

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6. 実験結果考察 —

正会員 ○ 廣重隆明*1 正会員 森田耕次*2 正会員 石原完爾*3
 同 加藤正敦*4 同 岡野昌明*5 同 古城豊光*6
 同 土屋芳弘*7 同 藤田哲也*8

溶接欠陥 柱梁接合部 脆性破壊 非貫通欠陥 材料靱性 単調載荷試験

1. はじめに

本報では、その5で示した実験結果と既往の実験結果を勘案して、破断時において余盛を考慮した断面応力度比(σ_{max}/σ_u)と WES2805 より求めた等価欠陥寸法(a)及び材料靱性(vEbr)との関係を整理した結果について報告する。

2. 実験結果考察

2.1 既往の実験

本シリーズでは試験体数が14体と少ないため、下川氏、建設省総プロ・鈴木氏及び信州大学の実験結果を取り込んでデータ整理を行った。既往の実験データは、材料特性・実験条件・結果の諸元と試験体モデルの適切性等を精査し、採用の可否を判断した。実験結果一覧を表-1に示す。

2.2 実験結果データ整理の基本方針

既往の実験は、図2.1~図2.3に示すように試験体形状が様々であり、材料靱性も低いものから高いものまで存在した。そこで、以下に示す基本方針によりデータ整理を行った。

- ①材料の靱性限界が明確でないため、破壊形態としては脆性破壊と延性亀裂進展後の脆性破壊を含めて検討した。
- ②無欠陥、貫通欠陥、端部欠陥以外からの破断、中央欠陥、動的加力の試験体は除いた。
- ③試験体の各部材寸法は実計測値とし、その値がない場合は公称値を用いた。
- ④試験体の板厚は、ダイアフラムとフランジの板厚が異なる場合は、余盛を加えた実測値とした。
- ⑤引張強さは、破断推定位置での素材試験結果を用い、試験温度に補正した。
- ⑥シャルピー衝撃試験の吸収エネルギーは、試験温度でのダイアフラム側ボンド部の値を用いた。

表-1 実験結果一覧(その5・既往の実験)

