

上まえばさ

製作費を考慮したI型梁の最適設計法(第3報)として今回は材質、カバープレート厚さ及び巾、フランジプレート厚さ及び巾、ウェアプレートの厚さ及び高さ、カバープレートの長さ、フランジプレート継手の位置を比較した。又対象とした桁はカバープレート1枚を持つ桁と、更にフランジプレート継手1箇所(中央より片側半分)を持つ桁及びフランジプレート継手2ヶ所を持つ桁の3種類の桁についてSLP法(Sequence of Linear Programming Method)を用いて求めたI型はりの最適設計について報告する。

2 単純プレートガーターの最適設計

前にも述べたが、継手の数を異にする3種のI型断面を本研究では対象とした。設計変数を X とすると、 X は各次の8箇、12箇、16箇となる。すなわち、カバープレート1枚の時は、 S_1 :材質、 T_c :カバープレートの厚さ、 T_{F1} :フランジプレートの厚さ、 T_w :ウェアプレートの厚さ、 B_c :カバープレートの中、 B_{F1} :フランジプレートの中、 B_w :ウェアプレートの高さ、 CL_1 :カバープレート端のけい脚からの距離である。又フランジプレート継手1ヶ所の場合は上記以外に、 S_2 :材質、 T_{F2} :フランジプレートの厚さ、 B_{F2} :フランジプレートの中、 CL_2 :フランジプレートの長さ、フランジプレート継手2ヶ所の場合は更に、 S_3 :材質、 T_{F3} :フランジプレートの厚さ、 B_{F3} :フランジプレートの中、 CL_3 :フランジプレートの長さ、とする(図1参照)

又図示の如く実応力度、許容応力度を

それぞれ $\sigma_1, \sigma_{a1}; \sigma_2, \sigma_{a2}; \sigma_3, \sigma_{a3}; \sigma_4, \sigma_{a4}$ 、とする。尚 $S_1, S_2, S_3, T_c, T_{F1}, T_{F2}, T_{F3}, T_w, B_c, B_{F1}, B_{F2}, B_{F3}, B_w, CL_1, CL_2, CL_3$ の上下限値を夫々 $S_{1u}, S_{2u}, S_{3u}, T_{cu}, \dots$ 及び $S_{1l}, S_{2l}, S_{3l}, T_{cl}, \dots$ とする。そして δ_1 :死荷重+活荷重による実際挠み、 δ_{a1} :死荷重+活荷重による許容挠み、 δ_2 :活荷重による実際挠み、 δ_{a2} :活荷重による許容挠みとする。

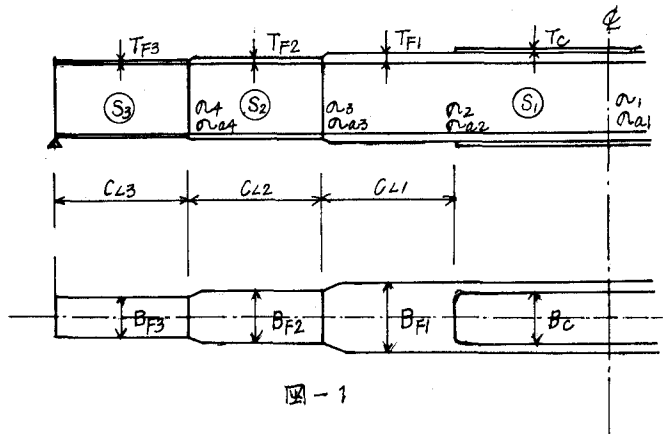


図-1

(1) 制約条件式

以上より変数が16箇の場合の制約条件式を作る次のようになる。

$$\left. \begin{aligned}
 \sigma_j - \sigma_{aj} &\leq 0 \quad (j = 1, 2, 3, 4), & \delta_k - \delta_{ak} &\leq 0 \quad (k = 1, 2) & B_w - \delta T_w &\leq 0, \\
 S_{il} &\leq S_i \leq S_{iu} \quad (i = 1, 2, 3) & T_{cl} &\leq T_c \leq T_{cu} & T_{fil} &\leq T_{Fi} \leq T_{Fiu} \quad (i = 1, 2, 3) \\
 T_{wl} &\leq T_w \leq T_{wu}, & B_{cl} &\leq B_c \leq B_{cu}, & B_{fil} &\leq B_{Fi} \leq B_{Fiu} \quad (i = 1, 2, 3) \\
 B_{wl} &\leq B_w \leq B_{wu}, & CL_{il} &\leq CL_i \leq CL_{iu}, & -2.4 T_c + B_c &\leq 0, & 2.4 T_{F1} + B_{F1} &\leq 0, \\
 3.0 B_{F1} - 1.0 B_w &\leq 0, & -6.0 B_{F3} + 1.0 B_w &\leq 0, & -T_{F1} + T_{F2} &\leq 0, \\
 -CL_2 + CL_3 &\leq 0
 \end{aligned} \right\} \dots (1)$$

