

Vトラス構を応用した新形式の吊橋について

信州大学工学部 正会員 古澤孝和

○学生員 宮川義充

はじめに

Vトラス構造物を考案した目的は、引張部材を主体とした長径間構造物の軽量化とテンドンを利用した応答制御機構の導入である。上弦材の全体形状をフラットなV型とすることによりスパン中央節点の引き揚げ効果を生みだし、さらに上・下弦材の中にテンドンを配置することにより、系の変形制御と応力制御を可能ならしめた。これまでに、長大スパン橋への適用も数値解析で検討してきた。

ところが図1(a)のVトラス構造方式では引き揚げ効果が中央節点部分に強く作用する反面、他の節点に対する効果が少なく、トラスの引き揚げ効果が不均衡となる欠点に気付いた。この問題を解決するために、テンドンの緊張による引き揚げ効果を各々の節点に対して均等に働かせることを考え、上弦材の各節点を放物線上に配置した図1(b)のような放物多角形タイプを考案した。これにより、テンドンの緊張による引き揚げ効果を各節点に分配させることができ、また、たわみも理想的な形をとるようになったのである。

このように、上弦材を放物線状多角形型に配置することによって、これまでのVトラスではトラスを主体とした構造物の挙動をテンドン（ケーブル）の力によって制御していたものを、テンドン（ケーブル）を主体とする吊橋構造物をトラスでカバーするという構造形式を生み出すことができ、全く新しいタイプの吊橋が出現したとみることができる。

本研究では、このVトラスを応用した新形式の吊橋を用いて、より軽量でタワーの高さの低い長大スパン橋梁の可能性を数値解析により検討する。

単径間橋梁について

解析条件としては、トラスの両端部の上下支点は不動と考える。車道幅員6.5mとし、トラス高さ15m、支間長500m、等間隔26パネルで、補強のため中央2つのパネルは間隔を半分にして斜材をクロスに入れた。概形を図2に示す。テンドン（ケーブル）は上弦節点間の各部材の中に配置され、両端は節点に取り付けた剛なダイヤフラムにアンカーされる。テンドン（ケーブル）の断面積は任意に与えることができる。荷重条件は上部節点には自重、下部節点には自重に加えて床版荷重5.498t/mと示方書に基づく設計荷重（L20：線荷重32.5t、等分布荷重1.8t/m）を作用させる。トラスの断面積は最小断面積を与えておき、それ以上の断面積が必要な場合には全応力設計法により調整する。このような条件の下でスパン中央のトラス高2m、3m、4mの3つのタイプについてたわみや鋼重量を比較検討する。

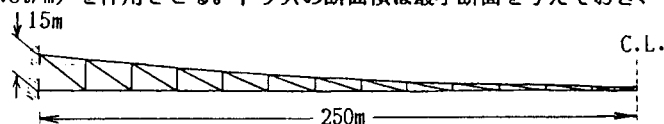


図2 単径間タイプ長大橋梁

この解析ではすべての斜材と鉛直材の最小断面積をそれぞれ200cm²、170cm²とし、下弦材の最小断面積とテンドンの断面積については最小鋼重量を探索する過程で試行錯誤的に選択させた。上弦材の断面積はテンドン（ケーブル）が中にはいるのでテンドンの直径やトラス部材の肉厚を考慮して算出した。系全体

の鋼重量を可能な限り少なく設計するのがこの解析の目標である。

解析結果を図3と表1に示す。これより、次のような考察ができる：

(1) トラス中央高さを低くすることによる大きな利点は、吊構造物全体の総重量の軽減である。図3(b)と表1ではトラス重量の変化は微小であるが、テンドン（ケーブル）重量の軽減は著しい。中央高さを低くすることによるテンドン重量の軽減化のひとつの理由としてケーブルのサグの増加が考えられる。サグを大きくするほど一定のケーブル張力による節点の引き揚げ効果が大きくなるためである。

