

格子モデルによる床版張出部の設計曲げモーメントの検討

(株)横河ブリッジ 正会員 ○結城 洋一

(株)横河ブリッジ 正会員 尾下 里治

1. 目的

PC 床版や合成床版の設計曲げモーメントは道路橋示方書（以下、道示）、鋼構造物設計指針 PARTB（以下、PARTB）等の規準から算出可能である。しかし、例えば床版張出部について言及すると、これらの規準には支間長 1.5m～3.0m の設計式を鋼橋に準用することの妥当性、また道示と PARTB で算出した設計値の相違等の課題が残されている。そこで本検討では、基礎的な試みとして床版張出部に格子モデルを適用し（床版支間部については文献 2）で検討した）、簡易な解析手法によって床版断面力の算出することを検討する。また、本手法の評価については FEM 解析結果と比較することで確認する。

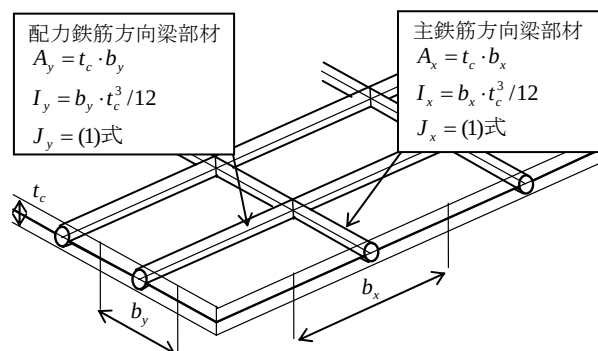
2. 格子モデルによる床版曲げモーメントの評価

格子モデルを床版に適用した場合の概略図を図-1 に示す。本検討では、著者らの既往の検討結果から梁要素に床版のねじり剛度を式(1)によって考慮する。これは床版が連続体としての性質を持つためである。また、ポアソン比の影響による主鉄筋方向曲げモーメントと配力鉄筋方向曲げモーメントとの関連性を、式(2)、式(3) によって考慮する。

$$J_{x,y} = \frac{b_{x,y} \cdot t_c^3}{3} \left\{ 1 - 0.63 \frac{t_c}{b_{x,y}} + 0.0525 \left(\frac{t_c}{b_{x,y}} \right)^5 \right\} \cdots (1)$$

$$M_x = \frac{1}{1-\nu^2} (M_{x0} + \nu M_{y0}) \cdots (2) \quad M_y = \frac{1}{1-\nu^2} (M_{y0} + \nu M_{x0}) \cdots (3)$$

ここに、 $J_{x,y}$ ：主鉄筋方向、配力鉄筋方向の梁部材ねじり定数、 $b_{x,y}$ ：主鉄筋方向、配力鉄筋方向の梁部材分担幅、 t_c ：床版厚、 M_x, M_y ：主鉄筋方向、配力鉄筋方向のポアソン比の影響を考慮した曲げモーメント、 M_{x0}, M_{y0} ：主鉄筋方向、配力鉄筋方向の格子解析結果の曲げモーメント、 ν ：床版のポアソン比（ $\nu=0.167$ ）



A_x, A_y ：主鉄筋、配力鉄筋方向梁部材断面積
 I_x, I_y ：主鉄筋、配力鉄筋方向梁部材断面二次モーメント

図-1 格子モデル概略図

3. 解析モデル

解析対象とする床版のモデルを図-2 に示す。活荷重に対する張出長 L_1 (m) ($L=1.4, 2.2, 3.0$) を変化させ、主桁はモデル化せずウェブ位置を完全固定とした。要素分割は FEM モデルではメッシュサイズを 100mm とし、格子モデルでは各 L_2 に対し橋直方向に 4 分割と 6 分割とした。荷重条件としては、道示に規定される T 荷重（衝撃考慮）を橋直方向に満載し、橋軸方向中心の断面における主鉄筋方向、配力鉄筋方向の曲げモーメントを格子モデル、FEM モデルについて算出した。また、車両の前輪（22.5kN/1 輪）の影響がある場合についても同様に検討した。表-1 に格子解析に用いた部材剛度を示す。なお、弾性係数 (E) はコンクリート ($E=2.8 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$) を使用した。