試験体No.	試験片寸法		欠陥寸法		断面応力度比 σ_{max}/σ_u	シャルピー vEbr J	実験温度 ℃		
	板幅W mm	板厚t mm	長さa mm	高さb mm					
その5 AW	No.1	200.0	25.1	9.3	6.0	4.26	0.912	37.6	-40.6
	No.2	200.0	25.1	15.8	6.8	6.68	0.793	34.9	-43.6
	No.3	200.0	25.1	24.3	6.9	8.56	0.821	39.8	-38.2
	No.4	200.0	25.1	51.4	6.5	10.81	0.787	40.1	-37.8
	No.5	200.0	25.2	16.0	7.0	6.85	0.970	57.3	-21.4
	No.6	200.0	25.2	24.0	6.5	8.06	0.938	57.7	-21.0
	No.8	200.0	25.3	17.0	6.9	7.05	0.937	57.5	-20.2
	No.9	200.0	25.1	25.7	6.9	8.78	0.866	58.2	-19.6
	L4	200.0	25.2	10.6	5.0	4.40	1.046	82.8	0.0
AW	L5	200.0	25.2	15.3	7.5	6.88	1.015	82.8	0.0
	L6	200.0	25.2	29.3	6.7	9.01	0.978	82.8	0.0
	H1	200.0	25.2	16.0	3.5	4.09	1.104	179.8	0.0
	H3	200.0	25.2	16.6	6.1	6.41	1.092	179.8	0.0
	H4	200.0	25.1	26.3	7.1	9.10	1.043	179.8	0.0
	P38-20	140.0	25.0	38.0	20.0	34.83	0.462	11	-40.0
	P34-12	140.0	25.0	34.0	12.0	19.13	0.521	11	-40.0
	P17.5-12	140.0	25.0	17.5	12.0	9.42	0.667	11	-40.0
	P7.5-12	140.0	25.0	7.5	12.0	6.37	0.792	11	-40.0
下川	P3.5-12	140.0	25.0	3.5	7.0	3.80	0.868	11	-40.0
	P16-6	140.0	25.0	16.0	6.0	6.28	0.726	11	-40.0
	P8-6	140.0	25.0	8.0	6.0	3.71	0.845	11	-40.0
	L23-1.V000	200.0	25.0	21.0	6.0	7.10	0.982	90	0.0
	L23-2.V000	200.0	25.0	23.0	6.0	7.38	0.992	90	0.0
	L43-1.V000	200.0	25.0	40.0	4.0	5.60	1.013	74	0.0
	L43-2.V000	200.0	25.0	40.0	5.0	7.23	0.990	74	0.0
	H23-1.V000	200.0	25.0	27.0	3.0	3.88	1.061	121	0.0
	H23-2.V000	200.0	25.0	25.0	4.0	5.13	1.058	121	0.0
総プロ・鈴木	H43-1.V000	200.0	25.0	40.0	3.0	4.07	1.002	121	0.0
	H43-2.V000	200.0	25.0	40.0	4.0	5.60	1.020	121	0.0
	A33-V000-T20	200.0	25.0	42.0	5.0	7.32	0.930	62	-20.0
	A33-V000-T40	200.0	25.0	35.0	5.0	6.99	0.750	18	-40.0
	A36-V000-T00	200.0	25.0	40.0	5.0	7.23	0.905	99	0.0
	A36-V000-T20	200.0	25.0	40.0	5.0	7.23	0.914	62	-20.0
	A43-V000-T00	200.0	25.0	24.0	4.0	5.08	1.036	83	0.0
	A43-V000-T20	200.0	25.0	15.0	4.0	4.49	1.109	52	-20.0
	A46-V000-T00	200.0	25.0	20.0	8.0	8.64	1.066	83	0.0
信州大	A46-V000-T20	200.0	25.0	20.0	6.0	6.95	0.921	52	-20.0
	S10_10	125.0	23.0	13.0	13.0	9.55	0.836	84	0.0
	S10_15	125.0	23.0	16.0	16.0	13.72	0.832	84	0.0
	S20_05	125.0	22.0	20.0	8.0	9.29	0.926	84	0.0
	S20_10	125.0	22.5	23.0	17.5	20.17	0.761	84	0.0
	S20_10.2	125.0	22.0	24.0	13.0	15.31	0.857	84	0.0
	S20_15	125.0	23.0	22.0	15.5	15.71	0.872	84	0.0
	S30_05	125.0	22.0	32.0	9.0	14.98	0.807	84	0.0
	S30_05.2	125.0	22.0	33.0	7.5	12.33	0.868	84	0.0
	S30_10	125.0	22.0	30.0	18.0	26.67	0.752	84	0.0
	S30_10.2	125.0	22.0	33.0	12.0	21.37	0.773	84	0.0
	S30_15	125.0	22.0	32.0	17.0	27.40	0.709	84	0.0
	S30_15.2	125.0	22.5	30.0	15.0	22.40	0.697	84	0.0
	S40_05	125.0	22.0	40.0	8.0	15.48	0.798	84	0.0

