

Vトラスを応用した高張力ケーブル橋の考案

信州大学工学部 正会員 吉澤孝和 ○学生員 小林政央

はじめに 吊橋、斜張橋等の長大橋梁はケーブルを主体とした一種の tension structure とみることができる。吊床版橋はドイツの U.Finsterwalderによって提案されたもので、図1に示すような橋脚または橋台から突き出した片持梁間の空間にPC筋を主方向に密に配置して床版を吊り下げた方式の tension structure の代表と言える橋梁である。本州四国連絡路の大鳴門橋計画に提案されたことがある。この橋は径間中央部で垂れ下がり一般の橋梁の概念とは逆の縦断形状を持つ。

本研究はこのようなケーブルのサグに起因する問題をVトラス構造の原理を応用して解決しようとするものである。図1に示すVトラスの上弦材の中に配置されているテンドンの断面積を増加するとともに、トラス高を減ずると図示のような高張力ケーブル橋となる。これは主要な荷重はテンドンで支持し、テンドンケーブルのサグをトラスで消去することを意図した橋梁である。以下数値解析によってこのような構造物の実現の可能性を検討する。

解析条件 現段階では基礎的な検討であるため

トラスの両端の上下支点は不動と考える。支間長100m、等格間10パネルの系でトラス部材の配置は図2のようなになる。テンドンは上弦材と下弦材の断面の中に配置され、その自重をトラス部材で支持される。図2のテンドンは配置を示す略図である。荷重条件は上部節点には自重、下部節点には自重に加え50tを作用させる。最初に断面積 30cm^2 のテンドンを適当に用いてトラスの高さ H をどこまで低くできるかを検討する。

表1 設計条件 A

断面積 A	
下弦材の支点に近い2本の部材	300cm^2
その他の下弦材，上弦材	200cm^2
鉛直材，斜材	基本を 100cm^2 とし最大 200cm^2 まで拡大可能
TENDON	30cm^2

この解析において、使用するテンドンおよび各テンドンに加える引張力の選択は試行錯誤的に行なった。表1の設計条件Aによる検討の結果を図3にグラフで示す。トラスの高さを減少させると系の剛度が低下するとともにトラス部材の応力度が上昇する。これをその系にテンドンを追加することで補うため、系全体の重量はトラスの高さの減少により増加していく。この計算ではトラス高を $H=15\text{m}$ から $H=6\text{m}$ まで減少させた。これにより総重量は約1.06倍、最大たわみは約1.66倍となった。ここでトラスの高さをさらに低くするために表2の設計条件Bを用いて解析した。その結果を図4に示す。高さを 3m まで下げたときの全重量は $H=15\text{m}$ の場合に対して約1.63倍、最大たわみは約4.41倍となる。最大たわみとスパン長との比は $1/222$ となる。

