

I-A 40

テーパーフランジの圧縮強度に対する板厚比と応力比の影響

大阪大学工学部 正員 村上茂之

大阪大学工学部 正員 西村宣男

大日本コンサルタント 正員 堀田 毅

1. はじめに

鋼橋設計の合理化の一手法として、テーパーフランジを用いた桁の適用がある。テーパーフランジを用いることにより、作用曲げモーメントの変化に応じてフランジ厚を変化させることが可能となり、板継ぎ溶接の工程の省略等の利点が生じてくる。ところが、このようなテーパーフランジの強度評価法および設計法は確立されていないのが現状である。このための基礎資料として、一定応力比の状態の変厚自由突出板としてモデル化されたテーパーフランジの圧縮強度を解析し、板厚比および応力比の影響について検討を行った。

2. テーパーフランジの解析モデル

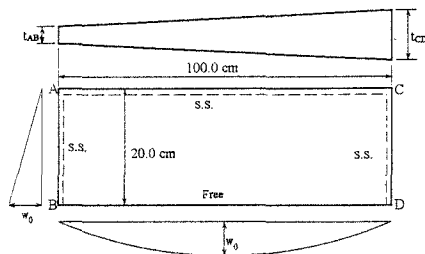
一定応力比の状態での変厚鋼板では圧延方向に板厚が変化するために、軸方向応力だけでは軸方向の力の釣り合い条件が満足されず、軸方向応力に対応した付加的なせん断応力を考慮する必要がある。本報告では、繰り返し計算過程において付加せん断応力の考慮を可能にした弾塑性有限変位解析プログラムを用いてテーパーフランジの圧縮強度解析を行った。表一1に解析モデルの構造諸元を、図一1に解析モデルの概要を示す。鋼材はSS400相当の完全弾塑性体とし、板長 $L=1000\text{mm}$ で自由突出幅 $b=200\text{mm}$ のテーパーフランジを解析モデルとした。最小板厚を $t_{\min}=10\text{mm}$ とし、最大板厚 $t_{\max}$ を 11mm から 13mm まで変化させる。また、式(1)で与えられるパラメータ β を $1.0, 0.75, 0.5, 0.25, 0.0$ とする応力比(r)を各板厚比(c)毎に与えた。式(1)右辺の分母は板厚比の関数であるためテーパーフランジの形状的特性を表わし、最大板厚断面での応力の余裕量に結びつく。一方、分子は荷重条件の特性を示すものであり、付加せん断変形を考慮することによって変化する。従って β は、応力の余裕量を表わす指標となる。また式(1)から明らかなように、パラメータ β は等厚板($c=1.0$)に対しては適用出来ないパラメータである。

$$\beta = \frac{r-1}{1/c-1} \quad (1)$$

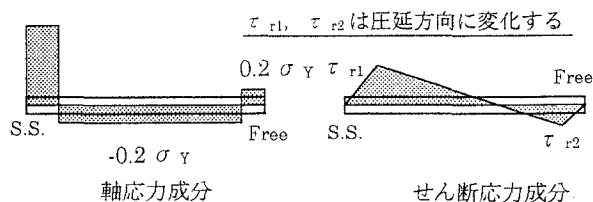
初期不整としては、式(2)で与えられる初期たわみと残留応力を考慮した。残留応力モデルを図一2に示す。残留応力分布は、テーパーフランジ桁の残留ひずみ測定結果から、軸方向の力の釣り合い条件を満足するために軸応力とせん断応力によってモデル化された分布となっている。

表一1 解析モデルの構造諸元

	最小板厚	最大板厚	板厚比	応力比	
	$t_{\min}$	$t_{\max}$	c	r	β
TP11A	10.000	11.000	0.909	1.100	1.000
TP11B				1.075	0.750
TP11C				1.050	0.500
TP11D				1.025	0.250
TP11E				1.000	0.000
TP12A	10.000	12.000	0.833	1.200	1.000
TP12B				1.150	0.750
TP12C				1.100	0.500
TP12D				1.050	0.250
TP12E				1.000	0.000
TP13A	10.000	13.000	0.769	1.300	1.000
TP13B				1.225	0.750
TP13C				1.150	0.500
TP13D				1.075	0.250
TP13E				1.000	0.000



図一1 テーパーフランジ解析モデル



図一2 残留応力モデル

$$\frac{\delta_0}{t_{min}} = \frac{b}{100b} \frac{y}{L} \sin\left(\frac{x}{L} \pi\right) \quad (2)$$

