

九州大学工学部 正員 大塚久哲

〃 〃 吉村虎蔵

〃 〃 彦坂 熙

1. まえがき 曲線桁橋を構成する扇形床版および曲線主桁、横桁、対傾構、横構相互の偏心結合を考慮した曲線桁橋の解析法を前に提示した¹⁾。この解析理論によれば、主桁付加応力度、横構の部材力が直接算定できる。そこで、本報告では2種類の曲線桁橋(図-1, 6)を本理論により解析し、従来の近似式²⁾を検討する。図-6の曲線桁橋については実験値³⁾との比較も行なう。

2. 解析方法 有限帯板法およびフーリエ級数展開、有限要素法によりそれぞれ扇形床版、曲線主桁、横桁・横構の剛性方程式を求める。扇形床版と主桁(または主桁のみ)からなる基本構は、通常のFSMにより解析できる。横構などを有する構造は、基本構の節点たわみ性行列と横構などの剛性行列を用いて、基本構に作用する結合力を求め、外荷重とこの結合力を同時に基本構に働かせて解析する。

3. 活荷重合成曲線3主桁橋(図-1)の解析例

横桁・横構の配置を図-2に示す。

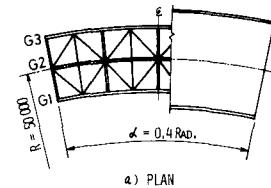
(1) フランジの初期曲率による付加応力度 σ_{wb}

死荷重載荷時 曲線主桁・横桁からなる構造をタイプ1、タイプ1に横構を配置した構造をタイプ2として、それぞれに死荷重が載荷されときの σ_{wb} (図-3)を算定すれば、図-4をうる。この図から設計基準²⁾の算式は妥当なものであることが知られる。

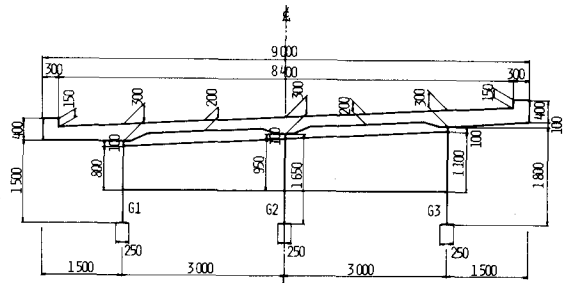
活荷重載荷時 床版・主桁・横桁からなる構造をタイプ1、タイプ1に横構を配置した構造をタイプ2として、活荷重載荷時の σ_{wb} を算定すれば図-5をうる。これからタイプ1と2の差は内桁(G1)を除いてほとんどなく、曲率面内の曲げに対して床版の効果が大きいことがわかる。この場合、設計基準²⁾による値は図-5に記入しなかったが、本法の値の少くとも4倍以上となり、付加応力度を過大に評価しているようである。

(2) ねじりモーメントによるせん断力に起因する主桁付加応力度 σ_s 主桁・横構によって構成される準箱桁断面の上下フランジに発生するせん断力は、主桁と横構の結合点に集中的に作用し、そのため主桁には接線方向の直応力(σ_s)が生じる。表-1は本法による σ_s と、文献(4, 5)に提示されている算定式による値を比較したもので、算定式はほぼ妥当なものであるといえよう。 σ_s はその点の主桁曲げ応力度の20%以下である。

(3) 横構部材力(表-2) 設計基準²⁾の算式による値はおおむね安全側の値となっているが、スパン中央付近の部材では正負が逆になっており注意を要する。

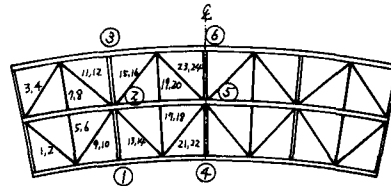


a) PLAN



b) CROSS SECTION

図-1 活荷重合成曲線3主桁橋



①...⑥; 結合点番号(横桁と主桁)

