

信州大学工学部 学 白田裕一

信州大学工学部 正 清水 茂

信州大学工学部 正 吉田俊彌

横河工事(株) 正 奥原秀敏

1. まえがき

送り出し工法により架設されるプレートガーダーなどの腹板パネルは、座屈あるいは面外変形挙動に対して十分な配慮が必要である。著者らは、この問題に対して文献(1)、文献(2)、文献(3)等で、数値解析的、および、実験的な検討を加えてきた。それらの結果、示方書の規定を満足する程度の初期たわみを有する腹板パネルであっても、座屈のような明瞭な分岐点は得られないことがわかった。そのため著者らは座屈荷重を腹板パネルの強度限界の基準とすることは適当ではないと考え、腹板パネル各部の応力に注目して、その強度を算定することを提案する。

2. 強度限界の決定

本報文で対象としている鋼桁の送り出し架設は桁の各部の応力が弾性限度を超えないことを前提としている。そのため、腹板パネル内部の応力が降伏応力度に達しない限り、作用する荷重によって腹板に変形が生じたとしても、その荷重が除荷されれば、腹板パネルには変形が残らないことを期待できる。そこで、いま考えている腹板パネル全領域において、そのいずれか一部分が材料の降伏応力度に達した時点をもって、腹板パネルの強度限界とすることを考える。具体的には以下の点に注目して、腹板の強度を決定する。

- (1). 支承部の支圧応力度 σ_s (支点反力を支承面積で割った値) が降伏応力度に達したとき。
- (2). 腹板の面内圧縮応力度と面外曲げ応力度の和 (パネルの凹面側の表面応力度) が降伏応力度に達したとき。
- (3). 曲げモーメントによる桁の縁応力度が降伏応力度に達したとき。

ただし、(3) の条件については、通常の梁理論によって計算される値を用いるものとし、(1)、(2) の条件については、文献(2) から得られた計算結果をもとに限界点を見いだすものとする。また、腹板パネルの強度の評価にあたっては支点反力の大きさに着目し、支承部の面内圧縮応力度の値をもって強度を示す指標とする。以上の考察から腹板パネルの強度曲線として、図-1、図-2を得る。図-1は、材料降伏応力度 $\sigma_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$ として、縦軸に σ_s / σ_y 、横軸にアスペクト比 α をとり、パラメータ $\phi = \sigma / \tau$ の値による強度限界の変化についてみている。腹板の最大初期たわみと腹板厚の比 W_0 / t は、すべて $W_0 / t = 0.1$ を用いた。縦軸の $\sigma_s / \sigma_y = 1.0$ で示される直線は、支承部の支圧応力度が降伏応力度に達して限界点となることを意味している。また、強度曲線が $\sigma_s / \sigma_y = 1.0$ より下方にあるものは、腹板の凹面側表面応力度が降伏応力度に達して限界点となる

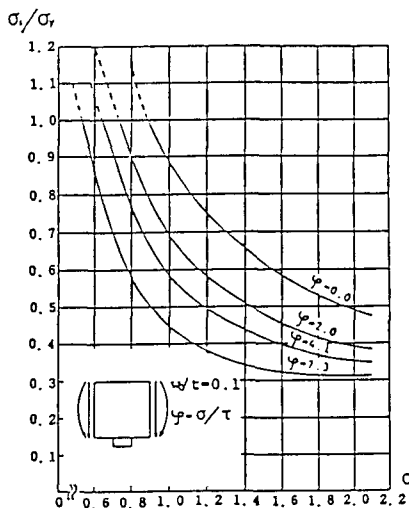


図-1 腹板パネルの強度曲線 (その1)

ことを意味している。各強度曲線ともアスペクト比 α が大きくなるほど強度限界は低下しており、アスペクト比 α が小さいものは支承部の支圧応力度で強度限界に至ることがわかる。 ϕ の影響については、その値が増すにつれ強度曲線は下方に移動し、曲げモーメントの作用で強度限界は低下している。

図-2は、特定の ϕ の値に対して初期たわみの大きさを变化させた場合の強度曲線である。これより、腹板の初期たわみが大きいほどパネルの強度は低下するが、その影響はわずかであることがわかる。これは、同一の支承部支圧応力 σ_s に対して、面外曲げ応力は、 $W_0/t = 1.0$ の方が大きい値となるのに対し、面内応力は、逆に $W_0/t = 0.1$ の方が大きな値となることに起因しているためと思われる。

