

I - A310

上路式自碇合成吊橋の試設計

東京鐵骨橋梁 正会員 山口勇二

東京鐵骨橋梁 正会員 入部孝夫

東京鐵骨橋梁 正会員 櫻井 孝

1. まえがき

橋梁のコストダウンを図る場合、部材を構成する材料の持つ利点をその部材力に依じて有効に活用することが要点である。一般に鋼ケーブルは引張部材としてのみ高い強度を有し、逆にコンクリートは圧縮部材として安価な材料であるが、引張強度は期待できない材料である。鋼板で構成された部材は、引張、曲げおよび圧縮部材として利用されるが、薄板で構成されているため、圧縮に対しては座屈という破壊形態があり、引張部材の疲労破壊と並ぶ鋼橋の弱点でもある。本稿で述べる上路式自碇合成吊橋は下路式タイドアーチ橋を上下逆にした構造で、引張部材となる下弦材にケーブルを、圧縮および曲げ部材となる補剛桁に鋼・コンクリート合成桁を用い、自碇式とすることで、材料の有する長所を利用し、経済性を図ったハイブリッド構造である。本稿では、はじめに上路式自碇吊橋の構造特性を調べるため、断面計算の容易な非合成の鋼補剛桁断面を用いたサグ量をパラメータとする比較設計について述べ、さらに補剛桁を合成断面とした場合の試設計の概要について述べる。

2. 上路式自碇吊橋の構造概要

上路式自碇吊橋とは、ケーブルを補剛桁の両端に固定し、鉛直材を介してケーブルが補剛桁を支持する構造で、自碇式というケーブルの水平力を軸力として補剛桁に負担させることで通常の吊橋のように大きなアンカレッジを必要としない橋梁である。構造一般図を図-1に示す。支間長は100 mとし、16.7 m置きに鉛直材を設け、ケーブルを放物線形状に配置した。鉛直材は圧縮部材とし、ケーブルとの接合部はサドルで固定する構造とした。ケーブルの端部定着は補剛桁内に定着構造を設け、内部定着構造とした。合成補剛桁については、RC床版コンクリートと鋼箱桁との合成桁とした。

3. 比較設計と構造特性

上路式自碇吊橋の構造特性を調べるため、サグ量（ f ）を5 mから15 mまで変化させて解析した。

一般に通常の吊橋ではスパン・サグ比を $1/8 \sim 1/12$ 、アーチ系橋梁ではスパン・ライズ比を $1/7 \sim 1/10$ としている。本形式では補剛桁の曲げモーメントを小さくするためには、ケーブル張力の鉛直成分を大きくする必要があり、そのためにはサグ量が大い方が有利であるが、一方、桁下空間の確保、ケーブルおよび鉛直材の重量軽減を考えると、サグを小さくする方が有利となる面もある。本検討ではスバ

