

クラウンの水平変位を拘束するときの 2ヒンジブレストアーチ橋の動的挙動

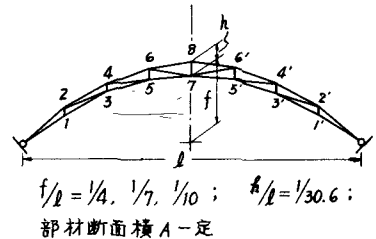
熊本大学 ○ 吉 村 虎 蔵
同 瀬 戸 口 徹

筆者の一人は昭和38年秋に熊本県内大臣橋（2ヒンジ中落式ブレストアーチ、支間 $153.0m$ 、ライズ $35.4m$ ）の載荷試験⁽¹⁾を行いこの鋼アーチ橋が理論値と相当違った挙動を示すことを経験した。撓み比は $15 \sim 50\%$ 程度である。これと同様の現象が他の実験者によって、二恵橋⁽²⁾ { 撓み比 $20 \sim 40\%$ }、荻谷橋・オー小島橋⁽³⁾ { 撓み比 $20 \sim 30\%$ } などの逆ランガー橋について報告されている。筆者はこれらの現象の原因がアーチの水平変位の拘束にあるものと考えて、まず2ヒンジブレストアーチ橋について解析した静的たわみと動的性状について報告する。

図-1 解析モデルのアーチ

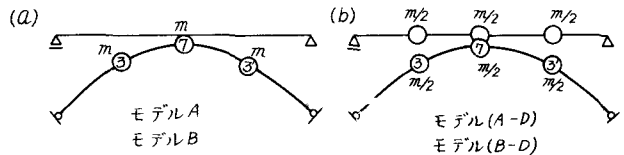
1. 解析のモデルについて

電子計算機の容量の関係と解析を簡単にするために、こゝで用いたモデルは図-1の放物線アーチである。このアーチにおいて水平変位の拘束がない場合をモデルAと名づける。また何等かの方法で格点7の水平変位を拘束した場合をモデルBと名づける。



また振動解析では図-2に示すようにモデルの構造を多質点系に置換して解析することにし、集中質量は格点3, 7, 3'に同じ大きさの質量を集中させることにした(図-2・a) また路面の質量を別に考慮するときは図-2・bに示すような集中質量を用い、路面上の質点の水平変位は点7と同じ変位をしその鉛直変位はそれぞれのアーチの格点の鉛直変位と同じ変位をすると仮定した。図-2・bのモデルを点7の水平変位の拘束のないときと拘束あるときとに分け、それぞれをモデル(A-D), (B-D)と名づけた。

図-2 振動解析のモード



各モデルでは $h/l = 1/30.6$ 質量 m 一定、材の断面積 A を一定、 f/l を $1/4, 1/7, 1/10$ に変えて解析した。

2. 振動解析の方法とその結果

振動解析は格点の鉛直変位と水平変位との影響係数を変形法を用いて解き、これを使って振動数方程式をつくりこれを解いて固有値(λ)と固有ベクトルを求めた。こゝに $\lambda = l^2 / (m \omega^2 A \times 153 \times 10^2)$, ω は固有円振動数, 単位 Kg, cm 。したがって各種のモデルについて $\sqrt{\lambda}$ を比較すれば、固有周期比

を比較することになる。解析の種類と記号は下記の通り。

モデル	A	(A-D)	B	(B-D)
鉛直慣性力のみを考慮	A-V	—	B-V	—
鉛直・水平慣性力を考慮	A-UV	(A-D)-UV	B-UV	(B-D)-UV

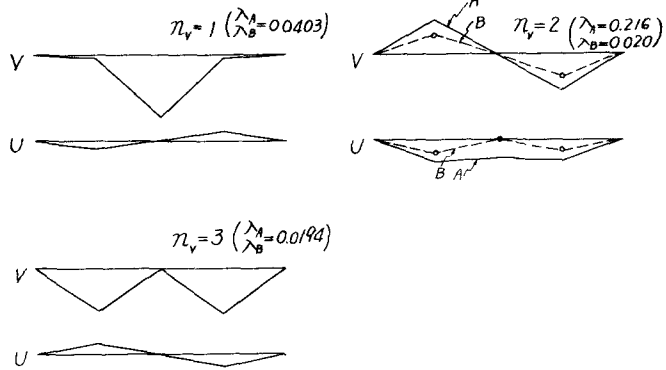
解析結果のうち $f/l = 1/7$

の場合の A-UV と B-UV とを
図-3 に示す。図には固有値(λ)
と固有振動モードが示してある
が、一つの固有振動について鉛
直モード(V)と水平モード(U)
に分けて図示され、さらに鉛直
固有振動と水平固有振動とが示
されている。モデル A, B を比
べると鉛直対称振動($n_v = 1, 3$)
には当然のくとながら差異はな
いが、逆対称振動($n_v = 2$)にお
いてクラウンの水平変位拘束の
ために水平モードが異なり、か
つ固有値(λ)の値が一桁違つて
出ていることが目につく。

