

始末端部に非貫通欠陥を有する突合せ溶接部の実験的研究 — その2. 実験結果 —

正会員 ○ 古城豊光\*<sup>1</sup> 正会員 森田耕次\*<sup>2</sup> 正会員 石原完爾\*<sup>3</sup>  
 同 加藤正教\*<sup>4</sup> 同 岡野昌明\*<sup>5</sup> 同 廣重隆明\*<sup>6</sup>  
 同 土屋芳弘\*<sup>7</sup> 同 嶋 徹\*<sup>8</sup> 同 服部宏紀\*<sup>2</sup>

引張試験 溶接接合 非貫通欠陥 脆性破壊 材料靱性

1. はじめに

本報では、実験結果につき破断状況と荷重-伸び、軸方向ひずみ分布について報告する。また、WES2805 に従い等価欠陥寸法  $\bar{a}$  を用いた非貫通欠陥の整理を行った内容につき報告する。

2. 実験結果

一部欠陥以外で破断した試験片があるがこれらを含め引張試験結果を表-2 にまとめて示す。

2.1 破断状況

低靱性鋼材試験体シリーズの一例として L6 を高靱性鋼材試験体シリーズの一例として H3 の破断面の写真を写真-1 に示す。破面で観察した延性亀裂寸法を実測した欠陥寸法と共に表-2 に示した。人工欠陥は概ね計画値の寸法を導入できたことが確認できる。

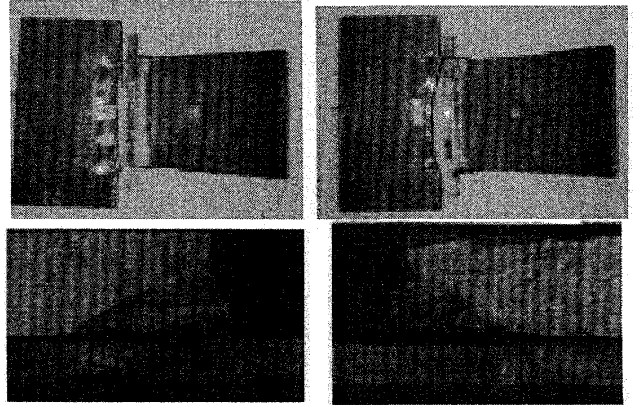
破断状況は、低靱性鋼材、高靱性鋼材いずれも欠陥から延性亀裂が発生・成長しその後脆性亀裂に転化していることが認められた。延性亀裂及び脆性亀裂の起点は溶接線位置近傍であり、脆性亀裂は表面欠陥の端部最深部ではなく、端部から奥に入ったところから発生した。この位置の角度も表-2 に示した。

2.2 荷重-伸び関係

各試験で得られた荷重-伸び関係を図-2.1 に示す。荷重-伸び関係は高靱性材料の H4 が初期剛性から低い値を示しているのを除いて各試験体とも最大伸びは 10%以上を示している。低靱性鋼、高靱性鋼とも欠陥深さ  $b$  を一定にしたとき

欠陥長さ  $a$  が大きくなる程継手耐力・破断伸びとも減少する。また、同じ欠陥長さでは低靱性鋼の方が高靱性鋼に比べ継手耐力比・破断伸びとも低くなる傾向にある。

軸方向ひずみ分布の計測結果の内低靱性鋼 L6 と高靱性 H3 につき図-2.2 に示す。溶接継手近傍での幅方向のひずみ分布を見ると、中央部より端部のひずみが大きく、荷重が大きくなるに従いその差が大きくなっている。また、材軸方向のひずみ分布では溶接継手位置から 100mm 離れた位置でのひずみが継手位置近傍より大きくなっている。これは従来から言われているように継手近傍の幅中央部では通しダイヤフラムによる拘束が作用しその他の部位に比較しその拘束効果が高いためであると思われる。この傾向は他の試験結果についても同様である。



