

IV-14 アーチの極限強度について

大阪大学工学部 正員 赤尾 親 助

アーチの極限強度に関しては、W, Swida,¹⁾ W, Prager²⁾等の理論的研究、並びに2, 3の実験的研究³⁾があるが、設計に応用するに至るには、尚、安定の問題、変形の影響等について、種々問題点を残している。著者は非対稱荷重状態に於けるアーチの安定に関する研究に関連して、2数アーチの終極強度についての実験を行い、之等の問題点に関し、2, 3の考察を行った。

1. Plastic hingeの形成される断面位置の軸力と曲げモーメント

I断面、もしくは開いた断面では、上又は下側の突縁が降伏した状態では、その剛性が著減するため、横変位を伴う曲げねじれによる局部座屈の影響を考慮せねばならない。図-1は軸力と曲げモーメントの作用する部材の安定範囲を、I断面(寸法は図-2に示す)の場合について、次の仮定の下に求めたものである。⁴⁾

- 材料の応力、歪はYôgokuの理想塑性に従う。
- 平面保持の仮定が成立する。
- Shanleyの概念に基づき、Entlastungの影響は考慮しない。
(降伏部分は曲げ、及びその剛性に寄与しない。)

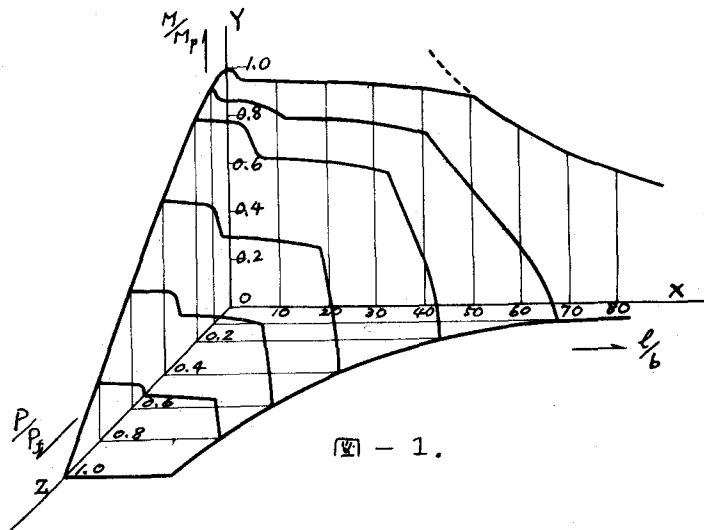


図-1.

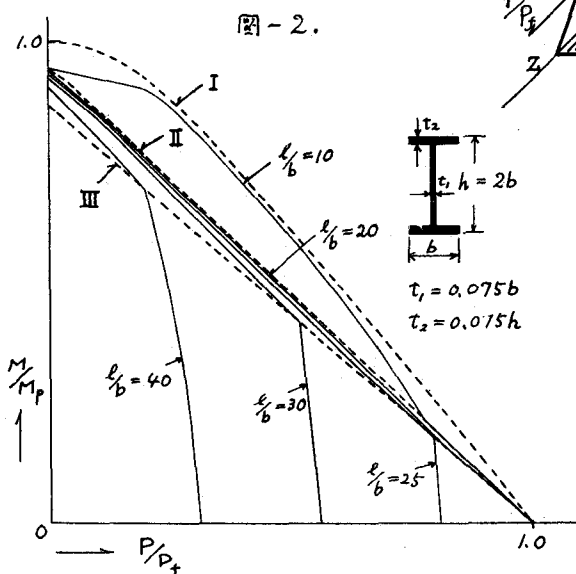


図-2.

