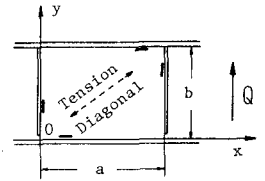
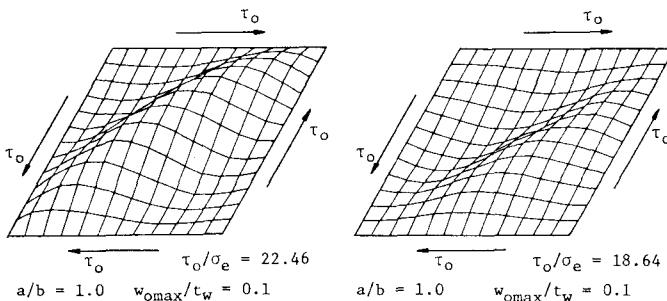


大阪大学大学院 学生員 吉井 真
大阪大学工学部 正 員 前田幸雄
大阪大学工学部 正 員 大倉一郎

1. まえがき 薄肉プレートガーダーが繰返し荷重をうけると、フランジ及び垂直補剛材をウェブに連結するすみ肉溶接のウェブ側止端に疲労き裂の発生する可能性があることが明らかにされている。図-1に示すように、せん断をうける薄肉プレートガーダーの場合、疲労き裂は斜め張力場方向の隅角部付近に発生する。初期たわみを有する薄肉ウェブがせん断荷重をうけて面外へ繰返し変形することによって、ウェブ周辺すみ肉溶接部に生ずる2次的な面外曲げ応力²⁾がこの疲労き裂の発生原因である。既報で、せん断をうける矩形板の面外有限変形挙動について、有限要素法の解析結果を発表した。本報告では、初期たわみ形状や形状比の影響特性、および解析結果と実験結果を比較した結果について発表する。



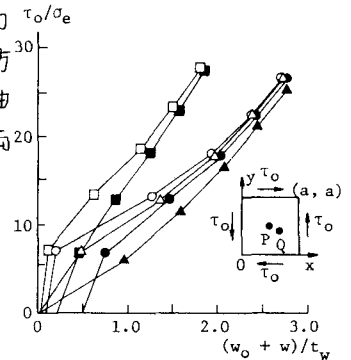
2. 解析結果 初期たわみを $w = w_{0max} \sin(m\pi x/a) \sin(n\pi y/b)$ で与える。ここに、 w_{0max} は最大初期たわみの大きさであり、 m, n はそれぞれ x 軸、 y 軸方向の初期たわみモードを表わす。横たわみ形状を図-2に示す。ここで、 $\sigma_e = E\pi^2 / \{12(1-\nu^2)(b/t_w)^2\}$ 、 E = ヤング率、 ν = ポアソン比、 t_w = 板厚である。初期たわみモード(1,1)の場合には、対角線方向に峰を有する波が生じ、(1,2)の場合には、対角線をはさんで2つの波が生じている。横たわみの変化を図-3に示す。初期たわみモード(1,1)と(2,2)の場合には、荷重が大きくなると、最大初期たわみの大きさにかわらず各曲線は互に漸近している。また、このとき、両者の横たわみ形状は互に類似していた。このことから、対角線上に峰を有する初期たわみモードのとき、対角線上に峰を有する横たわみ形状が形成されると考えられる。対角線上の主応力分布を図-4に示す。荷重が増加すると、波の峰線方向の対角線上の引張主応力 σ_1 が増加し、斜め張力場が形成される。初期たわみモード(1,1)の場合、ほぼ一様な分布となるが、(1,2)の場合、板の中央で最大となり、一様な分布とはならない。波の峰線に垂直な対角線上の圧縮主応力 σ_2 は、両初期たわみモードとも、荷重が増加してもあまり増加せず、ほぼ一様な分布を示す。境界辺上の2次曲げ応力の分布を図-5に示す。斜め張力場方向の隅角部近傍の2次曲げ応力 τ_o/σ_e が最大となる。初期たわみモード(1,2)の最大2次曲げ応力の発生位置の方が、(1,1)の方よりも中央に寄っている。初期たわみモード(1,2)の2次曲げ応力の変化を図-6に示す。最大初期たわみの大きさが小さいときには、両



(a) 初期たわみモード(1,1)の場合

(b) 初期たわみモード(1,2)の場合

図-2 横たわみ形状(4辺単純支持)



Mode of Initial Deflection	w_{0max}/t_w 0.1 0.5	Point
(1, 1)	○ ●	P(a/2, a/2)
(2, 2)	△ ▲	
(1, 2)	□ ■	Q(2a/3, 5a/12)

図-3 荷重と横たわみの関係(4辺単純支持)

辺の最大2次曲げ応力の差は小さいが、大きくなると、両者の差は大きくなる。初期たわみモード(1,1)で、形状比1.5の長方形板の2次曲げ応力の分布を図-7に示す。長辺上の最大2次曲げ応力の方が、短辺上の最大2次曲げ応力よりも大きく生ずる。一方、初期たわみモード(1,1)で、形状比0.5, 1.5, 2.0について解析した結果、いずれの形状比の場合も、波の峰線は、対角線と一致した。

