

BHS500鋼の製作性評価試験及び溶接継手特性（第2報）

- 少数 桁橋桁モデルによる製作性評価試験 -

新日本製鐵(株) 厚板営業部 正会員 ○田中睦人 *

JFEスチール(株) 厚板セクター部 松田 穰 **

住友金属工業(株) 厚板技術部 正会員 安藤 隆一 ***

(株)神戸製鋼所 厚板商品技術部 正会員 岡野重雄 ****

1. はじめに

橋梁用高性能鋼として BHS500・BHS500W・BHS700W 鋼が開発され、2005 年 3 月(社)日本鉄鋼連盟製品規定により、"降伏点 500N/mm² 及び降伏点 700N/mm² 溶接構造用圧延鋼材"として規定化が図られている¹⁾。また、鉄鋼メーカーにより各種評価試験が実施され、その特長が確認されている^{2,3,4)}。

BHS500 鋼の主な特長は、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目指して開発されたことにある。そこで、今回 BHS500 鋼について、少数 桁橋を想定した供試体を製作し各種製作性評価を行ない、従来の 50^{*}鋼の製作性と比較を行った。

表1 供試材化学成分(wt%,*:ppm)

	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	B*	N*	Pcm
t=50	0.09	0.27	1.53	0.008	0.002	0.01	0.01	0.02	0	0.04	1	24	0.18
t=20	0.09	0.29	1.57	0.014	0.003	0.01	0.01	0.02	0	0.04	1	21	0.18
BHS500	0.11	0.55	2.00	0.020	0.006	-	-	-	-	-	-	60	0.20
規格	以下	以下	以下	以下	以下	-	-	-	-	-	-	以下	以下

2. 試験概要

2.1 使用鋼材：桁モデルには、板厚 20,30,50mm の BHS500 鋼を用いた。化学成分例を表 1 に示す。いずれの鋼材も BHS500 鋼の規格を満足するものであった。機械的性質例を表 2 に示す。いずれも BHS500 鋼の規格を満足する一般的なものであった。

2.2 溶接材料：溶接材料には、全ての溶接継手において通常 SM570 に用いられる JIS の一般的な材料を使用した。

2.3 桁モデル製作について：今回製作した桁モデルの概略を図 1 に示す。桁高 3000mm、上フランジ厚 30mm、下フランジ厚 50mm、ウェブ厚 20mm、長さ 6000mm とした。なお、今回は工場溶接に加え現場溶接を想定して、図 1A 部に現場継手箇所を設けることとした。また、部材切断や各種溶接条件は橋梁メーカー数社の標準的条件をヒアリングの上決定した。評価項目は、部材切断、組立溶接、本溶接、現場溶接の各工程を想定して行った。

表2 供試材機械的性質

板厚	YP	TS	EL	vEc-5
	(N/mm ²)		(%)	(J)
t=50	550	643	31	281
t=20	613	693	35	302
BHS500	500	570/720	20	100
規格	以上	570/720	以上	以上

3. 評価結果

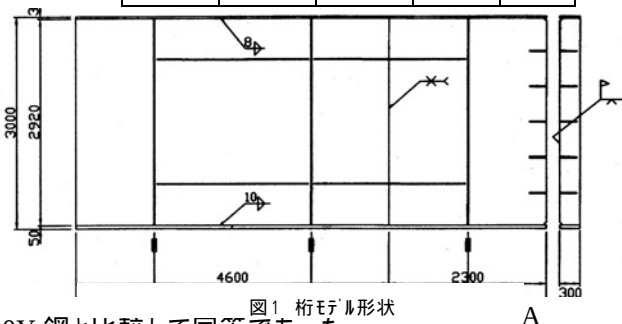
3.1 切断性：標準切断条件(燃焼ガス：プロパン(0.8kg/cm²), アシストガス：酸素(4.0kg/cm²), 切断速度(270cm/min))において、切断品質は規格内(50 μmRy 以下)であり、作業中の状況も SM490Y 鋼と比較して同等であった。

3.2 孔明け性：性能評価は自動機により、孔径の精度と孔面粗度により品質低下がないかを評価することとした。超硬ドリルを用い、回転数 400(rpm)、送り量 0.25(mm/rev)で、孔明け面粗度および精度を確認し、いずれも良好で有る事を確認した。

3.3 組立溶接：BHS500 鋼では溶接作業における予熱が不要であることから普通鋼材と同様の作業性が期待されているが、組立溶接部に溶接割れが発生しないことが絶対条件であり、ショートビードにおける溶接欠陥有無の評価を行った。本体組立溶接は CO₂ 半自動溶接により溶接長さ 80mm で 400mm ピッチにて行った。

表3 組立溶接性能試験結果

溶接条件	0.57kJ/mm, 予熱なし	
溶接長	50mm	20mm
評価結果	割れ無し	割れ無し



キーワード：BHS500鋼、橋梁、溶接性、予熱温度、高性能鋼

* 〒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 03-4416-6416 Fax 03-4416-6413

