

大阪大学工学部 正員 大倉一郎

大阪大学工学部 正員 福本嘯士

1. 序論

薄肉プレートガーダーが繰り返しせん断を受けると、図-1に示すように、斜め張力場が形成される方向の隅角部の近傍の隅肉溶接のウェブ側の溶接止端に疲労亀裂が発生する。ウェブの面外変形によって、隅肉溶接のウェブ側の溶接止端に生じる板曲げ応力がこの疲労亀裂の発生原因である。本論文では、疲労亀裂の発生を防止するための面内せん断応力とウェブの幅厚比の関係を提案し、限界状態設計へ向けての疲労のための使用性限界を明らかにする。

2. 最大面内せん断応力とウェブの幅厚比の関係

面内せん断応力 τ_0 と板曲げ応力 σ_b の関係を与える式が文献1)に与えられている。図-2に示すような縦横比 a/b が1.0のウェブが $w_0 = w_{0\max} \sin(\pi x/a) \sin(\pi y/b)$ なる初期たわみを有するとき、その τ_0 と σ_b の関係は図-3に示すようになる。ここで、 $w_{0\max}$:最大初期たわみ、 $\sigma_0 = \pi^2 E / \{12(1-\nu^2)\beta^2\}$ 、 E :ヤング率、 ν :ポアソン比、 $\beta = b/t_w$:ウェブの幅厚比。

板曲げ応力を受ける隅肉溶接の200万回疲労強度は約166.7 MPaである²⁾。最小面内せん断応力 $\tau_{0\min}$ に対して生じる板曲げ応力を $\sigma_{b\min}$ 、最大面内せん断応力 $\tau_{0\max}$ に対して生じる板曲げ応力を $\sigma_{b\max}$ とすると、図-3に示した τ_0 と σ_b の関係を式(1)を満足するように解くと、面内せん断応力で表された200万回疲労強度とウェブの幅厚比 β の関係を得る。

$$\Delta\sigma_b = \sigma_{b\max} - \sigma_{b\min} = 166.7 \cdots \cdots (1)$$

$\tau_{0\max}$ あるいは $\Delta\tau_0 (= \tau_{0\max} - \tau_{0\min})$ で表された200万回疲労強度を図-4に示す。図中の R は式(2)で定義される面内せん断応力の比である。

$$R = \tau_{0\min} / \tau_{0\max} \cdots \cdots (2)$$

R による200万回疲労強度の変動は、 $\tau_{0\max}$ の方が $\Delta\tau_0$ より小さい。したがって、せん断を受ける薄肉プレートガーダーのウェブの面外変形に起因する疲労亀裂の200万回疲労強度は最大面内せん断応力で評価するのが良いと考える。

ウェブには残留応力が存在する。残留応力は文献1)の τ_0 と σ_b の関係を与える式の中の座屈係数に影響する³⁾。 β が約130のプレートガーダーのウェブのせん断座屈強度は、周辺単純支持に対する座屈強度と周辺固定支持に対する座屈強度の中間に存在することが文献4)に示してある。したがって、文献1)の τ_0 と σ_b の関係を与える式の中の座屈係数に周辺単純支持の座屈係数の値を代入し、残りの係数には周辺固定支持に対する値を代入して、最大せん断応力で表された200万回疲労強度を計算した。この200万回疲労強度とウェブの幅厚比の関係を図-5の中に点線で示す。この点線を近似する、式(3)で与えられる実線の曲線を疲労亀裂の発生を防止するための200万回疲労強度とウェブの幅厚比の関係として提案する。

$$\tau_{0\max} = -9.8a/b + 30.8 + (-6.796a/b + 19.201) \times 10^5 / \beta^2 \quad (0.5 \leq a/b \leq 1.5, \beta \leq 300) \cdots (3)$$

図-5において、 β が小さくなるに従って、式(3)は、 $w_{0\max}/t_w$ が1.0に対する200万回疲労強度から0.1に対する200万回疲労強度に漸近する。

疲労試験が行われたガーダーの $\tau_{0\max}$ と β の関係を図-6に示す。図中の曲線は式(3)が与える200万回疲労強度と β の関係である。

参考文献

- 1) Okura, I. and Maeda, Y., Proc. of JSCE, Struct. Eng./Earthq. Eng., Vol.2, No.2, 1985.
- 2) Maeda, Y. Proc. of Bridge Engineering Conference of TRB, USA, Vol.1, pp.120-128, Sept., 1978.
- 3) 大倉: 薄肉プレートガーダーのウェブの面外変形に起因する疲労に関する研究、大阪大学学位論文、1984.
- 4) 森脇・藤野、土木学会論文報告集、第249号、pp.41-54、1976.

