

BHS500鋼の製作性評価試験及び溶接継手特性（第3報）

- 溶接継手特性に及ぼすパス間温度の影響確認試験結果 -

(株)神戸製鋼所 厚板商品技術部 正会員 ○岡野重雄 *
 新日本製鐵(株) 厚板営業部 正会員 田中睦人 **
 住友金属工業(株) 厚板技術部 正会員 安藤 隆一 ***
 JFE スチール(株)厚板セクター部 正会員 松田 穰 ****

1. はじめに

前報^{1), 2)}で報告したように、少数I桁橋桁モデルによる製作性評価試験の結果、BHS500 鋼は従来の SM570 鋼以上の強度を持ちながら SM490Y 鋼と同等な製作性能を有することを確認したが、パス間温度を本四の鋼橋等製作基準³⁾に規定された 230℃以下として試験をおこなったため、一部の溶接においてパス間の待ち時間が発生するとの評価となった。

そこで、パス間温度を意図的に変化させて、パス間温度が高くなった場合でも、BHS500 鋼の溶接継手特性がどの程度のレベルかの確認を行った。あわせて実施工として、パス間温度がどの程度まで上昇するかの見極めも行った。

2. 試験内容

2.1 使用鋼材：

今回の試験には、板厚 40～50mm の 4種類の BHS500 鋼を用いた。その化学成分を表 1 に、機械的性質を表 2 に示す。いずれの鋼材も BHS500 鋼の規格を満足するものである。

2.2 溶接方法：

溶接方法は、X 開先の突合せ SAW と K 開先の十字継手 GMAW とし、溶接入熱は SAW では 10kJ/mm 以下 (BHS 鋼への適用基準上限)、GMAW では 5kJ/mm (実施工の通常範囲の上限) とした。パス間温度については 200、250、300℃の3水準に変化させるようパス間時間を調整した。板厚 50mm の場合の開先形状を図 1 に示す。パス間温度の計測は溶接長中央部の開先表面から 10mm の位置で行った。使用溶接材料は通常 SM570 鋼に用いられる第1報に示す JIS の規格材を使用した。溶接長は試験溶接であるため、SAW で 800mm、GMAW で 600mm と、実施工の場合よりも短めであり、パス間温度は上がりやすい条件である。なお、パス間温度を変化させることが目的ではあるが、実施工時の状況再現を前提として、狙いどおりに上昇しない場合にも予熱などの補助的手段は採用しないこととした。

2.3 評価項目：

試験項目および目標性能を表 3 に示す。強度、靱性は母材規格と同等であることを目標とした。

表 1 供試材の化学成分 (wt%, *: ppm)

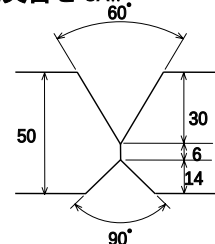
略号	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	B*	N*	Pcm
A: (40t)	0.08	0.28	1.55	0.012	0.002	0.01	0.01	0.02	0.00	0.04	1	35	0.17
B: (50t)	0.09	0.25	1.46	0.014	0.002	0.01	0.02	0.04	0.11	0.04	0	25	0.18
C: (45t)	0.08	0.32	1.53	0.010	0.001	0.01	0.01	0.03	0.14	0.06	0	30	0.19
D: (50t)	0.04	0.10	1.53	0.006	0.001	0.01	0.25	0.90	0.15	0.001	11	51	0.18
BHS500 規格	0.11 以下	0.55 以下	2.00 以下	0.020 以下	0.006 以下	-	-	-	-	-	-	60 以下	0.20 以下

表 2 供試材の機械的性質

略号	YP (N/mm ²)	TS (N/mm ²)	VE-5 (J)
A: (40t)	546	634	316
B: (50t)	593	682	303
C: (45t)	541	676	316
D: (50t)	588	643	337
BHS500 規格	500 以上	570 ~ 720	100 以上

