

I - A269 補剛桁でメインケーブルの橋軸方向変形を拘束した 吊橋（固定吊橋）の静力学特性について

川崎重工業西部橋梁技術部 正会員 江上武史
同上 正会員 大西悦郎
同上 正会員 水上義彦

1 固定吊橋について

吊橋は、一般に、偏載活荷重や鉛直方向成分の風荷重（揚力）などの鉛直荷重に対して、図-1に示すようにメインケーブルが橋軸方向へ変形し得る構造システムである。このメインケーブルの橋軸方向変位を拘束した場合、吊橋の構造特性に大きな影響を及ぼすものと予想される。ここでは、メインケーブルの橋軸方向変位を拘束した「固定吊橋」（図-2参照）について、その構造特性を定量的に検討した。

「固定吊橋」の特徴を列記すると以下の通りとなる。

- ①補剛桁は連続桁
- ②支間中央でメインケーブルと補剛桁を直結（強固なセンターステイケーブルでメインケーブルと補剛桁とを繋いでもよい）
- ③端支点の橋軸方向支持条件は温度荷重以外はアンカレッジに固定、中間支点の橋軸方向支持条件は自由

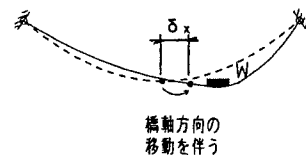


図-1 ケーブルの形状変形

すなわち、支間中央のメインケーブルの橋軸方向変位を、補剛桁を利用してアンカレッジに拘束した構造を、ここでは便宜上「固定吊橋」と称する。ただし、アンカレッジと補剛桁とを直接固定すると、温度荷重によって端支点に強大な橋軸方向反力発生が予想されるため、温度荷重に対しては、橋軸方向変位が自由となる条件を設定する必要がある。具体的には、活荷重や鉛直方向成分の風荷重（揚力など）などに比べて十分変形速度が遅い温度荷重に対しては、橋軸方向の変位拘束の無いダッシュボットを用いて固定するか、同じ力学的機能を有する制御機構などにより固定することになる。なお、橋軸方向地震荷重に関しては、補剛桁の地震力をこのダッシュボット等を介して両アンカレッジに伝達させることとなる。

2 固定吊橋の静力学特性について

「固定吊橋」の鉛直荷重に対する静力学特性を定量的に調べるために、固定吊橋の他、比較の対象として通常の連続吊橋（図-3参照）及び斜めハンガー吊橋（図-4参照）について、死荷重による形状決定の後、線形化有限変位解析法により活荷重影響線解析を行った。なお、解析条件をそろえるために、比較対象の吊橋は全て連続吊橋とし、その基本的構造パラメータ（サグ；メインケーブル、補剛桁、主塔の剛性；死荷重など）は同じ諸元を用いて解析した。図-5に、解析によって得られた鉛直たわみ及び曲げモーメントを示す。これらからわかるように、固定吊橋（A）は、鉛直たわみについては、連続吊橋（B）に比べ、最大たわみが約2.5%低減され、曲げモーメントについても、大きな曲げモーメントを生じる中間支点（塔位置）で通常の連続吊橋より約2.3%低減されることが確認された。

以上のように、吊橋は、メインケーブルの橋軸方向変位を拘束することにより、その鉛直たわみ剛性を高め、補剛桁の曲げモーメントを低減することが可能であることがわかった。斜めハンガー吊橋はメインケー

