

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1) 実験概要および素材試験結果

正会員 アルムニフ サミル*¹ 同 服部 和徳*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

溶接欠陥は継手の強度や伸び能力を低下させることはよく知られている。開先面に発生する融合不良も溶接欠陥のひとつであり、これが溶接接合部の表面近傍に位置していると、破壊の起点になりやすいと危惧される。既報¹⁾において、35度開先面に発生する融合不良を対象に超音波探傷試験による検出方法が検討されている。本報では、これら融合不良が継手の性能に与える影響について実験的に検討することとした。様々な欠陥の長さ、高さが施された試験体の繰返し曲げ载荷実験を行い、その欠陥が破壊性状にどのように影響するかを実験によって検証することを目的としている。

2. 試験体

試験体の形状を図1に示す。開先角度35度の開先面に沿った欠陥を有するモデルを対象とする。試験体一覧を表1に示す。開先面の融合不良が表面付近に発生する場合を本研究の対象とし、中央欠陥と端部欠陥について実験を行うこととした。欠陥の位置を図2に、欠陥の寸法、面積、欠陥率を表1に、欠陥の挿入状況を写真1に示す。

試験体の欠陥を設けた側の試験板は既報¹⁾で用いた試験体を使用した。図2の形状に加工した板厚25mmのSN490B鋼材に放電加工を用いて欠陥を作製した。なお、高さ1.2mm、長さ100mmの試験体No.1はアンダカットを想定した欠陥である。本実験では欠陥の位置・形状の影響を明らかにする目的のため、様々な材質の混在する実溶接部とせず、均質な母材に切欠き状の欠陥を人工的に設けることとした。使用鋼材の機械的性質を表2に、化学成分を表3に示す。

表2 鋼材の機械的性質

SN490B	板厚 mm	Y.P. N/mm ²	T.S. N/mm ²	EL. %	YR. %	vEo J	
ミルシート	試験板	25	394	520	28	76	240
	反対側フランジ	25	402	533	28	75	249
	ウェブ	12	381	539	25	71	-
0 引張試験			377* ¹	519	31	73	235* ²

Y.P.:降伏点、T.S.:引張強さ、EL.:伸び、YR.:降伏比
vEo:0 シャルビー吸収エネルギー
*1:下降伏点、*2:ノッチ位置が放電加工部

表3 鋼材の化学成分(%) (ミルシート)

SN490B	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo
試験板	0.13	0.24	1.28	0.015	0.005	0.16	0.07	0.09	0.02
反対側フランジ	0.12	0.22	1.28	0.012	0.004	0.12	0.06	0.08	0.02
ウェブ	0.12	0.24	1.24	0.014	0.004	0.18	0.07	0.10	0.03

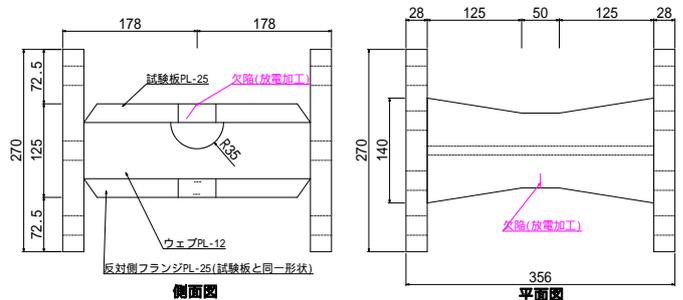


図1 試験体

表1 試験体一覧

No.	欠陥位置	欠陥寸法(mm)			面積 mm ²	欠陥率 %
		高さ	長さ	幅		
1	中央	1.2	100	0.4	120	4.8
2		2.5	28	0.4	70	2.8
3		5	14	0.4	70	2.8
4		5	28	0.4	140	5.6
5		10	23	0.6	230	9.2
6		20	38	1	760	30.4
7		25	10	1	250	10
8	端部	2.5	14	0.4	35	1.4
9		5	7	0.4	35	1.4
10		5	14	0.4	70	2.8
11		10	11.5	0.6	115	4.6
12		20	19	1	380	15.2
13		25	5	1	125	5

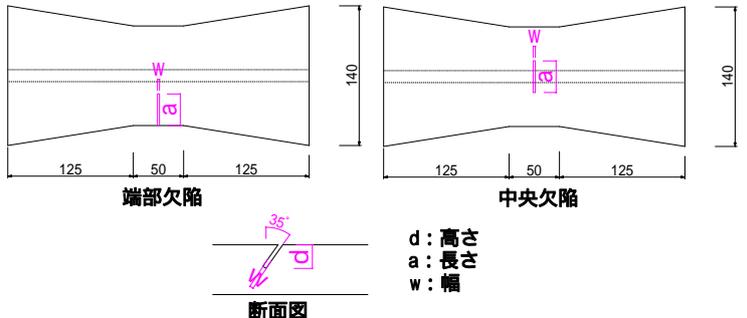


図2 欠陥の挿入位置

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

Part 1: Experimental outline and material properties

Almunyif Thamer, Kazunori Hattori, Susumu Minami and Kasahara Motohiro

3. 載荷方法

実験装置は 1000kN アムスラー型油圧万能試験機を用いた。図 3 に示すように試験体と加力ビームをボルトでつなぎ、載荷点ビームを載せ 2 点載荷として荷重を加える。試験体に曲げ荷重を加えることにより、表面付近に存在する欠陥により厳しい条件を負荷するように考慮した。

