

35度開先面に融合不良を有する接合部の繰返し載荷実験

その8 欠陥位置の影響 実験結果および考察

正会員 ○服部 和徳* 同 見波 進**
同 宗川 陽祐*

開先面 融合不良 溶接欠陥
繰返し載荷 欠陥位置 欠陥率

1.はじめに

前報(その7)に引き続き、本報(その8)では、実験結果および塑性変形能力について述べる。

2.実験結果

表1に実験結果一覧を示す。表1には、応力拡大係数の形状係数 $F_{1A}(\lambda, \epsilon)$ を併せて示す。形状係数の算出方法は、(その7)を参照されたい。図1に荷重-変位関係を示す。また、図2に荷重-変位関係から求めたスケルトン曲線の比較を示す。累積塑性変形倍率 η_w は、実験結果から得られた荷重-変位曲線の正側のすべてのループについて足し合わせたもの(= W_{total}) を以下のように P_p 、 δ_p で除して算出した。

累積塑性変形倍率 η_s は、スケルトン曲線(正側:最大荷重まで)のエネルギー W を P_p 、 δ_p で除して算出した。

$$\eta_w = \frac{W_{total}}{P_p \times \delta_p} \quad \dots \text{式(1)} \quad \eta_s = \frac{W}{P_p \times \delta_p} \quad \dots \text{式(2)}$$

W_{total} : 破壊までの累積エネルギー(正側)

W : スケルトン曲線から求めたエネルギー(正側:最大荷重まで)

P_p : 全塑性時荷重

δ_p : 全塑性時弾性変位

3.破壊性状

破壊性状を写真1に示す。いずれの試験体も溶接欠陥から延性亀裂が進展している。No.1~No.4 試験体は、溶接欠陥から延性亀裂が進展しながら荷重低下を呈し、最終的には延性亀裂を起点に脆性破断をしている。No.5 試験体は、他の試験体と同様に溶接欠陥から延性破壊が進展し、ゆっくりと荷重が低下し延性的に破断した。

4.考察

図3に最大耐力 P_{max} —端部からの距離関係を示す。既往の研究と同様、中央欠陥に比べ、端部欠陥の方が最大耐力は、小さい結果であった。また、端部からの距離が大きくなるにつれて、最大耐力は大きくなる傾向であった。

