

I - 4 変形法による、箱桁断面常数を求める、プログラムについて

法政大学 工博 正員 大地 羊 三
川田工業 正員 清水 永 策
川田工業 正員 北 島 彰 支

板を任意に結合して作った直線箱桁、曲線箱桁断面に生ずる、セン断応力、セン断中心、曲げ換り剛性、換り剛性等を求めるプログラムを作成したので、報告する。小松博士の理論式が、構造力学における、いわゆる応力法であるのに対し、本プログラムに用いた理論式は、変形法である。すなわちセン断応力を未知量にとりかわりに、板片と板片の結合点における変形量を未知量とする方法である。本法は、任意形の箱桁について、機械的に計算できる利便をもつ反面、マトリックスを用いているので、計算が非常にやっかいであるが、電子計算機を用いる場合には、断面形状に関係なく、統一的に解くことができるので、有利となる。

理論式(直線箱桁の場合)

y軸方向の、セン断力によって生ずる、一枚の板の任意の点に生ずる単位セン断流 S_y は、a 端の単位セン断流を S_{ya} とし、次のようになる。

$$S_y = \left[y_a \left(\frac{u}{\lambda} - \frac{u^2}{2\lambda^2} \right) + y_b \frac{u^2}{2\lambda^2} \right] \frac{\lambda t}{n} + S_{ya} \text{----- (1)}$$

$$\text{但し} \quad -\rho_y \frac{I_x}{Q_y} = S_y, \quad -\rho_{ya} \frac{I_x}{Q_y} = S_{ya} \text{----- (2)}$$

この単位セン断流によって生ずる、板片と板片の結合点における変形量を (η'_p) とすると、全板片について、次式が成立する。

$$[\alpha - \beta] \left[\frac{t}{n\lambda} \right] [\alpha - \beta] (\eta'_p) = [\alpha] (S_{yaf}) - [\beta] (S_{ybf}) \text{----- (3)}$$

$$(S_{ya}) = - \left[\frac{t}{n\lambda} \right] [\alpha - \beta] (\eta'_p) + S_{yaf}, \quad (S_{yb}) = (S_{ya}) - (S_{yaf}) + (S_{ybf}) \text{----- (4)}$$

$$\text{但し} \quad S_{yaf} = - \left(\frac{2}{\lambda} y_a + \frac{1}{\lambda} y_b \right) \frac{\lambda t}{n}, \quad S_{ybf} = \left(\frac{1}{\lambda} y_a + \frac{2}{\lambda} y_b \right) \frac{\lambda t}{n} \text{----- (5)}$$

(3)式より (η'_p) を求めると、これを(4)式の両式に代入することによって、各板片の a, b 端における単位セン断流 S_{ya}, S_{yb} を求める事ができる。また、(1)~(5)式において $y \rightarrow x, y \rightarrow \omega$ (ω はワリ) なる置換えをすることによって、x 軸方向の単位セン断流 S_{xa}, S_{xb} 、二次換りモーメントによって生ずる S_{wa}, S_{wb} が求まる。

一方、重心位置から、セン断中心までの距離は

$$e_x = \frac{1}{I_x} \sum \left(\frac{2}{3} S_{ya} + \frac{1}{3} S_{yb} + \frac{y_b}{\lambda} \frac{\lambda t}{n} \right) (y_a x_b - x_a y_b), \quad e_y = \frac{1}{I_y} \sum \left(\frac{2}{3} S_{xa} + \frac{1}{3} S_{xb} + \frac{x_a}{\lambda} \frac{\lambda t}{n} \right) (x_a y_b - y_a x_b) \text{----- (6)}$$

で、また、ワリの値 (w_p) 、St. Venant の 単位換りセン断流 S_x は、

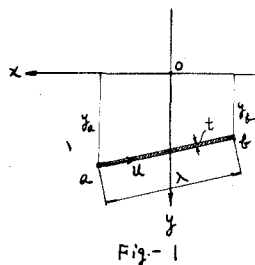
$$[\alpha - \beta] \left[\frac{t}{n\lambda} \right] [\alpha - \beta] (w_p) = [\alpha] \left(\eta'_p \frac{t}{n} \right) - [\beta] \left(\eta'_p \frac{t}{n} \right) \text{----- (7)}$$

$$(w_p) = (w'_p) + \left(- \sum (w'_a + w'_b) \frac{\lambda t}{n} / 2 \sum \frac{\lambda t}{n} \right) \text{----- (8)}$$

$$(S_x) = - \left[\frac{t}{n\lambda} \right] [\alpha - \beta] (w_p) + \eta'_p \frac{t}{n} \text{----- (9)}$$

で求められる。最後に、(8), (9)式の $(w_p), (S_x)$ を用いると、換り抵抗 J_T 、曲げ換り抵抗 C_w は次式によって、計算される。

$$J_T = \sum S_x (y_b x_a - x_b y_a), \quad C_w = \sum \left(\frac{w_a^2 + w_a w_b + w_b^2}{3} \right) \frac{\lambda t}{n} \text{----- (10)}$$



