

秋田大学土木工学科 学生員 泉 晴夫
 秋田大学土木工学科 正員 稼 農 知 徳
 秋田大学土木工学科 正員 薄 木 征 三

1 まえがき 直線プレートガーダーの腹板の耐荷力に関する研究は平板の弾性座屈強度から初期不整を考慮した圧縮補剛板の弾塑性有限変形解析による極限強度に至るまで多くの研究がなされ、道路橋示方書にもこれらの解析結果に基づいた規定が設けられている。しかし、これまででかつてない多くの曲線橋の架設をみながら道路橋示方書の規定には曲線橋の設計に関する規定は非常に少なく、曲線プレートガーダーの腹板に関する規定は明らかに設けられていない。これは直線プレートガーダーの腹板規定を準用して差支えないと解釈しているためである。曲線橋の力学的挙動は直線橋のそれと大きく異なっていることはよく知られている。曲線プレートガーダーの腹板もその面外に曲率を有しているのでその挙動は直線プレートガーダーの腹板の挙動とは異なることも予想され、これを解析検討しておくことは必要なことと思われる。曲線プレートガーダーの腹板の耐荷力解析には弾塑性有限変形挙動解析を必要とすると思われるが、ここでは基礎的研究として分岐座屈問題を取扱ったものである。すなわち、曲げが作用する円筒腹板パネルを対象とし、円筒シェル理論に基づき、曲率ある円筒シェル要素を用いた有限要素法により円筒腹板パネルの弾塑性座屈強度解析を行った。

2 解析の方法 曲線プレートガーダーの上下フランジと2つの垂直補剛材で囲まれた円筒腹板パネルが純曲げを受ける場合を対象として Fig. 1 に示すような円筒シェル要素を考える。Donnell の薄肉シェル理論に基づき、通常の有限要素法を用いる。対象構造物が薄肉シェル構造であるため曲線要素を選び四辺形円筒要素とし、変位関数は G. Cantin and R. W. Clough [1] の式を用いる。この時の要素の自由度は20個となる。弾性領域における座屈においては弾性線形剛性マトリックス $[K_E]$ 、安定係数マトリックス $[K_G]$ を求めると、弾性座屈強度解析の方程式 $\{F\} = ([K_G] - \lambda[K_E])\{U\}$ が得られる。塑性領域の座屈においては (1) Hencky の塑性変形理論を基礎にして、座屈時のひずみの反転はないものとする。 (2) 材料は応力-ひずみ曲線を理想化した完全弾塑性体として、ひずみ硬化は考えない。 (3) Von. Mises の降伏条件に従うなどを用いた。修正された弾塑性剛性マトリックス $[K_{EP}]$ 、安定係数マトリックス $[K_{GP}]$ を求めると、弾塑性座屈強度解析の方程式 $\{F\} = ([K_{GP}] - \lambda[K_{EP}])\{U\}$ が得られる固有値、固有ベクトルは、Gauss-Seidel 反復法により求めた。

3. 結果 Fig. 2 に解析結果の一部を示す。 $a = b = 120 \text{ cm}$, $t = 0.8 \text{ cm}$, $\sigma_y = 2400 \text{ kgf/cm}^2$ (235.2 Mpa), $E = 2.1 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$ (205.8 Gpa) の円筒腹板パネルの M^t/M^y の値を曲率パラメーター $z = b^2/Rt$ の変化に対してプロットしたものである。ここで M^t は弾塑性曲げモーメント、 M^y は外縁が降伏した時の曲げモーメントである。

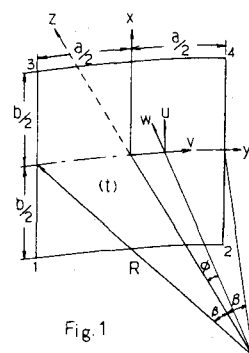


Fig. 1

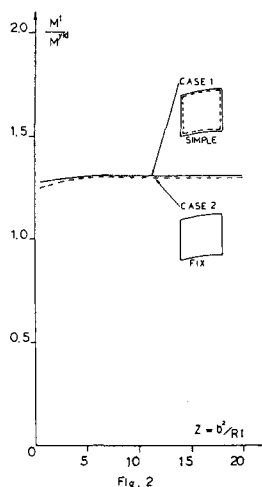


Fig. 2

[1] G. Cantin and R. W. Clough; AIAA Jour. Vol. 6, No. 6, 1968