

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4. 溶接部の非破壊検査 —

正会員 ○ 土屋芳弘*¹ 正会員 森田耕次*² 正会員 石原完爾*³
 同 笠原基弘*⁴ 同 廣重隆明*⁵ 同 加藤正敦*⁶
 同 岡野昌明*⁷ 同 古城豊光*⁸ 同 嶋 徹*⁹

超音波探傷試験 放射線透過試験 溶接接合部 溶接欠陥 欠陥長さ 欠陥高さ

1. はじめに

固形エンドタブを用いた溶接部は端部に溶込み不良等の欠陥が生じる可能性が高いが、その非破壊検査方法は確立されていないのが現状である。

本報では、(その1. 実験計画)および(その2. 実験結果)で用いた試験体に設けられた人工欠陥を対象に、種々の非破壊検査による端部欠陥の検出精度を検討した。

2. 非破壊試験方法

溶接部の端部欠陥を検出する非破壊検査方法として放射線透過試験(以下 RT と示す)と超音波探傷試験(以下 UT と示す)の2つの方法を採用した。

RT では欠陥高さ(h)が測定不可能であるため、欠陥高さ(h)測定には UT のみを用いた。なお、探触子は現行の建築学会 UT 規準で規定されている 5M10×10A70 と、欠陥高さ測定に有効と考えられる 5M05×10A65 を用いて欠陥高さ(h)と欠陥長さ(L)を算出した。欠陥高さ測定は比較的簡便で実用的な手法である「端部エコー法」を用いた。

3. 人工欠陥の作成方法と欠陥形状

人工欠陥は写真-1に示すように同じ鋼板から切り出したスペーサーを溶接部端部の開先内初層部にセットし、本溶接によりダイアフラム側への溶込みが生じないように作成した。人工欠陥以外に溶接欠陥が生じないように写真-2に示すようにフランジ側端部のルート面に切り込みを入れて本溶接を行った。

このように長方形のスペーサーをセットして人工欠陥を作成しているため、人工欠陥はすべて写真-3に示すようなL形(裏当金側にも溶け込んでいない部分がある)の溶込み不良となった。

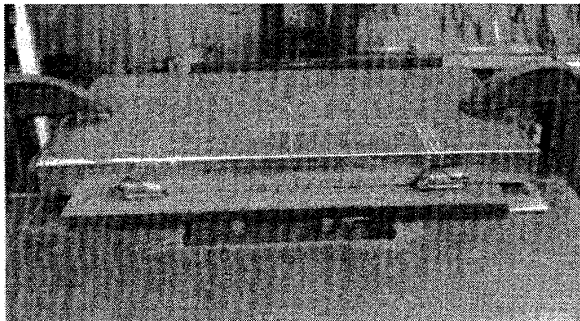


写真-1 スペーサー設置状況



写真-2 ルート面の切り込み

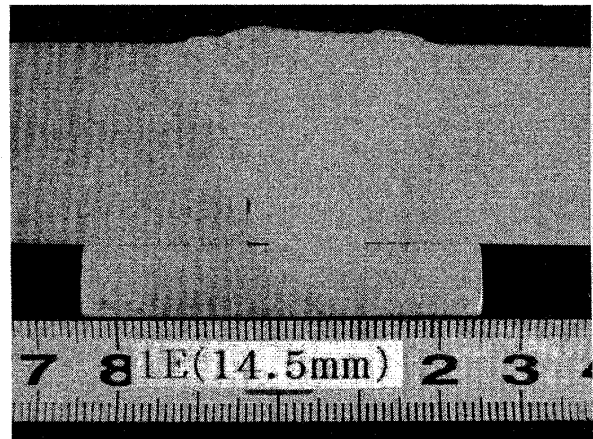


写真-3 人工欠陥形状

4. 欠陥寸法の実測値と測定値の比較

RT 及び UT で得られた欠陥指示寸法(長さ、高さ)の測定値と、引張荷重試験終了後に破面観察の際に行った欠陥寸法の実測値との比較をまとめて表-1に示す。全ての試験体で片側の欠陥から亀裂が進展して破断に至ったので、実測値は片側のみしか計測できなかった。

