

関東学院大学 正会員 増淵 文男
 〃 〃 鎌田 正義
 三和銅器株 〃 矢嶋 望

アーチ構造の主桁に荷重分配が可能な横桁を剛接した場合、格子構造として考えることが可能である。本報は3主桁の2ヒンジアーチ桁の模型実験を行ない、また曲げ及びねじり剛性を有する立体アーチの構造解析により、アーチライズ及び横桁断面形状、横桁本数の変化が各部材断面力に与える影響について研究した。

§1. 模型実験

アーチ模型供試体は3主桁とし、横桁は1本(Y11)、又は3本(Y3)からなり、曲げ格子剛度、ねじり格子剛度は一般の設計に用いられている標準的な数値を考慮し、支間長及び各部材断面寸法を定めた。また拱軸線の形はアーチ曲線式($y = \frac{4f}{l^2}(l-x)$)を用い、アーチライズ比によりアーチライズの異なる2種類の主桁を作製した。横桁には曲げ剛度を等しくした閉断面部材(I型断面[I])と閉断面部材(箱型断面[B])の2種類を使用し、主桁との連結はボルト接合によるものとした。実験方法は格点2(端主桁の1/4における格点)に1英集中載荷をし、電気抵抗銀ひずみ計によるひずみ測定から部材応力を求めた。

§2. 構造解析

部材断面力は変位変形法によるマトリックス構造解析によって求めた。この場合部材要素の剛性マトリックスの成分は節点変位で考えたとき、片端では3軸方向の各変位と3軸まわりの各回転角の6個で、両端合わせると12個からなる。ただし2ヒンジアーチ構造のため主桁両端の支座については支座部の部材要素の剛性マトリックスの片端(支座)の曲げモーメントの行と列(節点変位で考えたときはたわみ角を意味する)の剛性を低減させることで処理した。なお計算は本学電算センターFACOM 230-38βを使用した。

§3. 解析結果

荷重は端主桁における1/4の格点に1英集中載荷し、そのときの各部材の挙動について調べた。

図-2は荷重載荷点の主桁の応力とその隣接する格点

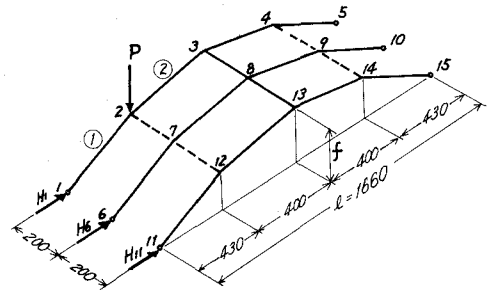


図-1. アーチ模型供試体

支間長	$l = 1660 \text{ mm}$				
横桁間隔	$a = 200 \text{ mm}$				
	A cm^2	$I_y \text{ cm}^4$	$I_z \text{ cm}^4$	$J_T \text{ cm}^3$	形状
主桁(M)	5.52	28.06	21.62	12.99	U
横桁(B)	1.98	4.28	2.03	4.20	□
横桁(I)	1.69	4.28	0.96	0.02	I
材質 SS41 $E = 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ $G = 0.8 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$					
曲げ格子剛度 $Z = 10.90$					
ねじり格子剛度 $Z_T = 0.90$					

表-1. 供試体諸数値

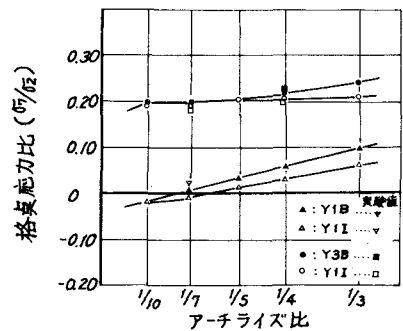


図-2-a 応力比とライズ比の関係

の応力比とアーチライズ比(以下ライズ比と書く)の関係を示したものである。横折への影響については図より、横折本数が多くなるにつれて荷重分配効果が増加することかわかり、3本横折の場合はライズ比が $\frac{1}{4}$ 以上になるとほぼ0.2という一定の値を示す。しかしb図の主桁間における荷重分配はライズ比が $\frac{1}{4}$ 以上になると逆符号(つまり圧縮応力として)約0.3(30%)で一定となっている。