3. 圧縮強度に対する応力比および板厚比の影響

図一3および図一4にテーパフランジの圧縮強度の変化を示す。図一3は応力比と圧縮強度の関係を示したもので、図一4は板厚比と圧縮強度の関係を示したものである。縦軸は最小板厚断面の全強度で無次元化した圧縮強度である。図一4において、 $\beta=1.0$ の場合は付加せん断変形を考慮していない一定軸力状態（ $r=1/c$ ）の解析結果であり、 $\beta=0.0$ の場合は一定応力状態（ $r=1.0$ ）の解析結果である。

図一3より、応力比が小さくなり、考慮した付加せん断変形が大きくなると、厚部における応力の余裕量が小さくなるため圧縮強度は減少することがわかる。特に、応力比が1.0の場合の圧縮強度が、他の応力比の場合に比べて小さくなっている。図中の実線は、各板厚比の解析結果を最小自乗近似して与えた直線である。圧縮強度と応力比は、ほぼ線形の関係にあるといえるが、応力比が小さい領域で僅かにばらつきが生じている。一方、パラメータ β を用いると、圧縮強度と板厚比の関係が図一4のように与えられる。図中の実線は、パラメータ β 毎に解析結果を最小自乗近似したものであり、圧縮強度と板厚比がパラメータ β を用いることによって線形関係にあることがわかる、また、各板厚比におけるばらつきが、図一3におけるばらつきに比べて小さいことがわかる。

図一3、4より、応力比と板厚比ではなく、パラメータ β と板厚比を用いることによって、テーパフ

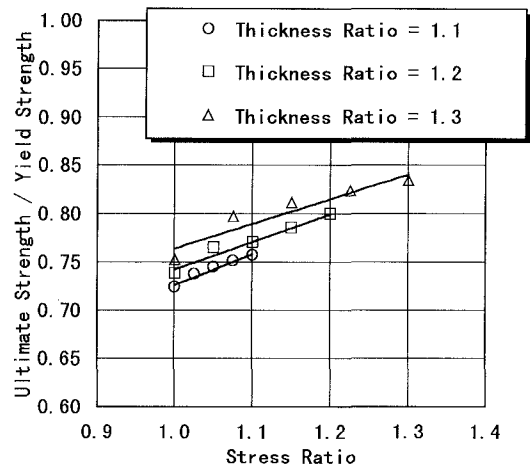
ランジの圧縮強度に対する応力比および板厚比の影響を簡素な形式で考慮することが可能となるといえる。テーパフランジの圧縮強度評価法を確立するためには、今後、幅厚比パラメータを変化させたテーパフランジの圧縮強度を解析し、その圧縮強度特性を明らかにする必要がある。

4. まとめ

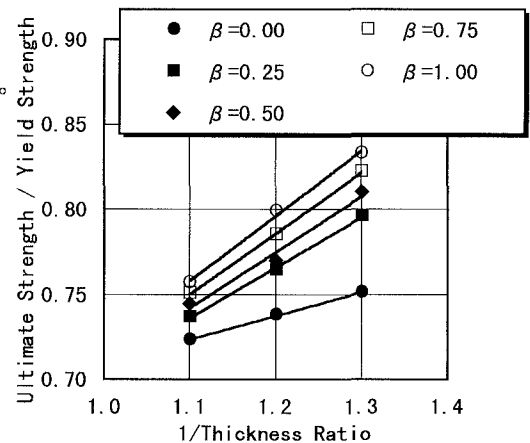
圧延方向の板厚変化と応力比によって求められる付加せん断変形を考慮することによって、任意応力比状態のテーパフランジの圧縮強度を解析した。その結果、応力比と板厚比の関数として与えられるパラメータ β を用いることによって、テーパフランジの圧縮強度が板厚比に対して線形的に与えられることが明らかとなった。

【参考文献】

- 1) 西村宣男, 村上茂之, 堀田毅: 変厚圧縮板の耐荷力解析, 平成8年度関西支部年次学術講演会講演概要集。
- 2) 西村宣男, 堀田毅, 滝英明: テーパープレートを用いたI断面桁の耐荷力実験, 平成8年度関西支部年次学術講演会講演概要集。



図一3 応力比と圧縮強度の関係



図一4 板厚比と圧縮強度の関係