

九州大学・工 正員 今井 富士夫

九州大学・工 正員 太田 俊昭

1. まえがき

円弧格子橋の崩壊性状は、部材の断面性状、中心角、横桁本数ならびに主桁間隔とスパンの比などによって複雑に変化する。これらの諸要因に対する崩壊性状についての研究としては三上・米沢²⁾の終局耐力およびその崩壊形式に関するものがあるが、塑性変形まで含めた系統的研究はいまだ十分ではないようである。

そこで、ここでは、2本の円断面円弧主桁と多横桁から成る円弧格子橋について、先に提案した円弧格子橋の極限解析法²⁾を用いて、上記の諸要因に対する塑性挙動を追跡し、崩壊形式は終局耐力および崩壊時の変形について考察を行うものである。なお、解析理論については先に発表済みであり、ここでは説明を省略する。

2. 解析モデルおよび解析パラメーターについて

解析モデルは、図-1に示す2円弧主桁と n 横桁から成る円弧格子橋の主桁中央部に単一集中荷重が漸増載荷する場合を想定した。

さらに、支承条件は、曲げに対しては単純支持、ねじりに対しては固定支持とした。

次に、橋の断面性状に関する仮定を列記する。

1) 主桁の断面は、薄肉箱形断面とし、その降伏条件式はJ. Heyman³⁾が導いた $M^2 + \frac{1}{4}T^2 = M_p^2$ を採用し、また、曲げ剛性とねじり剛性との関係は、「鋼橋・設計編Ⅱ」を参考にして $EI/GJ = 1.736$ とした。

2) 横桁の断面は円断面とした。

3) 各桁の全塑性曲げモーメントと曲げ剛性の比は一定とした。

以上のような解析モデルと各諸元の仮定のもとで、崩壊性状に影響を与えると思われる各種のパラメーターは次に示すような5つのパラメーターが考えられる。

i) $i = M_{p2}/M_{p1} = (EI)_2/(EI)_1$ (i : 横桁と外主桁の全塑性曲げモーメントの比、すなわち、仮定3) からも、横桁と外主桁の曲げ剛性の比), ii) $j = M_{p2}/M_{p1} = (EI)_2/(EI)_1$ (j : 内主桁と外主桁の全塑性曲げモーメントならびに曲げ剛性の比), iii) $Q = l_0/a$ (Q : 主桁間中央スパン長と主桁間隔), iv) $\psi_0 = 2\psi$ (ψ : 円弧中心角), v) n : 横桁本数

以上の解析パラメーターの変化に対する塑性挙動を追跡し、崩壊形式、終局耐力および崩壊時の変形に関する相関性について考察を行うものである。

なお、基本モデルとしては、 $i = 0.4$, $j = 0.7$, $Q = 4$, $\psi_0 = 15^\circ$ のものとし、横桁本数については、いずれのパラメーターの変化についても $n = 1, 3, 5, 7$ 本の4ケースについて解析を行うことにした。

3. 解析例および考察

紙面の都合上、ここでは解析パラメーターのうち、i) の横桁と外主桁の全塑性曲げモーメントの比 i を変化させた場合についてのみ考察を行うことにした。

この時、他のパラメーターについては、基本モデルの諸値を使用している。

本解析例では、図-2に示すような大別して2つの崩壊形式が現われた。このうち、A' は、1本横桁の場合にのみ生じた崩壊形式である。

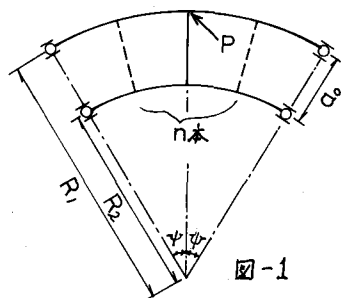


図-3は、3本横桁の場合の荷重と載荷点つまり外桁中央部の鉛直たわみの関係を示したものである。ここで縦軸の荷重は、 $\bar{P} = PR_1/M_{p1}$ 、横軸の鉛直たわみは、 $\bar{\delta} = \delta \cdot (EI_1)/(M_{p1} R_1^2)$ と各々無次元量となっている。

