

6 種々の曲線図形

6.1 弧成曲線

- (1) A, B, C, Dの4点が与えられたとし、これらを円弧で結ぶものとする。 \overline{AB} の垂直2等分線上にEをとり、 \overline{AE} を半径とする弧 \widehat{AB} を描く。
- (2) BとEを結んだ延長線が \overline{BC} の垂直2等分線との交点をFとする。Fを中心として半径 \overline{BF} の弧 \widehat{BC} を描く。
- (3) 同様に \overline{CD} の垂直2等分線と \overline{CF} との交点Gを中心として半径 \overline{CG} の弧 \widehat{CD} を描く。

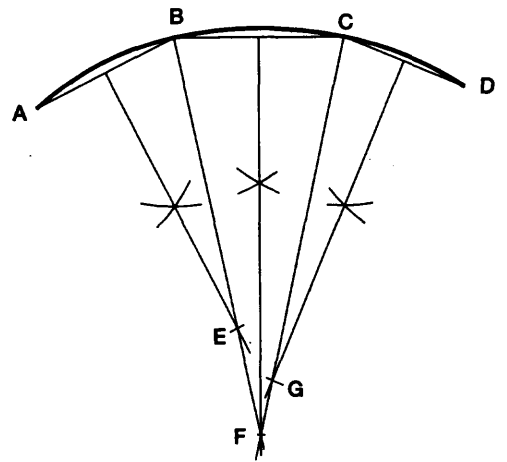


図1.25

6.2 卵形

6.2.1 弧成卵形を描く

- (1) 卵形の幅 \overline{AB} が与えられたとする。 \overline{AB} を直径とする円を描き、 \overline{AB} に直交する直径 \overline{CD} を描く。
- (2) A, B各々を中心として半径 \overline{AB} の弧を描き、それぞれがAC, BCの延長線と交わる点をE, Fとする。
- (3) Cを中心として \overline{CE} を半径とする弧を描いてE, Fを接続すれば、弧成卵形を得る。

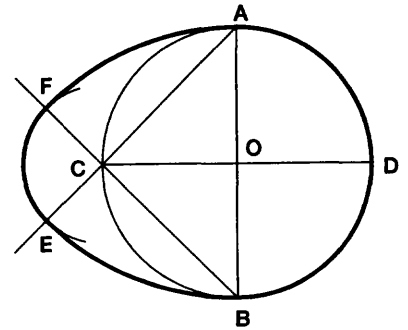


図1.26

6.2.2 3弧を与えられた卵形を描く

- (1) 3弧の半径 R_1, R_2, R_3 と l を与えられた卵形を描くものとする。下図に示すように、最も長い半径 R_3 から R_1, R_2 を差し引いた長さをそれぞれ m, n とする。
- (2) 一直線上に R_1, l, R_2 をとり、A, B点を中心に各々半径 R_1, R_2 の弧を描く。
- (3) Aを中心に半径 m 及びBを中心に半径 n の弧を描き、両弧の交点をC, Dとする。
- (4) C, D各々を中心として半径 R_3 の弧を描き、半径 R_1, R_2 の弧と接続すれば、求める図形となる。

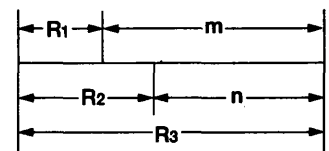
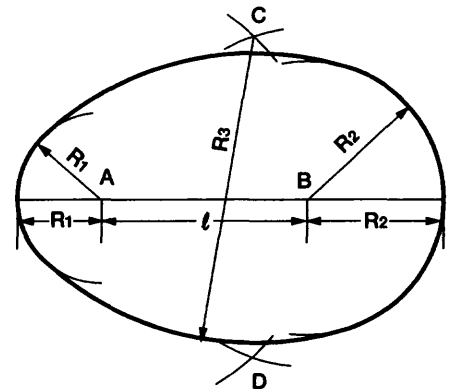


図1.27

6.3 近似楕円

6.3.1 2等円を用いて近似楕円を描く

- (1) 2等円O, O'の交点をA, Bとする。 \overline{AO} の延長線と円Oの円周との交点をCとし、Aを中心に半径 \overline{AC} の弧を描く。
- (2) 同様に、Bを中心に半径 \overline{AC} の弧を描けば、近似楕円が求められる。

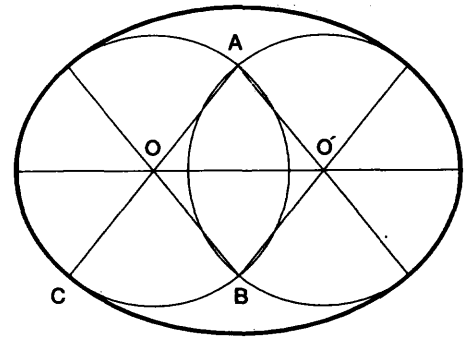


図 1.28

6.3.2 長軸と短軸が与えられた近似楕円を描く

- (1) 長軸 AA' 、短軸 BB' の交点をOとする。Oを中心として \overline{OA} を半径とする弧が短軸 BB' の延長線と交わる点をCとする。
- (2) Bを中心とした半径 \overline{BC} の弧が \overline{AB} と交わる点をDとする。 \overline{AD} の垂直二等分線が長軸 AA' 及び短軸 BB' と交わる点をE, Fとする。
- (3) Eを中心とした半径 \overline{EA} の弧 $\widehat{GG'}$ 、及びFを中心とした半径 \overline{FB} の弧 $\widehat{HH'}$ を引く。
- (4) 同様に $\overline{B'A}$ 上に \overline{BD} に等しく $\overline{B'D'}$ をとり、以下(2)~(3)の手順により弧 $\widehat{HH'}$ 、 $\widehat{G'H'}$ を求める。