図-3は載荷された主桁の載荷点隣接の支点における水平反力(H_1)及び他の主桁の水平反力(H_2), (H_3)とライズ比の関係を示したものである。そして横折断面形状は閉断面の場合のみとし、横折本数1本及び3本の場合の違いを示した。載荷された主桁の水平反力(H_1)においてはアーチ構造の特長である、ライズ比が大きくなるに従い水平反力は減少する関係が表われている。また他の主桁の反力についてもこの関係は同様である。しかし載荷されていない端主桁の反力(H_3)はライズ比が $\frac{1}{4}$ 以下になると負の反力(引張力)の変化が大きくなり、特に横折3本の場合はその傾向が強く表われている。

図-4は主桁のねじりモーメントについて調べたもので、横折1本の場合、載荷点($\frac{1}{4}$)には横折がないため(このとき横折は $\frac{1}{2}$ のみに設けている)、ライズ比の変化とそれによるねじりモーメントの影響を示していることになる。横折3本の場合にはねじりモーメントの絶対値はライズ比 $\frac{1}{6}$ 附近を境に、ライズ比が小さいときは支点と載荷点を結ぶ部材①にねじりモーメントの最大値が生じ(横折3本の場合、ライズ比 $\frac{1}{6}$ で $M_{10} = 1.20$, $M_{12} = 0.34$)、ライズ比が大きくなると載荷点と $\frac{1}{2}$ とを結ぶ部材②にねじりモーメントの最大値が移り(横折3本の場合、ライズ比 $\frac{1}{3}$ で $M_{10} = 0.67$, $M_{12} = 0.92$)、そしてライズ比の増加に従い、ねじりモーメントも大きく増加していく。

横折断面形状の違いについて検討すると、格点応力比とライズ比との関係(図-2.a)において、箱型断面の方がI型断面に比べて荷重分配の効果が良好であり、ライズ比が大きくなるに従いは、きり表われてくる。

§4. まとめ

アーチ模型供試体において端主桁上の格点②に1点集中載荷を行なったときの部材の挙動を、格子構造の立体アーチとして実験及び構造解析を行なった結果、格点応力比、支点水平反力ならびにねじりモーメントの関係から、アーチライズ比は $\frac{1}{4}$ の場合か、とも荷重分配が良好に行なわれるようである。

§5. 参考文献

鎌田・増淵・矢嶋: 振れを考慮した格子桁の挙動について

昭和53年度、関東学院大学工学部講演論文集 PP29-30

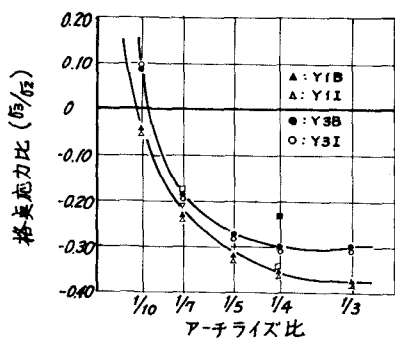


図-2.b 応力比とライズ比の関係

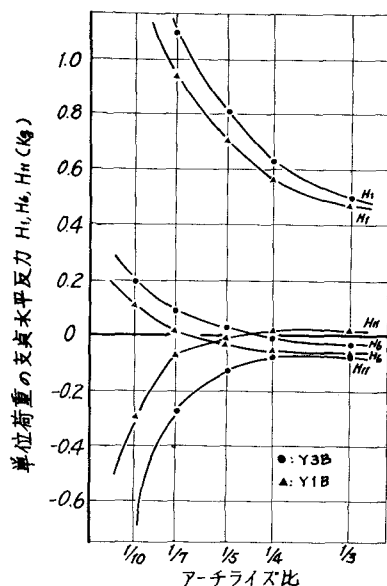


図-3. 水平反力とライズ比の関係

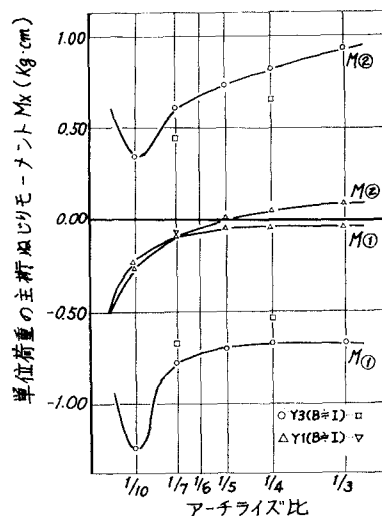


図-4. ねじりモーメントとライズ比の関係