**** 〒141-8688 東京都品川区北品川 5-9-12 Tel 03-5739-5261 Fax 03-5739-6261

本体とは別に、組立溶接のすみ肉溶接長さは道路橋示方書に従い低 Pcm 仕様(0.22%)鋼材に適用出来る 50mm に加え、BHS500 鋼の高性能仕様(Pcm 0.20%)を活用すべく、より厳しい条件であるすみ肉溶接長さ 20mm についても試験を行った。その結果、いずれの条件でも割れは発生せず良好な結果を得ることができた(表3)。

3.4 組立溶接: 予熱無しで組立溶接を行ない磁粉探傷試験で検査の結果、溶接割れは認められず良好な結果であった。また、組付作業においても特に支障となる事項は発生しておらず、予熱無しにより SM490Y 鋼と同等の施工性が得られた。

3.5 突合せ溶接: 通常 SM570 材の溶接では、入熱制限や予熱作業、パス間温度管理等のため SM490Y 材と比較して作業効率は低下する。特に、突合せ溶接においてはこの傾向が顕著であるが、BHS 鋼では予熱フリーの他 10kJ/mm の入熱が可能であることから、施工性向上が図れるとともに従来の溶接条件と比較して溶接パス数を減らすことが可能となっている。そこで今回の試験においては、溶接効率向上のため極力大入熱溶接を採用してパス数削減を図ることとした。なお、パス間温度管理は本四公団の SM570 鋼適用基準に従い 230 以下⁵⁾に設定した。非破壊検査の結果、いずれの継手においても溶接欠陥は発生せず良好な溶接であった。

3.6 現場溶接: 現場溶接においても突合せ溶接と同様に、SM570 鋼の作業効率は SM490Y 鋼と比較して一般的に低下する。また、鉋桁の上下フランジ現場溶接は溶接線長さが比較的短く、ウエブにより溶接線が分断されている等の理由により従来の施工に代わる選択はほとんど望めない。しかし、ウエブの立ち向き溶接部では板厚が 25mm 程度までならエレクトロガスアーク溶接による大入熱溶接施工が可能であることから、本試験では上下フランジは従来工法にて行ない、ウエブはエレクトロガスアーク溶接にて施工を行った。現場溶接部について、いずれの継手においても溶接欠陥は発生しておらず良好な結果であった。

4. まとめ

今回は、少数 桁橋を想定した部材を用いて BHS500 鋼の製作性能評価を行った。切断・孔明け・切削・組立溶接・突合せ溶接・現場溶接等各工程の試験結果について表 4 にまとめて記す。結果、SM490Y 鋼と同じ施工手順、施工方法で施工可能であり品質も同等であったことから、BHS500 鋼が従来の 50 鋼と同等の施工性を有することが確認できた。今回確認できなかったパス間温度規制に対する性能評価は、別途第3報で紹介する⁴⁾。

BHS 鋼は東京港臨海大橋へ約 6,800 トン適用が予定されており^{6,7)}、BHS 鋼の特長を発揮できるものと期待する。

最後に、今回の製作性評価試験を実施するに際し各種施工条件等にご助言を頂いた、国土交通省関東地方整備局横浜港湾空港技術調査事務所殿に感謝を申し上げます。

参考文献

- (社)日本鉄鋼連盟製品規定、降伏点 500N/mm² 及び降伏点 700N/mm² 溶接構造用圧延鋼材, MDCR 0014-2004
- 三木、市川ら：橋梁用高性能鋼材(BHS500, BHS700)の提案, 土木学会論文集 No.738/ -64, 1-10, 2003.7
- 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
- 岡野ら：BHS500 鋼の製作性評価試験及び溶接継手特性(第3報), 土木学会第 61 回年次学術講演会
- 本州四国連絡橋公団：鋼橋等製作基準, 1989.4
- 三木：橋梁用高性能鋼 BHS, 橋梁と基礎, 2005-8, P41-43
- 鋼構造ジャーナル, 2005/10/3, P10



図2 溶接工場

表4 製作試験結果まとめ

試験項目		SM490Y との比較	備考(HI=**kJ/mm)
切断性能	t=50	同等	切断面粗さ
孔明け性能	t=50	同等	孔明け精度
切削性能		同等	2R
組み立て溶接	t=20,50	同等以上	仮付け溶接長 20 mm可能
突合せ溶接	WEB t=20	同等	予熱無し,最大 HI=6.1,T-SAW
	U FLG t=30	同等	予熱無し,最大 HI=9.9,T-SAW
	L FLG t=50	温度待ち発生	予熱無し,最大 HI=10.0,T-SAW
隅肉溶接	WEB-FLG	同等	予熱なし
	補剛材	同等	予熱なし
歪み矯正	プレス矯正	同等	
	ローラー矯正	同等	
現場溶接	WEB t=20	同等	予熱無し,最大 HI=9.7,EGW
	U FLG t=30	温度待ち発生	予熱無し,最大 HI=4.1,CO ₂
	L FLG t=50	温度待ち発生	予熱無し,最大 HI=3.9,CO ₂