

鋼波型ウェブを用いた合成ホロー桁の設計法に関する実験的研究

金沢工業大学 ○学生員 澤原和哉

金沢工業大学 正員 西田 進

日本ピーエス 油野博幸

1. まえがき

波型鋼板のPC合成桁への使用は、その力学的特性よりプレストレスの効率的導入、主桁重量の軽減などといった利点が生じてくる。特に自重の軽量化は長スパン橋の建設において欠かすことの出来ない要素となる。しかしながら、このようなプレストレスコンクリートと鋼の合成構造に関する研究は比較的少ない。そこで本研究では、鋼波型ウェブを用いた合成ホロー桁を製作し、実験によりその力学的特性を求めた。また、同時に設計法に関する提言も行う。

2. 実験方法及び供試体

実験には $40 \times 40 \times 300$ cm、上下フランジにはプレストレスコンクリート、ウェブにはダブルの鋼波板を用いた試験桁を2本製作し(図-1)、ひび割れ限度内での図心および偏心載荷による曲げ試験(偏心載荷による曲げ試験については、ここでは割愛する)繰返し曲げ耐力試験を行った。試験桁は支間長280cmの両端単純支持とし、荷重は図-2の図中に示すように、両端から125cmの位置に2点荷重とした。また、コンクリートには高流動コンクリート(表-1、2)

表-1 示方配合表

粗骨材の 最大寸法 (mm)	フロー値 の範囲 (cm)	空気量 の範囲 (%)	水・セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)
15	60 ± 5	2 ± 1	36.5	55.0

表-2 材料特性

材料強度 σ_{ck} (kgf/cm^2)	ヤング係数 E (kgf/cm^2)	引張強さ σ_{ct} (kgf/cm^2)
68.3	3.38×10^5	46.0

を使用した。1/2点での鉛直変位およびひずみ(鉛直変位はダイヤルゲージ、ひずみは上下フランジにはストレインゲージ、そしてウェブには3方向ゲージを用いた)支点から105cm離れた位置でのひずみを測定した。

3. 曲げ試験(ひび割れ限度内)

曲げ試験における桁中央部の荷重-たわみ曲線を図-2に示す。

図よりたわみの実験値は、はり理論より求めた計算値①に比べ2倍以上大きな値となっている。このたわみの差異は合成ホロー桁では上下フランジに平面保持の仮定が成立しないために生じているものと思われる。図-3はウェブの曲げ応力およびせん断応力分布を示している。これよりウェブには曲げ応力がほとんど発生せずせん断応力のみウェブに対しほぼ均一に

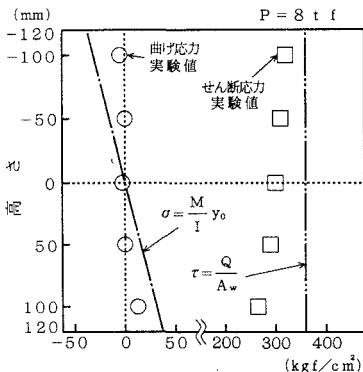


図-3 ウェブの応力分布

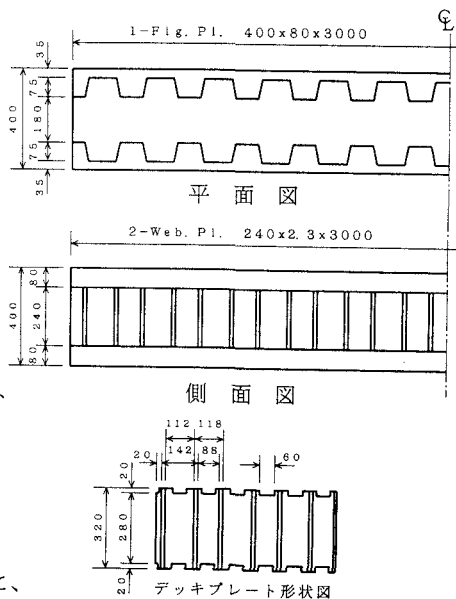


図-1 試験桁の諸寸法

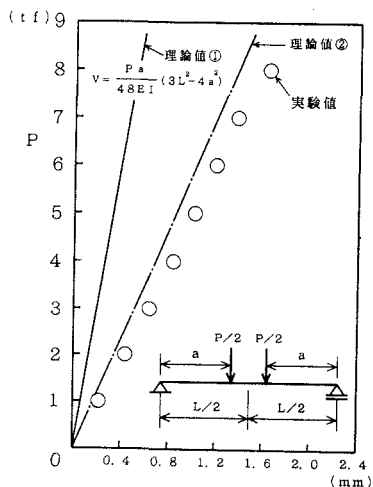
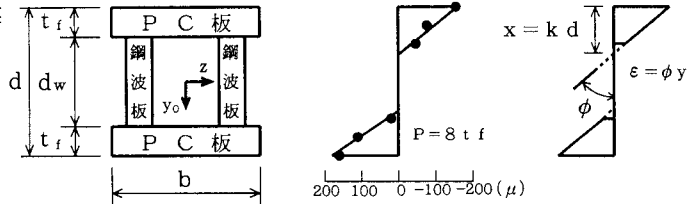


