

東北学院大学 正員 樋渡 滋
 東北大学 正員 倉西 茂
 首都高速道路公団 正員 大貫 一生

曲線プレートガーダーは、その曲率のために変形や応力の挙動が直線プレートガーダーとは異なる。曲線プレートガーダーが曲げ作用を受けるとき、荷重の初期の段階からウェブプレートの圧縮側は曲率中心の外側に、引張側は内側に変位して曲げモーメントの増大と共にウェブプレートに大きな変形を生ずる。このウェブプレートは上下フランジの水平方向曲げ剛性とねじり剛性によって弾性拘束され、フランジはウェブプレートから力を受ける。本稿は、曲線プレートガーダーが曲げ作用を受ける場合の弾性挙動を、ウェブとフランジの協同作用を考慮に入れて解析した結果を報告するものである。

解析は浅いシェル理論に基づき、円筒状要素を用いた有限要素法により幾何学的非線形性を考慮し、荷重増分法を用いて曲線プレートガーダーの有限変形挙を対象とした。解析モデルは水平補剛材を持たない曲線プレートガーダー ($h=120\text{cm}$) とし、隣接する垂直補剛材で切りとられる I 型パネルを取りあげた。(図-1) パネルには曲げモーメントに相当する曲げ応力を与え載荷辺を単純支持とした。

対称性を利用してパネルの右半分をとりあげて水平方向に 3 等分し、ウェブプレートを垂直方向に 1/6 等分した要素を用いた。(図-2) フランジ断面積 (A_f) とウェブ断面積 (A_w) の比は一定 (1.0) としている。

プレートガーダーの面内曲げ応力度分布の例を図-3 に示す。この応力度分布から中立点に関する圧縮部分のモーメント (M_c) を求め、ウェブ圧縮縁応力度と中立点を結ぶ直線分布を仮定したときに M_c と同等のモーメントを与える部分 (h_e) を有効断面と定義する。(図-4)

図-5 は断面 a-a について有効断面をウェブ厚で除した無次元有効断面と作用曲げ応力のウェブ縁端応力度 (σ_0) の関係を示したものである。無次元有効断面はウェブ厚が大きい程 (幅厚比 λ が小さい程) 大きく、解析されたパラメータの範囲では 30 を下まわることはない。また SM58 のような高張力鋼の場合でも弾性範囲においては 40 を下まわらない。図-6 は圧縮フランジに生ずる水平方向のせん断力 (τ_f) とウェブ縁端曲げ応力度の関係をj示している。縦軸は曲りばりの 1 次理論によって得られる面外方向せん断力 $\tau_0=M/h/R$ に対する τ_f の倍率 $k=\tau_f/\tau_0$ で表示している。このせん断力は圧縮フランジの水平座屈を助長する成分であり、垂直補剛材位置 (載荷辺) に近い部分 (c 点) に強く分布するが、