欠陥長さ(L)について、RT 及び UT による測定値と実測値を比較したグラフを図-1に示す。得られた結果を以下に示す。

- ① RT による非貫通端部欠陥指示長さ(L)の測定値は、非常に精度良く実測値に近い値が得られた。
- ② UT による非貫通端部欠陥指示長さ(L)の測定値は、RT にはやや劣るものの精度は良く実測値に近い値が得られた。

Experimental Study of Butt Joints with Surface Defects at Welding End

(Part.4 Nondestructive Inspection of Weld Joints)

TSUCHIYA Yoshihiro, MORITA Koji, ISHIHARA Kanji,
 KASAHARA Motohiro, HIROSHIGE Takaaki, KATOU Tadaatsu,
 OKANO Masaaki, FURUKI Toyomitsu, SHIMA Tohru

③ UTによる非貫通端部欠陥指示長さ(L)の測定値は、65°探触子(UT65°)によるものの方が70°探触子(UT70°)によるものよりも精度が高かった。

欠陥高さ(h)について、UTによる測定値と実測値を比較したグラフを図-2に示す。本実験の人工欠陥はすべてL形の溶込み不良であるため、下端エコーの位置が深く推定される傾向がある。そこで、上端エコー(d1)と下端エコー(d2)の差から欠陥高さを算出したもの(h1=d2-d1)と、下端エコーの位置が板厚底部として上端エコー(d1)と板厚(t)との差を求めた(h2=t-d1)の両方を算出した。得られた結果を以下に示す。

- ④ 探触子 65° (UT65°)では欠陥高さ h=1mm 以上のものが測定できたが、探触子 70° (UT70°)では欠陥先端部から得られるエコーと分解能が低いため、欠陥高さが h=4mm 以上と比較的大きくても欠陥を検出できないものがあった。
- ⑤ UTによる非貫通端部欠陥指示高さ(h)の測定値は実測値に対してかなりのバラツキが認められた。特に h2=t-d1により求めた欠陥指示高さ(h)は全てが実測値を下回る結果となった。
- ⑥ UTによる非貫通端部欠陥指示高さ(h)の測定精度は、欠陥高さ(h)が3mm 以上の場合では、65°探触子(UT65°)を用いて上端(d1)と下端(d2)位置から欠陥指示高さを算出したものが最も良い結果となった。

