

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

信州大学工学部 正会員 吉澤孝和 ○学生員 宮澤圭

はじめに パラボラ型に配置したトラス上弦材の中にテンドンを組み込み、テンドンの緊張による引き上げ効果を各節点に発生させる。本研究はこの作用を長大橋梁の軽量化に利用することの可能性を数値解析により検討するものである。

単径間橋梁について 単径間タイプの概形を図1に示す。この単径間タイプについて次の各場合における、系のたわみ、鋼重量、支点反力を比較検討する。

- ①サグ比を1/16.7に固定して、スパン中央のトラス高 h を5m, 10m, 15m, 20mと変化させたとき
 ②中央高を $h=10$ mに固定して、支点部のトラス高 H を30m(サグ比1/25), 40m(1/14.3), 50m(1/12.5), 60m(1/10)と変化させたとき

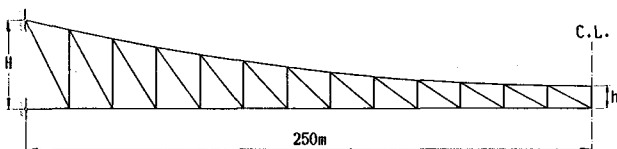


図1 単径間タイプ

トラスの上下両端部は不動の支点到ピン結合する。テンドンは上弦節点間の各部材の中に配置して、両端は上部支点到締着する。スパン長500m、等格間26パネル、車道幅員6.5mとする。荷重条件は全節点に自重、下部節点には床版荷重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。トラス部材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ときには全応力設計法により調整する。

①では、 h の増加につれてたわみは減少する。たわみ曲線の形状は、 h の増加につれ支間長の1/4及び3/4点近くに弾性支承を持つ三径間連続梁のたわみ曲線に似たものから順次放物線形状に近づいていく。(図2)

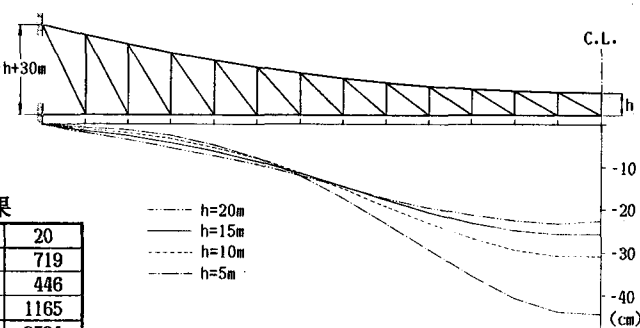


図2 h を変化させた場合のたわみ曲線

表1 h を変化させた場合の解析結果

中央高 h (m)	5	10	15	20
トラス重量 (t)	566	632	679	719
テンドン重量 (t)	438	446	446	446
総鋼重量 (t)	1004	1078	1125	1165
上支点水平反力 (t)	9610	9599	9555	9534
中央たわみ (cm)	-44.3	-30.9	-25.5	-22.7

②では、 H の増加につれてたわみは減少する。たわみ曲線は各系で支間長の1/4及び3/4点に弾性支承を持つ三径間連続梁のたわみ曲線に似たものとなる。(図3)

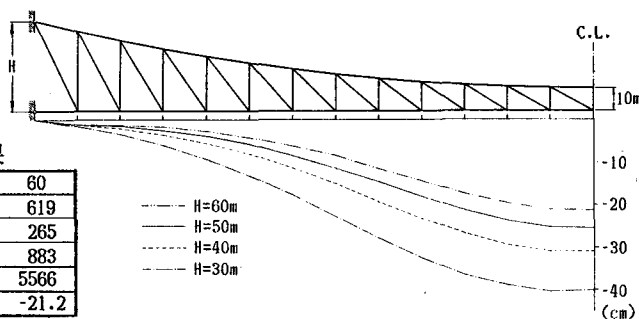


図3 H を変化させた場合のたわみ曲線

表2 H を変化させた場合の解析結果

支点高 H (m)	30	40	50	60
トラス重量 (t)	648	632	619	619
テンドン重量 (t)	699	446	330	265
総鋼重量 (t)	1347	1078	949	883
上支点水平反力 (t)	15047	9599	7037	5566
中央たわみ (cm)	-39.9	-30.9	-25.3	-21.2

表1, 2から、軽量で水平反力を低くするためには、中央高を低く支点高を高くすればよいこと、たわみを小さく水平反力を低くするためには、中央高、支点高共に高くすればよいことが分かる。また、構造系を低くするという目的のためには、上部支点の大きな水平反力に対処できるアンカーが必要となる。

