

鋼単純ケーブルトラス橋の基本構造について

日本道路公団 正会員 湯川 保之
同 上 正会員 ○花田 克彦

1. はじめに

徳島自動車道において計画されている竹花第三橋（橋長 $L=74\text{m}$ ）及びかっさこ谷川橋（橋長 $L=89\text{m}$ 、写真-1）は、急峻なV字谷に架橋される予定であり、国内道路橋としては初めてケーブルトラス形式を採用している。

ケーブルトラス形式は、支間中央付近に配置した支柱材位置に仮想弾性支点を設けることで鋼桁に作用する断面力を低減させ、鋼重の軽減、桁高の低減、活荷重たわみの改善等が可能となる。

本文は、国内初の本形式の設計を行った結果のうち、特に基本構造（支柱本数、ケーブル角度、支柱形状）及びプレストレス導入量についての検討結果を報告するものである。

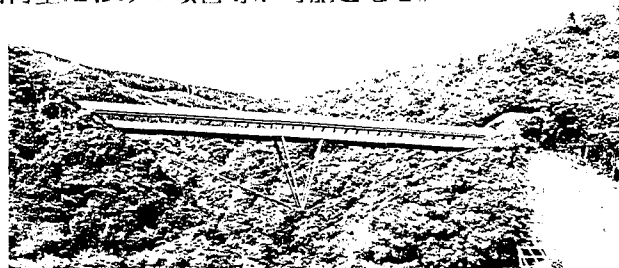
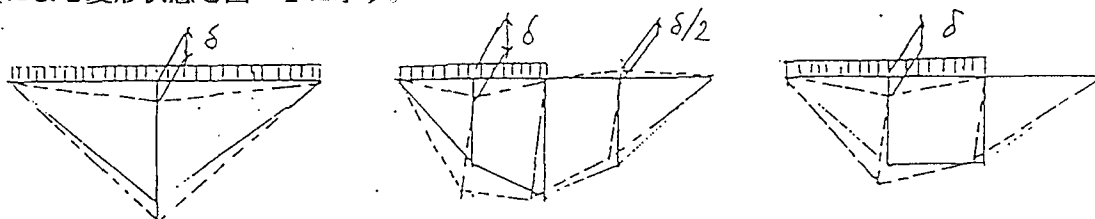


写真-1 かっさこ谷川橋フォトモンタージュ

2. 支柱本数について

ケーブルトラス形式は、支柱位置に仮想弾性支点を設ける構造であることから支柱の本数により支点数が異なることになる。よって、支柱本数1本の場合、2本の場合及び3本の場合について活荷重たわみをもとにそれらの有為性の検討を行った。

偏載荷重による変形状態を図-1に示す。



(a) 1本支柱

(b) 3本支柱

(c) 2本支柱

図-1 偏載荷重と変形状態

支点位置において、支間長 $L=100\text{m}$ 、ケーブル角度 $\theta=20^\circ$ として活荷重たわみ量を計算すると1本支柱では 142mm （ $1/704$ ）、2本支柱では 270mm （ $1/370$ ）、3本支柱では 361mm （ $1/277$ ）となり、2、3本支柱では道路橋示方書（ $1/500$ ）の基準を超えてしまう。また、活荷重たわみを改善するためには、ケーブル又は主桁断面の大幅なアップが必要となり不経済となる。以上より今回は1本支柱を採用した。

3. ケーブルの角度について

ケーブルトラス橋では、その支柱高さによりケーブル角度が変化し、その角度によりプレストレス導入量等に影響があるため経済性と施工性の観点から最適ケーブル角度の検討を行った。支間長 100m 程度の鈑桁橋及び箱桁橋において、ケーブル角度を $10^\circ \sim 40^\circ$ に変化させた時の概算工費を表-1及び表-2に示す。

表-1 ケーブル角度比較表（鈑桁）

角 度	各部鋼重 (ton)			工費比率
	桁	ケーブル	支 柱	
10°	335	37	7	1.396
15°	296	25	10	1.180
20°	276	19	14	1.080
25°	264	16	19	1.028
30°	255	14	26	1.003
35°	249	13	33	1.000
40°	245	13	44	1.012

表-2 ケーブル角度比較表（箱桁）

角 度	各部鋼重 (ton)			工費比率
	桁	ケーブル	支 柱	
10°	393	38	7	1.364
15°	351	26	11	1.168
20°	330	20	15	1.077
25°	317	17	20	1.029
30°	308	15	26	1.005
35°	301	14	34	1.000
40°	296	13	45	1.011

その結果、工費の面ではケーブル角度 35° が最小となるが、ケーブル角度が 20° 以上になると角度による有為性はとくにない。一方、施工性の面を考えると支柱高さが低い方が施工性はよい。以上より、今回は経済的な有為性の少ない $20^\circ \sim 40^\circ$ のなかで支柱高さが最も低い 20° を採用した。

