

北海道大学工学部 正会員 荻澤憲吉
北海道大学工学部 正会員 芳村 仁

まえがき 桁が曲げ変形を受けるときの床版有効幅（フランジ有効幅）を、単に床版幅の関数として規定した場合には、荷重状態と主桁の剛度によっては危険側の値となることがありうる。この報告は、主桁の剛性が有効幅に与える影響を明らかにし、有効幅の補正について述べたものである。

有効幅比 多主桁構造に荷重 $P = \sum p_n \sin \omega y$ ($\omega = n\pi/l$) が作用したとき、主桁と床版の接合部には図1に示す y 方向に分布する力が働き、面内せん断力 N_{xy} を $\sum T_n \cos \omega y$ とすると有効幅比 $\phi = \lambda/b$ は次のように誘導される。

$$\phi = \frac{\sum \left\{ \frac{T_n}{\omega b} \sin \omega y \right\}}{\sum \left\{ \frac{T_n}{2} \left(\frac{3+\nu}{\tanh \omega b} - \omega b \frac{1+\nu}{\sinh^2 \omega b} \right) \sin \omega y \right\}} \quad \cdots (1), \quad \phi' = \frac{\sum \left\{ \frac{T_n}{\omega b'} \sin \omega y \right\}}{\sum \left\{ \frac{T_n}{2} \frac{4 \cosh^2 \omega b' - (1-\nu) \sinh^2 \omega b' + (1+\nu)(\omega b')^2}{\sinh \omega b' \cosh \omega b' + \omega b'} \sin \omega y \right\}} \quad \cdots (1)_2$$

ここで T_n は、床版の $x=0, x=b(b')$ 辺の6境界条件および主桁との2接合条件（図2）を満足するように解くことによって得られ、

$$T_n = \frac{\frac{l}{e}}{(n\pi)^2 g(\omega b) \frac{EI}{Gt l e^2} \left\{ 1 + \frac{2}{n\pi f(\omega b)} \frac{Dl}{EI} \right\} \left\{ 1 + \frac{2}{n\pi g(\omega b)} \frac{Gt l}{EA} \right\} + 2n\pi} P_n \quad \cdots (2)$$

$$f(\omega b) = \begin{cases} \frac{\sinh \omega b \cosh \omega b + \omega b}{2 \sinh^2 \omega b} \\ \frac{1}{2} \frac{(3+\nu)(1-\nu) \sinh^2 \omega b' + 4 + (1-\nu)^2 (\omega b')^2}{(3+\nu)(1-\nu) \sinh \omega b' \cosh \omega b' - (1-\nu)^2 \omega b'} \end{cases}$$

$$g(\omega b) = \begin{cases} \frac{1}{4} \left\{ \frac{3-\nu}{\tanh \omega b} - \omega b \frac{1+\nu}{\sinh^2 \omega b} \right\} \\ \frac{1}{4} \frac{(3-\nu) \sinh^2 \omega b' + 4/(1+\nu) + (1+\nu)(\omega b')^2}{\sinh \omega b' \cosh \omega b' + \omega b'} \end{cases}$$

結局、(1)、(2)式より ϕ 値は主桁と床版の剛性比に影響されることが知られる。

剛性比の検討 ϕ 値に影響を与える剛性比を、 $\frac{EI}{Gt l e^2} = 0.01 \sim 1.00$, $\frac{Dl}{EI} = 0.0 \sim 0.2$, $\frac{Gt l}{EA} = 0.0 \sim 10.0$ と変動させて ϕ 値について数値計算を試みた結果、床版と主桁の曲げ剛性比 $\frac{Dl}{EI}$ は他の剛性比と較べて影響度はきわめて小さく無視しても差しつかえないことが確認されたので (2) 式において $\frac{Dl}{EI} = 0$ とおくと、*

$$T_n = \frac{\frac{l}{e} \cdot \frac{E_d b t e^2}{EI}}{2(1+\nu)(n\pi)^2 g(\omega b) \cdot \frac{b}{l} + 2n\pi \frac{E_d b t}{E} \left(1 + \frac{A e^2}{I} \right)} P_n \quad \cdots (3)$$

