

自然欠陥を有する溶接線の継手耐力と非破壊試験に関する研究

—その7 実験計画およびシャルピー衝撃試験結果—

正会員 ○ 中島洋士*1 正会員 廣重隆明*2 正会員 古城豊光*3
同 西澤秀樹*4 同 鈴川 衛*5 同 笠原基弘*6
同 山本 優一郎*7

溶接欠陥 自然欠陥 非破壊試験 破壊試験 シャルピー衝撃試験

1. はじめに

本研究は代替エンドタブを用いた溶接継手部を対象として、始末端部に発生した自然欠陥の実態調査と非破壊試験との関係、および欠陥寸法と溶接継手部の引張耐力との関係を把握することを目的としたものである。

本報では欠陥部の破面観察とシャルピー吸収エネルギーの実態調査を行った。

2. 実験計画

2.1 実験手順

図-2.1 に実験手順を示す。

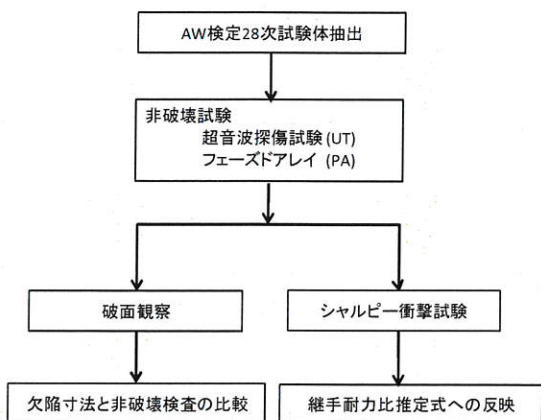


図-2.1 実験手順

2.2 試験体の抽出

第 28 次 AW 検定試験工場溶接代替エンドタブ試験で、外観検査に合格し X 線透過試験で不合格となった試験体を対象として、その X 線試験結果より欠陥の大きいものを中心に破壊試験用に 50 体を抽出した。

2.3 破面観察

抽出された50体について「鋼構造建築溶接部の超音波探傷検査規準・同解説」に基づき、欠陥高さは同時端部エコー法、65度および70度探触子による規定探傷法により、欠陥長さは65度および70度探触子を用いたL線カット法により実施した。またフェーズドアレイによる非破壊試験も実施した。

フェーズドアレイは、周波数5MHz、振動子寸法10mm×9.6mmを使用し、屈折角を40度～70度に1度ピッチで扇状

に16chで連続的に変化させ、エンコーダを使用して溶接線方向に走査させた。屈折角による感度ばらつきはSTB-A1のφ1.5mmが全角度で同一になるよう調整し、その後STB-A2のφ4x4を使用して、直射法によるエコーが屈折角65度で80%になるよう調整を行った。

2.4 破面観察

各種非破壊試験結果による欠陥最大想定長さ (Lmax) と欠陥最大想定高さ (Hmax) をもとに、試験片の切出幅および切込みの深さを設定した。試験片の切出し位置と寸法を図-2.2 に示す。また、破壊起点を生じさせるための切込み (図-2.3) を写真-2.1 のように欠陥部の反対側よりファインカッターにより加工した。裏当て金は 1mm 残し除去した。作成した試験片を液体窒素で -196℃ に冷却した後、アムスラー試験機により破断させた。その状況を写真-2.2 に示す。なお、結果はその 8 で報告する。

