I-39　箱断面桁の隔壁上のそり応力の特性について

室蘭工業大学　正員　能町純雄
仝　　仝　尾崎訒
函館ドック K.K.　仝　○小針憲司

はじめに：　一室矩形箱桁における隔壁については，既にくわしく論ぜられているが[1),2),3)]，著者らは鉛直方向に細長い断面の桁について，四枚および九枚の等しい隔壁の場合に限って中央隔壁上に集中トルク荷重が作用したとき生ずる最大そり応力と隔壁剛度との関係，隔壁中間に集中トルク荷重が作用した時生ずる最大そり応力と隔壁剛度との関係を検討した。これは多室箱桁の隔壁の効果を考察するための予備として行ったものである。

理論式：　図-(1)のような断面を考えると，変位の逆対称性を考慮して，変位剪断公式が次のように与えられる。

$$\left.\begin{aligned} T_{12} = T_{34} &= \frac{E a t_1}{6}\ddot{u} + \frac{\bar{S}_{12} - \bar{S}_{21}}{a} \\ T_{14} = T_{32} &= \frac{E b t_2}{6}\ddot{u} + \frac{\bar{S}_{14} - \bar{S}_{41}}{b} \end{aligned}\right\} \quad \text{---- (1)}$$

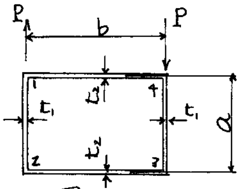

図-(1)

隔壁を有する箱桁の場合には，隔壁の剪断抵抗力Qを外力として導入し

$$S_{12} - S_{21} = P - aG_0\Delta\varphi - aQ, \quad S_{14} - S_{41} = -bG_0\Delta\varphi - bQ \quad \text{--- (2)}$$

とおいて箱桁の節点で剪断流のつりあいを考えると

$$\frac{E(at_1 + bt_2)}{6}\ddot{u} + \frac{1}{a}\bar{P} - 2\overline{G_0\Delta\varphi} - 2\bar{Q} = 0 \quad \text{--- (3)}$$

となる。　式中 $\ddot{u}$ は箱の隅端における桁軸方向の変位 u を二度微分したもので，$\bar{P}$，$\overline{G_0\Delta\varphi}$，$\bar{Q}$ はそれぞれ，偶荷重，断面の変形抵抗力，隔壁の抵抗力を一度積分することを示す。又 $G_0\Delta\varphi$ は断面のラーメン剛性からくる変形抵抗力を示し，タワミ角公式と節点まわりのモーメントのつりあいから求まる。

$$\text{変形抵抗係数} \quad G_0 = \frac{2E t_1^3 t_2^3}{a\cdot b\cdot(b t_1^3 + a t_2^3)}$$

次に単一箱桁の場合断面の深さ方向の変位の変化は微分であるとし，断面の深さ方向の変位 w の値は折板要素内で一定とみなして

$$\left.\begin{aligned} G t_1 \dot{w}_{12} &= \frac{2Gt_1}{a}u + \frac{1}{a}(\bar{S}_{12} - \bar{S}_{21}) \\ G t_2 \dot{w}_{14} &= \frac{2Gt_2}{b}u + \frac{1}{b}(\bar{S}_{14} - \bar{S}_{41}) \end{aligned}\right\} \cdots (4)$$

となるから　断面の捩れ角 φ

および断面変形角 $\Delta\varphi$ との関係

$$\left.\begin{aligned} \varphi_{12} &= \frac{w_{14} - w_{23}}{a}, \quad \varphi_{14} = \frac{w_{43} - w_{12}}{b} \\ \varphi_{12} &= \varphi - \Delta\varphi/2, \quad \varphi_{14} = \varphi + \Delta\varphi/2 \end{aligned}\right\}$$

を用いれば次式が求まる。

$$G t_1 b\cdot(\dot{\varphi}-\Delta\dot{\varphi}/2)-\frac{4Gt_1}{a}\psi=\frac{2}{a}\bar{P}-2\varphi_0\Delta\bar{\varphi}-2\bar{Q} \quad ---(5)$$

$$G t_2 a\cdot(\dot{\varphi}+\Delta\dot{\varphi}/2)+\frac{4Gt_2}{b}\psi=2\varphi_0\Delta\varphi+2\bar{Q} \quad ---(6)$$

