

大阪市立大学工学部 正 員 中井 博 大阪市立大学工学部 正 員 北田俊行
 大阪市立大学工学部 正 員 村山泰男 大阪市立大学工学部 学生員○山本学史

1. はじめに 本研究は、曲線箱桁橋の圧縮フランジを想定し、勾配を有する圧縮応力が作用する補剛板パネルの終局強度を対象として解析を行ったものである。そのため、(a) 残留応力、(b) 幅厚比、(c) 補剛材剛比、および (d) 縦横比をパラメータとした弾塑性有限変位解析¹⁾を行い、終局強度特性を調べた。また、応力勾配のある圧縮補剛板の終局強度を、純圧縮を受ける補剛板の既存の終局強度式を用いて評価する方法についても検討した。

2. 解析モデルと境界条件 図-1には、曲線箱桁橋の圧縮フランジを取り出し、応力勾配のある圧縮補剛板としてモデル化したものを示す。この解析モデルでは、橋軸方向の対称性を考慮して、中央に横リブを有し、長さが横リブ間隔 a の部分 $abcd$ としている。そして、非載荷辺 ad 、および bc の境界条件は、腹板で支持されているため単純支持とみなした。また、載荷辺 ab 、および dc の境界条件としては、 x 軸方向に圧縮変位を与え、 z 軸方向へのたわみは拘束しないが、対称性によりたわみ角のみを拘束することとした。

2.1 解析対象とした各種パラメータ 幅厚比パラメータ R_t は、実橋によく採用される範囲内の $R_t = 0.42, 0.52, 0.70, 0.87$, および 1.05 の 5 ケースについて解析を行った。縦補剛材の剛比 γ は、道路橋示方書の必要最小剛比に対する比 γ / γ_{req} が、 $0.33, 0.71, 1.33, 2.23$, および 11.7 の 5 ケースとした。また、縦横比 α は、使用頻度の高い 0.8 前後に設定し、 $\alpha = 0.4, 0.8, 1.0$, および 1.5 の 4 ケースとした。残留応力は、自己平衡の条件を満足するように、図-1に示すような分布形、および大きさとした。初期たわみについては、道路橋示方書²⁾の製作基準により、補剛板の全体的な初期たわみとしては、 $a/1,000$ を与え、また板パネルの局所的な初期たわみとしては $b/150n$ (n : パネル数) を与えた。

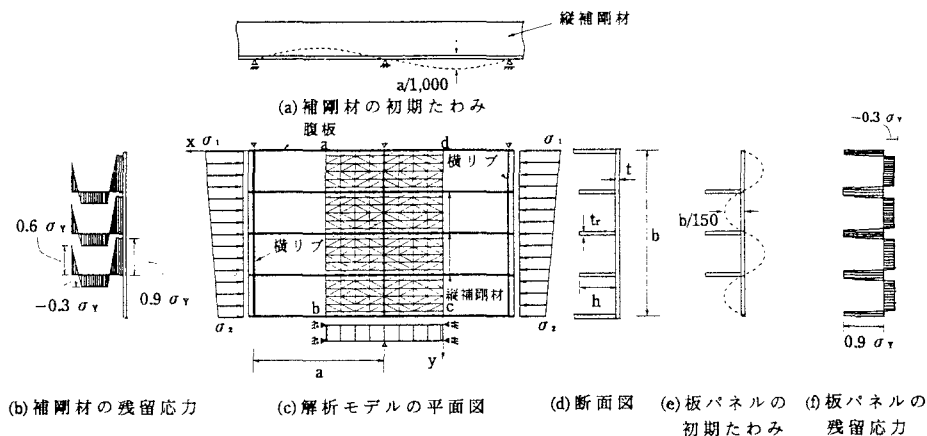


図-1 解析モデル、残留応力、および初期たわみ

3. 数値解析結果 図-2(a)には、縦横比 $\alpha = 0.78$ のケースに対し、縦軸に終局時の平均圧縮応力度 σ_u を降伏点 σ_y で無次元化した値を、また横軸に応力勾配パラメータ $\phi_u (= (\sigma_1 - \sigma_2) / \sigma_1)$ を取って両者の関係を示している。この図より、幅厚比が小さいほど終局強度 σ_u / σ_y は、大きくなる。また、応力勾配の増加による終局強度の低減は、比較的小さい。しかし、幅厚比パラメータが大きくなるにしたがって、応力勾配パラメータ ϕ_u の増加による終局強度の低減は、大きくなる。

図-2(b)には、幅厚比パラメータ $R_t = 0.7$ 、および縦補剛材剛比 $\gamma / \gamma_{req} = 2.0$ を一定に保ち、縦横比を Hiroshi NAKAI, Toshiyuki KITADA, Yasuo MURAYAMA and Satoshi YAMAMOTO