例題 Fig-2 に示す断面について説明する。

図示の如く、意に板片番号と節点番号をつけ、 a, b 端を区別する。ここで a 端 ← b 端

INPUT DATA

板片の数 10 節点の数 8

ヤング係数 2,100,000 セン断弾性係数 810,000

板片番号順に次のデータを入力する。

	a 端	b 端	x_a	y_a	x_b	y_b	t
板片の 数 順 に	1	2	0.0	-60.0	0.0	0.0	0.10
	1	4	0.0	-60.0	-50.0	-60.0	0.08
	2	3	0.0	0.0	-50.0	0.0	0.08
	4	3	-50.0	-60.0	-50.0	0.0	0.15
	4	5	-50.0	-60.0	-150.0	-60.0	0.10

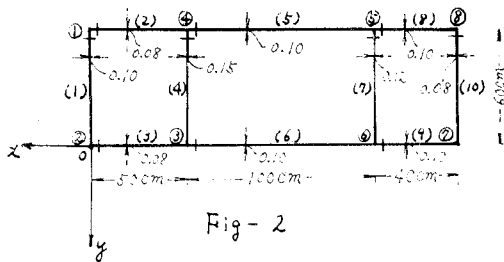
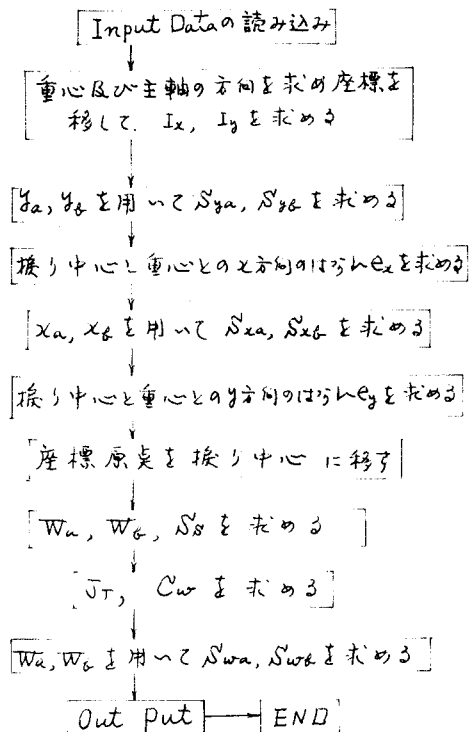


Fig-2

フローチャート



Out Put 一部を示せば、表-1のようである。

表-1

HAJIME NO ZAHYOUKEI NI TAISURU SENDAN GYUCHIN

ESX=-95,573 ESY=-30,000

EIX=-.85050000,10 + 11 EIX=-.50729787,10 + 12

G J=-.82719006,10 + 11 GCW=-.11815155,10 + 15

BUZAI	X軸方向のセン断力による単位セン断流		Y軸方向のセン断力による単位セン断流		St.Venantのセン断流
	SXA	SXB	SYA	SYB	
1	-.2858,10 + 03	.2858,10 + 03	-.8231,10 + 02	-.8231,10 + 02	-.3602,10 + 01
2	.2858,10 + 03	.5669,10 + 03	.8231,10 + 02	-.3769,10 + 02	-.3602,10 + 01
3	.2858,10 + 03	.5669,10 + 03	-.8231,10 + 02	.3769,10 + 02	-.3602,10 + 01
4	-.2037,10 + 03	.2037,10 + 03	-.1932,10 + 03	-.1932,10 + 03	.1658,10 + 01
5	.7706,10 + 03	.7233,10 + 03	.1555,10 + 03	-.1445,10 + 03	-.5260,10 + 01
6	.7706,10 + 03	.7233,10 + 03	.1555,10 + 03	.1445,10 + 03	.5260,10 + 01
7	.1970,10 + 03	-.1970,10 + 03	-.1766,10 + 03	-.1766,10 + 03	-.1635,10 + 01
8	.5263,10 + 03	.2274,10 + 03	.3207,10 + 02	-.8793,10 + 02	-.3624,10 + 01
9	.5263,10 + 03	.2274,10 + 03	-.3207,10 + 02	.8793,10 + 02	.3624,10 + 01
10	.2274,10 + 03	-.2274,10 + 03	-.8793,10 + 02	-.8793,10 + 02	-.3624,10 + 01
BUZAI	二次振りモーメントによる単位セン断流		ソ		リ
	SWA	SWB	WA	WB	
1	.2400,10 + 04	.2400,10 + 04	.1787,10 + 04	-.1787,10 + 04	
2	-.2400,10 + 04	.3244,10 + 04	.1787,10 + 04	.1036,10 + 04	
3	.2400,10 + 04	-.3244,10 + 04	-.1787,10 + 04	-.1036,10 + 04	
4	.2626,10 + 04	.2626,10 + 04	.1036,10 + 04	-.1036,10 + 04	
5	.6187,10 + 03	-.3230,10 + 03	.1036,10 + 04	-.1224,10 + 04	
6	-.6187,10 + 03	.3230,10 + 03	-.1036,10 + 04	.1224,10 + 04	
7	-.3311,10 + 04	-.3311,10 + 04	-.1224,10 + 04	.1224,10 + 04	
8	.2988,10 + 04	-.2407,10 + 04	-.1224,10 + 04	-.1474,10 + 04	
9	-.2988,10 + 04	.2407,10 + 04	.1224,10 + 04	.1474,10 + 04	
10	-.2407,10 + 04	.2407,10 + 04	-.1474,10 + 04	.1474,10 + 04	