以上(3), (5), (6) 式を連立にとりて各未知数が求まる。

数値計算： 厚さtなる隔壁の剪断ひずみは箱桁の隔壁位置における剪断ひずみに等しいという条件より隔壁が $x=C_1, C_2, \cdots, k$ の位置にあるときは

$$\left.\begin{array}{l}\dfrac{Q_i}{G_c t}=\Delta\varphi_P(C_i, x_0)+\sum_{j=1}^{k} Q_j\cdot\Delta\varphi_Q(C_i, C_j) \\ \quad\text{ただし}\quad i=1,2,\cdots,k\end{array}\right\} \quad ---- (7)$$

とおいて連立にといてQ_iをもとめ隔壁がないとしてといたPによるそり応力値に，Q_iによる影響値を加えて隔壁がある場合のそり応力値が求まる。

$$\sigma_w=\frac{12\,l\,P}{a\pi^2\cdot(at_1+bt_2)}\sum_m\frac{m^2+nF}{m^4+2nKm^2+nH}\cdot\sin\frac{m\pi x_0}{l}\sin\frac{m\pi x}{l}$$

$$-\sum_{j=1}^{k}Q_j\cdot\frac{24\,l}{(at_1+bt_2)\pi^2}\sum_m\frac{m^2}{m^4+2nKm^2+nH}\sin\frac{m\pi C_j}{l}\sin\frac{m\pi x}{l}$$

なお$\Delta\varphi_P(C_i, x_0)$ はx_0点に作用する荷重Pによる隔壁がない場合のC_i点の変形度，$\Delta\varphi_Q(C_i, C_j)$ は$Q=1$ とおいてえられるC_i点の変形度，

$$n=\frac{G}{G_0},\quad K=\frac{l^2\cdot(bt_1+at_2)}{a\cdot b\cdot t_1\cdot t_2\,\pi^2}\quad H=\frac{48\,l^4}{a\cdot b(1+\nu)(at_1+bt_2)\cdot\pi^4}\quad F=\frac{2l^2(bt_1-at_2)}{a\cdot b\cdot t_1\cdot t_2\,\pi^2}$$

$$J=\frac{12\,t_1\,l^2}{a(1+\nu)(at_1+bt_2)\pi^2}\quad L=\frac{2at_2}{(bt_1+at_2)}J$$ となる。

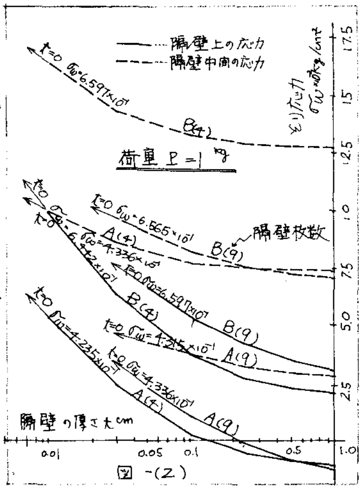

図-(2)

図-(2)はスパン $l=530^{cm}$ $t_1=0.23$ $t_2=0.45^{cm}$ $a=50.45^{cm}$ $b=33.33^{cm}$ の場合(A)とこの断面を90°回転させた場合(B)とについて，集中トルク荷重がそれぞれ中央隔壁位置に作用した場合と，隔壁中間に作用した場合とについて隔壁剛度と最大そり応力との関係を示したものである。この図からわかるように当然のことではあるが隔壁上のそり応力では四枚の場合と九枚の場合とでは余り差はないが隔壁中間のそり応力では2倍以上の差がある。(A)の場合小さい隔壁剛度に対して偶力の内，下向き力の作用直下で，節点の反り応力は圧縮であるが剛度の増加にともなって，遂に引張応力に変化することは注目に価する。尚A(9)タイプの場合について上記諸元のケタで1tonの集中荷重について実験したが隔壁位置では計算応力僅少のため($\sigma_w=-1.5$kg/cm²),測定値に表われなかったが隔壁中間荷重では計算値$\sigma_w=32.3$kg/cm²であり測定値も約30kg/cm²を示していた。

参考文献：1) 能町；剛なダイヤフラムで等区画に分けられる薄肉長方形箱桁の曲げねじりについて 土木学会論文集第46号,昭42,10.
2) 桜井,浜中,大沢；箱桁の仕切板枚数および剛性決定に関する研究と設計への適用，石川島播磨技報，昭.43.8.別冊第一号 3) 落合,北原；箱桁における隔壁の性状，橋梁と基礎，May 1970,