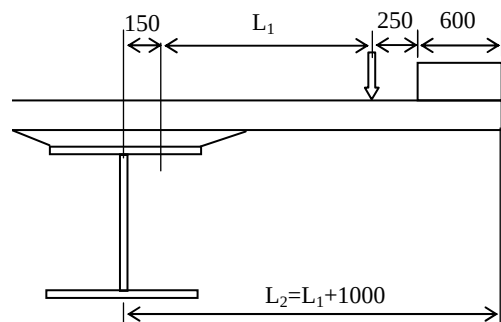


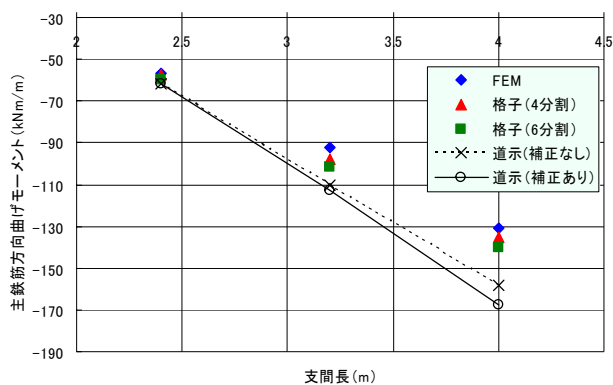
図-2 床版張出部のモデル

表-1 格子解析に用いた部材剛度

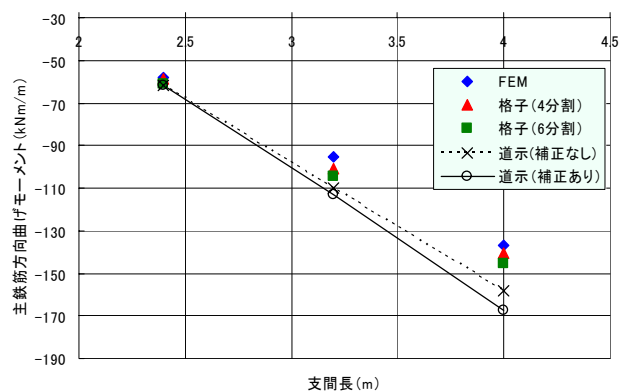
L_2 (m)	t_c (m)	b_x, b_y (m)	A (m^2)	I (m^4)	J (m^4)
2.4(4分割)	0.260	0.60	0.156	0.0009	0.0026
2.4(6分割)	0.260	0.40	0.104	0.0006	0.0014
3.2(4分割)	0.310	0.80	0.248	0.0020	0.0060
3.2(6分割)	0.310	0.53	0.165	0.0013	0.0034
4.0(4分割)	0.360	1.00	0.360	0.0039	0.0120
4.0(6分割)	0.360	0.67	0.240	0.0026	0.0069

キーワード 床版張出部、格子モデル、構造解析、設計曲げモーメント

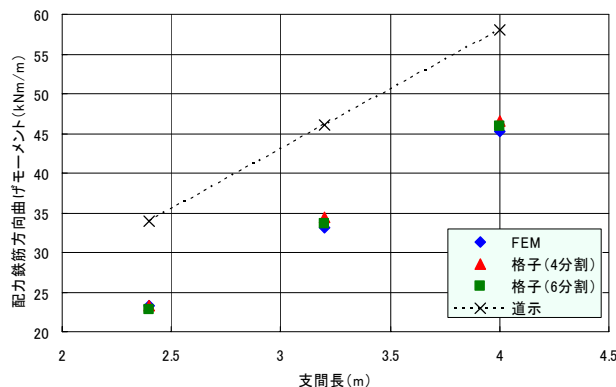
連絡先 〒273-0026 千葉県船橋市山野町 27 番地 (株)横河ブリッジ 技術本部 開発部第一課 TEL 047-435-6161