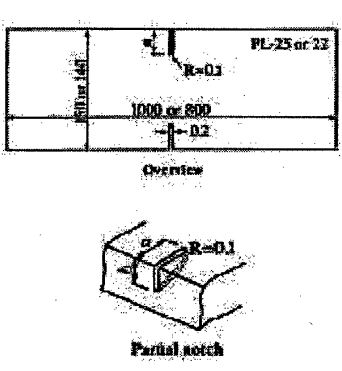


図2.1 下川氏の試験体形状

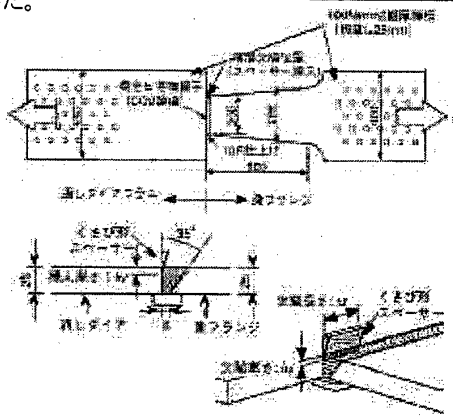


図2.2 総プロ・鈴木氏の試験体形状

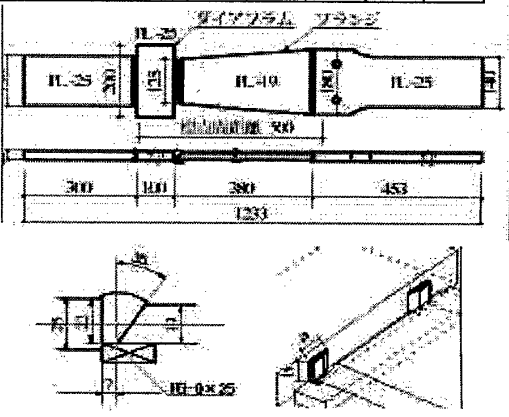


図2.3 信州大の試験体形状

Experimental Study of Butt Joints with Surface Defects at Welding End(Part.6)

HIROSHIGE Takaaki, MORITA Koji, ISHIHARA Kanji,
 KATO Tadaatsu, OKANO Masaaki, FURUKI Toyomitsu,
 TSUCHIYA Yoshihiro and FUJITA Tetsuya

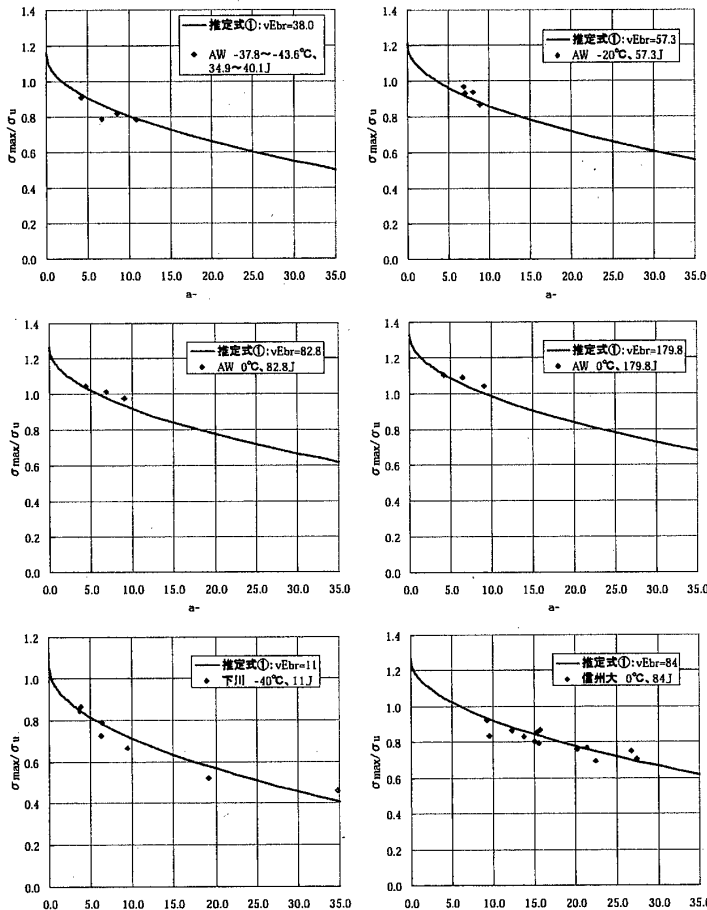


図 2.4 各々の実験結果と推測値

2.3 推定式

本報および既往の試験結果を元に、最小自乗法による近似式を提案する。

$$\sigma_{\max}/\sigma_u = -0.110\sqrt{a-t} + 0.00415vEbr - 0.0000133vEbr^2 + 1.015 \quad \text{---①}$$

材料靱性が異なる各実験結果と推定式との関係を図 2.4 に、本報で採用した全データの断面応力度比と等価欠陥寸法の関係を図 2.5 に、その実験値と推測値の比較を図 2.6 に示す。実験値と推定式の相関係数は $R=0.9384$ であり、高い相関関係が得られた。

例として、板厚 25mm とした場合の断面応力度比と欠陥長さの関係を図 2.7 に示す。

3. まとめ

始終端部に非貫通欠陥を有する突合せ溶接部において、板引張試験による断面応力度比と等価欠陥寸法の関係を既往の試験結果を踏まえ整理した。その結果、比較的相関の高い推定式を導いた。