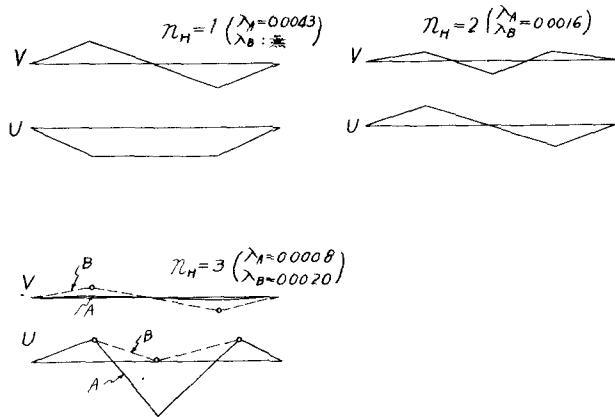
この振動解析では質点を3
個としているから3次までの固
有振動が出るが、質点数を
多くとつたとき $n=4, 6$ などの
固有値モデル A と B とでは相当
変化するものと思われる。また
水平固有振動は鉛直固有振動に
比べて極めて高い振動数を持ち、
モデル B の方がモデル A より高
いことがわかる。

図-3 固有値とモード

(a) A-UV B-UV 鉛直固有振動モード ($f/l = 1/7$)



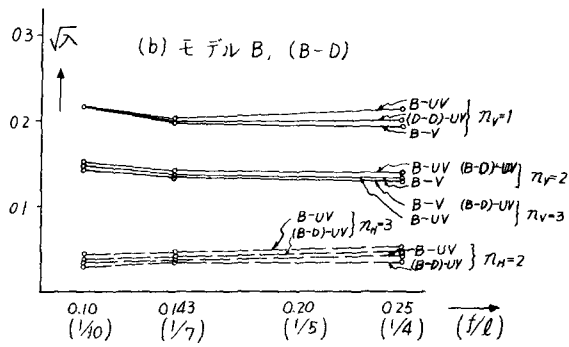
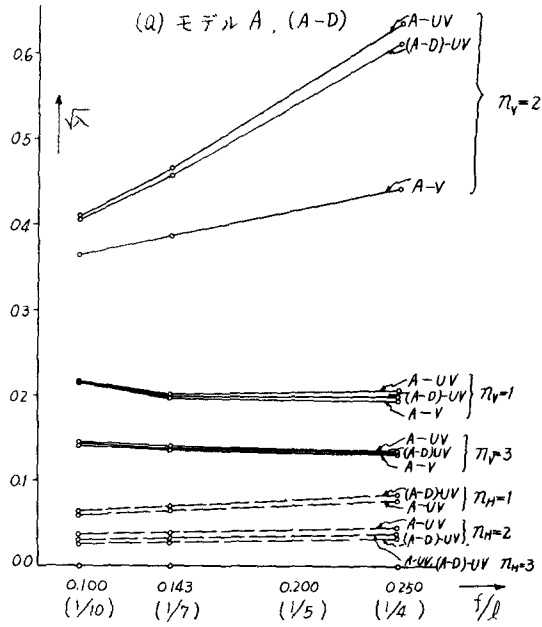
(b) A-UV B-UV 水平固有振動モード ($f/l = 1/7$)



解析結果を拱矢比(f/l)と $\sqrt{\lambda}$ について各種モデルで比べると図-4・a, b が得られた。

また参考のためにモデル A, B の各格点の変位の影響線を図-5 に示した。V₃-v 線とは鉛直荷
重(v)による格点3の鉛直変位(V)の影響線、H₃-v 線は鉛直荷重(v)による格点3の水平変位(H)
の影響線を示す。V₁-v, H₁-v についても同様。モデル A では格点3の鉛直変位と水平変位は相
当に大きく、 $f/l = 1/4$ ほどにライズが高くなると鉛直変位と水平変位は同じ位の大きさになり水平変
位量が極めて大きくなるのがわかる。これに比べてモデル B の水平変位・鉛直変位は極めて小さい。

図 4 各種モデルの固有周期と拱矢比との比較



結び

図-5 鉛直荷重による変位の影響線

こゝで用いたモデルについて解析した結果の主な事項をまとめると次の通り。図-4・a,bに見られるように、通常の設計計算のアーチ橋(モデルA,(A-D))では固有鉛直振動の最低次は逆対称振動1次($n_v=2$)であり、この振動数は他に比べて極めて低い。これに対して、クラウンの水平変位を拘束した場合(モデルB,(B-D))では $n_v=2$ は $n_v=3$ と同程度にその固有振動数が高く改善される。水平固有振動数もモデルB,(B-D)の方が高い。このことは走行荷重又は地震などによる動的応答を軽減する結果と結びつくもので、静的撓みの軽減については図-5においても見る通りである。

実在の上路あるいは中路式アーチ橋において、はじめに述べたような現象が測定されているが、これらの橋は設計々算の時のモデルAよりもモデルBに近い挙動を示しているものと思われる。また上路あるいは中路式アーチ橋の設計において積極的にモデルBに近くなるように設計を進めることも比較的容易であると思われる。リブアーチについても近く発表する。

数値計算は熱大FACOM 231で行なった。

(注)

- (1) 福井・吉村 他, 内大臣 橋の載荷試験について, 熊本大学工学部 研究報告 13の1
- (2) 苗・山本 他, 二恵橋逆ランガー桁の応力測定, オク回日本道路会議論文集 p.38
- (3) 星・児島, 逆ランガー桁の架設・たわみ・応力について, 土木学会オ20回年次講演会 p.40

