

橋梁用高降伏点鋼板(SBHS)を用いた鋼道路橋設計の合理化

日本鉄鋼連盟 正会員 ○高木 優任 加藤 真志 松下 政弘

1. はじめに 平成 29 年版の道路橋示方書・同解説¹⁾(以下、H29 道示)の使用材料として、橋梁用高降伏点鋼板(SBHS400 および SBHS500)が規定された。SBHS は従来鋼(SM)に比べて降伏強度が大きいことが特徴であるが、鋼橋で有効に活用していくためには、その特性を踏まえた設計を行う必要があると考えられる。そこで、一般的な形式の鋼橋を対象にして SBHS の有効な活用方法について試算を行ったので、その結果について報告する。

2. 有効利用の基本的な考え方 高強度鋼の利用によって、板厚の削減による軽量化・コスト削減が期待される。鋼橋の設計では、板要素の局部座屈や桁の横倒れ座屈などに配慮して、高強度化による座屈強度の低減の影響を極力避けて鋼重の低減効果を最大化する必要がある。とくに、桁橋については、道示では従来から主桁腹板は降伏に至るまで座屈させないことを前提としており、鋼種ごとに桁高に応じた最低腹板厚が規定されている。これに従うと、高強度鋼を使用すると同一の桁高であれば腹板厚は相対的に厚くなるので、鋼重低減の効果が表れにくくなる傾向にある。一方で、桁高を下げることで腹板厚は下げられるものの、フランジ板厚は増加することになるため、鋼重が最小になる桁高を選定する必要がある。ここでは、SBHS 適用における主桁高さの低減による重量・コストの削減効果に着目し、試算を行った。なお、SBHS の鋼材価格は建設物価より引用し、積算における製作時の割増係数は、SBHS400 は 1.0(割増なし)、SBHS500 は 1.12 と仮定した。

3. 試算の方法 鋼橋のうち採用事例の多い形式として、2 主合成鈹桁橋および細幅箱桁橋を対象とした。2 車線道路を想定した有効幅員 10.4m、床版は鋼・コンクリート合成床版とし、床版厚が合理的になるように桁配置を決定した。断面の構成を図-1 に示す。支間は、2 主合成鈹桁では適用の限界に近い支間 60m(3@60m)、細幅箱桁橋では平均支間が 80m(75m+90m+75m)の 3 径間連続橋をそれぞれ想定した。なお、主桁高さは、輸送上の制限を考慮して 2900mm に抑えることとした。

試算は、H29 道示に準拠することとし、概略設計ソフト「APOLLO((株)横河技術情報)」により行った。従来鋼(SM 材)のみの場合[ケース 1]を基準とし、従来鋼+SBHS400,500[ケース 2,3]を比較のため検討した。ケース 2 ではケース 1 から桁高を変化させずに単純に SBHS に置き換えることによる効果を検討し、ケース 3 では桁高の低減による効果を定量的に確認するために複数の桁高での試算を行い、鋼重・コストの変化する傾向を探ることとした。

工事費は、支承費を含む材料費・製作費からなる工場製作費、合成床版・舗装を含む架設工事費(トラッククレーンベント架設を仮定し、鋼重あたりの概算架設費により算出)を積み上げて概略の工事費を算出した。

3. 試算結果 2 主合成鈹桁橋、ならびに細幅箱桁橋の主要断面における断面構成の代表ケースでの例を表-1 に、各ケースの鋼重・ならびに工事費の比較を図-2 にそれぞれ示す。

(1)断面構成 表-1(a)の 2 主合成鈹桁の場合、等径間の支間割であるため、中間支間部では断面力が小さく抑えられるため、支間中央部の上フランジは最低板厚で決まり、SBHS に置き換えるメリットがなかったため、SM のままとなった。一方、表-1(b)の細幅箱桁では、支間中央部の断面力がほぼ均等になるように調整した支間割であるため、SM から SBHS に置き換えられている。

