

2 主桁複合斜張橋の構造および特性に関する考察

(株)建設技術研究所 正会員 鈴木 泰之
九州大学 フェロー 大塚久哲
九州大学 学生員 濱田 奈世子

1. 研究目的 2主桁の斜張橋は海外では施工事例が多いが、日本国内における施工実績はない。本論文は、最近増えつつある我が国の少数主桁橋や細幅箱桁橋の構造や設計手法を2主桁の斜張橋に応用して得られる結果について、海外の施工事例と比較するとともに、床版に作用する断面力や支承条件が地震時の挙動に与える影響について考察するものである。対象橋梁は、3径間の2主桁斜張橋(橋長400m(100m+200m+100m)幅員B=11.0m)とした。

表-1 構造形式の比較

比較項目	海外における施工実績	検討対象橋梁
主桁形状	I断面	箱断面
床版	プレキャストRC床版 + 場所打ち	鋼・コンクリート 合成床版
床版支間	橋軸方向	橋軸直角方向
床組み構造	橋軸方向に4m~5m 間隔で横桁配置	主桁間に縦桁1本 横桁は10m間隔
定着部構造	桁より上で定着	箱桁内で定着
ケーブル	現場施工ケーブル	プレファブケーブル
主塔	RC製	RC製
桁高支間比	1/150~1/250	1/100

2. 2主桁複合斜張橋の構造比較 代表的な項目について、海外の2主桁斜張橋との比較を表-1に示す。

(1)主桁 ケーブル定着部や添架物が箱桁内に収まることや、耐風安定性に優れた断面を設定し易いことより、主桁は箱断面(桁高H=2.0m、フランジ幅B=1.6m、板厚はt=15~30mm程度)とした。非合成桁として算出した活荷重による最大たわみは、許容値 $a=1/400$ (たわみ/支間長)に近い値を示した。(2)床組み 床版支間は、橋軸直角方向とし、床組みは簡素化を目的として、主桁間に1本の縦桁と10m間隔の横桁から構成した。構造解析は主桁の他に縦桁もモデル化した(図-1参照、3本の梁要素のうち、両側の要素は主桁、中央の要素は縦桁を表す)。その結果、縦桁は軸力が生じ、床版の中間支点的役割も果たすことから、海外の事例に比較して規模が大きくなった(桁高1.2m)。(3)床版 海外の事例では、縦桁と横桁で区切られた枠にプレキャストコンクリートのRC床版を敷設し、隙間に後打ちコンクリートを打設することにより、床版の連続を図っている(写-1参照)。本検討では、後打ちコンクリート部のクラックに留意して連続形式とし、鋼・コンクリート合成床版または、PC床版を用いることとした。(4)ケーブル定着部 海外

の施工事例では、現場施工ケーブルを基本としているため、図-2に示す定着構造が一般的である。プレファブケーブルの施工実績が多い我が国では、引込みが可能な定着方式(主桁に定着部を沿わせる形式・箱桁内定着)となる。(5)主塔 RC製とし、橋軸直角方向地震時の耐震性に優れたH型とした。ケーブル定着は、主塔断面をコンパクトに設計するため、図-3に示す配置とした。この配置により主塔には常時ねじりが発生し、曲げモーメントやせん断力を同時に受ける部材としての照査が必要になるが、これらの作用力の組合せは、断面決定の支配的な要因とはならなかった。主塔基部の寸法は、使用鉄筋をD38-1段として計画した場合、5.0m(橋軸)×2.5m(橋直)で構成することが可能である。

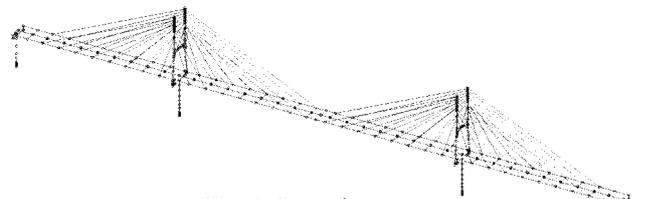


図-1 格子解析モデル



写-1 床版敷設状況

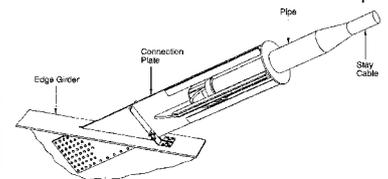


図-2 ケーブル定着部(例)

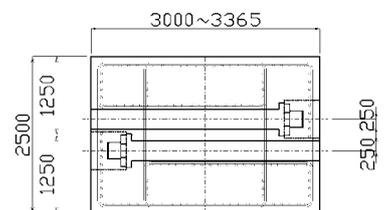


図-3 ケーブル配置

キーワード 2主桁複合斜張橋 耐震性 せん断パネル

連絡先 〒103-8430 東京都中央区日本橋浜町三丁目21番1号 (株)建設技術研究所 TEL 03-3668-4435

3. 2主桁複合斜張橋の挙動に関する考察 (1)床版・床組みに作用する軸力 床版に入る軸力分布・有効幅を知るために、せん断パネルを用いた解析を実施し、骨組みモデルによる計算結果と比較した。せん断パネルを用いた解析モデルを図-4に、主桁・床版に作用する断面力を表-2に示す。本解析は閉合後に床版を敷設するため、床版に導入される軸力は、活荷重分のみとなる。従って、せん断パネルのモデルにより、床版に作用する軸力分布が求められるが、導入される軸力は比較的小さくなる。

