

35度開先面に融合不良を有する接合部の繰返し载荷実験

(その2) 実験結果および考察

正会員 服部 和徳*1 同 アルムニフ サミル*2
同 見波 進*3 同 笠原 基弘*4

開先面 融合不良 溶接欠陥
繰返し曲げ载荷 破壊 欠陥率

1. はじめに

前報(その1)に引き続き、本報(その2)では、実験結果、塑性変形能力について述べる。

2. 荷重 変形および破壊性状

表1に実験結果一覧を示す。図1に荷重-変位関係を示す。また、図2、図3に繰返し荷重変位関係から求めたスケルトン曲線を示す。No.1~No.7は中央欠陥で、No.8~No.13は端部欠陥である。

表1 実験結果一覧

No.	欠陥位置	欠陥寸法(mm)			面積 mm ²	欠陥率 %	Pmax kN	δmax mm	ηs	η	破壊 サイクル
		高さ	長さ	幅							
1	中央	1.2	100	0.4	120	4.8	387.5	45.38	12.75	47.8	+8
2		2.5	28	0.4	70	2.8	392.5	45.60	12.58	48.1	+9
3		5	14	0.4	70	2.8	397.2	45.76	12.85	45.1	+9
4		5	28	0.4	140	5.6	359.2	45.59	5.76	33.1	+8
5		10	23	0.6	230	9.2	346.7	34.00	7.11	27.8	+7
6		20	38	1	760	30.4	259.4	22.50	2.31	10.3	+5
7		25	10	1	250	10	350.7	36.81	6.29	29.0	+7
8	端部	2.5	14	0.4	35	1.4	397.1	45.60	16.64	61.2	+9
9		5	7	0.4	35	1.4	402.3	49.76	15.65	64.1	+9
10		5	14	0.4	70	2.8	381.7	45.53	13.64	38.9	+8
11		10	11.5	0.6	115	4.6	361.0	34.49	7.37	21.7	+6
12		20	19	1	380	15.2	278.4	23.00	2.27	12.2	+5
13		25	5	1	125	5	364.0	29.17	6.23	19.6	+6

Pmax: 最大荷重、δmax: 最大変位

ηs: スケルトン曲線より算出した累積塑性変形倍率(正側: 最大荷重値まで)

η: 累積塑性変形倍率(正側)、全塑性時の弾性変位(計算値) p: 7.1(mm)

全塑性モーメント(計算値)Mp: 101(kN・m)、全塑性時荷重(計算値)Pp: 245(kN)

最大モーメント(計算値)Mu: 139(kN・m)、最大耐力(計算値)Pu: 337(kN)

