

九大・工 〇 今井富士夫

九大・工 太田 俊昭

1. まえがき

著者らは、これまで増増荷重を受ける曲線橋の塑性解析を行い、曲線橋の幾何学的構造特性や断面性状による耐力や非線形特性の影響について明らかにしてきた。¹⁾しかし、実際の構造物では地震荷重や風荷重あるいは、車輛による移動荷重など動的に荷重が作用する場合、すなわち広義の変動荷重を受ける場合が多く、このような場合には、静的に荷重が作用する場合の崩壊荷重とは異なった大きさの荷重で崩壊することがありうる。

一般に、弾性限度を越える片振りくり返し荷重が作用するときの構造物の応答には、(i) 増増塑性崩壊と(ii) 変形硬化の2種類が考えられる。

そこで、ここでは、曲線橋に片振りくり返し荷重が作用した場合の塑性解析を行い、増増塑性変形や変形硬化の挙動経路、および変形硬化荷重を解明するとともに、この変形硬化荷重と増増荷重下での耐力力との比較を行った。

なお、本解析に用いた理論は、曲線部材形状を忠実に考慮しうる変位法に逐次塑性条件を導入する荷重増分法を用い、さらに塑性判別パラメータを導入することにより塑性ヒンジの発生や消滅毎に演算過程において行列の次数や配列を変化させることなく、全く機械的に崩壊形式の変化や荷重の変動を追跡把握しうる特色を有するものである。本理論は、すでに発表済みのためここでは割愛する。

2. 解析モデルおよび載荷条件

図-1に示すように、2連続曲線橋に集中荷重 P_1, P_2 が次のような載荷方法で交互に作用する場合も考える。

(1) 点B, Dに同時に集中荷重 P を $P_1 = 0 \rightarrow P \rightarrow 0$ と作用させる。

(2) 点Bだけに(1)と同様に $P_2 = 0 \rightarrow P \rightarrow 0$ と作用させる。

(1) $\rightarrow$ (2)の順序で、これを1 cycleとして載荷と除荷をくり返す。

また、その載荷点は、本解析モデルが増増集中荷重を受けた場合に最小耐力力が与えられる点とした。この載荷位置は、米沢・三上⁽²⁾によって1スパン中心角 ψ_0 と載荷点と中間支点間の角 β で、図-2のように与えられている。

また、解析モデルとしては、その影響が比較的無視できる一様な箱形断面を有する曲線橋とし、その降伏条件として、 $(M/M_p)^2 + (T/T_p)^2 - 1 = 0$ を採用した。

3. 解析結果および考察

図-3~5は、それぞれ、くり返し荷重の最大値 P_{max} が、(a) $11.1 M_p/R$ 、

(b) $9.70 M_p/R$ および (c) $9.55 M_p/R$ の場合の荷重-B点たわみ曲線である。なお、 $\psi_0 = 30^\circ$ である。

図中、 R は半径、 T_p, M_p はそれぞれ部材の完全塑性ねじりおよび曲げモーメント、 EI, GJ は部材の曲げおよびねじり剛性である。また、その断面値として、 T_p/M_p は、理想形薄肉箱形断面として 1.155 ³⁾、 EI/GJ は通常の箱形断面の値として 2.0 を選んだ。

図-3は、最大荷重を増増荷重下での耐力力としたものであるが、図より、第1 cycleの(1)の載荷時には、

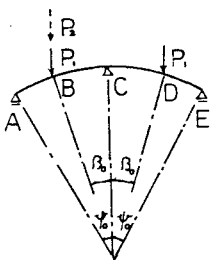


図-1

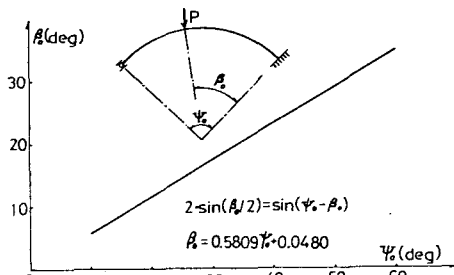


図-2

$P_1 = 10.7 \text{ } M_p/R$ で初期ヒンジが発生しているが、残留モーメントの影響により、第1 cycle の (2) 以降は、そのヒンジの発生荷重値が、第1 cycle 以降の (2) の載荷時においては、 $P_2 = 9.0 \text{ } M_p/R$ に低下し、第2 cycle 以降の (1) の載荷時には、 $P_1 = 5.4 \text{ } M_p/R$ と著しく低下している。また、その永久変形も各 cycle 毎に大きくなっており、漸増塑性崩壊しているのが判る。

また、図-4は、図-3の最大荷重を低下させたものである。図より、第1 cycle の (1) の載荷時には、ヒンジは発生せず、そのため、第1 cycle の (2) の載荷時に $P_2 = 9.1 \text{ } M_p/R$ で初期ヒンジが発生し、第2 cycle 以降のヒンジの発生は、(1) の載荷時には、 $P_1 = 9.1 \text{ } M_p/R$ となっているが、(2) の載荷時には、 $P_2 = 9.5 \text{ } M_p/R$ と第1 cycle と比較して増加している。

しかしながら、その永久変形は、図-3と同様に各 cycle 毎に増大している。

図-5は、最大荷重をさらに小さく $9.55 \text{ } M_p/R$ としたものであるが、図より、第1 cycle の (2) の載荷時の $P_2 = 9.1 \text{ } M_p/R$ で初期ヒンジが発生するが、第2 cycle 以降には、(1)、(2)ともにヒンジは発生せず、そのため永久変形は増加せず変形硬化している。

図-6は、変形硬化荷重 (P_c) と新增荷重下の耐荷力 (P_u) をそれぞれ同一条件の直線荷の変形硬化荷重 (P_s) と耐荷力 (P_u) との比で $\psi_0 = 10^\circ \sim 40^\circ$ について示したものである。

図より、変形硬化荷重比および耐荷力比は、 ψ_0 の増加に対して低減し、また、変形硬化荷重比は、耐荷力比と比較して ψ_0 の影響が大きいことが判る。

〈参考文献〉

- 1) 今井・太田；第30回応用力学連合講演論文抄録集，1980
- 2) 末沢・三上；京大工業教員養成所研究報告，第4号，1968
- 3) Heyman, J. ; Jour. of Applied Mechanics, 1951

