

長崎大学工学部 正員 小西保則

1 まえがき

製作費を考慮したI型梁の最適設計法(第2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、ウエブ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変数にした。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型ばりの最適設計について報告する。

2 単純プレートガーダーの最適設計

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 :ウエブプレートの厚さ、 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 :ウエブプレートの高さ、 CL_1 :カバープレート端の中央端からの距離である。又フランジプレート継手1ヶ所の時は、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ヶ所の時は更に、 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 $S_1, S_2, S_3, T_c, T_{F1}, T_{F2}, T_{F3}, T_w, B_c, B_{F1}, B_{F2}, B_{F3}, B_w, CL_1, CL_2, CL_3$ の上限値及び下限値を夫々 $S_{1u}, S_{2u}, S_{3u}, T_{cu}, \dots$ 及び $S_{1l}, S_{2l}, S_{3l}, T_{cl}, \dots$ とする。そして S_1 :死荷重+活荷重による実際応度、 S_{a1} :死荷重+活荷重による許容応度、 S_{a2} :活荷重による実際応度、 S_{a3} :活荷重による許容応度とす。

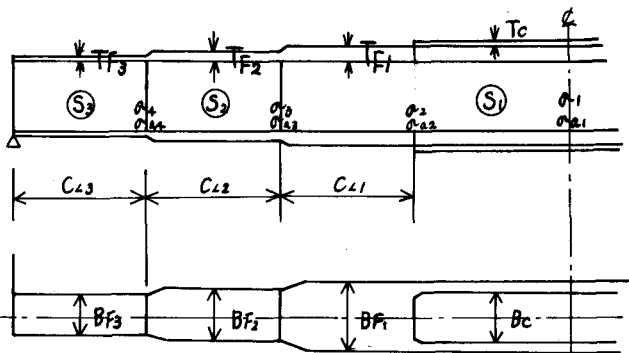


図-1

(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と次のようになる。

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

ここに $\sigma_j = \frac{M_j + Y_j}{I_j}$ で M_j, Y_j, I_j は夫々モーメント、ウエブ中心より縁端までの距離及び断面二次モーメントでサフィックスの j は1:主桁中央、2:カバープレート端部(フランジプレート中央の裏)、3, 4はフランジプレート継手位置を示す。又 σ_{aj} はそれぞれの σ_j における許容応度であつて σ_{il} の関数である。即ち

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

$$o_{ai} = 50.5 S_i^2 + 50.5 S_i + 199 - (0.2 S_i^2 - 1.3 S_i + 2.5) \times \left(\frac{L_i - 1}{BFL - 1} \right)^2 \quad (i = 2, 3, 4) \quad \text{--- (2)}$$

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 W 工プレートの高さ h と厚さ t の比で S_i の関数であり

$$\delta = 2.5 S_i^2 - 47.5 S_i + 305 \quad \text{--- (3) --- とした。}$$

(1)式中の (式12) 式(式13) 式は示方書による板厚と中ヒの制限を示す。(式15) 式(式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がけた高さ h が $1/6$ 程度が良いとされているので制約条件に入れた。又(式17) 式~(式22) 式は、支間中央より q が支間端部より断面形状が大きいという制約条件を設けた。

(2) 目的関数

又目的関数は $Z = \sum V_j P C_j + \sum H_j M_j$ --- (4) 2カバ-プレート1枚の時 $j=1$, フランジプレート継手1ヶ所の時 $j=1, 2$ フランジプレート継手2ヶ所の時 $j=1, 2, 3$ である。又 V_j : j 部材の体積 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 (板中) の関数と考えた。即ち

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

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

とした。又 H_j の作業人時間は S , T , W (重量), A (表面積) などの関数と考えられる。その作業人時間の係数として

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

溶接継手の場合溶接延長の関数となるが 6 mm 隅肉の換算率で計算するものとして板厚 T の関数と考えた式で計算した。即ち完全溶接の場合

$$Y_1(T) = 1.2 T^2 + 3.8 T + 1.3 \quad \text{隅肉溶接の場合 } Y_2(T) = 0.0476 T^2 + 0.1952 T + 0.7572 \quad \text{--- (7)}$$

A の関数となるものには q がき、登装などがある。

(3) 計算結果と考察

当日発表する

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初雄講師の御援助をいただいたことに謝辞を申しあげる。又本計算には長崎大学 FACOM 270-30, 九州大学 FACOM 230-60, 大阪大学 NEAC 2200-MODEL-N700 を使用した。御援助いただいた計算機室の人々に感謝する。

4. 参考文献

- 1) 長崎: 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, PP317-PP. 324
- 4) 小西得則: 製作費を考慮した I 型はりの最適設計について (式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