図から判るように、終局耐力に就いては、 $i = 0.2$ の場合で $\bar{P} = 12.7$ 、他の場合ではすべて $\bar{P} = 12.6$ となっており、全体的にはほとんど差異が生じていない。しかしながら、崩壊時のたわみについては、 $i = 0.4 \sim 1.0$ では、 $i = 1.0$ の $\bar{\delta}_u$ に対して、0.5~4%の差異しか生じていないのに、 $i = 0.2$ では、37%も大きくなっている。

これは、崩壊形式の違いによるものであり、その崩壊形式は、 $i = 0.2$ では図-2のAの形式を示し、他の場合にはすべてBの形式を示した。

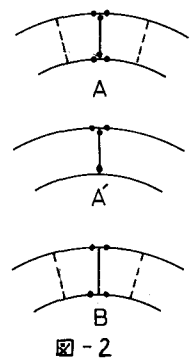


図-2

図-4, 5は、横桁本数 $n = 1, 3, 5, 7$ 本に対するパラメーター i による終局耐力および崩壊時のたわみの変化を示したものである。なお、図中の縦軸の $\bar{P}_u$ 、 $\bar{\delta}_u$ は、円弧格子桁の終局耐力および崩壊時のたわみと、それぞれ主桁向中央の半径を有する単一円弧桁（断面形状は外桁のものと同値）のそれと無次元化したものである。また、図中のA, A', Bは、その時の崩壊形式を示したものであり、 $i \geq 0.4$ では、横桁の本数の如何を問わず、すべてBの形式となった。

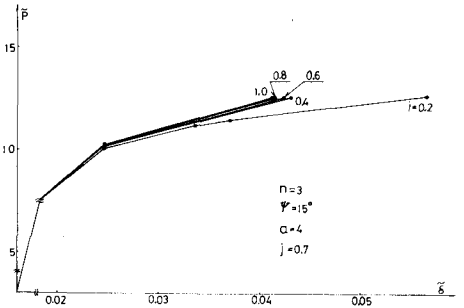


図-3

図-4, 5より、 $i \geq 0.4$ では、終局耐力は横桁本数の如何を問わず一致しており、崩壊時のたわみもこの増減や横桁本数の変化によって多少は差異が生じているがほぼ一致している。

これは、塑性ヒンジが主桁のみに発生するためであり、この時の終局耐力および崩壊時のたわみは、無次元化に用いた単一円弧桁の M_p を外、内主桁の M_p の総和としたとき、つまり、 $M_{p0} = M_{p1} + M_{p2}$ の場合のそれとほぼ一致する。（その誤差は2%以内である。）

しかしながら、塑性ヒンジが横桁にも生じる崩壊形式（A, A'形式）については、A'形式の一本横桁の場合には崩壊時のたわみはB形式に比べ減少しているが、終局耐力も大きく減少している。

また、 $n \geq 3$ の場合では、終局耐力はほぼ一致するが、崩壊時のたわみは、B形式よりも増大し、横桁剛性も大きな要因となっている。

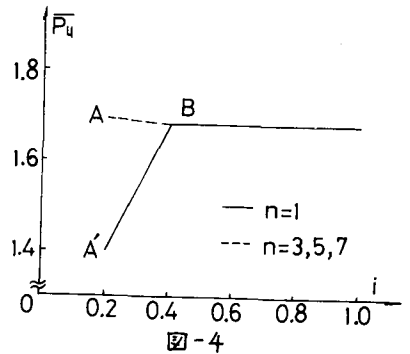


図-4

以上のことから、本例においては $i \geq 0.4$ であれば横桁は一本で十分であると云える。

ここでは、パラメーター i の影響についてのみ示したが、他のパラメーターについては、講演時に発表する。

<参考文献>

- 1) 三上・米沢；第23回年次学術講演会，昭和43年
- 2) 今井・太田・寺本；第31回年次学術講演会，昭和51年
- 3) J. Heyman；Journal of Applied Mechanics，1951

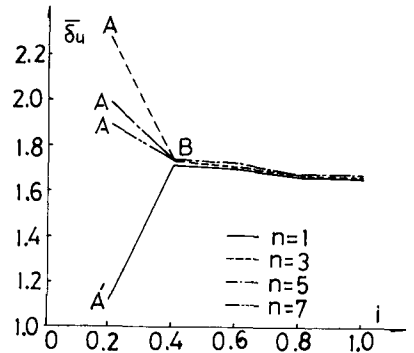


図-5