

## 橋梁用高性能鋼 (SBHS) の活用による鋼橋合理化の検討

新日本製鐵 正会員○高木優任 本間宏二 田中睦人

1.はじめに 鋼橋建設の合理化を図るため、橋梁用高降伏点鋼板-SBHS が提案され<sup>1)</sup>、実用に供される<sup>2)</sup>とともに JIS 化(JIS G 3140)されるに至っている。SBHS は従来鋼よりも降伏強度を向上させたにも関わらず、加工性・溶接性が従来の同クラスの鋼材よりも優れることが大きな特徴である。これまでのところ、SBHS の適用はより効果の大きい長大橋に限られており、一般的な钣桁における適用メリットは明らかとされていない。本文では、支間 60~100m の連続合成桁を対象に、試算により SBHS の適用メリットを検討した。

2.検討条件 60,80,100m の等支間割とした 3 径間連続合成桁を検討対象とした。断面構成は、図-1 に示すように、有効幅員 10.5 m の PC 床版を有する 2 主钣桁橋とした。桁は、上下フランジ幅を一定とし、桁高は輸送制限を考慮して可能な限り 3m 前後に抑えるようにしたが、フランジの板厚が 100mm を超える場合には、中間支点付近のみ桁高を高くすることで対処した。SBHS の機械的性質、ならびに設定した許容引張・せん断応力度は表-1 の通り

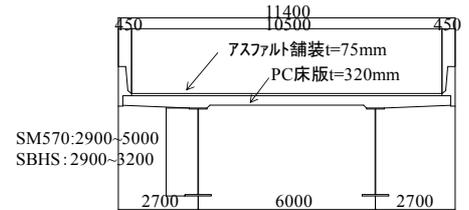


図-1 検討対象断面

である。これらは、従来の高強度鋼の許容応力度を参考にして設定した。また、曲げ圧縮、局部座屈の許容応力度、および最小腹板厚は道路橋示方書<sup>3)</sup>の耐荷力曲線に降伏強度を代入して、表-2 のように設定した。

表-1 SBHS と SM570 の機械的性質と試算で使用した許容応力度(降伏点一定鋼前提)

鋼種	降伏強度 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	予熱 (標準条件)	シャルピー衝撃試験			許容せん断 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	許容引張 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	安全率
				試験温度 (°C)	吸収エネルギー (J)	試験方向			
SM570	450 以上	570~720	不要~100°C	-5	47 以上	圧延方向	145	255	1.76
SBHS500	500 以上	570~720	不要	-5	100 以上	圧延直角	160	285	1.75
SBHS700	700 以上	780~930	50°C	-40	100 以上	方向	200	355	1.97

設計は、2 主桁橋に適用されている合理化設計を行い、支間中央部は床版と主桁とを合成した合成断面、中間支点付近は鉄筋と主桁の鋼断面のみを有効として計算した。なお、断面力の交番部

表-2 試算で使用した照査式

	許容曲げ圧縮応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	局部座屈に対する許容応力度 [自由突出板](N/mm <sup>2</sup> )	最小腹板厚 (mm)
SBHS500	Aw/Ac ≤ 2 285 : L/B ≤ 4.5 285·7.8(L/B)·4.5 : 4.5 < L/B ≤ 23 Aw/Ac > 2 285 : L/B ≤ 9/K 285·3.9(KL/B-9) : 9/K < L/B ≤ 23	板厚 t ≥ b/16 285 : b/9.0 ≤ t 23,000(t/b) <sup>2</sup> : b/16 ≤ t < b/9.0	水平補剛材のないとき h/104 水平補剛材を 1 段用いるとき h/176
		b:自由突出幅(mm),h:上下両フランジの純間隔(mm) L:圧縮フランジの固定点間距離(mm),B:圧縮フランジ幅(mm)	
SBHS700	Aw/Ac ≤ 2 355 : L/B ≤ 4.5 355·12.6(L/B)·7.0 : 7.0 < L/B ≤ 19 Aw/Ac > 2 355 : L/B ≤ 9/K 355·6.3(KL/B-14) : 14/K < L/B ≤ 19	板厚 t ≥ b/16 355 : b/8.0 ≤ t 23,000(t/b) <sup>2</sup> : b/16 ≤ t < B/8.0	水平補剛材のないとき h/88 水平補剛材を 1 段用いるとき h/149
		Aw:腹板の総断面積(mm <sup>2</sup> ),Ac: 圧縮フランジの総断面積(mm <sup>2</sup> ) K = √(3+Aw/2Ac)	

ど、低強度の鋼材の使用が経済的になる部分では、低強度の鋼材も利用して断面を構成した。

3.試算結果 試算の結果得られた、支間 60m の場合における断面構成を図-2 に示す。この図より、中間支点上の断面での板厚が一番大きくなるのが分かるので、支間 60,80,100 の場合のそれぞれの中間支点上断面の比較を表-3 に、単位橋面積あたりの鋼重の比較を図-3 にそれぞれ示す。表-3 から、最も断面が大きくなる中間支点上で、SM570 と比較して、SBHS500 の適用で 8~16%程度、上下フランジの板厚低減が図れるという結果が得られた。さらに、SBHS700 を用いることで、支間がより大きな領域において、より一層の板厚低減が図れることがわかる。また、図-3 より、SBHS の適用により、設計鋼重の削減が可能となること

キーワード：橋梁用高性能鋼，連続合成桁，コスト縮減

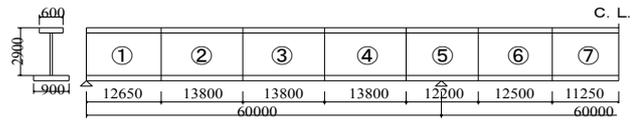
連絡先：〒100-8071 東京都千代田区丸の内 2-6-1 TEL:080-2130-9827, FAX:03-6867-4931

