

川崎重工業(株) 正員 ○長井 正嗣  
大阪大学 正員 小松 忠夫

## 1. まえがき

最近、実用的見地から中間ダイアフラムの設計に関する幾つかの提案がなされているが、ダイアフラムの必要剛度については必ずしも統一の見解とはなっていないようである。そこで、箱桁の断面変形防止に及ぼす横リブの効果を考慮した場合の箱桁の断面変形特性を詳細に検討し、既往の設計法の理論的位置づけを明確にするとともに、断面変形に伴う付加応力度を箱桁の許容応力度の数%以内に抑えるという基準のもとに適正なダイアフラム間隔と剛度の選定が可能になる、より自由性の高い設計法を提案する。

## 2. 基礎理論

横リブの補剛効果を考慮した場合の箱桁の断面変形挙動を説明する簡易式は以下のように与えられる。

$$EI_{DW} V'''' - kV = P_0 \quad (1)$$

ここで、 $V$ は断面変形率、 $EI_{DW}$ は断面変形に関するはり剛性、 $P_0$ は均等荷重(文献1)で定義されているものと同一である。また、 $k$ は箱桁軸方向単位長さ当りの閉ラメンの曲げ剛性である。

さて、式(1)における箱桁固有の無次元パラメータを考えると以下の2つが得られる。

$$\pi_1 = \beta L_0 = \sqrt{k/EI_{DW} \cdot L_0} \quad (2) \quad \pi_2 = KL_0^3/EI_{DW} (= \delta) \text{ or } K/kL_0 \quad (3)_{a,b}$$

ここで、 $K$ はダイアフラムのバネ定数、 $L_0$ はダイアフラムの間隔である。既往の設計法のうち、 $IDWR^{(2)}$ は $\pi_1$ と $\pi_2$ (式(3)<sub>b</sub>)を考慮しているが、文献3,4)は $\pi_2$ (式(3)<sub>b</sub>)のみを考慮している。一方、文献1)では、ダイアフラムが十分剛な状態では $k$ の断面変形に及ぼす影響は少ないとし、またこれは安全側であるという立場から $\pi_2$ (式(3)<sub>a</sub>)を相関剛比と名付けて考慮している。

## 3. 断面変形特性

断面変形に伴う付加力學量をパラメータ $\pi_1$ 及び $\delta$ で整理したものの一部を図1,2に示す。ここで、 $M_{pw}$ ははりモーメントで桁に誘発されるはり応力度に比例する。また、図中、 $\rightarrow A \rightarrow$ 及び $\rightarrow B \rightarrow$ は突橋の開ラメン曲げ剛性の調査結果を示すもので、それぞれ箱桁を構成する4枚の平板より成る閉ラメン及び横リブを考慮した閉ラメンの領域を示すものである。これらの図よりわかることを要約すると以下の通りである。

- 1)  $\beta L_0 > 2$ の範囲では $\delta$ の変化に対して無次元付加力學量は一定値を示す。
- 2) 閉ラメンの曲げ剛性として箱桁のフランジ及び腹板のみを考慮する場合、 $\beta L_0$ はほとんどが0.5以下で、この範囲では断面変形挙動は $\beta L_0$ に無関係である。
- 3) 横リブを考慮する場合、 $\beta L_0 > 0.5$ で $\delta$ が小さい程 $\beta L_0$ の影響は顕著である。しかし、 $\delta > 20$ とすると、無次元付加力學量に対する $\beta L_0$ の影響はあまりなく、文献1)の $\delta > 30$ の提案は多少安全側であるが合理的である。

## 4. ダイアフラムの必要剛度に関する提案

横リブ剛度の補剛効果は $\delta$ が小さくなるにつれて顕著になることに着目し、断面変形に伴う付加応力度を箱桁の許容応力度の2%程度に抑えるという基準のもとで任意のダイアフラム間隔と剛度が選べる設計法を提案する。

断面変形に伴う付加応力度は任意のダイアフラム間隔及び剛度のもとで、等分布均等荷重 $P_0$ 及び集中均等荷重 $P_L$ に対して以下のように定義される。

$$\sigma_{DW}^u = \frac{f_u(\beta L_D, \gamma) P_u L_D^2}{I_{DW}} \phi_{max.}, \quad \sigma_{DW}^c = \frac{f_c(\beta L_D, \gamma) P_c L_D}{I_{DW}} \phi_{max.} \quad (4)_{a,b}$$

