

東北大学・工学部 正会員 〇矢吹 哲哉
 東北大学・工学部 正会員 倉西 茂

1. まえがき

本論文は、鉛直および側方荷重を受ける2主桁を有する2ヒンジ鋼アーチについて、ある簡便なモデル化を行い、その面内強度に関する特性を調べたものである。

ここで対象としているアーチは、図-1に示されているように、2本のアーチリブが密に配置された横桁および対傾構で剛結されている構造形式のものである。本形式のようなアーチの面外構造特性の中で、アーチリブの面内強度に対して最も大きな影響をおよぼす要因は側方荷重によりアーチ

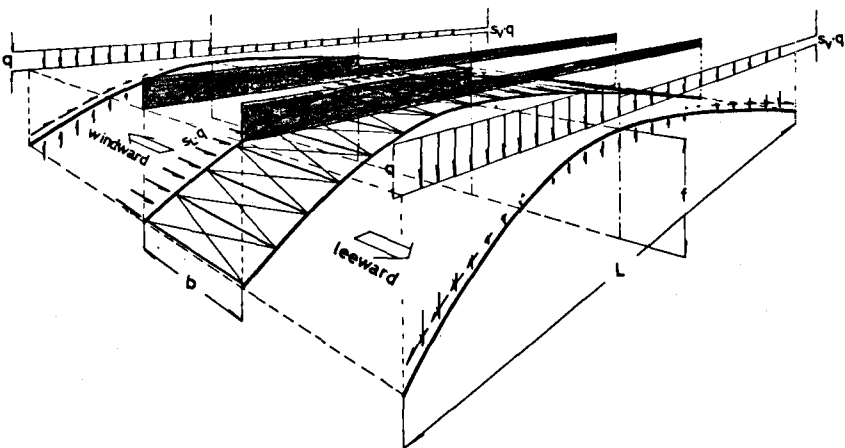


Fig.1 General view of Arch Bridge

リブ断面に生ずる軸力および面内曲げモーメントであることに着目してモデル化を行なった。ちなみに、側方荷重によりアーチリブに生ずる軸力および面内曲げモーメントと力学的に等価な断面力を生じさせるような面内荷重（鉛直方向およびアーチ軸方向）を逆算し、これを載荷することにより風上側および風下側のアーチリブを分離した形で（図-1参照）側方荷重および全断面としての面外剛性の影響を考慮した。取り扱った簡便さからはこれらの断面力を初期応力として2本のアーチリブを分離する方法もある²⁾。しかしこの初期応力法では、側方荷重により生ずる断面力および面内変形の影響を考慮することが出来ないという欠点を有している。

2. 解析方法

アーチリブの形状の異なる材料的な非線形の影響を考慮することにより生ずる非線形性もここでは荷重増分法を用いて線形化して解析した³⁾。ここで線形化することにより生ずる内力と外力の不釣り合いは、この不釣り合い量とエネルギー的に等価ないわゆる残差不平衡力をその割合算定し、これを逐次載荷することにより補正している。各載荷段階から現載荷段階に至る間の変増分量は2次以上の高次項を省略して2次式で与えた。

$$\Delta \varepsilon = \frac{d \cdot u}{d x} - \frac{d^2 \cdot u}{d x^2} y + \frac{1}{2} \left(\frac{d \cdot v}{d x} \right)^2 + \frac{d \cdot v}{d x} \cdot \frac{d \cdot v_0}{d x}$$

ここで u : 部材要素軸方向変位増分, v : 鉛直軸方向変位増分, v_0 : 各載荷段階までの鉛直軸方向変位量, x : 部材要素軸座標, y : 鉛直方向座標 をそれぞれ示している。

按線剛性方程式は、各載荷段階から現載荷段階の間に部材要素内に貯えらるる歪エネルギー増分および外力による仕事増分より得らるるポテンシャルエネルギー増分に、ポテンシャルエネルギー停留の原理を適用することにより求めた。構造解析は、有限要素法により、一般的に用いられる変形法の方法に従って行なう。

3. 数値計算の結果

数値計算例では、双端線形状の2ヒンジアーチに第一載荷段階として荷重係数 S_L なる側方分布荷重を載荷し、次に荷重係数 S_r なる非対称鉛直荷重を載荷したときの面内強度を算定した。アーチリブ断面は、細長比の変化によらず、基準断面のキッ断面形状比 ($B/H=0.6$, $H/t_w=190$, $t_w/t_r=1.5$)、又残留応力分布は引張り側 σ_T 、圧縮側 σ_C ($\alpha=0.4$) なる箱内箱形断面を使用した。本計算における精度は、つり合いの収差精度 0.5%, 終局荷重の収差精度 1.0% とした。又、アーチリブの軸方向分割数 30, 断面内分割数 40 とした。図-2, -3, -4, -5 に数値計算結果の一部を示す。図中の q_p は芽突を除く全分割長に同量の集中荷重を載荷した場合、軸力によりスプリングに降伏が生じる時の荷重強度 (一次解法による算定値) を表わす。得られた内容の一部を次に示す。