自旋式三径間橋梁について 自旋式三径間タイプは、1支点のみ固定端とし、他の3支点はローラー端として、水平反力をゼロにすることを目的としたものである。たわみ曲線形状、鋼重量、支点反力を検討の結果、図4に示すような部材の配置が好ましいという結論に達した。この系では、橋脚部の鉛直材は大きな圧縮力を示し、吊橋や斜張橋におけるタワーと類似な役割を果たしている。また、この構造系では、橋台部の支点反力は負(下向き)となり、橋脚部支点反力は正(上向き)となる。

この三径間タイプについて、次の各場合について系のたわみ、鋼重量、支点反力について比較検討する。橋長500m、側径間長100m(等格間5パネル)、中央径間長300m(等格間16パネル)とし、荷重条件等は単径間タイプに従う。

①中央径間のサグ比を1/12に固定して、中央径間の中央のトラス高 h を5m, 10m, 15m, 20mと変化させたとき

②中央高を $h=5$ mに固定して、タワー高 H を25m(サグ比1/15), 30m(1/12), 35m(1/10), 45m(1/7.5)と変化させたとき

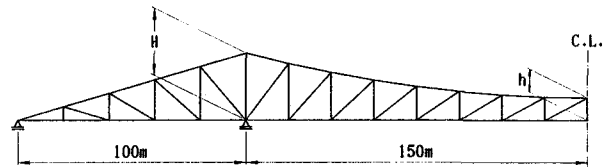


図4 自旋式三径間タイプ

①では、 h を増加すると、側径間のたわみは増加する。これに対し中央径間のたわみは減少する。中央径間のたわみ曲線の形状は、単径間タイプに似ている。また表3から、所要鋼重量は、トラス重量が $h=10$ mのとき最小となり、テンドン重量は $h=15$ mのとき最小となる。総鋼重量は $h=10$ mのとき最小となる。一方支点反力は、橋脚、橋台部とも $h=5$ mが最大、 $h=20$ mが最小となる。これは、単径間タイプにおける傾向と異なる。

②では、 H を増加すると、側径間のたわみは増加し、中央径間のたわみは減少する。しかし中央径間のたわみの減少量は中央高を変化させた場合に比べて小さい。また表4から、所要鋼重量、支点反力とも H の増加につれ減少する。

表3 h を変化させた場合の解析結果

中央高 h (m)	5	10	15	20
トラス重量 (t)	1801	1741	1806	1973
テンドン重量 (t)	225	194	183	193
総鋼重量 (t)	2026	1935	1989	2166
支点 橋台部 (t)	-729	-749	-812	-948
反力 橋脚部 (t)	3582	3558	3647	3871
中央たわみ (cm)	-36.6	-31.3	-28.8	-27.0

表4 H を変化させた場合の解析結果

タワー高 H (m)	25	30	35	45
トラス重量 (t)	2089	1803	1638	1483
テンドン重量 (t)	287	225	187	142
総鋼重量 (t)	2376	2028	1825	1624
支点 橋台部 (t)	-783	-729	-695	-654
反力 橋脚部 (t)	3811	3684	3448	3307
中央たわみ (cm)	-37.5	-36.4	-34.5	-34.0

三径間タイプでもトラス高を高くするほど、たわみ、総重量とも減少する傾向がある。ここで図5に示すように橋長を860m(180m+500m+180m)とし、下弦材の配置を若干アーチ状とし、斜材の傾角が一定となるように格間長を与え、中央径間の中央の10パネルの斜材をクロスに入れ、またこのパネルにはテンドンを入れない構造系を考えてみた。

数値解析の結果、たわみ曲線はテンドンの末端の節点に弾性支承を持つようなたわみ曲線となり、表5に示すように全上弦材にテンドンを入れたものと比較して中央でのたわみ、鋼重量、支点反力とも減少している。また、下弦材をアーチ状にすることでたわみ、支点反力が減少するということが数値解析によって判明した。

表5 解析結果

中央部のテンドン	有	無
トラス重量 (t)	5137	4927
テンドン重量 (t)	649	595
総鋼重量 (t)	5786	5522
支点 橋台部 (t)	-1091	-879
反力 橋脚部 (t)	7138	6795
中央たわみ (cm)	-79.2	-59.7

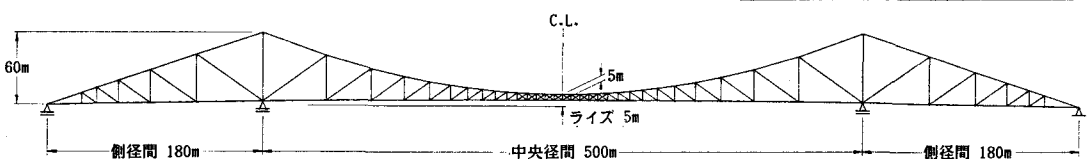


図5 橋長860mの自旋式三径間タイプ