(2) たわみは興味深い挙動を示している。図3(a)と表1において、中央高さを4mから3mとすると、鋼重量減少に伴い、たわみも全節点において理想的に減少し、中央点のたわみは約1/2に減少する。中央高さが3mと2mの系の間でも、鋼重量が減少しているためたわみは全節点において理想的に減少するものと考えた。しかし実際は、支点から途中の節点までは理想的なたわみの減少がみられた反面、スパン中央付近に近づくにつれ、たわみの増加率が増して、スパン中央付近では遂に約1.42倍に増加した。この原因と

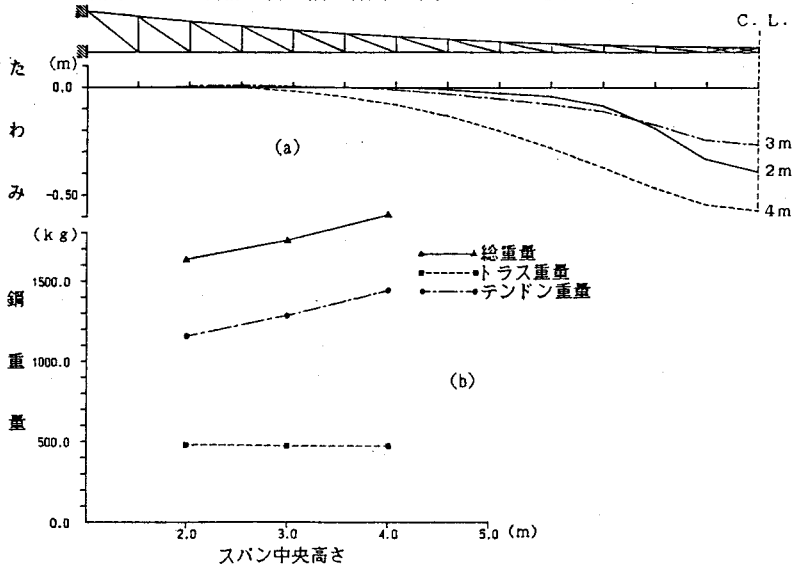


図3 中央高さの変化によるたわみ（上図(a)）と鋼重量（下図(b)）の変化

表1 解析結果

中央高 (m)	たわみ (cm)	トラス重量 (kg)	テンドン重量 (kg)	総重量 (kg)	水平反力 (t)
2.00	-39.15	477.07	1155.12	1632.20	25575.0
3.00	-27.55	468.75	1284.54	1753.29	28423.6
4.00	-57.18	471.54	1439.91	1911.15	31902.5

しては、中央付近の部材断面が小さくなりすぎて、部材の剛度が必要以上に小さくなったことが考えられる。これは今後の課題として残った。

(3) 支点の水平反力は中央高さが低くなるにしたがって小さくなる。これは主として総鋼重量に関係するものである。今後は、この水平反力に対するアンカーの問題を考えなくてはならない。

3 径間タイプについて

トラス両端の上部支点をヒンジ端、下部支点をローラー端とし、スパンとスパンの間はヒンジ支承端とする。側方スパンは等間隔で5パネル、中央スパンは等間隔16パネルで補強のため、中央2つのパネルは間隔を半分にし、斜材をクロスに入れた。概形を図4に示す。その他の条件は1スパン系と同様である。

そして3スパンについては施工上の利点を考えて、両端の2支点間隔Hを0mにすることを第一目標として検討する。

今後このVトラスを応用した吊構造物が既存の橋に対して経済的、機能的に有利であるかということも検討する必要がある。

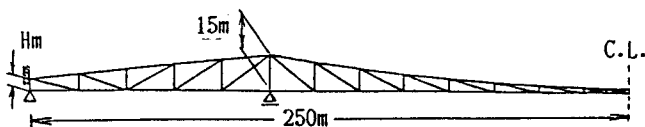


図4 3径間タイプ長大橋梁