

(株)片山鉄工所・技術開発部

柴田 泰 藤原孝幸
玉置光男 藤平正一郎
松田福久 荒田吉明

大阪大学溶接工学研究所

1. 予えがき

本報告は、高張力鋼・電子ビーム(EB)溶接部に関して、入熱条件に対する切欠き靱性特性ならびに、それら脆化度に対するEBWの許容上限入熱量等を明示することを目的としたものである。

2. 実験方法

供試材は、市販のHT80(70⁺)板および比較のためのSM50C(HT50, 50⁺)板を使用した。それらの化学成分を表1に示す。EB溶接はビード溶接(試験片形状 20^W × 600^L mm)とし、比較のためにSAW溶接も行った。それらの溶接条件を表2に示す。各溶接部の切欠き靱性の評価は、衝撃およびCOD試験で行った。前者は2mmV)の標準タイプ(10mm角)のものとし、後者は、10^t × 20^w × 150^Lで中央切欠き部に0.2mmのソーカットを施した試験片を用いた。切欠きは溶接線方向に施し、その位置は溶接金属、ボンドおよびHAZ部とした。EBおよびSAW溶接部の試験片の採取位置は、それぞれ表層より15および12mm内よりとした。

なお、靱性特性と関係する溶接部の熱サイクルについても検討を行い、それらはC-A熱電対(0.5mmφ)を用いて、EBおよびSAW溶接部の実測を行った。

表1. 供試材の化学成分

	(Wt. %)												Coq.	plate thickness(t)
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ni	Mo	V	B			
HT80	0.12	0.24	0.82	0.014	0.008	0.22	0.51	0.83	0.46	0.04	0.0005	0.51	71mm	
HT50 (SM50C)	0.17	0.41	1.40	0.022	0.010	—	—	—	—	—	—	0.41	50mm	

*: Coq=C・Mn/6 + Si/24 + Cr/5 + V/14 + Ni/40 + Mo/4

3. 実験結果

図1は、表2の溶接条件による、HT80溶接部のマクロ断面例を示す。EBWの溶接入熱(8B)は、29.7~185.6 kJ/cmまでの範囲で変化し、SAWのそれは47.0 kJ/cm(5層6パス仕上げ)とした。

図2は、8B=49.5 kJ/cmのEB溶接部について、切欠き位置に対する限界COD値(Sc)および吸収エネルギー値(EA)を材料別と比較して示したものである。衝撃試験で

表2. 溶接条件

	Mark	Wb (Kw)	Vb (cm/min)	Qb (KJ/cm)	Material
E B W	a	24.75KW (55KV -450MA) Cb=0.7 (Dc/Dw=208 Dw=144mm)	50	29.7	HT50 (50 ^t)
	b		30	49.5	or
	c		20	74.3	HT80 (71 ^t)
	d		12	123.8	
	e		8	185.6	
S A W	6	L: 950A -32V T: 850A -38V	80	47.0	

Notes Torch distance: D_r = 25mm
Wire diameter: 4mmφ (50⁺80 kilo-class)
groove: 50°-L-type, ht = 25mm

Slayers, T_s 200°C

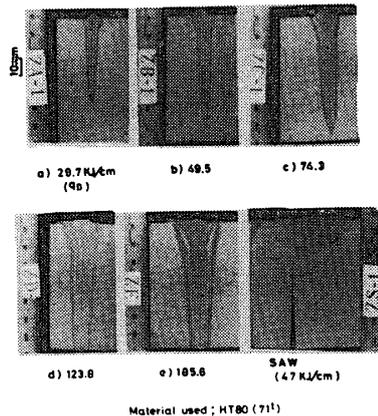


図1. HT80溶接部のマクロ断面例

は、試験片の破断経路が母材側にそれた場合に、 ϵ_A 値が異常に高い値を示す(ボンド部の ϵ_A 値)ことがありCOD試験法(δ_c 値)による靱性評価がより妥当であることがわかった。図3は、各溶接部の δ_c 値(-50℃)を材料別および溶接法別に比較して示したものである。HT80溶接部では、 δ_c 値が同入熱レベルのSAWより高い値を示したのに対し、HT50材では逆の結果を示した。このことより、EBWの適用は、HT50よりHT80材の方がより有効であるものと判断された。図4は、 δ_c 値に対する溶接金属の δ_c 値を、材料別に比較して示したものである。HT80・溶接金属では、 δ_c 値が、入熱増加に対して若干低下する傾向がみられたのに対し、HT50材の結果では、それらにほとんど依存しなかった。

