

補剛桁を有するアーチの面内座屈特性について

大阪大学工学部 正会員 前田 幸雄

大阪大学工学部 正会員 林 正

大阪大学研究生 正会員 ○神谷 信彦

1. まえがき リブアーチの面内弾性座屈を取り扱った研究は、これまでに少なくない。しかし、補剛桁を有するアーチ橋の座屈特性を扱った研究^{1,2)}は、余り多くは見受けられない。そこで本文では、上路式アーチおよび中路式アーチを対象として、それらの支点条件、ライズ比、補剛桁とアーチリブとの剛比および構造形式が、座屈強度にどのように影響するかを調べた³⁾。

2. 構造形式と計算方法 構造形式は図-1のように補剛桁の位置によってA, B, Cの3形式とした。支点条件は、アーチリブに関しては両端ヒンジおよび両端固定とし、補剛桁に関しては両端ローラーおよび一端ヒンジ、他端ローラーとして、これらの組合せ4ケースについて計算を行なった。ライズ比(f/L)は、0.1, 0.15, 0.2, 0.3の4ケースとした。アーチリブの断面二次モーメント(I_A)と補剛桁の断面二次モーメント(I_G)の和は一定とし、これらの比(I_A/I_G)を1/3, 1/1, 3/1と変化させた。アーチリブと補剛桁の断面積は同一とした。また、吊材の断面積はアーチリブの1/10とし、断面二次モーメントは無視した。載荷々重としては、等分布荷重をアーチリブと補剛桁とに満載した。なおアーチリブと補剛桁は剛結とした。座屈荷重の計算には、マトリックス法を用いた。

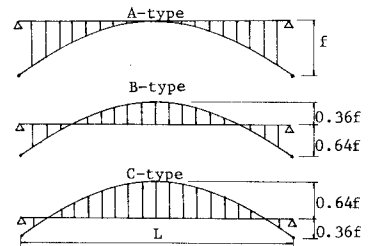


図-1 構造形式

3. 計算結果と考察 計算結果は座屈係数 α ($\alpha = H_{cr}L^2/EI$)を用いて表-1~3に示す。表-1, 2でH-typeおよびF-typeとは、それぞれ補剛桁のない2ヒンジアーチおよび固定アーチを意味している。今、補剛桁の両端は、ローラー支持されている。

補剛桁の両端がローラーの場合、アーチリブと補剛桁の断面二次モーメントの和が一定であれば、座屈係数 α の値は補剛桁のないリブアーチのそれに近い値を示す。

この時、補剛桁の位置による影響、すなわちタイプの違いによる影響は少ない。

表-1 2ヒンジ式アーチの座屈係数

Type	I_A/I_G	f/L			
		0.1	0.15	0.2	0.3
H	1/0	36.35	32.91	28.85	20.66
A	3/1	36.46	33.19	29.32	21.53
	1/1	36.67	33.61	29.98	22.59
	1/3	36.87	34.01	30.61	23.59
B	3/1	36.54	33.28	29.43	21.68
	1/1	36.73	33.70	30.10	22.76
	1/3	36.92	34.09	30.73	23.81
C	3/1	36.69	33.54	29.76	22.01
	1/1	36.88	33.96	30.44	23.15
	1/3	37.07	34.36	31.09	24.22

表-2 固定式アーチの座屈係数

Type	I_A/I_G	f/L			
		0.1	0.15	0.2	0.3
F	1/0	76.10	70.88	64.39	49.99
A	3/1	73.91	68.64	62.22	48.16
	1/1	69.88	64.56	58.23	44.70
	1/3	61.71	56.42	50.40	38.14
B	3/1	74.21	69.03	62.61	48.52
	1/1	70.58	65.42	59.17	45.68
	1/3	62.78	57.65	51.69	39.37
C	3/1	75.16	70.77	65.21	52.24
	1/1	71.95	67.60	62.13	49.51
	1/3	64.43	59.97	54.52	42.46

アーチリブの両端がヒンジの場合、剛比の影響はあまりない。しかし、アーチリブの両端が固定の場合は、剛比の影響を受けやすい。この時、両端ヒンジの場合とは逆にアーチリブの剛性を大きくした方が、座屈係数は大きくなる。