弾性範囲の ±100kN を 1 回行い、正負を交互に繰返し、全体中央変位 が ±11.3mm(1、2 サイクル)、±22.6mm(3、4 サイクル)、±33.9mm(5、6 サイクル)、±45.2mm(7、8 サイクル)となるように各 2 回ずつ行い、その後は押切り(9 サイクル)とした。試験温度は 0 と設定した。ドライアイスで冷やしたエタノールをビニル袋に入れ試験板フランジに密着させて冷却した。試験体の鋼板の内部まで十分に冷やすため加力前から 30 分程度冷却し、載荷中も冷却し続けた。

4. 測定方法

変形の測定は、変位計を 5 箇所を設置して行った。加力点に 3 箇所、支持点に 2 箇所とした。測定位置を図 3 中に示す。全体中央変位 は以下の式で算出し、この値に基づき載荷の変位の制御を行った。荷重は、アムスラー型油圧万能試験機の荷重計により測定した。

$$\delta = D3 - \frac{(D1 + D5)}{2}$$

温度は試験体フランジの表面および人工欠陥の切欠き底に熱電対を取り付け測定した。試験状況を写真 2 に示す。

5. 素材試験

繰返し曲げ載荷試験と同温度の 0 で素材引張試験を行った。試験片形状は 1A 号試験片(JIS Z2241)とし、銅板製箱型冷却容器内に満たしたエタノールとドライアイスを用いて冷却した。0 の引張試験結果を表 2 中に示す。

母材の他に放電加工部にノッチ底の位置を合わせて加工した V ノッチシャルピー試験片により衝撃試験を行った。試験片採取図を図 4 に示す。試験結果を図 5 に示す。図中、B 試験片が母材のまま H 試験片が放電加工の結果である。これより放電加工によるノッチ先端での靱性の違いはほとんど見られないことが分かる。

6. 破壊性状

写真 3 に欠陥からの破断状況の一例を示す。人工的に設けた欠陥より延性亀裂が発生し、繰返し荷重に伴い亀裂が進展し破断に至った。

7. まとめ

(その 1)では、試験体、実験パラメータ、載荷方法および素材試験結果と破壊状況について述べた。

【参考文献】

1) 服部和徳、笠原基弘、中込忠男：35 度開先面に発生する融合不良に対する超音波探傷試験方法に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、A-1 分冊、pp.991-992、2014

*1 東京電機大学大学院理工学研究科 修士課程

*2 (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)

*3 東京電機大学理工学部 准教授・博士(工学)

*4 アクトエーションハート・博士(工学)

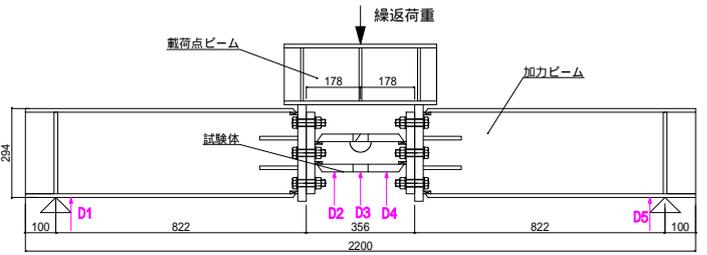


図 3 載荷位置と測定位置



写真 1 欠陥挿入状況



写真 2 試験状況

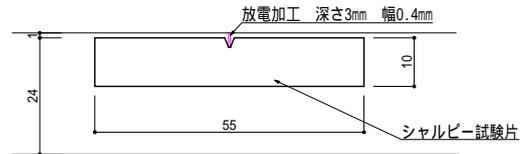


図 4 シャルピー試験片採取図

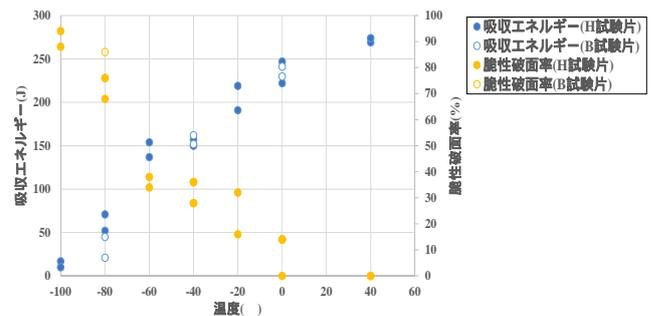


図 5 シャルピー遷移カーブ



中央欠陥

端部欠陥

写真 3 破断状況