

I-63 各種の箱桁橋の曲げ換りに関する諸特性について

大阪市土木局 正員 近藤和夫
 大阪市立大学工学部 正員 工博 小松定夫
 ○大阪市土木局 正員 加藤隆夫

薄肉部材で構成される桁に偏心荷重が作用するとき、換りによるスパン方向の「そり」が一般に拘束を受け、桁に曲げ換り応力が発生する。この応力が断面の型式、形状寸法、スパン、荷重の種類によってどのように変化し、また桁の断面決定にどの程度影響するかをすることは橋梁の計画、設計上重要な問題である。そこで実際上しばしば現れる図-1に示すような対称断面の箱桁橋を取り上げ、単純桁橋、連続桁橋について、この種の問題に検討を加えた。

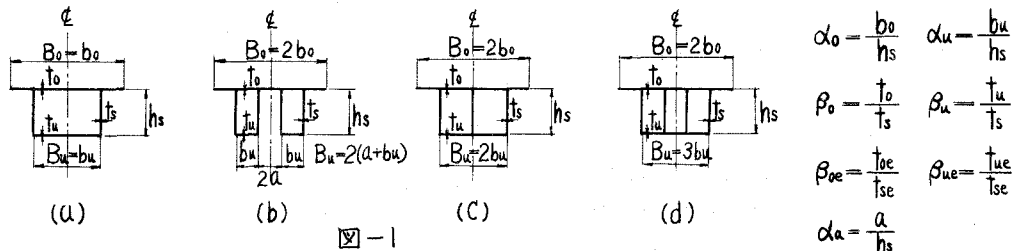


図-1

(1) 曲げ換り定数： 数値計算を容易にするために、そり関数 W_{ij} 、曲げ換り抵抗 C_w 、換り抵抗 J 等の定数を、文献(1)(2)に基づいて断面の寸法比、 α_i, β_i ($i=0, u, a, oe, ue, etc.$) に関する代数式で表現し、各型式について次の結果を得た。

$$W_{ij} = h_s^2 W_{ij}(\alpha_i, \beta_i) \quad C_w = h_s^3 t_{se} C_w(\alpha_i, \beta_i) \quad J = h_s^3 J(\alpha_i, \beta_i) \quad \alpha = \sqrt{\frac{GJ}{E C_w}} = \frac{1}{h_s} \alpha(\alpha_i, \beta_i) \quad (1)$$

ここに $W_{ij}(\alpha_i, \beta_i)$ 、 $C_w(\alpha_i, \beta_i)$ 、 $J(\alpha_i, \beta_i)$ 、 $\alpha(\alpha_i, \beta_i)$ 等は α_i, β_i に関する代数式で、それぞれ型式によって相違する。型式(a)と(c)は断面が対称のとき、各定数が等しくなることは言うまでもない。なお t_{oe}, t_{ue}, t_{se} は換算厚であつて、合成桁のコンクリート床板、あるいは鋼床板箱桁等における上下フランジプレートのリブおよび腹板の補剛材の影響を考慮したものである。一般に $t_{ie} = k t_i$ (k :係数) で表わすことができる。

(2) 曲げ換り応力 (σ_w)： 曲げ換りの垂直応力 σ_w は、曲げ換りモーメントを M_w とするとき、次式で与えられる。

$$\sigma_w = M_w \frac{W_{ij}}{C_w}$$

式(1)から

$$\sigma_w = M_w \frac{1}{h_s^3 t_{se}} \frac{W_{ij}(\alpha_i, \beta_i)}{C_w(\alpha_i, \beta_i)} \quad \text{あるいは} \quad \frac{\sigma_w}{M_w} h_s^3 t_{se} = \frac{W_{ij}(\alpha_i, \beta_i)}{C_w(\alpha_i, \beta_i)} \quad (2)$$

また M_w は、トルク荷重を M_t 、スパンを l とするとき、スパン方向の任意の点 x に対して次のように表現される。

$$M_w = M_t f(x, \alpha, l) \quad \text{あるいは} \quad \frac{M_w}{M_t} = f(x, \alpha, l) \quad (3)$$