わかり、SM570 との比較で、SBHS500 を用いた場合、支間 60m で 4%、支間 100m で 8% の鋼重低減が図れた。さらに、SBHS700 を適用した場合、鋼重低減効果は 10~18% 程度に拡大する(支間 80-100m)。

**4. 合理化に関する考察** 支間 60,80,100m の場合の建設コストの比較を図-4 に示す。溶接作業に各種の制約を伴う調質鋼の SM570 では、積算に際し、製作性の低下にともなう割増係数  $\alpha=1.28$  が設定されている<sup>4)</sup>。SBHS500 は、SM490Y とほぼ同等の製作性(とくに溶接性)を有すると評価されており<sup>5)</sup>、予熱低減以外に SM570 に規定される線状加熱制限、パス間温度、入熱制限も緩和することが可能である。このため、建設コストの試算においては、製作の省力化を考慮した場合、ならびに考慮しなかった場合の両方について試算を行った(SBHS700 については SM570 と同等の係数とすることで製作の省力化を考慮)。試算の結果、当然の事ながら製作の省力化を考慮すると建設コストの縮減効果が最も大きくなり、その効果は支間が大きくなるほど拡大する結果となった。しかし、製作の省力化を考慮しない場合であっても、SM570 を単純に SBHS500 で置き換えるだけでもコスト縮減が図れることが分かった。

**5. まとめ** SBHS の適用性を検討するため、建設コストまでを対象とした試算を行った。SBHS を適用する最大のメリットは板厚の長支間化であり、その効果が確認された。しかし、板厚の長支間化には耐風安定性などに課題が残っており、SBHS の効果をフルに発揮するためには、解決を待たねばならない問題があると言える。一方で、従来の板厚の適用支間である支間 60m 付近では、従来の SM570 を使用する場合と比べ、SBHS を適用することで板厚の低減が図れ、建設コストも縮減できることが分かった。SBHS には、コスト縮減以外にも、板厚の減少に伴う溶接品質の向上など、多くのメリットが見込めることから、従来 SM570 を適用していた構造へも SBHS の適用性が高いことが再確認された。

**参考文献** ①三木、市川他：橋梁用高性能鋼材(BHS500, 700)の提案, 土木学会論文集, No. 738, I-64, 2003. 7, ②関東地方整備局テクノアングル No. 38, 2005. 10. 6, ③日本道路協会：道路橋示方書・同解説, II. 鋼橋編, H14. 3, ④鋼道路橋数量集計マニュアル(案), 2003. 7, ⑤藤田他：橋梁用高性能鋼材の加工性・溶接性について, 川田技報, Vol. 25, 2006



板厚構成

		断面位置	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
Case1	SM490Y	材質	I	I	I	I	I	I	I
		U-Flg.	34	44	43	30	78	41	19
		Web	14	14	14	20	28	17	14
		L-Flg.	45	62	62	48	78	59	31
Case-2	SM570	材質	I	II	II	I	II	II	I
		U-Flg.	34	28	28	29	57	27	19
		Web	14	16	16	19	24	16	14
		L-Flg.	45	48	48	46	58	44	28
Case-3	SBHS500	材質	I	III	III	I	III	III	I
		U-Flg.	34	27	27	28	49	19	19
		Web	14	17	17	19	19	17	14
		L-Flg.	45	40	40	45	53	43	28

材質：I:SM490Y, II:SM570, III:SBHS500

図-2 支間 3@60m の断面構成

表-3 中間支点上断面の比較(単位:mm)

		SM570	SBHS500	SBHS700
3@60m	桁高	2958	2953	—
	U-Flg.	600×57	600×49	—
	Web	2822×24	2851×19	—
	L-Flg.	900×58	900×53	—
3@80m	桁高	3288	3279	3260
	U-Flg.	700×100	700×84	700×57
	Web	3100×28	3116×25	3143×22
	L-Flg.	1000×88	1000×79	1000×60
3@100m	桁高	5089	5080	5059
	U-Flg.	800×89	800×76	800×45
	Web	4911×22	4924×20	4955×24
	L-Flg.	1000×89	1000×80	1000×59

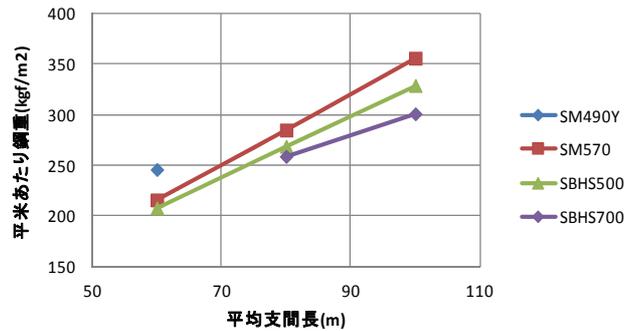


図-3 鋼重の比較

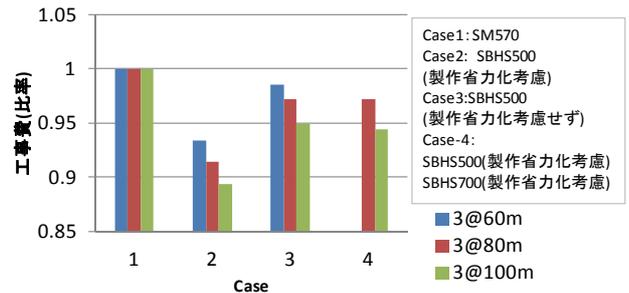


図-4 建設コストの比較