

I-16 光弾性実験法によるワイド・フランジビームの有効幅について

信州大学 工学部 正員 吉田 俊彦
 信州大学 工学部 正員 三井 康司
 信州大学 工学部 学生員 和田 三夫

1. まえがき

ワイド・フランジ・ビームの有効幅を、3次元光弾性実験によって調べ、在来の実験値・理論値と比較することから、この研究の目的である。実験方法は、T形梁をモデルとして、そのウェブ部分に載荷し、モーメント一定の純曲げ状態を作り、応力凍結法によって解析を進めたもので、フランジの応力分布、有効幅、および単位幅当りの有効幅、つまり有効率を調べたものである。

2. 理論計算

有効幅入を求める式は、次式で示される。(注1)

$$\lambda_n = \frac{1}{B} \int_0^B \sigma_x dy \Big/ \left[\sigma_x - \mu \sigma_y \right]_{y=0}$$

$$= \frac{1}{B} \int_0^B \frac{\partial^2 f_n}{\partial y^2} dy \Big/ \left[\frac{\partial^2 f_n}{\partial y^2} + \mu w_n^2 \frac{\partial^2 f_n}{\partial x^2} \right]_{y=0} \quad (1)$$

μ はポアソン比、 f_n は弾性基礎方程式を満足する応力関数の n 次項であって次のように示される。ここで、 A, B, C, D は積分定数、 α は $n\pi/L$ である。

$$f_n = (A + C \cdot w_n \cdot y) \cosh w_n \cdot x + (B + D \cdot w_n \cdot y) \sinh w_n \cdot x \quad (2)$$

図のような境界条件、および変位関数を用いると、スパン中央の有効幅は、次のように示される。

$$\lambda_n = 4 \cdot B \cdot (\sinh \alpha + \alpha) / \alpha \cdot (3.51 \cosh \alpha + 0.84 \alpha^2 + 4.49) \quad (3) \quad \alpha = n\pi B/L$$

有効率は、 $\rho_n = \lambda_n/B$ で示される。

3. 実験結果および考察

図-2 のようなエポキシ樹脂によるモデルを作製して、応力集中の影響を小さくするためスパン中央では純曲げ状態とし、応力凍結法を用い、剪断応力差積分法で解析した。図の $\Delta x, \Delta y, \Delta z$ はスライスの厚さ、もしくは解析時分割幅を示している。

