

【プログラム紹介】

多室箱桁断面計算プログラム

Sectional Calculation Program for Multicell Box Girder

田 丸 和 久*
Kazuhisa TAMARU

1. まえがき

近年、橋梁の大型化に伴い多室形状の箱桁橋が多く見られるようになった。大型構造物のため照査する断面の数も多く、また面外方向の断面力に対しても応力照査をしなければならないケースも考えられ、断面の照査に多大な工数を必要とする。そこで、工数削減を目的として、多室箱桁断面計算の開発を行なったので、以下にその内容を紹介する。

2. 機能

(1) 主な機能

- ・ R C床版・鋼床版の断面計算板厚トライアル処理が行なえる。
- ・ 複数の断面力ケースの中で最大となる応力度を各照査項目単位で出力し、他の断面力ケースを一覧表で出力する。
- ・ 上フランジの勾配（一定）及びウェブの傾きを考慮した計算が可能である。
- ・ リブ断面のバルブプレート及びU字型鋼においてテーブル表以外の任意形状の入力も可能である。
- ・ リブ本数は、各ウェブ間隔内で指定し、有効リブ本数は、与えられた有効幅で計算する。

(2) 断面力及び応力照査項目

① 断面力

- ・ 軸力 (N)
- ・ 面内曲げモーメント (M_x)
- ・ 面外曲げモーメント (M_y)
- ・ 鉛直方向せん断力 (Q_y)

・ 水平方向せん断力 (Q_x)

・ 純ねじりモーメント (T_m)

② 応力照査

- ・ 垂直応力度の照査
- ・ せん断応力度の照査
- ・ 合成応力度の照査
- ・ 縦リブ剛度の照査
- ・ 横リブ必要剛度の出力

なお、応力照査は、道路橋示方書鋼橋編（昭和55年2月に準拠する。）

3. 概要

(1) 垂直応力度

断面形状においては、主軸の傾きが発生するが、これを考慮しないとした場合、下記公式の相乗モーメントを0.として計算する。またここで使用する断面諸量は、個々の縦リブを厳密に評価する。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_n &= \frac{N}{A_s} \\ \sigma_x &= \frac{I_y \cdot y - I_{xy} \cdot x}{I_x \cdot I_y - I_{xy}^2} \cdot M_x \\ \sigma_y &= \frac{I_x \cdot x - I_{xy} \cdot y}{I_x \cdot I_y - I_{xy}^2} \cdot M_y \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

ここに、 σ_n : 軸力による垂直応力度

A_s : 総断面積

σ_x : 面内曲げモーメントによる垂直応力度

σ_y : 面外曲げモーメントによる垂直応力度

I_x : X軸回りの断面2次モーメント

I_y : Y軸回りの断面2次モーメント

* (株)システムエンジニアリング技術部技術課

I_{xy} : 相乗モーメント

x, y : 各応力点の (x, y) 座標

(2) セン断応力度

せん断流理論により応力度を求めるが、鉛直・水平せん断力によるせん断流関数算出時の断面諸量の板厚は、縦リブをフランジに換算した板厚で求め、純ねじりによるねじり関数及びねじり常数は、リブを無視して求める。

これは、鉛直・水平せん断力におけるリブの影響は、無視できず、又、純ねじりにおいては、逆にリブの影響はなく、もし、リブをフランジに換算してしまうと大きな応力度が算出されるためである。

$$\left. \begin{aligned} \tau_y &= \frac{QV}{t} \cdot Q_y \\ \tau_x &= \frac{Qh}{t} \cdot Q_x \\ \tau_m &= \frac{qm \cdot T_m}{t \cdot J} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

ここに、 τ_y : 鉛直方向せん断力によるせん断応力度
 QV : 鉛直方向せん断力によるせん断流関数
 t : 各部材の板厚 (換算した板厚でない)
 τ_x : 水平方向せん断力によるせん断応力度
 Qh : 水平方向せん断力によるせん断流関数
 τ_m : 純ねじりによるせん断応力度
 qm : ねじり関数
 J : ねじり常数

4. 制限条件

最大箱室数 5 室
 最大リブ本数 200 本
 断面力ケース数 20 ケース
 縦リブ形状 矩形, バルブプレート,
 U 字型鋼

5. あとがき

以上、本プログラムの概要について紹介してきたが今後、断面力のデータを構造解析の結果より自動的に補間して持ってくることで、更に工数の削減になると思われる。又、現在の断面形状では、鋼床版等によく使用される両勾配の処理が出来ないので、これらの処理も可能となれば対照とする構造物も増え利用価値も上がるであろう。又、最近、どのプログラムでも日本語処理が行なわれており、このプログラムにも取入れていく予定である。