3. 支柱形状について

ケーブルトラス橋では、支柱形状について1点支持、2点支持（橋軸直角方向V字）、4点支持（橋軸及び軸直角方向V字）等が考えられる。施工性では1点支持、安定感では4点支持が有為性を持つと考えられるが経済性の観点から最適支柱形状の検討を行った。検討結果を表-3に示す。

表-3 支柱形状比較表（箱桁）

支柱	橋軸方向	直角方向	工費比率
1本	——	——	1.0002
2本	——	箱幅	1.0007
4本	$L \times 0.05$	箱幅	1.0005
4本	$L \times 0.10$	箱幅	1.0000
4本	$L \times 0.15$	箱幅	1.0010
4本	$L \times 0.20$	箱幅	1.0024

その結果、特に支柱形状について経済的な有為性はない。そう考えると、施工性より1点支持に有為性があるが1点支持では支点上の曲げモーメントが大きくなり床版に悪影響を及ぼすこともかんがえられるため、安定感のある1点支持を採用し、橋軸方向間隔は $0.1L$ とした。

4. プレストレスの導入量について

ケーブルトラス形式において、仮想弾性支点到働く力はケーブルに与えるプレストレス力の大小によって決り、主桁に働く断面力に大きな影響を与える。主桁断面は主桁に働く断面力により大きく変化するため、どのようなプレストレス力を与えると経済的になるかの検討を行った。今回架橋される竹花第三橋は非合成鉄桁形式、かつさこ谷川橋は非合成箱桁形式であることからこの2つの形式についての検討結果を表-4及び表-5に示す。

表-4 導入プレストレス力比較表（鉄桁）

導入プレストレス力	100tf	200tf	300tf
工費比率	1.0000	1.0000	1.0020
M_{max}	858tfm	726tfm	580tfm
M_{min}	-167tfm	-524tfm	-761tfm
M_{min}/M_{max}	0.194	0.722	1.312
最大フランジ幅	680mm	600mm	660mm
最小フランジ幅	510mm	530mm	540mm

表-5 導入プレストレス力比較表（箱桁）

導入プレストレス力	0tf	50tf	100tf
工費比率	1.194	1.0000	1.0002
M_{max}	4,815tfm	3,651tfm	3,274tfm
M_{min}	2,023tfm	-795tfm	-1,597tfm
M_{min}/M_{max}	0.420	0.218	0.488

その結果、鉄桁形式においては、特にプレストレス量による有為性は見られない。一方、箱桁形式においては、仮想支点上に大きな負の曲げモーメントが生じない程度（ $M_{min}/M_{max} = 0.2$ 程度）の導入力が経済的になると思われる。

そこで、鉄桁形式の竹花第三橋については、経済性ではなく今後の合理化桁への変更等を勘案しフランジ幅の差が少ない初期導入プレストレス力200tを、箱桁形式のかつさこ谷川橋については経済性を勘案し50tを採用した。

図-2及び図-3にプレストレス力を導入した際のモーメント図を示す。

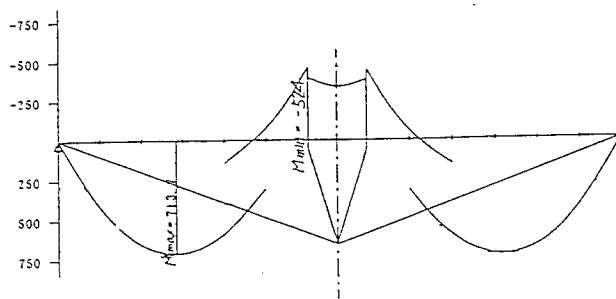


図-2 竹花第三橋モーメント図

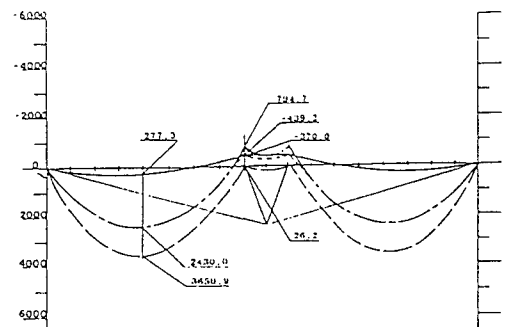


図-3 かつさこ谷川橋モーメント図

5. おわりに

今回、国内道路橋としては初めて採用された単純ケーブルトラス橋の基本構造（支柱本数、ケーブル角度等）についての検討結果を示した。

本形式は、仮設橋や単純トラスが採用されるような支間長において有為性があると思われる。今後、そのように支間長の橋梁に本形式が採用される際の一助になれば幸いである。