表-1(a)、(b)におけるケース 1 と 2 の比較では 2 主合成鈹桁、細幅箱桁ともに SBHS の適用により最大板厚となる中間支点部下フランジの板厚がそれぞれ約 15%、20%低減されているが、腹板の応力に余裕のある支間中央部では腹板厚は同一の桁高では SBHS の方が 1mm 厚くなっており、鋼重の削減はトータルではそれぞれ 5.8%、4.7%に止まる。一方、ケース 3-1 は桁高を 200mm 下げたため腹板厚が 1mm 薄くなった結果、中間支点部下フランジの板厚の削減はいずれも約 4%と小さくなるが、腹板の板厚と高さ減により、全体の鋼

キーワード：SBHS、道路橋、合成鈹桁、細幅箱桁

〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町 3-2-10 (一社)日本鉄鋼連盟 橋梁用鋼材研究会 Tel:03-3669-4815

重減はそれぞれ 6.3%, 5.4%と低減量は大きくなった。なお、桁高を低くしても、活荷重たわみは制限値を満足していた。

(2)鋼重 図-2 から、桁高を低減していくと腹板厚が段階的に薄くなるため、最小腹板厚が下がる部分で鋼重は減るが、フランジ厚は桁高が低くなるほど厚くなるため鋼重は増える。この結果、従来鋼と同等の腹板厚となる桁高の上限で鋼重は最小となった。ただし、桁高を 2550mm 程度まで低くしても全体鋼重は大きく増えることはなく、SBHS は桁高を低減したい場合に有効な鋼材であることがわかる。

(3)コストに関する考察 図-2 に、工場製作費、ならびに架設工事費とこれらを合計した工事費(全体)の比較を示している。全般に、細幅箱桁の方が鋼重低減幅が小さく、工事費の削減効果も 2 主合成鉄桁よりも小さい結果となった。また、2 主合成鉄桁では製作費の低減の方が大きく、細幅箱桁では架設工事費の低減の方が大きくなる傾向がみられた。これは、細幅箱桁では腹板の数が多くなるため、桁高低減の効果が大きく表れなかったことと、細幅箱桁の方が規模が大きく、鋼重削減の絶対値が大きくなるため、鋼重に比例して算出する架設費の低減が大きくなったことが理由と考えられる。

4. まとめ H29 道示に新たに規定された SBHS について、2 主合成鉄桁ならびに細幅箱桁での適用に関する試算を行った。SBHS の場合、腹板の最小板厚が増加しない桁高を選定することが鋼重低減に有効であることを確認した。また、桁高を低減しても鋼重の増加は大きくなく、SBHS は桁高の低減に有効である。

参考文献 1)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 II.鋼橋・鋼部材編，2017.11

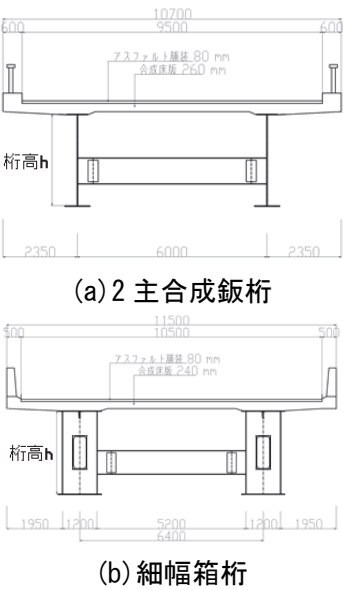
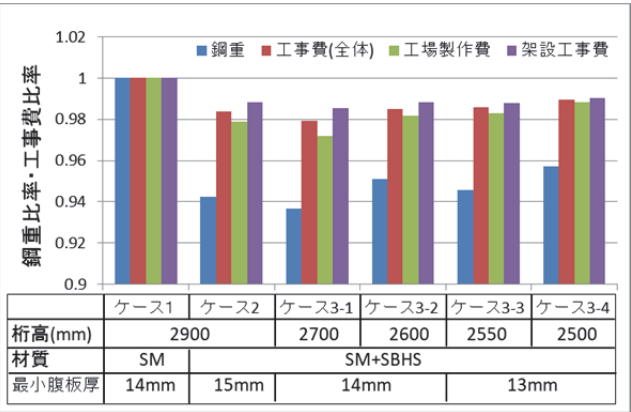