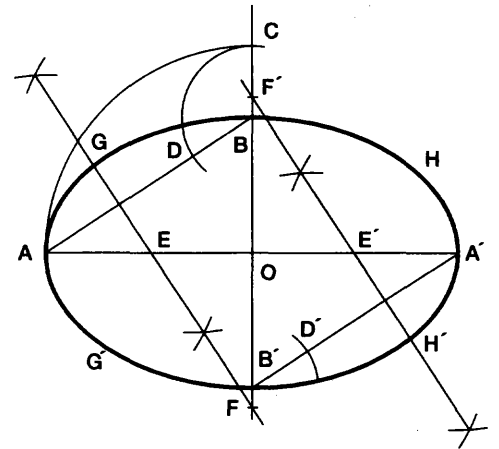


図 1.29

7 キャンバ（梁矢）とシャー（舷弧）

7.1 キャンバ（梁矢）

7.1.1 正円弧キャンバを描く（その1）

4.2.2 及び 4.2.3 に記載の「等分の3点を通る円弧を描く」（その1）及び（その2）の方法により正円弧キャンバを描くことができる。

7.1.2 正円弧キャンバを描く（その2）

- (1) 船の半幅を \overline{AB} 、キャンバの高さを \overline{AC} とする。Bにて \overline{AB} 及び \overline{BC} に立てた垂線が \overline{AC} に平行な \overline{CD} と交わる点をそれぞれE, Fとする。

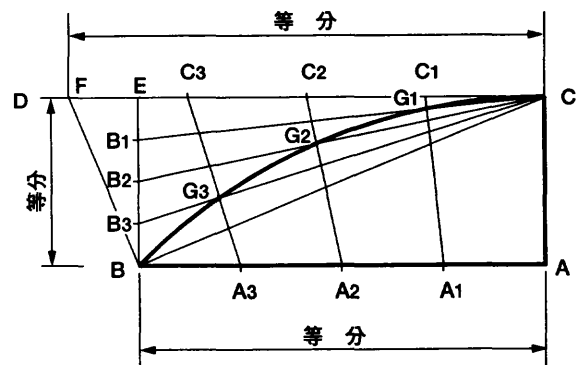


図 1.30

- (2) \overline{AB} 、 \overline{BE} 、 \overline{CF} を等分する。ここでは例えば4等分することとし、それぞれの等分点を $A_1, A_2, A_3, B_1, B_2, B_3, C_1, C_2, C_3$ とする。

- (3) $\overline{A_1 C_1}$ と $\overline{C B_1}$ 、 $\overline{A_2 C_2}$ と $\overline{C B_2}$ 、 $\overline{A_3 C_3}$ と $\overline{C B_3}$ の交点それぞれ G_1 、 G_2 、 G_3 とすれば、 C 、 G_1 、 G_2 、 G_3 、 B を結ぶ曲線は正円弧キャンバとなる。

7.1.3 擬円弧キャンバを描く (その1)

- (1) 半幅 \overline{AB} 、キャンバ高さ \overline{AC} において、 A を中心に半径 \overline{AC} の弧を描き、 \overline{AB} との交点を D とする。

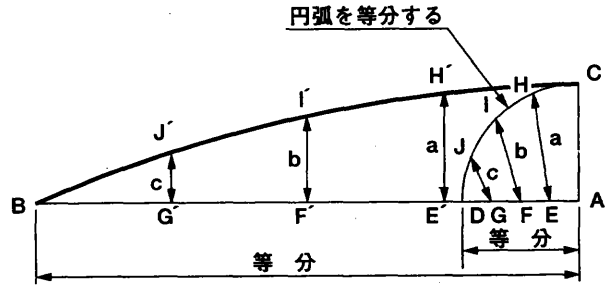


図 1.31

- (2) \overline{AD} 、弧 \widehat{CD} 、 \overline{AB} のそれぞれを等分するが、例えば 4 等分するものとする。それぞれの等分点を E 、 F 、 G 、 H 、 I 、 J 及び E' 、 F' 、 G' とする。

- (3) \overline{AB} と垂直に E' 、 F' 、 G' に立てた垂線上において、 $\overline{E'H'} = \overline{EH}$ 、 $\overline{F'I'} = \overline{FI}$ 、 $\overline{G'J'} = \overline{GJ}$ となるように H' 、 I' 、 J' をとる。これらと B 、 C を結ぶ曲線は擬円弧キャンバとなる。

7.1.4 擬円弧キャンバを描く (その2)

- (1) 前述の 7.1.3 に似た方法であるが、 E 、 F 、 G の求め方が異なる。即ち、船体中心線上に $\overline{AK} = 2\overline{AC}$ となる点 K をとり、 K と弧 \widehat{CD} の等分点 H 、 I 、 J を結ぶことにより、 E 、 F 、 G を求める。その後は、7.1.3 と同じである。

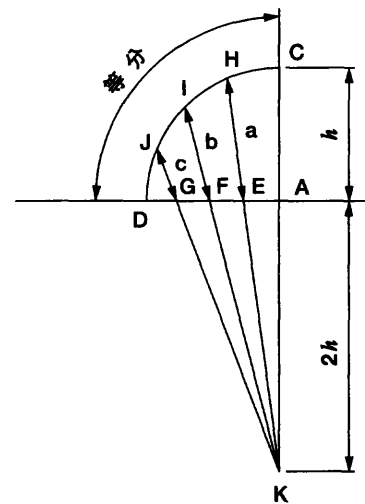


図 1.32

- (2) $\overline{AK} = 2\overline{AC}$ の代わりに $\overline{AK} = \overline{AC}$ として K を求め、後は上記(1)と同じ手順で擬円弧キャンバを描く方法もある。

7.2 シャー

7.2.1 拋物線シャーを描く

- (1) シャー高さを \overline{AB} 、甲板舷側線におけるシャー止り迄の距離を \overline{AC} とする。 \overline{AC} には適当な縮尺を用いる。 \overline{AB} 、 \overline{AC} を等分するが、ここでは 5 等分するものとし、それぞれの等分点を B_1 、 B_2 、 B_3 、 B_4 及び C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 とする。

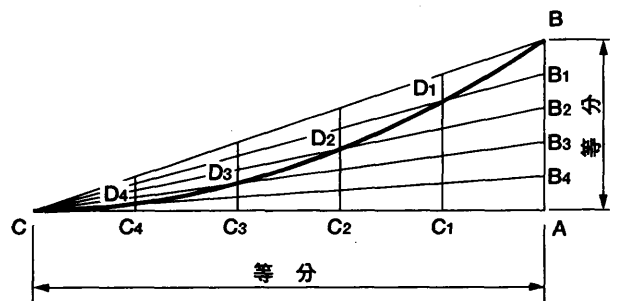


図 1.33

- (2) C から B_1 、 B_2 、 B_3 、 B_4 に引いた直線と \overline{AC} 上に C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 にて立てた垂線との順次対応する交点を D_1 、 D_2 、 D_3 、 D_4 とすれば、これらと B 、 C を結ぶ曲線は拋物線シャーとなる。

