

秋田高専 正員 堀江 保
秋田大学 正員 稼農 知徳
秋田大学 正員 薄木 征三

1. はじめに 連続桁の有効幅を算定する場合、曲げモーメントゼロの隣接する2点間を等価スパンとする手法が通常用いられる。この手法を用いると、各々の区間を単純桁と考え、モーメント分布形状の違いにより2種類の荷重形態に対する有効幅を定めねばよいといえる。有効幅の規定に関し、従来、スパン長 l に対する半フレンジ幅 b の比 b/l で表示するものが一般的であり我國の示方書もそれにならっている。しかしながら、 b/l をオ1パラメーターとしたとき、オ2、オ3のパラメーターに関する研究¹⁾も行われ、その結果を基に英國の暫定設計製作基準(以下I.D.Rの略称を用いる)の有効幅の規定²⁾はかなり詳細なものとなっている。

本報告で使用した解析方法は、著者らが展開した理論³⁾を基にしており、その理論は、はり理論を保持したうえでshear lagを評価できるという特徴を持っている。ここでは、桁形式として単純桁を想定し、分布荷重および集中荷重の各々の場合について本理論より得られる応力分布を用いて有効幅を計算した。特に連続桁の中間支点反力の影響を評価するための集中荷重作用点での有効幅に b/l 以外のパラメーターの必要性、および有効幅の橋軸方向の変化に注目し、現示方書との比較のほかI.D.Rとの比較について検討した結果を報告する。

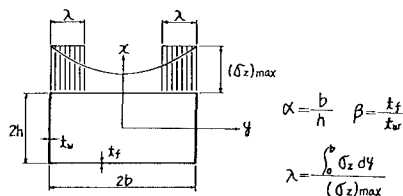


図-1 有効幅の定義

2. 解析方法 本法の垂直応力分布は次式となる。

$$\sigma_z = \sigma_b \left\{ 1 + \frac{U_5''}{U_b''} \left(1 - \frac{J_y}{h K_{yy}} B_x \right) \right\} \quad (1)$$

ここで、 σ_b は従来のはり理論による応力、 U_b は曲げによるたわみ、 U_5 は本法のせん断変形によるたわみを表す。また、 J_y は断面2次モーメント、 K_{yy} は新しく定義した断面諸量で、図-1に示す箱形断面について、本法で定義した断面諸量は次式のようになる。

$$J_y = \frac{4}{3} t_w h^3 C_1, \quad K_{yy} = -\frac{4}{15} t_w h^2 C_2, \quad R_{yy} = \frac{4}{315} t_w h^7 C_3 \quad (2) a-c$$

$$C_1 = 1 + 3\alpha\beta, \quad C_2 = 2 + 10\alpha\beta + 15\alpha^2\beta^2 + 5\alpha^3\beta^3, \\ C_3 = 17 + 119\alpha\beta + 315\alpha^2\beta^2(1 + \alpha\beta) + 70\alpha^3\beta^3(1 + 3\alpha\beta) + 42\alpha^4\beta^4 \quad (3) a-c$$

図-1の有効幅の定義式に(1)式を代入すると有効幅比 $\psi = \lambda/b$ は次式のようになる。

$$\psi = 1 - \frac{m_2 \cdot U_5''/U_b''}{1 + (1 - m_2) \cdot U_5''/U_b''} \quad (4)$$

ここで、 m_1, m_2 は α および β の関数で次式と置いた。

$$m_1 = 1 - \frac{5C_1^2}{3C_2}, \quad m_2 = \frac{5\alpha^2 C_1}{3C_2} \quad (5) a, b$$

本報告では、桁形式として単純ばりを選び、荷重形態は、等分布荷重が満載する場合と、はり中央に集中荷重が作用する場合を考えた。前者をCASE[A]、後者をCASE[B]とすると各々の場合に対し(4)式中の U_5''/U_b'' は次式のように求められる。

$$[A] \quad \frac{U_5''}{U_b''} = \frac{2}{\left\{ -\left(\frac{Z}{\ell}\right) + \left(\frac{Z}{\ell}\right)^2 \right\} (k\ell)^2} \left\{ \frac{\sinh kZ + \sinh k(\ell - Z)}{\sinh k\ell} - 1 \right\}$$

$$[B] \quad \frac{U_5''}{U_b''} = \frac{1}{\left(\frac{\ell}{2}\right)} \frac{(n-1)}{(k\ell)} \frac{\sinh kZ}{\cosh \frac{k\ell}{2}} \quad (6) a, b$$

上式において n および $k\ell$ は次式となる。

$$n = \frac{1}{1 - 21C_2^2/(5C_1C_3)}, \quad k\ell = \alpha \left(\frac{\ell}{b} \right) \sqrt{\frac{G}{E} \frac{21C_2}{C_3} n} \quad (7) a, b$$

桁中央($Z = \ell/2$)での有効幅比 ψ は、(6)式を(4)式に代入して整理すると次式となる。

$$[A] \quad \psi = 1 - \frac{1}{\frac{3}{8} \frac{G}{E} \left(\frac{\ell}{b} \right)^2 m_3 + m_5}$$

$$[B] \quad \psi = 1 - \frac{1}{\frac{3}{2} \frac{G}{E} \left(\frac{\ell}{b} \right) m_4 + m_5} \quad (8) a, b$$