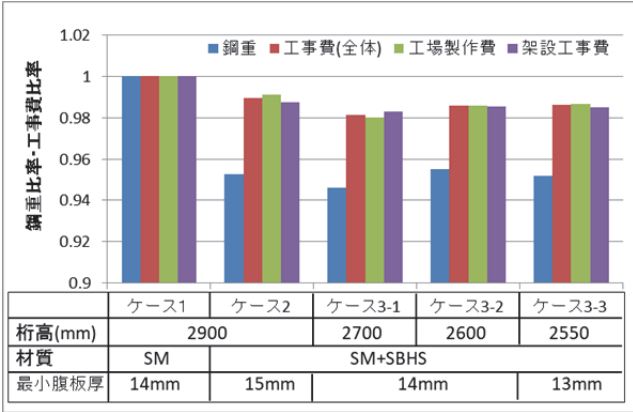
図-1 断面構成

表-1 主要部の断面構成

(a) 2 主合成鉄桁[支間 3@60m]				(b) 細幅箱桁[支間 75+90+75m]			
	端支間中央	中間支点	中央径間中央		端支間中央	中間支点	中央径間中央
ケース1 桁高 2900mm 鋼重比 1.00	U-flg. 650×32: SM490Y	650×32: SM570	650×20: SM490Y	ケース1 桁高 2900mm 鋼重比 1.00	U-flg. 1520×24: SM490Y	1520×32: SM570	1520×20: SM490Y
	Web 2863×14: SM490Y	2868×18: SM570	2880×14: SM490Y	ケース2 桁高 2900mm 鋼重比 0.953	Web 2876×16: SM490Y	2862×18: SM570	2880×14: SM490Y
	L-flg. 800×51: SM490Y-H	800×54: SM570-H	800×25: SM490Y		L-flg. 1520×47: SM490Y-H	1520×54: SM570-H	1520×25: SM490Y
ケース2 桁高 2900mm 鋼重比 0.942	U-flg. 650×30: SBHS400	650×26: SBHS500	650×20: SM490Y		U-flg. 1520×23: SBHS400	1520×36: SBHS500	1520×19: SBHS400
	Web 2870×15: SBHS400	2874×19: SBHS500	2880×14: SM490Y	ケース3-1 桁高 2700mm 鋼重比 0.946	Web 2877×16: SBHS400	2864×18: SBHS500	2881×15: SBHS400
	L-flg. 800×43: SBHS400	800×46: SBHS500	800×25: SM490Y		L-flg. 1520×39: SBHS400	1520×43: SBHS500	1520×26: SBHS400
ケース3-1 桁高 2700mm 鋼重比 0.937	U-flg. 650×34: SBHS400	650×32: SBHS500	650×20: SM490Y		U-flg. 1520×24: SBHS400	1520×42: SBHS500	1520×20: SBHS400
	Web 2666×14: SBHS400	2668×18: SBHS500	2680×13: SM490Y	ケース3-2 桁高 2600mm 鋼重比 0.946	Web 2676×15: SBHS400	2658×17: SBHS500	2680×14: SBHS400
	L-flg. 800×49: SBHS400	800×52: SBHS500	800×25: SM490Y		L-flg. 1520×49: SBHS400	1520×52: SBHS500	1520×31: SBHS400



(a) 2 主合成鉄桁



(b) 細幅箱桁

図-2 鋼重ならびに工事費の比較