- (1) 風上側と風下側のアーチリブを比較すると、風下側の終局強度が低い値となる。
- (2) 面内強度におよぼす側方荷重の影響は、鉛直荷重の非対称性から大きくなるにいかん顯著となる。
- (3) 面内強度におよぼす側方荷重の影響は、細長比が大きくなるにいかん顯著となる。

尚、数値計算には東北大学大型計算機センターの、

ACOS-700 を使用した。

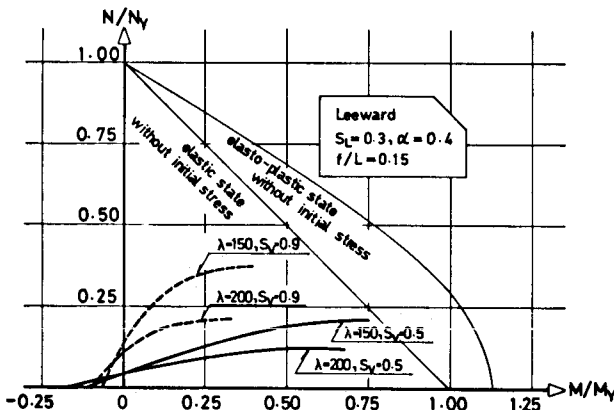


Fig. 4 Load increment vs. combination of bending moment and axial thrust

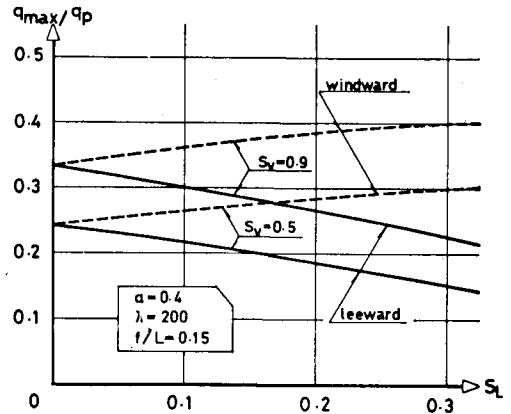


Fig. 2 In-plane strength of Windward rib and Leeward one

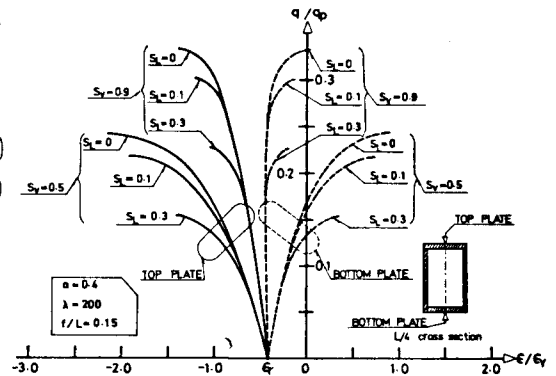


Fig. 3 Load-strain curves

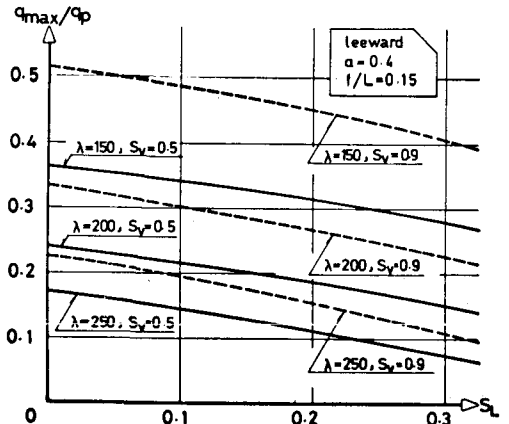


Fig. 5 Relationships between maximum vertical load intensity and lateral load parameter

参考文献

- 1) 天吹・金西: "側方荷重の影響を考慮した鋼アーチの面内耐力力", 第31回土木学会年次学術講演会概要集 (1976)
- 2) Kuranishi・Yabuki: "In-plane Strength of Arch Bridges Subjected to Vertical and Lateral Loads", Prepr. Report of The 2nd International and Colloquium on Stability of Steel Structures, Liège, Apr. 1977
- 3) 藤田・大坪・湯原: "構造物の塑性設計 (その10)", 造船学会論文集, No. 126, 1970