

東北大学工学部 正 員 岩面 茂
 東北大学大学院 学生員 小森 和男
 東北大学大学院 学生員 鈴木 輝一

1. 序論 従来、構造物の設計には、許容応力度法が用いられている。しかし合理的あるいは経済的な構造形態、節材断面を求めるには不十分である。その不十分性を補うものとして極限設計があり、ここではその一環として矩形断面をもつ固定アーチの耐荷力を求めようとするものである。なお、計算においては、弾性重心法により、不静定力を求め、断面力を決定している。また塑性域の広がり、曲げ剛性及び有効断面積の低下率を用いて考慮した。鋼材は、理想弾塑性体とし降伏点 2400 kg/cm^2 のものについて計算を行なった。

2. 解析法 固定アーチの変形計算を簡単にするため弾性重心法を用いる。有限変形の影響及び塑性域の広がりによる剛度の低下は、すべて逐次計算法により計算を行っている。計算操作を繰返し、十分な精度と応力、変形が収束した後、荷重をある値だけ増加させる。もし変形が収束しないか、あるいは、断面に働く応力が断面抗力より大きい場合は、荷重減少値を $\frac{1}{2}$ にして計算を繰返し、荷重減少値が $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \dots$ と小さくなり、極限荷重の 0.1% 以下となつたとき計算を止め、その場合の耐荷力とする。計算はアーチリブを 40 分割し、変形は 0.5% の精度、剛度の減少率は、 $< 5\%$ の精度とした。

3. 計算結果 荷重状態は図-1に示されるように、全載等分布荷重に半載等分布荷重を加えた様式を用いる。全載と全載に半載を加えた荷重の比を荷重パラメータ s として表示する。断面は一定とし、細長比 $\lambda = 1/5, 100, 150$ の3種類である。但し、細長比 λ は、アーチ全長と断面2半半径との比とする。荷重強度は、アーチに等分布荷重が載ったとき、アーチリブの伸びを無視して得られる降伏軸力に達する荷重強度を q_p で表わし、これとの比で無次元化している。

$$q_p = \frac{2A\sigma_y}{2\sqrt{\frac{1}{8}}(\frac{r}{2})^2 + 1}$$

もう1つの無次元化は1次弾性理論により、アーチリブのある断面の軸抗力が降伏点に達する荷重強度 q_y を求め、それとの比により、求めていく。

図-2は細長比 $\lambda = 100$ のアーチの荷重強度と $1/3$ 点の曲率のなみとの関係を示す。全載等分布荷重より半載等分布荷重になるに従い、耐荷力が急激に減

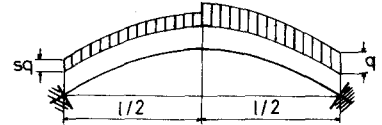


Fig. 1

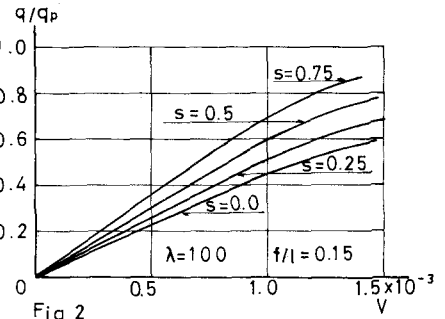


Fig. 2

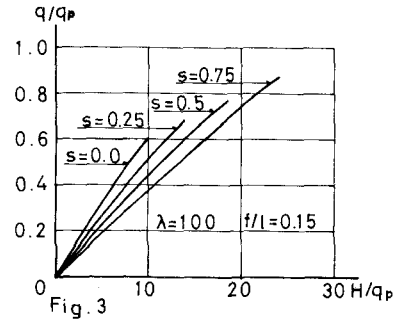


Fig. 3

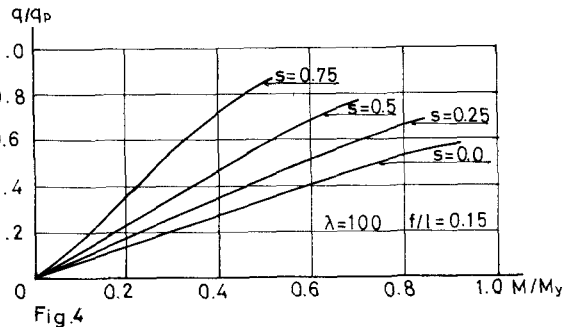


Fig. 4

少することがわかる。図-3は同じアーチについての荷重強度と水平反力との関係を示し、図-4も同じく荷重強度と曲げモーメントとの関係を示したものである。図-5は、崩壊時における最大変位のみを示す。全載等分布荷重に近づくに従って、崩壊時の最大変位が、細長比にかかわらずある値に近づくことが予想される。図-6は崩壊荷重強度と荷重パラメータとの関係を示したものである。全載等分布荷重に近づくに従い、固定アーチの耐えられる荷重は増加することがわかる。図-7は、崩壊荷重強度と細長比との関係を示したものである。図-6と同様に細長比が大きくなるに従い、半載等分布荷重に近づくにつれて崩壊荷重の減少する程度が大きいの、図-8は、崩壊荷重と弾性限界荷重 q_p と比と、荷重パラメータ s との関係を示す。崩壊荷重強度の絶対値は、全載等分布荷重に近づくにつれて増大するが、弾性限界荷重 q_p との比は、反対に全載等分布荷重に近づくにつれて低下するように考えられる。図-9は、細長比 $\lambda=100$ 、矩形断面のアーチの崩壊時の塑性域の分布を示したものである。全載等分布荷重に近づくにつれて、スプリングングを隔ち他の部分に塑性域が生じるにつれて、崩壊することがわかる。

4. 結論 1). 固定アーチにおいては、スプリングングが過大な応力を受けるので、変断面による合理的な部材断面とすべきは明らかである。2). 材料の降伏を考えると、全載等分布荷重より半載等分布荷重になるに従い、耐荷力は急激に低下する。3). 一般に細長比が大きくなるにつれて、耐荷力は減少する。4). 固定アーチにおいて、耐荷力は弾性限界荷重よりも常に大きい。これから研究課題は、一般の薄肉断面、あるいはそれとサンドイッチフランジ断面に理想化させて、計算を行うことが必要であると考えられる。

参考文献

- 1). S. Kuranishi, Ke-Wu. Lu: "Load Carrying Capacity of Two Hinged Steel Arches" 土木学会論文集 第204号 (1972.8)
- 2). T. V. Galambos "Structural Members and Frames"

