

SBHS 鋼の連続合成少数鈹桁橋への適用性

新日本技研(株)・東京支社・設計部 正会員 ○小菅 匠 ， 同・仙台支店・設計部 正会員 西川 貴志
同・東京支社・設計部 正会員 高濱 光夫 ， 同・西部支社・設計部 正会員 川平 英史

高強度鋼材 SBHS¹⁾は、従来の50キロ鋼(SM490Y,SM520)の1.4~1.7倍、60キロ鋼(SM570)の1.1~1.4倍の引張強度を有するが、疲労強度は従来鋼と変わらない。そのため比較的長支間の橋梁に適合し、連続合成2主鈹桁橋の試算^{2),3)}によると、支間長が60~80 mの場合で橋体工の製作費の縮減率はおよそ5~10%である。これは主鈹の鋼材重量の減少によるものであるが、この他に適用支間長の大幅な伸張による効果も見逃せない。すなわち、運搬から決まる桁高制限と設計規準の板厚制限内で支間 100m を超える連続鈹桁橋が可能になり、より製作工数の高い鋼箱桁等の他の形式の領域まで鈹桁の適用支間が伸展してコスト縮減に繋がる。

ただし、連続合成桁の中間支点上における RC 床版のひび割れ幅制御からいえば、SBHS は主鈹の上フランジ断面を縮小し、そのため鉄筋の引張応力を高め、ひび割れ幅を拡大させるので、好ましくない。著者らの試算では、支間が60m の多径間連続合成2主鈹桁橋において、SM570 以下の鋼材を用いた場合に比べ SBHS を適用すると中間支点の鉄筋応力度は15N/mm²前後増加する。また支間長に比例して鉄筋の引張応力は増大するので、ひび割れ幅制御の観点から適用支間長の制限があり得る。岡田等²⁾による欧州タイプの連続合成2主鈹桁橋での検討によると、支間長が 100m を超える辺りから問題が現れている。ただし、その際にひび割れ幅算定で用いた荷重の組合せ係数を提示していないが、おそらく表-1 の中菌等⁴⁾の値と同じと想像する。

これに対して、ここでは縦置き I 形鋼格子床版⁵⁾(以下、縦置きIB床版)を有する広幅員の合成2主鈹桁橋(図-1)を対象とし、図-2の長支間連続桁3ケースをもとに SBHS の適用支間限界を検討する。また、ひび割れ幅算定で用いる荷重の組合せ係数は、中菌等⁴⁾よりも厳しい表-1 の DIN の分野別規定・合成桁編⁶⁾の値を用いる。

1. 検討対象

横桁配置はケース1についてのみ図-2 に示すが、全ケースとも主鈹支間部で横桁間隔 3.80 m ， 中間支点の両側合せて 4 パネルを床版増厚部と

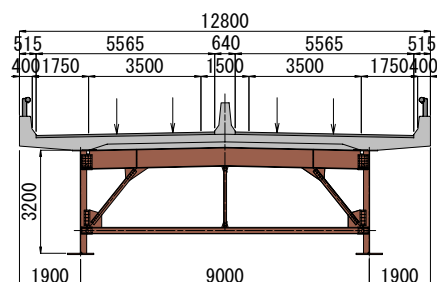


図-1 横断面図

表-1 荷重組合せ係数
(ひび割れ幅算定用)

	中菌等	DIN FB 104
荷重種別	死荷重	1.00
	L荷重	0.60
	群集荷重	---
	雪荷重	---
	クリープ	1.00
	乾燥収縮	1.00
	温度差	0.00

