

三井造船 正員 宇部真一
早稲田大学 学生員 矢島金司
早稲田大学 正員 平塚政治

(1) 目的

構造要素はその三種の断面寸法(厚さ, 中, 長さ)により次の四つに大別される。すなわち, (1) 充実体; 三つの寸法が同じオーダーである, (2) プレートとシェル; 厚さが中, 長さに比べてかなり小さい, (3) 充実断面はり; 長さが中, 厚さに比べてかなり大きい, (4) 薄肉はり; 厚さが中と比べて十分小さく, 幅は長さに比べて十分小さい。

従来, 設計にあたり薄肉はりはその解析が複雑このために, ダイアフラム(隔壁)により補強された断面の面内形状変化(断面変形)を考慮しないはりとしてとりあつかわれてきた。しかし構造材料等の進歩とともに薄肉はりも厳密に解析する必要が生じており薄肉はりと考えた際に断面のそりも含めて断面変形の考察も必要である。すなわち断面変形を考慮する事により断面形状を保持する隔壁の薄肉はりに与える影響を評価できる。断面変形は薄肉はりの解析の根、重要な要素となり, しかも断面の寸法により大きく左右されるものである。今回本報告においては断面の寸法により断面変形が異なる挙動をするを考察し, その立場から先づ中厚さ, 中長さという三つの寸法の肉厚が薄肉はりと考えらる上でどのような意味を持つかを評価することを目的とした。

(2) 方法及び結果

計算は長方形箱型断面を有する梁について, V. Z. Vlasov による右いり荷重をうける薄肉断面はりの解析によって行なった。それによれば, 基礎方程式として次式が与えられる。

$$f^{IV} - 2r^2 f^{IV} + s^4 f'' = 0 \quad (1)$$

ここで

$$r^2 = \frac{C}{2GJ_d}, \quad s^4 = \frac{C}{EJ_w}$$

EJ_w : 曲げねじり剛性, GJ_d : ねじり剛性, C : 断面変形に因する剛性

ここで r は反り, s はねじり角, 断面変形のそれぞれを代表させた一般変位係数である。また, 断面変形は断面から切り出したラーメンの曲げ変形として考慮しているので面内の曲げによる剛性を断面変形に対する剛性として考えている。

この方程式は弾性変位上のはり(BEF)を表わす方程式と非常に類似している。BEFの解を得る際、あるパラメーターが非常に有効となることが種々の研究により示されており、本報告においてそれと同様のパラメーターを導入する。それとして表わすと、

$$\eta = \sqrt[4]{\frac{C}{EJ_w}} l \quad (2)$$

ここで, l ははりの長さ。このパラメーターは, 式(2)から推測できるように, 薄肉はりの増強であるそりと断面変形に関係がある。断面の寸法のみで定まる量であるといえる。

両端をダイアフラムによって補強されたはり(断面変形は端部において拘束されていると考えられる)と, 両端で断面変形を拘束していないはりとについて, その中央部に単位荷重の横方向に1メートルを軸荷したときその点における断面変形を考えた。

図1は断面寸法を種々変化した時のはりの長さパラメーター η の関係である。1×1あるいは10×10などは断面のウェッジとフランジの厚さを示す。また、D1、D2は高さで中である。図2はパラメーターと載荷点下の断面変形の関係である。0点付近で断面変形が増加する方が両端で断面変形と拘束しないはり、減くする方が拘束した梁である。他の境界条件は両方とも両端でねじり角とバネモーメントが0である。

(3) 結論

図2における $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \eta_4$ の時の断面変形はB E Fに類型化させて考えると、それぞれ図3のa, b, c, dに対応できるものと考えられる。これより図2の η_2 に対応する長さつまり図3のbの時の長さか断面変形を考慮しなければならぬ長さと考えることが出来る。図1より、厚さが大きくなると η_2 に対する長さも短くなる、つまり剛性も薄肉はりとして考えるには強すぎるようになることが出来る。よって、厚さと中との関係は薄肉はりの断面変形に対する剛性上限を定めるものとして評価できる。

また図2より η が η_2 より小さい範囲すなわち長さも短い範囲では、ダイアフラム断面変形に対する剛性の補完なしには、十分な剛性を有していないといえる、又は逆に両端をダイアフラムにより拘束している場合には η_1 はダイアフラムの影響範囲と考えられる。すなわちダイアフラムにより剛性を増す場合に η_2 以上の間隔に配置を求めた場合にはダイアフラムの影響外にあり効果ある配置にあるとはいえない。

以上のように、パラメーター η は断面変形と断面の寸法とを表す重要な要素の一つと考えられる。また、 η を使うことにより、適正なダイアフラムの間隔あるいは断面変形の考慮をどうするかかの判断基準となりうると思われる。やえに断面変形を考慮した設計に際して有用な資料になるものと認めれる。

