I-25　剛性比パラメーターを用いた薄肉構造物の解析

早稲田大学　学生員○矢島銘司
新潟鉄工　正員　五味 裕
早稲田大学　正員　平嶋政治

1. 目的

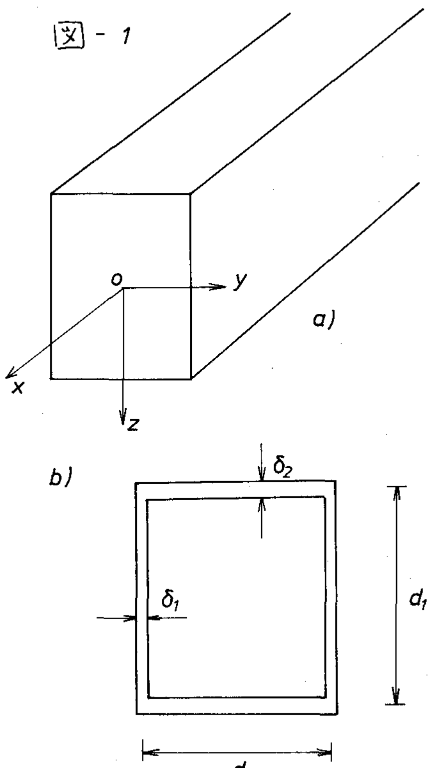
薄肉断面部材は構造物を構成する基本部材として広範囲に使用されている。特に箱型断面がねじり荷重の作用下における耐荷性能に勝ぐれているため，重要な構造部材の一つであるので，箱型断面の曲げねじり解析は近年，開発，発展をみて，設計計算に適用されている。箱型断面ではねじり荷重の作用下で断面のそりの他に断面形状の変形（断面変形）を生じることは周知の通りである。このため実際の構造物においては充分に隔壁を配置し断面変形を拘束しているとして設計計算を行っている。しかしながら隔壁をこの断面変形を拘束する境界条件とすると，断面変形の性質を把握する必要がある。断面変形は断面形状やけたの長さなどの幾何学的な寸法と密接な関係をもっている。これらの幾何学的寸法より誘導された剛性比パラメーター[1]を用いることにより箱型断面の断面変形ばかりでなく箱げたの基本的な性質を明確にし，箱げたの統一的な取りあつかいを可能とすることができる。そのうえ，断面変形に対して断面形状を保持する機能を有する隔壁の解明にもこのパラメーターを役立てることを目的とする。

2. パラメーター

薄肉箱型断面げたの基本式はW. S. Wlassowの誘導した式[2]を用いる。このとき，断面変形$\varkappa$について式をまとめると

$$EJ_\omega \varkappa^{IV} - \frac{EJ_\omega}{GJ_d} \cdot c\,\varkappa'' + c\,\varkappa = 0 \qquad (1)$$

図-1



ここで

GJ_d：ねじり剛性

c　：断面のラーメン剛性

$$c = \frac{96}{\dfrac{d_1}{EI_1} + \dfrac{d_2}{EI_2}}, \quad I_1 = \frac{\delta_1^3}{12}, \; I_2 = \frac{\delta_2^3}{12} \qquad (2)$$

EJ_ω：曲げねじり剛性，そり関数$\omega = yz$とした。

パラメーターを次のように定義する。lをけたの長さとすると，

$$\eta = \sqrt[4]{\frac{c}{EJ_\omega}}\; l \qquad (3)$$

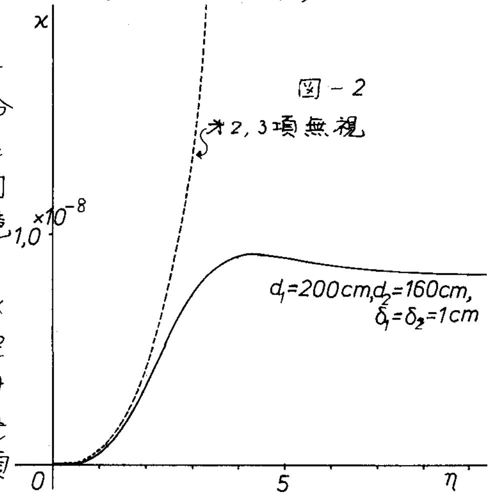
$$\xi = \sqrt{\frac{c}{GJ_d}}\; l \qquad (4)$$

