

縦置き I 形鋼格子床版の設計曲げモーメント式の検討

新日本技研(株)・西部支社・設計部 正会員 ○赤松 伸祐 , 同・西部支社・設計部 正会員 川平 英史
同 ・東京支社・設計部 正会員 石澤 俊希 , 同・西部支社・設計部 正会員 高 龍

1. はじめに

縦置き床版(主に横桁で支持され、床版支間が車両進行方向に平行な床版)の設計曲げモーメント式は、等方性のRC床版を対象として道路橋示方書に、また異方性の I 形鋼格子床版(以下、IB 床版)に対しては鋼道路橋設計便覧や鋼構造物設計指針¹⁾に示されている。しかし、いずれも 4 辺単純支持版の解析結果に係数を乗じて連続版に適用させたものである。そのため連続版としての性状が十分反映されてなく、横桁のたわみの影響も考慮されていない²⁾。そこで私共では縦置き IB 床版の設計にあたって無限帯状異方性版の基本式を基に横桁のたわみを考慮した縦置き床版の計算法を開発して対応してきた^{2),3)}。これは FEM より遥かに扱いが容易であるが、更に簡便に手計算が可能な設計式が望まれたため、その検討を行った。

2. 設計輪荷重状態

上記の縦置き IB 床版の解析は、図-1のように主桁間を対象とし、主桁で単純支持され横桁で弾性支持された無限帯状異方性版の計算である。(a)~(c)に対する載荷線上の床版の曲げモーメント M_x (橋軸方向)と M_y (直角方向)を図-2に示す。(a)は通常のレーン載荷であり、(b)や(c)は3台以上の近接載荷である。図の幅員では(c)の4台近接載荷はあり得ないが、幅員がより広いケースもあり、設計式の検討では(c)の状態も考慮する。

実交通では(a)の状態もかなり希と思えるが、極めて希な(b)や(c)のうちの(c)の状態でも床版の設計曲げモーメント M_x を算定する。(c)のピーク値は(a)の1.21倍となる。

