

橋梁用高性能鋼 SBHS400 (W) 実橋への適用評価

川田工業 (株) 正会員 ○ 藤田 敏明*, 野田 清之*
川田工業 (株) 栗田 学**, 長坂 康史**
新日本製鐵 (株) 正会員 田中 睦人***

1. はじめに

2012 年 2 月に供用が開始された東京ゲートブリッジには、新たに開発された橋梁用高性能鋼(SBHS500)が先駆的に採用された。SBHS500(W)とSBHS700(W)は2008 年 11 月に JIS 規格として登録され、また 2011 年 11 月には鋼橋に汎用的に用いられる 50 キロ鋼相当の SBHS400, SBHS400W が追加されている¹⁾。

SBHS500 は東京ゲートブリッジに約 17,000 トン採用され、その鋼材性能などの評価は数多く報告されている²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾。今回は、新たに追加された SBHS400, SBHS400W の基本性能を評価するとともに、実橋梁へ適用しその性能や施工性を評価、確認した。

2. 試験概要

2. 1 試験概要

SBHS400 および SBHS400W の各種基本性能試験を実施した。

2. 2 母材・溶接性評価

SBHS400 (板厚 16,50mm)と SBHS400W (板厚 50mm)について、実橋梁への適用を念頭に各種評価試験を実施した。供試体の化学成分を表 1 に示す。予熱省略を考慮して溶接割れ感受性指数(P_{CM})を 0.22%以下とし、耐ラメ性能向上(保有性能 Z35 相当)のため硫黄(S)量を 60ppm 以下、歪時効性能向上のため窒素(N)量を 60ppm 以下とするなど、従来鋼に比べて化学成分からも性能向上を図っている。機械的性質においては、降伏強度保証下限値を板厚 100mm まで 400N/mm²で一定とし、靱性保証については試験片方向を圧延直角方向とし、板取自由度向上を図り、更に保証下限値を 100J とすることで冷間曲げ後の靱性にも考慮されている。これら仕様に対して十分満足することを確認した(表 2)。溶接施工性改善に大きく寄与する低温割れ性について y 形溶接割れ試験を実施し、鋼材設計通り予熱省略が可能である事を確認した(表 3)。

2. 3 継手性能評価

本鋼材は、低 P_{CM} 化による予熱フリー特性、加えて耐候性鋼材に関しても従来鋼材と同様に最大入熱 10kJ/mm まで対応可能とする鋼材である。したがって既報²⁾の SBHS500 を含め強度、鋼種に関わらず大入熱溶接時の開先形状を標準化できるなどのメリットを有する。検討では、SBHS400 (板厚 50mm)を用い適用入熱量が最も高いタンデムサブマージアーク溶接の継手性能を検討した。表 4 に開先形状ならびに供試材料、施工条件を示す。目標最大入熱量 10kJ/mm,最大パス間温度 300℃に対し、実際の溶接では最大値で 10.4kJ/mm, 296℃とほぼ目標とする条件が再現された。

表 1 供試材の化学成分 (wt%)

	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	N	P_{cm}
SBHS400	0.14	0.28	1.30	0.008	0.002				0.004	0.22
規格	≤0.15	≤0.55	≤2.00	≤0.020	≤0.006				≤0.006	≤0.22
SBHS400W	0.12	0.20	0.89	0.009	0.003	0.32	0.13	0.49	0.002	0.21
規格	≤0.15	0.15/0.65	≤2.00	≤0.020	≤0.006	0.30/0.50	0.05/0.30	0.45/0.75	≤0.006	≤0.22

表 2 供試材の機械的性質

	板厚	方向	引張試験			試験片	シャルピー吸収エネルギー	
			YP(N/mm ²)	TS(N/mm ²)	EL(%)		(J)	温度(℃)
SBHS400	16	L	429	563	19	1A号	311	0
		C	439	555	23		204	
	50	L	416	559	29		300	
		C	416	558	27		266	
SBHS400W	50	L	445	553	33	4号	---	
		C	458	563	32		290	
規格	≤100		400≤	490/640	19*≤	*1A号	C方向100≤	

表 3 y 形溶接割れ試験結果

規格	板厚	溶接方法	溶接材料	HI	予熱	表面割れ	断面割れ
SBHS400	50mm	SMAW	LS5(φ4.0)	17kJ/cm	なし	0%	0%
		CO2	SF-1(φ1.2)			0%	0%

表 4 開先形状、供試材料

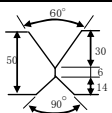
溶接方法	開先形状	板厚 (mm)	溶接材料		最高パス間温度(℃)		最大入熱量 (kj/mm)	
			ワイヤ(径)	フラックス	目標	区分		実績
タンデム SAW		50	JIS Z 3183 S502-H 該当		300	1st	296	10.0
			Y-D (4.8φ)	NF-1 (48*D)		2nd	260	10.4

表 5 試験結果

試験項目	測定項目	目標性能	試験結果
継手引張	引張強さ	TS≥490N/mm ²	543N/mm ² , 544N/mm ²
溶接金属引張	0.2%耐力 引張強さ	0.2%YS≥400N/mm ² TS≥490N/mm ²	YS:442N/mm ² TS:516N/mm ²
衝撃試験	吸収エネルギー (HAZ,BOND,WM)	ve0≥47J (3本の平均)	HAZ:217J BOND:184J WM:150J
側曲げ試験	亀裂の有無、長さ	原則として亀裂がないこと	欠陥なし
マクロ試験	有害な欠陥の有無	欠陥がないこと	欠陥なし
硬さ試験	表層、1/4t、1/2t	Hv(10kg)≤350	最高硬さ:200以下

キーワード：橋梁, SBHS, 高性能鋼, 溶接性

* 〒114-8563 東京都北区滝野川 1-3-11 TEL03-3915-4135 FAX03-3915-2055

** 〒550-0014 大阪府大阪市西区北堀江 1-22-19 TEL06-6532-4897 FAX06-6532-4890

*** 〒100-8071 東京都千代田区丸の内 2-6-1 TEL03-6867-6401 FAX03-6867-4933

試験項目と試験結果を表 5 に示す. 継手, 溶接金属の引張強度や各部位の衝撃試験値は母材規格値を十分に満足し, マクロ試験, 側曲げ試験においても良好な品質を確認した. SBHS400W についても同様の継手性能であることを確認している.