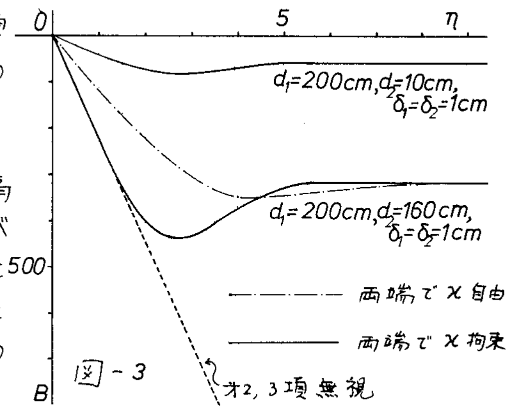
$$\zeta = \sqrt{\frac{GJ_d}{EJ_\omega}}\; l \qquad (5)$$

$$\lambda = \frac{\eta}{\xi} \qquad (6)$$

(1)式は弾性支承上のはりの微分方程式と同じ形をもつことは周知のとうりである。これらのパラメーターは(1)式の係

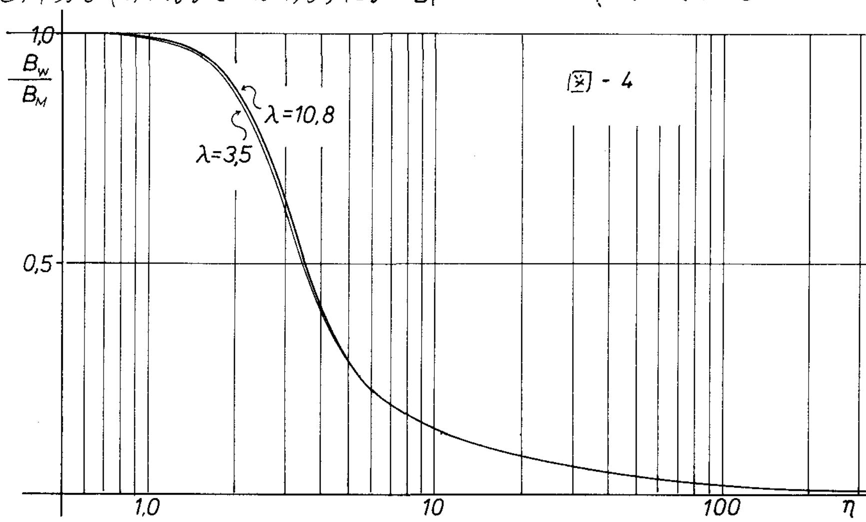
数と対比して誘導したものであるが，すべて，箱げたの材料の性質と断面寸法とけたの長さにより決定されるものである。以下，数値計算を行ったのでその結果を示す．計算の際には荷重として断面変形荷重 Q をけたの中央に載下し境界条件は両端で $\varkappa=\theta=B=0$ とした．ここで，θはねじり角，Bはバイモーメントである。図−2はパラメーターηと断面変形$\varkappa$の関係を示しているがηの小さな値の場合は（1）式において才二項，才三項を無視してもほぼ一致した曲線となる。パラメーターηとバイモーメントBとの関係は図−3のように示される。最大値は断面寸法を変えても，この境界条件では$\eta = 2.6$附近で見られることを示している。また，境界条件の影響は$\eta = 6,5$附近まで見られ，以後，バイモーメントの曲線はηの増加にもかかわらず断面変形$\varkappa$と同様に一定となる。すなわちηは断面変形にかぎらず断面変形荷重をうけたときのはりのバイモーメントに及ぼす境界条件の影響範囲も示すことができる。図-3は実線により（1）式の才二，三項を無視した場合のバイモーメントを点線で示したが，ここでWlassowの理論により計算したバイモーメントB_Wと才一項だけで計算したバイモーメントB_Mとの比を用いて図−4にその関係を示した。





4. 結論

隔壁を断面変形を拘束する境界条件とすると，ある程度，隔壁間隔を増加してゆくと，それに伴いバイモーメントの増加がみられること，また，隔壁で補強することにより隔壁のないときと比べてバイモーメントが増加することがわかった．このことから隔壁などを用いて断面の補強をする場合補強するけたの断面寸法を考慮しないと不十分なものになることがわかった。パラメーターは剛性比よりなるために基本式の各項のもつ力学的な意味の把握に利用できるため式の簡略化に対して有効な説明となりうることがわかった。すなわち，簡略式の適用範囲と隔壁などによる補強をどのように評価するかなどのためにパラメーターを用いて数値評価することができるわけである。



参考文献1）才31回土木学会年次学術講演会概要集P.56．2）W.S.Wlassow Dünnwandige ElastischeStäbe.