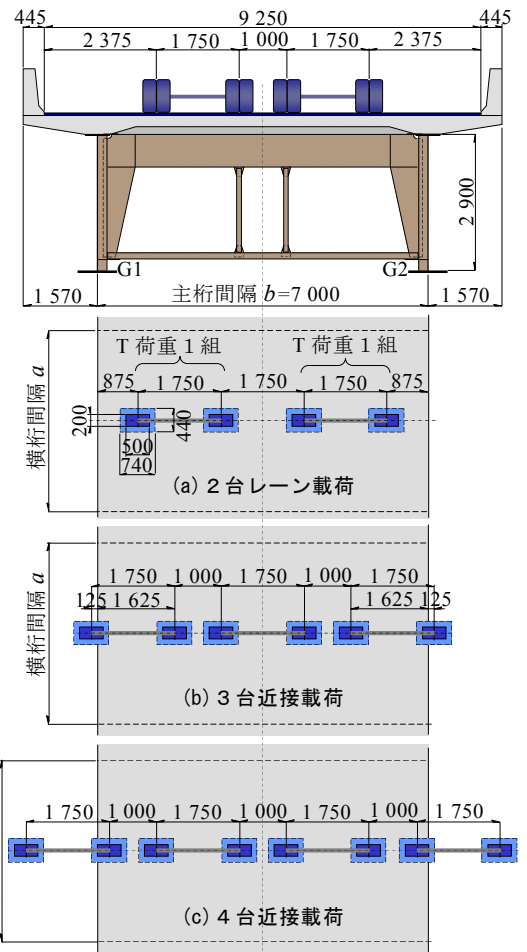


図-1 縦置き 2 主桁橋上の T 荷重

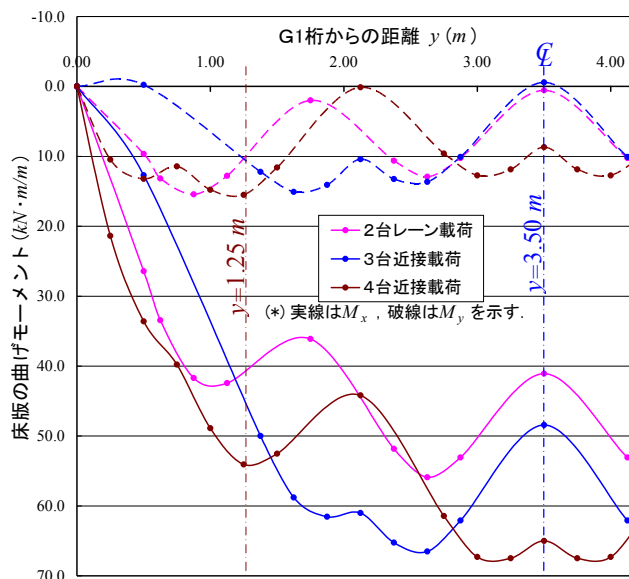


図-2 載荷線上の床版曲げモーメント分布

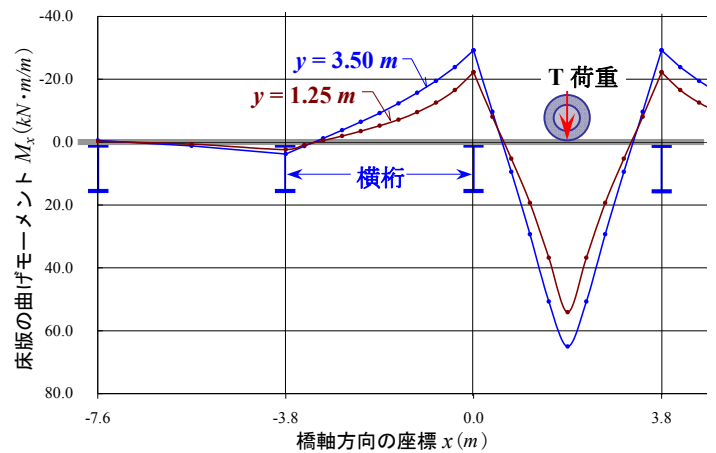


図-3 二つの縦断面上の床版曲げモーメント分布 M_x

キーワード 縦置き I 形鋼格子床版, 設計曲げモーメント式, 無限帯状版, 異方性版, 無次元パラメータ
連絡先 〒733-0013 広島市西区横川新町 13-1 新日本技研(株)西部支社 TEL 082-295-3181

3. 無次元パラメータの抽出

図-2の $y=1.25\text{ m}$ と 3.50 m 位置の床版縦断線上の曲げモーメント M_x の分布を、4台近接載荷に関して図-3に示す。このように弾性支持された連続梁の曲げモーメント分布にほぼ近い。そこで横桁で弾性支持された連続梁(図-4)としてモデル化すると、中央点 C の曲げモーメント M_C^* に関して次式を得る。

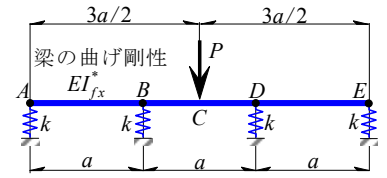


図-4 連続梁モデル

$$\frac{M_C^*}{P \cdot a} = \frac{3}{4} - \frac{23}{40} \cdot \frac{1+\eta/46}{1+\eta/20}, \quad \eta = \frac{E_c I_{fx}^*}{E_s I_q} \cdot \left(\frac{b}{a}\right)^3 \quad (1\text{ a,b})$$

ここに、 E_c と E_s は床版と鋼桁のヤング係数、 I_q は横桁の断面二次モーメント、また床版の単位幅当りの橋軸方向断面二次モーメントを I_{fx} とするとき $I_{fx}^* = b \cdot I_{fx}$ とした。

この梁の M_C^* を版の $M_x \cdot b^*$ に置き換えて、式(1 a)の左辺を、

$$m_x^* = \frac{M_x \cdot b^*}{P \cdot a} \quad (2)$$

と表す。 P は T 荷重の片側荷重(衝撃を含め $P=140\text{ kN}$)、 b^* は1つの P の分担幅を意味し、ここでは次元調整として用いた。

弾性支持された連続梁モデルにおいては、パラメータ η と m_x^* の関係は η の実用範囲内においてほぼ1次比例する。しかし、版としては2方向の荷重分担比を考慮する必要がある。すなわち、辺長比 a/b の影響である。この影響を調べるために図-5のように版を十字に交差する梁モデルに置き換える。それぞれの梁の剛性は、橋軸方向を $E_c I_{fx}^* = \gamma_b \cdot b \cdot E_c I_{fx}$ 、直角方向を $E_c I_{fy}^* = \gamma_a \cdot a \cdot E_c I_{fy}$ と表す。また、T 荷重もその占有幅で除して等分布荷重 p_v に置き換える。

