

橋梁用高降伏点鋼の連続合成桁への適用性

新日本技研(株)・東京支社 設計部 高濱 光夫 ， 同・仙台支店 設計部 川田 延也
 同・東京支社 設計部 杉山 充 ， 同・東京支社 設計部 宮路 健太郎

1. はじめに

橋梁用高降伏点鋼(BHS 鋼, JIS G 3140)は東京港臨海大橋(3径間トラス・ボックス複合橋)で試験的に適用され、連続合成桁についても自動車専用道の中間支間が80m以上のものを対象として試設計が行われ、コスト縮減効果が高いことが報告されている¹⁾。ここでは中間支間が80mより短い、街路橋を含む既往の設計例をモデルにして更に試算を進めてみた。

2. 対象モデルと前提

図-1と図-2のA~C橋の3橋を対象に試算する。いずれも縦置き 形鋼格子床版を有する連続合成2主桁橋で横構を有し、現場継手は溶接継手とする。A,B橋は自動車専用道で共に支間割は同じとするが、B橋はセンターバリア付の幅員とした。C橋は街路橋である。C橋の中間支点上の部材長は、従来鋼を用いた既設計では輸送重量を20tf以下にするため短くしていたが、BHS鋼を用いると重量が25%以上軽減されるのでボルト継手の可否を調べるために長くした。図-1に示す桁高はSM570以下の従来鋼を用いた既設計のものである。BHS鋼を用いた場合には、これに加えA,B橋で2.70,2.50m、C橋で2.90,2.70mの桁高も試算する。

BHS鋼の基本許容応力度は現在表-1の2案があるが、ここでは許容応力度の低い土木学会暫定案を用いる。事前の検討により、A,B橋では支間部にBHS700を用いると疲労照査が満足されないため、中間支点上の断面にのみBHS700を適用し、支間部断面はBHS500以下で構成する。図-2に示す床版打設順序(間隔は3~4日)に従ってコンクリート材齢を考慮した計算を行い、打設時のコンクリート引張応力と完成後の床版のひび割れ幅についても照査する。また鋼材は耐候性仕様とし、鋼材費は物価版(H21.4)に拠り、BHS700の鋼材費はWELTEN780相当とした。工数算定は国交省・積算基準に拠り、BHS500の工数はSM490Yと同じ、BHS700に関してはSM570相当とした。

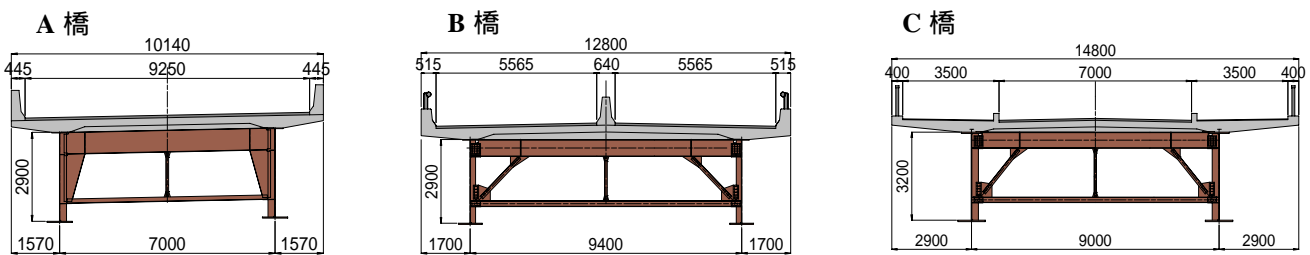


図-1 橋梁横断面図

表-1 許容応力度(案)

