

徳島大学工学部

正員 星 治 雄

阿南工業高等専門学校

正員 横 田 健 一

はしがき

斜張橋の静力学的性状については、すでに多くの研究がなされ、その構造特性が明らかにされている。しかしながら、主桁、および、塔の軸力を考慮した解析は、その影響が小さいとして、あまりなされていないようである。

そこで、本研究では、尾道大橋の断面諸元を用いて、ケーブルの配置、および、塔基部の支持条件の組合わせによる、4つの場合(表-1)について、軸力を考慮した場合、どの程度の影響があるかとケーブルの張力、および、主桁の変形などについて検討したものである。

表-1

	ケーブルの配置	塔基部の支持条件
case 1	Radial-Type	ヒンジ支持
case 2	"	固定支持
case 3	Harp-Type	ヒンジ支持
case 4	"	固定支持

なお、解析上の仮定は、主桁、および、塔の伸縮を考慮することのほかに、すべて参考文献(1)と同様であるので、こゝでは省略する。

また、ケーブルは、塔上で固定支持されているものとする。

1. 解析方法

斜張橋に対する計算法は、た力法、Karr 法、還元法など、すでに数多く発表されており、た力法については、参考文献(1)に基づき、軸力を考慮した場合についての式を誘導したが、本研究では、数値計算を行なった電子計算機の容量の関係、ケーブルと塔柱との取付けにおいて、特殊な条件としないという点から、解析方法として変形法を採用した。部材ごとに対する変形法の基本式を示すとつぎのようである。

ただし

$$P_{xij} = a_{ij}(\delta x_i - \delta x_j) + b_{ij}(\delta y_i - \delta y_j) + C_{ij}(\theta_i + \theta_j)$$

$$P_{yij} = b_{ij}(\delta x_i - \delta x_j) + \bar{a}_{ij}(\delta y_i - \delta y_j) + \bar{C}_{ij}(\theta_i + \theta_j)$$

$$M_{ij} = C_{ij}(\delta x_i - \delta x_j) + \bar{C}_{ij}(\delta y_i - \delta y_j) + d_{ij}\theta_i + \bar{d}_{ij}\theta_j$$

$$a_{ij} = \frac{EF}{L} \cos^2 \varphi + \frac{12EI}{L^3} \sin^2 \varphi$$

$$\bar{a}_{ij} = \frac{EF}{L} \sin^2 \varphi + \frac{12EI}{L^3} \cos^2 \varphi$$

$$b_{ij} = \left(\frac{EF}{L} - \frac{12EI}{L^3} \right) \sin \varphi \cos \varphi$$

$$C_{ij} = -\frac{6EI}{L^2} \sin \varphi, \quad \bar{C}_{ij} = \frac{6EI}{L^2} \cos \varphi$$

$$d_{ij} = \frac{4EI}{L}, \quad \bar{d}_{ij} = \frac{2EI}{L}$$

2. 数値解析

2-1. 斜張橋の形式および断面諸元

本研究で対象とした斜張橋の形式、および、断面諸元は、それぞれ、図-2(a)(b)表-2の通りである。なお塔基部を固定支持とした case 2, case 3 は図-2(a)(b)

表-2 断面諸元

	主桁	塔	ケーブル 1	ケーブル 2	ケーブル 3	ケーブル 4
断面面積 (cm ²)	0.14796	0.08826	0.01358	0.00832	0.00896	0.01224
断面二次モーメント (cm ⁴)	0.202406	0.019730	0	0	0	0
弾性係数 (kg/cm ²)	2.1 × 10 ⁷	2.1 × 10 ⁷	1.6 × 10 ⁷	1.6 × 10 ⁷	1.6 × 10 ⁷	1.6 × 10 ⁷

(b) 主桁のたわみ (等又ケーブルの取付点)

表-7 case 1 のたわみの影響係数

位置	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23
I	1	0.17219	0	-0.45791	-0.54116	-0.21727	-0.5746	0	0.015116	0
II	0	0.11760	1	0.45791	-0.54116	-0.21727	-0.015116	0	0.015116	1

表-8 case 2 のたわみの影響係数

位置	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23
I	1	0.17219	0	-0.45791	-0.54116	-0.21727	-0.015116	0	0.015116	0
II	0	0.11760	1	0.45791	-0.54116	-0.21727	-0.015116	0	0.015116	0

表-9 case 3 のたわみの影響係数

位置	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25
I	1	1.57246	0	-1.11122	-0.76116	-0.19296	-0.11489	0	-0.015116	0
II	0	0.06771	1	0.11796	-0.76116	-0.19296	-0.11489	0	0.015116	0

表-10 case 4 のたわみの影響係数

位置	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25
I	1	1.75517	0	-1.64272	-0.17116	-0.11238	-0.01792	0	-0.015116	0
II	0	1.74952	1	1.64272	-0.17116	-0.11238	-0.01792	0	0.015116	0

