

新しい合成構造主桁を用いた長大複合斜張橋の研究

Proposal and Study of a Long-Span Composite Cable-stayed Bridge with New Hybrid Girder

吉 田 健太郎
日紫喜 剛 啓
古 市 耕 輔

Ⅰ. はじめに

最近、各方面において、構造性能の改善や合理化並びに施工の省力化に伴うコスト縮減の観点から、鋼とコンクリートの各々の長所を取り入れた合成構造や混合構造（併せて複合構造と略す）への関心が高まってきている。橋梁分野でも例外ではなく、長支間橋梁として、複合斜張橋や複合エクストラード橋、中支間橋梁として複合トラス橋や波型鋼板ウェブ橋などの新しい形式の複合構造橋梁の計画や施工が行われてきており、本分野での技術開発が活発となってきた。

このような技術動向の中で、本研究では、長大斜張橋用の主桁構造として、主桁がコンクリート充填鋼管、床版がプレキャスト（PC）床版である合成2主桁構造を考案し、本合成主桁を中央径間に用いた複合斜張橋を例題として適用性の検討を行った。

本報告では、本合成主桁の特徴並びに実現性を調べるために行った全体系の解析結果について報告する。

Ⅱ. 考案した合成主桁の特徴

新しく考案した主桁形状を、Fig. 1 に示す。本主桁は、広幅員の2主桁構造となっており、両端の主桁にコンクリートを充填した鋼管構造、床版にPC床版を用いた合成断面構造である。以下にその特徴を示す。

1. 鋼管を用いた2主桁構造

I 断面鋼桁と比較して鋼管は局部座屈しにくく、圧縮耐力も大きい。また、ねじれ剛性が大きく形状的に抗力係数も小さくなるため、耐風安定性の面でも有利となる。

2. コンクリート充填鋼管

鋼管にコンクリートを充填することにより、圧縮力に対する抵抗性がさらに増大され、鋼管の内側への局部座屈を防止することができる。また、充填コンクリートに軽量コンクリートを用いることにより、主桁重量を軽減することも可能である。

3. PC 床版との合成断面構造

合成断面とすることにより、軸力や正の曲げモーメントに対して合理的に抵抗させることができる。また、合成化により、ねじれ剛性がさらに増大し、耐風安定性を改善することができる。

以上のような特徴とともに、既製の鋼管を用いるため、加工が少なく、従来の鋼製主桁と比較して大幅なコストダウンが期待できることから、本合成主桁は、長大斜張橋の主桁として有効であると考えられる。

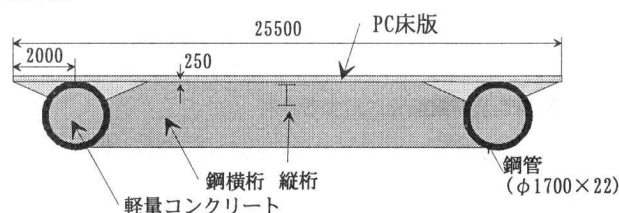


Fig. 1 Filled Steel Pipe Girder

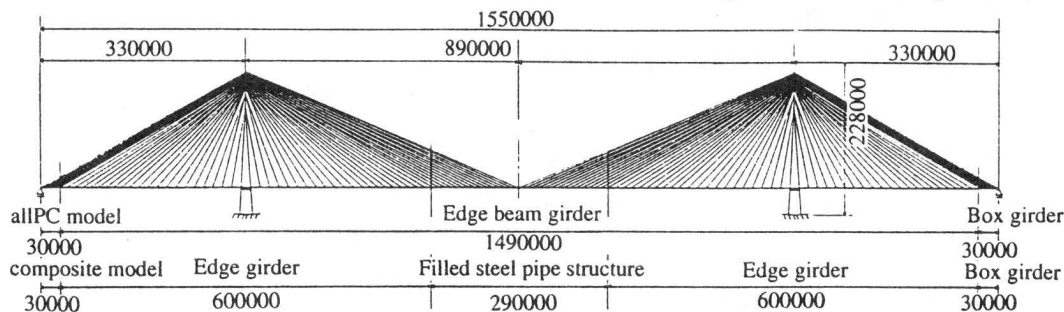


Fig. 2 Model for Study

本報は、IABSE SYMPOSIUM 1998 pp. 149～154 掲載論文の要約である。

キーワード：複合構造，合成構造，混合構造，充填鋼管，斜張橋

III. 検討対象

今回検討を行った複合斜張橋の諸元を Fig. 2 に示す。主径間 890 m, 側径間 330mの橋長 1550mの斜張橋である。

主径間中央部 290mにコンクリート充填鋼管合成 2 主桁, 主径間から側径間の各 600mに PC エッジガーダー, 側径間部 30mに PC 箱桁を適用している。横桁は鋼製とし, 3.3mごとに配置するものとした。主桁と床版コンクリートの設計基準強度は 50N/mm^2 , 主塔コンクリートは 40N/mm^2 , 鋼管は SM490 とした。