注) 衝撃試験：圧延直角方向

(1) X 開先突合せ SAW



(2) K 開先十字継手 GMAW

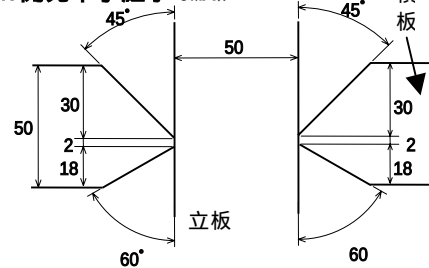


図 1 開先形状の一例 (50t の場合)

表 3 評価項目

試験項目	測定項目	目標性能
継手引張	引張強さ	TS 570N/mm ²
溶接金属引張	0.2%耐力、引張強さ	0.2%YS 500N/mm ² TS 570N/mm ²
衝撃試験	吸収エネルギー (ノッチ位置3カ所)	VE-5 47J(av.)
側曲げ試験	亀裂の有無、長さ	原則として亀裂がないこと
マクロ試験	有害な欠陥の有無	欠陥がないこと

キーワード: BHS500、橋梁、溶接性、予熱温度、高性能鋼

* 〒141-8688 東京都品川区北品川 5-9-12 Tel 03-5739-6261 Fax 03-5739-6934
 ** 〒100-8071 東京都千代田区大手町 2-6-3 Tel 03-3275-7814 Fax 03-3275-5638
 *** 〒100-0011 東京都千代田区内幸町 2-2-3 Tel 03-3597-3368 Fax 03-3597-3533
 **** 〒104-6111 東京都中央区晴海 1-8-11 Tel 03-4416-6413 Fax 03-4416-6791

3. 試験結果

3.1 溶接継手特性：

表4にSAWの試験結果を、表5にGMAWの試験結果を示す。パス間温度は実測値を使用した。パス間温度の上昇とともに、継手のTSや靱性は低下する傾向はあるものの、いずれの場合にも目標とする母材規格値を十分に満足している。

3.2 溶接条件の実績：

SAWよりもパス数が多くなり、パス間温度管理が煩雑となるK開先十字継手GMAWの場合、最高パス間温度と最大入熱の実績を表6に示す。左右の横板の連続溶接や溶接入熱アップや断熱材での保温によりパス間温度の上昇を図ったが、パス間温度の狙い値を確保できない場合が多かった。

また、X開先突合せSAWの場合の詳細データは省略するが、鋼板Bの300狙いは実績で240程度であった。なお、板厚の厚いものほどパス間温度の確保が困難な傾向があり、板厚の増加により冷却速度が大きくなる影響が現れているものと推察される。

4. まとめ

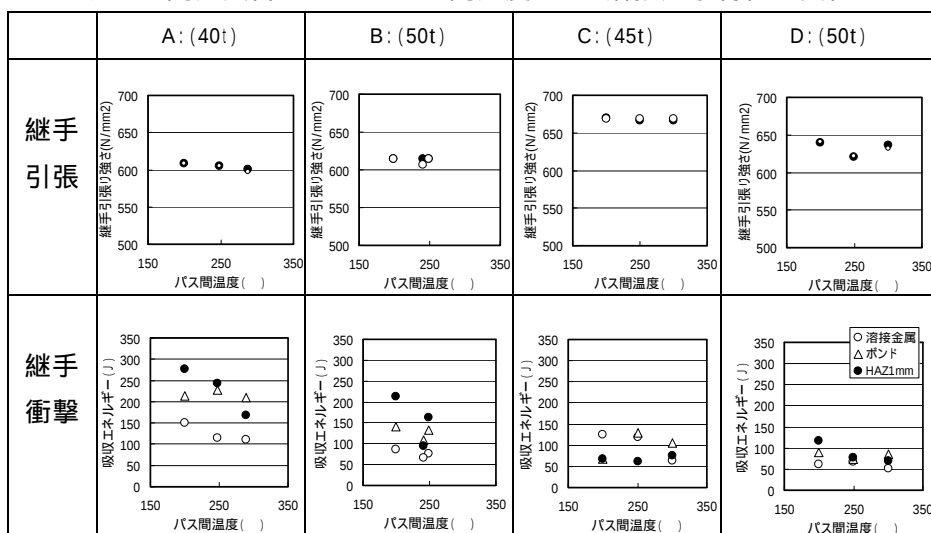
パス間温度を意図的に300程度まで上昇させた場合にでも、溶接継手の引張・衝撃特性は母材規格値を十分に満足する良好な値であり、BHS500鋼はパス間温度という意味でもSM490Y鋼と同等の管理で施工が可能と考えられる。また、溶接長800mm以下というパス間温度が上昇し

