

上弦材をパラボラ型に配置し制御用ケーブルを有する単径間トラス橋

信州大学工学部 ○学生員 宮澤 圭 正会員 吉澤孝和

1. はじめに トラスの上弦材節点をパラボラ型に配置し、これにケーブルを組み込んだ構造系により系に生ずる応力と変形の調整が可能であることが、これまでの数値解析と実験によって証明されている。¹⁾²⁾

本研究では、この構造系をFig. 1(a)に示すスパン長100～200m 程度の単径間トラス橋として在来の手法に従って設計し、Fig. 1(b), (c)に示す他の形式の橋梁(トラスランガー, ワーレントラス)と比較検討した結果を報告する。

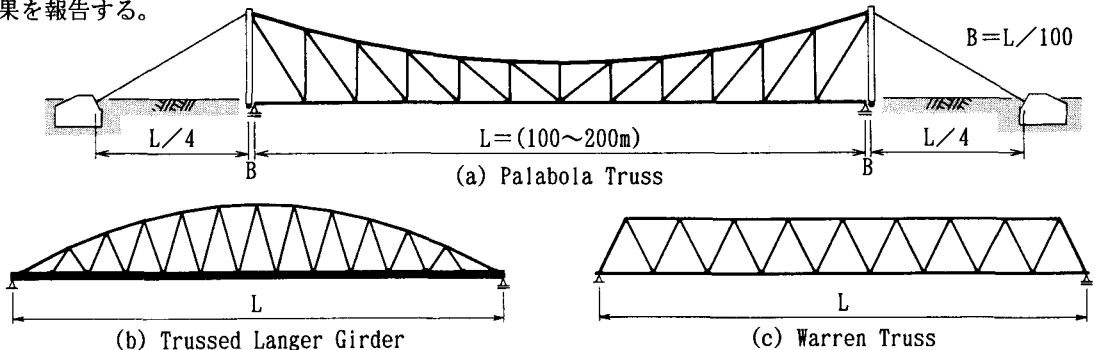


Fig. 1 : Truss Types for Examination

2. 設計条件 パラボラトラスは主要荷重をケーブルに負担させた場合、トラスにはほとんど応力が生じないという特徴を有している。よって、パラボラトラスの設計は死荷重をケーブルに負担させ、活荷重を主にトラスに負担させるという考え方で行うべきであると考えられる。この考え方を適用すると設計軸力は他の橋梁に比べて小さくなるためトラス部材の断面も在来のトラス橋よりも小さくできる。そこでパラボラトラスの部材断面の幅は上弦材にケーブルを配置することから、ケーブルの径の約2倍、そしてFig. 2 に示すように上弦材の高さは特にケーブルの径の約3倍とした。他の橋梁の断面は在来の手法によって決定している。

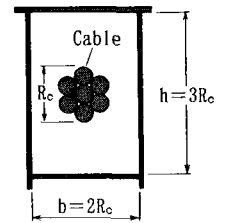


Fig. 2 : Upper Chord Cross Section

パラボラトラスのケーブルの定着は、現段階ではFig. 1(a)に示す在来の吊橋のようなバックステイとアンカーブロックによる形式とする。ただし主ケーブルとバックステイには異なった種類のケーブルを用いる。上弦材に配置する主ケーブルは格点で折り曲げられることから、フレキシブルなストランドワイヤ ($E=1.4 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$)、ステイケーブルは耐食性と弾性係数に優れたパラレルワイヤー ($E=2.0 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$) とする。許容応力度はいずれも 6400 kg/cm^2 である。

比較する各橋梁とも、車道幅員7m、主構間隔9.2mとし、死荷重は床版荷重 32.43 kg/m と鋼重(主構+床組+横構)、活荷重は $L20$ として設計する。また風や地震による横方向荷重は等分布荷重とし、在来の設計手法で取り扱っている。(風: 道路橋示方書・共通編「標準的な2主構トラスの風荷重」参照, 地震: 設計水平震度0.2 とする)

部材の鋼種はSS41, SM53, SM58を用いる。これらの最小および最大板厚は Table 1 に従うものとする。

Table 1 : Member Plate Thickness (cm)

Kind of Steel		SS41	SM53	SM58
Min.	Tension	0.9	0.9	0.9
	Compression	b/56	b/46	b/40
Max.	Tension	1.4	1.4	1.4
	Compression	b/46	b/40	—

b : Width of Member Cross Section (cm)

- 1) 吉澤・宮澤: パラボラトラス構造を応用した新形式の長大橋梁について, JSCE 中部支部講概集, 1991.
- 2) 吉澤・宮澤・清水・吉川: トラスとケーブルを組み合わせた構造的効果に関する基礎実験と考察, JSCE 中部支部講概集, 1992.

