

V-72

複合桁に用いる波形鋼板の折曲げ性状に関する構造細目的な検討

日本大学大学院 学生員 ○青木 正行
 ドーピー建設工業（株） 正会員 佐々木 徹
 日本大学工学部 正会員 原 忠勝

1. はじめに

波形鋼板をウェブに用いたPC複合構造は、通常のPC構造に比べ、主桁重量を25%程度軽減できるなどの利点を有することから、今後の発展が期待される橋梁形式である。しかし、比較的新しい構造形式であるため、構造細目はもとより、設計・施工指針が確立されていないのが現状である。そのため、現行の波形鋼板ウェブの折曲げ加工は、道路橋示方書Ⅱ鋼橋編¹⁾の規定を準用している。この規定は、曲げ加工によるひずみの局所化を避けるため、内側半径を板厚の15倍以上とし、且つ鋼板の表面ひずみが3.0%以下となるよう定めたものである。従来の鋼構造部材における曲げ加工箇所は、門型ラーメン橋脚の隅角部等の比較的大きな部材・部位であるため、道路橋示方書の規定を適用することで、ひずみの局所化を避けることが可能である。しかし、波形鋼板の折曲げ加工に際しては、狭い領域で行われるため、局所的なひずみを生じることが予測される。

このような背景の下に本検討では、複合桁に用いる波形鋼板の折曲げ加工に関する構造細目的な資料を得ることを目的とし、折曲げ部のモデル化による曲げ半径と表面ひずみの検討、および曲げ試験による検討を行った。

2. 折曲げ半径と曲げ加工部の表面ひずみに関するモデル化

ここでは、波形鋼板ウェブの折曲げ部に生ずるひずみを求めるために、図-1に示すように、折曲げ領域には一様の応力が生じ、且つ全断面有効とした仮定の下に、単曲線モデルを考えた。

これより、折曲げによる曲率と表面ひずみの関係、および曲率と内側半径の関係は、 $\phi \approx \tan \phi$ と近似することで、次のように表わすことができる。

$$\phi = \tan \phi = \frac{2\varepsilon}{t} \quad \text{---(1)} \quad \phi = \frac{1}{\rho} = \frac{1}{R + \frac{t}{2}} \quad \text{---(2)}$$

また、上式を内側半径と表面ひずみの関係について解くと、次式となる。

$$R = \frac{t \cdot (1 - \varepsilon)}{2\varepsilon} \quad \text{---(3)}$$

ここで、道路橋示方書の規定である $R = 15t$ を(3)式に代入すると、平板の表面ひずみは3.2%となる。これに対して、平板の表面ひずみを3.0%とした場合、内側半径は16.2tとなる。したがって、折曲げ加工に際して道路橋示方書を準用する場合、内側半径は規定値よりも若干大きくするのがよいように思われる。

しかしながら、これら道路橋示方書の規定は、現在、慣用的に用いられているもので、曲げ半径や曲げ角度と、平板の表面に生ずるひずみとの関係を再検証する必要がある。

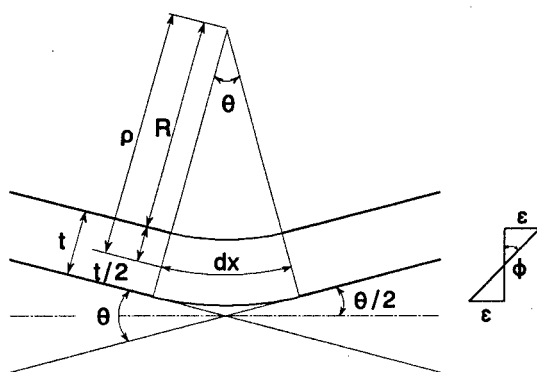


図-1 単曲線モデル

3. 実験結果との比較検討

折曲げ部のモデル化を検証するため、図－2に示すように鋼板の曲げ試験を行った。ここでは、試験体として、板厚6mm（SS400）の鋼板を用い、内側半径を $R=15.9t$ とした。また鋼板のひずみは、スパン中央から10mm間隔に配置したひずみゲージにより、さらに変位は、スパン中央、および支点外両側の2箇所に配置した変位計により測定した。