- SBHS700
- SBHS500
- SM570
- SM490Y

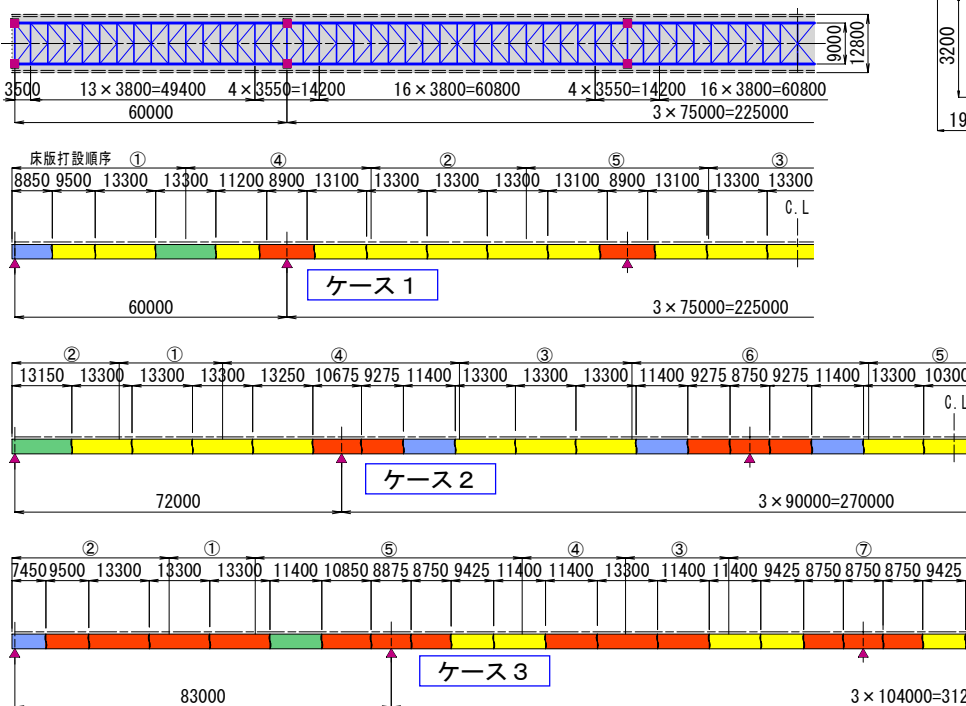


図-2 支間割と材質

して 3.55 m 以下の横桁間隔としている。

主桁間の縦置き IB 床版の断面を図-3 に示す。主桁の支間部では 24cm 厚の床版を横桁(横桁上のハンチ厚 19cm)で支え、主桁の中間支点付近と桁端はハンチ厚分まで打ち降ろして増厚している。表-2 に示すように IB 床版は鉄筋の他に I ビームの有効断面を含むので橋軸方向鋼材比が高い。

2. 設計断面とひび割れ幅照査

図-2 に丸付き番号で示した床版の打設順序に従って断面力算定と断面設計を行った。その過程で、床版打設中の打設済みコンクリートの引張応力の照査も実施したが、支間長が長大になるほど許容値⁶⁾に収めることが難しくなり、ケース3では図-2 のブロック①と②の右端で許容値を 1~13%ほど超過した。しかし、この箇所は最終的には圧縮に移行するので問題無しとした。表-3 に中間支点の設計最大断面(材質 SBHS700)を示す。

ひび割れ幅照査式は、中菌等⁴⁾の手法に倣い(ただし、収縮補償用コンクリートを使用することを理由に $\epsilon_{csd} = 100 \times 10^{-5}$ とした)、許容ひび割れ幅を $w_a = 0.0035c$ とし、以上を鉄筋の許容応力度に換算して照査した。

縦置き IB 床版では横桁上に橋軸方向の負曲げが発生するので、それによる床版上面の鉄筋応力度と主桁作用によるものを加算してひび割れ幅照査を行った。ひび割れ幅照査は定常的な荷重状態での照査であるから、主桁作用と組合せる床版作用の応力度は図-1 のレーン載荷の状態とし、そのときの中間支点上横桁上での曲げモーメント分布を図-4(a)に示す。その下はせん断遅れを考慮したときの主桁作用による床版の直応力分布を表し、Eurocode 3:Part 1-5⁸⁾より引用した。主桁直上は主桁作用の鉄筋応力をそのまま作用値とするが、輪荷重位置ではせん断遅れを考慮して主桁作用に0.85を乗じて床版作用と加算して照査した。ケース3では主桁直上と輪荷重位置の両方で許容値を超過した。ただし、平面寸法の大きいゴム支承と桁高による反力分散効果を考慮すれば、主桁作用による鉄筋の直応力の尖ったピーク値が減少して許容値に収まると思われる。また、L 荷重に対する組合せ係数 $\psi = 0.75$ を中菌等⁴⁾と同じ0.60にすることによっても照査用鉄筋応力が 14 N/mm^2 低下して許容値以下にできる。