となる。ここで分母の第2項目の $\frac{E_d b t}{E} \left(1 + \frac{A e^2}{I} \right) \ll \alpha$ と記号するは主桁と床版の接合条件を満す際に、接合線に沿う $2 \cdot N_{xy}$ による主桁の軸方向変形と曲げ変形を考慮することによって入ってくる項であって（図3）、（床版と主桁の弾性係数の比） $\times$ （床版と主桁

*床版の曲げ抵抗を無視することに相当し、図1の垂直方向反力 $V_x = 0$ と考えることになる。

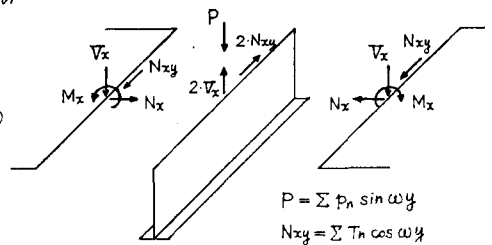


図1. 主桁と床版の接合部に働く断面力

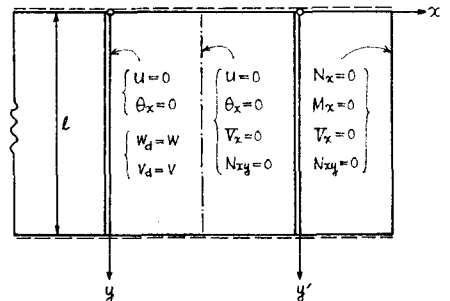
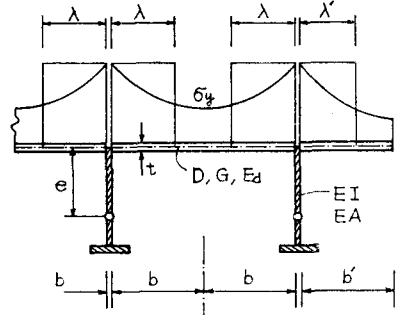


図2. 床版の有効幅、境界条件と接合条件

の断面積比)×(接合点に関する主桁の断面2次モーメントと
重心に関する主桁の断面2次モーメントの比)で表わされる。
この剛比 α によって b/l とともに有効幅比 ϕ の大きさが決め
られることが、(3)式を(1)式に代入するとわかる。一般に
 α は1~10の値をとるが、 N_{xy} による主桁の変形を無視した
場合には $\alpha=0$ となり、

$$T_n = \frac{k_1}{(n\pi)^2 \cdot g(\omega b)} P_n \quad (k_1 \text{ は } n \text{ に関係しない定数}) \dots\dots(4)_1$$

また逆に α が大きな値をとるとき、 $\alpha \rightarrow \infty$ の極限にお
いては、

$$T_n = \frac{k_2}{n\pi} P_n \quad (k_2 \text{ は } n \text{ に関係しない定数}) \dots\dots(4)_2$$

と表わされる。

剛比 α の影響 桁のスパン中央に集中荷重が作用し
た場合と等分布満載荷重が作用した場合の有効幅比 ϕ
分布を計算したものが図4である。図より、有効幅が
小さくなり危険側の値をとるのは、集中荷重載荷点お
よび満載荷重作用時の桁端部であり、剛比 α が大きい
値のときほど危険な値をとることが認められる。この
解析例の場合、 ϕ 値は示す表に規定されている値より
も、 $\alpha=1$ のとき13%、 $\alpha=3$ のとき22%、 $\alpha=15$ のとき
36% 小さな値となるが、他の床版幅に対する解析
結果においても同様な傾向が見られた。