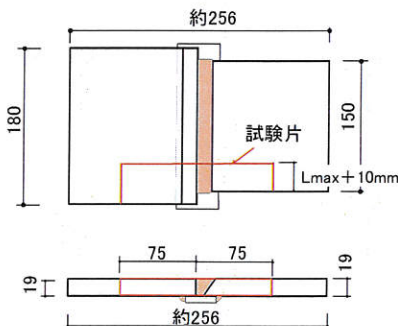


図-2.2 試験片切出位置

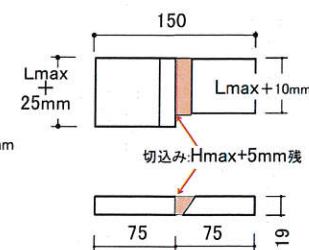


図-2.3 試験片詳細

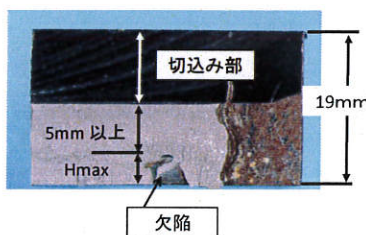


写真-2.1 破面

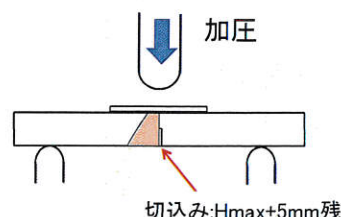


写真-2.2 実験模式図

3. シャルピー衝撃試験

3.1 試験体

破壊試験を実施した試験体の中から、溶接材料ごとに 23 体の試験体を抽出した。欠陥のないほぼ中央部から

Study of Joint Proof Stress and the Non-Destructive Testing with Natural Defects at Welding

- Part.7 Test Planning and Result of Charpy Impact Test-

*1 NAKAJIMA Yoji, *2 HIROSHIGE Takaaki, *3 FURUKI Toyomitsu, *4 NISHIZAWA Hideki
*5 SUZUKAWA Mamoru, *6 KASAHARA Motohiro, *7 YAMAMOTO Yuichiro

10×10×55mmの試験片を3本ずつ採取した。採取断面位置を図-3.1に示す。ノッチの位置は溶融線（FL）から0～0.2mm離れた位置とした。ノッチの方向は、V型のサイドノッチで2mmとした。試験温度は0℃とし、シャルピー吸収エネルギー（vEo）および脆性破面率を測定した。

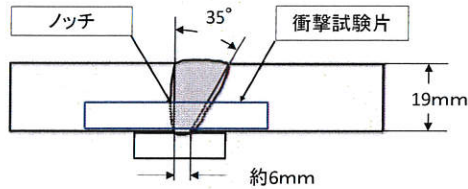


図-3.1 試験片採取位置

3.2 試験結果

試験結果を表-3.2に示す。

表-3.2 結果一覧

試験体	母材	溶接ワイヤ			シャルピー吸収エネルギー(vEo)			
		形式	銘柄	ワイヤ径	母材	実験値	脆性破面率(%)	
NO	姿勢	材質 32mm側			平均値(J)	平均値(J)		
1	H	SN490B	YGW11	A1	φ1.2	77	208	30
2	H	SN490B	YGW11	A1	φ1.2	77	207	27
3	H	SN490B	YGW11	A1	φ1.2	77	251	8
4	F	SN490B	YGW11	A1	φ1.2	77	211	20
5	F	SN490B	YGW11	A1	φ1.2	77	259	8
6	H	SN490B	YGW11	B1	φ1.2	214	134	23
7	H	SN490B	YGW11	B1	φ1.2	214	127	30
8	F	SN490B	YGW11	B1	φ1.2	168	142	35
9	F	SN490B	YGW11	B1	φ1.2	214	139	18
10	H	SN490B	YGW11	C1	φ1.2	168	222	25
11	H	SN490B	YGW11	C1	φ1.2	327	309	0
12	F	SN490B	YGW11	C1	φ1.2	168	256	13
13	F	SN490B	YGW11	C1	φ1.2	327	307	10
14	F	SN490B	YGW12	D1	φ1.2	235	126	40
15	H	SN490B	YGW18	A2	φ1.2	168	258	9
16	H	SN490B	YGW18	A2	φ1.2	166	247	12
17	H	SN490B	YGW18	B2	φ1.2	168	292	0
18	H	SN490B	YGW18	B2	φ1.2	168	263	0
19	F	SN490B	YGW18	B2	φ1.2	168	277	0
20	H	SN490B	YGW18	C2	φ1.2	166	255	0
21	H	SN490B	YGW18	C2	φ1.2	280	282	0
22	F	SN490B	YGW18	C2	φ1.2	204	152	13
23	F	SN490B	YGW18	C2	φ1.2	204	136	25