図5はEBおよびSAW溶接部の冷却時間(780~500℃)を、溶接入熱に対して比較して示したものである。実施工でのHT80材のSAW溶接では、上限入熱量を50 kJ/cm、層間温度200℃以下と規定しているがその場合の780~500℃は、EBでの $q_B = 140$ kJ/cm程度の入熱条件(溶込み深さ; 約80mm)のそれに相当した。また、各溶接部の780~500℃より推定されるミクロ組織および靱性特性の変化が、良好な対応関係にあった。

4. 結論

以上、高張力鋼・EB溶接部の靱性特性に関して従来法、SAWとの比較をもとに種々の検討を加えた結果、EBWの構造用鋼への適用は、靱性特性の面からは、HT50よりHT80材の方がより妥当であり、その入熱条件については、SAWの規定(50 kJ/cm以下)程度、低レベルに抑える必要はないことが確認された。

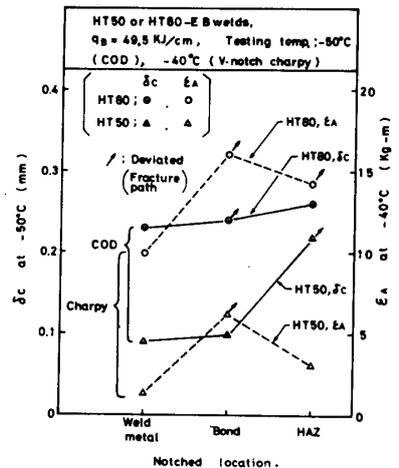


図2.

切欠き位置に対する靱性特性 (CODおよび衝撃特性)の比較

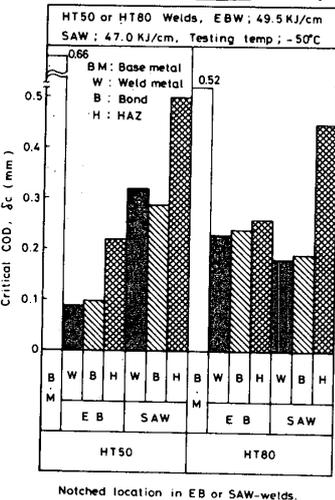


図3. EBおよびSAW溶接部のCOD特性例

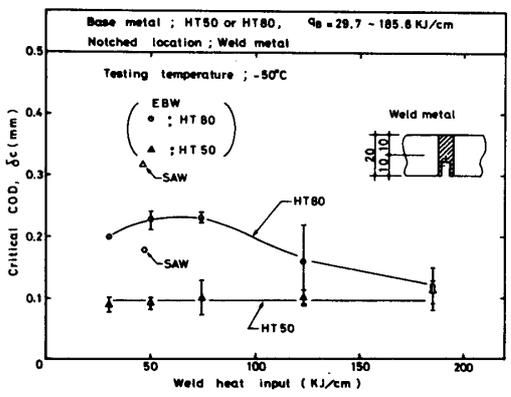


図4. 溶接入熱に対するEB溶接金属のCOD特性

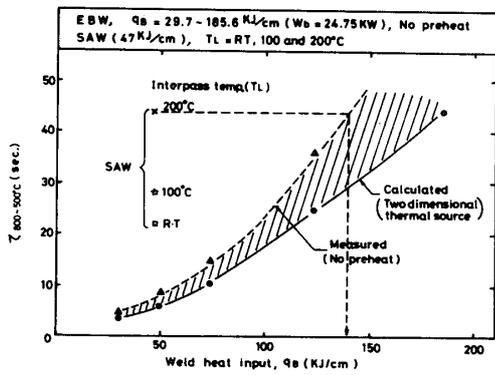


図5. 溶接入熱に対する溶接部の冷却時間(780~500℃)