危険側となる ϕ 値と剛比 α との関係を知るために、
集中荷重載荷点の ϕ 値($=\phi_{0.5}^P$)に与える α の影響エグ
ラフに示したのが図5である。縦軸は半正弦波分布
荷重が作用したときの有効幅比 ϕ_{sin} で除した $\phi_{0.5}^P$ 、横
軸は α の4乗根をとってある。これより、 $1 \leq \alpha \leq 15$ の
領域において、次のような関係が認められる。

$$\frac{\phi_{0.5}^P}{\phi_{sin}} = 1 - C \sqrt[4]{\alpha} \quad (C \text{ は } \frac{b}{l} \text{ によって定まる定数}) \dots\dots(5)$$

考察とまとめ 床版有効幅が規定値より小さく危険
側となる位置では、剛比 α を計算して(5)式から正確
値を求めて補正することができる。IDRにおいては
集中荷重載荷点では ϕ 値と、フランジウェブの断面
積比 A_f/A_w (=本文の α 値の中の bt/A)に応じて補
正するように規定されているが、これは本文の α 値に
おいて $Ae^2/I=0$ または一定値と考える場合に相当す
る。しかし一般に $Ae^2/I=1.5 \sim 5$ であるのでこの規
定が合理的であるとは思われない。

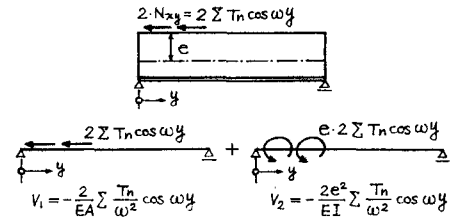


図3. N_{xy} による主桁の接合位置での変位

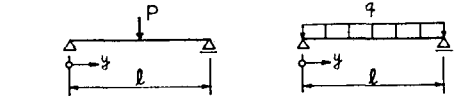
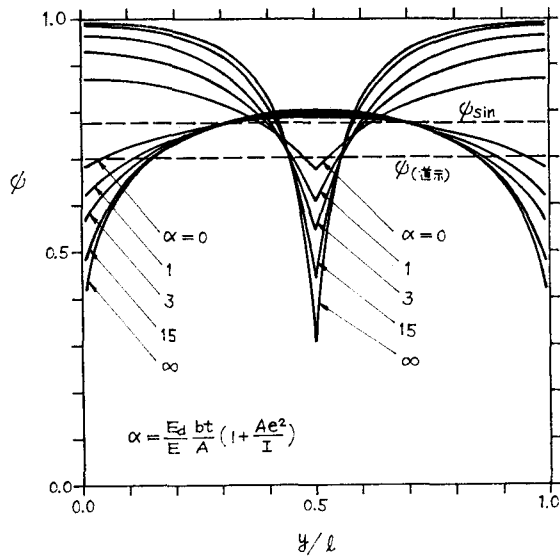


図4. 集中荷重載荷時および等分布満載荷重載荷時の有効幅比の分布 ($b/l=0.2$ のとき)

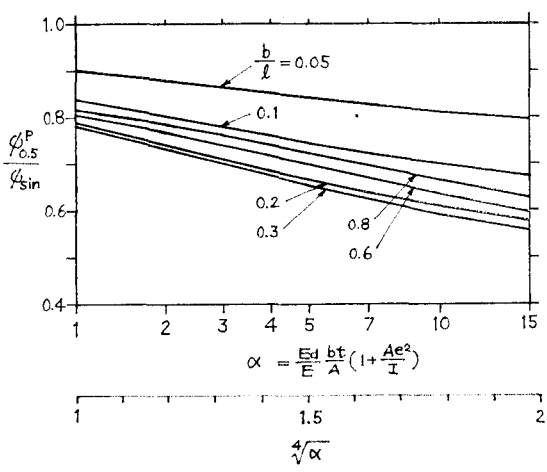


図5. 集中荷重載荷点の ϕ 値と剛比 α との関係