7.2.2 係数を用いて抛物線シヤーを描く

(1) $\overline{AB} = h$, $\overline{AC} = \ell$ として \overline{AB} , \overline{AC} を n 等分するとすれば

$$\overline{AB_1} = \frac{n-1}{n} h$$

$$\overline{CC_1} = \frac{n-1}{n} \ell$$

$\triangle AB_1C$, $\triangle C_1D_1C$ において

$$\frac{\overline{AB_1}}{\overline{AC}} = \frac{\overline{C_1D_1}}{\overline{CC_1}}$$

$$\therefore \overline{C_1D_1} = \frac{\overline{AB_1} \times \overline{CC_1}}{\overline{AC}} = \left(\frac{n-1}{n}\right)^2 h$$

同様に $\triangle AB_2C$, $\triangle C_2D_2C$ において

$$\frac{\overline{AB_2}}{\overline{AC}} = \frac{\overline{C_2D_2}}{\overline{CC_2}}$$

$$\therefore \overline{C_2D_2} = \frac{\overline{AB_2} \times \overline{CC_2}}{\overline{AC}} = \left(\frac{n-2}{n}\right)^2 h$$

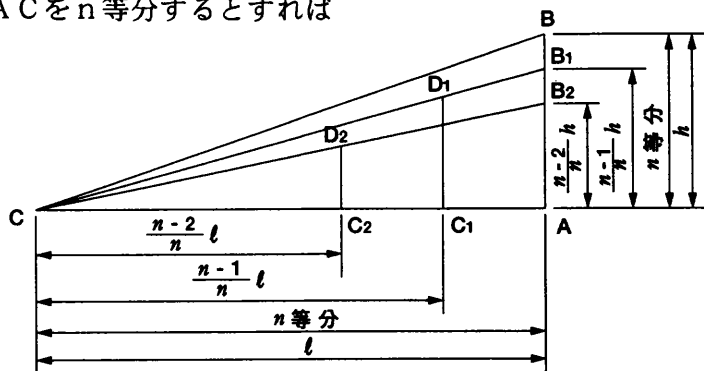


図 1.34

(2) 以上より k 番目の高さは $\overline{C_k D_k} = \left(\frac{n-k}{n}\right)^2 h$ となる。即ち、シヤー高さ h に $\left(\frac{n-k}{n}\right)^2$ を係数として乗じればよい。

(3) 一例として、5等分、8等分、10等分の場合の各等分点の $\left(\frac{n-k}{n}\right)^2$ の値を下記に示す。
例えば、高さ 500mm のシヤーラインを 5等分により作画する場合は、5等分の各 $\left(\frac{n-k}{n}\right)^2$ に 500 を乗じれば、各等分点の高さが求まる。

等分点	5等分	8等分	10等分
0	1	1	1
1	0.64	0.7656	0.81
2	0.36	0.5625	0.64
3	0.16	0.3906	0.49
4	0.04	0.2500	0.36
5	0	0.1406	0.25
6		0.0625	0.16
7		0.0156	0.09
8		0	0.04
9			0.01
10			0

8 幾何図法におけるパソコンの利用

最近は何々の職場にパソコンが浸透してきたので、現図場におけるパソコンの簡単な利用法について触れる。

現図場において、例えば大きな円弧を描く際に作図スペースの確保に苦労する場合、幾何図法による手順が複雑でもっと簡単に描きたい場合、或は近似的でなくより正確な図形を描きたいというような場合がある。

このような場合には、コンパス等を用いた幾何図法によらず、作図点を数値計算による座標値として得る方が便利である。即ち、アナログ的な手法をパソコンを利用してデジタル的な手法に変える方法である。

本章においては、パソコンを利用した数値計算により、作図用の座標値を算出する方法について、その一例を紹介する。

なお、本章で述べる内容は、パソコンに限らずプログラム電卓やポケットコンピュータを利用しても、ほぼ同様のことができる。

8.1 任意の3点を通る円又は円弧

任意の3点A, B, Cが形成する三角形ABCにおいて各辺の長さを l , m , n とする。

1辺の長さが最も長い \overline{AB} をx軸とし、 \overline{AB} の垂直二等分線をy軸とすれば、3点A, B, Cを通る円は

$$x^2 + (y - y_0)^2 = R^2 \quad \text{①}$$

ここに y_0 : 円の中心Oのy座標の値

R: 円の半径

円OはB ($\frac{l}{2}$, 0)を通るから

$$\frac{l^2}{4} + y_0^2 = R^2 \quad \text{②}$$

C点の座標をC (a , h)とすれば

$$a^2 + (h - y_0)^2 = R^2 \quad \text{③}$$

②、③式よりRを消去すれば

$$y_0 = \left(a^2 + h^2 - \frac{l^2}{4} \right) / 2h \quad \text{④}$$

三角形ACD及びBCDにおいて

$$m^2 = h^2 + \left(\frac{l}{2} + a \right)^2 \quad \text{⑤}$$

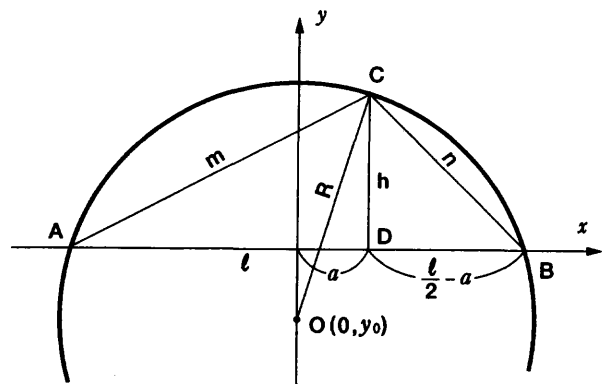


図 1.35

$$n^2 = h^2 + \left(\frac{\ell}{2} - a\right)^2 \dots\dots\dots ⑥$$

⑤、⑥式より h を消去すれば

$$a = (m^2 - n^2) / 2\ell \dots\dots\dots ⑦$$

よって、 a が求まるので、⑥式より h が求まる。

$$h = \sqrt{n^2 - \left(\frac{\ell}{2} - a\right)^2} \dots\dots\dots ⑧$$

a, h が求めれば④式より y_0 が求まり、次いで②式より R が求まる。したがって、①式の円が決定される。

以上の計算式を用いて、例えばパソコンの表計算によるプログラミングの手順を示す。インプットデータは任意の3点間の距離 ℓ, m, n とする。

- (1) ⑦式 $a = (m^2 - n^2) / 2\ell$ より a を求める。
- (2) 求めた a と⑧式 $h = \sqrt{n^2 - \left(\frac{\ell}{2} - a\right)^2}$ より h を求める。
- (3) a, h と④式 $y_0 = \left(a^2 + h^2 - \frac{\ell^2}{4}\right) / 2h$ より y_0 を求める。
- (4) y_0 と②式変形 $R = \sqrt{\frac{\ell^2}{4} + y_0^2}$ より R を求める。

