

ハイブリッド桁の経済性に関する比較・検討について

(株)宮地鐵工所 ○正会員 田中 伸尚 (株)横河メンテック正会員 明橋 克良
 日本構研情報(株) 正会員 植野 孝雄 N K K 正会員 鞆 一
 住友重機械工業(株)正会員 檜垣 孝二 福井工業大学 正会員 中井 博

1. はじめに

本研究の対象とするハイブリッド桁とは、曲げ応力が卓越して発生するフランジに高強度の鋼材を、また腹板に低強度の鋼材を用いた鋼桁である。これに対して、フランジと腹板ともに同種の鋼材を用いた鋼桁を、以下、ホモジニアス桁という。ハイブリッド桁は、腹板に安価な鋼材を用いることにより、ホモジニアス桁よりも経済的に優れた設計が可能になると考えられる。本研究では、ハイブリッド桁の設計基準(案)¹⁾(社)日本鋼構造協会の一小委員会の研究業務)に基づいて試設計を行った3径間連続非合成2主桁橋のハイブリッド桁橋と現行の許容応力度法によるホモジニアス桁を試設計し、両者について、経済性の比較・検討を行った結果について報告する。

2. 設計条件

ここで試設計を試みたハイブリッド桁橋の設計条件を表-1に、また橋梁一般図を図-1に示す。活荷重強度は道路橋示方書に従い、B活荷重を作用させた。なお、ハイブリッド桁橋は、限界状態設計法¹⁾に基づいて設計を行っているため、許容応力度法によるホモジニアス桁橋を設計する際、等価な比較ができるように断面力や安全率などを調整している。

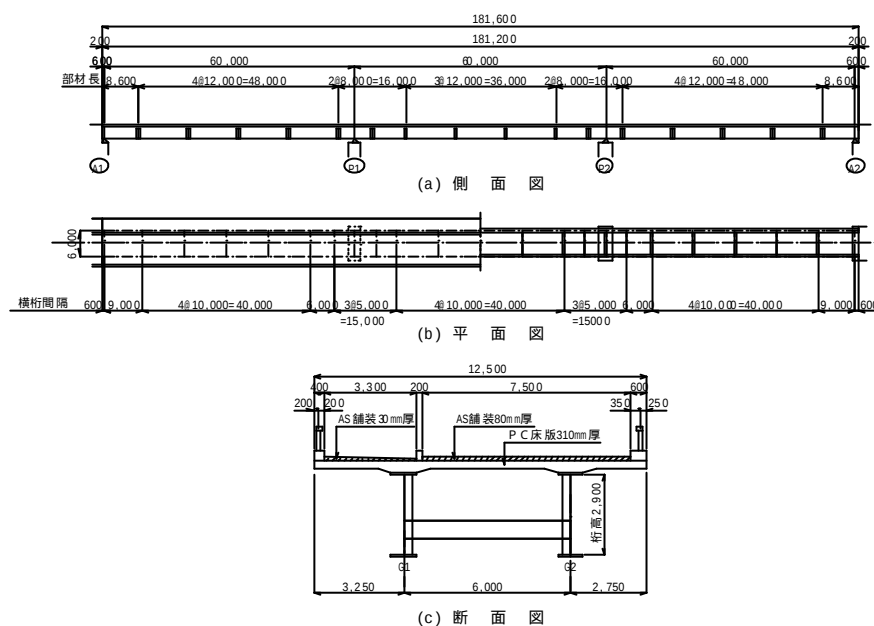


図 - 1 橋梁一般図

3. 積算の方法

ハイブリッド桁橋とホモジニアス桁橋との経済性を比較するのに使用した積算の方法は、以下のとおりである。

- 1) 両桁橋とも、水平補剛材を設置しないこととした。
- 2) 鋼材費としては、鋼種単位で概算値を用いた。
- 3) 「鋼道路橋数量集計マニュアル(案)」²⁾による工場製作の積算基準に習い、それによって、工場製作費を、積算することとした。
- 4) 工場仮組立て費用は、数値仮組シミュレーションとして積算を行った。

なお、輸送費、架設費、現場塗装費、床版工事費、一般管理費、および消費税相当額などは、今回、考慮しないこととした。

キーワード：ハイブリッド桁、ホモジニアス桁、積算、試設計

連絡先：〒290-8580 千葉県市原市八幡海岸通3番地 Tel.0436-43-8515 Fax.0436-43-7338

表 - 1 設計条件

型 式	鋼3径間連続非合成2主桁橋
道路規格	第4種 1 級
橋 長	181.6m
支 間 長	3 × 60.000m=180.000m
幅 員	車道部分：7.500m 歩道部分：3.300m
活 荷 重	B活荷重
舗 装	アスファルト舗装 車道部分：80mm厚 歩道部分：30mm厚
床 版	P C 床版：310mm厚
平面線形	R = ∞ (直線桁橋)
斜 角	90度 (直橋)
計画交通量	大型車の計画交通量：1000台 / (日・車線) 未満
使用材料	SM400, SM490Y, およびSM570

4．設計・積算結果

ハイブリッド桁橋とホモジニアス桁橋の工数算定要素を集計した結果を、表 - 2 に示す。

まず、表 - 2 によると、鋼重については、ホモジニアス桁の方がハイブリッド桁よりも 2.5% 重いことがわかる。鋼種に着目すると、ホモジニアス桁の SM570 材、および SM490 材の各重量は、ハイブリッド桁と比較して、それぞれ 84% 程度、および 126% 程度も重いことがわかる。一方、ホモジニアス桁の SM400 材の重量は、ハイブリッド桁の 1/4 程度しかないことがわかる。

