

II-11 鋼アーチの面内耐荷力について

熊本大学 正 〇 崎元達郎
 " 学 田上博
 " " 江藤一典

1) まえがき; 先に、著者らは、三次元骨組部材の初期たわみ線剛性マトリックスをたわみ表示で誘導し、これを増分的に解くことにより、変形の影響と材料の塑性化の影響を共に考慮して、三次元骨組構造物を解析する方法を発表した。^{1) 2)} この方法により、任意形状分布の残留たわみ、塑性領域の三次元的分布などを考慮して、任意形状断面からなる骨組の三次元的挙動や極限強度などを算定することができる。鋼アーチの耐荷力については、いくつかの報告があり、徐々に問題が解明されつつあるが、上記の解析法を用いて、鋼アーチの面内耐荷力に関する計算を行い、若干の結果を得たので報告する。以下に示す計算結果は、解析対象を、断面分割数 44、部材分割数 14 の直線部材で置き換え、分布荷重は、節点集中荷重に置き換えて行ったものである。増分荷重毎に Newton-Raphson 法による収束計算を行い、変位が発散する荷重をもって最大荷重とした。

2) 既往の研究結果との比較; 著者らの計算値の妥当性を検討するために、Kuranishi-Lu³⁾ と Harries⁴⁾ の計算結果との比較を図-1 に示す。解析例は、長方形断面を有する 2-ヒンジ放物線アーチが偏載分布荷重を受ける場合である。図-1 に用いた記号の内 $\bar{p}_p$ は起拱量が軸力により降伏する時の満載等分布荷重強度であり、次式で定義される。³⁾

$$\bar{p}_p = \frac{2 A \sigma_y}{L \sqrt{\frac{1}{16} \left(\frac{L}{4} \right)^2 + 1}} \quad (1)$$

また、Harries の結果は、拱頂の限界平均たわみ度と降伏たわみ度との比で整理されており、図-1 には、換算値を記入している。Harries の結果とは、細長比 $\lambda = 183$ でしか比較できないが、 $S = 0.5$ で入が大きい場合は、三者の結果は良く一致している。 $S = 0.99$ の場合、および入が小さい領域では、著者らの結果は、Kuranishi-Lu の結果よりも、大きくなる傾向を示す。比較値はいずれも文献 3), 4) の図より読み取ったものである。

3) 解析結果; 以下に図示する計算結果は、すべて、正方形箱型断面を有する放物線 2-ヒンジアーチに対するものであり、記号の意味は、図-1 の挿入図に示したものと同一である。以下に、考察を述べる。

a) たわみ性状; 図-2 は、偏載側 $\frac{1}{4}$ 点の荷重と

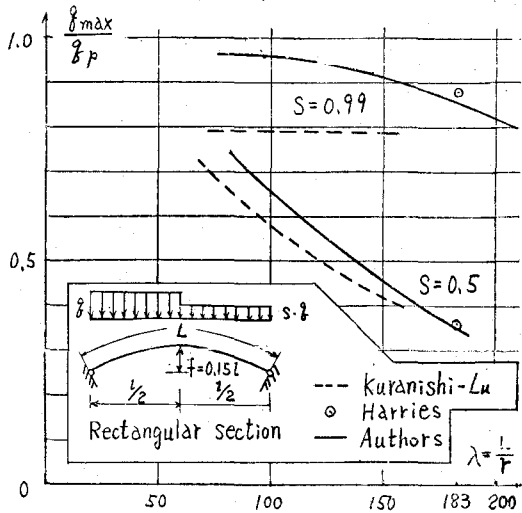


図-1 既往の解析結果との比較

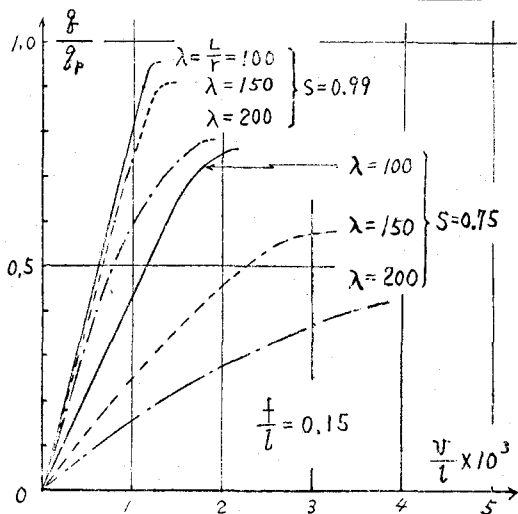


図-2 $\frac{1}{4}$ 点における荷重-たわみ曲線

たわみの関係を示している。図より、細長比入が大きくなるほど、また、荷重偏載の度合いが強いほどたわみ剛性が小さくなることが解る。特に、荷重偏載の影響によるたわみ剛性の低下が著しい。また、 $S=0.75$ の場合、最大たわみは $\frac{1}{600}$ 以上となり、入が200前後では、たわみ制限による使用限界も検討する必要があることを示唆している。