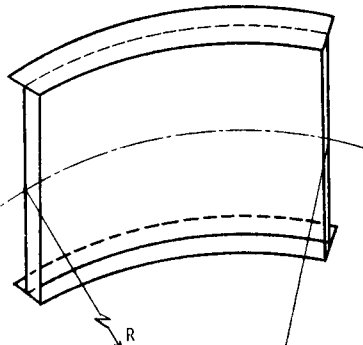


図-1 曲線 I 型パネル

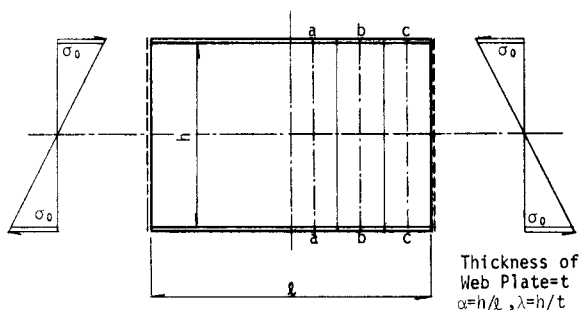


図-2 荷重および境界条件

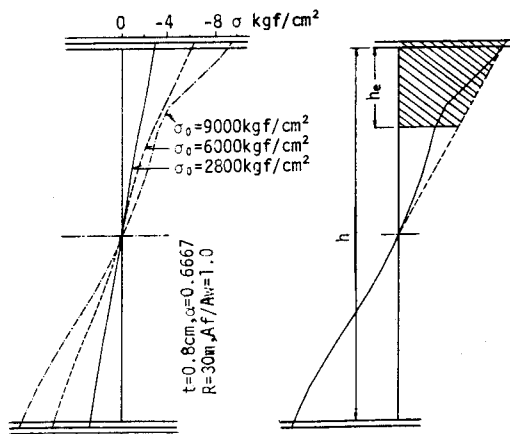


図-3 曲げ応力度分布

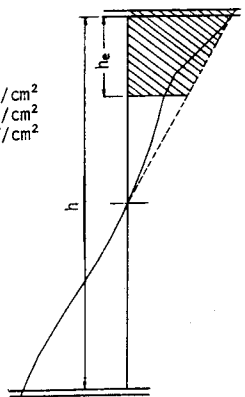


図-4 有効断面

パネルのスパン中央に近い部分（a点）でも / 次理論値の3.5倍位の値となり、c点では / 次理論値の / 9倍の値になることがある。曲げ応力レベルが増加するに従ってk値も増加する傾向があるがその変化は小さい。図-7は圧縮フランジに生ずるねじりモーメント（Mt）とウェブ縁端応力度の関係を示す。曲げモーメントの小さい領域ではc点にa、b点とは逆向きのねじりモーメントが生ずる。b点のねじりモーメントは曲げ応力レベルの増加と共に急激に増加し、c点では負のねじりモーメントがやや増加するが、やがて正方向に転ずる。図-8はパネルのスパン中央部における上フランジの垂直変位（ δu ）と見かけのウェブの垂直ひずみ（ $(\delta u - \delta a)/h$ ）を無次元化して縦軸（対数目盛）に表示したものである。無次元化された上フランジの垂直変位は作用曲げモーメントの増加と共に急激に増大する。また見かけのウェブの垂直ひずみはウェブの板厚に大きく左右される。

解析パラメーターの他の値については当日の発表にゆずる。

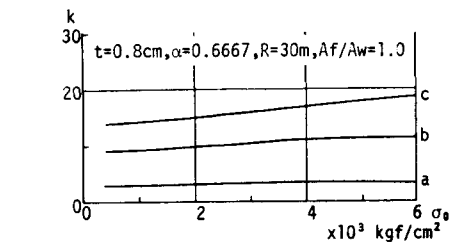


図-6 圧縮フランジの水平せん断力

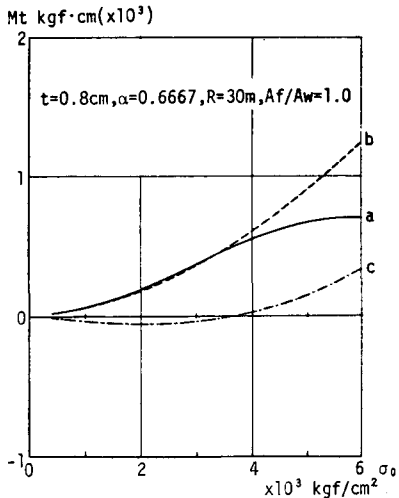


図-7 圧縮フランジのねじりモーメント

参考文献

菅井・樋渡・倉西：曲げを受ける曲線ウェブの有効断面について：第35回土木学会全国大会概要集

(1980)

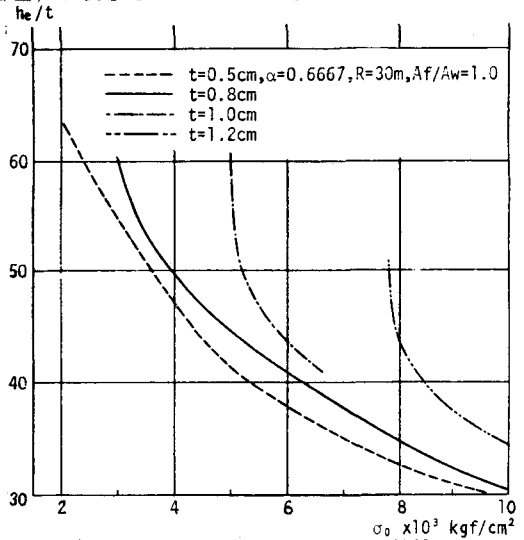


図-5 有効断面と曲げ応力の関係

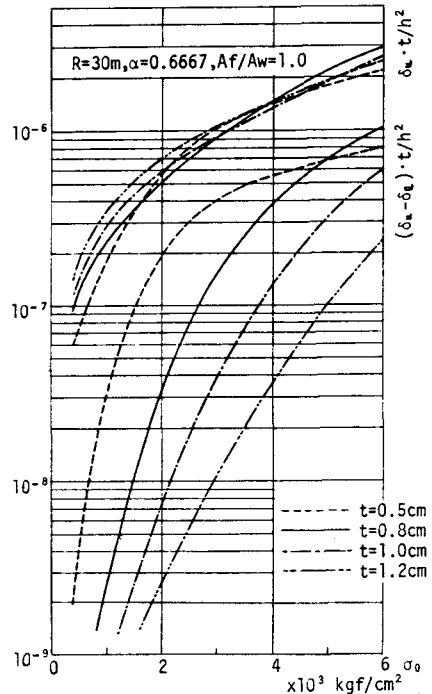


図-8 圧縮フランジの垂直変位