つぎに、大型材片、および小型材片については、ハイブリッド桁とホモジニアス桁との横桁に相違がないことより、主桁のみ着目する。すると、表 - 2 より、ハイブリッド桁とホモジニアス桁との大型材片数は、等しいことがわかる。

小型材片については、水平補剛材の無いホモジニアス桁は、ハイブリッド桁に比べて材片数で約 18% 多く、重量も 10% 重いことがわかる。

加工鋼重のうち、SM570 材相当の鋼重については、ホモジニアス桁の方がハイブリッド桁よりも 83% 重いことがわかる。

5．積算結果の考察

これらの成果に基づき、表 - 3 には、ハイブリッド桁とホモジニアス桁との工場製作費を比較する。工場製作費については、表 - 3 より明らかなように、ホモジニアス桁の方がハイブリッド桁よりも 10% 程度高価である。その工場製作費のうち、ホモジニアス桁とハイブリッド桁とで相違が大きい項目は、材料費、直接労務費、および間接労務費であり、ホモジニアス桁の方がハイブリッド桁よりも約 9% ~ 17% 大きいことがわかる。この材料費と労務費とに与える影響が大きなものとしては、小型材片加工工数、および加工鋼重のうち、SM570 材の鋼重が挙げられる。

以上を総合すると、ハイブリッド桁では、フランジに高強度の鋼材を、また 腹板により強度の低い鋼材を使用していること、さらに 腹板厚を現行の道路橋示方書の基準に比べて 11% 厚くしている。これらのほか、ハイブリッド桁では、水平補剛材を基本的に設けないこと、また 垂直補剛材間隔を最大で腹板高さの 2 倍までとばせ、それらの結果、小型材片数を著しく減らせる。それらのために、ハイブリッド桁の方がホモジニアス桁よりも、工場製作費で 10% 程度安く製作できるメリットを有していることが、表 - 3 より、わかった。

本研究を遂行するに当たり御支援を賜った（社）日本鋼構造協会の関係各位には、深謝の意を表する。

参考文献

- 1) 日本鋼構造協会：限界状態設計法に基づいたハイブリッド桁の設計基準（案）
- 2) 土木工事積算研究会：鋼道路橋数量集計マニュアル（案）、（財）建設物価調査会、1996 年 10 月

表 - 2 工数算定結果集計

集 計 要 素			単位	ハイブリッド桁	ホモジニアス桁 (水平補剛材無し)	ホモジニアス桁 / ハイブリッド 桁	
				本体	本体	/	
鋼重	400材		kg	247,834	62,138	0.251	
	490材		kg	48,032	108,544	2.260	
	570材		kg	164,776	303,040	1.839	
	高力ボルト	TCB	kg	12,714	11,430	0.899	
	計		kg	473,356	485,152	1.025	
主 桁	大型材片	材 片 数	個	102	102	1.000	
		材 片 重 量	kg	380,084	388,808	1.023	
		小型材片	材 片 数	個	446	526	1.179
			材 片 重 量	kg	43,596	47,952	1.100
	部 材 数		個	66	66	1.000	
	大型材片	材 片 数	個	12	12	1.000	
		材 片 重 量	kg	5,342	5,342	1.000	
		材片数(形鋼)	個	19	19	1.000	
			材片重量(形鋼)	kg	24,263	24,263	1.000
	小型材片	材 片 数	個	528	528	1.000	
		材 片 重 量	kg	7,357	7,357	1.000	
	部 材 数		個	23	23	1.000	
	加工鋼重	総加工重量		kg	460,642	473,722	1.028
		内570材相当材加工鋼重		kg	164,776	303,040	1.839
		部 材 数		個	89	89	1.000
大型材工継手溶接長		m	1521	1521	1.000		
構造要素	支 間 構 成	m	60+60+60	60+60+60			
		m	60	60			
	主 桁 間 隔	mm	6,000	6,000			
	主 桁 高	mm	2,900	2,900			

表 - 3 工場製作費の比較表

集計要素	単位	ハイブリッド桁	ホモジニアス桁 (水平補剛材無し)	ホモジニアス桁 / ハイブリッド桁
		本体	本体	/
工場製作費				
材料費	¥	52,943,407	59,069,909	1.116
副資材費	¥	5,527,704	5,684,664	1.028
直接労務費	¥	36,233,478	48,371,015	1.335
工場塗装費	¥	13,136,752	13,403,641	1.020
直接工事費	¥	107,841,341	126,529,229	1.173
間接労務費	¥	12,754,184	17,026,597	1.335
純工事費	¥	120,595,525	143,555,826	1.190
工場管理費	¥	13,791,104	18,402,300	1.334
工場原価	¥	134,386,629	161,958,126	1.205
鋼 重	kg	473,356	485,152	1.025
橋 面 積	m ²	2,083.8	2,083.8	1.000
橋面積当り鋼重	kg/m ²	227.2	232.8	1.025
製作工数	人	1,380.793	1,536.800	1.113
t当り工数	人 / t	2.917	3.168	1.086
t当り工場単価	工場単価/ t	283,902	333,830	1.176
m ² 当り工場単価	工場単価/m ²	64,491	77,722	1.205