- (5) ①式より円の y 座標は $y = \pm \sqrt{R^2 - x^2} + y_0$ となるので、任意の x 座標を与えることにより y の値が求まる。ここに $+$ 符号は x 軸より上の円弧を示し、 $-$ 符号は x 軸より下の円弧となる。

上記の手順により作成した円弧プログラムのアウトプット例を表1.1に示す。

アウトプット例は図1.36のように、任意の3点間距離 ℓ, m, n をインプット欄 L, M, N にインプットすることにより、各 x 座標 ($\ell/2$ の20等分点) に対する y の値が求められるようになっている。同時に8個の円弧について計算することができる。

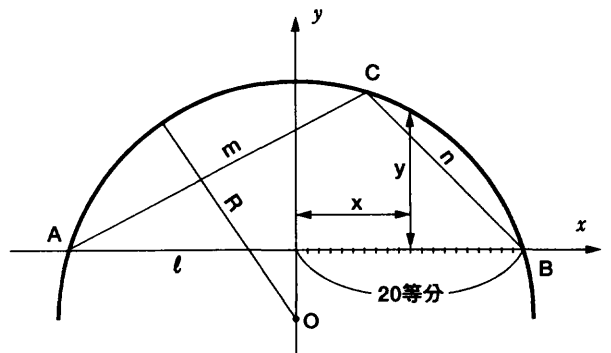


図1.36

8.2 楕円

長径 a 、短径 b の楕円は次の式によって表わされる。

$$\frac{4}{a^2}x^2 + \frac{4}{b^2}y^2 = 1$$

これを y について解けば

$$y = \pm \frac{b}{2} \sqrt{1 - \frac{4}{a^2}x^2} \dots\dots\dots \textcircled{9}$$

よって、 a と b をインプットデータとし、適当な x 座標に対する y の値を求めるプログラムを簡単に作ることができる。

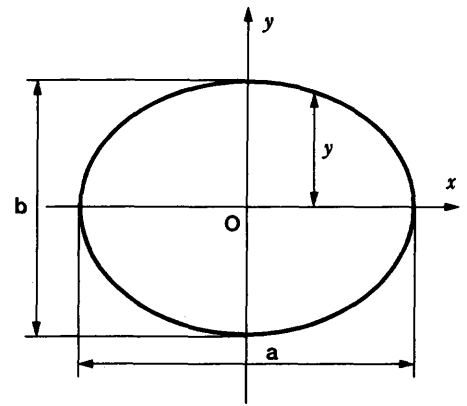


図 1.37

⑨式の符号+及び $0 \leq x \leq \frac{a}{2}$ の範囲について計算するプログラムのアウトプット例を表 1.2 に示す。アウトプット例は、1種類の長径 a (= 1.0 m) に対し20種類の短径 b (= 50~1000mm) について計算した結果を示すものである。

8.3 正円弧キャンバ

船の幅を B 、キャンバ高さを C 、円弧の半径を R とすれば、次の関係がある。

$$R = C + H \dots\dots\dots \textcircled{10}$$

$$R^2 = \left(\frac{B}{2}\right)^2 + H^2 \dots\dots\dots \textcircled{11}$$

⑩、⑪式より R 、 H について解けば

$$R = \frac{B^2}{8C} + \frac{C}{2} \dots\dots\dots \textcircled{12}$$

$$H = \frac{B^2}{8C} - \frac{C}{2} \dots\dots\dots \textcircled{13}$$

を得る。いまA点を座標原点として円の式からキャンバの式を求めると

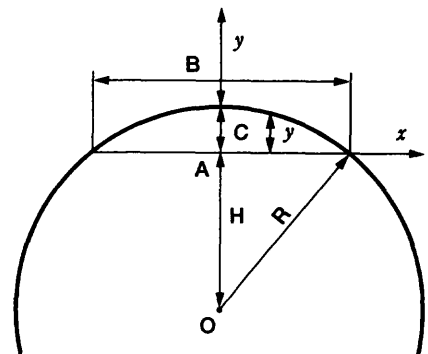


図 1.38

$$x^2 + (y + H)^2 = R^2$$

$$\therefore y = \sqrt{R^2 - x^2} - H \dots\dots\dots \textcircled{14}$$

よって、 B 、 C をインプットデータとした場合のプログラムは下記の手順により簡単に作成することができる。

- (1) ⑫、⑬式より R 、 H を求める。
- (2) 求めた R 、 H と⑭式により y を求める。 x の値はプログラム内で適当に設定するようになる。

表 1.3 は上記のように作成したプログラムのアウトプット例を示すもので、 $B = 1.0 \text{ m}$ に対しキャンバ高さ C を $B/100 \sim B/5$ の範囲で変えた場合の y の値を示している。 x の値は $B/2$ を 20 等分したものとなっている。

このような表を作っておくことにより、例えば $B = 2.5 \text{ m}$ 、キャンバ高さ $C = B/50$ の場合の y は、表の $B/50$ の y に 2.5 を乗じることにより簡単に得られるという利点もある。