3. 設計結果と考察 Fig.1 の3種類の単径間式橋梁のスパン長を、50m から200mまで 25m刻みで増加させ、Table 2 の設計条件で比較検討を行った。また参考までに当該スパンを2分して、2径間のワーレントラスとした場合も示した。

Fig.3 に各形式のスパンと主構の鋼重量の関係を示す。トラスのみの重量で比較した場合、単径間式ではパラボラトラスが常に軽量となる。しかしケーブルとタワーの重量を含めるとパラボラトラスが最も軽量となるのはスパン長が100mを越えてからである。よってスパン長150m以上からはパラボラトラスが有利であると言える。(トラス) : (ケーブル) : (タワー)の重量比はおおよそ2 : 1 : 1となる。多少異質の比較ではあるが、2径間トラスの重量は、パラボラトラスのトラス分の鋼重量とほぼ一致する。どちらが有利であるかは架設地点の諸条件と施工法により判断されるべきものである。

Table 2 : Specification for Design

Palabola Truss	(Sag)/(Span)=1/12.5 Center Height 8m
Trussed Langer	(Rise)/(Span)=1/12.5
Warren Truss	(Height)/(Span)=1/9

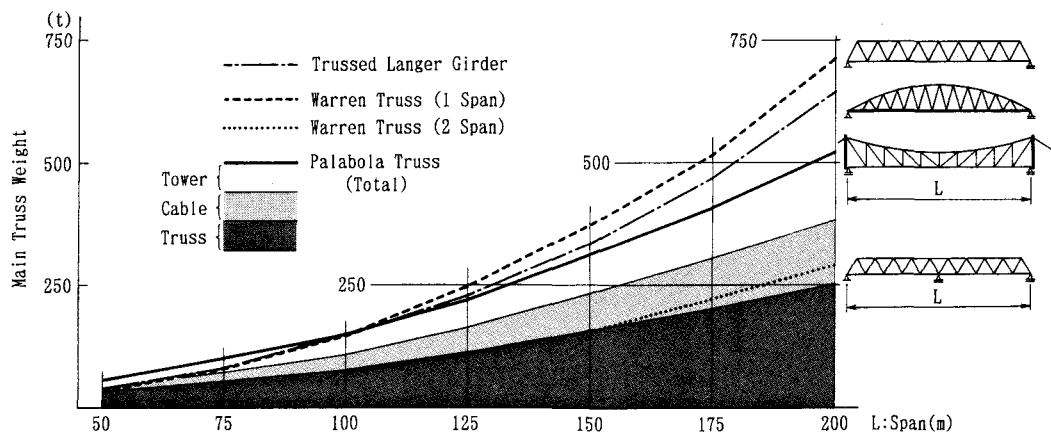


Fig.3 : Total Steel Weight of Main Truss

Table 3 に鋼材質の構成の比率を示す。他の形式ではスパン長が100m以上になるとSM53, SM58 の比率が大きくなり150m以上では50%以上となるが、パラボラトラスでは150m以上でもSS41の比率は85%以上である。

Table 3 : Weight Ratio of Three Kinds of Steel Used in Each Truss

Span	50m				100m				150m				200m			
	P.T.	T.L.	W.1.	W.2.	P.T.	T.L.	W.1.	W.2.	P.T.	T.L.	W.1.	W.2.	P.T.	T.L.	W.1.	W.2.
SS41	100	32	89	—	100	47	63	90	97	47	42	70	89	47	33	70
SM53	0	0	0	—	0	19	6	10	3	19	14	24	11	0	9	9
SM58	0	68	11	—	0	34	31	0	0	34	44	6	0	53	58	21

P.T. : Palabola Truss T.L. : Trussed Langer W.1. : Warren Truss(1 Span) W.2. : Warren Truss(2 Span)

Table 4 は Fig.1 の3形式でスパン長150mの系の最大のたわみと、(最大たわみ: D_{max}) / (主構の鋼重量: W) を示す。パラボラトラスは他の2形式に比べてたわみが大きい。また、 $(D_{max}) / (W)$ も大きくなる。このことからパラボラトラス方式に対して剛度の低さが指摘される。しかしここで得られたたわみは示方書の示す許容値($D_{max}/L=1/600$)よりも小さい。

3. おわりに パラボラトラスを在来の手法に従い設計をしてみた。トラスは軽量となるものの、ケーブルとタワーが予想以上に重くなることがわかった。しかしスパン長150m以上では有利なタイプと言えよう。

また、パラボラトラスは活荷重のみによる設計では、横方向の荷重に対して弱く、他の形式に比べて短いスパンのうちから活荷重と風または地震荷重の合成応力によって設計しなければならなかった。実際の設計では十分な動的解析が必要であると考えている。

Table 4 : Maximum Deflection (L=150m)

	Max. Defl. (cm)	Max. Defl. Weight(t)
Palabola Truss	14.18	4.56×10^{-2}
Trussed Langer	5.41	1.62×10^{-2}
Warren Truss	7.11	1.91×10^{-2}