次にテンドンの断面積を増加させ、トラス部材の断面積を可能な限り減少させた系について検討を行う。

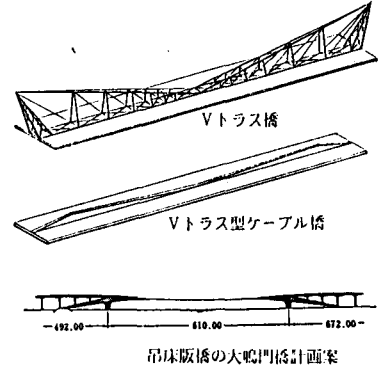


図1 引張材を主体とした橋梁の例

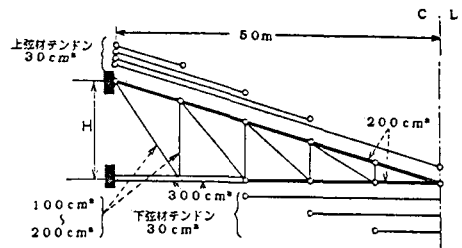
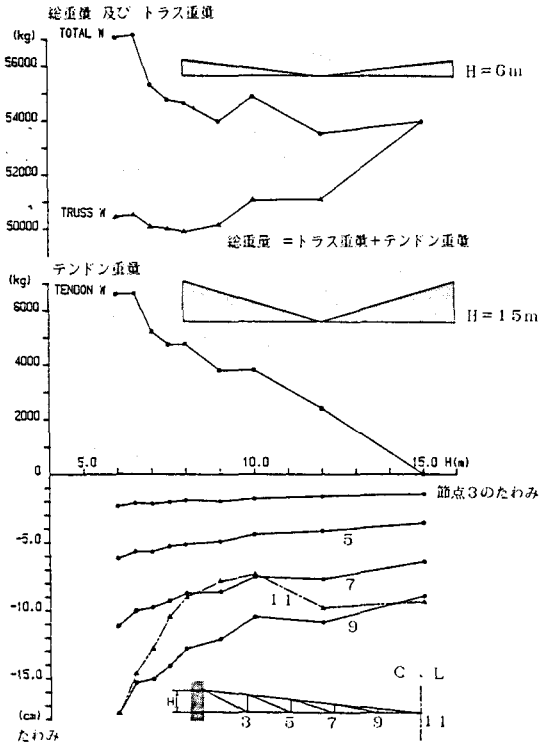


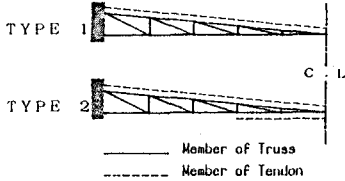
図2 設計条件Aにおける解析モデル

表2 設計条件 B

断面積 B	
トラス部材	断面積の上限値を決めず自由に変われるものとする。
TENDON	30cm^2

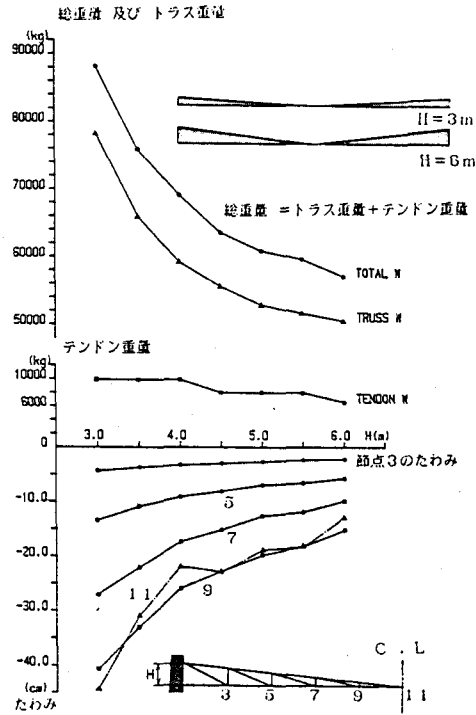
図3 設計条件Aによる解析結果($H=15\text{m} \Rightarrow 6\text{m}$)

この場合は全応力設計法を用いて検討した。トラスの高さは5mとし、図5に示すような2つの

図5 $H=5\text{m}$ のVトラス型ケーブル橋の2方式

タイプを考えた。TYPE 1は上弦材の中にスパン全体にわたる1種類の tendon を配置したもので、最も単純なVトラス型のケーブル橋である。TYPE 2はTYPE 1の tendon に加えて下弦材の中にもスパンの中央付近に tendon を配置したものである。解析は各系に対して tendon の断面積を 50, 100, 150, 200 cm^2 とした場合について、tendon に加える初期引張応力を一定とした。

図6に解析結果を示す。各グラフとも横軸は tendon の断面積である。tendon の断面積を大きくするほど総重量は増加するが、スパン中央のたわみは顕著に減少し、上向きのたわみへと逆転する。またトラスの重量も徐々に減少していくが、tendon の重量よりも大きい。TYPE 2はTYPE 1よりも有利のようである。以上の基礎的な検討から、本文で述べたような橋梁も実用化の余地があるのではないかと考える。

図6 $H=5\text{m}$ のVトラス型ケーブル橋の2方式の解析結果の比較図4 設計条件Bによる解析結果($H=6\text{m} \Rightarrow 3\text{m}$)