倍すると、

$$C_{be} \times \frac{C_{\text{fl}}}{C_{\text{fl}e}} = C_p \times C_{\text{fl}} = C_b$$

となつて、 C_p の傾向と C_{fl} の値を有し、block coefficient が C_b である sectional area curve が得られる。

実際の計算は TABLE 3 に示す form に従つて行うと、極めて簡単に equivalent value が得られる。TABLE 3 は、 $C_b=0.670$, $C_{\text{fl}}=0.980$ の場合の実例を示したもので、 $C_{be}=0.6678$, $C_{\text{fl}e}=0.9768$ なる値を得ている。

この様にして求められた equivalent block and midship coefficients を有する equivalent sectional area curve を FIG.1 の standard series より作るのであるが、更に correction を行わねばならぬから、equivalent sectional area point 追求めておく。

TABLE 3 FORM COEFFICIENTS CALCULATION.

Coefficients	Block		Midship	
Given	C_b	0.670	C_{fl}	0.980
Standard	C_b	0.670	$C_{\text{fl}0}$	0.977
Equivalent	$C_b \left(\frac{C_{\text{fl}0} - 0.1C_b}{C_{\text{fl}} - 0.1C_b} \right) =$ $0.670 \left(\frac{0.977 - 0.067}{0.980 - 0.067} \right) = 0.6678$		$C_{\text{fl}} \left(\frac{C_{\text{fl}0} - 0.1C_b}{C_{\text{fl}} - 0.1C_b} \right) =$ $0.980 \left(\frac{0.977 - 0.067}{0.980 - 0.067} \right) = 0.9768$	

(2) Equivalent sectional area points. 一般に fore shoulder と after shoulder の sharpness は同一ではないから、この場合の l_{ob} and v_{ob} を次の如くにして求める。

FIG. 1 には round shoulder の場合と sharp shoulder の場合の sectional area curve と guide line が示されているから、両方の場合の interpolation により、前部、後部それぞれ任意の sharpness を有する sectional area curve が次の process により得られる。

先ず sharpness の表現を TABLE 4 の如く定める。そして FIG. 3 に示す如く作図を行う。

TABLE 4 THE EXPRESSION OF SHARPNESS OF SHOULDER.

Sharpness of shoulder	round (R)	medium (M)	sharp (S)
Expression	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10		

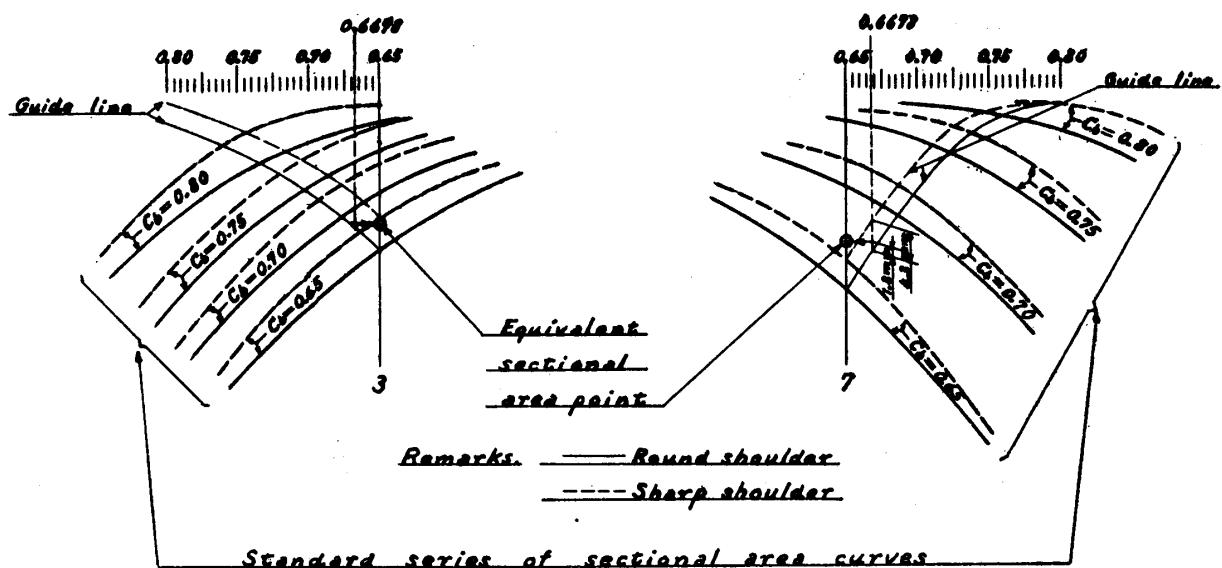


FIG. 3

FIG. 3 は、

sharpness of fore shoulder = 3

" " after " = 1

の場合の sectional area points を求める場合の一例を示している。図中 ordinate 7 について説明すると次の如くである。例えば $C_b=0.6678$ の場合に sharpness 3 の点を求めるには、round shoulder の場合と sharp shoulder の場合の、 $C_b=0.6678$ の縦線における上下距離は 4.3 mm であるから、round shoulder の位置から上方に、