図-3.2に各溶接材料毎の結果を示す。溶接材料のカタログ値をほぼ上回っていた。図-3.3に母材のvEo（ミルシート値）と熱影響部のvEo（実験値）の関係を示す。破線に95%信頼区間の上下線を示す。

母材の引張強さσuに対する欠陥を有する溶接部の引張強さσmaxの比（断面応力度比）は、(1)式で推定できることを前報¹⁾までに報告している。

$$\sigma_{max}/\sigma_u = -0.133\sqrt{\bar{a}} + 0.247\log(vE_{br}) + 0.806 \quad (1)$$

\bar{a} : 等価欠陥寸法 vE_{br} : 母材の吸収エネルギー

熱影響部のvEo（実験値）はすべて70Jを上回っていた。

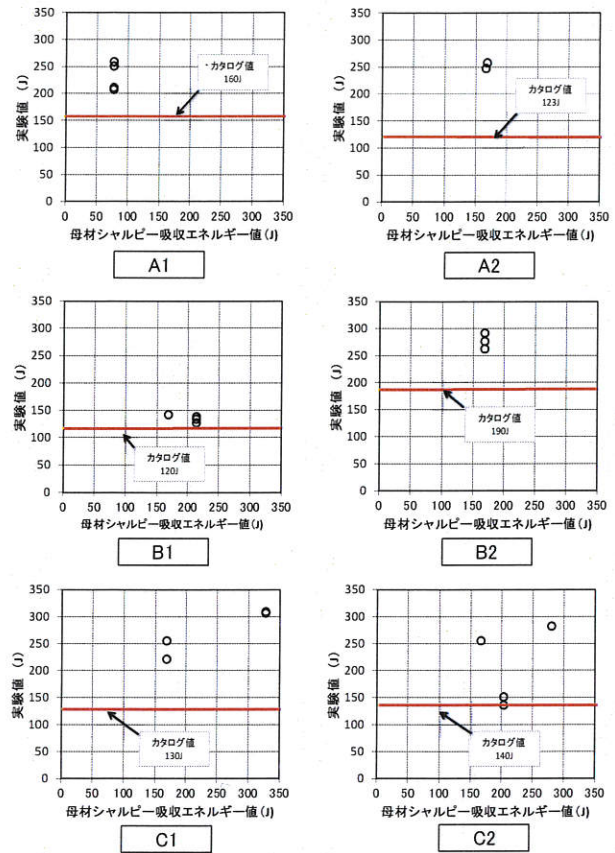


図-3.2 溶接材料毎

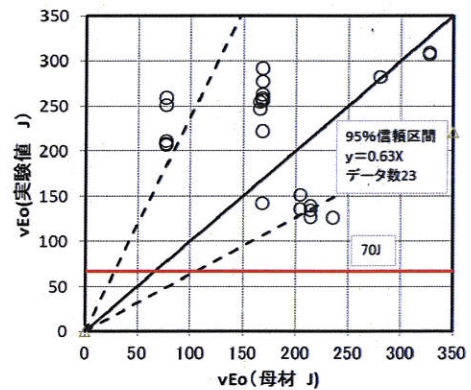


図-3.3 母材と実験値の関係

4. まとめ

母材と欠陥を有する熱影響部のシャルピー値の実態を調査した結果、ワイヤ銘柄によりバラツキはあるものの熱影響部のシャルピー値の平均は100Jを超え、鋼材がSN490Bの場合には、溶接継手部の断面応力度比は、vEbrを70Jとすれば安全側であることがわかった。

【参考文献】

- 1) 廣重他：溶接終始端部に発生する欠陥の実態調査，日本建築学会大会梗概集；2009.8，

*1 株式会社大建設
*2 株式会社竹中工務店
*3 株式会社鴻池組
*7 オリンパス 株式会社

*4 アラップ・ジャパン
*5 株式会社浅沼組
*6 株式会社アクティオンハート

*1 DAIKEN SEKKEI,INC.
*2 Takenaka Corp.
*3 Konoike Construction Co.,Ltd
*7 OLYMPUS Co.

*4 Arup Japan Ltd.
*5 Asanuma Corporation
*6 Action-Creation-Heart Co.Ltd