a) 低靱性鋼 L6

b) 高靱性鋼 H3

写真-1 破断状況

表-2 試験結果一覧

鋼種	記号	試験片寸法		欠陥寸法				延性亀裂寸法		亀裂発生角度 $\theta$	等価欠陥寸法 $\bar{a}$	破断荷重 $P_{max}$	破断伸び (%)	継手耐力比 $P_{max}/P_u$	材料靱性値 $vEo$	破断位置
		板厚	板幅	予定		実種		B	A							
				$b_0$	$a_0$	b	a									
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kN	%	1/1	J		
低靱性鋼	L1	25.17	205	2.5	8	-	-	-	-	-	$\geq 3028$	$\geq 12.1$	$\geq 1.021$	-	タブ溶接部	
	L2	25.11	210	4	7	5.4	9.73	6.7	12.7	12.0	4.28	$\geq 2960$	$\geq 10.1$	$\geq 0.998$	74	FLG側止端
	L3	25.18	205	4	15	6.7	15.6	9.8	21.7	17.8	6.57	$\geq 3107$	$\geq 14.8$	$\geq 1.048$	74	伸び計取り付け部
	L4	25.16	206	6	9	5.0	10.6	12.3	17.6	16.0	4.40	3136	17.8	1.058	74	欠陥
	L5	25.2	206	6	14	7.5	15.3	14.8	23.1	13.2	6.88	3048	12.8	1.028	74	欠陥
	L6	25.16	206	6	25	6.7	29.3	13.9	38.4	6.9	9.01	2930	10.6	0.988	74	欠陥
高靱性鋼	H1	25.19	210	4	15	3.5	16.0	25.0	49.1	9.2	4.09	3077	24.7	1.095	175	欠陥
	H2	25.2	208	6	9	6.4	8.9	15.7	16.3	29.8	4.14	$\geq 3058$	$\geq 20.5$	$\geq 1.088$	175	伸び計取り付け部
	H3	25.15	210	6	14	6.1	16.6	14.9	28.6	8.0	6.41	3038	17.5	1.081	175	欠陥
	H4	25.14	207	6	25	7.1	26.3	18.2	27.7	6.9	9.10	2901	12.5	1.032	175	欠陥

Experimental Study of Butt Joints with Surface Defects at Welding End (Part.2)

FURUKI Toyomitsu, MORITA Koji, ISHIHARA Kanji,  
 KATO Tadaatsu, OKANO Masaaki, HIROSHIGE Takaaki,  
 TSUCHIYA Yoshihiro, SHIMA Tohru and HATTORI Hiroki

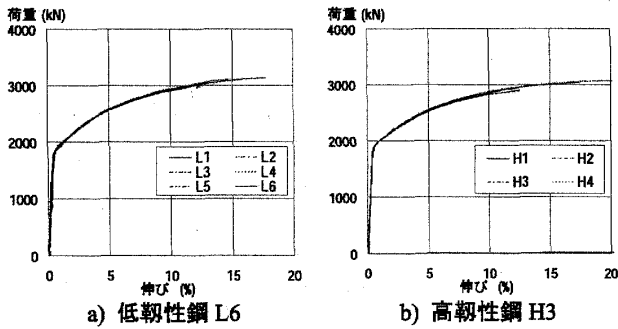


図-2.1 荷重-全体伸び関係

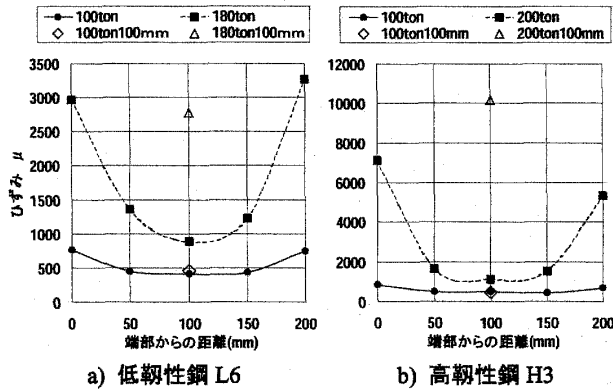


図-2.2 軸方向ひずみ分布

### 3. 非貫通欠陥の等価欠陥寸法

WES2805 に従い線形破壊力学によるK値の等価則を用いて非貫通欠陥をそれと等価な貫通欠陥寸法  $\bar{a}$  として評価し実験結果を整理した。即ち、幅  $W$  の有限板の半楕円型中央表面欠陥と無限板中の板貫通欠陥K値の理論解を用いK値が等価となる貫通欠陥寸法を等価欠陥寸法  $\bar{a}$  として設定した。

等価欠陥寸法  $\bar{a}$  を表-2 に示す。継手耐力比と等価欠陥寸法  $\bar{a}$  との関係を図-3.1 に示す。尚、実験結果の比較のため下川氏による実験結果及び建設省総プロの実験結果も同様に等価欠陥寸法を算定し(表-3) 図中に記入した。実験結果から継手耐力比と等価貫通欠陥の関係はばらばらしているものの等価欠陥寸法の増加と共に継手耐力比は低下している事が認められる。

継手耐力比と材料靱性の関係を図-3.2 に示す。材料靱性の増加に従い継手耐力比も増加している事が認められる。

継手耐力比がK値に関係し、K値は等価欠陥寸法  $\sqrt{\bar{a}}$  の関数であることまた継手耐力比が破壊靱性と関係があることを考慮し回帰曲線による近似式を求め合わせて記入した。

