

信州大学工学部 正員 吉田俊弘 学生員 ○富所五郎

## 1 序論

変断面部材を有する格子、ラーメンなどの高次不静定構造物の構造解析は非常に煩雑で、計算に多大の労力を要する。そこで計算を簡単にするため、一般に変断面部材は等断面部材に換算される。この換算方法としては、断面積平均法、断面二次モーメント平均法、等分布荷重が満載した場合の最大たわみを合わせる方法などがあるが、その優劣はまだ判定されていない。そこで本研究においては、従来の換算方法および部材端にモーメントが作用した場合の端たわみ角を合わせる方法について、換算方法の優劣および換算に伴う誤差について検討してみた。

## 2 換算断面二次モーメントを求める方法

## 1) 断面二次モーメントの重みつき平均法

図-1において、変断面部材の左端から $x$ の点の断面二次モーメントを  $I_x$  とすると、換算等断面部材の断面二次モーメントは次式から計算される。

$$I = \frac{1}{l} \int_0^l I_x \cdot dx. \quad (1)$$

## 2) 端モーメントによる端たわみ角を合わせる方法

図-1において、部材のA端にモーメント  $M=1$  が作用した場合に、変断面部材のA端に生ずるたわみ角を  $\theta_A$ 、換算等断面部材のたわみ角を  $\theta'_A$  とすれば、 $\theta_A$ 、 $\theta'_A$  は

$$\theta_A = \frac{1}{l} \int_0^l \frac{1}{EI_x} \cdot \frac{(l-x)^2}{l} dx, \quad \theta'_A = \frac{l}{3EI}$$

である。ここで、 $\theta_A = \theta'_A$  において換算断面二次モーメント  $I$  を求めると、次式のようにになる。

$$I = \frac{l^3}{3 \int_0^l \frac{(l-x)^2}{I_x} dx}. \quad (2)$$

部材の両端にモーメントが作用する場合は、各端について上のように換算断面二次モーメントを求め、この平均値をもってこの部材の換算断面二次モーメントとする。

## 3) 端モーメントによる最大たわみを合わせる方法

図-1において、部材のA端にモーメント  $M=1$  が作用した場合に、変断面部材に生ずる最大たわみを  $y_{max}$ 、換算等断面部材に生ずる最大たわみを  $y'_{max}$  とすると、 $y'_{max} = l^3/9\sqrt{3}EI$  である。ここで、 $y_{max} = y'_{max}$  において換算断面二次モーメント  $I$  を求めると、次式のようにになる。

$$I = \frac{l}{9\sqrt{3}} \cdot \frac{l^3}{E y_{max}}. \quad (3)$$

部材の両端にモーメントが作用する場合の換算断面二次モーメントは、(2)と同様にして求める。

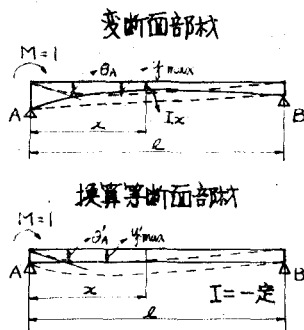


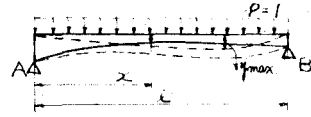
図-1

## 二) 等分布荷重による最大たわみを合わせる方法

図-2において、部材に等分布荷重  $p=1$  が満載した場合に、変断面部材および換算等断面部材に生ずる最大たわみをそれぞれ  $y_{max}$ ,  $y'_{max}$  とする。  $y'_{max} = 5l^4/384 EI$  であるので、換算断面二次モーメントは次式のようになる。

$$I = \frac{5}{384} \cdot \frac{l^4}{E \cdot y_{max}} \quad (4)$$

## 変断面部材



## 換算等断面部材

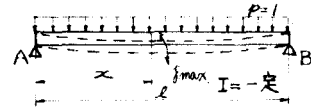


図-2.

## 3 計算例

例として部材の断面二次モーメントが段階的に変化する二径間および三径間連続ばりの支点モーメント影響線の値を求めた。換算断面二次モーメントは、上の(イ), (ロ), (ハ), (ニ)の四つの方法で計算した。変断面部材としての厳密解には、三モーメント法およびたわみ法を適用し、換算等断面部材としての計算には、Müller-Breslau の原理を適用した。なお数値計算には FACOM-231 を用いた。以下に計算の一例を示す。

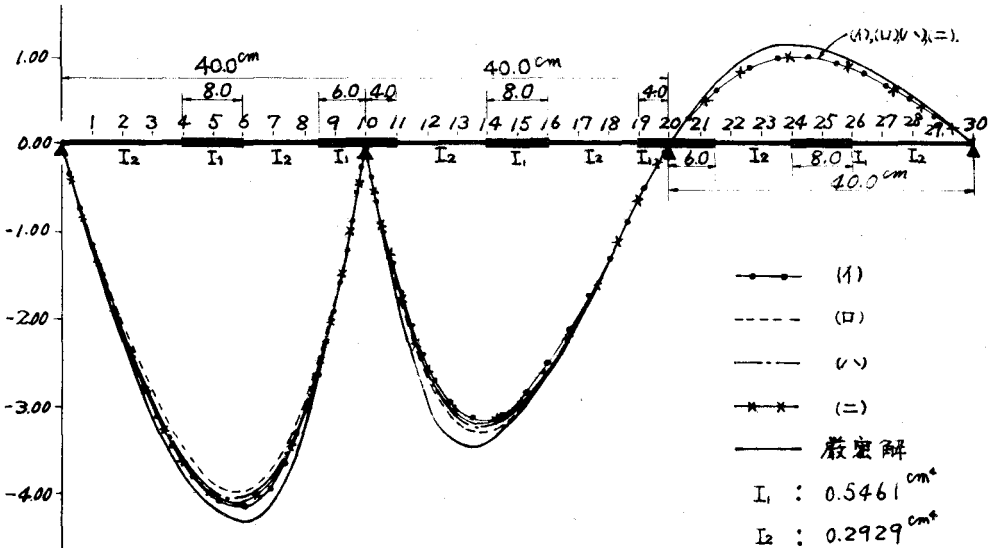


図-3 モーメント( $M_{10}$ ) 影響線

## 4 まとめ

上に述べた(イ), (ロ), (ハ), (ニ)の四つの換算方法について、多数の資料の計算から判断すると、厳密解に対する誤差についてはその優劣は判定し難い。しかし換算断面二次モーメントを求める労力については、(イ)の方法が最もすぐれている。また四つの換算工を用いて計算した影響線の値相互間のばらつきは小さく、全般的に厳密値より低い値を示す傾向がある。二径間と三径間の誤差を比べると三径間の方が小さく、影響線の面積の誤差は5%以下である。したがって  $I$  の変化が小さい三径間連続ばりにおいては、近似的に換算工を用いて計算して良いと考えられる。