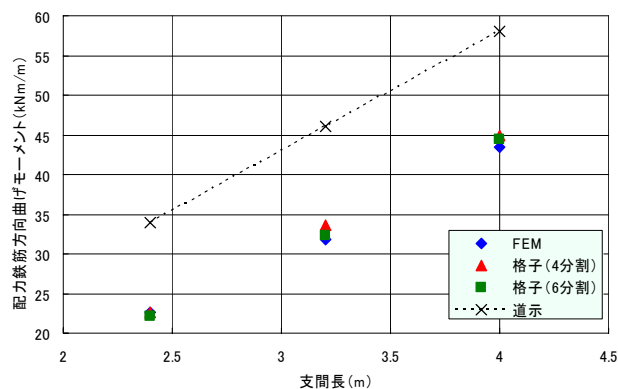
(a) T 荷重



(b) T 荷重+前輪荷重

図-3 張出支点部における主鉄筋方向の曲げモーメント M_x 

(a) T 荷重



(b) T 荷重+前輪荷重

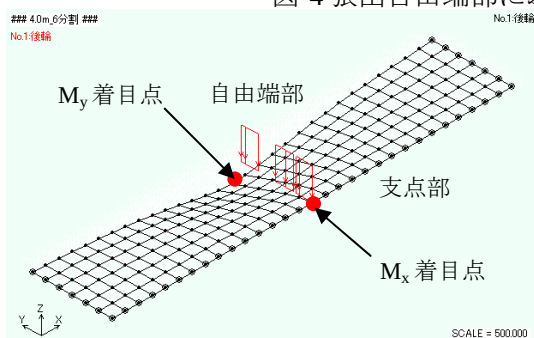
図-4 張出自由端部における配力鉄筋方向の曲げモーメント M_y 図-5 格子モデルの変形状況 ($L_1=3.0$, 6 分割, T 荷重)

表-2 解析結果(T 荷重)

L_2 (m)	FEM解析		格子解析			
	M_x (kNm)	M_y (kNm)	M_x (kNm)		M_y (kNm)	
2.4(4分割)	-56.85	23.29	-57.4	(1.01)	23.3	(1.00)
2.4(6分割)			-59.8	(1.05)	22.7	(0.98)
3.2(4分割)	-92.3	33.17	-97.8	(1.06)	34.5	(1.04)
3.2(6分割)			-101.5	(1.10)	33.5	(1.01)
4.0(4分割)	-131.1	45.25	-135.0	(1.03)	46.5	(1.03)
4.0(6分割)			-139.9	(1.07)	45.9	(1.02)

()内は(格子解析結果)/FEM 解析結果を示す。

4. 解析結果

表-2, 図-3, 図-4 に格子モデル, FEM モデルの解析結果を, 図-5 に $L_1=3.0$ とした場合の変形状況を示す. 床版の曲げモーメントは, FEM 解析と格子解析で最大 10%以下の精度で一致しており(格子解析が安全側), また格子モデルの分割数による影響, 車両前輪の影響も非常に小さいことが確認できる. さらに道示との比較では, 床版支間が大きくなるに従って道示はより安全側に評価される傾向のあることが分かる.

5. まとめ及び考察

格子モデルを用いて床版張出部の曲げモーメントの算出を行う場合, ①床版のねじり定数を式(1)により考慮する ②ポアソン比の影響により 2 軸方向の曲げモーメントが相関性を持つので, 式(2), 式(3)により補正を行う, の 2 点に留意することで FEM 解析と十分な精度で一致し, また道示に対しても十分な安全率を確保していることが確認できた. 今後, 格子解析で算出した曲げモーメントを設計曲げモーメントとして使用するため, 安全率の決定方法を検討する必要があると考える.

参考文献

- (社)土木学会鋼構造委員会道路橋床版の調査研究小委員会:道路橋床版の設計の合理化と耐久性の向上 2004. 11
- 尾下里治 結城洋一:格子モデルによる床版断面力の解析方法の基礎的検討 構造工学論文集 Vol. 52A, 2006. 3