

1. まえがき

現在、鋼構造物に広く使用されている断面形状はI型や箱型であり、平板により構成されている。これ等の断面は単純で、力学的にも合理的な構造であるが、形状の単純さから設計自由度を制限している点は否めない。そこで折板構造をプレートガーダーのウェブ板として用い、橋梁設計の自由度を拡張しようとする試みが倉西¹⁾等により提案されている。また、すでに線形座屈解析により、曲げ座屈に関する強度の向上が確かめられている²⁾。本研究では、この折板構造の実用化を目的として、弾塑性有限変位解析により、曲げを受ける折板構造ウェブの終局状態に至るまでの挙動を検討した。

2. 解析モデルについて

本研究で用いた解析モデルを図-1に示す。このモデルはプレートガーダーの垂直補剛材で区切られた1パネルを取り出し、折板構造のウェブプレートを解析対象とし、10×10のメッシュに分割する。ウェブを折り曲げる位置については、従来の水平補剛材の取り付け位置に相当する、圧縮フランジより全ウェブ高さ b の1/5点とする。境界条件としては、左右補剛材辺の鉛直変位を拘束し、面外方向は四辺単純支持とする。なお、鋼材についてはS M50材 ($\sigma_Y = 3200 \text{ Kg/cm}^2$) を用いるものとする。その他の諸元は道路橋示方書の仮組立ての規定に従い、幅厚比を220、初期たわみ W_0 をウェブ高さの1/250を最大たわみとする二重正弦級数と仮定した。縦横比を1.0と固定し、折れ角をパラメータとして解析した。

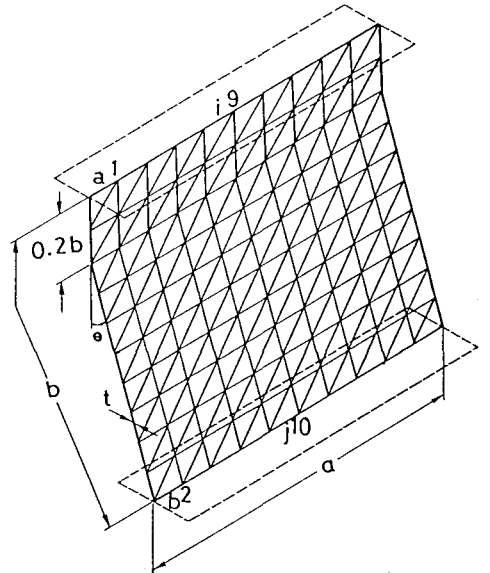


図-1 解析モデル

3. 結果および考察

折れ角 θ をそれぞれ 5° , 10° , 15° , 20° と変化させた時のモーメント-曲率曲線を図-2に示す。ここでは曲率を $\rho = \epsilon / (b/2)$ (ϵ は圧縮側ウェブ上端での曲げひずみ)としている。曲率 ρ が 1.5×10^{-3} まで、各曲線とも曲率はほぼ線形に増加し、この値を越えると断面の塑性化が進んで曲率が著しく増加する。折れ角度を増加させるに従い、終局曲げモーメントも増加する結果が得られた。これは折れ角度を増すに従って面外剛度が高まるとともに、幅厚比 b/t を一定にしているため、ウェブ高さが低くなっている事に起因していると思われる。実際、折れ角 20° の時、ウェブ高/板厚の比は209となる。

