

片持ばりの有効幅について

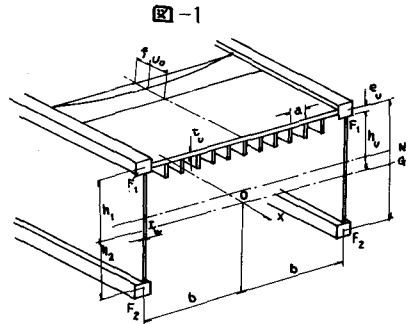
広島大学工学部 大村 裕
 ○ 復建調査設計 吉浪 康行
 , 宮川 一始
 , 中山 誠

片持ばりのフランジ有効幅について、従来の *shear lag* 理論に加えて *negative shear lag* の影響をも考慮して検討をおこなったので報告する。

1. 基礎方程式及びその解

鋼床板桁橋の *shear lag* に関しては既に多くの研究がある。そのうち中井らの研究に着目してそれを整理すると、最終的にはデッキプレートの橋軸方向変位: χ に関する基礎方程式として次式が得られる。

$$\frac{d^2\chi}{dx^2} - \alpha^2\chi = \frac{\beta hu Q}{EI} \quad (1)$$



(本文中の記号はすべて文献(1),(2)と同一とする)
 片持式架設工法で架設中の連続桁橋を想定し、等分布荷重を添載する片持ばりを考えると、デッキプレート内の橋軸方向変位: χ は(1)式より

$$f(x) = \frac{\beta hu \beta}{EI \alpha^3} \left[\frac{1}{\cosh \alpha l} \{ \alpha l \cosh \alpha(l-x) - \sinh \alpha x \} - \alpha(l-x) \right] \quad (2)$$

で与えられる。したがって(2)式より 橋軸方向応力として次式が得られる。

$$\sigma_x = a_1 m_1 - a_2 m_2 \quad (3)$$

$$\text{ここに } a_1 = -\frac{1}{wu} \quad m_1 = -\frac{8l^2}{2} \left(1 - \frac{x}{l}\right)^2$$

$$a_2 = \frac{1}{wu} \left(1 - \frac{2}{3}K\right), \quad m_2 = \frac{EI}{hu} \cdot \frac{d\chi}{dx}$$

である。(3)式中 m_1 は通常の梁理論による曲げモーメントであり、 m_2 が *shear lag* による付加モーメントを意味するものである。ここで m_1 と m_2 の正負の関係に着目すると、 m_1 と m_2 が同符号の場合が通常の *shear lag* の場合に相当し、異符号の場合が *shear lag* 現象が反転する(即ちフランジ中央部の応力がウェブ接合部での応力よりも大きくなる) *negative shear lag* の場合に相当することになる。

2. 片持ばりの有効幅

(2),(3)式より等分布荷重を添載する片持ばりのデッキプレート内橋軸方向応力の最大値は、

$$\begin{aligned} \sigma_{max} &= -\frac{1}{wu} \left\{ m_1 - \left(1 - \frac{2}{3}K\right) m_2 \right\} & m_2 > 0 \\ &= -\frac{1}{wu} \left\{ m_1 + \frac{2}{3}K m_2 \right\} & m_2 < 0 \end{aligned}$$

したがって、デッキアートの有効幅比は最大応力と平均応力の比として次式のように求まる。

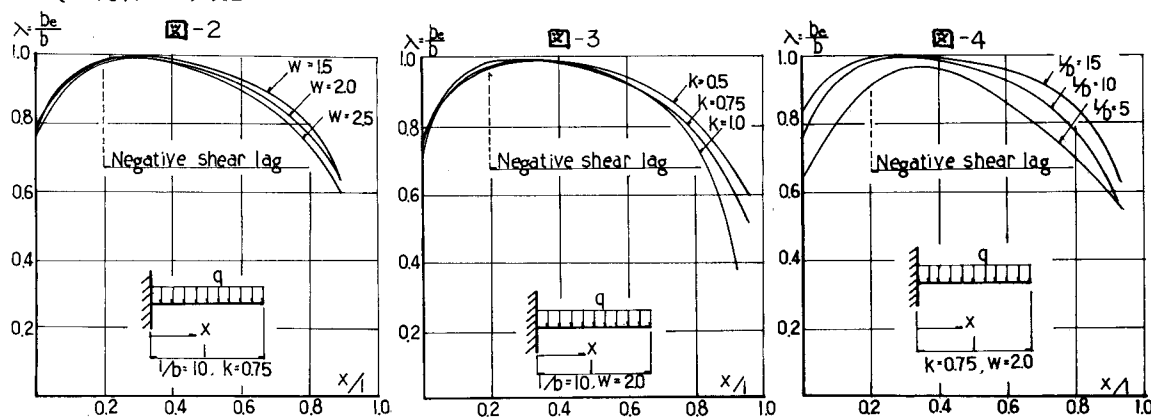
$$\lambda = \frac{b_e}{b} = \frac{\sigma_{ave}}{\sigma_{max}} = \frac{\int \sigma dx}{b \sigma_{max}} = 1 + \frac{m_2}{3m_1 - (3-2K)m_2} \quad m_2 > 0$$

$$1 - \frac{2m_2}{3m_1 + 2Km_2} \quad m_2 < 0$$

以上より鋼床板桁橋の床板有効幅は、桁断面に関するパラメーター、 K 、 w 、及び桁高と床板幅の比 h/b の関数として解析的に求まる。

3. 数値計算結果

数値計算例として、片持式架設工法で架設中の連続桁橋を考える。筆者らの経験をもとにこの種の橋梁断面のパラメーターとして、 $K=0.5 \sim 1.0$ 、 $w=1.5 \sim 2.5$ を考え、この場合の計算結果を図2、3に示す。実際の橋梁における K 、 w はほぼこの範囲内に限定されているが、図2、3より断面定数 K 、 w の有効幅に及ぼす影響は少ないものと思われる。さらにこの K 、 w の代表値として $K=0.75$ 、 $w=2.0$ を採用し h/b を変化した場合の有効幅について図-4に示す。通常の *shear lag* 同様、*negative shear lag* についても h/b の小さい方がその現象がより顕著にあらわれている。



4. 設計面での応用

実際の橋梁断面を想定しておこなった図2～図4の数値計算結果より、*negative shear lag* の起こる範囲は $x/l > 0.2 \sim 0.3$ 程度であり、またこれによる有効幅の減少が通常の *shear lag* による固定端の有効幅の減少を上回るのは $x/l > 0.8$ の範囲である。

$x/l > 0.2 \sim 0.3$ の範囲では *negative shear lag* の現象そのものには起こり得るが、これを有効幅に換算すると固定端での *shear lag* による有効幅の減少よりも小さく、したがって固定端での有効幅を全断面にわたり採用する現行の設計方針からすれば、この範囲内での *negative shear lag* の影響は無視してもさしつかえない。また $x/l > 0.8$ における *negative shear lag* については、通常片持ばり先端付近（最終的には連続桁中央部）での断面が架設中の状態よりもむしろ閉合後の支間中央の断面として設計されることを考えると、架設中の荷重状態では、この付近の断面に十分な余裕があるものと思われ有効幅が異常に減少することはほとんど問題とはならない。したがって通常の場合、設計段階では *negative shear lag* について特に留意する必要はなく従来の設計方針で十分であると思われる。

参考文献

1. 小松定夫・近藤和夫・中井博：鋼床板桁橋の有効幅に関する研究，土木学会論文集 86号，PP1～17
2. 中井博・村山泰男：片持ばりの *Negative shear lag* の解析とその応用，土木学会論文報告集 256号，PP21～33