

曲線鋼箱桁橋の主要構成要素の弾性挙動に対する曲率の影響

大阪大学工学部 正員 小松定夫

大阪大学工学部 正員 西村宜男

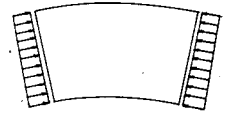
大阪大学大学院 学生員 藤原幸喜

1. まえがき 最近、鋼曲線桁の腹板やフランジの強度設計法に関する研究が各所で行われているが、その多くは腹板やフランジを独立に取出した単一パネルを対象としたものである。このような単一パネルの解析においては境界条件が理想的なものに仮定され、箱桁における実際的な条件、とりわけ腹板とフランジの相互拘束効果を考慮できないと考えられる。本文では曲線鋼箱桁における腹板とフランジの相互拘束を明らかにするために箱桁ブロックを対象とした弾性有限変位解析を行い、腹板単体モデルの解析結果との比較を中心として考察を加える。

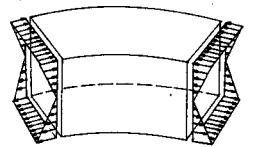
2. 解析法とモデル 解析モデルは図-1に示すように、周辺単純支持された腹板単体モデルと箱桁ブロックモデルとする。これらのモデルは腹板の垂直補剛材間の1パネルを取出したものである。腹板は曲線桁固有の曲率のほかに腹板高の $1/250$ の初期たわみを、またフランジには腹板間隔の $1/150$ の初期たわみを有するものと仮定した。これらのモデルが図-1に示すような曲げモーメントを受ける場合についてアイソパラメトリックシェル要素¹⁾を用いた有限要素法によって弾性有限変位解析を行った。要素の1節点当りの変位自由度は板面内回転角を除いた5自由度であるが、立体モデルを解析するために腹板とフランジの接合辺上の節点には6自由度を考慮している。またモデルの要素分割は腹板 6×5 、フランジ 6×4 としている。



腹板単体モデル



フランジ単体モデル



箱桁ブロックモデル

3. 腹板単体モデルと箱桁ブロックモデルの比較 腹板単体モデル

と箱桁ブロックモデルの相違点は非載荷辺のたわみ角に対する拘束条件と、腹板のたわみ変形が増加したときの腹板腹応力の再分配に

おける対象領域の2点にある。図-2は腹板単体モデルを対象とした初期降伏モーメント M_{fy} と腹板幅厚比 b_w/t_w の関係図である。サブパラメータ θ はパネルの中心角である。モデルではパネル長 a は $2m$ としているから $\theta=0.001$ は曲率半径 $R=2000m$ となりほとんど直線桁に近い場合であり $\theta=0.02$ は $R=100m$ で実績例の多い曲線桁を代表している。腹板単体モデルの計算結果では $\theta=0.01$ 、 $R=200m$ 程度から曲率の影響が現われ初期降伏モーメントが低下する。また図中に箱桁ブロックモデルの解析結果の一部($\theta=0.02$ の場合)をプロットしたが、腹板単体モデルに比べて初

図-1 解析モデル

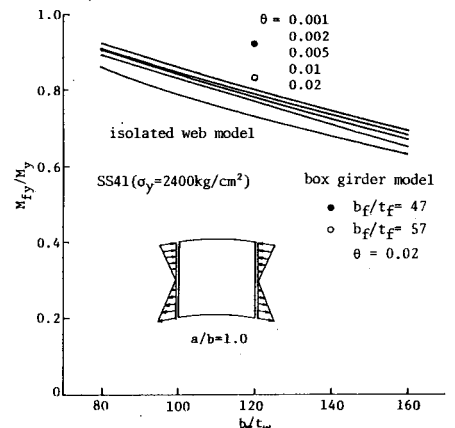


図-2 初期降伏モーメントの比較

初期降伏モーメントはかなり高くなっている。

図-3に面モデルの膜応力(板中央面の軸方向垂直応力)分布を比較して示した。腹板の引張側応力分布は両モデルではほとんど差が見られないが、圧縮側については大きな差を生じている。腹板単一モデルは圧縮側腹板のたわみ変形によって応力再分配が生じ圧縮側縁応力が大きくなる。これに対して箱桁ブロックモデルではフランジによる拘束効果によって腹板のたわみ変形が抑制されて単体モデルのような顕著な応力再分配は見られず、従って圧縮側の縁応力の極端な増加は生じない。