	(N/mm ²)	
	土木学会 暫定案	鋼構造 協会
BHS500	285	295
BHS700	360	410

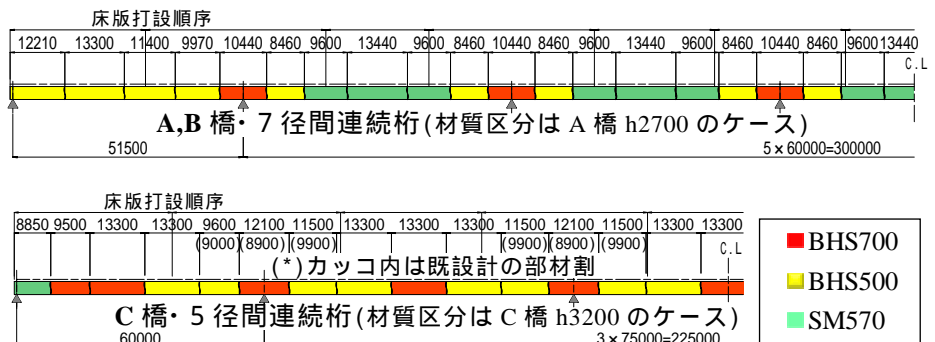


図-2 支間割と材質

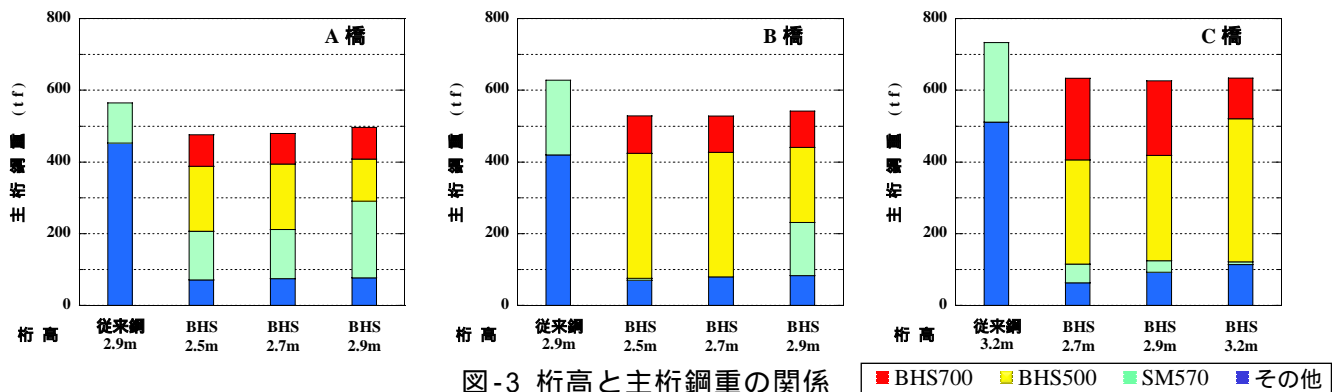


図-3 桁高と主桁鋼重の関係

表-2 中間支点上の断面比較

橋種	断面	従来鋼 桁高=2 900		BHS鋼 桁高=2 700				
		A(cm ²)	材質	断面	A(cm ²)	材質	/	
B橋	U.Flг	520 × 78	405.6	SM570	520 × 44	228.8	BHS700	0.564
	Web	2 822 × 17	479.7	SM570	2 656 × 18	478.1	BHS700	0.997
	L.Flг	820 × 65	533.0	SM570	670 × 52	348.4	BHS700	0.654
	Σ	---	1418.3	---	---	1055.3	---	0.744
橋種	断面	従来鋼 桁高=3 200		BHS鋼 桁高=3 200				
		A(cm ²)	材質	断面	A(cm ²)	材質	/	
C橋	U.Flг	750 × 83	622.5	SM570	680 × 49	333.2	BHS700	0.535
	Web	3 117 × 19	592.2	SM570	3 151 × 21	661.7	BHS700	1.117
	L.Flг	1 000 × 82	820.0	SM570	820 × 61	500.2	BHS700	0.610
	Σ	---	2034.7	---	---	1495.1	---	0.735