表 1.1 任意の 3 点を通る円弧の数値表

予備計算表				項目	距離 x 位置に於ける Y 座標の値 y (mm)																				
a	h	y _o	半径 R		L の中心からの距離 x (mm)																				
					0	L/40	2L/40	3L/40	4L/40	5L/40	6L/40	7L/40	8L/40	9L/40	10L/40	11L/40	12L/40	13L/40	14L/40	15L/40	16L/40	17L/40	18L/40	19L/40	L/2
				インプット	L = <input type="text" value="1000.0"/> M = <input type="text" value="600.0"/> N = <input type="text" value="500.0"/> 注) 2点間距離の最も長い辺の長さを"L"にインプットして下さい。																				
				距離 x	0.0	25.0	50.0	75.0	100.0	125.0	150.0	175.0	200.0	225.0	250.0	275.0	300.0	325.0	350.0	375.0	400.0	425.0	450.0	475.0	500.0
55.0	228.0	-427.7	658.0	高さ y	230.3	229.8	228.4	226.0	222.6	218.3	213.0	206.6	199.1	190.6	180.9	170.1	157.9	144.4	129.5	113.0	94.7	74.6	52.3	27.6	0.0
				インプット	L = <input type="text" value="2000.0"/> M = <input type="text" value="1200.0"/> N = <input type="text" value="1000.0"/>																				
				距離 x	0.0	50.0	100.0	150.0	200.0	250.0	300.0	350.0	400.0	450.0	500.0	550.0	600.0	650.0	700.0	750.0	800.0	850.0	900.0	950.0	1000.0
110.0	456.0	-855.3	1315.9	高さ y	460.6	459.6	456.8	452.0	445.3	436.6	425.9	413.2	398.3	381.2	361.9	340.1	315.8	288.8	258.9	225.9	189.5	149.2	104.7	55.2	0.0
				インプット	L = <input type="text" value="3250.0"/> M = <input type="text" value="2500.0"/> N = <input type="text" value="1250.0"/>																				
				距離 x	0.0	81.3	162.5	243.8	325.0	406.3	487.5	568.8	650.0	731.3	812.5	893.8	975.0	1056.3	1137.5	1218.8	1300.0	1381.3	1462.5	1543.8	1625.0
721.2	863.5	-796.2	1809.6	高さ y	1013.4	1011.5	1006.1	996.9	983.9	967.2	946.5	921.7	892.6	859.0	820.7	777.3	728.2	673.1	611.1	541.4	462.6	372.9	269.5	147.9	0.0
				インプット	L = <input type="text" value="1000.0"/> M = <input type="text" value="500.4"/> N = <input type="text" value="500.4"/>																				
				距離 x	0.0	25.0	50.0	75.0	100.0	125.0	150.0	175.0	200.0	225.0	250.0	275.0	300.0	325.0	350.0	375.0	400.0	425.0	450.0	475.0	500.0
0.0	20.0	-6238.7	6258.8	高さ y	20.0	20.0	19.8	19.6	19.2	18.8	18.2	17.6	16.8	16.0	15.0	14.0	12.8	11.6	10.2	8.8	7.2	5.6	3.8	2.0	0.0
				インプット	L = <input type="text" value="4500.0"/> M = <input type="text" value="2250.0"/> N = <input type="text" value="2255.0"/>																				
				距離 x	0.0	112.5	225.0	337.5	450.0	562.5	675.0	787.5	900.0	1012.5	1125.0	1237.5	1350.0	1462.5	1575.0	1687.5	1800.0	1912.5	2025.0	2137.5	2250.0
-2.5	106.1	-23805.2	23911.3	高さ y	106.1	105.8	105.0	103.7	101.9	99.5	96.6	93.1	89.2	84.6	79.6	74.1	68.0	61.3	54.2	46.5	38.2	29.5	20.2	10.4	0.0
				インプット	L = <input type="text" value="1000.0"/> M = <input type="text" value="800.0"/> N = <input type="text" value="300.0"/>																				
				距離 x	0.0	25.0	50.0	75.0	100.0	125.0	150.0	175.0	200.0	225.0	250.0	275.0	300.0	325.0	350.0	375.0	400.0	425.0	450.0	475.0	500.0
275.0	198.4	-340.2	604.7	高さ y	264.6	264.1	262.5	259.9	256.2	251.5	245.7	238.7	230.5	221.2	210.5	198.4	184.9	169.8	153.0	134.3	113.4	90.1	63.8	34.1	0.0
				インプット	L = <input type="text" value="6324.0"/> M = <input type="text" value="2523.0"/> N = <input type="text" value="3952.0"/>																				
				距離 x	0.0	158.1	316.2	474.3	632.4	790.5	948.6	1106.7	1264.8	1422.9	1581.0	1739.1	1897.2	2055.3	2213.4	2371.5	2529.6	2687.7	2845.8	3003.9	3162.0
-731.6	677.1	-6649.2	7362.7	高さ y	713.6	711.9	706.8	698.3	686.3	671.0	652.2	629.9	604.1	574.8	541.8	505.2	464.9	420.9	373.0	321.2	265.4	205.5	141.3	72.9	0.0
				インプット	L = <input type="text" value="5000.0"/> M = <input type="text" value="3000.0"/> N = <input type="text" value="4000.0"/>																				
				距離 x	0.0	125.0	250.0	375.0	500.0	625.0	750.0	875.0	1000.0	1125.0	1250.0	1375.0	1500.0	1625.0	1750.0	1875.0	2000.0	2125.0	2250.0	2375.0	2500.0
-700.0	2400.0	0.0	2500.0	高さ y	2500.0	2496.9	2487.5	2471.7	2449.5	2420.6	2384.8	2341.9	2291.3	2232.6	2165.1	2087.9	2000.0	1899.8	1785.4	1653.6	1500.0	1317.0	1089.7	780.6	0.0