これより図－3は、変位の測定結果より求めた曲げ角度と、鋼板引張側の表面ひずみの測定結果を示したものである。図に示すように、表面ひずみは、中央断面で大きく、支点に近づくにつれて小さくなる傾向を示した。また各断面のひずみは、曲げ角度が大きくなるにつれて大きくなり、中央断面付近では、ある曲げ角度を越えるとほぼ一定となった。

スパン中央断面の表面ひずみは、曲げ角度 90° としても3.0%より若干小さい値であったが、式（3）による計算値とほぼ同様の値となった。したがって、道路橋示方書による規定は、曲げ角度が 90° 付近を想定して定められたものであるように思われる。このため、曲げ角度が約 $30\sim40^\circ$ の範囲の波形鋼板の曲げ加工に対する構造細目を定める場合、曲げ半径のみで表面ひずみを求めるのではなく、さらに曲げ角度を考慮した検討が必要と考えられる。

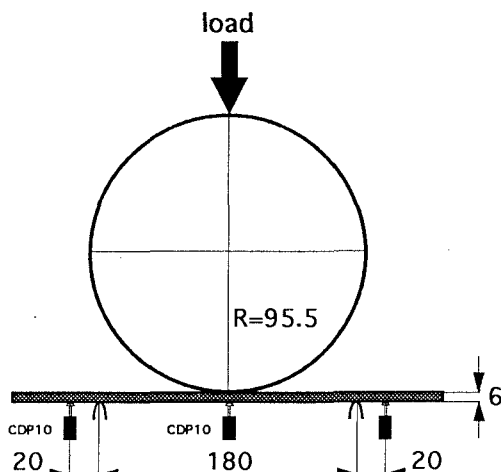
4. まとめ

ここでは、波形鋼板のように局所的な曲げ加工を行わなければならない部材に対する構造細目的な事項について、モデル化による曲げ半径の再検証と、曲げ試験によるひずみ性状より検討を行った。これらの結果を要約すれば、以下ようになる。

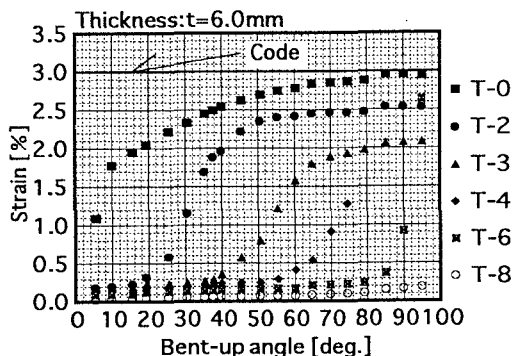
単曲線をモデル化した曲げ半径とひずみの計算値は、曲げ角度が 90° 付近でほぼ一致する傾向を示した一方、曲げ角度が小さい場合、計算値よりも小さい値となったが、本実験は、道路橋示方書の規定を満足する曲げ半径で行ったもので、今後、曲げ半径を変化させた場合について実験を行う必要がある。本実験の範囲内では、 $R=15t$ 以下としても、表面ひずみが3.0%以下であるので、曲げ角度が $30\sim40^\circ$ と小さい波形鋼板に対しては曲げ半径を小さくしてもよいように思われる。しかし波形鋼板には、折曲げ加工により、降伏以上のひずみが生じており、降伏領域と弾性領域が混在しているといえる。そのため、波形鋼板をウェブに用いた複合桁の性状を検討する場合、特にせん断力作用下においては、これら降伏領域が混在することを考慮すべきであると思われる。

【参考文献】

- 1) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋編，pp.360～365，1994年2月



図－2 曲げ試験



図－3 表面ひずみと折曲げ角度の関係