

I - 136

曲線格子桁橋の塑性崩壊荷重
に与える横構の効果

北海道大学工学部 正員 林川 俊郎
 (株)鹿島建設 正員 栗田 公雅
 北海道大学工学部 正員 平沢 秀之
 北海道大学工学部 正員 佐藤 浩一

1. まえがき

近年、曲線格子桁橋は地形および自然環境との調和を配慮し道路線形設計上から数多く用いられるようになってきている。しかし、薄肉断面部材で構成された曲線格子桁橋は、曲げモーメントやねじりモーメントとともに曲げねじりモーメントを同時に受けるためその応力分布状態は複雑である。曲線格子桁橋の合理的な設計を行うためには、構造系全体の崩壊荷重の評価が重要である。これに関しては曲線格子桁の塑性解析法を提案した林川¹⁾や、球状降伏関数の妥当性を示した渡辺ら²⁾や、曲線 I 形断面の降伏関数について検討した今井ら³⁾の研究がある。しかし、曲線格子桁橋の塑性崩壊荷重に与える横構の効果に関する研究はまだ数少ない。そこで、本研究は曲げねじり変形を考慮した曲線格子桁の剛性マトリックスを用い⁴⁾、座屈や引張降伏を考慮した横構が塑性崩壊荷重に与える影響について考察する。

2. 数値計算例

数値計算例には実在橋の断面諸元を参考にした。その曲線格子桁橋の形状は4本の曲線主桁と5本の直線横構および横構より構成されている。支間長は中央部で30m、曲率半径100m、主桁間隔2.2mであり、曲率半径の大きい外桁より主桁A、B、C、Dとした。

主桁と横構に用いた部材はI形断面で材質はSM520Bである。横構に用いた部材は等辺山形鋼で材質はSM400である。横構の剛性の差異が、塑性崩壊荷重に与える影響について調べるために横構がない場合をType-Iとし、主桁の断面2次モーメントに対して約10%、15%、20%に対応する横構を配置した場合をそれぞれType-II、Type-III、Type-IVとする4タイプについて比較検討した。

3. 塑性崩壊荷重

図-1は主桁A中央点に集中荷重が載荷した時の主桁A中央点の荷重-たわみ曲線であり4タイプの横構について比較したものである。図-2、3、4は主桁B、C、D中央点に集中荷重が載荷した時の各主桁中央点の荷重-たわみ曲線である。

右図からわかるように、横構のないType-Iはいずれの場合も他のタイプより塑性崩壊荷重が小さい。また、主桁Cに載荷した場合を除くと横構の断面寸法が大きいタイプほど塑性崩壊荷重が増している。主桁Cに載荷した場合の部材の降伏は曲げモーメントのみが支配的であると考えられる。そのため崩壊荷重は他の主桁の載荷状態より大きくなっている。この場合横構は曲線格子桁橋全体の曲げ変形に対して影響が少ないものと考えられ、横構の有無は塑性崩壊荷重に影響するが、横構の剛性の差異はあまり影響がないと思わ

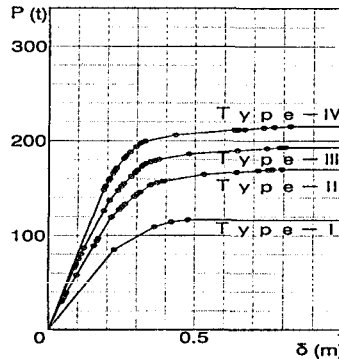


図-1 主桁A

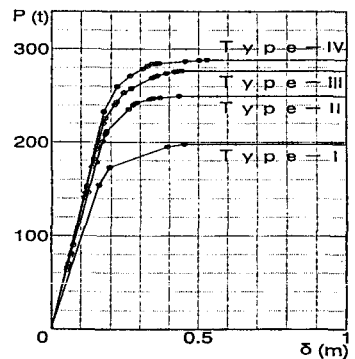


図-2 主桁B

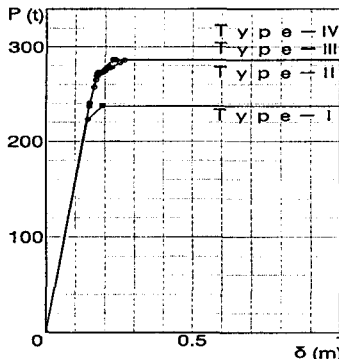


図-3 主桁C

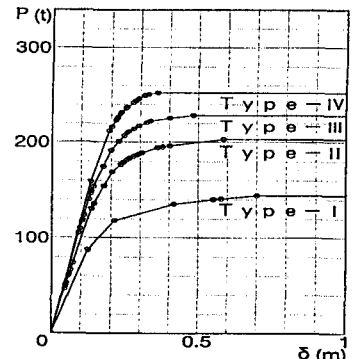


図-4 主桁D

れる。主桁や横桁に塑性ヒンジが発生すると、荷重-たわみ曲線は急に折れる傾向にあり、横構が座屈または引張降伏した場合には荷重-たわみ曲線はほとんど直線的である。この主たる原因は、曲線格子桁橋全体の剛性の低下が主桁や横桁の塑性化に依存しているためと思われる。

