

豪雪地帯を対象とした長大径間屋根構造に関する基礎的研究

信州大学工学部 正会員 吉澤孝和 ○学生員 牧野有三

はじめに 豪雪地帯の積雪のような巨大な漸増荷重に耐えうる構造物としてこれまでテンドンによる制御機構を有するVトラスについて検討してきた。今回の研究の目的は、このVトラスの欠点を補いつつ巨大な漸増荷重に耐え得る構造物を検討することである。

Vトラスの特徴と解析結果 大スパンの構造物を軽量化するためにはできるだけ多くの構造部材に引張力を発生させることが必要である。Vトラス構はこの点に着目すると共に構造系の剛度保持をも考えて考案した構造物である。

従来の構造方式で巨大な積雪荷重に耐えるには膨大な構造材料を必要とし、積雪時以外では極めて不経済となる。従って積雪による荷重の増分に対しては、主構造とは別の機構によってこれを負担させること

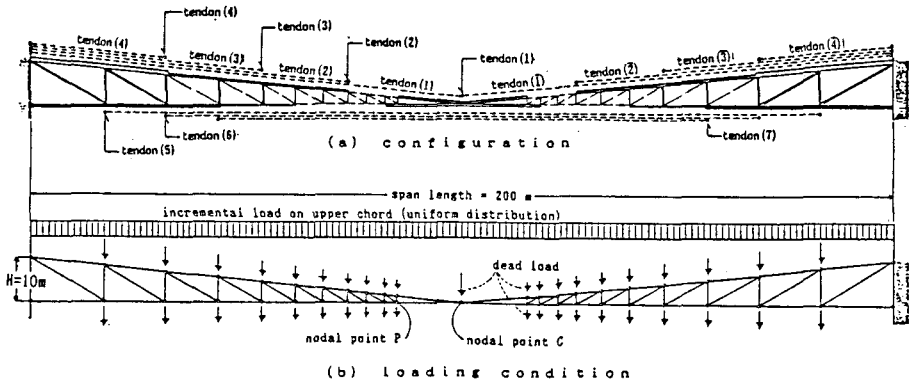


Fig.1 Straight V-Truss System Applied to A Large Roof Subjected to Incremental Load

を考えて、Vトラス構はテンドンの高張力によって主構造トラスの変形制御、応力制御を行っている。Vトラス構造を図1(a)に示す。上弦材と下弦材の中には、断面積の異なった複数のテンドンが配置されている。図1(b)に示すように、積雪による漸増荷重は長大屋根の全域に作用する等分布荷重とし、屋根材を通じて上弦材の節点に作用させる。図2(a)は、スパン中央の節点Cがテンドンの緊張による変形制御を受け、漸増する雪荷重に対して一定の変位を保ち得ることを示している。図2(b),(c)に示すように、上弦材と下弦材に配置されたテendonは荷重増加にともないステップ状に作動し、その役割を果たしている。しかし、このVトラス構造は上弦材の節点が直線状に配置されているために、上弦材の中に配置され

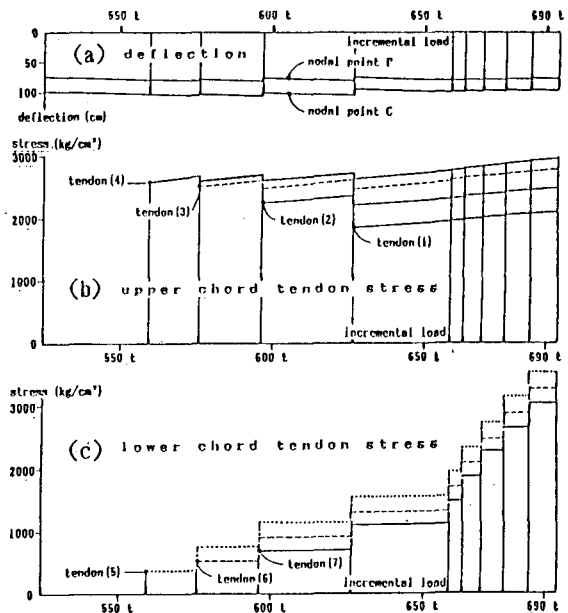


Fig.2 Structural Control Against Incremental Loading

たテンドンの張力によってスパン中央点に対する引き上げ効果が強く作用し過ぎるという傾向がある。また、複数のテンドンの段階的な作動という複雑な機構にも問題がある。

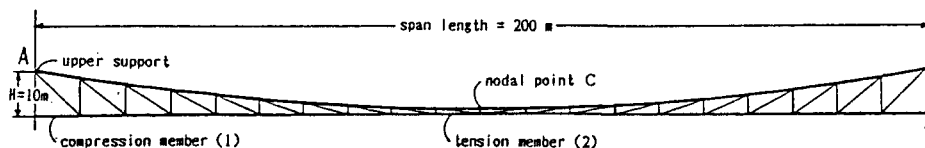


Fig.3 Parabolic V-Truss System (Improvement of the System in Fig.1)