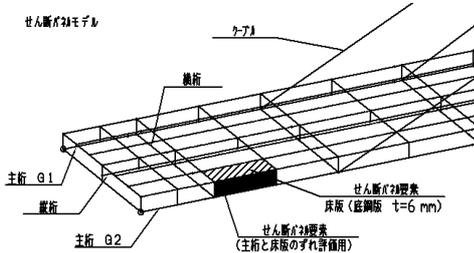


図-4 せん断パネルモデル

表-2 主桁・床版に作用する断面力（単位：kN,m）

	骨組みモデル 主桁断面力			せん断パネルモデル						
	主桁断面力		M	主桁断面力		床版断面力				
	N	M		N	M	Ni	Nj	Nave		
1径間	G1	-11406	203	G1	-10965	-450	G1	-371	-402	-386
							L1	-720	-652	-686
							L2	-750	-585	-667
	ST	-1416	643	ST	-1543	298	ST	-1006	-543	-775
							L3	-804	-640	-722
							L4	-864	-771	-818
	G2	-11476	69	G2	-11048	-554	G2	-518	-505	-512
							Σ			-4565

(2)地震時の挙動 地震力で部材断面が決定されることが多いことから、支承条件が斜張橋全体の地震時挙動に与える影響を非線形動的解析により算出した。橋軸方向の支承条件は、全支点フリー、一点固定、全分散、全免震、全分散+ダンパーの5種類とした。橋軸直角方向の支承条件は、全支点とも固定、分散、免震、分散+ダンパーの4種類とした。解析結果の一例を図-5~図-8に示す(タイプ 地震動による解析結果)。図-5は橋軸方向加震時の橋脚応答塑性率を図-6は主塔の応答塑性率を示す。免震支承やダンパーが有効に作用することが分かる。また、図-7は橋軸方向加震時に生じる上部工の曲げモーメントを示すが、一点固定モデルでは、側径間の上部構造に大きな曲げモーメントが発生している。これは、主塔の曲げがケーブルを通じて桁の上下動を引き起した結果である。桁の降伏曲げモーメントを超えている箇所があり、一点固定とする場合は、上部工の挙動に留意する必要がある。一方、免震支承を使用した場合は、上部工に発生する曲げモーメントは大きく減少している。図-8は橋軸直角方向加震時に発生する上部工水平方向の曲げモーメントの分布を示すが、橋軸方向加震時と同様、免震支承の効果を確認できた。

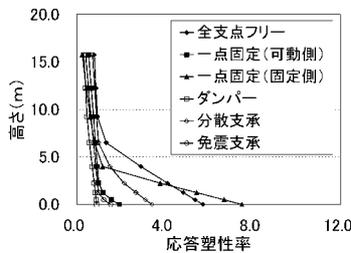


図-5 橋脚応答塑性率

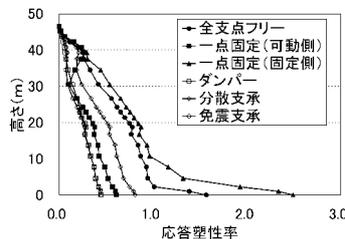


図-6 主塔応答塑性率

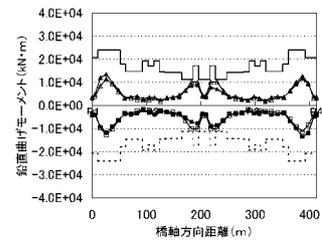
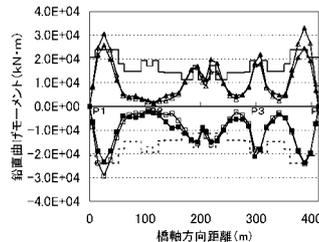


図-7 橋軸方向加震時上部工発生曲げモーメント（左：一点固定 右：免震支承）

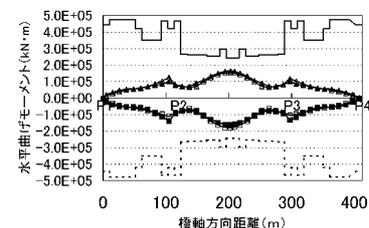
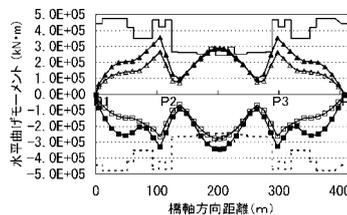


図-8 橋軸直角方向加震時上部工発生曲げモーメント（左：一点固定 右：免震支承）

4. まとめ 我が国の施工実績や基準を考慮して2主桁斜張橋の検討を行い、海外の施工事例と比較した。また、閉合後に床版を敷設した場合は、床版に導入される軸力は比較的小さいこと、耐震性向上策として、免震支承が有効であることを示した。本検討の結果、鋼重は 300kg/m² となり、従来の斜張橋の鋼重と比較すると大幅な鋼重減となった。床組み構造の改善や床版に一層軸力を分担させる等改善の余地はあるが、本形式が経済的な構造形式であることが明らかになった。 **参考文献**：大塚篤生・鈴木泰之・大塚久哲：米国で建設された2主桁複合斜張橋の国内における適用性に関する検討, 構造工学論文集 Vol.50A, pp567~574, 2004.3