

I-14

合成桁橋の垂直補剛材間隔拡大に関する検討

東北学院大学工学部 学生員 ○長澤 忍
同 学生員 藤森 千穂
同 正 員 中沢 正利

1. まえがき

近年のプレートガーダーは合成桁(図-1)が主流になりつつある。これをさらに経済的かつ合理的な構造とするためには、せん断座屈を防ぐために用いられる垂直補剛材間隔を現行の規定(縦横比 $\alpha < 1.5$)よりも拡大し、桁の部品点数を大幅に削減することが有効である。そこで本研究では、補剛材間隔の拡大によるせん断座屈強度の低下の程度を把握し、さらに合成桁の弾塑性解析により、応力状態、変形挙動、強度特性を調査し、せん断耐荷力の低下の程度についても検討した。

2. せん断座屈強度

合成桁では上フランジがコンクリート床版とスタッド等で結合されているため、橋軸まわりの回転角を拘束された三辺単純支持一辺回転固定支持条件に近いと考えられる。この現実的な境界条件と一般的に発表されている四辺単純支持条件についてのせん断座屈強度を座屈解析より比較し、さらに縦横比(α)が設計基準以内と基準値以上の場合のせん断座屈強度特性を比較する。せん断座屈が問題となる端部パネルでの応力分布図を図-2に示す。

プレートガーダー端部パネルの実応力状態を網羅するため、縦横比 α を0.6~4.0まで0.2刻み、曲げとせん断に対する比率 ω を0~2.0まで0.4刻み、不等曲げの比率 γ_x を0~1.0まで0.2刻みでパラメトリック解析を行い、三辺単純支持一辺回転固定と四辺単純支持の場合の座屈係数 k_σ , k_τ を求め、図-3に示す。曲げに対するせん断の比率 ω が大きくなるにつれて、一般的にせん断座屈強度は低下するが、縦横比 α の値が3以上になった場合には、ほぼ一定となることが分る。

また、設計基準の範囲内である $\alpha=1.4$ と $\alpha=3.0$ の場合の強度を比較すると、 $\alpha=3.0$ のせん断座屈強度は $\alpha=1.4$ の強度の1~2割下がる程度で留まることが分った。

さらに、合成応力度を照査するため、曲げとせん断に対応する連成座屈相関式を用いて、 $\alpha=4.0$ の場合の応力度を照査した結果、

$$\left(\frac{\sigma}{\sigma_{cr}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2 = 0.561 \leq \frac{1}{\nu_B^2} = 0.64$$

となり、垂直補剛材間隔を拡大しても安全であることが確認された($\nu_B=1.25$)。

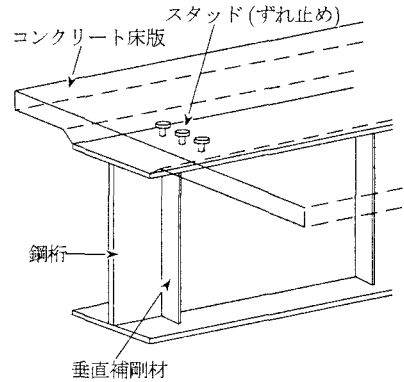


図-1 合成桁の断面図

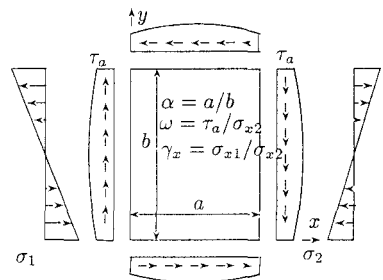
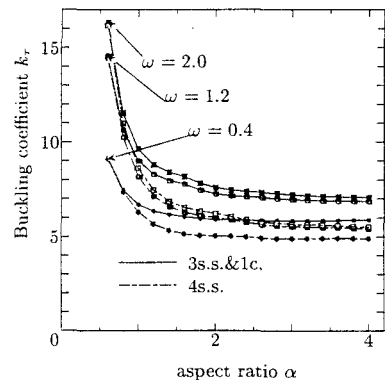


図-2 解析モデルの応力分布図

図-3 せん断座屈係数の比較 ($\gamma_x = 0$)

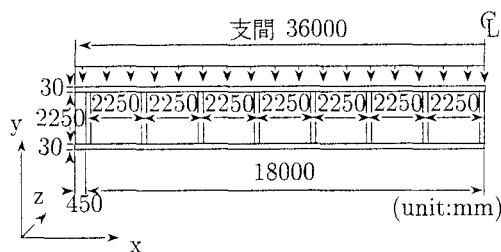


図-4 解析に用いたモデル (縦横比 $\alpha = 1.0$ の場合)

3. 弾塑性解析

有限要素解析コードにより合成桁の立体モデル化を行い(図-4)、合成桁としての境界条件を与え、バイリニア型の構成則を仮定して等分布荷重を載荷した。境界条件として、上フランジのねじれを防ぐために橋軸(x 軸)回りの回転を固定した。また、解析対象はモデルの対称性を利用してスパン長の半分とした。

単径間単純梁に対する図-5では、縦横比 α を 1.0 から 4.0 まで拡大しても挙動は安定した特性を示し、ほぼ同じ曲線となった。また、縦横比を 8.0 まで拡大しても不安定な挙動は見られなかった。但し、断面が曲げ降伏した後垂直補剛材は大きく変形し、局部的な塑性変形を生じている。降伏進展後の von Mises 応力の分布例を図-6に示す。また、二径間連続合成桁の中間支点部についても検討した結果、縦横比 $\alpha=4.0$ まで同様に安定した挙動を示し、中間支点部近傍でも強度が確保されていた。

4. 結論

- (1) せん断座屈強度は縦横比 α の設計基準内 ($\alpha=1.4$) と基準以上 ($\alpha=3.0$) の場合を比較すると 1~2 割低下する程度に収まり、かつ α の値が 3 以上のせん断座屈強度はほぼ一定値となる。

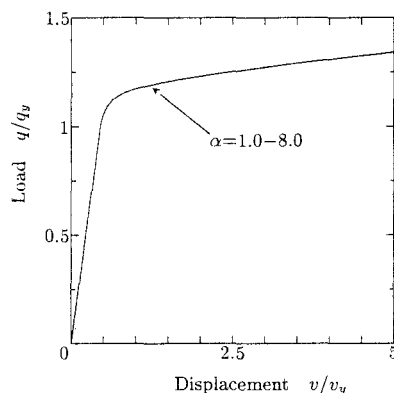


図-5 一径間単純桁のスパン $L/2$ 点での荷重-垂直方向変位曲線

- (2) $\alpha=4.0$ の場合の曲げとせん断の連成座屈強度について照査した結果、安全であることが確認された。
- (3) 単径間単純ばりおよび二径間連続ばりとも、最大曲げモーメント位置で曲げ降伏が生じ、その付近で垂直補剛材の局部変形が生じるが、桁全体の挙動は安定している。せん断応力の集中する端支点および中間支点近傍では応力集中が見られるものの、桁全体の不安定挙動に影響することはない。
- (4) 圧縮フランジの変形を拘束する合成桁の場合には、垂直補剛材間隔を現行規定より拡大することは合理化設計の有力な一方法になり得ると言える。

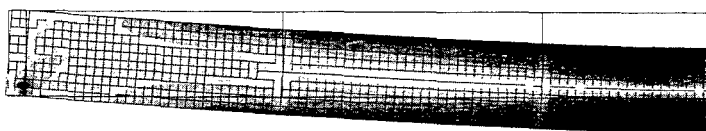


図-6 単径間単純ばりの Von Mises 応力の分布 : 縦横比 $\alpha = 3.0$