注) インプット欄の L, M, N の枠内にインプットする。 点間距離の最も長いものを L にインプットする。

長径 a = 1.000 m

表 1.2 長径 a = 1.000 mとした場合の楕円形状

短径 b の値	距離 X 位置における Y 座標の値 y (mm)																				
	長径に於ける中心からの距離 x (mm)																				
	0	50	100	150	200	250	300	325	350	375	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490	500
50.00	25.0	24.9	24.5	23.8	22.9	21.7	20.0	19.0	17.9	16.5	15.0	14.3	13.6	12.8	11.9	10.9	9.8	8.5	7.0	5.0	0.0
100.00	50.0	49.7	49.0	47.7	45.8	43.3	40.0	38.0	35.7	33.1	30.0	28.6	27.1	25.5	23.7	21.8	19.6	17.1	14.0	9.9	0.0
150.00	75.0	74.6	73.5	71.5	68.7	65.0	60.0	57.0	53.6	49.6	45.0	42.9	40.7	38.3	35.6	32.7	29.4	25.6	21.0	14.9	0.0
200.00	100.0	99.5	98.0	95.4	91.7	86.6	80.0	76.0	71.4	66.1	60.0	57.2	54.3	51.0	47.5	43.6	39.2	34.1	28.0	19.9	0.0
250.00	125.0	124.4	122.5	119.2	114.6	108.3	100.0	95.0	89.3	82.7	75.0	71.5	67.8	63.8	59.4	54.5	49.0	42.6	35.0	24.9	0.0
300.00	150.0	149.2	147.0	143.1	137.5	129.9	120.0	114.0	107.1	99.2	90.0	85.9	81.4	76.5	71.2	65.4	58.8	51.2	42.0	29.8	0.0
350.00	175.0	174.1	171.5	166.9	160.4	151.6	140.0	133.0	125.0	115.8	105.0	100.2	95.0	89.3	83.1	76.3	68.6	59.7	49.0	34.8	0.0
400.00	200.0	199.0	196.0	190.8	183.3	173.2	160.0	152.0	142.8	132.3	120.0	114.5	108.5	102.1	95.0	87.2	78.4	68.2	56.0	39.8	0.0
450.00	225.0	223.9	220.5	214.6	206.2	194.9	180.0	171.0	160.7	148.8	135.0	128.8	122.1	114.8	106.9	98.1	88.2	76.8	63.0	44.8	0.0
500.00	250.0	248.7	244.9	238.5	229.1	216.5	200.0	190.0	178.5	165.4	150.0	143.1	135.6	127.6	118.7	109.0	98.0	85.3	70.0	49.7	0.0
550.00	275.0	273.6	269.4	262.3	252.0	238.2	220.0	209.0	196.4	181.9	165.0	157.4	149.2	140.3	130.6	119.9	107.8	93.8	77.0	54.7	0.0
600.00	300.0	298.5	293.9	286.2	275.0	259.8	240.0	228.0	214.2	198.4	180.0	171.7	162.8	153.1	142.5	130.8	117.6	102.4	84.0	59.7	0.0
650.00	325.0	323.4	318.4	310.0	297.9	281.5	260.0	247.0	232.1	215.0	195.0	186.0	176.3	165.8	154.4	141.7	127.4	110.9	91.0	64.7	0.0
700.00	350.0	348.2	342.9	333.9	320.8	303.1	280.0	266.0	249.9	231.5	210.0	200.3	189.9	178.6	166.2	152.6	137.2	119.4	98.0	69.6	0.0
750.00	375.0	373.1	367.4	357.7	343.7	324.8	300.0	285.0	267.8	248.0	225.0	214.6	203.5	191.4	178.1	163.5	147.0	127.9	105.0	74.6	0.0
800.00	400.0	398.0	391.9	381.6	366.6	346.4	320.0	304.0	285.7	264.6	240.0	228.9	217.0	204.1	190.0	174.4	156.8	136.5	112.0	79.6	0.0
850.00	425.0	422.9	416.4	405.4	389.5	368.1	340.0	323.0	303.5	281.1	255.0	243.3	230.6	216.9	201.9	185.3	166.6	145.0	119.0	84.6	0.0
900.00	450.0	447.7	440.9	429.3	412.4	389.7	360.0	342.0	321.4	297.6	270.0	257.6	244.2	229.6	213.7	196.2	176.4	153.5	126.0	89.5	0.0
950.00	475.0	472.6	465.4	453.1	435.3	411.4	380.0	361.0	339.2	314.2	285.0	271.9	257.7	242.4	225.6	207.0	186.2	162.1	133.0	94.5	0.0
1000.00	500.0	497.5	489.9	477.0	458.3	433.0	400.0	380.0	357.1	330.7	300.0	286.2	271.3	255.1	237.5	217.9	196.0	170.6	140.0	99.5	0.0

注) 最上段の長径 a と短径 b の各行に任意の短径の値をインプットすれば、各短径 b に対する楕円の Y 座標の値 y が得られる。

表 1.3 船の幅 B = 1.000 m とした場合のキャンパの値 (mm)

船体中心に於ける キャンパ高さ C		距離 X 位置におけるキャンパの高さ Y (mm)																				
		船体中心からの距離 x (mm)																				
呼称	実数値	0	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500
B/100	10.00	10.0	10.0	9.9	9.8	9.6	9.4	9.1	8.8	8.4	8.0	7.5	7.0	6.4	5.8	5.1	4.4	3.6	2.8	1.9	1.0	0.0
B/95	10.53	10.5	10.5	10.4	10.3	10.1	9.9	9.6	9.2	8.8	8.4	7.9	7.3	6.7	6.1	5.4	4.6	3.8	2.9	2.0	1.0	0.0
B/90	11.11	11.1	11.1	11.0	10.9	10.7	10.4	10.1	9.8	9.3	8.9	8.3	7.8	7.1	6.4	5.7	4.9	4.0	3.1	2.1	1.1	0.0
B/85	11.76	11.8	11.7	11.6	11.5	11.3	11.0	10.7	10.3	9.9	9.4	8.8	8.2	7.5	6.8	6.0	5.1	4.2	3.3	2.2	1.1	0.0
B/80	12.50	12.5	12.5	12.4	12.2	12.0	11.7	11.4	11.0	10.5	10.0	9.4	8.7	8.0	7.2	6.4	5.5	4.5	3.5	2.4	1.2	0.0
B/75	13.33	13.3	13.3	13.2	13.0	12.8	12.5	12.1	11.7	11.2	10.6	10.0	9.3	8.5	7.7	6.8	5.8	4.8	3.7	2.5	1.3	0.0
B/70	14.29	14.3	14.3	14.1	14.0	13.7	13.4	13.0	12.5	12.0	11.4	10.7	10.0	9.1	8.3	7.3	6.3	5.1	4.0	2.7	1.4	0.0
B/65	15.38	15.4	15.3	15.2	15.0	14.8	14.4	14.0	13.5	12.9	12.3	11.5	10.7	9.8	8.9	7.8	6.7	5.5	4.3	2.9	1.5	0.0
B/60	16.67	16.7	16.6	16.5	16.3	16.0	15.6	15.2	14.6	14.0	13.3	12.5	11.6	10.7	9.6	8.5	7.3	6.0	4.6	3.2	1.6	0.0
B/55	18.18	18.2	18.1	18.0	17.8	17.5	17.0	16.5	16.0	15.3	14.5	13.6	12.7	11.6	10.5	9.3	8.0	6.6	5.1	3.5	1.8	0.0
B/50	20.00	20.0	20.0	19.8	19.6	19.2	18.8	18.2	17.6	16.8	16.0	15.0	14.0	12.8	11.6	10.2	8.8	7.2	5.6	3.8	2.0	0.0
B/45	22.22	22.2	22.2	22.0	21.7	21.3	20.8	20.2	19.5	18.7	17.7	16.7	15.5	14.2	12.8	11.3	9.7	8.0	6.2	4.2	2.2	0.0
B/40	25.00	25.0	24.9	24.8	24.4	24.0	23.4	22.8	21.9	21.0	19.9	18.8	17.5	16.0	14.5	12.8	11.0	9.0	7.0	4.8	2.4	0.0
B/35	28.57	28.6	28.5	28.3	27.9	27.4	26.8	26.0	25.1	24.0	22.8	21.4	19.9	18.3	16.5	14.6	12.5	10.3	7.9	5.4	2.8	0.0
B/30	33.33	33.3	33.3	33.0	32.6	32.0	31.3	30.3	29.3	28.0	26.6	25.0	23.3	21.4	19.3	17.0	14.6	12.0	9.3	6.4	3.3	0.0
B/25	40.00	40.0	39.9	39.6	39.1	38.4	37.5	36.4	35.1	33.6	31.9	30.0	28.0	25.7	23.2	20.5	17.6	14.5	11.2	7.6	3.9	0.0
B/20	50.00	50.0	49.9	49.5	48.9	48.0	46.9	45.5	43.9	42.1	40.0	37.6	35.0	32.1	29.0	25.6	22.0	18.1	14.0	9.6	4.9	0.0
B/15	66.67	66.7	66.5	66.0	65.2	64.0	62.6	60.8	58.6	56.2	53.4	50.2	46.7	42.9	38.8	34.3	29.5	24.3	18.7	12.9	6.6	0.0
B/10	100.00	100.0	99.8	99.0	97.8	96.1	94.0	91.3	88.2	84.5	80.4	75.7	70.6	64.9	58.7	52.0	44.7	36.9	28.6	19.6	10.1	0.0
B/5	200.00	200.0	199.6	198.3	196.1	193.1	189.1	184.3	178.6	171.9	164.2	155.5	145.8	135.0	123.1	109.9	95.5	79.7	62.4	43.4	22.7	0.0