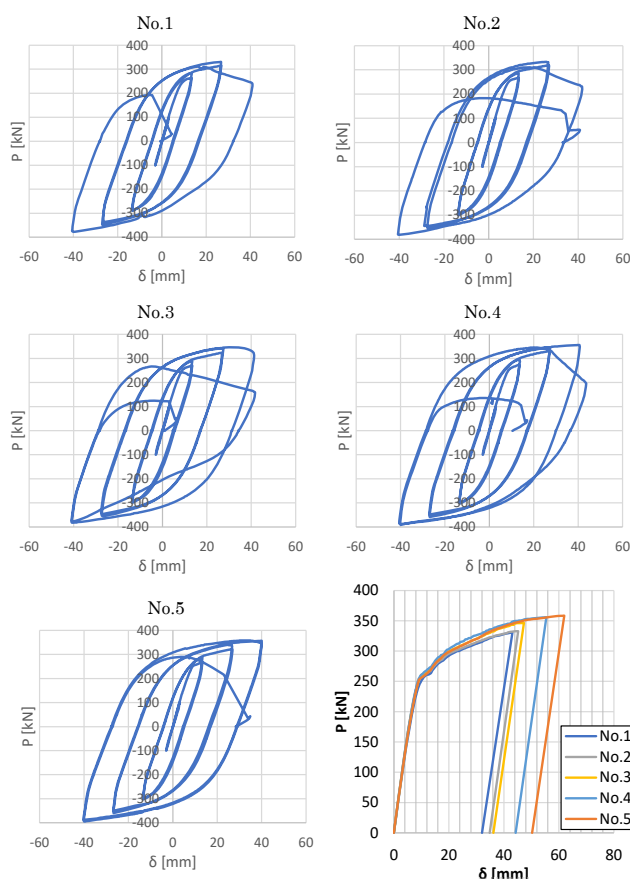


図1 荷重-変形関係

図2 スケルトン曲線

表1 実験結果一覧

試験体名	欠陥長さ mm	欠陥深さ mm	欠陥率 %	端部からの距離 mm	Pmax kN	δmax mm	ηs	ηw	F _{1A} (λ, ε)	亀裂発生 サイクル	破壊 サイクル	破壊性状
No.2	20	10	8.00	15	333.04	26.01	6.55	27.3	1.3460	4	6	延性、脆性
No.3	20	10	8.00	20	346.76	30.59	7.01	32.5	1.1483	4	7	延性、脆性
No.4	20	10	8.00	35	355.80	40.60	8.89	36.5	1.0507	4	7	延性、脆性
No.5	20	10	8.00	50	358.24	33.06	10.12	39.3	1.0246	4	7	延性

Pmax: 最大荷重、δmax: 最大荷重時の変位、ηs: スケルトン曲線から算出した累積塑性変形倍率

ηw: 累積塑性変形倍率、F_{1A}(λ, ε): 偏心き裂をもつ帯板が一様に引張られる場合の応力拡大係数Kの形状係数

Cyclic loading test of joints with lack-of-fusion defect at 35 degrees groove face

Part 8: Influence of defect position; experimental results

Kazunori Hattori, Susumu Minami, Yosuke Sokawa

図4に η_s —端部からの距離関係を示す。図5に η_w —端部からの距離関係を示す。 η_s および η_w についても、最大耐力と同様の傾向があり、端部からの距離が大きくなるにつれて、変形能力は大きくなる傾向であった。

端部からの距離が大きくなるにつれて、応力拡大係数は小さくなり、一方、変形能力は逆に大きくなるのが分かった。そこで、中央欠陥の値(試験体 No.5)を基準にして、その逆数を無次元化した結果の一覧表を表2に示す。無次元化逆数は、下式により算出した。

$$\text{無次元化逆数}(\eta_s) = \frac{1}{\eta_s \div \eta_s(\text{中央欠陥})}$$

$$\text{無次元化逆数}(\eta_w) = \frac{1}{\eta_w \div \eta_w(\text{中央欠陥})}$$

図6に無次元化逆数と端部からの距離の関係を示す。フランジ端部からの距離と変形能力の関係について、応力拡大係数 K の形状係数 $F_{1A}(\lambda, \epsilon)$ の傾向と累積塑性変形倍率(η_s および η_w)の傾向は概ね対応していることが見てとれる。

5.まとめ

欠陥の位置に着目した曲げ破壊試験を実施した結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 欠陥位置がフランジ端部からの距離が大きくなるにつれて、耐力および塑性変形能力は大きくなる。
- 2) フランジ端部からの距離と変形能力の関係については、破壊パラメータ応力拡大係数 K で概ねその傾向は説明が出来る。
- 3) 欠陥率が同じであっても、欠陥位置により耐力および変形性能は異なる。

【謝辞】実験の実施にあたり当時東京電機大学学生片山翔太君、成田拓企君の協力を得た。ここに謝意を表す。

表2 無次元化逆数(η_s 、 η_w)および $F_{1A}(\lambda, \epsilon)$

試験体 No.	η_s	η_w	$F_{1A}(\lambda, \epsilon)$	無次元化逆数	
				η_s	η_w
1	5.97	22.5	2.0000	1.70	1.75
2	6.55	27.3	1.3460	1.54	1.44
3	7.01	32.5	1.1483	1.44	1.21
4	8.89	36.5	1.0507	1.14	1.08
5	10.12	39.3	1.0246	1.00	1.00

η_s : スケルトン曲線から算出した累積塑性変形倍率、 η_w : 累積塑性変形倍率、 $F_{1A}(\lambda, \epsilon)$: 偏心き裂をもつ帯板が一様に引張られる場合の応力拡大係数 K の形状係数