3. 既往の実験結果との比較 フランジに沿って

実測された2次曲げ応力、および、横たわみの実(α)初期たわみモード(1,1)の場合、測値から推測された2次曲げ応力の分布を図-8に示す。斜め張力場方向の隅角部近傍に

もっとも大きな2次曲げ応力が生じ、この位置に疲労きれつが発生した。解析結果は、横たわみの実測値から推測された分布形状に似ている。一方、疲労きれつの発生位置を整理すると、疲労きれつは、形状比が1より小さいときには、垂直補剛材側に発生しやすく、1より大きくなるとフランジ側に発生しやすくなる。この傾向は、長方形板の長辺上の最大(α)初期たわみモード(1,1)の場合

2次曲げ応力の方が、短辺上のものよりも大きく生ずるとい

う解析結果から説明される。ところで、実際のプレートガーダーのフランジのねじり剛性は垂直補剛材のねじり剛性よりも大きいので、形状比1のウェブについて考えるならば、垂直補剛材側に発生する2次曲げ応力よりもフランジ側に発生する

2次曲げ応力の方が大きく、フランジ側に疲労きれつが発生しやすいと考えられる。しかし、Yenの実験の形状比1.0のウェブでは、疲労きれつは、垂直補剛材側に多く発生している。この矛盾については、現在説明を試みている。

参考文献

1) 前田, JSSC, Vol.9, No.86, pp.32-41, 1973. 2) 昭和56年度関西支部(I-45)
3) Yen, B.T. and J.A. Mueller, WRC, Bull. No.118, 1966. 4) Mueller, J.A. and B.T. Yen, WRC, Bull. No.127, 1968. 5) Goodpasture, D.W. and J.E. Stallmeyer, Univ. of Illinois, C.E. Studies SRS No.328, 1967.

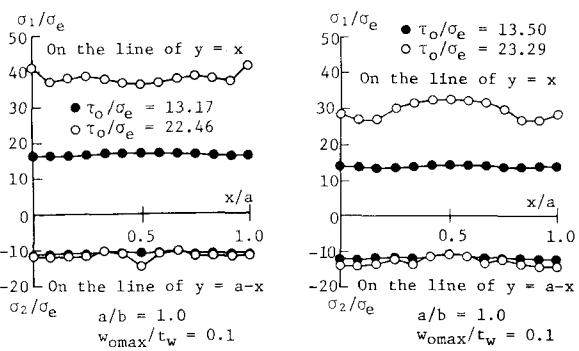


図-4 対角線上の主応力分布(4辺単純支持)

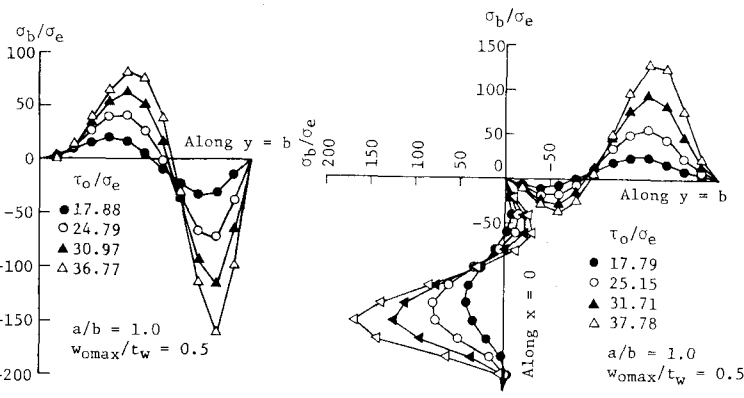


図-5 境界边上の2次曲げ応力の分布(4辺固定支持)

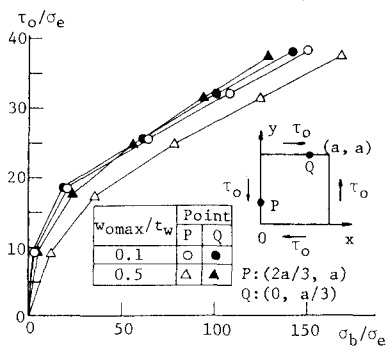


図-6 荷重と2次曲げ応力の関係 (初期たわみモード(1,2), 4辺固定支持)

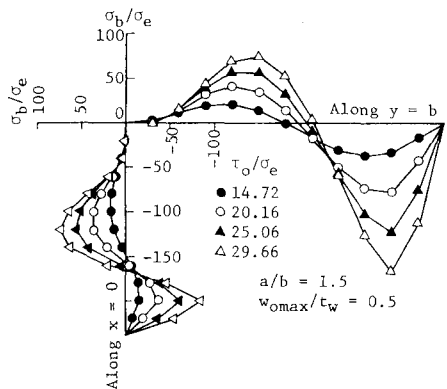


図-7 境界边上の2次曲げ応力の分布 (初期たわみモード(1,1), 4辺固定支持)

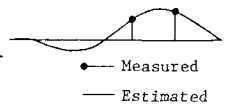


図-8 実測された2次曲げ応力 (文献[4]の図-29)