全塑性モーメントおよび最大モーメントは、0 における素材試験結果を用いて算出

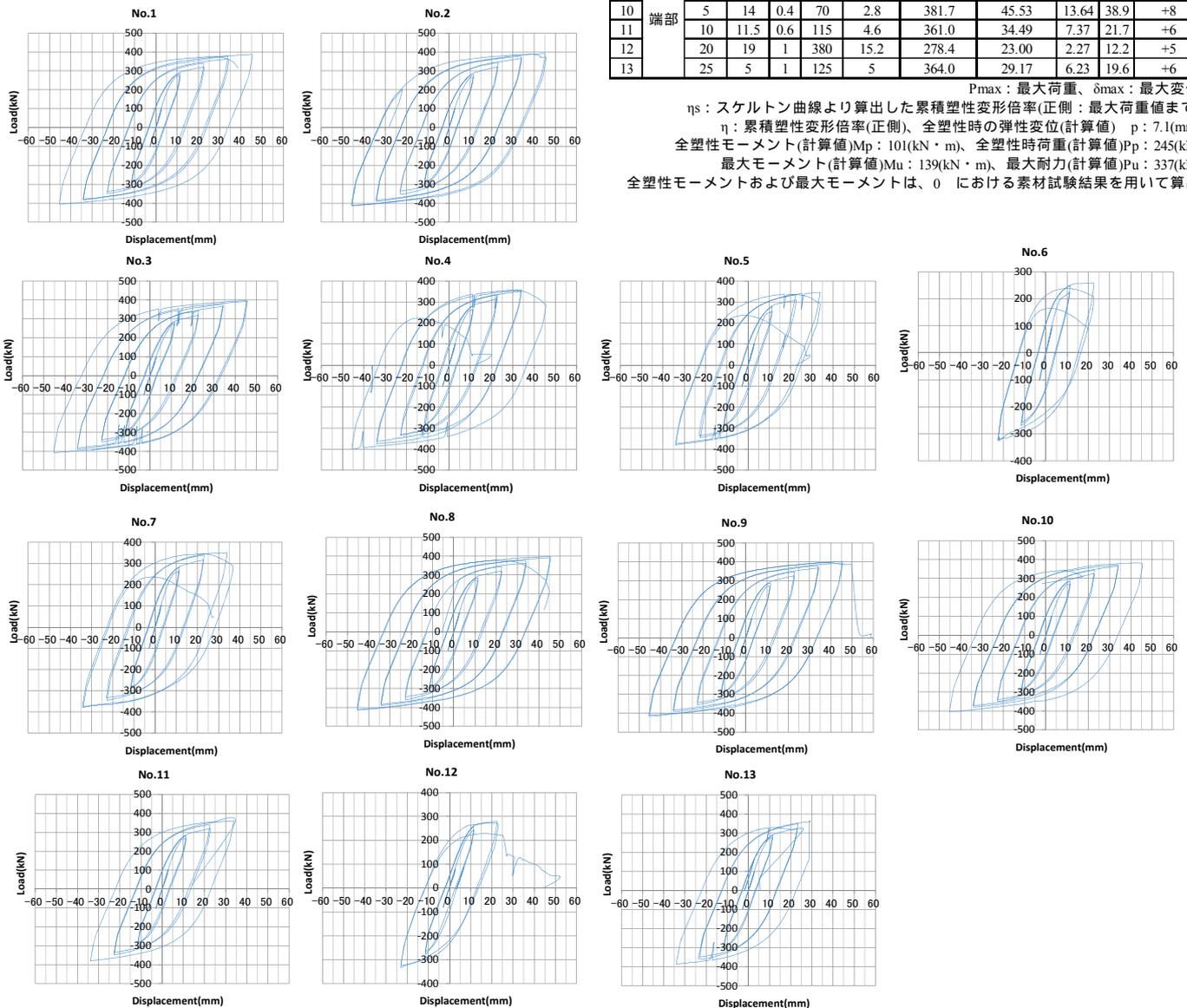


図1 荷重 変形関係

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

Part 2: Experimental results

Kazunori Hattori, Almunyif Thamer, Susumu Minami and Motohiro Kasahara

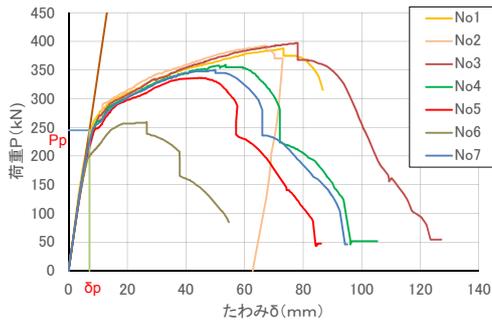


図2 中央欠陥のスケルトンカーブ

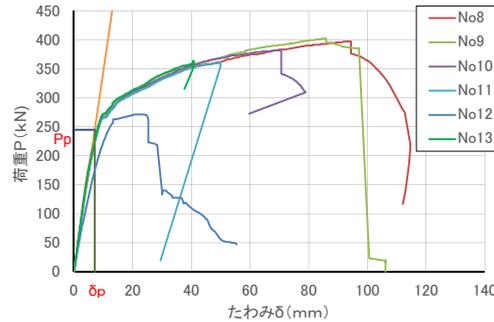


図3 端部欠陥のスケルトンカーブ

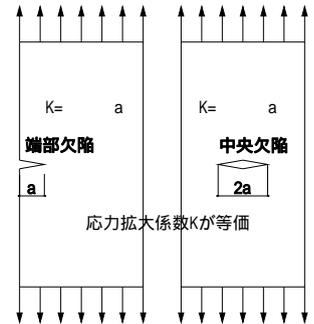


図7 破壊力学の模式図

No.2、No.9、No.10、No.11 は脆性的に破断し急激に荷重が低下した。他の試験体についてはゆっくりと荷重が低下し延性的に破断した。欠陥率の最も大きい No.6 は、初期から荷重の低下が著しく、早期の亀裂の進展により 5 サイクルで破断した。

中央欠陥、端部欠陥とも欠陥率の小さい No.3、No.8、No.9 は ±45.2mm で破断しなかったので、押し切りで破断に至らした。No.2 は -45.2mm の 2 回目で破断しなかったため、正側への押し切り、その荷重上昇中で脆性的に破断した。