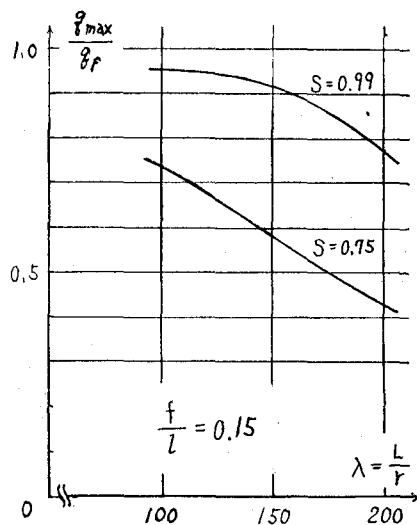


図-3 細長比と最大荷重強度

b) 細長比と強度； 図-3は、 $f/l=0.15$ の場合について、細長比入の変化にともなう最大荷重強度の変化を示したものである。入が大きいほど強度が低下するのは、細長いアーチでは、曲げの影響が大きいためたわみ易く、早期に塑性化をきたすためと考えられる。 $S=0.75$ という値は、死荷重満載、活荷重半載と考えた時の活荷重の死荷重に対する比になあすと0.33となる。実橋の設計荷重の P/w の値は、通常0.25前後と考えられるから、 $S=0.99 \sim 0.75$ が、実際に起り得る荷重偏載比と考えられる。

$S=0.75$ の場合は、 $S=0.99$ の場合にくらべて、 $\lambda=100$ で22%、 $\lambda=200$ で44%も強度が低下し、荷重偏載がアーチにとって致命的であることが理解される。

e) スパン・ライズ比と強度； 図-4は、スパン・ライズ比 f/l と最大荷重強度の関係を荷重偏載比 S をパラメータとして表わしたものである。 $S=0.0, 0.5$ の場合は、 f/l が小さいほど強度は増加するが、 $S=0.99$ の場合は逆に低下する。したがって、 f/l が小さいほど、偏載比 S の強度に及ぼす影響は小さい。いずれの S についても、 $f/l=0.15 \sim 0.20$ の間の強度変化より、 $f/l=0.1 \sim 0.15$ の間の強度変化が大きい。また、いずれの f/l についても、 $S=0.0 \sim 0.5$ の間の強度変化よりも、 $S=0.5 \sim 0.99$ の間の強度変化の方が著しいと言える。

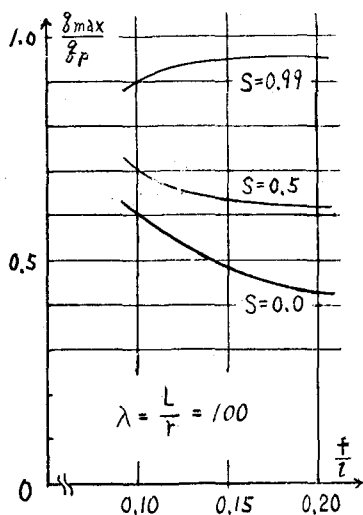


図-4 f/l と最大荷重強度

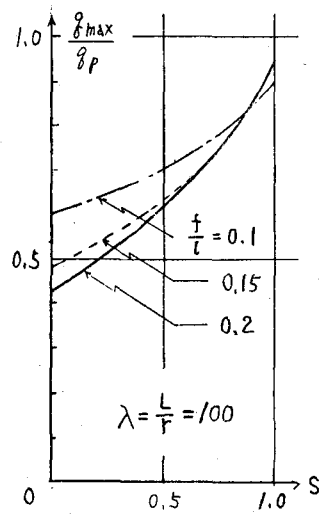


図-5 荷重偏載比と最大荷重強度

ても、 $S=0.0 \sim 0.5$ の間の強度変化よりも、 $S=0.5 \sim 0.99$ の間の強度変化の方が著しいと言える。

d) 荷重偏載比 S と強度； 図-5は、図-4をプロットしなおしたものであり、上記e)で述べたことが、別の視点から理解される。

4) あとがき； 軸力・曲げモーメントなどの断面力に関する結果、塑性域の分布図なども得られているが省略した。数値計算は、九州大学大型計算機センターのFACOM 270-75によった。

参考文献

- 1) 小松・崎元「三次元骨組の非線形解析」土木学会年次学術講演概要集 昭和50年10月(於:名工大)
- 2) Komatsu, S & Sakimoto, T. "Nonlinear Analysis of Spatial Frames..." Proc. of JSCE. (投稿中)
- 3) Kuranishi, S & L.W. Lu "Load Carrying Capacity of Two Hinged Steel Arches" Proc. of JSCE. No. 204, 1972
- 4) Harries, H. "Traglasten stählerner Zweigelenbögen ..." Der STAHLBAU 6/1970, 8/1970.