コスト縮減を目指した新形式斜張橋

宮地鐵工所　正会員　中島　一浩
京都大学工学研究科　フェロー　家村　浩和
宮地鐵工所　フェロー　能登　宥愿

１．はじめに

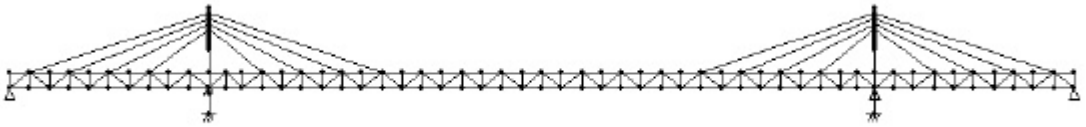
斜張橋は主桁・塔・ケーブルで構成される極めて自由度の高い橋梁形式であり、優れた力学的合理性と経済性を有している。また、支間割りの制約が比較的少なく、ケーブルを利用した合理的な架設が可能であることから、これまでに多種多様な構造形式が採用されている。谷の深い位置に橋を架設する場合、側径間に比べ中央径間の長い橋梁形式が必要となる。本研究ではこの形式について、コスト縮減を目指した合理的な新形式斜張橋の提案を目指し、その力学的な基本特性について比較検討を行った。

２．構造概要と解析モデル

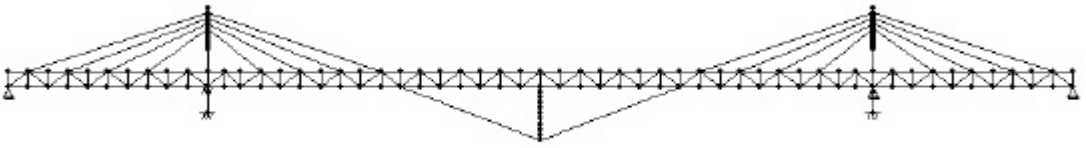
検討に用いた橋梁モデルを以下に示す。CASE-1 は支間長 75＋250＋75m、主塔高 30mの鋼斜張橋であり比較検討のための基本モデルとする。側径間が中央径間に比べて短いため、主桁は軽量なトラス構造とし、さらに中央径間を鋼床版、側径間を RC 床版とすることでカウターウェイト的に機能させる。CASE-2 は中央径間を逆吊形式のケーブルで支持し、CASE-3 は主塔を側径間側に傾斜させることによって主塔に作用する曲げモーメントの低減を図っている。

解析モデルは平面骨組モデルとし、微小変位理論による面内解析を行った。ここでは、各形式の基本特性を確認することが目的であるため、部材剛性およびケーブル断面は各構造とも同じ値を用いている。また、解析は活荷重に着目した影響線解析を行い、活荷重載荷時の部材力およびたわみを算出する。

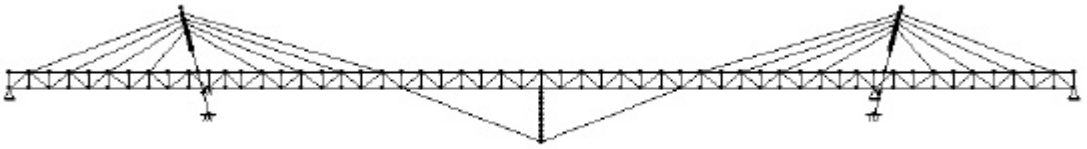
＜CASE-1＞　基本モデル



＜CASE-2＞　逆吊ケーブルモデル



＜CASE-3＞　逆吊ケーブル＋主塔傾斜モデル



キーワード：新形式橋梁・コスト縮減・斜張橋・逆吊ケーブル構造
連絡先：宮地鐵工所　千葉県市原市八幡海岸通３番地　TEL 0436-43-2114　FAX 0436-43-8182

3．検討結果

新形式斜張橋の基本特性を検討するために、活荷重たわみ、ケーブル張力、上弦材軸力、主塔基部の曲げモーメントおよび軸力について比較を行う。下表に各構造の解析結果を示す。

比較項目	着目位置	単位	CASE-1 基本モデル	CASE-2 逆吊ケーブル	CASE-2/1	CASE-3 逆吊＋傾斜	CASE-3/1
活荷重たわみ	中央径間中央	m	0.947	0.584	0.62	0.617	0.65
ケーブル張力	上段	kN	4031	3594	0.89	3966	0.98
上弦材軸力	中央径間中央	kN	-9487	-4286	0.45	-3781	0.40
主塔曲げM	基部	kN・m	54400	55312	1.02	46921	0.86
主塔軸力	基部	kN	-7756	-7220	0.93	-7555	0.97

中央径間部の活荷重たわみは、逆吊形式のケーブルを配置することによって約 40%減少した。斜張橋の活荷重たわみは、主塔高、ケーブル本数、主桁断面の増加などで制御可能であるが、逆吊ケーブル構造は主塔高、主桁断面などを大きく変更することなくたわみを減少させることができることが判る。

最上段のケーブル張力は、CASE-2 で 11%減少しており、本構造がケーブルコストの削減に寄与していることが判る。しかし、主塔を傾斜させることによってケーブル張力は増加し、基本モデルと同程度の張力が発生するため、主塔の傾斜角とケーブル張力のバランスに配慮する必要がある。

トラス上弦材の軸力は、逆吊ケーブル構造を採用することで約 50%減少し、上述の活荷重たわみの抑制とともに、谷が深く景観上から主塔を高くできない場合は有効な構造形式である。

主塔基部の曲げモーメントは、主塔が鉛直に配置されている CASE-1 および CASE-2 では差異が見られないが、主塔を側径間側へ 15°傾けた場合 14%減少した。本検討では主塔の傾斜角についての比較検討を行っていないが、主塔傾斜角によってはさらに主塔基部の断面力は減少するものと考えられる。

4．まとめと今後の検討課題

今回の解析結果によると、支間長比が大きくかつ主塔高が低い場合、側径間をカウンターウェイト的に使用することによりバランスを良くすることはできるが、さらに積極的に改善していくためには、逆吊形式のケーブルで主桁を支持することは非常に有効である。また、さらに主塔を傾斜させることにより曲げモーメントはかなり改善されることが判った。さらに今後は以下のような技術検討が必要である。

（1）逆吊ケーブル構造は、直接上弦材を吊る場合と比べて剛性が減少することが考えられ、振動の発生が予測される。また、トラス下面のケーブル施工や傾斜した主塔など施工上の検討が必要である。

（2）主桁に鋼、主塔にコンクリートを使用した複合斜張橋、側径間をコンクリート桁、中央径間を鋼桁とした複合斜張橋など、より合理的、経済的な構造検討を行うことも必要である。

（3）斜張橋の耐震性を向上させるために、主桁を主塔や橋台には固定せず、免震支承などによって弾性的に支持することにより地震力の低減を図る。また、耐風安定性および地震時の挙動を把握するために固有振動解析を行い、構造系の振動特性を考慮した詳細な検討が必要である。

参考文献

・宮地技報 No.15 1999　巻頭言・家村浩和
「深い谷を渡る長スパンアーチ橋の代替案の思いつき－新しい構造形式への挑戦に期待する－」
・鋼斜張橋－技術とその変遷－（社）土木学会　平成 2 年 9 月
・新しい鋼橋　（社）日本橋梁建設協会　平成 11 年 8 月