注) 上表の各値に実際の船幅 B (m) の値を乗じれば、実際のキャンパの値が得られる。

例えば、実際の船の幅 B が 5 m でキャンパ C が B/50 の場合なら、距離 X と B/50 の行のキャンパ高さ Y に 5 を乗じる。

9 基本的な展開手法

前章までは平面を対象とした幾何図法について述べてきたが、立体構造から成る船体を造り出すためには、その構成部材を平面に展開する作業が必要となる。現図作業の中において最も分かりにくいものが、この展開作業であろう。

本章においては、現図作業を理解するための準備段階として、基本的な展開手法について触れることとする。

9.1 平行線法

この方式は、展開しようとする部材の中に平行線を構成している部分を見つけ出して、それを利用する方法である。したがって、この場合は、設定した個々の平行線の間隔が分からなければならない。

例えば図1.39のような円筒形に切込みのあるものの展開図形を求める場合、図の左側の平面図と正面図が与えられているときに、右側のような展開図を求めることになる。この左側の図をみると、平面図には円周の実長が表わされているので、この円周を適当な区分で切ってその位置に垂直線を立てれば、それぞれの垂直線は平行線となる。四角柱のようなものであれば、最初からその稜を使えばそれが平行線になるが、この例のように自分で適切な平行線を引かなければならないこともある。この補助の平行線を引けば、展開はこの平行線だけに着目して行えばよい。即ち円周の長さは、平面図から実長が読みとれるから、1直線上にそのそれぞれの区分点の位置を記し、その上に設定した平行線の長さだけを引出す。その後それぞれの点を滑らかに結ぶようにすることによって、展開図形が求められる。

この手法は、ホースパイプの展開に、そっくりそのまま使用できる。即ち、ホースパイプは、正面線図や平面図に対して斜めに配置されているが、これを切直して、図1.39のような位置に見えるように方向をまわしてから、この平行線法を使うのである。また、内構材のストリンガー等の展開に際しても、この手法で展開図形を得られることが多いはずである。

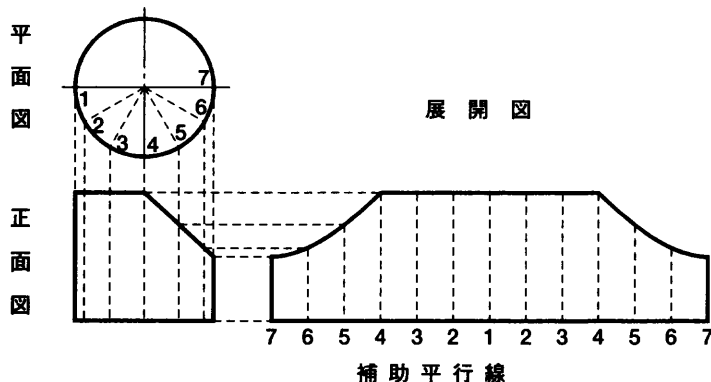


図1.39

9.2 放射線法

この方法は例えば図1.40のような円錐台に用いられるもので、円錐や角錐のようなものに対して完全な展開が得られる。この場合も先の平行線法と同じく平面図の円周上を適当に区分して、その位置から中心点Aに線を結ぶ。次いで、線分ABを半径とする円弧上に平面図の各点の実長をプロットし、円錐の展開図を描く。次に正面図の各線分と切断線GMとの各交点を線分AB上に水平に移動した後、AB線上の各点の長さを展開図上の対応する線分上に転記する。最後に転記した各点を滑らかに結ぶことにより、円錐台の展開図形を得るものである。

この手法を、船体の部分に直接に適用することは、あまり見受けられないが、例えば、ステムやファッション・プレート等に、一部円錐台を使うようなことも近似解としては可能である。