図-1に於て、XY面の曲線は、両端に一定の曲げモーメントが作用する場合の安定限界⁵⁾を、XZ面のそれは軸圧縮のみの場合の安定限界を、又YZ面の曲線はFull plastic状態の軸力と曲げモーメントの関係を表はしている。よつて、Plastic hingeの形成される矢の安定限界は、 l/b に応じて、図-2の如く変る。

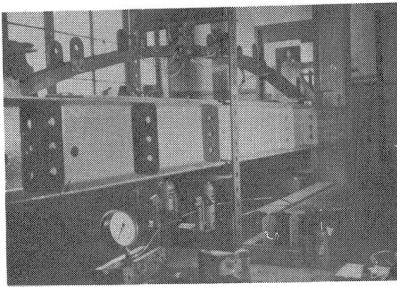
従つて、種方向に傾する部材の細長比が、かなり小さくとも、Full plastic状態(I線、図-2)の代りに一オの突縁が降伏した状態に於ける軸力と曲げモーメントの関係(直線、

図-2)を極限設計に適用するが、妥当であると承へられる。

2. 2 鉸アーチに於ける実験.

全長 3.20m $f/L = 0.8, 1.0, 1.4$ の 3 種類の供試アーチを当教室に設けた試験装置によつて荷重した。装置は、寫真-1 に示す如く、供試アーチは荷重台枠を介して、オイルヤツキによつて荷重される。供試アーチ断面は、製作を容易にし、且つ面外への変形を阻止する爲に、横方向の剛性加大となる様に、 $100 \times 50 \times 5$ を、その中立軸内側に内接する多角形となる如く加工して使用した。弾性域内の試験と異り、此種の試験は材料自体、加工過程、寸法その他の影響を受け易いので、困難でもあり、又それらの影響に基く誤差もかなり含まれることは或程度は避け難いが、結果の一部は表-1 の如くであつて、

変形の影響を無視した計算値に比べると、実験値は著しく低下しており、供試アーチの如き細長比の場合変形の影響を無視し得ないことを示している。



寫真-1

荷重	f/L 位置	計算値 kg	実験値 kg	f/L 位置	計算値 kg	実験値 kg
弾性限	$f/L = 0.8$	1,300	1,310	$f/L = 0.1$	1,326	1,345
1st Yield hinge	$\frac{L}{2}$ 位置	2,230	2,060	$\frac{L}{2}$ 位置	2,234	2,060
最大	荷重	3,465	2,410	荷重	3,500	2,560
弾性限	$f/L = 0.1$	1,044	1,085	$f/L = 0.14$	864	970
1st Yield hinge	$\frac{3}{8}L$ 位置	1,953	1,660	$\frac{L}{4}$ 位置	1,636	1,360
最大	荷重	2,562	1,860	荷重	2,160	1,610

表-1

又、荷重台下に最初に plastic hinge 形成される段階に至ると、ねじれに対する抵抗が著しく減すること加認

められる。この事は断面形、主横桁配置の関係如何により、1. に述べた考慮が必要であることを示すと共に、極限設計を適用しようとする場合、面内の変形の影響のみならず、さけられない偏心による曲げねじれの影響を考慮せねばならないことを示す。従つて、曲げねじれの影響の適正なる評価が爲し得る限りは、安全側として、最初の plastic hinge 出来る状態（アーチが静定構造となる状態）の荷重を以て、極限とみなすのが妥當であらう。最大荷重と最初の plastic hinge 形成時の荷重（変位、及び歪計測定箇所より推定値）との比は、変形を無視した理論値よりかなり小さく、而もこれは曲げねじれが生いない時、荷重を調整して、行つた試験により得られたものであることを考へれば、この比は実際上は更に小さくなることを予想されるからである。

- 1) W. Swida: Die Berechnung von Stählernen Bögen unter Berücksichtigung der Tragfähigkeitsreserve im elastisch-plastischen Zustand. Stahlbau 19, 17, 29 (1950) 20, 25, (1951)
- 2) E.T. Onat and W. Prager. Limit analysis of arches. J. Mech. phys. Solids 1, 77 (1952)
- 3) A.W. Hendry. The plastic design of two-pinned mild steel arch ribs. 外.
- 4) 関西支那橋梁学会 (昭32.11) 122-部発表.
- 5) この場合については A.R. Flint: The Stability and Strength of Stocky Beams. J. Mech. Phys. Solids 1 90 (1953)