1, 3, 5, ... 23; 上横構の部材番号

2, 4, 6, ... 24; 下横構の部材番号

図-2 横桁・横構の配置

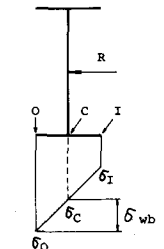
 $\sigma_{wb} = \sigma_o - \sigma_c$

図-3 付加応力度

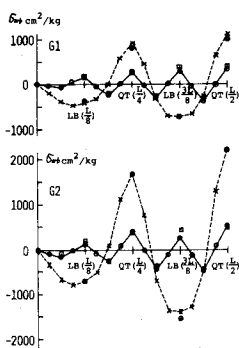


図-4. 死荷重載荷時の G_{wb}

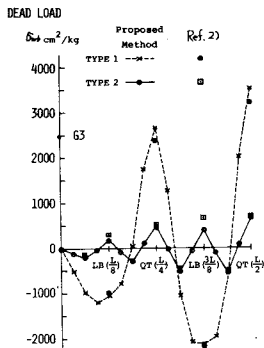


図-5. 活荷重載荷時の G_{wb}

4. 曲線2主桁模型

実験³⁾との比較(図-6)

横構・対傾構のひずみを表す、4に示す。絶対値の小さなところで、正負が逆になる場合もあるが、本法による値の方が設計基準²⁾による値よりも模型橋の挙動をよりよく表わしていることが知られる。

5. あとがき

現行設計基準²⁾に採用されている主桁フランジの付加応力度・横構部材力の算定式は、おおむね妥当であることが確かめられたが、合成桁橋における付加応力度は過大評価しているようである。また横構部材力が逆符号になる場合もある。

本研究には平田勝彦君(現福岡県庁勤務)の協力をいただいた。記して謝意を表す。

表-1 横構取値に働く G_s

Location		Upper Flange		Lower Flange	
Method of Analysis		(1)	(2)	(1)	(2)
Steel Girder Bridge	Dead Load	1	-48.5 -143.4	40.5	104.3
		2	-21.5 -56.3	17.9	41.0
		3	-10.0 -7.3	9.7	5.4
		4	77.1 122.1	-64.0	-91.7
		5	29.6 47.9	-24.6	-36.0
Composite Girder Bridge	L1	1	-0.7 0.0	-5.2	-0.4
		2	-0.3 -0.4	-3.4	-0.7
		3	0.0 0.0	-1.5	-0.2
		4	0.0 0.0	-2.7	0.4
		5	0.0 0.4	-1.1	4.0
	L2	1	1.6 1.9	16.3	22.4
		2	0.7 0.8	6.1	9.6
		3	0.1 0.1	0.3	1.2
		4	-1.6 -1.8	-22.9	-19.1
		5	-0.6 -0.8	-10.4	-8.2
	L3	1	2.9 2.9	28.6	35.2
		2	1.2 1.5	11.6	18.0
		3	0.2 0.2	2.2	1.9
		4	-2.5 -2.8	-34.0	-30.0
		5	-1.0 -1.4	-15.4	-15.4

Unit: Kg/cm

(1) Proposed Method

(2) Ref. 4), 5)

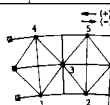


図-6 曲線2主桁模型橋

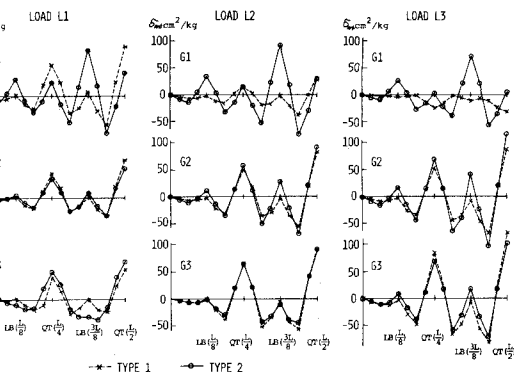


表-2 横構部材力 (kg)

