

初期ひび割れの考えを用いた合成床版鋼連続合成桁の試設計検討

横河住金ブリッジ 正会員 上條 崇, 正会員 ○利根川太郎*
長岡技術科学大学 正会員 長井 正嗣

1. はじめに

橋梁の建設コスト削減の要請に応えるために、耐久性の高いコンクリート系床版を有する連続合成桁の建設が増えている。RC床版やPC床版を有する連続合成桁の中間支点部の設計を行う際には、テンションスティフニングとひび割れ状態（初期ひび割れ状態／安定ひび割れ状態）を考慮する必要があるとされているが、合成床版を有する合成桁のひび割れ制御設計に関しては、ひび割れ状態に着目した研究はほとんど見当たらない。著者らは、合成床版合成桁の負曲げ部ひび割れ幅に関する実験と解析を実施し、初期ひび割れ状態、底鋼板の寄与度について設計法の提案を行った¹⁾。本報告では、中央スパンが90m程度の鋼連続箱桁橋（図-1参照）を対象として実施した提案設計法による試設計検討結果を報告する。

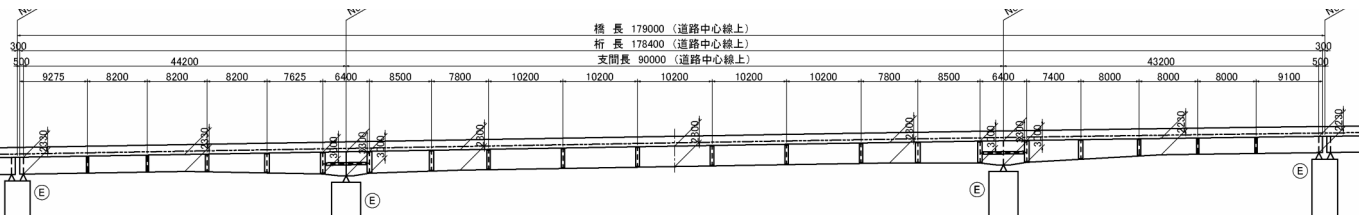


図-1 試設計検討橋梁の概要

2. 試設計概要

許容応力度設計ベースで、提案設計法を用いることで、従来設計法に対してひび割れ幅がどの程度変化することを確認し、次に限界状態設計法を用いることで、従来設計法に対してどの程度の断面縮小が図れるのかを検討した。負曲げ部の断面は、底鋼板は、合成桁断面に寄与するだけでなく、床版の下側鉄筋の一部としても機能するものとした¹⁾。図-2に概要を示す。（Case-1）

限界状態設計法においては、①正曲げ区間をコンパクト断面、負曲げ区間をノンコンパクト断面として設計（区分は、鋼・合成標示にしたがう）し、②使用限界状態にお

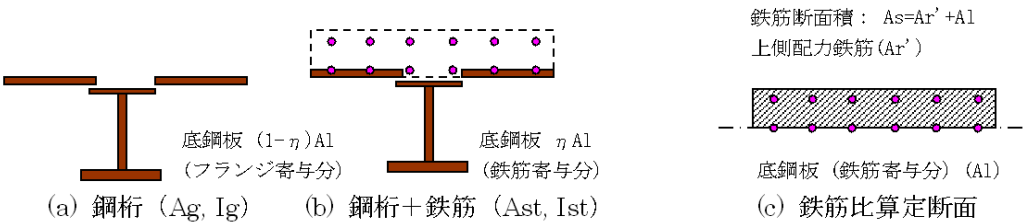


図-2 負曲げ部有効断面

表-1 荷重係数の考え方

限界状態	荷重組合せ	照査方法
終局限界状態	1. 3D+2. 0L (コンパクト断面)	全塑性モーメントが、1. 3D+2. 0Lの断面力を上回ること。
	1. 3D+2. 0L+CR+SH (ノンコンパクト断面)	降伏モーメントが、1. 3D+2. 0L+CR+SHの断面力を上回ること
使用限界状態	D+L+CR+SH+T	D+L+CR+SH+Tの発生応力が（降伏応力／1.15）を下回ること。

D：死荷重，L：活荷重（衝撃を含む），CR：クリープの影響，SH：乾燥収縮の影響，T：温度変化の影響（温度差）

キーワード： 初期ひび割れ，合成床版，SBHS500
連絡先： 〒550-0004 大阪市西区鞆本町 1-4-12 (株)横河住金ブリッジ TEL06-7637-1013

る鉄筋応力度、ひび割れ幅の照査では、「初期ひび割れ状態」を考慮、③使用鋼材・構造はSBHS500 ハイブリッド桁の適用も可能、とした。ハイブリッド桁においても、解析検討結果²⁾より、断面区分は、鋼・合成標示を適用可能とした。(Case-2) 表-1に照査する限界状態と荷重係数を示す。