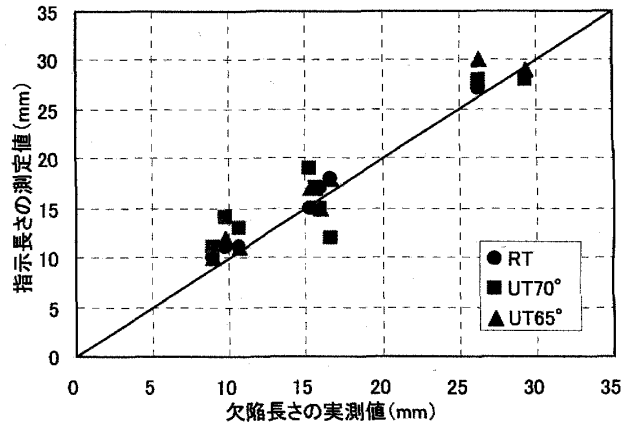


図-1 欠陥長さの測定値と実測値の比較

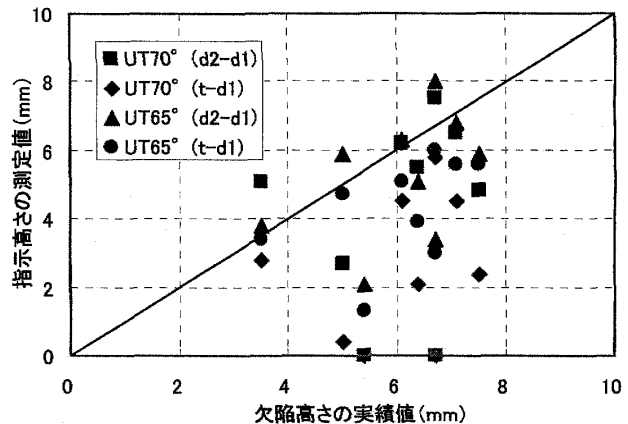


図-2 欠陥高さの測定値と実測値の比較

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) 笠原基弘・田淵基嗣・田中剛他：梁溶接部の溶接欠陥が梁の塑性変形能力に及ぼす影響(その7 溶接部の超音波探傷), 日本建築学会大会学術講演梗概集(東海) 2003.9

上記、図-1及び図-2のグラフは欠陥寸法が実測できた箇所のみ指示寸法の測定値と比較している。

表-1 非破壊検査による欠陥指示寸法測定値と欠陥寸法実測値との比較

欠陥長さ						欠陥高さ									
試験体	目標	位置	実測	指示寸法の測定値			試験体	目標	位置	実測	指示寸法の測定値				
				RT	UT						UT70°		UT65°		
					UT70°	UT65°					d2-d1	t-d1	d2-d1	t-d1	
L-1	8	左	—	8	9	9	L-1	2.5	左	—	*	*	1.3	0.9	
		右	—	5	9	11			右	—	*	*	1.3	0.5	
L-2	7	左	—	6	9	10	L-2	4	左	—	*	*	3	2.6	
		右	9.73	11	14	12			右	5.4	*	*	2.1	1.3	
L-3	15	左	—	15	15	14	L-3	4	左	—	3.4	1.7	3.4	3	
		右	15.6	15	17	17			右	6.7	*	*	3.4	3	
L-4	9	左	—	9	11	10	L-4	6	左	—	2.1	0.4	6.8	5.6	
		右	10.6	11	13	11			右	5.0	2.7	0.4	5.9	4.7	
L-5	14	左	—	14	11	13	L-5	6	左	—	5.1	3.5	6.8	5.6	
		右	15.3	15	19	17			右	7.5	4.8	2.4	5.9	5.6	
L-6	25	左	—	28	24	28	L-6	6	左	—	5.1	4.5	7.6	6	
		右	29.3	28	28	29			右	6.7	7.5	5.8	8	6	
H-1	15	左	—	16.0	17	15	H-1	4	左	—	3.5	5.1	2.8	3.8	3.4
		右	—	15	18	17			右	—	3.8	2.1	3.8	3.4	
H-2	9	左	—	12	11	11	H-2	6	左	—	6.5	4.8	5.1	3.9	
		右	8.9	10	11	10			右	6.4	5.5	2.1	5.1	3.9	
H-3	14	左	—	16.6	18	12	H-3	6	左	—	6.1	6.2	4.5	6.3	5.1
		右	—	15	18	17			右	—	6.2	4.5	6.8	5.6	
H-4	25	左	—	28	23	24	H-4	9	左	—	5.8	3.8	7.2	6	
		右	26.3	27	28	30			右	7.1	6.5	4.5	6.8	5.6	

1) —印は欠陥の実測不能箇所を示す。

2) *印は欠陥の検出不能箇所を示す。

- | | | | |
|------------------|---------------|---------------------------|----------------------------------|
| *1 飛鳥建設(株) | *6 NTT都市開発(株) | *1 Tobishima Corp. | *6 NTT Urban Development Corp. |
| *2 千葉大学 | *7 鹿島建設(株) | *2 Chiba Univ. | *7 Kajima Corp. |
| *3 ㈱大手町ファーストスクエア | *8 ㈱鴻池組 | *3 Ohtemachi First Square | *8 Konoike Constructiou Co.,Ltd. |
| *4 ㈱ジャスト | *9 戸田建設(株) | *4 Just Corp. | *9 Toda Corp. |
| *5 ㈱竹中工務店 | | *5 Takenaka Corp. | |