やすい条件であっても300まで上昇することは少なく、特にパス数の多いGMAWでその傾向が顕著であった。

参考文献

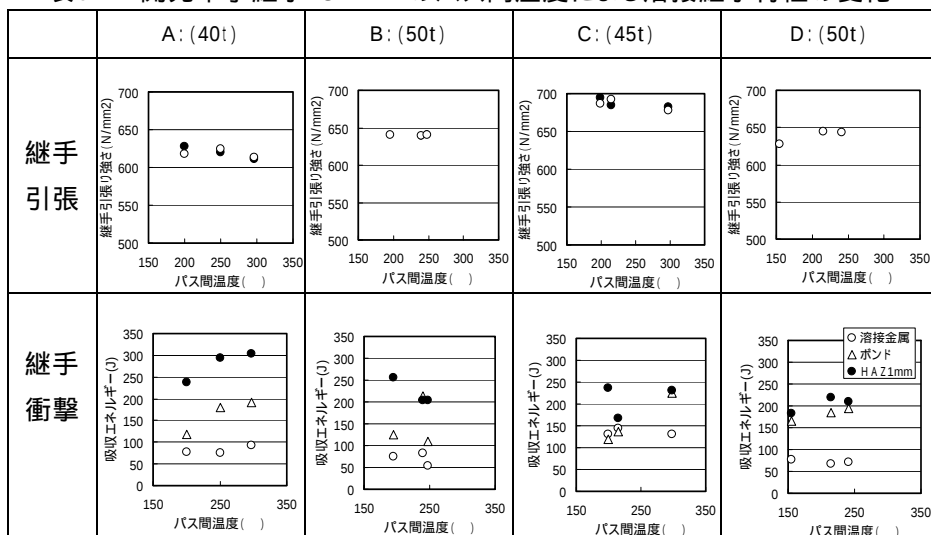
- 1) 安藤ら：BHS500鋼の製作性評価試験及び溶接継手特性（第1報）、土木学会第61回年次学術講演会（2006）
- 2) 田中ら：BHS500鋼の製作性評価試験及び溶接継手特性（第2報）、土木学会第61回年次学術講演会（2006）
- 3) 本州四国連絡橋公団：鋼橋等製作基準（1993.5）

表4 X開先突合せSAWのパス間温度による溶接継手特性の変化



（引張の○、●はn=2の各データ）

表5 K開先十字継手GMAWのパス間温度による溶接継手特性の変化



（引張の○、●はn=2の各データ）

表6 K開先十字継手GMAWのパス間温度の実績

狙い パス間 温度 (°C)	区 分	鋼板ごとの実績溶接条件							
		A: (40t)		B: (50t)		C: (45t)		D: (50t)	
		最高 パス間 温度 (°C)	最大 入熱 (kJ/mm)	最高 パス間 温度 (°C)	最大 入熱 (kJ/mm)	最高 パス間 温度 (°C)	最大 入熱 (kJ/mm)	最高 パス間 温度 (°C)	最大 入熱 (kJ/mm)
200	1st	188	3.6	195	3.7	193	3.0	155	3.0
	2nd	200	3.6	195	3.7	199	3.0	154	3.0
250	1st	248	3.8	240	3.7	215	3.0	215	3.0
	2nd	250	3.8	207	3.7	213	3.0	203	3.0
300	1st	297	3.7	243	3.7	288	3.0	241	3.6
	2nd	275	3.4	248	3.7	297	3.0	220	3.6

注1) 鋼板Bのパス間300狙いの場合には、横板の溶接を連続しパス間温度上昇を図った

注2) 鋼板Cの “ ” 上記に加え溶接入熱の上昇と横板の断熱材による覆いを併用しパス間温度の上昇を図った