本報は板試験を整理したものであり、今後の課題としては実架構へ展開するため、架構試験結果との関係を整理・検討する必要がある。

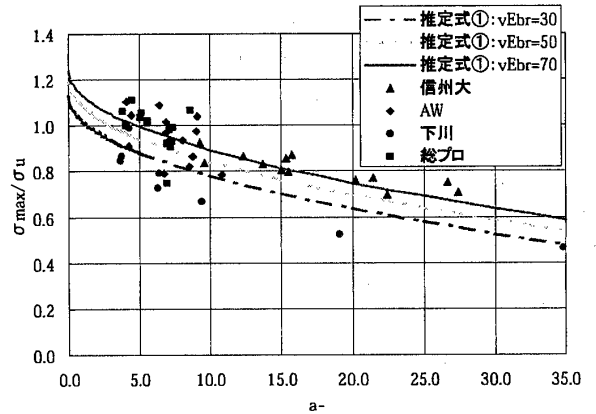


図 2.5 断面応力度比と等価欠陥寸法

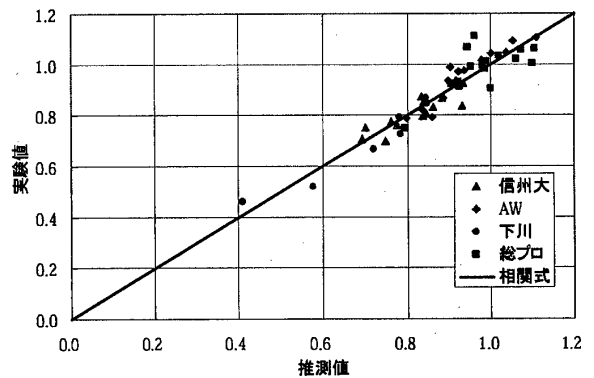


図 2.6 実験値と推測値の比較

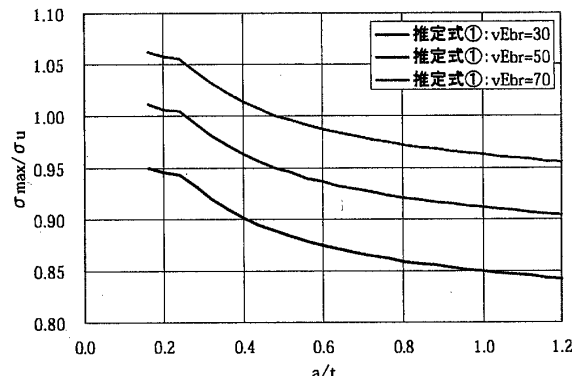


図 2.7 材料靱性の違いによる断面応力比と欠陥長さ

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)との共同研究として実施され、実験はJFEテクノロジーサーチ、データ整理はJSSC梁端破断防止検討小委員会のWGの協力を受けた。関係各位に謝意を表す。

(参考文献)

- 建設省建築研究所・社団法人鋼材倶楽部：建設省総合技術開発プロジェクト「次世代鋼材による構造物安全性向上技術開発」、『接合部・施工と破断』分科会報告書, 1999. 3
- 社団法人日本溶接協会：WES2805 溶接継手の脆性的破壊発生及び疲労き裂進展に対する欠陥の評価方法, 1997
- 鈴木孝彦：地震時における鉄骨構造の脆性的破断防止条件, 1999. 7
- 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, 2004. 11
- 小澤知洋(信州大)・中込忠男・服部和徳他：端部欠陥及び内部欠陥を有する突合せ溶接継ぎ手の脆性的破壊に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集(近畿)2005. 9

*1 ㈱竹中工務店
*2 千葉大学
*3 ㈱大手町ファーストスクエア
*4 NTT都市開発㈱

*5 鹿島建設㈱
*6 ㈱鴻池組
*7 飛島建設㈱
*8 ㈱日本設計

*1 Takenaka Corp.
*2 Chiba Univ.
*3 Ohtemachi First Square
*4 NTT Urban Development Corp.

*5 Kajima Corp.
*6 Konoike Constructiou Co.,Ltd.
*7 Tobishima Corp.
*8 Nihon Sekkei,Inc.