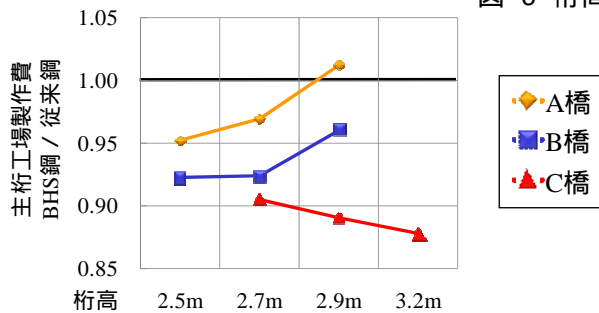


図-4 BHS 鋼の経済効果

3. 試算結果

主桁の鋼重と製作費を図-3 と図-4 に桁高との関係で示す。従来鋼種のケースに比べ BHS 鋼を用いると鋼重は 12 ~ 16%，製作費は 5 ~ 12% 減少する。幅員の狭い A 橋では経済効果は少ない。経済桁高は，従来鋼の場合に比べ A, B 橋では幾分低くなるが，C 橋では変わらない。C 橋の既設計では運搬制限から桁高を抑えているためである。

中間支点上の断面を表-2 で比較する。BHS 鋼とすると応力レベルが高まるため，垂直補剛材間隔を既設計と同じとした場合，腹板厚は逆に増加する。これに合成桁であることと部材間の剛比の平滑化の影響が加わり，フランジ断面は許容応力度比(255/360=0.708)以上に減少する。

さらに中間支点両側の継手を支間側に移せたことにより，Eurocode の列数によるボルトすべり耐力の低減率を採用して継手は 13 列で可能になる。この例題級の橋ではボルト接合も十分に考えられる。

BHS 鋼使用による断面の減少により床版打設時のコンクリート引張応力度や完成後の床版ひび割れ幅の増加が懸念されたが，何れも問題にはならなかった(打設間隔を 1 日延長した箇所はある)。また C 橋における[活荷重たわみ/支間長]は，既設計 1/1054 に対し 1/833(桁高 3.20m)となるが，許容 1/500 に余裕がある。表-3 に 1 方向の日大型車交通量 ADTT を 3500 台としたときの疲労に対する照査結果を示す。A, B 橋では溶接継手で止端仕上げを要するが，C 橋では不要である。表-3 の右端に止端仕上げを要しない ADTT 値を示す。

表-3 疲労照査結果

橋種	支間中央部の材質	疲労照査結果(ADTT=3500台)		ADTT*
A橋 h=2700	SM570	横桁点・垂直補剛材下端		2250
		横構ガセット位置(mm)	下端から580	1500
			下端から675	2000
B橋 h=2700	BHS500	横桁点・垂直補剛材下端		2250
		横構ガセット位置(mm)	下端から580	1750
			下端から675	2000
C橋 h=3200	BHS700	横桁点・垂直補剛材下端		3500
		横構ガセット位置(mm)	下端から640	3500
			下端から800	3500

[凡例] : 問題なし(止端仕上げ不要)
 : 要・止端仕上げ(1支間で1/3個以下)
 : 要・止端仕上げ(1支間で1/3個以上)
 ADTT*: 止端仕上げ不要な1方向・日大型車交通量

4. まとめ

既往の設計例をモデルに，中間支間が 80m より短い連続合成 2 主桁橋への BHS 鋼の適用性を検討した。BHS 鋼の採用による既往の設計例と比較した場合の効果および設計上の留意点を以下に示す。

- 1) 最適な桁高においては，5 ~ 12% 程度のコスト縮減効果がある。
- 2) 疲労照査が厳しくなる傾向があるため，設計の際は疲労照査に注意を要する。

参考文献

1) 岡田淳, 村上琢哉, 川畑篤敬: 橋梁用高性能鋼材の活用による連続合成 2 主桁橋の長支間化に関する検討, 土木学会論文集 F, Vol63 No2, 2007.4