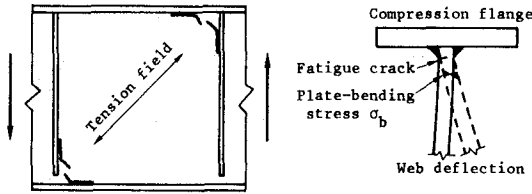


図-1 せん断を受ける薄肉プレートガーダーの疲労亀裂

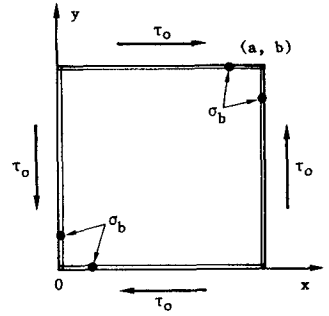


図-2 せん断を受けるウェブ

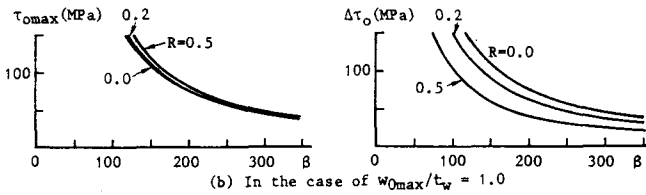
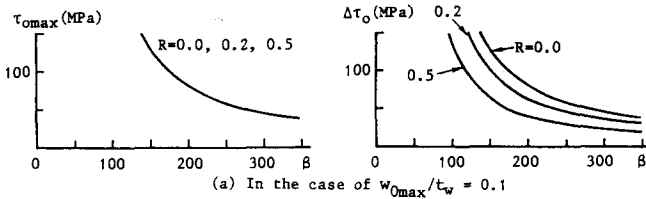


図-4 200万回疲労強度とウェブの幅厚比の関係

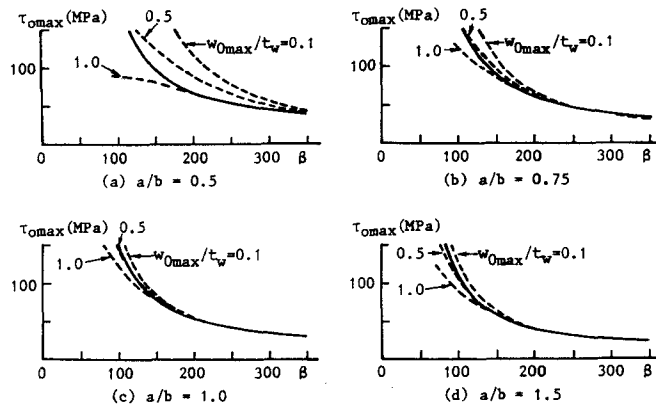


図-5 $\tau_{o\max}$ と β の関係

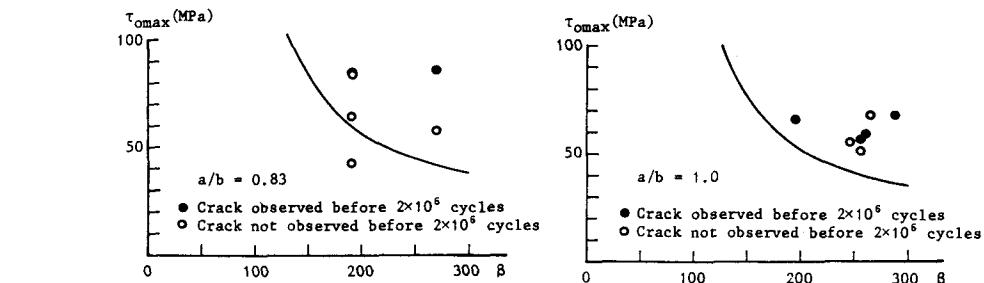


図-6 疲労試験が行われたガーダーの $\tau_{o\max}$ と β の関係

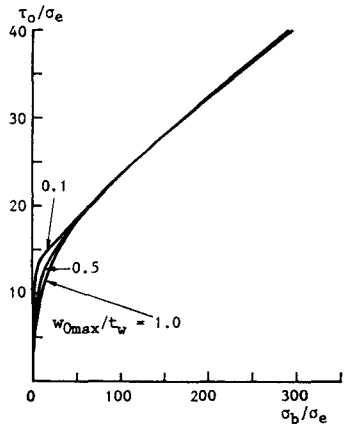


図-3 τ_o / σ_e と σ_b / σ_e の関係