3. 試設計結果

Case-1 の試設計結果を表-2に示す。従来計算法では、初期ひび割れ状態を考慮せず、床版コンクリートが常に安定ひび割れ状態にあるものとしてひび割れ幅を算出するので、提案計算法の $\eta=0.2$ 、 $\eta=0.4$ のいずれの結果よりもひび割れ幅が小さく計算される。しかし、合成床版でもRC床版やPC床版と同様に初期ひび割れ状態の考慮が必要であり、提案計算法では $\eta=0.2$ 、 $\eta=0.4$ のいずれの場合も設計断面力に対して求められたひび割れ状態は初期ひび割れ状態であることから、従来計算法はひび割れ幅を過小評価していると考えられる。提案計算法では、 $\eta=0.2$ よりも $\eta=0.4$ の方がひび割れ幅が小さく計算されており、底鋼板の鉄筋換算率 η が大きくなる程、ひび割れ幅は小さくなる。

表-2 ひび割れ幅、鉄筋応力の試算結果 (Case-1)

		従来計算法	提案計算法	
			$\eta=0.2$	$\eta=0.4$
橋梁形式		3径間連続合成細幅箱桁橋		
床版	合成床版	TRC床版	TRC床版	TRC床版
	床版厚	mm		
	底鋼板厚(鋼種)	mm	6 (SM400)	6 (SM400)
	コンクリート f_{ck}	N/mm ²	36	
	配筋鉄筋		D22@100mm (SD345) 床版上面のみ	
主桁	ハンチ高	mm	100	
	上フランジ	mm	1520x 45 (SM570-H)	
	ウェブ	mm	2- 4112x 22 (SM570)	
	下フランジ	mm	1440x 43 (SM570-H)	
設計断面力	合成前死荷重		M= -53960 kNm	
	合成後死荷重		M= -17918 kNm	
	活荷重		M= -19098 kNm	
	クリープ		M= -1157 kNm	
	乾燥収縮		M= -4160 kNm	
ひび割れ幅制御のパラメータ	配筋鉄筋のかぶり	mm	59	59
	鉄筋比	%	1.43%	1.79%
	剛性比 α_{st}		1.47	1.23
	有効引張強度 f_{ctm}	N/mm ²	2.5	
	β (鉄筋最大応力算出用)		—	0.4
	β_m (初期ひび割れ時)		—	0.6
	β (安定ひび割れ状態)		0.2	
鉄筋 SD345 (上面)	主桁作用(D+L+CR+SH)	N/mm ²	83.9	144.7
	許容応力度	N/mm ²	140	180
	判定		O K	O K
底鋼板 SS400 (下面)	床版作用	N/mm ²	42.6	42.6
	主桁作用(D+0.6L+CR+SH)	N/mm ²	62.1	78.6
	重ね合わせ	N/mm ²	104.7	121.2
	許容応力度(=140×1.4)	N/mm ²	140	196
	判定		O K	O K
ひび割れ幅 (上面)	計算が前提とするひび割れ状態		安定ひび割れ	初期ひび割れ
	主桁作用(D+0.6L+CR+SH)	mm	0.127	0.199
	$w_a=0.0035c$	mm	0.207	0.207
	判定		O K	O K
		・底鋼板を全厚有効		

つぎに、限界状態設計法を適用した結果 (Case-2) の試設計結果を表-3に示す。提案設計法による単体のメリットは今後詳細に整理する必要があるが、限界状態設計法の適用により、中間支点上の断面が薄板化し

表-3 Case-2 試設計結果

中間支点上断面 (単位mm)						
	材質	桁高	UFLG	WEB	LFLG	備考
当初	SM570	4200	45	22	45	H-STF 1段
試設計	SBHS500	3300	26	29	45	H-STF 0段, Hy桁
正曲げ部最大断面 (単位mm)						
当初	SM570	2950	24	16	58	H-STF 1段
試設計	SBHS500	2950	25	23	45	H-STF 0段, Hy桁
数量 (単位 個)						
	Block重量	大型材片				
当初	850.7	398	中間支点上は、水平継手あり			
試設計	838.3	326	中間支点上は、水平継手なし。薄板化によりブロック長大			

水平継手が不要な高さまで桁高を低減することが可能となること、正曲げ部の板厚低減によるブロック長の延長化が可能であることから、全体ブロック数が大幅に低減でき、製作工数低減に寄与することがわかる。初期ひび割れを考慮したひび割れ幅照査によって中間支点上断面が決定される状況はあるものの限界状態設計法の適用により大幅な断面の縮小が可能となる。

4. まとめ

合成床版を有する鋼連続合成桁を対象として、合成床版に適用する初期ひび割れを考慮したひび割れ幅照査式により試設計検討を行った。従来の安定ひび割れ状態を前提とした照査より結果は厳しい傾向となったが、合成床版連続合成桁を限界状態設計法にて設計することで、製作工数低減に寄与できることを試算した。

[参考文献]

- 1) 上條ら：合成床版合成桁の負曲げ部ひび割れ幅に関する実験と解析，構造工学論文集 Vol.58A, pp.1098-1111(2012)。
- 2) Dang Viet Ducら：Influence of SBHS500 on section classification criterion for composite girders, 土木学会年講, 2011.9