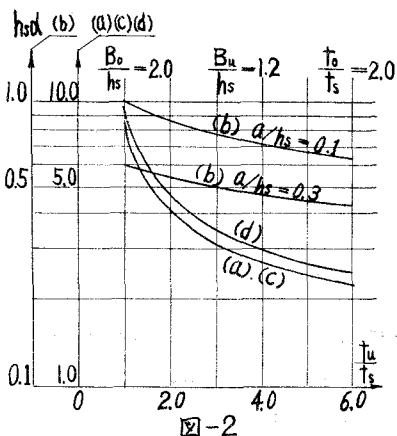


図-2

ここに $f(x, \alpha, l)$ は x, α, l の関数であって、傾り角 α の弾性方程式を解いて得られる。

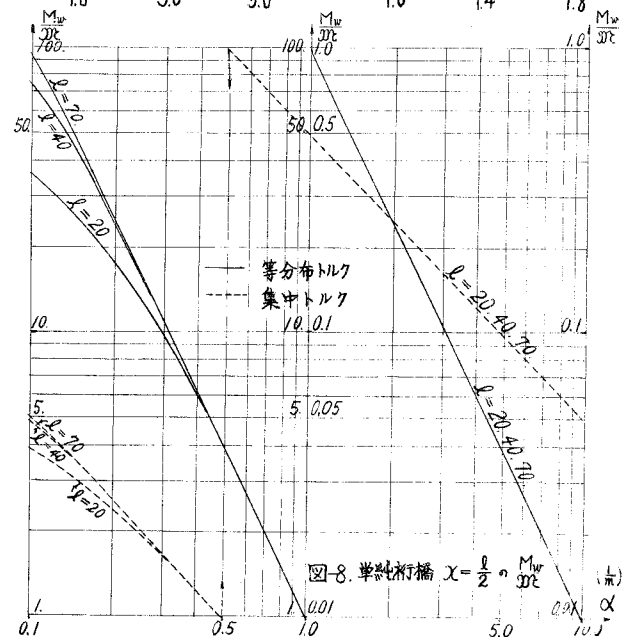
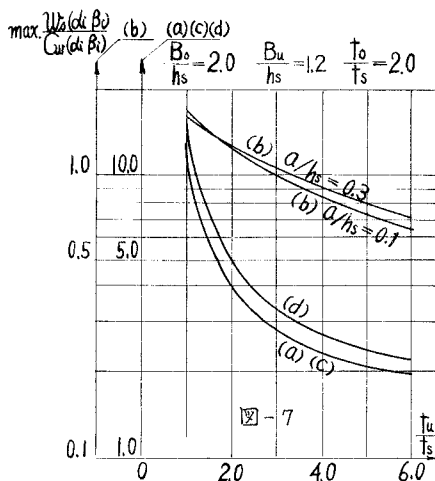
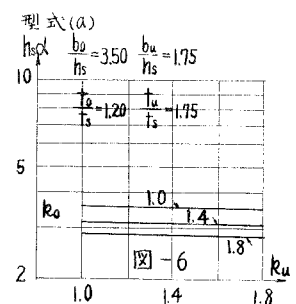
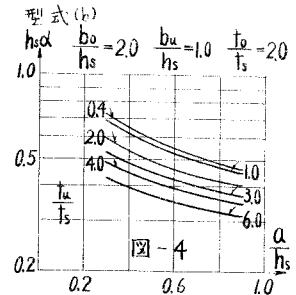
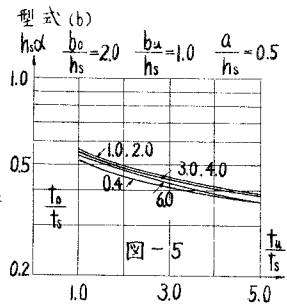
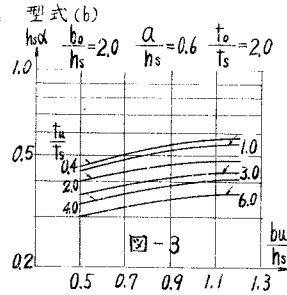
(3) 計算図表の作成： 式(1)(2)(3)から σ_w が求められる。しかしこの計算はかなり複雑であるので、図表計算が可能になれば、設計上極めて便利である。そこで式中の $\alpha, \beta, x, \alpha, l$ 等をパラメーターとして、実際の橋梁諸元を考慮した種々の組み合わせに対して、 $\alpha(\alpha, \beta), \frac{W_u(\alpha, \beta)}{C_w(\alpha, \beta)}, \frac{M_w}{\sigma_c}$ その他を計算し、

図表化した。これによって、断面、スパン、荷重等の影響も含めて、直ちに上記の値を読みとることができる。以下に結果のごく一部を示す。(図-2~8)

(i) $\alpha(\alpha, \beta)$ と α, β との関係： 型式(a)と(d)は、 B_0, B_u を一定にする場合、類似の傾向を示し、その差は小さい。断面の形状寸法の変化に対しては、かなり敏感で、特に型式(a)では $\alpha_0 = \alpha_u = \beta_0 = \beta_u$ とするとき、 $\alpha(\alpha, \beta)$ は無限大となる。この場合には $W_u = 0$ で σ_w は生じない。これに対して、型式(b)の値は一般に型式(a)より一桁小さく、 α, β の変化に対しても鈍感である。次にリブを考慮する場合、鋼床板箱桁橋では通常 $k = 1.4 \sim 1.8$ であるが、その影響は小さい。

(ii) $\frac{W_u(\alpha, \beta)}{C_w(\alpha, \beta)}$ と α, β との関係： これに対しては $\alpha(\alpha, \beta)$ の場合とほぼ類似の関係が得られる。

(iii) $\frac{M_w}{\sigma_c}$ と α, l との関係： 偏心荷重は同時に



生ずる曲げモーメントが最大となる位置に載荷した。 α が大きくなると M_w の値は、 α のみの関数となり、桁全長にわたって略一定値を示す。これらの計算図表を用いて、二・三の設計例について検算した結果、精密計算に対して、十分な精度で利用できることを確認した。

- (1) 小西, 小林, 大崎: 合成箱桁橋の応力解析と設計計算法, 土木学会論文集第258, 1955
- (2) Bornscheuer F.W.: Systematische Darstellung des Biege- und Verdrehvorgangs unter besonderer Berücksichtigung der Wellberratorionen, Stahlbau 1952