(8)式において $m_3 \sim m_5$ は次式のように置いた。

$$m_3 = \frac{1}{1 - 1/(\cosh \frac{b/l}{2})}, \quad m_4 = \frac{1}{\alpha} \sqrt{\frac{C_3 - C_2}{2C_2 - 5C_1}} \frac{1}{\tanh \frac{b/l}{2}}, \quad m_5 = \frac{1 + 15\alpha^3\beta}{5\alpha^2(1 + 3\alpha\beta)} \quad (9) a-c$$

(7)式, (9)式および(3)式より(8)式の有効幅比 ψ は、 b/l のほかに α および β の関数となる。ニニどは、通常用いられる α および β の範囲として $\alpha=1\sim5$, $\beta=1\sim10$ として計算したが、極端な場合を除き m_3, m_4 の双曲線関数は、 $\tanh \frac{b/l}{2}=1$, $1/\cosh \frac{b/l}{2}=0$ と近似できる。

3. 結果 図-2は、[A]の場合の有効幅比の比較を示したものである。I.D.Rの規定において F_s はフランジの補剛材断面積、 F_f はフランジの断面積を表わしている。実線で示した本法は、前述の α および β の範囲の組合せによる ψ 値の上限値・下限値をプロットしたもので、その差異は図の斜線部で示される程度であった。示方書の $\psi \sim b/l$ 曲線はほぼI.D.Rの下限曲線と一致し、本法の結果と比べても大部分において安全側にあり、さらに、本法の結果より、 α および β の影響はわずかであることより[A]の場合は示方書の規定で十分であると思われる。しかしながら、[B]に対する図-3をみると、I.D.R、本法とも示方書よりかなり低めの ψ 値を示し、さらに、本法の上限値、下限値は斜線部で示すようにかなりの差異が認められた。従って、[B]に相当する連続桁の中間支点部

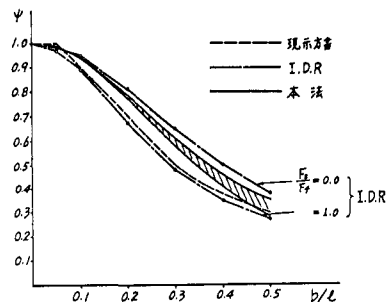


図-2 CASE [A]の有効幅比

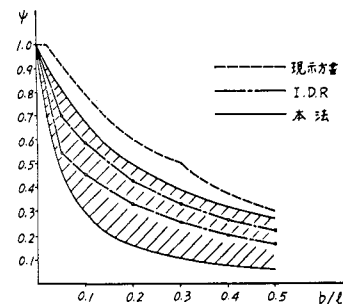


図-3 CASE [B]の有効幅比

では示方書の規定により設計する際、注意を要する場合があると思われる。また、I.D.Rでは集中荷重載荷点においてフランジ断面積とウェブ断面積比の関数となる乗数 α による補正を行なっているが、本法ではこの断面積比が $\alpha \times \beta$ に相当する。しかし、 $\alpha \times \beta$ を一定としても本法では異なる $\psi \sim b/l$ 曲線が得られ、I.D.Rの規定も検討すべき余地があるように思われる。

図-4および図-5は、各々[A][B]の場合の ψ 値の橋軸方向変化を示したものである。I.D.Rでは中央から1/4スパンを分岐点とし、中央部と支点付近の部分に分割し ψ 値を規定している。本法と比較すると、[A]の場合はほぼ類似した傾向を示すものの、[B]では特に分岐点が b/l の関数となるような表示が必要であると思われる。ニニどは、有効幅表示式として(8)式を示したが、さらに、設計における単純化の観点より α および β をも含めた簡易表示式についで検討中である。

参考文献 1) K.R.Moffatt, P.J.Dowling: Parametric study on the shear lag phenomenon in steel box girder bridge, SESLIC Report, BG 17, Sep. 1972.

2) 関西道路研究会他: 鋼箱桁橋の設計に関する調査研究(No.3), 橋梁, 1978.5.

3) 横農, 澤木, 堀江: セン断変形を考慮した薄肉断面直線ばりの理論, 学会論文報告集, 第282号, 1979.2.

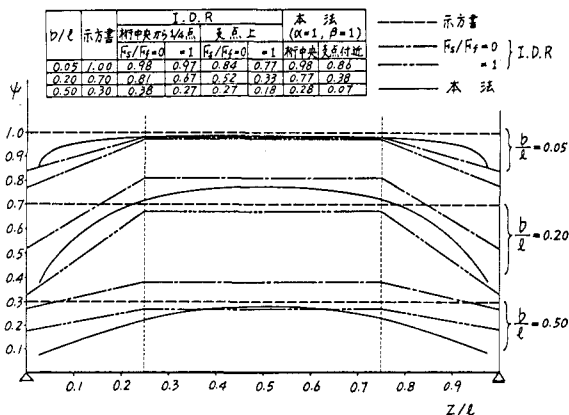


図-4 有効幅の橋軸方向変化 (CASE [A])

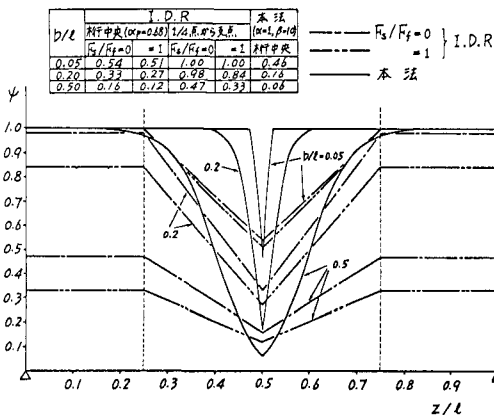


図-5 有効幅の橋軸方向変化 (CASE [B])