$$4.3 \text{ mm} \times 3/10 = 1.3 \text{ mm} \quad (\text{小数点以下2位は4捨5入})$$

の点をとると、これが求める sharpness 3 の点である。この点から矢印の如く base line に平行線を引くと、ordinate 7 との交点が ordinate 7 における sharpness 3 の equivalent sectional area point となる。

Ordinate 3 についても同様の process により、ordinate 3 における sharpness 1 の equivalent sectional area point が求められる。

他の ordinate についても同様の作図を行い、前部は sharpness 3、後部は sharpness 1 の equivalent sectional area points が得られる。

(3) Equivalent l_{ob} and equivalent v_{ob} . 次に上記の equivalent sectional area points を結んで得られる equivalent sectional area curve の l_{ob} 及び v_{ob} を、FIG. 4 に示す如き作図によつて求める。

FIG. 4 に於て先ず equivalent C_b の位置に縦線を立て、これと δl_{ob} との交点から矢印の作図を行つて、curve

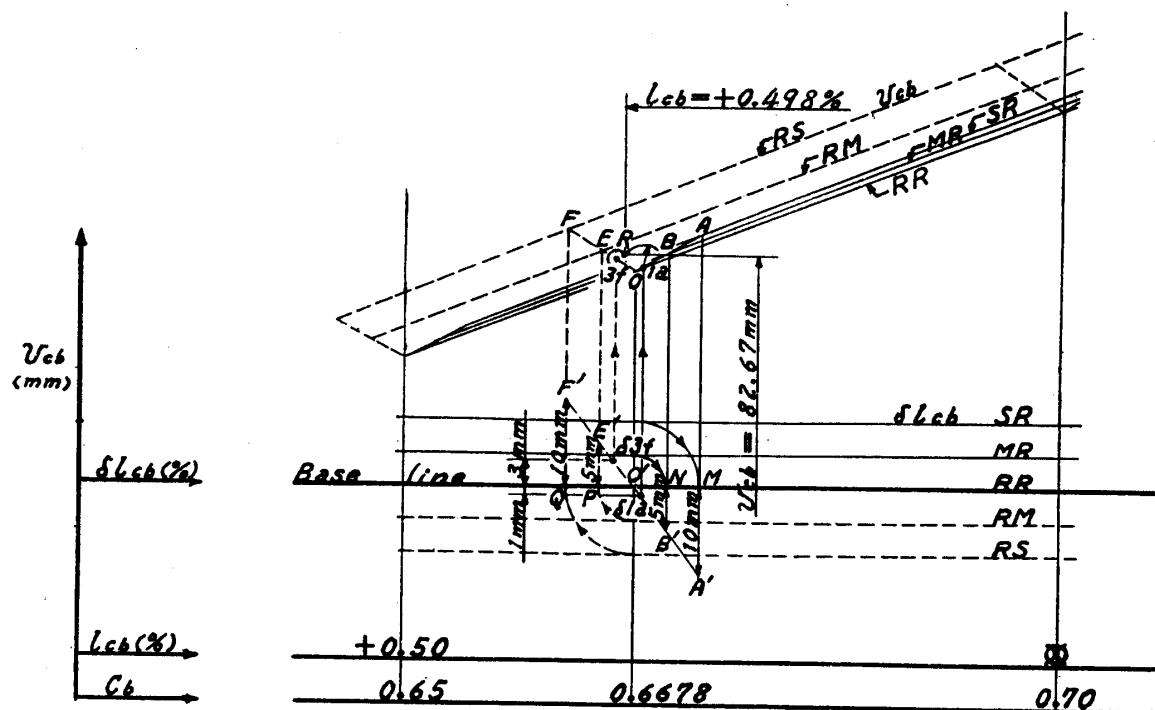


FIG. 4

$A'B'O'$, $O'E'F'$, ABO , OEF を作る。ここに

$$A'M = F'Q = 10 \text{ mm}$$

$$B'N = E'P = 5 \text{ mm}$$

とし、これ等の値は sharpness of shoulder を示すものとする。 δl_{ob} の base line から 1 mm の水平線と curve $A'B'O'$ との交点を $\delta 1a$, δl_{ob} の base line から 3 mm の水平線と curve $O'E'F'$ との交点を $\delta 3f$ とする。 $\delta 1a$ 及び $\delta 3f$ を通つて δl_{ob} の base line に垂線を立て、 ABO 及び OEF との交点をそれぞれ $1a$ 及び $3f$ とする。中心 $3f$, 半径 $01a$ 及び中心 $1a$, 半径 $03f$ の 2 つの円を作り、両円の交点を R とすると、この点の midship 及び base line からの距離が equivalent l_{ob} 及び equivalent v_{ob} を与える。

これは次の様にして証明される。FIG. 2 の δl_{ob} に立てた垂線のまわりに R , M , S を 2 字宛組合せた略号が記してあるが、これは TABLE 5 に示す如く、fore shoulder と after shoulder の sharpness の組合せを示したものである。そして図上の points は各々の組合せの場合の relative position of center of buoyancy を示している。

