

本州四国連絡橋公団 正員 藤井郁夫
 大和設計(株) 正員 藤森 哲
 大和設計(株) 正員 江崎治子

1. まえがき

アーチ設計上の問題点の一つとして、面内全体座屈について取上げる。ここでは骨組構造解析に用いられている変形法を拡張して弾性座屈問題に適用し従来の理論的解や実験値および、今回新しくアーチに関する規定が設けられた道路橋示方書(昭和46年12月)の教値と比較した結果2ヒンジアーチや固定アーチについては比較的よく一致したが補剛桁を有するアーチについては、支持条件や補剛桁とアーチリブとの位置関係により一率に論じられないので各型式ごとと比較する。

2. 計算方法および計算例

座屈解析を行うにあたって次のような仮定を設ける。1. 骨組に作用する荷重の大きさは一定の関係が保たれている。すなわち、ある標準の荷重分布の入倍をもつて任意の荷重状態を表わされる。2. 弾性限度内で取扱う。3. 部材は格点間で直線と仮定する。計算は文献(2)(3)により電算を使用した。右図のような厳密解の知られている⁽⁴⁾構造について

計算した結果、格点間5等分割で座屈荷重 $P_{cr} = 1580f$ [インフットデーター] となり厳密解ともよく一致した。一次の座屈モードは図中点線を示す。
 $A = 1.0m^2$
 $I = 1.0m^4$
 $E = 1.0 \times 10^7 m^2$

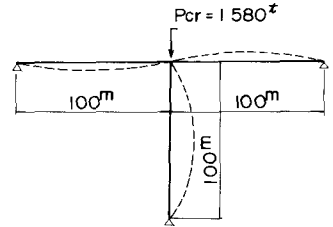


図-1. 数値計算例

3. 各種型式のアーチ橋の座屈強度

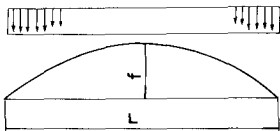
放物線アーチの限界水平反力は Stüssi, F_R によれば

$H_{cr} = \alpha \frac{EI}{L^2}$ と表わされる。ここにαはア

ーチの種類やライズ比によって異なる座屈係数であるこれらのパラメーターを種々変化させて2.の計算方法により直接 H_{cr} を求めαを逆算して座屈強度の一つの目安とする。

3-1. 補剛桁のないアーチ

固定アーチおよび2ヒンジアーチについてライズ比を種々変化させて計算した結果を表-1および図-2に示す。



- ヤング係数(E) $2.1 \times 10^7 \text{ t/m}^2$
- 断面積(A) 0.295 m^2
- 断面二次モーメント(I) 0.821 m^4
- スパン(L) 300 m
- スパンライズ比(f/L) $0.1 \sim 0.4$

図-2記号の説明

- Gaberの実験値
 - Kollbrunnerの実験値
 - Stüssiの計算値
 - + 電算による解
- 図は文献(1)による。
 示方書の値は Stüssi の計算値と一致する

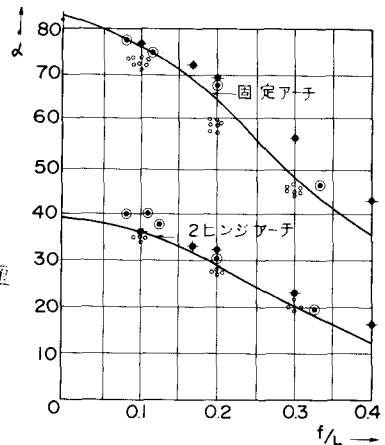


図-2 補剛桁のないアーチ

座屈モードは全てアーチクラウンを節とした反対称形が得られた。2ヒンジアーチでライズ比0.167の場合を図-3に示す。



図-3 座屈モード

表-1 α の値

型式		f/L	0.1	0.167	0.2	0.3	0.4
2ヒンジアーチ	計算値		86.9	32.8	30.4	22.7	16.1
	示方書の値		36.0	30.6 *	28.0	20.0	13.5
固定アーチ	計算値		77.6	71.9	68.2	55.6	42.7
	示方書の値		76.0	67.3 *	63.0	48.0	35.0

* 示方書の値より直線補間して求めた。

3-2 補剛桁のあるアーチ

補剛桁を有するアーチについて道路橋示方書では、補剛桁の軸力が生じる場合と生じない場合に分け、軸力が生じない場合はライズ比に関係なく $\alpha = 28.8$ と規定されている。ここでは補剛桁の位置、拘束条件およびライズ比を変えて座屈係数を求めた。なお換算断面二次モーメントは示方書(11.4.4)式を用いて求めた。

表-2 補剛桁とアーチリブの位置関係と α の値

補剛桁の位置関係	α の値	補剛桁の位置関係	α の値
(a) 補剛桁ピン、ローラー 103	128	(c) タイプ(C)の補剛桁	86
(b) 補剛桁ローラー、ローラー 40	40.0		27.8

表-2のデータ

$$I_A = I_G = 0.5 \text{ m}^4$$

$$L = 300 \text{ m}$$

$$f = 50 \text{ m}$$

タイプ(C)の表-3ライズ比と α

f/L	α
0.167	26.9
0.3	14.9
0.4	66

表-3のデータ

$$I_A = 0.25 \text{ m}^4$$

$$I_G = 0.50 \text{ m}^4$$

$$L = 300 \text{ m}$$

表-2より補剛桁を有するアーチの場合、補剛桁の一端を固定すると α の値は大きくなるが、これは反対称座屈形の水平移動が拘束されることによると思われる。(a)(b)のようなハーフスルータイプの場合補剛桁の一端を固定すると座屈係数は大きくなるが、固定部に遊びがなくなり、温度応力等の問題も生じる。次にタイプ(c)で補剛桁の両端可動の場合、ライズ比を変化させたときの α の値を表-3に示す。このような型式では2ヒンジアーチと非常によく似た傾向を示した。

参考文献

- (1) 平井 敦；鋼橋Ⅱ
- (2) R.K.リアスレイ；マトリックス構造解析入門(1968年)
- (3) 堀井健一郎 他；骨組構造の大変形解析，土木学会論文報告集 191号 1971年7月
- (4) 長谷研究委員会；弾性安定要覧(1960年)