補剛桁の一端をヒンジとしてアーチの水平変位を拘束すると、実際の構造物では温度応力、軸方向地震力などの複雑な問題を生ずるが、面内座屈に関して言えば、図-2に示すように著しく剛性を高めることが出来る。この時アーチリブのL/4点付近に補剛桁を配置したB-typeに拘束の効果が最も多く現われ、上路式のA-typeは、この効果が一番少ない。

図-2において、 λ ($\lambda = \frac{8\pi L}{EI}$) とは座屈荷重 P_0 に関するパラメータである。また*印は、補剛桁の一端がヒンジ、他端がローラーの場合を意味し、*印のないものは両端がローラーの場合を意味している。

表-3では補剛桁の一端がヒンジ、他端がローラーの場合の一次の座屈モードに対する座屈係数 α_1^* と、両端がローラーの場合の二次の座屈モードに対する座屈係数 α_2 の値を対比した。

α_2 に対する座屈モードは、A-typeでは対称一次であり、B、C-typeでは逆対称二次である。A-typeにおいては、 α_1^* に対する座屈モードは α_2 に対する座屈モードとほとんど一致したが、C-typeではむしろ α_1 に対する座屈モードに似寄っている。

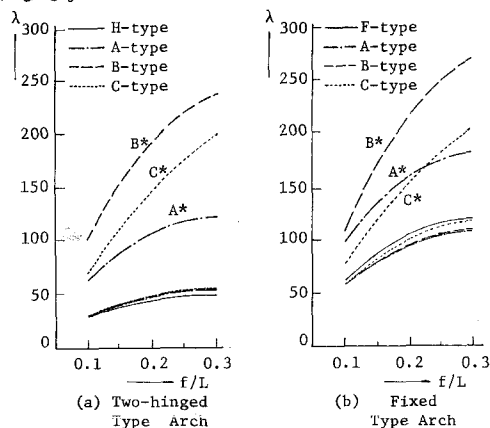


図-2 座屈パラメーター

	Type	Mode	f/L			
			0.1	0.15	0.2	0.3
2-Hinged Type	A	α_2	82.00	75.55	67.76	51.46
		α_1^*	82.00	75.55	67.76	51.46
	B	α_2	148.38	137.92	125.34	98.36
		α_1^*	128.60	127.85	120.30	98.02
	C	α_2	143.88	138.60	127.29	104.48
		α_1^*	90.36	94.49	92.89	83.62
Fixed Type	A	α_2	114.21	106.91	97.03	75.16
		α_1^*	114.21	106.91	97.03	75.16
	B	α_2	205.75	189.72	171.08	132.52
		α_1^*	132.49	137.57	134.07	116.88
	C	α_2	146.04	154.11	152.78	133.23
		α_1^*	93.28	95.06	93.77	85.56

表-3 座屈係数

4. あとがき 以上の計算結果から次のような考察を行なうことができる。

- (1) 補剛桁の両端がローラーの形式では、補剛桁へ剛性を配分した影響は少ない。
- (2) この時、補剛桁の位置による影響も比較的少ない。
- (3) 剛比の影響は、アーチリブの両端がヒンジの場合には少ない。しかし、アーチリブの両端が固定の場合には影響が現われる。この時、両端ヒンジの場合とは逆に、アーチリブの剛性が大きい時に座屈係数の値は大きくなる。
- (4) 補剛桁の一端をヒンジとすると、座屈強度は著しく高められる。この時、補剛桁の位置による影響は大きく、B-typeが最も高い座屈強度を示す。

- 1) 藤井、藤森、江崎 ; アーチ系橋梁の座屈について、土木学会第27回年次学術講演会概要集, I-76, 昭和47年10月
- 2) 荒井、大森 ; 補剛桁に軸力の生じる上路式および中上路式アーチ橋, 橋梁と基礎, 昭和48年1月
- 3) 前田、林、伊奈、神谷 ; アーチ橋の大変形挙動に関する一考察, 第20回橋梁・構造工学研究発表会, 昭和48年11月