TABLE 5 THE COMBINATION OF SHOULDERS.

Abbreviation	After shoulder	Fore shoulder
RR	Round	Round
MR	Medium	"
SR	Sharp	"
RM	Round	Medium
MR	Medium	"
SM	Sharp	"
RS	Round	Sharp
MS	Medium	"
SS	Sharp	"

いま例えば RR→MR の動きを考えると、FIG. 5 に示す如く、これは fore shoulder が一定、例えば R の場合に after shoulder が R から M に変る時の center of buoyancy の移動を示している。この場合図中斜線の部分の移動について考えると、after part の sectional area は 3.(1) に述べた如く、R の場合も M の場合も等しく、しかも total sectional area は変わらないから次の式が成立する。

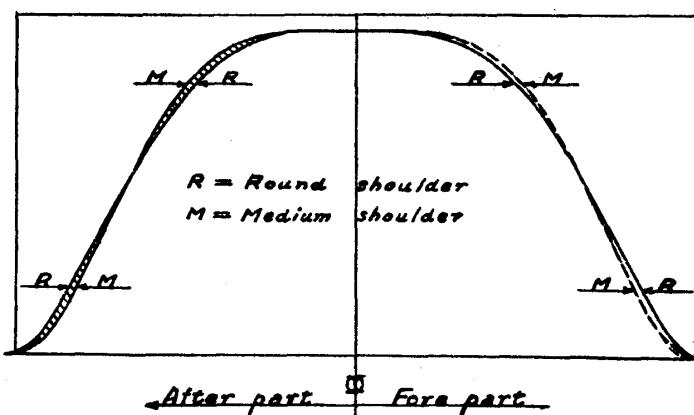


FIG. 5

$$\frac{\text{Horizontal moment of transfer of hatched area}}{\text{Total sectional area}} = \text{Transfer of } l_{cb}$$

$$\frac{\text{Vertical moment of transfer of hatched area}}{\text{Total sectional area}} = \text{Transfer of } v_{cb}$$

以上は fore shoulder が R の場合について考えたのであるが、fore shoulder が M の場合にも、3.(1) に述べた如く fore part の sectional area は R の場合と同一であり、total sectional area も変わらないから、上式の関係は同じ様に成立する。従つて RR→MR の場合の sectional area curve の重心の移動は、RM→MM の場合の sectional area curve の重心の移動に平行であるということができる。

以上と同様の考え方を用いると、RR→MR→SR の場合の sectional area curve の重心の移動は RM→MM→SM 及び RS→MS→SS の場合の sectional area curve の重心の移動に平行となる。即ち after shoulder の sharpness が R→M→S と変るに従い、sectional area curve の重心はすべて RR→MR→SR line に平行に移動する。

次に RR→RM→RS の場合の sectional area curve の重心の移動についても同様の process をたどると、fore shoulder の sharpness が R→M→S と変るに従い、sectional area curve の重心はすべて RR→RM→RS line に平行に移動することが分る。