3. 実験結果との比較

前節で得られた強度曲線の妥当性を検証するため、文献(3)で用いた実験用模型に対して、これらの強度曲線を適用してみる。ここでは、上記の実験用模型のうち、モデルBL1($\alpha = 0.6$, $\phi = 7.3$, $\beta = 0.3$, $W_0/t = 0.3$)について検討する。図-3に、実験による、腹板パネルの凹面側表面応力度と荷重(支点反力)の関係を示す。図の縦軸は支点反力の大きさを、横軸は腹板パネルの表面応力度(圧縮を正)をとっている。材料の降伏応力度 $\sigma_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$ とすると、図-3から腹板の表面応力度は、まず、測定点10番において σ_y に達していることがわかる。このときの支点反力を求めると $P_y = 23.0 \text{ ton}$ となっている。一方、 W_0/t の影響はわずかであることから、図-1の強度曲線より腹板パネルの限界荷重を求めると、 $\sigma_s/\sigma_y = 0.855$ となり、そこから支点反力 $P_y = 22.2 \text{ ton}$ が得られる。このように、強度曲線から得た値と実験値はかなり近い値となっており、良く一致しているといえる。

図-2は、特定の ϕ の値に対して初期たわみの大きさを变化させた場合の強度曲線である。これより、腹板の初期たわみが大きいほどパネルの強度は低下するが、その影響はわずかであることがわかる。これは、同一の支承部支圧応力 σ_s に対して、面外曲げ応力は、 $W_0/t = 1.0$ の方が大きい値となるのに対し、面内応力は、逆に $W_0/t = 0.1$ の方が大きな値となることに起因しているためと思われる。

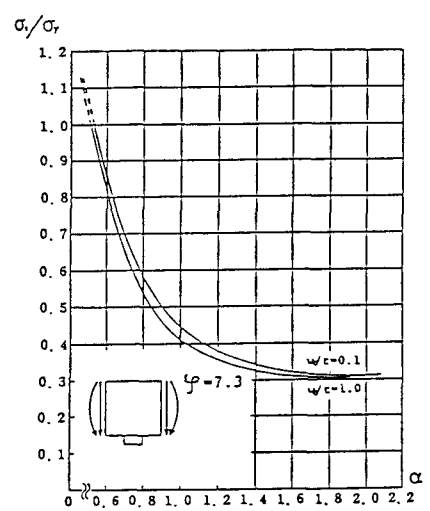


図-2 腹板パネルの強度曲線(その2)

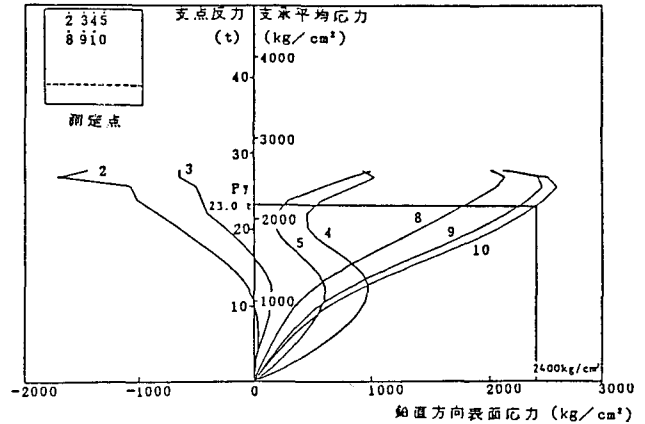


図-3 実験モデルBL1 腹板の表面応力

4. まとめ

腹板パネルの強度を評価するにあたり、そのパネルのいずれか一部分、つまり、(1) 支承部の支圧応力度 σ_s 、(2) パネルの凹面側の表面応力度、(3) 曲げモーメントによる桁の縁応力度が、材料降伏応力度に達した時点をもって強度限界とし、強度の指標としては支承部応力度を用いることによって、腹板パネルの強度曲線を得た。また、この強度曲線を用いて求めた腹板パネルの荷重限界と、文献(3)による実験結果との比較を行ない、良好な結果を得ることができた。

謝辞

本報文における数値計算は、前信州大学大学院生・岡木勇氏によるところが大であることをここに付記しあわせて感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 清水、吉田、吉川、斎藤：補剛材のない部分で支持された腹板の座屈解析、中部支部概要集 I-9、昭和58
- 2) 岡木、清水、吉田、奥原：局部的に支持された腹板の面外有限変形挙動、全国大会概要集 I-101、昭和58
- 3) 奥原、頼川、清水、吉田：局部的に支持された腹板の座屈に関する実験、今大会発表予定