

プレートガーダーの耐荷力に関する振動法および 階差法による理論的研究

京都大学工学部

正員 山田善一

同

正員 渡辺英一

運輸省第一港湾建設局

正員 ○大槻有吾

I. まえがき

プレートガーダーパネル系の大変形を伴う挙動に関しては、かなりの数の研究が行われてきた。筆者らもこの問題にとり組み、振動法と階差法を合わせ用いる手法を考えてきた^{1), 2), 3), 4)}。プレートガーダーの曲げ耐荷力は部材の降伏よりはむしろ、圧縮フランジの接れ座屈、垂直座屈、あるいは桁の横倒れ座屈によって決定されることは過去の実験的事実が裏づけしている。しかしながら、これらの理論的座屈荷重の算出に関しては、かなりの仮定の下に崩壊モードを設定する。例えば Basler の研究においては、フランジの残留応力は三角形分布をして、かつ、その最大値はフランジの降伏強度の 50% であるとし、また横倒れ座屈に関しては、腹板断面積の貢献度はフランジのそれの $\frac{1}{6}$ 、接れ座屈に関しても、弾性域ではこの値は $\frac{1}{6}$ 、非弾性域では $\frac{1}{2}$ としている⁵⁾。ここでは、このような手法とは異なり、プレートガーダーの挙動を、荷重の増大とともに逐次追求し、最後に、フランジの急激な不安定変形を解析することを述べる。

II. 解析法

図-1 はプレートガーダーパネル系のモデルを示している。

圧縮フランジに沿ってはローラーがない点に留意されたい。

一方、パネル系に存在すると考えられる残留応力の分布は図-2 に示めされるが、溶接によっては残留応力は主に、フランジに集中すると考えられ、腹板中の残留応力とフランジ中のそれは図-3 のように不連続的に分布していると考えても差し支えはないと思われる。また、図-4 はフランジ中の応力が荷重とともに刻々変化するのを示す。解析においては、

腹板は大変形を行なうが、弾性を保つと仮定するので、腹板内の残留応力は大きくとれない。ここに上記の残留応力分布を考えた理由がある。腹板内の残留応力は、面内のカウフ

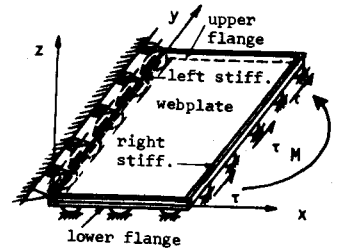


図-1 プレートガーダーパネルのモデル

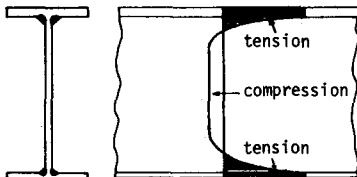


図-2 パネル内の残留応力分布

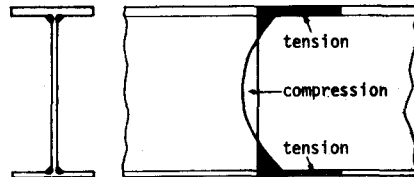


図-3 仮定する残留応力分布

り合いを満たすものであることはいうまでもない¹⁾。

解析においては未知数は変位成分であるが、すべてのつり合い式は主にこの変位成分と残留応力、および腹板の初期たわみによって記述できる^{1), 2), 3), 4)}。また、境界条件式は文献4)に詳細に記述してあるが、フランジの残留応力の大きさによっては、フランジの挙動は弾塑性となる。したがって、もちろん、境界部材の剛性は荷重とともに刻々変化するようになる⁶⁾。この剛性は図4の k -値で支配されると考えられる。

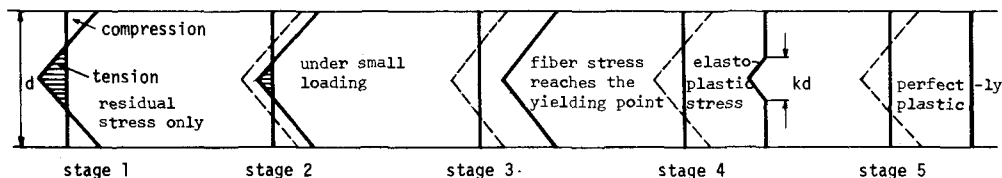


図-4 圧縮フランジの軸応力の荷重による変化

以上のような点を考慮すると、振動パラメーターの取り方は、(1) 腹板の変形の度合い、特に、腹板の線形座屈点近傍の急激なたわみの増大、(2) 弾塑性域での降伏点のひろがりの度合いから決定されるべきものである。結果より、弾性域においては、適当な縮尺の下で特定点の荷重-たわみ曲線が等しい線分長をもつように、また弾塑性域ではフランジの分割点が逐次塑性域に達するように、振動パラメーターである荷重増分もしくは特定点のたわみ増分の大きさを決定するのが一番良いようである。

Ⅲ. まとめ

結論の二、三を挙げると次のようである。

1. 初期たわみの影響は、荷重-たわみ曲線を考えると腹板の線形座屈値付近で大であるが、耐荷力とは直接関係しない。

2. 荷重と圧縮フランジの接れ角の関係をみると図-5に示めすように、荷重が腹板の線形座屈荷重に達する以前では、この接れ角はほぼ零とみて良く、この座屈荷重から更に荷重が増大するにしたがって急激に顕著となる。また、フランジの接れ座屈荷重近傍ではこの接れ角は非常に増大する。

Ⅳ. 文献

1. Watanabe, E.: A theoretical study on the post-buckling strength of webplates in steel plate girders. Ph.D. Dissertation, Iowa State Univ., 1969.
2. 渡辺, Lee T.: プレートガーダーの腹板の後座屈強度に関する理論的研究, I-26 土木学会関西支部年次学術講演会 昭和45年5月
3. Watanabe, E. & Lee, Ti-Ta: A method of analysis of webplates with large deflections, Proc. of JSCE, No. 183, 1970, 93-109.
4. 山田, 渡辺, 大槻: プレートガーダーの耐荷力についての一解析法, 土木学会第25回年次学術講演会講演集第一部 昭和45年11月, pp 41~43.
5. Basler, K. & Thurlimann, B.: Strength of plate girders in bending, Proc. of ASCE 87, No. ST7, 1961, pp 153-181.
6. 大槻: プレートガーダーの耐荷力に関する振動法および階差法による理論的研究 京都大学修士論文 昭和46年3月

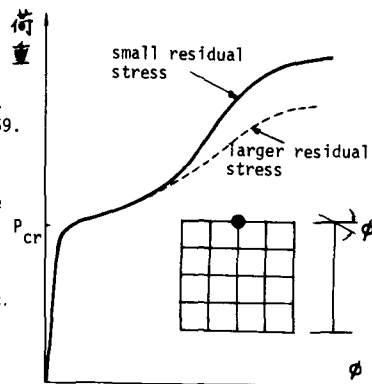


図-5 荷重-圧縮フランジの回転角