ここで、 $f_u$  及び  $f_c$  は  $\beta L_D$  及び  $\gamma$  の関数で図1, 2に示すものである。また、 $\phi_{max.}$  はサリ関数の最大値である。次に、サリ応力度と桁の曲げ応力度(すべり荷重に対応する対称曲げ荷重成分による曲げ応力度)の比率を考へ、サリ応力度を桁の許容応力度の2%以内に抑えようとすれば以下の式を得る。<sup>1)</sup>

$$24 f_u(\beta L_D, \gamma) (L_D/L_u)^2 + 360 f_c(\beta L_D, \gamma) (L_D/L_u^2) < F_{cr}/100 - (1 + 30/L_u) \quad (F_{cr} = 7.5) \quad (5)$$

$\beta$  をパラメーターとして仕様のダイアフラム間隔のもとで必要剛度を求めるための図6図3~5に示す。図中、□内数値は、サリ応力度を桁の許容応力度の4%程度まで仮に許容するとした場合の値である。

この図を用いて設計する場合の手順は、1) 式(2)より  $\beta$  を求める。2)  $L_D$  を決定する。このとき、最大間隔は文献1)の許容間隔を目安とする。3) 等価支間長  $L_u$  を決定する。4) 図3~5より  $\gamma$  を求める。となる。

### 5. 一般長丸橋のダイアフラム設計法

斜張橋のように曲げモーメントに関する等価支間長が判然としない場合には表-1に示す設計ルーチンが提案する。

### 6. まとめ

- 1) 横リブの断面変形に及ぼす補剛効果が明確になるとともに、既往の設計法の理論的位置づけを明確にした。
- 2) 横リブの補剛効果を考慮したより自由性の高い設計ルーチンを提案した。あわせて、等価支間長の判然としない長丸橋梁に対する一設計ルーチンを提案した。

参考文献 1) 坂井・長井: 鋼箱桁橋の中間ダイアフラム設計法に関する一試案

, 土木学会論文報告集, 1977  
2) IDWR, 1973  
3) 中井・村山: 土木学会論文報告集, 1981年  
4) H. Pins, C. P.: AISCEngineering Journal, Fourth Quarter, 1978

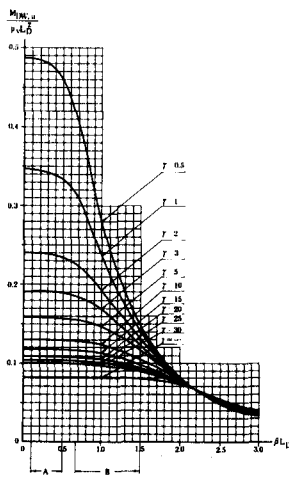


図1 等価支間長による最大サリ率

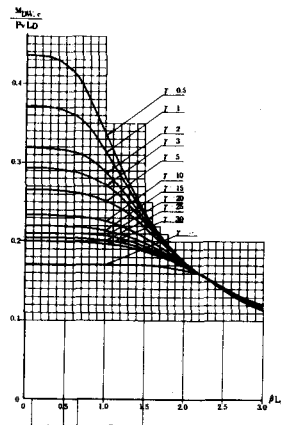


図2 集中荷重による最大サリ率

表-1 一般長丸橋の中間ダイアフラム設計ルーチン

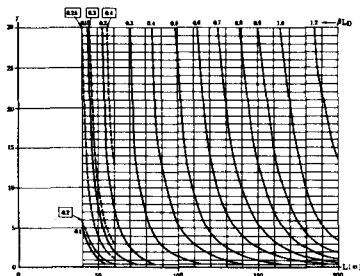
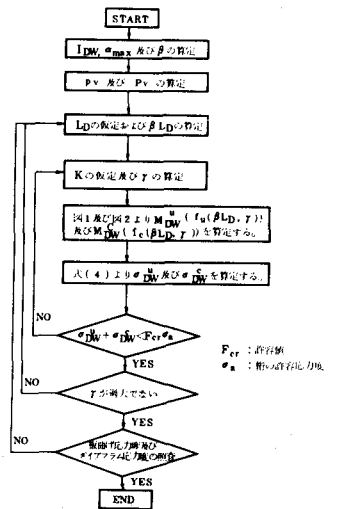


図3 剛比の算定 (beta = 0.05 %)

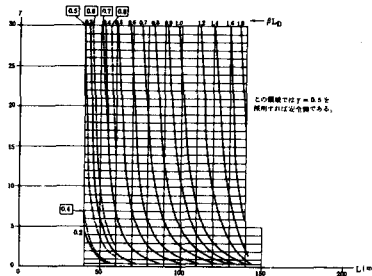


図4 剛比の算定 (beta = 0.1 %)

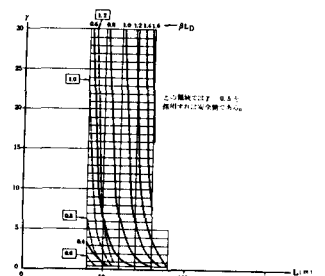


図5 剛比の算定 (beta = 0.2 %)