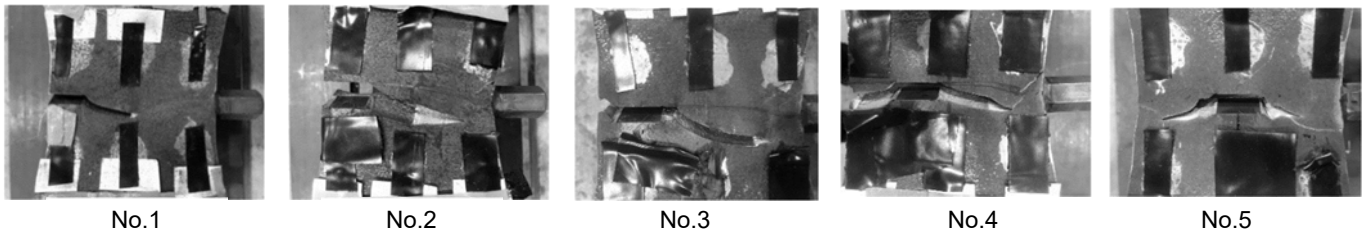


写真1 破壊性状

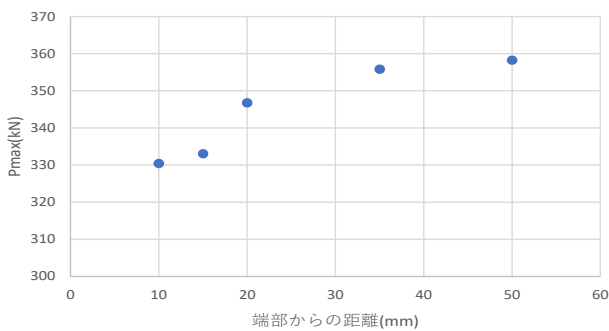


図3 Pmax—端部からの距離関係

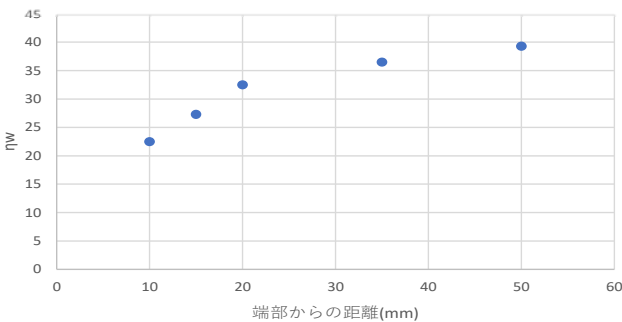


図5 η_w —端部からの距離関係

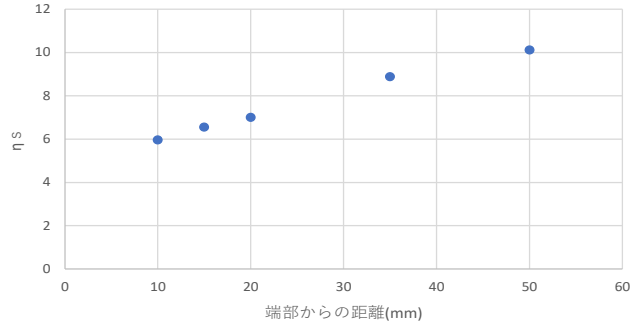


図4 η_s —端部からの距離関係

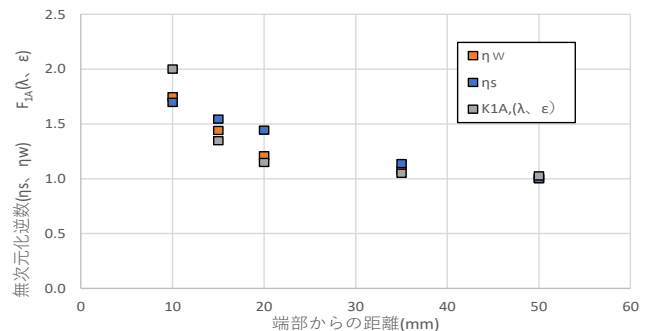


図6 応力拡大係数との比較(無次元化)

* (一財)ベターリビングつくば建築試験研究センター・博士(工学)
 ** 東京電機大学 理工学部 教授・博士(工学)

* Tsukuba Building Test Laboratory of Center for Better Living, Dr. Eng.
 ** Prof., School of Science and Eng., Tokyo Denki Univ., Dr. Eng.