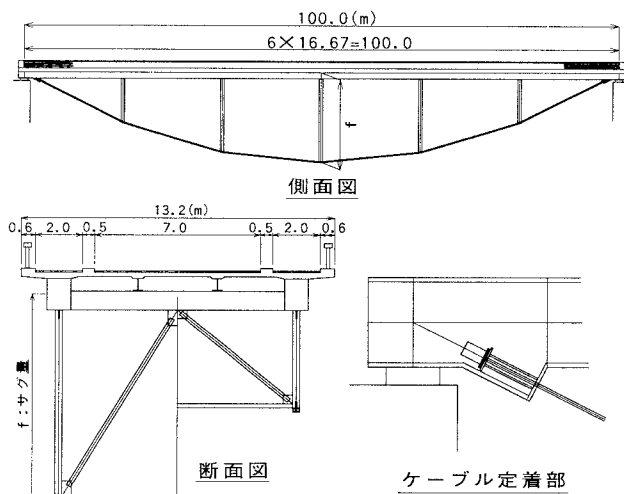


図-1 構造一般図

キーワード：上路式自碇合成吊橋、ハイブリッド構造、スパン・サグ比

連絡先：〒108-0023 東京都港区芝浦 4-18-32 TEL 03-3451-1144 FAX 03-5232-3335

ンーサグ比が $1/6.7 \sim 1/20$ について試設計した。サグ量を変化させた場合のケーブル張力を図-2に、補剛桁曲げモーメントを図-3に、活荷重たわみを図-4に示す。ケーブル張力はサグ量が7.5 m（スパンーサグ比： $1/13.3$ ）以下では急激に増加し、ケーブルの必要断面積も大きくなる。補剛桁の曲げモーメントは、サグ量が5 mでは支間中央で最大となるような単純梁の曲げモーメント性状に近く、アーチ作用が小さいことがわかる。サグ量を15 mとするとサグ量5 mに対して、支間中央で曲げモーメントがおおよそ $1/3$ まで減少しており、サグ量を大きく採る方が補剛桁に関して好ましいことがわかる。活荷重によるたわみ性状では、サグ量が15 mの場合に最大たわみが支間中央ではなく、支間 $1/3$ 点になっていることから、サグ量が15 m程度（サグ比： $1/6.7$ ）で吊橋またはアーチ系の挙動が顕著に現れ、サグ量の小さい範囲はガーダーに近い性状を示していることがわかる。また、サグ量が5 mの場合、たわみの許容値（ $L/350=0.286\text{m}$ ）に納まらず、さらに断面アップが必要となる。

各図中にサグ量が15 mで補剛桁を合成桁とした場合を合わせて描画したが、桁の剛度が大きくなることによって補剛桁の曲げモーメントは大きくなるが、活荷重たわみは小さくなる。合成桁の鋼断面は非合成より小さく、経済的になることがわかった。

4. コスト比較

支間長100 m、幅員12 mにおける橋梁形式ごとの単位橋面積当たりの概略の鋼質量比較を図-5に示す。この図より本提案の上路式自旋吊橋は、鋼質量に関して他形式よりも軽量となることがわかる。材料にケーブルという高価な材料を用いているが、本試設計ではケーブルの安全率を3.0と設定しており、PC橋のアウトケーブルに近い使用法であることを考えれば、安全率を2.0程度に下げることと可能と考えられ、APSケーブルの使用と合わせれば、さらに経済的な構造となる。

5. あとがき

本提案の上路式自旋合成吊橋は、材料の長所を有効に活用した経済性の高い構造物といえる。本構造の問題点としては、アーチ系構造と同様に架設工法が難しい面があり、今後は、経済的な架設工法の検討、振動性状の確認、構造詳細の検討などを行う必要がある。また、同様の主旨から、3径間連続下路式自旋吊橋の開発も研究中であり、機会を見て報告したい。

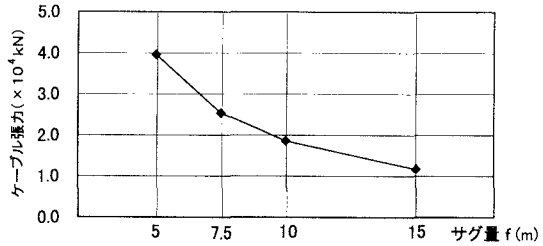


図-2 サグ量とケーブル張力

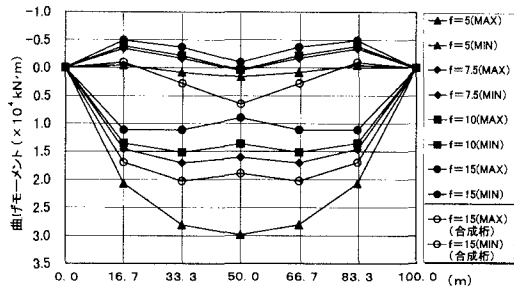


図-3 補剛桁曲げモーメント

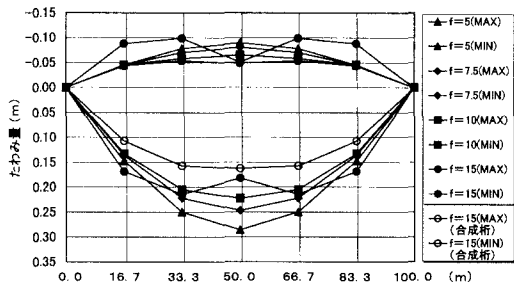


図-4 活荷重たわみ

単位橋面積当り鋼質量 (kg/m²)

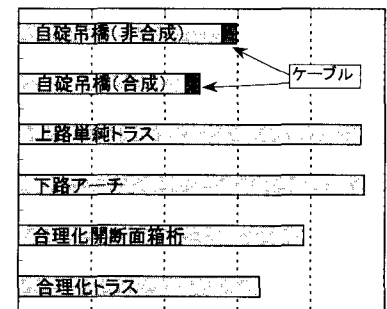


図-5 単位橋面積当たりの鋼質量比較