

V-201

P C曲線箱桁の断面変形に対する曲率の影響について

山口大学工学部 正会員 ○高海克彦
 山口大学工学部 学生員 上高克弘
 山口大学工学部 正会員 浜田純夫

1. まえがき

コンクリート道路橋においても路線計画上、曲線橋が用いられ、その内大きなねじり剛性を有する箱桁は、曲線橋に最も適している。また現在、道路橋ランプ部やループ橋など、より曲率の大きなコンクリート曲線箱桁も設計実用化されている。しかし、前報で論じたように²⁾、箱桁の断面変形は無視できないにもかかわらず、コンクリート構造としてほとんど考慮されていないのが現状である。まして、曲線橋では曲げとねじりが連成するため、断面変形挙動もより複雑になると考えられる。

本研究は、閉断面ばりの断面変形の一次元簡易解析理論¹⁾をP C曲線箱桁の断面変形解析に適用し、主として、断面変形に対する曲率の影響について考察するものである。

2. 支配方程式

対象とするP C箱桁として、図-1の円筒座標系中の単室箱桁を考える。4角形断面の場合、断面変形の自由度は1であり、図-2のような対称軸を持つ場合断面変形角の絶対値は、4隅角部とも等しくなるので、節点2の変形角を θ_2 とし、中間隔壁を有した場合の曲線箱桁の断面変形の支配方程式を仮想仕事の原理から導けば、次式のようになる。

$$\int_0^\alpha \left(E I_2 \frac{\theta_2'''}{R_s^4} + f \theta_2 - F \right) \delta \theta_2 d\alpha + \sum K \theta_2(\alpha_k) \delta \theta_2(\alpha_k) = 0 \quad (1)$$

ここに、 I_2 は断面変形に関する断面定数、 f は横方向曲げ剛性に関する定数、 K は隔壁の剛性、 n は隔壁枚数、 α_k は隔壁位置、 α は開角、 E はヤング係数である。式中の F は断面変形の荷重項であり、次式で表される。

$$F = A \cdot m_t + B \cdot M_w + C \cdot M_x / R_s \quad (2)$$

ここに、 A 、 B 、 C は断面形によって決まる定数、 m_t は外荷重トルク、 M_w 、 M_x はそれぞれはり理論によるバイモーメントおよび曲げモーメント、 R_s はせん断中心の曲率半径。断面変形に伴う軸桁方向垂直応力は、 θ_2 によって次のように表わされる。

$$\sigma_d = E \frac{R_s}{\rho} \left(\Psi \frac{\theta_2''}{R_s^2} - \Phi \frac{\theta_2}{R_s} \right) \quad (3)$$

ここに、 Ψ 、 Φ は断面変形のそり関数。

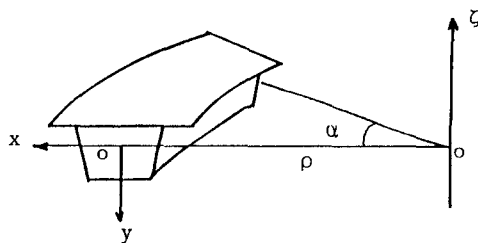


図-1 曲線箱桁座標系

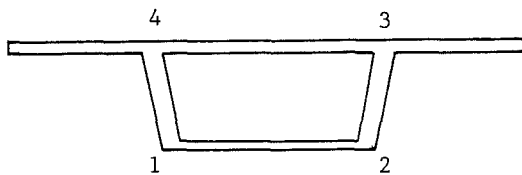


図-2 単室逆台形箱桁

3. 解析モデル

図-3に示す、支間30mの単純PC箱桁を解析モデル1とする。対比モデルとして、基本モデルと断面二次モーメントおよび各板厚は同一で、 B/H （=下フランジ幅/桁高）が2のモデル2を考える。これらのモデルに対し、曲率半径 R_0 を ∞ （直線）～50mとして解析する。桁端部は剛なダイヤフラムで断面変形は防止され、中間隔壁はここでは用いない。断面変形惹起荷重は式（2）から分かるように、外荷重トルクと曲げモーメントであり、曲線桁では死荷重曲げモーメントも断面変形を起こすが、本解析の場合にはトルクとなる偏載活荷重のみを用いる。偏載荷重としては、L-20をモデル化して単位長さ当り10.4tを節点3（内曲側）または節点4（外曲側）上に载荷する。コンクリートのヤング係数は、 $3.5 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ とする。

4. 解析結果

図-4に、曲率半径に対して、外側载荷時に引張応力となる節点1の、断面変形にともなう付加応力と断面剛のはり理論による応力の比を示す。また図-5に同様に内側载荷時に引張応力となる節点2の断面変形にともなう付加応力と断面剛のはり理論による応力の比を示す。両図から明らかなように、断面変形による付加応力ははり理論による応力の15～60%であり、偏平断面であるモデル2がその比は大きく、また特に曲率半径が300m以下になるとその比は、外側载荷では減少し、内側载荷では増加する。この違いは、式（2）の荷重項において、内側载荷ではトルクと曲げモーメントによる項が同符号で加算されるのに対し、外側载荷では打消し合うためである。

なお、曲率半径が小さくなれば、断面内の曲率の差異による影響も考えられるが、断面変形挙動に対しては、不利な影響のないことを数値的に確認している。

参考文献

- 1) 高海 et al : 薄肉閉断面曲線ばりの断面変形挙動の定式化について、第41回年次学術講演会概要集
- 2) 高海 et al : PC箱桁における断面変形の影響について、第43回年次学術講演会概要集
- 3) 白木 : 断面変形を考慮した曲線箱桁橋の理論と解析、構造工学論文集、Vol.34A

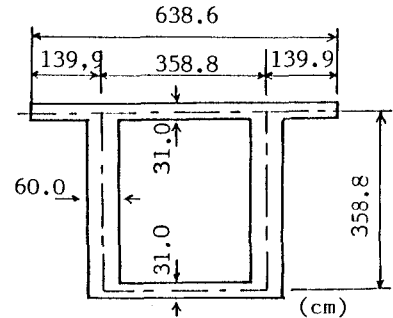


図-3 断面諸元

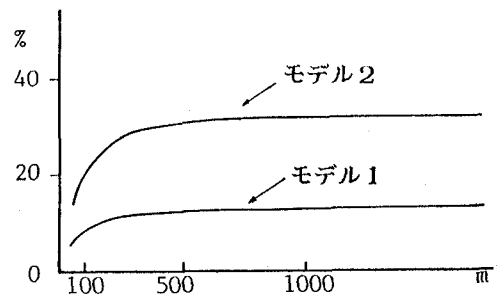


図-4 曲率半径と応力比
（外側载荷）

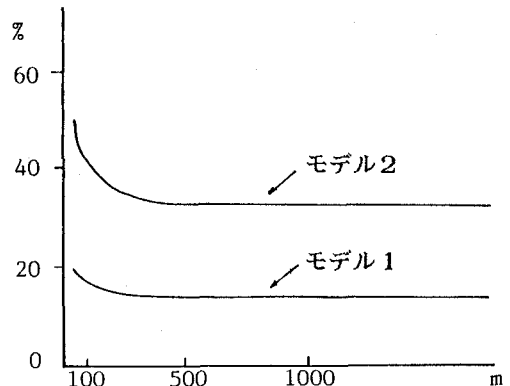


図-5 曲率半径と応力比
（内側载荷）