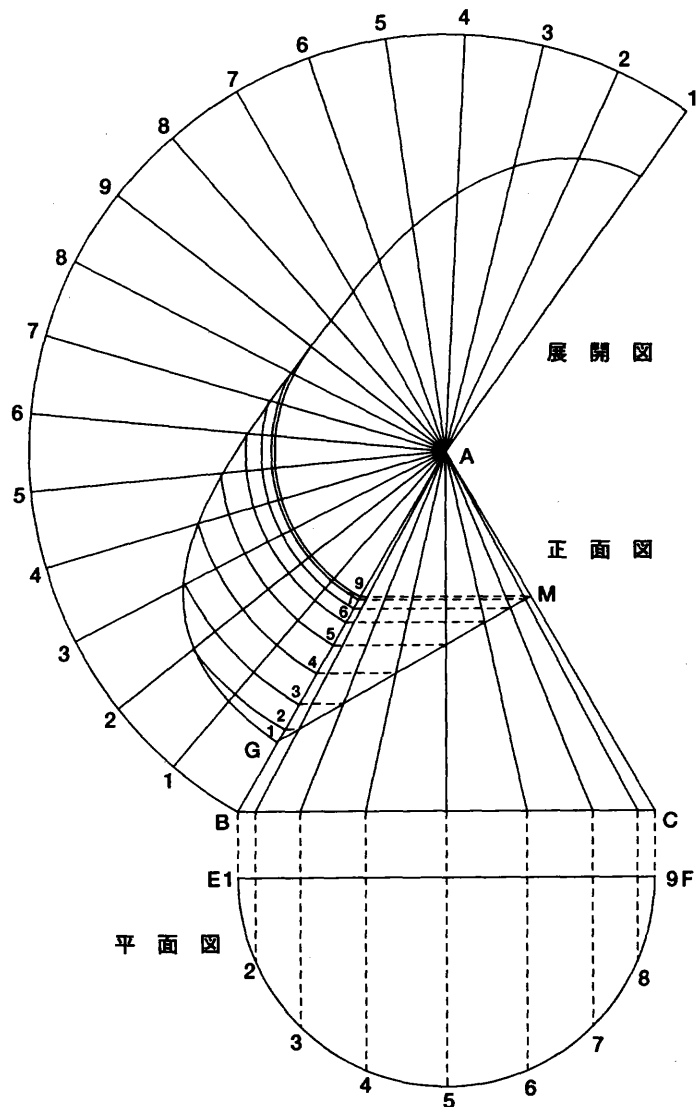


図1.40

9.3 三角形法

この手法は、造船の現図場で一番多く用いられているもので、基本的な展開はこの方法で行われている。即ち、現図場にある、“実長尺” 或いは“実長表” はこれに基づくものである。図1.41によって説明すると①図に、立面図と平面図が与えられているときに、この中で実長がそのまま読みとれるのは、 \overline{ABCD} の四周と \overline{abcd} の四周である。ところが、この図形を展開するには、斜辺の長さ \overline{Aa} 、 \overline{Ab} 、 \overline{Bc} 等を知らなければならない。勿論 \overline{Aa} と $\angle BAa$ を知っても展開図形は描けるが、一般に角度を求めることは誤差が出やすく、それを展開図形に移すことも不正確になるので、“3辺の長さを知って、三角形を決める”手法が普通使われる。

この場合は②の展開図形にあるように \overline{AB} の実長の上にB点を中心として \overline{Bb} の実長を半径とする円弧を描き、一方A点を中心として \overline{Ab} の実長を半径とする円弧を描いて両弧交点をbの展開上の点とする。aの展開上の点は、bを中心として \overline{ab} を半径とする円弧と、Aを中心として \overline{Aa} の実長を半径とする円弧の交点として定まる。このようにすれば、実長さえわかれば次々と三角形の連続形状として展開が可能になる。

次に、このような場合の実長の求め方について説明する。

この種の図形を展開するためには、図面を見ながら立体的に把握する必要はあるが、この場合平面図を見て、四角形 $ABCD$ に対して、四角形 $abcd$ はhだけ高いところにあると考える。即ち、このような形状の場合、 \overline{Aa} の実長を求めるには、平面図上の \overline{Aa} の長さのA点上に直角線を立て、それにhだけの距離の点をつけ、その点と、aを結んだ直線の長さが \overline{Aa} の実長ということになる。この関係を示したのが③図である。

現実の船体として考え、この平面図が正面線図であるとすれば、四角形 $ABCD$ と四角形 $abcd$ は、隣接するフレームスペースのラインということになり、平面図における \overline{Aa} 、 \overline{Ab} の長さは、それぞれ“正面線図におけるオチ”と呼ばれるものに相当する。

また、③図は実長尺と呼ばれ、hがフレームスペースになる。通常は、1船分のフレームスペースの種類を先に木型等に作製しておき、オチを拾ってはその実長尺にあてがって、実長を知りながら作業を進めるようにする。

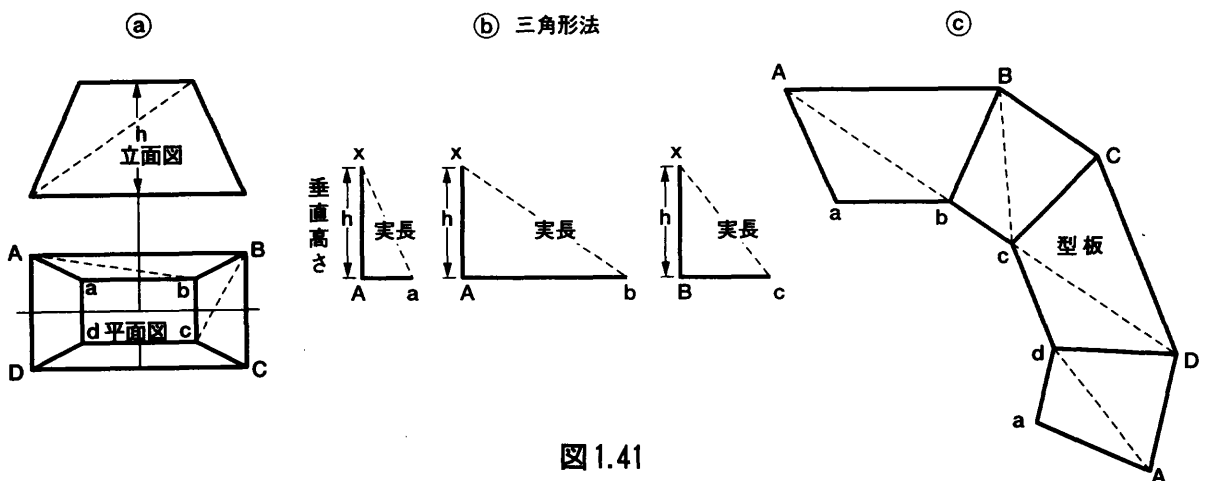


図1.41