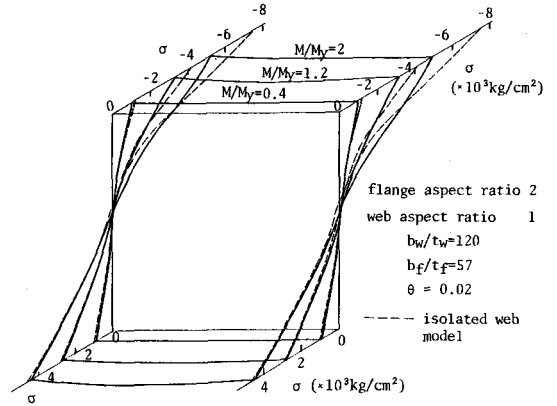


図-3 膜応力分布の比較

このような膜応力分布特性が前述の両モデルの初期降伏モーメントの差と対応している。

図-4は腹板の最大たわみと荷重の関係を表わしている。箱桁ブロックモデルでは内外腹板のたわみに

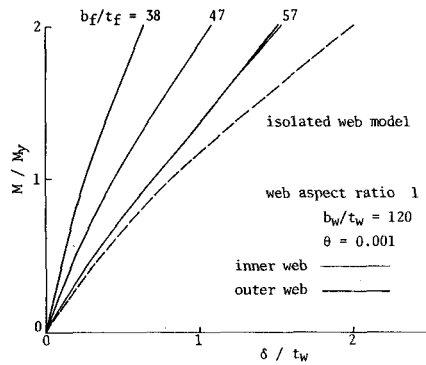


図-4a 腹板の最大たわみ ($\theta = 0.001$)

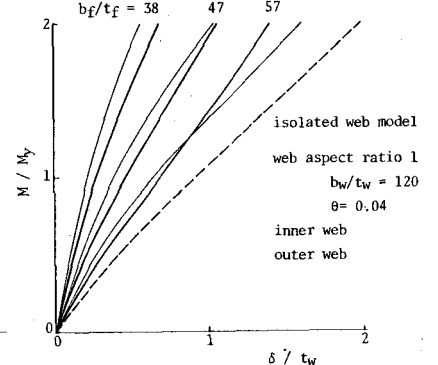


図-4b 腹板の最大たわみ ($\theta = 0.04$)

に差を生ずる。 $\theta = 0.001$ の直線桁に近いモデルではほとんど差は見られないが、 $\theta = 0.04$ ($R = 50m$)のモデルでは有意な差を生じている。この腹板たわみは与えた初期たわみの方向によって挙動が相違するから、フランジを含めて初期たわみの与え方についてより詳細な検討が必要である。またフランジの幅厚比は腹板に対する拘束度に直接影響を与えている。フランジ幅厚比が大きいほど拘束度は低下するから、腹板たわみは腹板単体モデルの挙動に近づく傾向が認められる。図-5はフランジの最大たわみと荷重の関係を表わしている。この解析例ではフランジの挙動に対する曲率の影響は比較的僅少である。

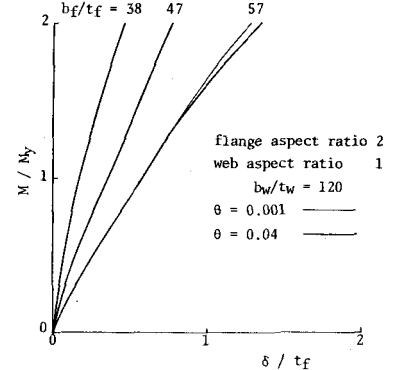


図-5 圧縮フランジの最大たわみ

4. あとがき 本文では曲線鋼箱桁の主要構成要素である腹板とフランジの有限変位挙動について考察した。こゝで得られた知見を踏えて、材料非線形を含めて曲線鋼箱桁の極限強度特性を明らかにすることが今後の課題である。

参考文献 1) Zienkiewicz, O.C.: The finite element method in engineering science, McGraw-Hill, 1971.