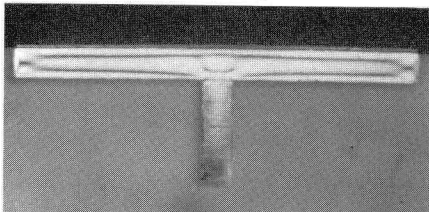


写真-1

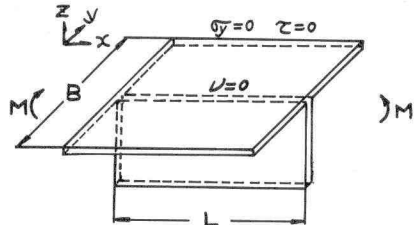


図-1

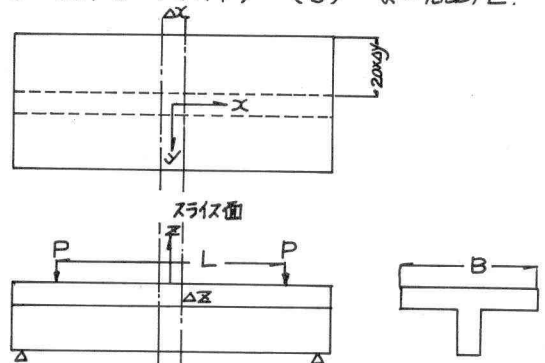


図-2

写真1, 2は、等色線の一つである。それぞれ、 xy 平面、 xz 平面の等色線である。スパン中央ではこれを観察する限り、全く応力集中の影響が無い。

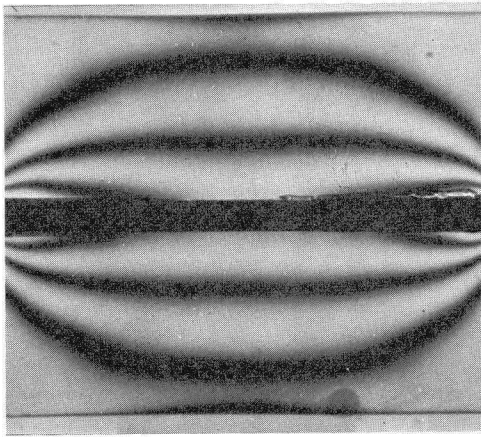


写真-2

図-3は、フランジの応力分布を示したものである。弾性理論から導かれる分布は、その関数であることから、図のような曲線を示すが、実験値は、ほとんど直線分布をなしている。

図-4は、スパン中央の有効幅、および中央から $1/4$, $1/8$ 離れた部分の有効幅を調べたものである。理論値のまわりに、一様に集中しているが、 $1/4$ の点では応力集中の影響が表われたのか、バラツキが生じている。実験値は $L/B=1 \sim 3$ の場合であるため、比較すべき理論値が、ほぼ直線を示している。

実際は L/B が大きくなるにつれて λ は B に漸近する。図-5は、スパン中央部における有効率 ρ と L/B との関係を示すものである。 ρ は L/B が増加するにつれて $\rho=1$ に漸近していくが、その曲線特性は、指数曲線であって、 $L/B=5$ 以上の場合は、 $\rho=1$ と仮定できる。($\lambda=1$: $\rho=0.987$) 実験値も図の段階では、理論値とよく一致している。

4. あとがき

二次元弾性と異なり、等色線の縮次数読取り、および等傾線の不規則性、モデルの自重・除荷後の変形の戻り、 σ/ϵ の問題が今後の課題として、残されている。実験は丁形梁であったが、ウェブが複数になったときの有効幅も興味ある問題である。今後はこれらの諸問題に関する詳細な実験を継続し、箱断面、鋼床板の有効幅に関する基礎的資料を得たいと考えている。

5. 参考文献

注1: A. Mansour: Effective Flange Breadth of Stiffened Plates Under Axial Tensile Load or Uniform Bending Moment. (Journal of Ship Research)

S. Timoshenko: theory of Elasticity
河田・西田・辻: 光弾性実験法.

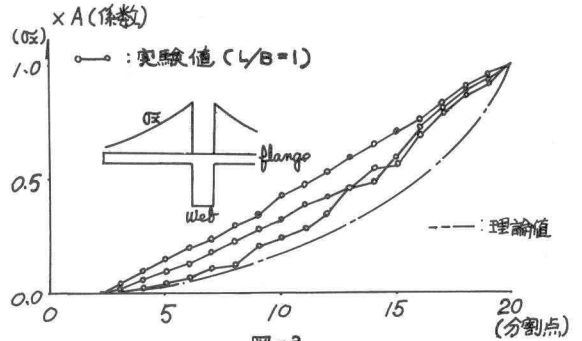


図-3

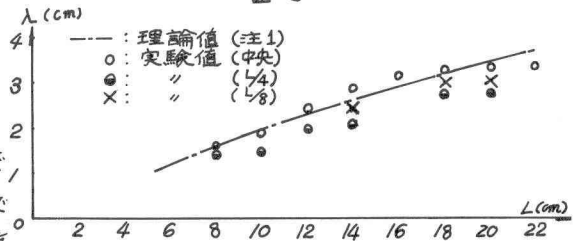


図-4

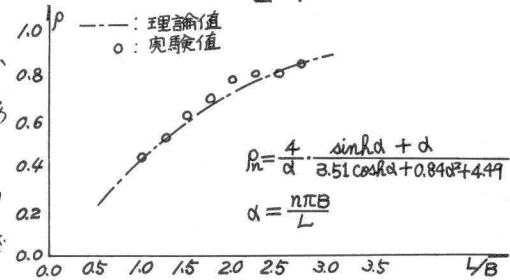


図-5