図-2 はり中央点の鉛直たわみ

生じていることがわかる。

図-4 (b) は1/2点における上下フランジのひずみ分布を示しており、このとき中立軸までの距離 $x = k d$ を $k = 1/4$ と仮定すると、上下フランジには1:5の比の台形分布にひずみが生じ、そのひずみ分布を表したものが図-4 (c) である。これより、以下の式で求めた断面2次モーメント I_0 を用いて計算したたわみが図-2の計算値②となり、実験値とかなり良い結果の一致を見た。

$$I_0 = \int y y_0 d A \quad (1)$$



4. 繰り返し曲げ耐力試験

同一形状ではあるが、ウェブの接合方式が異なる2本の試験桁（波型鋼板を重ね合わせた重ね継ぎ手方式と溶接により一体化した溶接継ぎ手方式）を用いて繰り返し曲げ耐力試験を行った。

(a) 断面寸法 (b) フランジのひずみ (c) ひずみ分布

図-4 提案するひずみ分布

その荷重-たわみ曲線を図-5および6に示す。図中の P_y 、 P_u はそれぞれひび割れ発生荷重および破壊荷重で以下の式を用いて求める。

$$P_y = \frac{4}{(L-0.3)} \left(M_y - \frac{WL^2}{8} \right), \quad M_y = (0.8 \sigma_{pe} + \sigma_{ct}) \frac{I_0}{kd} \quad (2)$$

$$P_u = \frac{4}{(L-0.3)} \left(M_u - \frac{WL^2}{8} \right), \quad M_u = A_p \cdot 0.93 \sigma_{pu} \left(d - \frac{1}{2} \cdot \frac{A_p \cdot 0.93 \sigma_{pu}}{0.85 \sigma_{ck} \cdot b} \right) \quad (3)$$

ひび割れ発生荷重は両方式ともに実験値と理論値とがほぼ一致した。また、重ね継ぎ手方式では3サイクル目に支点近傍のフランジ部のコンクリートにせん断破壊が生じた。一方、溶接継ぎ手方式では5サイクル載荷を繰り返した後、破壊するまで荷重を加えたところ桁中央部の下フランジにひび割れが貫通した後、圧縮フランジに圧壊が生じ、耐力力に至った。なお、その破壊荷重は理論値とほぼ一致した。

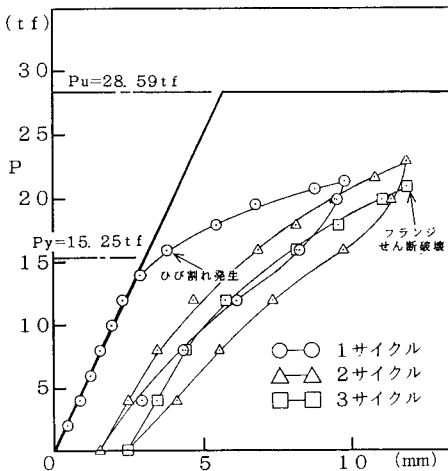


図-5 重ね継ぎ手方式

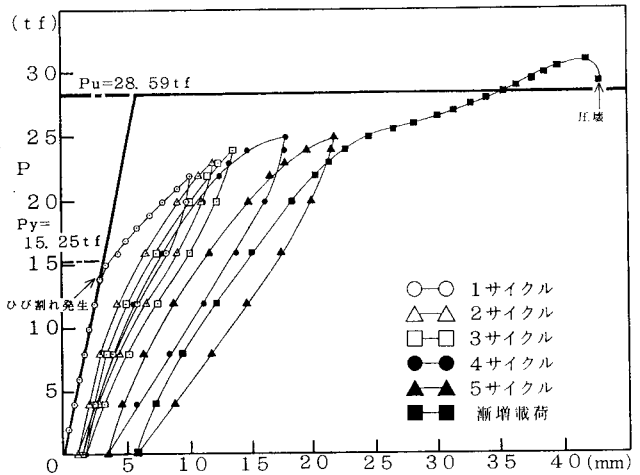


図-6 溶接継ぎ手方式

5. まとめ

鋼波型ウェブは曲げに対しては抵抗せず、せん断力にのみ抵抗する。また、鋼波型ウェブを用いた合成ホロー桁では平面保持の仮定が成立しないため、図-4に示すように中立軸までの距離 $x = kd$ を $k = 1/4$ として求めたひずみ分布を用いて合成ホロー桁の設計法とすればよい。