むすい

本研究は 斜張橋の解析において 従来無視されている主桁、および、塔の軸力が どの程度の影響をおよぼすかと 形式として単純な case 1、case 4 のそれぞれケーブルの張力、主桁のたわみに 対して検討したところから表-7~表-10 よりわかるようにその影響は少なく、ケーブルの張力、主桁のたわみに、一部との違いはさうないである。

なお このほか 同一円すいによる 塔の軸力、塔の曲げモーメント、塔の水平変位、主桁の曲げモーメントについても研究を行ったが その詳細については講演当日発表する。

参考文献

- 1) 前田 林 任意形状の斜張橋の解析 土木学会論文集 第16号 昭和22年12月
- 2) 長谷川 政岡 各種構造形式の斜張橋の曲げモーメント、たわみに関する研究 土木学会誌 vol.53 No.9 昭和43年9月
- 3) 長谷川 政岡 還元法による斜張橋の解析 土木学会誌 53-5 昭和43年5月
- 4) 前田 林 3径間連続橋を基本系とする斜張橋の形式による静力学的構造特性に関する研究 土木学会論文集 第175号
- 5) 田村 尾道大橋の設計について
- 6) 山本 関田 八吾 斜張橋の構造解析 三菱造船研究所研究報告
- 7) 山本 八吾 斜張橋の設計算法
- 8) 岡村 Kan の方法による斜張橋の解法 土木技術 第14巻 第12号

に準ずるものとする。

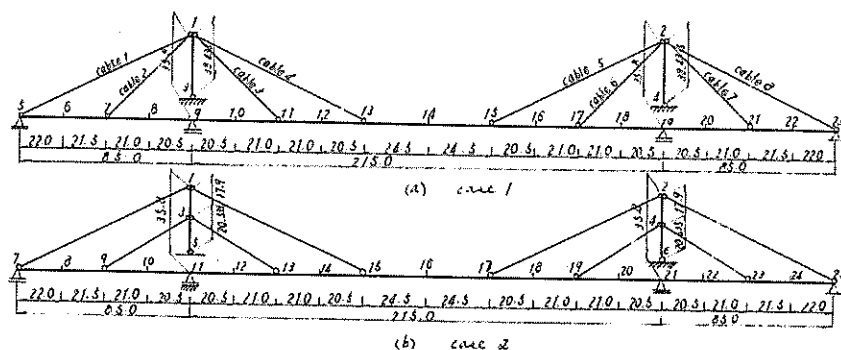


図-1 斜張橋の形式

2-2 計算結果

前述の case 1 ~ case 4 のそれぞれについて (i) 主桁, および 塔の軸力を考慮した場合 (I)

4) 主桁、および 塔の軸力を考慮しない場合(Ⅱ) の ケーブル張力、主桁のたわみの影響係数を求めると、つぎのようになる。

(a) γ - γ 儿張力

表-3 case 1 の 4-TH 強度の影響係数

[illegible]

表-4 calc 2 の 4-7 IL の 張力の影響係数

No	10-11-2019			
	catle 1	catle 2	catle 3	catle 4
1	-0.10715	0.10720	0.02001	0.02701
2	-0.11815	0.11815	0.01678	0.01678
3	-0.12815	0.12815	0.01356	0.01356
4	-0.13815	0.13815	0.01034	0.01034
5	-0.14815	0.14815	0.00712	0.00712
6	-0.15815	0.15815	0.00390	0.00390
7	-0.16815	0.16815	0.00068	0.00068
8	-0.17815	0.17815	0.00000	0.00000
9	-0.18815	0.18815	0.00000	0.00000
10	-0.19815	0.19815	0.00000	0.00000
11	-0.20815	0.20815	0.00000	0.00000
12	-0.21815	0.21815	0.00000	0.00000
13	-0.22815	0.22815	0.00000	0.00000
14	-0.23815	0.23815	0.00000	0.00000
15	-0.24815	0.24815	0.00000	0.00000
16	-0.25815	0.25815	0.00000	0.00000
17	-0.26815	0.26815	0.00000	0.00000
18	-0.27815	0.27815	0.00000	0.00000
19	-0.28815	0.28815	0.00000	0.00000
20	-0.29815	0.29815	0.00000	0.00000
21	-0.30815	0.30815	0.00000	0.00000
22	-0.31815	0.31815	0.00000	0.00000
23	-0.32815	0.32815	0.00000	0.00000
24	-0.33815	0.33815	0.00000	0.00000
25	-0.34815	0.34815	0.00000	0.00000
26	-0.35815	0.35815	0.00000	0.00000
27	-0.36815	0.36815	0.00000	0.00000
28	-0.37815	0.37815	0.00000	0.00000
29	-0.38815	0.38815	0.00000	0.00000
30	-0.39815	0.39815	0.00000	0.00000
31	-0.40815	0.40815	0.00000	0.00000
32	-0.41815	0.41815	0.00000	0.00000
33	-0.42815	0.42815	0.00000	0.00000
34	-0.43815	0.43815	0.00000	0.00000
35	-0.44815	0.44815	0.00000	0.00000
36	-0.45815	0.45815	0.00000	0.00000
37	-0.46815	0.46815	0.00000	0.00000
38	-0.47815	0.47815	0.00000	0.00000
39	-0.48815	0.48815	0.00000	0.00000
40	-0.49815	0.49815	0.00000	0.00000
41	-0.50815	0.50815	0.00000	0.00000
42	-0.51815	0.51815	0.00000	0.00000
43	-0.52815	0.52815	0.00000	0.00000
44	-0.53815	0.53815	0.00000	0.00000
45	-0.54815	0.54815	0.00000	0.00000
46	-0.55815	0.55815	0.00000	0.00000
47	-0.56815	0.56815	0.00000	0.00000
48	-0.57815	0.57815	0.00000	0.00000
49	-0.58815	0.58815	0.00000	0.00000
50	-0.59815	0.59815	0.00000	0.00000
51	-0.60815	0.60815	0.00000	0.00000
52	-0.61815	0.61815	0.00000	0.00000
53	-0.62815	0.62815	0.00000	0.00000
54	-0.63815	0.63815	0.00000	0.00000
55	-0.64815	0.64815	0.00000	0.00000
56	-0.65815	0.65815	0.00000	0.00000
57	-0.66815	0.66815	0.00000	0.00000
58	-0.67815	0.67815	0.00000	0.00000
59	-0.68815	0.68815	0.00000	0.00000
60	-0.69815	0.69815	0.00000	0

