

【V トラス橋の目的】 V トラス橋は図1に示すような、つり構造方式のトラス橋である。この系を考案した理由は次の2点である：

- (1) 安定性と耐荷力の向上： 系の中の圧縮部材を少くし、かつその応力度を低くおさえることにより系の安定性と荷重負担能力の増大をはかる。
- (2) 変形及び部材力の制御： 上弦材と下弦材の中にテンドンを配置し、その張力調整により、種々の荷重に対する系の変形及び部材力を所期の範囲内に制御する。

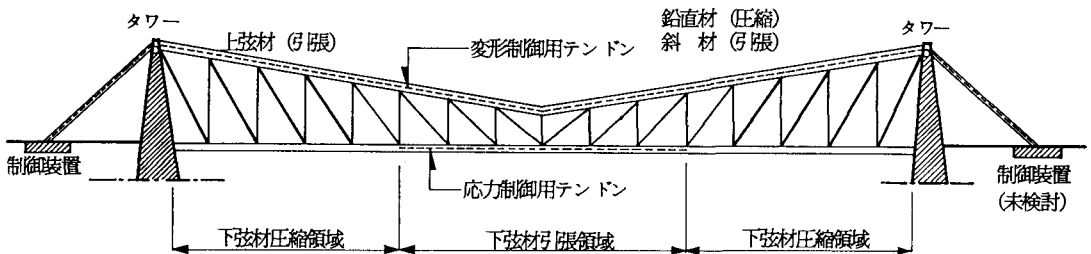


図1 V トラス橋の一例 (案)

【V トラス橋の静力学特性】

系の各節点に種々の荷重を鉛直下向きに作用させた場合について、数値解析を行い、現時点までに判明している事項を要約して以下に示す。紙面の都合上、図及び数表は割愛する。

(A) 斜材、鉛直材の配置 同一の荷重の下で系全体の变形量が最小となるのは、鉛直材を等間隔に配置し、斜材を引張材として用いた場合である（等格間ブラットトラス型）。以下の記述はこのタイプに関するものである。

(B) V字形の折れ角の度合 v の影響

ここで：
$$v = \frac{(\text{径間中央の鉛直材の高さ})}{(\text{支点のタワーの高さ})}$$

とするとき、 $v < 1$ のときがVトラス、 $v = 1$ が平行弦トラス、 $v > 1$ の場合が屋根型トラスである。

同一荷重条件（全節点満載）の下では $v = 0$ すなわち径間中央の鉛直材の高さを0とした系が、すべての節点において最小のたわみを示し、すべての上弦材に最大の引張力を生ずる。

v の値を1に近づけるにつれて、各節点のたわみは増大する反面、上弦材の引張応力は減少する。そして $v = 0.6$ まではすべての上弦材は引張を示すが

v の値がそれ以上になると径間中央の部材から支点側に向けて、上弦材の応力度は順次圧縮に転ずる。

$v = 1.2$ のフラットルーフ形の場合、各節点のたわみは最大となる。 v の値をさらに増大していくとたわみは減少し、上弦材は圧縮力の増加を示す。

$v = 2.0$ すなわち中央鉛直材の高さをタワー高の2倍とすると、系のたわみはかなり減ずるが、その値はVトラスの $v = 0.6$ の場合よりも大きい。以上の考察から次の結論がなされる：

Vトラスは、平行弦または屋根型トラスよりも資材が少く、同一荷重の作用下において変形量が最少である。 以下、Vトラスについて述べる。

(G) 鉛直材に生ずる圧縮力は、他の部材力に比べると極めて小さい。

(D) 上弦材及び斜材は、支点付近では大きな部材力を示すが、支点から離れるにつれて減少し、径間中央部付近では当該節点荷重の影響のみとなる。

(E) 下弦材は、支点付近の部材に大きな圧縮力を生ずるが、支点から離れるに従い急速に減じ、径間の中ほどに位置する部材は引張材に転ずる。

以上(C), (D), (E)から次のことが言える：

Vトラス橋は、通常の荷重条件の下では、圧縮部材に比して高応力状態の引張部材が多く発生する。圧縮部材の応力度は支点付近の2, 3の部材が大きな値を示すのみであるからこれらの座屈対策を講ずればよい。