ここで $\sigma_j = \frac{M_j \bar{Y}_j}{I_x}$ で M_j, \bar{Y}_j, I_x は夫々モーメント、ウェア中心より接端までの距離及び断面二次モーメントでサファイアスリットは1:主桁中央、2:カバープレート端部(フランジプレートのみの奥)、3, 4はフランジプレート継手位置を示す。又 δ_{aj} はそれぞれの奥における許容応力である S_i の関数である。部々

$$a_{ai} = (0.125 S_i^2 - 0.792 S_i + 2.168) \times 1300$$

$$b_{ai} = 50 S_i^2 + 50.5 S_i + 199 - (0.2 S_i^2 - 1.3 S_i + 2.5) \times \left(\frac{e_i - 1}{B F_i - 1}\right)^2 \quad (i = 2, 3, 4) \quad \text{---(2)}$$

ここに l_{i-1} : フランジプレート固定長間距離

(1) 式中の δ はウェブプレートの高さと厚さの比で S_i の関数であり

$$\delta = 2.5 S_i^2 - 42.5 S_i + 305 \quad \text{---(3)---} \quad \text{と} \quad \text{し} \quad \text{れ} \quad \text{れ} \quad \text{。}$$

(1) 式中の (第12) 式 (第13) 式はそれぞれによる板厚と中への制限を示す。(第15) 式 (第16) 式は一般に I 型断面の場合フランジプレートが有効に働く限度はウェブ高の $1/3 \sim 1/6$ 程度が良いとされているの制約条件を入れる。又 (第17) 式 ~ (第22) 式は、支間中央よりの方が支間端部より断面形状が大きくなるという制約条件を設ける。

(2) 目的関数

又目的関数は $Z = \sum V_j P_j + \sum H_j M_j \quad \text{---(4)---}$ とし、ウェブプレート1枚の時 $j = 4$ 、フランジプレート1枚の時 $j = 6$ 、フランジプレート2枚の時 $j = 8$ である。又 V_j : j 部材の本数、 P : 鋼材単位重量、 C_j : j 部材の鋼材の単価、 M_j : j 部材の1人1時間当りの作業単価、 H_j : j 部材の作業人時間である。ここで鋼材単価は S 、 T (板厚)、 B (板巾) の関数と考える。即ち

$$C(S) = 0.27S - 0.08 \quad C(T) = 0.0348 \times T^2 - 0.0845 \times T + 1.2091$$

$$C(B) = 1.0 + (B - 200) / (0.3 \times \mu) \times 0.01 \quad B \geq 200 \quad \text{又は} \quad C(B) = 1.0 \quad B < 200 \quad \text{---(5)---}$$

とし、又 H_j の作業人時間は S 、 T 、 W (重量)、 A (表面積) などの関数と考える。ここで δ による作業人時間の係数としては

$$H(S) = 0.04 S^2 - 0.29 S + 1.52 \quad \text{---(6)---} \quad \text{と} \quad \text{し} \quad \text{れ} \quad \text{れ} \quad \text{。}$$

溶接継手の場合溶接延長の関数となるが 6^{mm} 隅肉の換算率などで計算するものとし板厚 T の関数と考える。2次式で計算した。即ち突合溶接の場合

$$C_1(T) = 1.2 \times T^2 + 3.8 \times T + 1.3 \quad \text{隅肉溶接の場合} \quad C_2(T) = 0.0476 \times T^2 + 0.1952 \times T + 0.7572 \quad \text{---(7)---}$$

A の関数とするものはウェブの塗装などがある。

(3) 計算結果と考察

当日発表す

3. 謝辞

本研究は大阪大学工学部前田幸雄教授の御指導並に同大学工学部林正講師、長崎大学工学部高橋和雄助教授の御援助をいただきここに謝辞を申し上げます。又本計算は長崎大学 FACOM 270-30、九州大学 FACOM 230-60、大阪大学 NEAC 2200-MODEL-N 700 を使用した。御援助をいただき計算機室の人々に感謝する。

4 参考文献

- 1) 長岡: 構造物の最適設計 朝倉書店
- 2) 大地羊三: 電子計算機の手法とその応用 森北出版株式会社
- 3) Yukio MAEDA and Yasunori KONISHI, "Optimum Design Including Fabrication Costs for I-Section Girders", Technology Reports of The OSAKA University, Vol. 24, 1974, PP 317 - PP 324
- 4) 小西保則: 製作費を考慮した I 型ばねの最適設計について (第2報), 土木学会西部支部, 昭和48年度学術講演会講演概要集