

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1. 実験計画 —

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 嶋 徹*8 同 服部宏紀*2

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

溶接施工により生じる溶接欠陥は、溶接継手性能を決定付ける重要なパラメーターの1つである。柱梁接合部において、欠陥の全く存在しない溶接継手を施工することは非常に困難である。AW 検定試験の結果では、代替エンドタブの試験において始末端部の初層部に欠陥が検出されるケースが多いこともわかっている。また、超音波探傷検査等により行なわれる検査は、梁フランジの始末端部等、欠陥の検出が困難な箇所があることも事実である。

ここでは、破壊力学的観点から溶接線端部欠陥の許容値を把握することを目的とし、靱性が異なる材料を用いて始末端部の初層部に非貫通欠陥を有する溶接部試験体の単調引張試験および解析を実施した。

2. 実験計画

2.1 非貫通欠陥寸法の基本的な考え方

非貫通欠陥の評価方法として、WES2805 では応力拡大係数K値が等価となるような貫通欠陥に置き換えて「き裂特性寸法」で評価している。ただし、鋼板中央部の切欠を考慮したもので、端部の切欠について評価されていない。

ここでは、形状の不連続性が存在し応力集中が起こる柱梁仕口部ダイアフラムとフランジとの溶接始末端部の非貫通欠陥寸法をWES2805の手法を準用し、等価欠陥寸法と称する。

以上を踏まえ、WES2805, 2808 の適用性を実験的に確認するにあたり、前提とする条件を以下に示す。

- ①非貫通欠陥の寸法の組合せは、等価欠陥寸法により検討を進める。その際、ある程度幅広い範囲の欠陥寸法の組合せとなるように考える。
- ②等価欠陥寸法から欠陥寸法の組合せ(長さa×深さb)への展開は、欠陥深さの基準値をb=4mmとして仮定する。
- ③低靱性鋼材を用いた試験体の限界となる等価欠陥寸法は、

既に実施した貫通欠陥試験(参考文献1)と使用鋼材が同ロット材であることから、 $P_{max}/P_u \approx 1.0$ に相当する値を参考として定める。等価欠陥寸法を3.1mmと想定した。

- ④高靱性鋼材を用いた試験体の限界となる等価欠陥寸法は、用いる鋼材と低靱性鋼材の材料靱性の関係から推定して定める。

2.2 実験計画概要

実験計画にあたり、既往の研究とのデータの共有性を考慮し、以下の点に留意した。

- ①実験に用いる低靱性鋼材は貫通欠陥試験(参考文献1)と同一のものを用いる。
- ②試験体形状、溶接条件は既往の研究と同等とする。
- ③通しダイアフラム形式の柱梁接合部を一方方向単調引張負荷を受ける突合せ溶接継手試験体にモデル化した引張実験を行う。

2.3 使用鋼材の基礎データ

使用した鋼材および溶接金属の基礎データを表-1に示す。また、図-2.1に母材及び溶接部のシャルピー衝撃試験結果を示す。

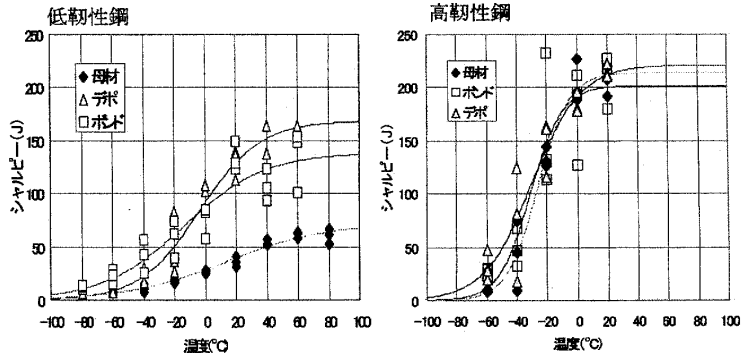


図-2.1 母材及び溶接部のシャルピー衝撃試験結果

表-1 鋼材および溶接金属の化学成分と機械的性質

鋼材	化学成分(%)							機械的性質				
	C	Si	Mn	P	S	その他	Ceq	上降伏点 N/mm ²	引張強さ N/mm ²	降伏比 %	破断伸び %	vE ₀ J
低靱性鋼	0.21	0.28	1.19	0.024	0.013	0.21Cr	0.43	328	582	56	25.0	30
高靱性鋼	0.16	0.29	1.52	0.013	0.004	0.01Nb	0.43	369	539	68	34.0	209
YGW11	0.08	0.47	1.08	0.011	0.006	0.059Ti,0.0002B	0.28	460	559	81	30.9	129
YGW18	0.08	0.50	1.25	0.010	0.007	0.038Ti,0.0021B	0.32	494	542	91	33.0	145

Experimental Study of Butt Joints with Surface Defects at Welding End(Part.1)

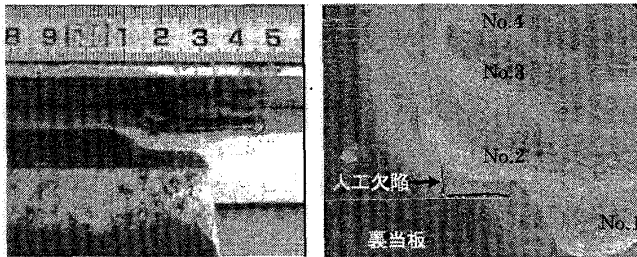
HIROSHIGE Takaaki, MORITA Koji, ISHIHARA Kanji,
 KATOU Tadaatsu, OKANO Masaaki, FURUKI Toyomitsu,
 TSUCHIYA Yoshihiro, SHIMA Tohru and HATTORI Hiroki