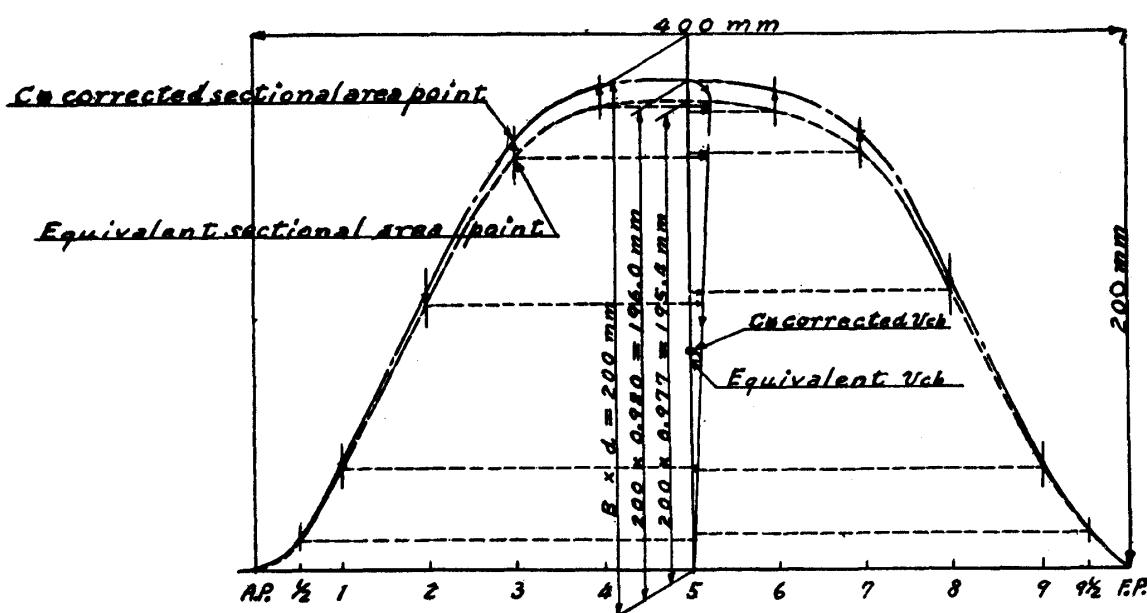
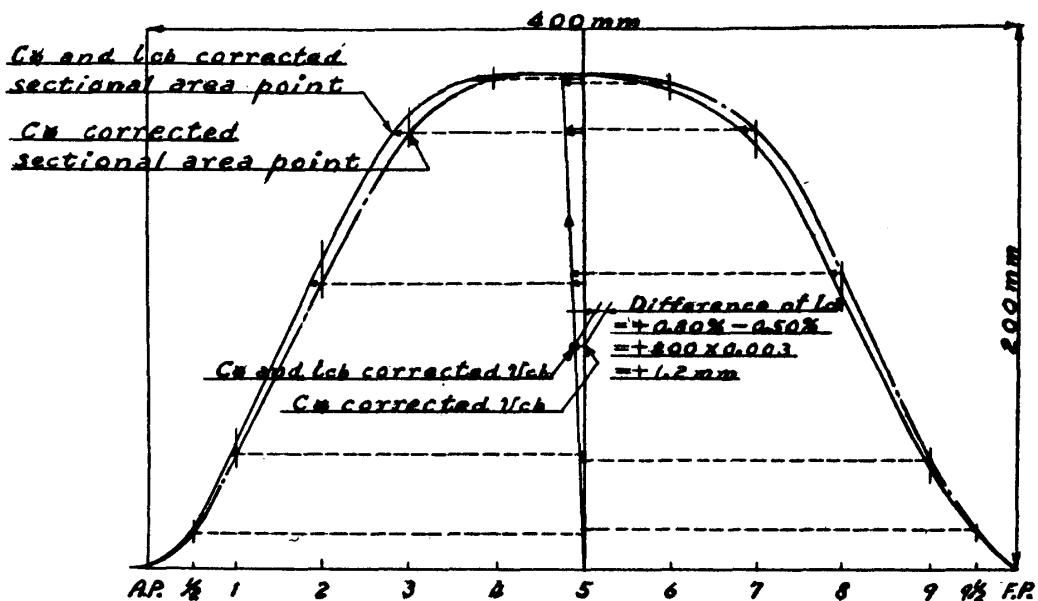