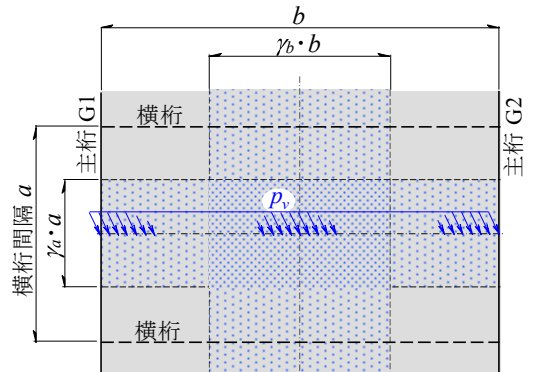


図-5 十字交差の梁へのモデル化

この2方向の梁のたわみは交差点中央で等しいとすると橋軸方向の梁の荷重分担比率は次のように求まる。

$$\beta = \frac{p_{v,x}}{p_v} = \frac{1}{1 + \mu \cdot \alpha \cdot \gamma_a \cdot \lambda^3 \cdot (a/b)^4} \quad (3)$$

ここに、 α は異方性度で $\alpha = I_{fy}/I_{fx}$ である。 μ は梁モデルでは1.60となるが、上記のように簡略モデルの結果であるので未定係数として扱う。また λ は橋軸方向の連続梁を単純桁換算にする際の係数であり、0.8~0.9程度を想定している。

以上から、 M_x の設計式を次式で設定する。

$$M_x = m_x \cdot a \cdot P, \quad m_x = \left(m_x^*/b^*\right) = \beta(m_{x0} + f \cdot \eta) \quad (4\text{ a,b})$$

4. パラメータの値の設定

異方性度 α の採り方には議論があるが、ここでは安全側の扱いとして M_x を大きく算出するよう床版コンクリート断面の引張域を無視した異方性度 $\alpha = 0.38$ を採用し、未定のパラメータを、図-6のように既往の9橋の設計データ(主桁間隔 $b = 6.5 : 12.0\text{ m}$)を基に試行錯誤により、

$$\mu = 5.0, \quad \gamma_a = 0.5, \quad \lambda = 0.9, \quad m_{x0} = 0.1329\text{ m}^{-1}, \quad f = 0.005176\text{ m}^{-1} \quad (5)$$

と算定した。これによる M_x の[設計式/版解析]の値は、用いたデータの範囲内で0.988~1.013に収まった。

5. あとがき

以上で曲げモーメント M_x の床版支間中央部の設計式を精度良く設定しえたと考える。今後は横桁ハンチの影響を見るためにFEMも併せて実施し、横桁上の負の曲げモーメントおよび橋軸直角方向の M_y の設計式の検討も進める予定である。

参考文献

- 1) 土木学会：鋼構造物設計指針 Part B 合成構造物，平成10年10月
- 2) 高橋，他：弾性横桁で支持された床版の断面力式，新日本技研(株)・技術報告 2012-4
- 3) 石澤，他：横桁のたわみを考慮した縦置き床版の断面力と設計例，土木学会・第63回年次学術講演会，2008.9

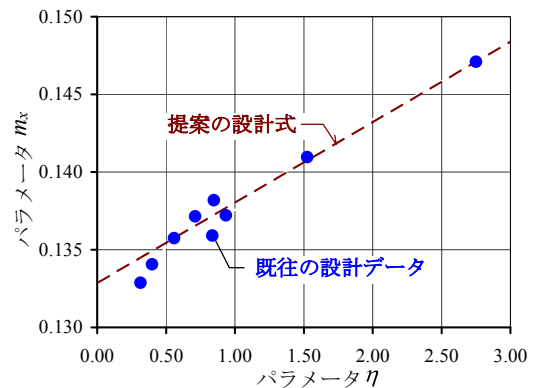


図-6 m_x と η の関係