2. 4 試験体の形状

試験体の形状、寸法を図-2.2 に示す。鋼板の危険断面での幅を200mm、板厚を25mmとし、溶接部で破断するように応力勾配を設けた。非貫通欠陥（初層溶接相当部）の形状は長さb、長さaとした。試験体一覧を表-2 に示す。

2. 5 試験体の作製

試験体で模擬する未溶着欠陥は、同じ鋼板から切り出したスペーサーを溶接開先部にTIG溶接でセットし、本溶接によりダイアフラム側への溶け込みが生じないように人工的に作製した。スペーサーは厚さ $(5.0 \pm 0.2) \times (b+2) \times 300$ mmに機械加工したもので、長さは欠陥長さaに応じて切断した。溶接条件を表-3 に示す。



2. 6 载荷試験方法

試験体の両端にタブ板を溶接して、図-2.3 の形状にして試験に供した。また、試験体に冷却槽を取り付け、液体窒素噴霧により0℃に冷却し、1200トン引張試験機を用いて、破断するまで载荷した。測定項目は以下の通りとした。

- ①荷重 ロードセルによる。
- ②伸び 試験片両側に取付けたゲージ長さ100mmの伸び計による。(図-2.3)
- ③温度 試験体中央部の3点に取付けた熱電対による。(図-2.3)
- ④歪 フランジ側と欠陥部端面に取付けた歪みゲージによる。(図-2.4、図-2.5)。欠陥部端面の応力集中歪みゲージは、欠陥先端2mmから2mmピッチとした。但し、端面の形状保持のため、下地研削は最小限とし、一部歪みゲージは計測不能な状態のままとした。

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(WG3)との共同研究として実施され、JFEテクノロジーの協力を受けた。関係各位に謝意を表す。

(参考文献)

- 1) 嶋徹・石原完爾・森田耕次他：始終端部に欠陥を有する突合せ溶接部の脆性的破壊に関する実験的研究，日本構造協会鋼構造論文集，vol10,2003.6
- 2) 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
- 3) 社団法人日本溶接協会：WES2805 溶接継手の脆性破壊発生及び疲労き裂進展に対する欠陥の評価方法，1997
- 4) 社団法人日本溶接協会：WES2808 動的繰返し大変形を受ける溶接構造物の脆性破壊性能評価方法，2003
- 4) 社団法人日本溶接協会：WES2808 動的繰返し大変形を受ける溶接構造物の脆性破壊性能評価方法，2003

表-2 試験体一覧

番号	鋼材	深さ	長さ	欠陥特性寸法
		b	a	mm
L-1	低靱性鋼	2.5	8	2.1
L-2		4	7	2.4
L-3		4	15	3.0
L-4		6	9	3.0
L-5		6	14	4.3
L-6		6	25	5.3
H-1	高靱性鋼	4	15	3.0
H-2		6	9	3.0
H-3		6	14	4.3
H-4		6	25	5.3

表-3 溶接条件

電流	電圧	速度	入熱	温度
A	V	cpm	KJ/cm	℃
340	36	25	29.4	≤250

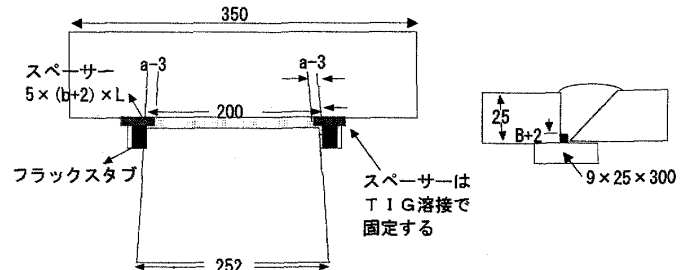


図-2.2 試験体の形状、寸法

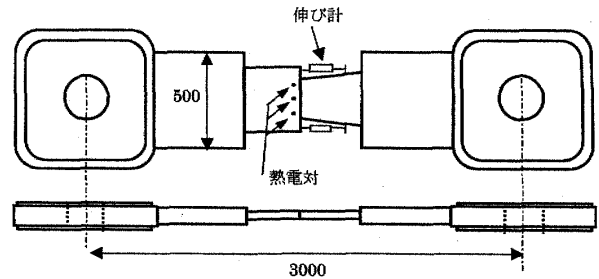


図-2.3 引張载荷試験および伸び、温度の計測要領

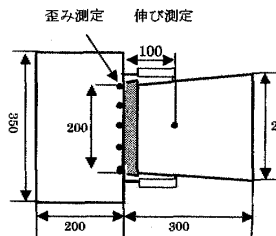


図-2.4 歪測定要領

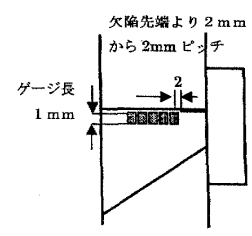


図-2.5 端部応力分布測定要領

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