

## I-338

## 横たわみ変形を考慮したトラス補剛吊橋の余剰耐荷力に関する研究

|           |    |       |
|-----------|----|-------|
| 山梨県       | 正員 | 飯野 照久 |
| 横浜国立大学工学部 | 正員 | 宮田 利雄 |
| 横浜国立大学工学部 | 正員 | 山田 均  |

**まえがき** 暴風時のトラス形式吊橋の各部材に発生する軸力を精度よく求めることは、余剰耐荷力を知り空力振動に関する安全性を検討する上で大きな意味のあることである。暴風時には吊橋は桁断面形状により差はあるものの横流れが生じ、空力振動はそれに重ねて発生することになる。この横流れは単純に水平方向のたわみのみが生じるわけではなく、水平曲げ、鉛直曲げ、振れの連成した変位となる。従って、トラス補剛桁の各部材に生じる軸力は関連する複雑な挙動により決まることになる。この軸力を求めるために現在よく行われる方法では桁に発生する曲げモーメントとせん断力を調べ、トラス桁の各部材の軸力を算定しているが、非常に簡易化した方法であるとの感は否めない。これは桁モデルの設定に大きく依存するところであり、検討の余地は大きいと考えられる。今回暴風時に発生するトラス補剛桁の軸力、さらにはその余剰耐荷力を検討するためにトラス部材それぞれに着目した3次元骨組み解析を試みた。

**解析の手順** 吊橋系の暴風時の挙動を検討するためには吊橋系を骨組みに置き換えることになり、トラス桁の各部材をも再現した桁モデルを使用できれば好都合ではあるが、計算機の容量上の理由で2ステップに分割した解析を行うこととした。第一ステップでは、風荷重下の吊橋全体系の横流れ特性を把握することを目的とし、桁のモデルとしては従来通り剛性を一本の梁に代表させる方法を踏襲することとした。次に第二ステップとして、トラス桁の各部材の発生軸力を推定するために、トラス桁をできるだけ忠実なかつ適当な長さの骨組モデルを作成し、第一ステップで得られた変位を境界変位として適当な位置に与え、桁の変形状態が再現されたもとの詳細解析を行い検討を進めることとした。第一ステップでは、最近提案されている種々の非線形梁要素は、検討する範囲が線形範囲内であるとして用いず、線形の梁要素を桁に用いた。第二ステップでは、第一ステップで線形な梁要素に桁を置き換えていることにより、トラス桁の断面形状は保持されるとき、各部材のうち主横トラスは十字の剛性の非常に大きい梁要素に置き換えた。第一ステップで得られた横たわみ変位、振れ、鉛直曲げ変位共にその梁要素の中心に与えることにより風荷重下での桁変形状態を再現させることとし、無風時無応力の状態から横流れ変位を与えることで部材に発生する軸力を調べた（図1）。

解析対象としたトラス吊橋は中央径間が2000m級の3径間吊橋である。

**結果の検討** 弦材、斜材、横構についてそれぞれ暴風時横たわみにより生じる軸力と引っ張り側で許容応力、圧縮側で座屈許容応力との関係で余剰耐荷力を検討した。風荷重により発生する軸力を求めるために通常行われる方法では、曲げモーメントにより上下弦材の軸力、せん断力により横構の発生軸力を定めるため、例えば斜材ではその桁モデルの設定により桁の横流れにより発生する軸力は無視されることになる。図2以降に解析結果を示しているが、本解析モデルによると、同じ風荷重条件で比較した場合、上下弦材では従来法と同程度の軸力が発生するが、横構では従来法より大きく、斜材では発生する軸力は無視できない大きさになる。特に斜材に関してはある部分では許容座屈軸力を上回るものも発生し、設計風速の6割程度の風速で許容座屈軸力に達するものもあることが判明した。一方、余剰耐荷力の検討対象としてバフェティングに着目すると、その許容される振動応答振幅は非常に小さいものであり、静的変形と重ね合わせた場合には許容耐荷力に至る限界風速は静的変形の場合の2割減となる場合がある（図3）。

**結論** トラス補剛吊橋の風荷重下での部材に発生する軸力を算定するために、2ステップの分割した立体骨組み解析を実施した結果、トラス桁に発生する軸力について次の知見が得られた。

1) トラス補剛桁の斜材に発生する風荷重による軸力を算定は従来法では不十分である。発生軸力の算定方法について十分に検討すべきである。

2) 本研究で解析対象とした吊橋の場合、設計風速に近い高風速時のみならず、それよりも低い風速時でも余剰耐荷力は非常に小さい。従って、高風速時に発生する空力振動応答と桁の横流れを合わせた十分な検討が必要である。