表-5 case 3の4-7の乘力の影響係数

row	cable 1		cable 2		cable 3		cable 4	
	I	J	I	J	I	J	I	J
6	2.15576	2.15671	2.15760	2.15773	2.15799	2.15823	2.15781	2.15797
7	2.15811	2.15876	2.15932	2.15965	2.15928	2.15951	2.15948	2.15910
8	2.15851	2.15951	2.15998	2.15998	2.15971	2.15972	2.15972	2.15972
10	2.15951	2.16049	2.16064	2.16068	2.16036	2.16029	2.16048	2.16023
13	2.16096	2.16196	2.16263	2.16277	2.16230	2.16231	2.16231	2.16229
14	2.16166	2.16262	2.16292	2.16284	2.16260	2.16257	2.16252	2.16261
15	2.16191	2.16262	2.16261	2.16260	2.16264	2.16263	2.16263	2.16264
row	cable 5		cable 6		cable 7		cable 8	
	I	J	I	J	I	J	I	J
6	2.16191	2.16261	2.16263	2.16263	2.16262	2.16265	2.16261	2.16265
7	2.16267	2.16261	2.16262	2.16261	2.16264	2.16267	2.16266	2.16266
8	2.16294	2.16261	2.16262	2.16262	2.16264	2.16261	2.16266	2.16266
12	2.16487	2.16295	2.16362	2.16372	2.16364	2.16362	2.16362	2.16362
13	2.16487	2.16295	2.16362	2.16366	2.16364	2.16365	2.16368	2.16367
14	2.16666	2.16564	2.16491	2.16494	2.16474	2.16476	2.16467	2.16466
15	2.16745	2.16645	2.16491	2.16497	2.16474	2.16473	2.16467	2.16466

表-6 $\cos \alpha$ 4 の 4-7 の 張力の影響係数

No	cable 1		cable 2		cable 3		cable 4	
	I	II	I	II	I	II	I	II
6	-0.11926	0.10375	0.11277	-0.11249	-0.07428	-0.09779	-0.11376	-0.11610
7	-0.11970	0.10623	-0.11670	-0.11619	-0.08587	-0.08789	-0.10615	-0.09716
8	-0.12012	0.10871	-0.11815	-0.11819	-0.11192	-0.10276	-0.10905	-0.10710
12	0.11327	0.11079	0.11011	0.11145	-0.10510	0.10750	0.10217	0.10122
13	0.10672	0.10794	0.10625	0.10750	0.10215	0.10247	0.10776	0.10678
14	0.10623	0.10779	0.10677	0.10774	0.10152	0.10271	0.10711	0.10671
15	0.10615	0.10767	0.10704	0.10757	0.10171	0.10271	0.10707	0.10719
No	cable 5		cable 6		cable 7		cable 8	
	I	II	I	II	I	II	I	II
6	-0.11776	-0.10718	0.00161	0.00187	-0.10102	0.00065	0.10167	0.11577
7	-0.10811	-0.09011	0.00172	0.00257	-0.10162	0.00113	0.09354	0.10253
8	-0.10751	-0.09171	0.00171	0.00251	-0.10273	0.00017	0.10167	0.10719
12	0.00251	0.01171	-0.10283	-0.00243	-0.00135	0.00115	0.00179	0.00179
13	0.00166	0.00166	-0.10030	-0.00243	-0.00098	0.00177	0.00254	0.00177
14	0.00040	0.00161	-0.10231	-0.00191	0.00115	0.00177	0.00179	0.00179
15	0.00175	0.00215	0.00191	0.00215	0.00115	0.00177	0.00179	0.00179