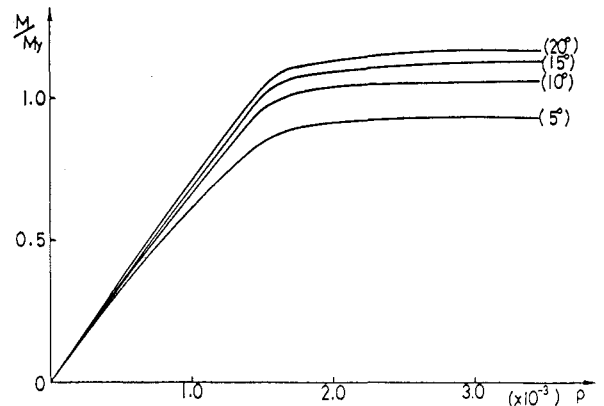


図-2 モーメント-曲率曲線図

次に、各ケースで断面の塑性化が進んで変位が増大し始める時の曲率 $\rho = 1.5 \times 10^{-3}$ での面外

変位を、折れ角をパラメータにして図-3に示す。面外変形のモードは橋軸方向に類似しているため断面1-2、9-10での形状のみを示す。折れ角の増加により、全体的な面外変位は小さくなっていく。また同時に、面外変位の0となる点が圧縮フランジ方向に移動し、ウェブの引張側で圧縮側の面外変位と反対方向に変形が大きくなる。モーメントと面外変位の関係を検討してみると、折れ角 10° 以上の範囲では弾性域内の座屈は起こらず、降伏モーメント M/My

$=1.0$ を越えると、ウェブ圧縮側で断面の塑性化が始まり、後に引張側も塑性化しウェブ全体が初期たわみ側に大きくたわんで終局状態に達する。折れ角 10° の時の終局変形モードを図-4に示す。

図-5は曲率 $\rho = 1.5 \times 10^{-3}$ の時の面内曲げ応力分布を示している。折れ角 5° の場合、モーメント $M/My = 0.9$ 、折れ角 15° では $M/My = 1$

.093である。

折れ角 15° の場合、折り曲げ位置で曲げ応力が大きくなって圧縮側で応力が平均化され、圧縮側最外縁での応力を減少させる。これに従って、引張側での応力も

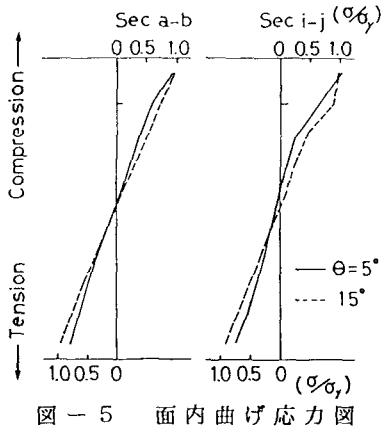


図-5 面内曲げ応力図

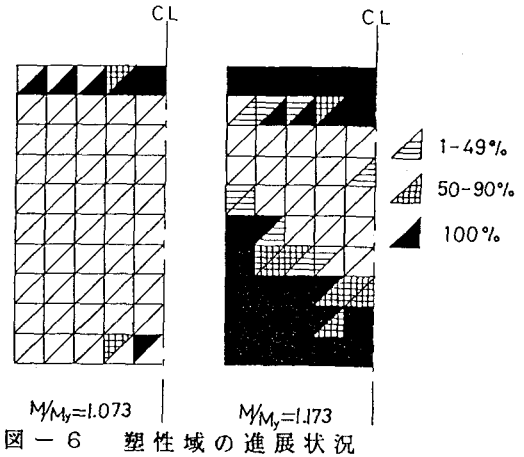


図-6 塑性域の進展状況

大きくなり、ウェブ全体の応力分布は線形分布に近づく。このことから、ウェブを折り曲げることによる終局曲げ強度の増加が説明される。また、折れ角 5° の場合でも圧縮部分での応力欠損はあまり見られず、この角度でも折板の効果が認められる。図-6に折れ角 15° の時の塑性域の進展状況を示す。ウェブ全体の応力分布が線形に近いと、圧縮側と引張側でほぼ同時に断面の降伏が始まり、進展しているのがわかる。

5. 参考文献

- 1) 倉西：新しい断面形状のプレート・ガーダー、土木学会第40回年次講演会、I-458, pp.915-916, 昭和60年。
- 2) 小野寺・倉西・岩熊：折板構造ウェブの座屈強度設計について、土木学会第41回年次講演会、I-113, pp.225-226, 昭和61年。