### 4. まとめ

本報では、破断状況と荷重-伸び、軸方向ひずみ分布について報告した。また、非貫通欠陥の評価には等価欠陥寸法  $\bar{a}$  が有効である事を示した。

追記：この研究は千葉大学工学部デザイン工学科森田研究室とAW検定協議会研究評価委員会(WG7)との共同研究とし

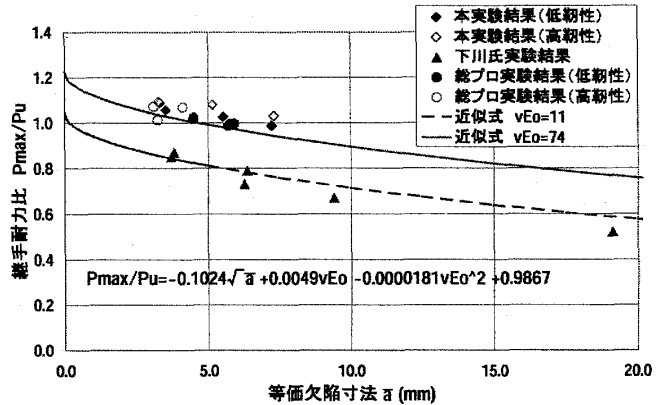


図-3.1 継手耐力比と等価欠陥寸法  $\bar{a}$

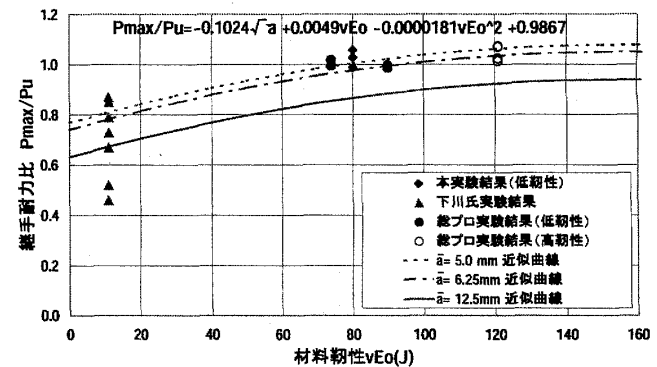


図-3.2 継手耐力と材料靱性

表-3 他論文の実験結果

記号	試験片寸法		欠陥寸法		等価欠陥寸法 $\bar{a}$	継手耐力比 $P_{max}/P_u$	材料靱性値 $vEo$	
	板厚	板幅	実値					
			b	a				
下川氏の実験結果	P38-20	25	140	20.0	38.0	34.83	0.472	11
	P34-12	25	140	12.0	34.0	19.13	0.533	11
	P17.5-12	25	140	12.0	17.5	9.42	0.682	11
	P7.5-12	25	140	12.0	7.5	6.37	0.809	11
	P3.5-12	25	140	12.0	3.5	3.80	0.887	11
	P16-6	25	140	6.0	16.0	6.28	0.742	11
P8-6	25	140	6.0	8.0	3.71	0.864	11	
総プロの実験結果	L23-1-V0	25	200	6.0	21.0	7.10	0.987	90
	L23-2-V0	25	200	6.0	23.0	7.38	0.997	90
	L43-1-V0	25	200	4.0	40.0	5.60	1.017	74
	L43-2-V0	25	200	5.0	40.0	7.23	0.995	74
	H23-1-V0	25	200	3.0	27.0	3.88	1.072	121
	H23-2-V0	25	200	4.0	25.0	5.13	1.069	121
	H43-1-V0	25	200	3.0	40.0	4.07	1.012	121
	H43-2-V0	25	200	4.0	40.0	5.60	1.024	121

て実施され、JFEテクノリサーチの協力を受けた。関係各位に謝意を表す。

(参考文献)

- 1) 下川弘海・中込忠男・岡本晴仁・森田耕次：線形破壊力学の応用による鉄骨部材の破断荷重推定方法、日本建築学会構造系論文集, No. 585, pp. 47-54, 2004. 11

- |                     |              |                                  |                    |
|---------------------|--------------|----------------------------------|--------------------|
| *1 株式会社鴻池組          | *5 鹿島建設(株)   | *1 Konoike Constructiou Co.,Ltd. | *5 Kajima Corp.    |
| *2 千葉大学             | *6 株式会社竹中工務店 | *2 Chiba Univ.                   | *6 Takenaka Corp.  |
| *3 株式会社大手町ファーストスクエア | *7 飛鳥建設(株)   | *3 Ohtemachi First Square        | *7 Tobishima Corp. |
| *4 NTT都市開発(株)       | *8 戸田建設(株)   | *4 NTT Urban Development Corp.   | *8 Toda Corp.      |