変化させた場合の σ_u/σ_v と ϕ_u との関係を示す。同図より、縦横比 α による終局強度の変化は小さいことがわかる。

また、図-2(c)には、縦横比 $\alpha=0.78$ 、および幅厚比パラメータ $R_f=0.70$ に保ち、縦補剛材剛比を変化させた場合の σ_u/σ_v と ϕ_u との関係を図示している。この図より、 γ/γ_{req} が大きくなれば、終局強度 σ_u/σ_v は、大きくなる傾向にある。剛比が道路橋示方書の必要最小値を大きく下回る $\gamma/\gamma_{req}=0.33$ の場合の終局強度 σ_u/σ_v は、極端に小さくなっている。

4. 応力勾配を考慮した終局強度の推定法 本研究で実施した数値解析結果によると、応力勾配パラメータ ϕ_u の増加による終局強度の低減量には、圧縮補剛板の幅厚比パラメータの値が大きな影響を与える。しかしながら、その他のパラメータの影響は、少ないことがわかった。そこで、解析結果、および検討結果を用いて、応力勾配のある圧縮補剛板の終局強度を、純圧縮を受ける補剛板の終局強度(σ_u) $\phi_u=0$ と関連づけしてみた。いま、 $\chi = \sigma_u/(\sigma_u)_{\phi_u=0}$ を、応力勾配による終局強度低減係数と定義する。そして、この低減係数 χ を、応力勾配パラメータ ϕ_u 、および幅厚比パラメータ R_f を用いて次式で表すと、次式が得られる。

$$\chi = \{(2-\phi)/2\}^\omega \quad \cdots(1)$$

$$\omega = 0.4R_f^2 \quad \cdots(2)$$

ただし、上式の適用範囲は、以下のとおりとする。

$$0 \leq \phi \leq 0.6 \quad (R_f \leq 1.0) \quad \cdots(3)$$

式(1)の曲線と数値解析結果との比較を、図-3に示す。また、図中には、道路橋示方書で規定されている耐荷力を $\sigma_u/(\sigma_u)_{\phi_u=0}$ に換算した値も示してある。

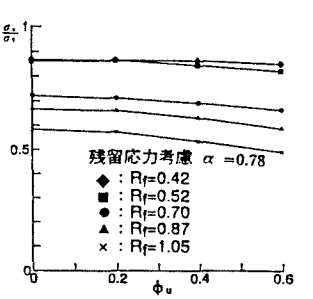
道路橋示方書の方法によると、応力勾配が大きくなればなるほど、本解析結果と比較して χ の値が小さくなる。また、幅厚比パラメータ R_f が大きくなるほど、 χ の値が大きくなり解析結果と異なった傾向も示している。ところが、式(1)の提案式と解析結果との傾向はよく一致しており、提案式による計算結果の解析結果に対する誤差は最大5%以内に収まった。したがって、式(1)を用いることにより、曲線箱桁橋で、応力勾配を有する圧縮補剛板の終局強度を、純圧縮補剛板の終局強度から精度よく推定できることがわかった。

5. まとめ

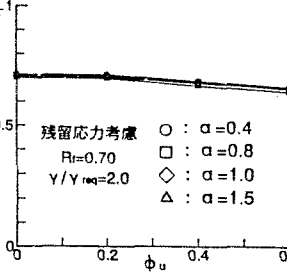
- (1) 応力勾配を有する圧縮補剛板と純圧縮の補剛板との終局強度との比 $\sigma_u/(\sigma_u)_{\phi_u=0}$ の値は、幅厚比パラメータ R_f の影響を大きく受ける。しかし、残留応力の有無、補剛材剛比、および縦横比の影響は小さい。
- (2) 応力勾配パラメータ ϕ_u の関数である終局強度低減係数 χ を求める式が提案できた。

参考文献

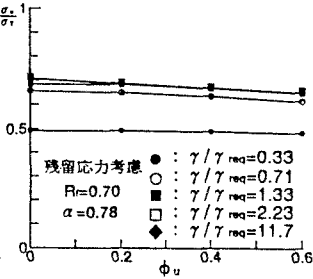
- 1) 小松定夫・北田俊行・宮崎清司：残留応力および初期たわみを有する圧縮板の弾塑性有限変位解析解析、土木学会論文報告集、第244号、pp.1-14、1975年10月
- 2) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説(Ⅰ共通編、Ⅱ鋼橋編)、丸善、平成6年2月



(a) 幅厚比パラメータ R_f を変化



(b) 縦横比を変化



(c) 剛比を変化

図-2 終局強度と応力勾配パラメータとの関係

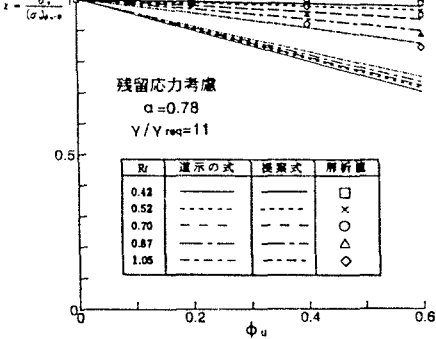


図-3 終局強度係数 χ