IV. 死荷重及び活荷重に対する検討

本合成主桁の長大斜張橋の主桁としての適用性を検討するため, 対象橋梁全体をモデル化して解析を行った。荷重条件は, 死荷重, 活荷重作用時とし, 断面力並びに端支点反力に着目して検討を行った。

死荷重が作用した場合に複合斜張橋の主桁に発生する曲げモーメントを Fig. 4 に, 活荷重による曲げモーメントを Fig. 5 に, 軸力を Fig. 6 に示す。また, 端支点反力を Table 1 に示す。軸力が卓越するため, 曲げモーメントとの組合せを考慮した場合, 一部の断面を除いてほぼ全断面圧縮となる。このため, PC 床版及び充填コンクリートを断面力に対して有効に活用することができる。平面保持の仮定に基づいて算出した合成主桁に発生する応力は, 許容応力度内となることを確認している。

また端支点では, 死荷重作用時, 活荷重による曲げモーメント最大時, 最小時いずれの場合も支点が浮き上がるような反力が生じないことがわかった。

V. 耐震性及び耐風性に対する検討

耐震性は, 応答スペクトル法による地震応答解析を行って検討した。解析モデルは, 3次元フレームモデルを用いた。Table 2 に各方向の最低次モードの固有周期と橋軸方向の水平変位を示す。地震入力力は道路橋示方書の震度法の照査に用いる加速度応答スペクトル (I 種地盤) を用いた。地震時断面力は, 長周期構造となるため問題となる値とはならなかったが, 主桁を斜材で吊るタイプ (ダンパーなし) の場合は, 大きな変位が橋軸方向に発生した。一方, 主塔部に剛性が 40MN/m のダンパーを用いた場合は, 変位を約 1/2 に低減できることがわかった。

以上より, 適切なダンパーを用いれば, 耐震上の問題点についても解決できる見通しが得られた。

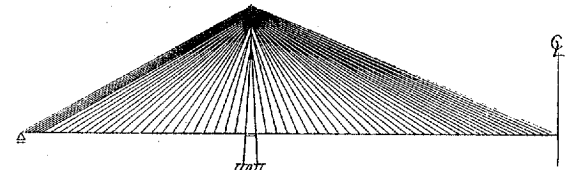


Fig. 3 Frame Analysis Model

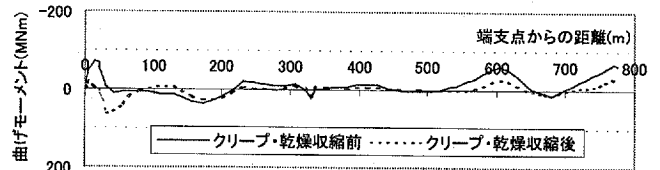


Fig. 4 Bending moment due to dead load

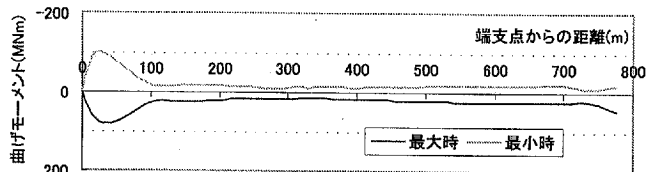


Fig. 5 Bending moment due to live load

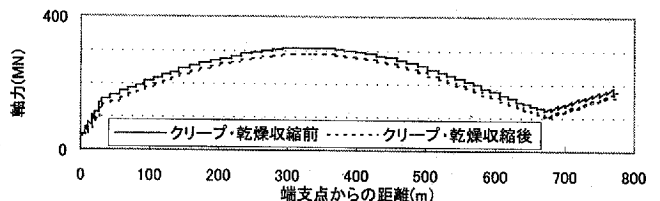


Fig. 6 Axial Force

Table 1 Reaction Forces of Bearing Point

	死荷重作用時	活荷重作用時	
		最大	最小
クリープ・乾燥収縮前	15.2MN	22.4MN	3.6MN
クリープ・乾燥収縮後	25.2MN	32.3MN	13.7MN

Table 2 Natural Periods

and Horizontal Displacements

		ダンパーなし		ダンパーあり	
		モード	固有周期	モード	固有周期
水平振動モード	橋軸	1次	12.9sec	2次	7.09sec
	橋軸直角	2次	8.51sec	1次	8.51sec
鉛直振動モード		3次	5.78sec	4次	5.78sec
水平変位 (橋軸方向)		1.35m		0.66m	

VI. まとめ

以上から, 考案したコンクリート充填鋼管合成 2 主桁を用いた長大複合斜張橋は構造的に実現可能なことが明らかとなった。現在, 充填鋼管合成桁の断面設計法, 充填鋼管主桁どうしの接合部の設計法, 充填鋼管主桁と PC 主桁接合部の設計法について, 実験的・解析的な検討を行っているところである。また, 耐震性・耐風性の詳細な検討も行っている。今後, 経済性, 施工性に対しても検討を行っていく予定である。