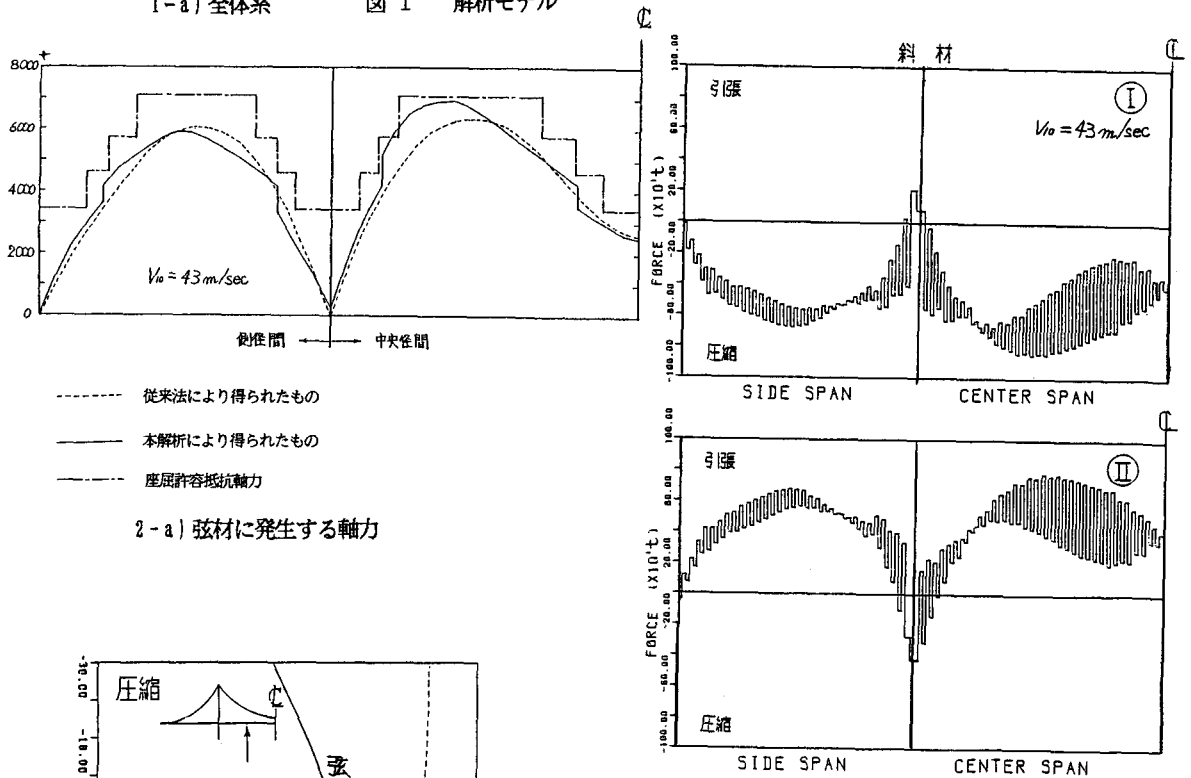
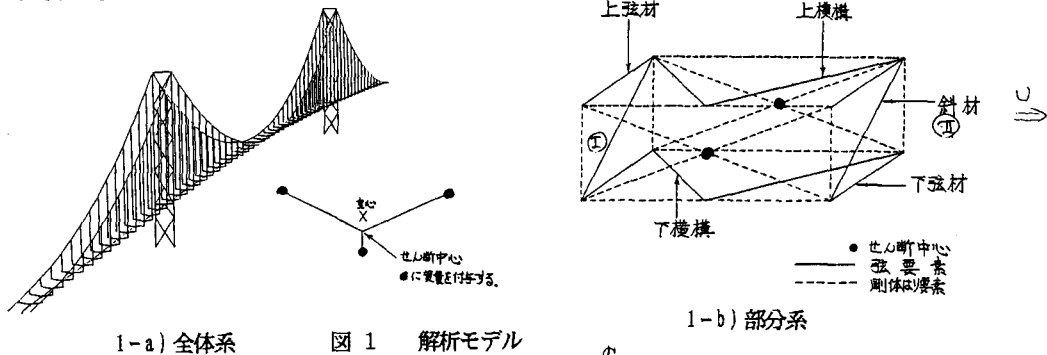


図 2  $V_{10} = 43 \text{ m/s}$  で発生する部材軸力