Steel Girder Bridge			Composite Girder Bridge								
Dead Load			L1			L2			L3		
(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
1	-8059	-13206	-12611	-191	9	3	301	310	301	580	477
3	8488	12881	12773	76	-8	1	-339	-303	-295	-586	-468
5	3378	989		-96	-3		-104	-7		-112	-9
7	1780	-327		-55	9		-25	7		-9	4
9	1599	10452	11047	314	20	14	-78	-277	-286	-330	-446
11	-8377	-10377	-10485	-58	-19	-10	348	274	282	578	439
13	-9130	-7599	-5673	32	-24	-41	348	167	146	500	276
15	3292	7251	6099	58	27	49	-140	-87	-141	-265	-269
17	7460	2187		-248	-7		-275	-17		-290	-22
19	4009	-665		-148	24		-78	17		-35	11
21	-4911	1686	3611	281	100	84	207	-85	-107	124	-197
23	-3295	-1877	-3029	-9	-95	-73	156	162	108	241	196
2	7819	13339	12688	268	709	252	4299	4581	3985	6422	6685
4	-8728	-13002	-12882	61	-639	-241	4023	4438	4062	6382	6506
6	-2822	-1082		-619	-431		-852	-666		-994	-758
8	-1277	362		-541	336		-612	194		-645	88
10	-2103	-10319	-10970	2047	850	392	-1531	-2805	-3401	-3756	-4925
12	7888	10256	10376	1122	-777	-380	4906	2823	3199	6901	4907
14	8347	7884	5775	2370	1194	48	4620	3833	2332	5479	5197
16	-4060	-7510	-6245	1329	-1027	1	-849	3602	-2637	-2302	-4945
18	-6224	-2393		-1613	-1059		-2207	-1672		-2536	-1909
20	-2780	735		-1429	902		-1625	525		-1693	236
22	4035	-1400		3619	2735	1610	2500	656	2332	1393	-753
24	2440	1617	2883	1808	-2562	-1534	3159	-479	-2637	3738	905

- (1): Proposed Method
(2): Approximate Analysis Considering Strut
(3) Ref. 2)

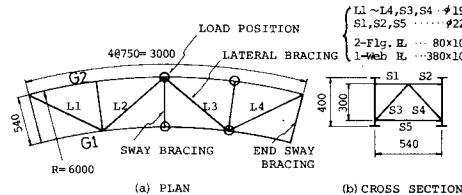


表-3 横構のひずみ ($\times 10^{-6}$)

Location of Load		Member		Calculated		
				(1)	(2)	(3)
(G2, $\frac{1}{2}$)	L1	-48	-56	-45	-70	
	L2	17	20	19	17	
(G1, $\frac{1}{2}$)	L1	-6	-7	-17	-27	
	L2	-23	-15	-28	-8	
(G2, $\frac{1}{4}$)	L1	-28	-35	-28	-47	
	L2	13	18	12	2	
	L3	6	7	-3	2	
	L4	-52	-47	-43	-76	
(G1, $\frac{1}{4}$)	L1	-7	4	-13	-12	
	L2	-14	-10	-11	4	
	L3	-16	-9	-22	4	
	L4	-11	5	-28	-57	

(1) = Proposed Method

(2) = by Nakai, Tani & Shiomi

(3) = Ref. 2)

表-4 対傾構のひずみ ($\times 10^{-6}$)

Location of Load		Member		Calculated	
				(1)	(2)
(G2, $\frac{1}{2}$)	S1	22	15	31	
	S2	-9	-2	-13	
	S3	-34	-18	-44	
	S4	37	18	44	
	S5	-8	-7	-9	
(G1, $\frac{1}{2}$)	S1	26	25	18	
	S2	-18	-21	-24	
	S3	-45	-46	-42	
	S4	50	46	42	
	S5	-3	-2	-4	

(1) = Proposed Method

(2) = by Nakai, Tani & Shiomi

参考文献 1) 大塚・吉村・彦坂・平田: 床版と桁の偏心結合を考慮した曲線桁橋の解析, 土木学会論文報告集 259号, 1977年3月.

2) 阪神高速道路公団: 鋼構造物設計基準, 昭和49年5月

3) 中井・谷・塩見: 曲線工けた橋の対傾構・横構の弾性挙動について, 土木学会第31回年次学術講演会概要集(I-62)/1974年.

4) 玉野・西山・三浦: 換算箱ケツ曲線橋の実験, 土木技術, 22巻10号, 1974年10月.

5) 田井戸・山口: 鋼曲線ケツ橋を設計する際の問題点, 橋梁と基礎, 8巻11号, 1974年11月.