放物線形状の Vトラスの検討

図3は、直線上のVトラスの上弦材の節点を放物線上に置き換えた形式の長大屋根構造物である。上弦材の中には、そのトラス部材と同程度の断面積を有するケーブルを配置して制御要素とする。上部支間を結ぶ一本のケーブルの引張力を制御手段としたこの構造物は、従来のVトラスの複雑な制御方法に比べ、単純で実用的である。また、従来のVトラスに生じたスパン中央点に集中する過大な引き上げ効果の問題は、上弦材の節点を放物線上に配置し、引き上げ効果を上弦材の全ての節点に分配することによって解決できる。このように、従来のVトラスの欠点を補っているこの構造物が積雪による漸増荷重に対して有効であるかどうかを検討する。高さ10m、スパン200mの長大屋根構造物を考え、漸増する雪荷重は前述のVトラス解析と同様に上弦材の節点に作用するものとする。まず自重のみが作用したときのスパン中央の節点の変位を基準値とし、漸増荷重によって増加する変位に対して限界値を設定する。

荷重を漸増させ、変位が限界値に近づくとケーブルによる制御を作動させ、基準値付近まで変位を戻す。この繰り返しによる変位制御の結果を図4に示す。また変位の制御と同時に主構造トラス部材の応力も制御されていることが分かる。以上の結果より、放物線形状のVトラスが漸増荷重を受ける長大屋根構造に有効であることが確認された。

考察 今回の解析では、変位の変動に対して許容範囲をとり、ステップ状に応答制御を行ったため、変位の増減の幅が大きくなったが、連続的な制御を行えば変位をほぼ一定に保ち得ることが期待できる。また、今回の解析は支点の変位は生じないものとして解析している。従って支承、特に上部支承の安定性は、確保されなくてはならない。しかし、図4(d)に示すように、上部支承における水平反力は、巨大である。従って今後支承の構造に関する検討が必要である。

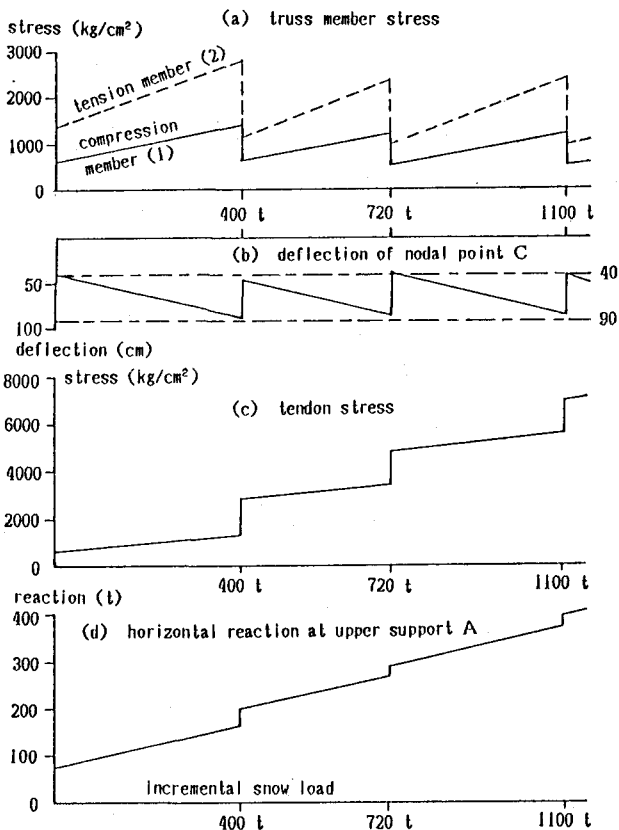


Fig.4 Effect of Structural Control (see Fig.3)