ひび割れ幅照査式は、中菌等⁴⁾の手法に倣い(ただし、収縮補償用コンクリートを使用することを理由に $\epsilon_{csd} = 100 \times 10^{-5}$ とした)、許容ひび割れ幅を $w_a = 0.0035c$ とし、以上を鉄筋の許容応力度に換算して照査した。

【参考文献】

- 1) 三木・他：橋梁用高性能鋼材(BHS500,BHS700)の提案，土木学会論文集，No.738 / I -64 ， 2003.7
- 2) 岡田・他：橋梁用高性能鋼材の活用による連続合成2主I桁橋の長支間化に関する検討，土木学会論文集 F,Vol.63,2007.4
- 3) 高濱・他：橋梁用高降伏点鋼の連続合成桁への適用性，第28回日本道路会議,平成21年11月
- 4) 中菌・他：PC床版を有する鋼連続合成2主桁橋の設計法(上)，橋梁と基礎,2002.3
- 5) 高濱・他：縦置きI形鋼格子床版の設計概要と施工時荷重の検討，第6回床版シンポジウム,平成20年6月
- 6) DIN-Fachbericht 104 Verbundbrücken，2003
- 7) 高濱・他：多径間連続合成桁橋の床版打設順序の検討，第62回年次学術講演会，土木学会,平成19年9月
- 8) Eurocode 3:Design of steel structures—Part 1-5:Plated structural elements, BS EN 1993-1-5:2006

表-2 床版の橋軸方向鋼材比

	IB床版 (主桁間)	RC床版	
		主桁直上	片持ち部
桁端増厚部	0.0315	0.0172	0.0133
標準支間部1	0.0444	0.0188	0.0133
標準支間部2	0.0484	0.0188	0.0133
中間支点増厚部	0.0356	0.0199	0.0174

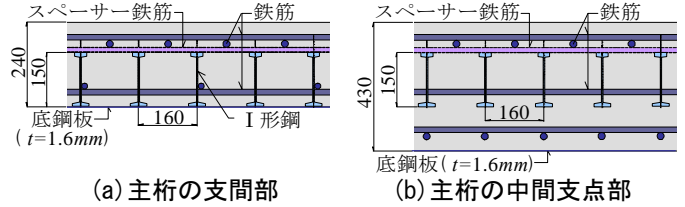


図-3 縦置き IB 床版の断面

表-3 中間支点上の設計最大断面

	ケース1	ケース2	ケース3
1-U. Flg. Pl.	750×40	750×75	820×100
1-Web Pl.	3160×21	3125×22	3100×24
1-L. Flg. Pl.	920×55	920×80	980×100

表-4 ひび割れ幅に関する応力照査 (N/mm^2)

	ケース No.	ケース No.		
		1	2	3
主桁作用	主桁直上 σ_{s0}	108.4	106.7	116.7
	$\sigma_s = 0.85 \cdot \sigma_{s0}$	92.1	90.7	99.2
床版作用	σ_{fs} (A点)	13.1	13.1	13.1
主桁+床版	$\sigma_s + \sigma_{fs}$ (A点)	105.2	103.8	112.3
許容値	σ_{sa}	111.5	110.0	108.8

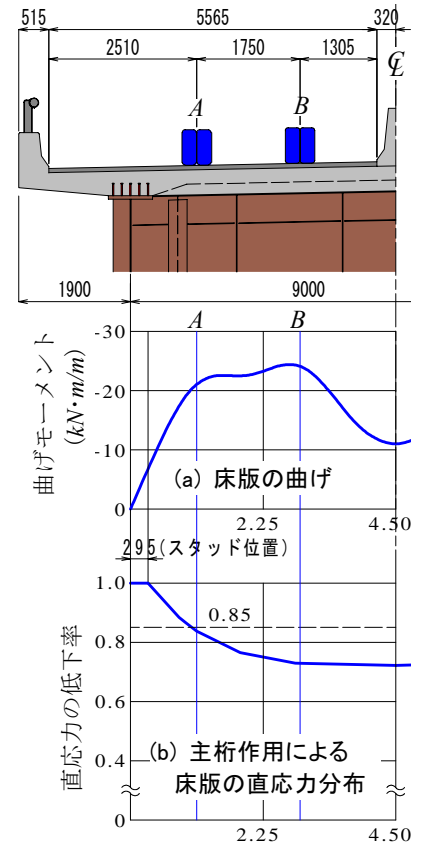


図-4 中間支点横桁上の主桁作用と床版作用