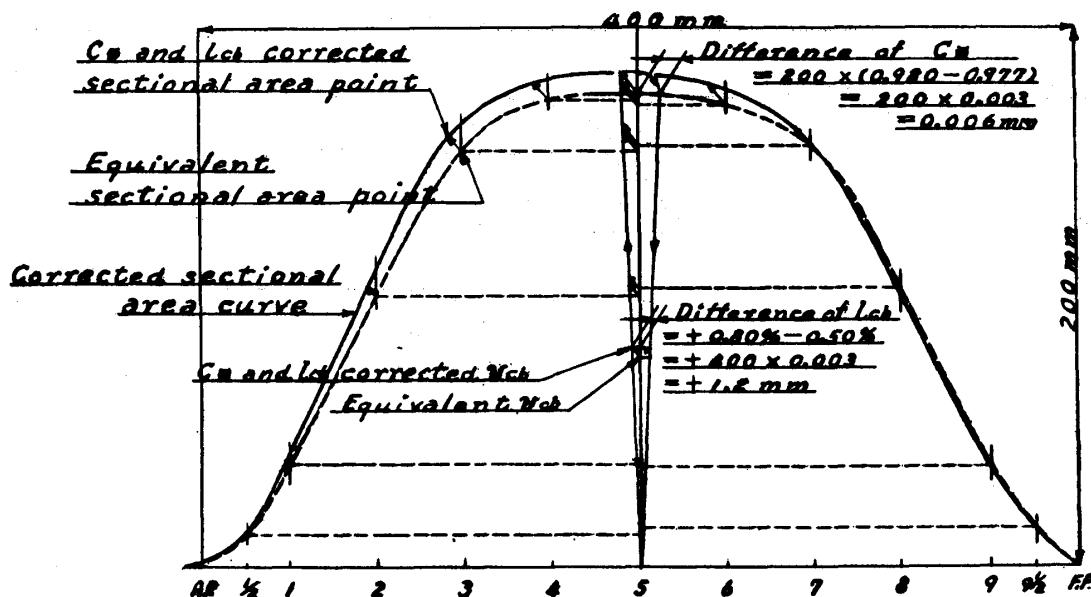
FIG. 6 C CORRECTION.

FIG. 7 *Lcb CORRECTION.*

従つて after shoulder 及び fore shoulder の sharpness を任意に与えると、上述の作図法によつて sectional area curve の重心の移動が分り、equivalent l_{cb} 及び equivalent v_{cb} が得られることとなる。

(4) C_n correction. 次に equivalent sectional area point に対し、作図により FIG. 6 に示す如く C_n correction を行つ。簡単に説明すると、No. 5 ordinate に於て C_n の差をとり、これを 5 と結んだ直線により各 ordinate 相当個所における sectional area の差を読んで、これを各 ordinate に於いて加えると C_n corrected sectional area points が得られる。次の l_{cb} correction の便宜上 equivalent v_{cb} も対応位置に修正しておく。なお図の数値は TABLE 3 に対応している。

(5) l_{cb} correction. C_n corrected sectional area points に対して、作図により FIG. 7 に示す如く l_{cb} correction を行つ。FIG. 7 は FIG. 4 に於て得られた equivalent $l_{cb} = +0.50\%$ (小数点以下 3 位は 4 捨 5

FIG. 8 *Cn AND Lcb CORRECTION.*

入。) に対し, given $l_{cb} = +0.80\%$ とする場合の一例を示している。簡単に述べると, C_{b} corrected v_{cb} に於て l_{cb} の差をとり, これを base line に平行移動して C_{b} and l_{cb} corrected v_{cb} を定め, これを 5 と結んだ直線により各 ordinte 相当個所の sectional area の差を読んで, これを各 ordinate に於て base line に平行移動し, C_{b} and l_{cb} corrected sectional area points を得る。

(6) C_{b} and l_{cb} correction. (4) 及び (5) に於ては, C_{b} 及び l_{cb} に対する修正を別々の作図によつて行つたのであるが, この原理を用いて FIG. 8 の様に作図すると, 一段の操作で両方の修正を行うことができる。即ち C_{b} の差を 5 に結び, equivalent v_{cb} との差をこの直線からとり, 次に l_{cb} の差をこの点で base line に平行に移動してとり, この点と 5 を結んだ直線によつて, 各 ordinate 相当個所の斜の変位量を求め, 図の矢印に示す如く各 ordinate に於て斜に平行移動し, C_{b} and l_{cb} corrected sectional area points を得, これ等の点を結ぶと最終の corrected sectional area curve が得られる。

そして各 ordinate における sectional area points の値から C_{b} 及び l_{cb} を計算し, sectional area curve を check する。

この様にして任意の C_{b} , C_{b} , l_{cb} 及び sharpness of shoulder を有する sectional area curve が得られたので, 次にこれを用いて body plan を書く process に移るのであるが, これは第 2 報に於て報告することとする。