3. 実橋梁への適用

3. 1 橋梁概要

SBHS400 及び SBHS400W が JIS G3140 に追加, 改訂されたことを受け, 下記の橋梁に本鋼材の採用を試みた. 本鋼材の適用部位は, 死荷重及び活荷重を下部工に伝達するため補強材等が溶接で取り付け, 狭隘な空間での溶接作業となるため, 溶接部の品質を確保した上で製作性を向上させる必要がある. 事前に検討された母材・溶接性, 継手性能評価の結果において, 溶接性, 強度の裕度が上がることが期待されるため, 施主の了解を得て実橋に採用した. 工事の概要を下記に示す.

- ・ 工事名称: 新宮川橋橋梁整備工事(上部工)
- ・ 施 主: 大台町(三重県多気郡)
- ・ 一 般 図: 図 1 に示す
- ・ 適用箇所: 端支点部下弦材及び端横支材

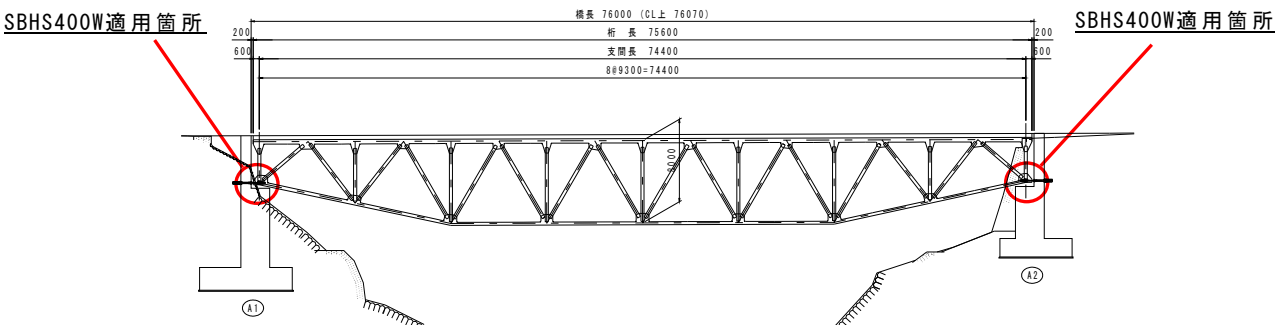


図 1 新宮川橋 (一般図)

3. 2 部材製作結果

本橋向けに製造した鋼材の化学成分を表 6 に, 機械的性質を表 7 に示す. 各種技術評価を実施した鋼材同様に規格を十分満足している.

本橋の製作時期は 1~3 月の 1 年で最も寒い時期であったが, 本鋼材の特性を生かし予熱省略で板継ぎ溶接, 支点部のグループ溶接を実施し, 非破壊検査の結果からも良好な品質を得ることができた. また, 本鋼材の使用により製作効率を向上させた上で, 高品質を得ることが可能であることを確認できた.

4. まとめ

東京ゲートブリッジへの適用に際して数多くの技術評価や実適用から, JIS 規格化後永田橋への初適用⁶⁾, その後 JIS 改訂で鋼橋として汎用的強度クラスである SBHS400(W)が制定された. これまでの各種技術評価結果を踏まえ, SBHS400W を新宮川橋に初めて適用し, 無事製作を完了した. 今後も, 本鋼材の優位性を生かし, 多くの橋梁製作に採用されることを期待したい.

参考文献

1) 橋梁用高降伏点鋼板 JISG3140, 日本規格協会, (2011. 11)
2) 本間宏二, 田中睦人, 松岡和己, 糟谷正, 川崎博史: 新日鉄技報, 第 387 号, (2007. 10), P47-52
3) 新しい高性能鋼材の利用技術調査研究報告書, (社)土木学会, 2009. 11
4) 藤田敏明, 湯田誠, 米山徹, 多田賢: 川田工業技報, 25, (2006. 1)
5) 田中睦人: 橋梁用高性能鋼 SBHS, (社)日本鉄鋼協会会報, Vol. 17, (2012. 4), P9-16
6) 大谷満, 今井平佳, 大植健, 根津和近, 村尾裕二, 大久保武男: 永田橋の設計と施工, 橋梁と基礎, (2011. 11)

表 6 SBHS400W 化学成分 (wt%)

	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	N	Pcm
SBHS400W	0.11	0.19	0.90	0.011	0.003	0.34	0.13	0.49	0.002	0.21
規格	≤0.15	0.15/0.65	≤2.00	≤0.020	≤0.006	0.30/0.50	0.05/0.30	0.45/0.75	≤0.006	≤0.22

表 7 SBHS400W 機械的性質

		引張試験				シャルピー吸収エネルギー	
	板厚	方向	YP(N/mm ²)	TS(N/mm ²)	EL(%)	試験片	(J) 温度(°C)
SBHS400W	22	L	417	512	28	1A号	238
		C	443	520	23		171
		L	442	519	25		232
		C	465	532	24		156
規格	≤100		400≤	490/640	19*≤	*1A号 C方向100≤	