キーワード：固定吊橋、静力学特性、剛性、曲げモーメント

連絡先：〒675-01 兵庫県加古郡播磨町新島8番地 TEL0794-35-8413 FAX0794-35-0249

ブルの放物線形状の変形を、補剛桁と斜めハンガーにより拘束した構造と見方もできるが、ハンガーの疲労の問題、ハンガー本数の増加、及び補剛桁へのハンガーの定着の施工性などの課題が考えられる。一方、ここで検討した固定吊橋は、基本的には従来の鉛直ハンガーを有する吊橋において端支点の支点条件を変更するのみで、斜めハンガー吊橋と同じような補剛効果を得ることが可能な吊橋システムと考えられる。参考までにケーブルの支間中央における橋軸方向最大変位は、連続吊橋の $\delta x=570\text{mm}$ に対して、固定吊橋は $\delta x=27\text{mm}$ 、斜めハンガー吊橋は $\delta x=74\text{mm}$ となる。また、固定吊橋における補剛桁軸方向応力は $100\text{kg}/\text{cm}^2$ 程度と小さく補剛桁の設計に及ぼす影響は少ない。

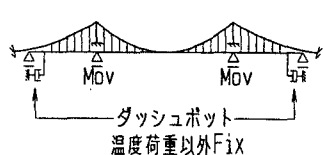


図-2 固定吊橋 (A)



図-3 連続吊橋 (B)

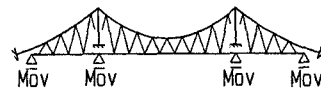


図-4 斜めハンガー吊橋 (C)

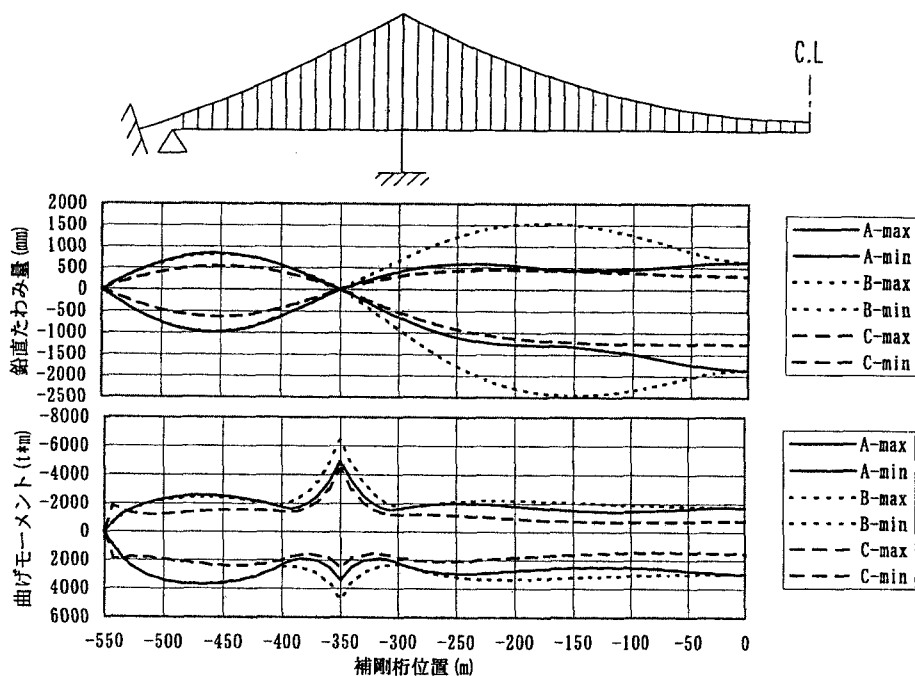


図-4 各種吊橋の鉛直たわみと曲げモーメントの比較(活荷重載荷時)

3 まとめ

「固定吊橋」について活荷重解析を行い、その静力学的特性に関して検討を行った。固定吊橋は鉛直たわみ剛性を向上させ、発生曲げモーメントを低減させられる構造であることが定量的に把握できた。

今後は、固定吊橋がもつ、以上のようなメリットを、どのような技術課題(補剛桁の経済化や耐風安定性など)に生かしていけるのかについて、また、本構造の実現化において不可欠な、固定装置(ダッシュポットまたは制御機構を有する固定装置)などについて検討を加えていく予定である。

参考文献 中山：超長大スパンにおけるローコスト吊橋構造橋梁の検討に際しての問題意識とその対処方法における2、3の発想(1)、橋梁 1993.9