

I-77 幅広フランジの終局有効幅に関する研究

○三菱地所（株） 正会員 内田 裕
 東北大学工学部 正会員 倉西 茂

1. はじめに

鋼箱桁橋等、幅広フランジを有する桁が曲げを受けた時、フランジの橋軸方向応力は、断変形の影響により初等はり理論による応力分布と著しく異なる。この現象は断遅れと呼ばれ、設計において桁のたわみや応力を計算する際、この影響を考慮して、有効幅という概念が用いられている。

この断遅れや有効幅に関する研究はこれまで数多く報告されているが、これらの研究の多くは弾性範囲内での解析を対象としたもので、終局状態までもを含めた研究は見られない。現行の許容応力度設計法に代わる限界状態設計法を、この種の構造物にも導入しようとするれば終局状態でのこれらの挙動を的確に把握しておかなければならない。

そこで本研究では、鋼桁橋のフランジの終局状態での断遅れ現象を、数値解析によりシミュレーションした。

2. 解析モデル

本研究の解析対象は、図1左上に示すような鋼桁橋で、簡単のためにリブを省略し、単純ばりとした。荷重条件は、スパン中央の集中荷重および等分布荷重の2種類を取り扱う。

フランジの断遅れ現象を的確に把握するために、図1右上に示すようにフランジ部分のみを取り出し面内解析した。本解析モデルの構造の対称性および荷重条件の対称性より、図1下に示すようにその4分の1のみを解析した。

ウェブ・フランジ接合部で応力が最大となること、又、スパン中央での有効幅を評価するため、それぞれの辺近傍での要素分割を細かくした。又、ウェブ・フランジ接合辺には、ウェブからフランジへ伝達する力として断外力を載荷した。支承部では、ダイヤフラムの剛性を考慮して、幅方向の変位を拘束した。

図2に示すように、荷重の増分に際して、荷重が作用している節点を含む要素が降伏した時には、ウェブからフランジへそれ以上の力が伝達されないで、その節点での次の荷重増分値を零とした。ところで、鋼箱桁橋等では一般にウェブ厚はフランジ厚よりも小さい。即ち、ウェブ・フランジ接合辺近傍ではウェブ側が先に降伏すると考えられる。降伏応力 σ_y にウェブ

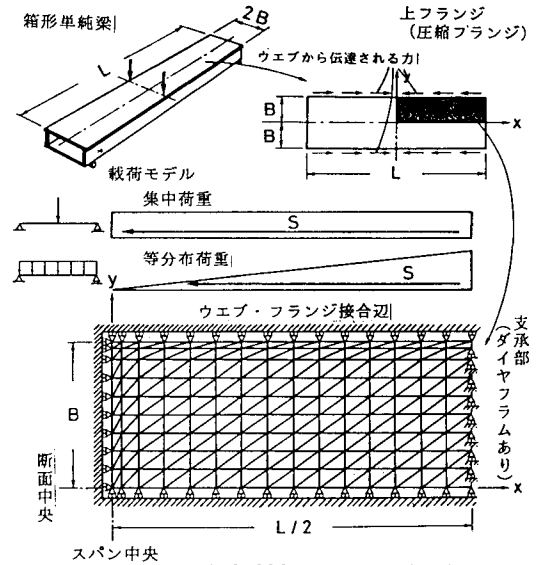


図1 解析対象とそのモデル化

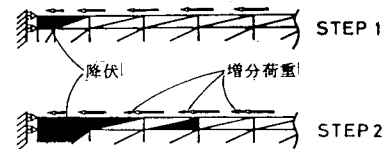


図2 荷重増分のしかた

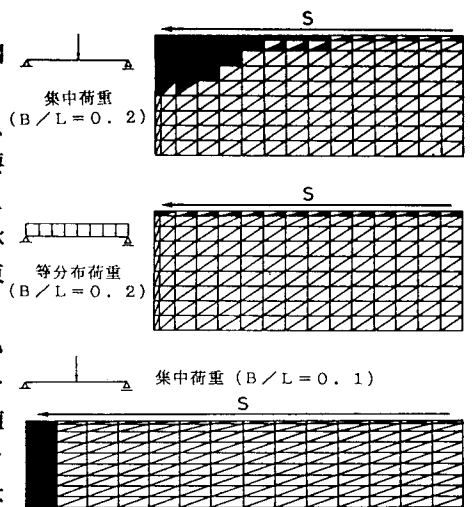


図3 終局時の塑性状況 ($\beta = 1.0$)