4. 崩壊機構と相関曲面

図-5は主桁A中央点に、図-6は主桁C中央点に集中荷重が載荷した場合の、Type-IIに関する崩壊機構と相関曲面である。崩壊機構の図中の数字は塑性ヒンジや座屈および引張降伏が発生した順番を表し、図中の記号は○が塑性ヒンジを、□が上横構の座屈を、■が下横構の座屈を、△が上横構の引張降伏を、▲が下横構の引張降伏を表している。

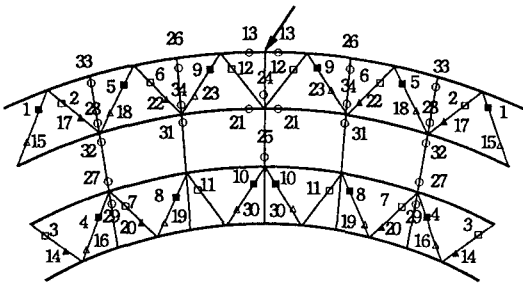


図-5 崩壊機構と相関曲面(主桁A)

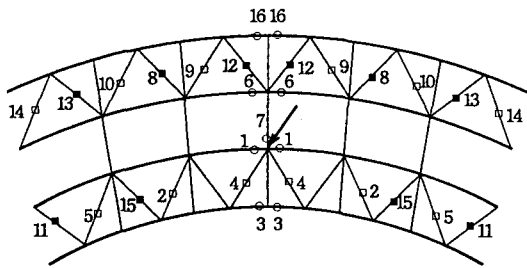
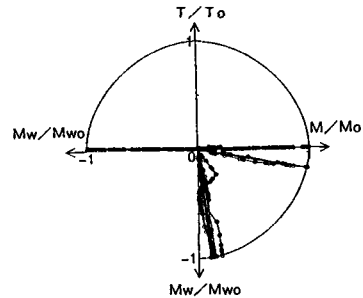
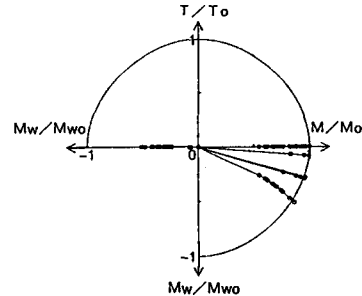


図-6 崩壊機構と相関曲面(主桁C)



崩壊機構についてみると、主桁Aに載荷した場合は支点部付近の横構から順に座屈して、次に同じく支点部付近から順に引張降伏する傾向にある。ほとんど全ての横構が座屈および引張降伏してから主桁や横桁に塑性ヒンジが発生する。主桁Cに載荷した場合は主桁に第1塑性ヒンジが発生し、その後横構が座屈する傾向がある。次に相関曲面についてみると、主桁Aに載荷した場合主桁は曲げモーメントが、横桁は曲げねじりモーメントが支配的な状態で塑性ヒンジが発生している。主桁Cに載荷した場合、ほとんど曲げモーメントが支配的な状態で塑性ヒンジが発生していることがわかる。しかし、いずれの場合においてもSt. Venantのねじりモーメントの影響は小さい。

5. あとがき

本研究は、曲げねじり変形を考慮した曲線格子桁の剛性マトリックスを用い、座屈や引張降伏を考慮した横構が塑性崩壊荷重に与える影響について検討した。主桁Aに偏心荷重が作用した場合、横構の断面寸法が大きくなるにつれて、塑性崩壊荷重が大きくなる傾向がある。一方、主桁Cに集中荷重が作用した場合、横構の有無は塑性崩壊荷重に影響するが、断面寸法の差異はあまり影響しないことがわかる。一般的に、横構は二次部材として取り扱われるが、曲線格子桁橋の塑性崩壊荷重にはかなり効果があることがわかった。

(参考文献)

- 1) 林川 俊郎: 曲線格子桁の塑性崩壊荷重の計算法と実験、構造工学論文集、第39号、pp. 1121-1134, 1993.
- 2) 渡辺 昇・林川 俊郎・岡田 泰三: 薄肉I形断面をもつ曲線格子桁の弾塑性解析に関する研究、北海道大学工学部研究報告、第126号、pp. 1-14, 1985.
- 3) 今井 富士夫・太田 俊昭: 曲線I形部材の降伏関数に関する考察、土木学会論文報告集、第380号、pp. 349-354, 1987.
- 4) 渡辺 昇・稼農 知徳・藤井 裕司: 曲げねじり剛性をもった曲線桁橋の剛性マトリックス法による解析、土木学会論文報告集、第218号、pp. 1-8, 1973.