参考文献

- 1) 大地羊三 : 電子計算機による構造解析, 橋梁編集会, 1968.
- 2) 小松定夫 : 薄肉構造物の理論と計算 (I), 山海

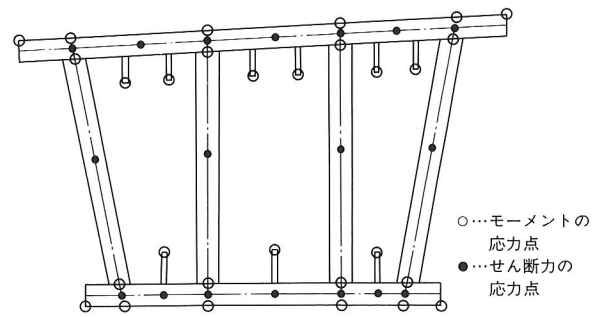


図-1 スケルトン図

111-113(Kランマ) G-1(SECT-1)

(DESIGN FORCE)						
CASE- 1	N(t)	MX(t.m)	MY(t.m)	QY(t)	QX(t)	TM(t.m)
	.0	1000.0	.0	245.0	.0	135.0

(BOX SKELETON)

WEB HEIGHT	160. cm	U-FLG SLOPE	.00 %
U-FLG H-WIDTH	10. + 183. + 183. + 183. + 10.		
U-RIB NUMBER	0 ! 5 ! 5 ! 5 ! 0		
WEB V-HEIGHT	160. 160. 160. 160.		
L-RIB NUMBER	! 1 ! 2 ! 1 !		
L-FLG H-WIDTH	10. + 135. + 183. + 135. + 10.		

(SECTION)

U-FLG	569.9(569.9)	X 1.0 =	A-GROSS	570. (	A-NET
15(15)U-RIB	14.0	X 1.2 =	570. (	570. (	SS41)
WEB	167.0	X .9 =	252. (	252. (	SS41)
WEB	160.0	X .9 =	150. (	150. (	SS41)
WEB	160.0	X .9 =	144. (	144. (	SS41)
WEB	160.0	X .9 =	144. (	144. (	SS41)
4(4)L-RIB	14.0	X 1.2 =	150. (	150. (	SS41)
L-FLG	473.9(473.9)	X 1.0 =	67. (	67. (	SS41)
			474. (	474. (	SS41)

TOTAL AREA =		1952. (1952.)	cm2
IX = 9495572. cm4	J =	20824846. cm4	
IY = 52705256. cm4	CW =	61052521472. cm6	
IXY =	6. cm4		
XG = 226.48 cm	YG = 90.87 cm	XC = 226.48 cm	YC = 84.75 cm
YU = 70.13 cm	YL = 91.87 cm		

(BUKLING LENGTH)

LX = 600.0 cm	LY = 600.0 cm
RX = 69.8 cm	RY = 164.3 cm
LX/RX = 8.6	LY/RY = 3.7

(RESISTANCE MOMENT)

U-FLG = 1447. t.m	L-FLG = 0. t.m
-------------------	----------------

図-2 断面常数出力例

*** STRESS CHECK FOR NORMAL STRESS ***
 (CASE-1 --- M-MAX)

	SIGX	SIGY	SIGN	TOTAL	SIGA
U-FLG	-738.5	.0	.0	-738.5	(1336.)
WEB	957.0	.0	.0	957.0	(1400.)
L-FLG	967.5	.0	.0	967.5	(1400.)

DOSHI-(3.3.1) DOSHI-(3.3.2) DOSHI-(3.3.3)
 OR (3.3.4) OR (3.3.5)
 968. < 1400. .53 < 1.0 739. < 1336.

*** STRESS CHECK FOR SHEARING STRESS ***
 (CASE-1 --- M-MAX)

	TAUY	TAUX	TAUTM	TOTAL	TAUA
U-FLG	286.4	.0	76.4	362.8	800.0
WEB	-503.4	.0	-21.6	-525.0	800.0
U-FLG	248.3	.0	95.9	344.2	800.0

*** STRESS CHECK FOR COMBINED STRESS ***
 (CASE-1 --- M-MAX)

	SIG	SIGA	TAU	TAUA	K
U-FLG	-738.5	1400.0	362.8	800.0	.48<1.2
WEB	957.0	1400.0	-421.2	800.0	.74<1.2
L-FLG	967.5	1400.0	344.2	800.0	.66<1.2

*** LONGITUDINAL RIB CHECK ***
 (U-FLG) WEB WIDTH = 183.3 cm PN = 6
 RIB-SIZE 14. X 1.2 (SS41)
 AL ALREQ A TO IL ILREQ Ireq
 (cm²) (cm²) (cm) (cm) (cm⁴) (cm⁴) (cm⁴)
 16.8 3.1 150.0 1.09 1098. 407. 1123.

図-3 応力度出力例

- 3) 中井 博 : 橋梁工学入門, サスペンションエージ, 1970.