とフランジの板厚比によって求まるパラメータ β を乗じた値を σy^* とすると、 σy^* はウェブ側が降伏した時のフランジ側の応力となる。従って、載荷辺の要素が σy^* に達すると、ウェブ側が降伏したとして、その節点での次の荷重増分値を零とした。

最後に、初期たわみを有するフランジの終局有効幅を求め面内解析による結果と比較した。初期たわみハスパン中央で最大となる $2B$ で半波の正弦曲線形状とした。このときの幅厚比 $t/2B$ は 39.6 、最大初期たわみは $t/150$ とした。

3. 解析結果

終局状態に至る過程は、集中荷重の場合には載荷点付近に応力が集中し、その近傍から徐々に降伏域が広がり、最終的には図3上に示すようにウェブ・フランジ接合辺が全辺にわたって降伏し終局に至る。それに対して、等分布荷重の場合には応力が全体に分散するため、図3中に示すように載荷辺が全辺にわたってほぼ一斉に降伏し終局に至り、幅方向への降伏域の広がりは見られない。又、双方の荷重条件において幅とスパン長との比 B/L が小さいときには図3下に示すように、スパン中央が全辺にわたって降伏し終局に至る。このことにより、スパン中央での橋軸方向応力分布は図4に見られるように、等分布荷重の場合には弾性範囲内と終局時は殆ど変わらないのに対し、集中荷重の場合には大きく異なり、弾性有効幅比に対して終局有効幅比は著しく大きくなる。

図5に見られるように、終局有効幅に対する B/L 比の影響は、弾性有効幅と同様に荷重条件によらず著しく大きい。又、集中荷重では $B/L \leq 0.18$ 、等分布荷重では $B/L \leq 0.13$ の時に全幅が有効となる。このことは弾性有効幅にはない点である。

次に、ウェブとフランジとの板厚比によるパラメータ β の影響を見ると、図5(a)に見られるように、集中荷重の場合にはその影響は大きく、 β の値が大きくなればなるほどフランジの幅方向へ降伏域が広がるため、終局有効幅比もおおきくなる。それに対して等分布荷重の場合には、図5(b)に見られるように、 β の影響は殆ど無く、弾性有効幅比とほぼ一致している。 $\beta = 1.0$ の時には B/L 比が小さいほど、幅方向への降伏域の広がりがあるため終局有効幅比も弱冠大きい値となる。

最後に、初期たわみをもつフランジの終局有効幅比は、図5に見られるように、面内解析で求まった値とほぼ一致した。

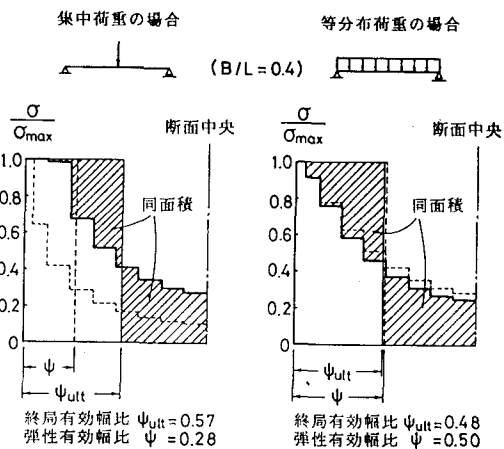


図4 スパン中央における
橋軸方向応力と有効幅比

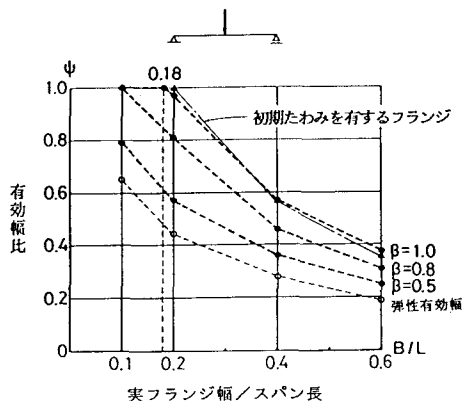


図5(a) スパン中央における
終局有効幅比（集中荷重）

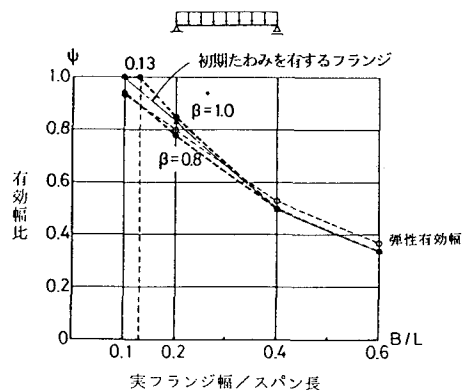


図5(b) スパン中央における
終局有効幅比（等分布荷重）