3. 考察

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 、 p で除して累積塑性変形倍率 η を求めた。

$$\eta = \frac{W_{total}}{P_p \times \delta_p}$$

W_{total} : 破壊までの累積エネルギー(正側)

P_p : 全塑性時荷重

p : 全塑性時弾性変位

一方、正側における最大荷重までのスケルトン曲線による累積塑性変形倍率 (η) も同様に求めた。

各試験体の欠陥率と最大荷重の関係を図4に、欠陥率との関係を図5に、 η との関係を図6に示す。いずれも欠陥率が大きくなると性能が低下している。また、中央欠陥より端部欠陥の方が、同じ欠陥率でも破壊しやすいことがわかる。破壊力学的観点から、端部欠陥長さ a と中央欠陥長さ $2a$ では応力拡大係数 K は等価である事が知られている¹⁾。応力拡大係数の模式図を図7に示す。そこで、中央欠陥の欠陥率を単純に 1/2 倍した値で整理した結果を図4～図6の右のグラフに示す。

4. まとめ

本研究では開先面に存在する表面近傍の融合不良が継手性能に与える影響を、繰返し載荷実験を行い検討した。欠陥の面積が大きいほど破壊しやすく、同じ欠陥率では端部欠陥のほうが中央欠陥より破壊しやすい傾向があることを示した。また、許容される端部欠陥の大きさは、

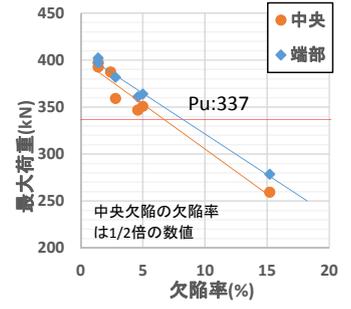
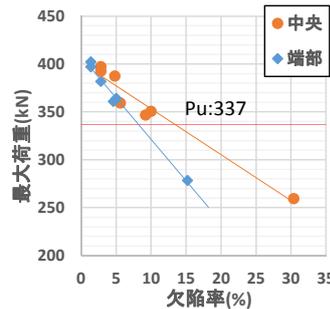


図4 最大荷重 欠陥率関係

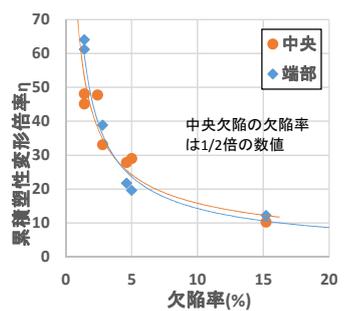
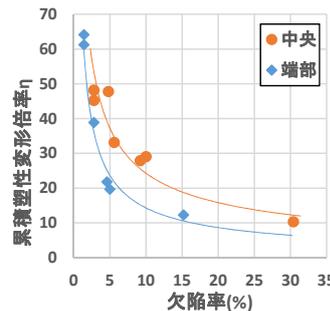


図5 累積塑性変形倍率 欠陥率関係

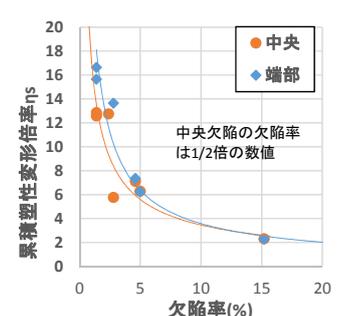
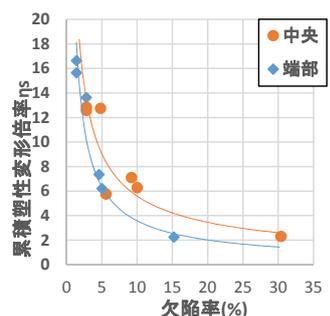


図6 累積塑性変形倍率 s-欠陥率関係

中央欠陥の 1/2 の大きさまでであると考えられる。今後は、FEM 解析を行い、欠陥近傍の応力ひずみ状態の検討、さらに、初層部に発生する溶込不良の実験を実施し、本実験結果と比較検討する予定である。

【参考文献】

1)岡村 弘之：線形破壊力学入門，1976 年

*1 (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)
*2 東京電機大学大学院理工学研究科 修士課程
*3 東京電機大学理工学部 准教授・博士(工学)
*4 アクトーションハート・博士(工学)

*1 Tsukuba Building Test Laboratory of Center for Better Living, Dr.Eng.
*2 Graduate Student, Tokyo Denki University
*3 Associate Prof., Tokyo Denki University, Dr.Eng.
*4 Act-Creation-Heart Co.ltd. , Dr.Eng.