【漸増荷重に対する応答特性】 タワー及び支点付近の圧縮部材の安定性は確保されるという条件で、荷重を漸増して系の応答を調べると、引張部材の降伏は支点側から径間中央に向けて順次進行する。これによる系のたわみの増大は、部材力調整に有利となる。すなわち上弦材全体がケーブル的な機能を発揮する。

【テンドンによる静的応答制御】

Structural Control の目的は、種々の荷重の作用下において、構造物の使用性と安全性を向上させることにある。本研究で扱うVトラスはテンドンによる制御を効果的に利用することを意図したものであり、動的応答制御の前提としてここでは静的応答制御を検討する。なお、上述の漸増荷重に対する応答問題は、テンドンによる制御機構が作動しない場合を想定して、過大荷重に対する主構の応答特性を検討したものである。

例として図2に示すようなVトラスを考える。上下支点は不動で、部材がピン結合されると仮定する。テンドンは弦材の中に配置され、0または所定の張力を発生する。テンドンには1～20の番号をつけてトラス構の外側に示した。荷重は全節点に図示のように作用する。黒矢印が平常時の設計荷重で、これによるたわみ曲線を実線で示した。白矢印が過大荷重で下弦材節点に各々100 kNを作用させる。設計荷重と過大荷重の同時作用による系のたわみは実線で示すように非常に大きくなる。なお、過大荷重はごくまれにしか起らないような荷重とみなしている。

過大荷重によるトラス構のたわみ及び部材力の増加を、テンドンに張力を発生させて制御する。各テンドンにはON OFF方式により0または800 kNの張力が発生する。

ここではテンドン張力効果の累加法による変形制御例を示す。たわみ曲線の形状を平常荷重による形状にできるだけ近づけるようにテンドンを選択する。目的関数は平常時と制御時の2つのたわみ曲線の間にはさまれる面積である。図2には最適制御曲線を太い破線で、用いたテンドンの番号を○印で示した。変形制御により、各部材の応力度もほぼ平常時の状態となし得る。但しここに示したようなテンドン配置では斜材と鉛直材の応力制御は行い得ない。

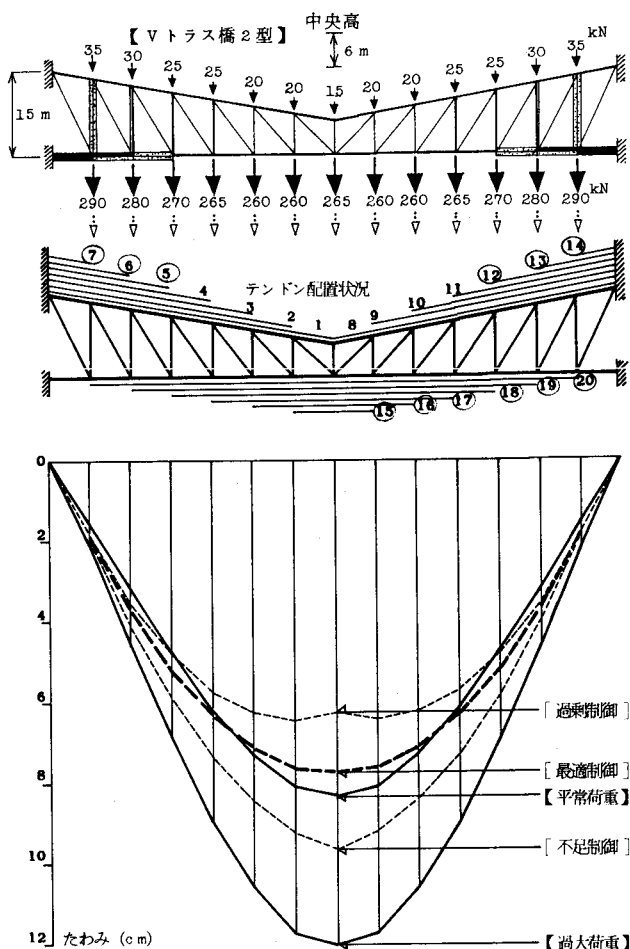


図2 Vトラス橋のテンドンによる応答制御例 (変形制御)