

名古屋大 正員 福本 博
金沢大 O正員 吉田 博

円弧アーチに弾性限を超えた繰返し移動荷重が作用した場合のアーチの変形硬化荷重、変番塑性荷重を理論的に求め、単純塑性理論による崩壊メカニズムをもとにして求めた崩壊荷重との比較検討を行なった。移動荷重列としては、鋼道路橋設計示方書に規定されているような単一集中荷重、任意の長さにとつて載荷される等分布活荷重、アーチ全体にとつて載荷される等分布死荷重よりなる任意の組合せ荷重を考えた。図-1のようなI型断面が曲げモーメントM

, 軸方向力Nを受けるときの、塑性ヒンジ形成のための降伏条件式は、 A_f/A_w , d/d_w をパラメーターとして次式のように表わすことができる。

$$M/M_p = 1.00 - k(N/N_g)^2, \quad 0 \leq N/N_g \leq \frac{1}{1 + (A_f/A_w)} \quad (1)$$

$$M/M_p = k' \{1.00 - (N/N_g)\}, \quad \frac{1}{1 + (A_f/A_w)} \leq N/N_g \leq 1.00 \quad (2)$$

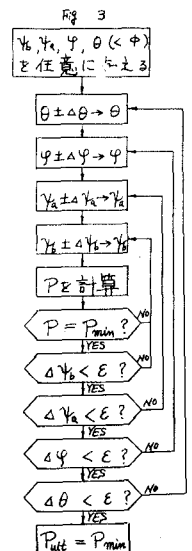
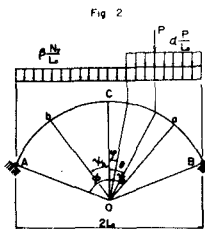
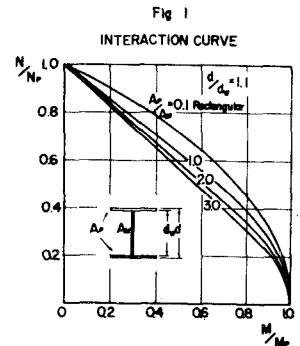
ただし, $k = \frac{\{(A_f/A_w) + 1\}^2}{\{(d/d_w) + 1\}(A_f/A_w) + 1}$, $k' = \frac{\{(d/d_w) + 1\}\{(A_f/A_w) + 1\}}{\{(d/d_w) + 1\}(A_f/A_w) + 1}$

ここに, M_p = 全塑性モーメント, $N_g = A \sigma_y$, $A = A_f + A_w$,
 A_f = フランジ断面積, A_w = ウェブ断面積, d = 断面の高さ,
 d_w = ウェブ高さ

図-1は $d/d_w = 1.1$ のときの $A_f/A_w = 0.1$ すなわち矩形断面, $A_f/A_w = 1.0, 2.0, 3.0$ のMとNの相関曲線を式(1)および(2)により求めたものである。

(1)崩壊荷重 図-2の荷重状態での塑性ヒンジの位置をa点, b点と仮定する。a点およびb点の曲げモーメントと M_a, M_b , 軸方向力と N_a, N_b とすると, それらはA支点反力R, およびその水平となす角 θ の函数として表わすことができる。また, a点およびb点で塑性ヒンジが生ずるためには(1)式または(2)式を満足しなければならない。したがって M_a, M_b, N_a, N_b と(1)式または(2)式に代入することにより, Rおよび θ を決定することができる。これよりPを求めることができる。崩壊荷重はPの最小値として得られるが, a点およびb点と仮定し, また任意の組合せ荷重を考慮に入れ, 図-3に示すようなFlow Chartにより繰返し計算を行う。

(2)変形硬化荷重 図-4に示す荷重状態によって生ずるa点の弾性曲げモーメントと M_a , 軸方向力と N_a とし, 図-5の荷重状態によるb点の弾性曲げモーメントと M_b , 軸方向力と N_b とし, さらに残留変形によって生ずる反力は図-6のごとく水平反力のみであり, それによるa点, b点の曲げモーメントと M_{ra}, M_{rb} とし, 軸方向力と T_{ra}, T_{rb} とすると, アーチが変形硬化するためには



$$T = T_a + T_{Ra} \quad \text{および} \quad T = T_b + T_{Rb}$$

③に当り、荷重 図-2 の荷重状態で断面aに最大抵抗力が生じたとし、その値を $R_{max}(min)$ とする。
④に当り、荷重が左に移動した時、断面aに生ずる最大抵抗力を $R_{min}(max)$ とすると

・ σ_1 は断面 σ で変形塑性崩壊する。断面 σ での σ と τ のときの ρ の最小値が変形塑性荷重 P となる。

図-9は $\alpha = 0$ 、 $\beta = 0$ すなわち、単一集中荷重のみが通過した場合の崩壊荷重および変形硬化荷重を示したものであり、図-9は文番塑性荷重を示したものである。これらの図で横軸に $\phi = 10^\circ \sim 90^\circ$ ととり、 $d/L = 0.01, 0.025, 0.05$ 、 $A_p/A_w = 0.1, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0$ とパラメータとしてある。図からわかるように $\phi = 10^\circ$ では変形硬化荷重は崩壊荷重の96~98%の間にあり、 $\phi = 90^\circ$ では99.7%以上である。 $\phi = 30^\circ \sim 40^\circ$ では96~97%の間にありその割合は最小である。塑性ヒンジ形成時のアーチ断面の中立軸がウェブ内にあるときは、概して文番塑性荷重は崩壊荷重より小さく、中立軸がフラッシュ内にある場合は崩壊荷重より大きいということがでるようである。

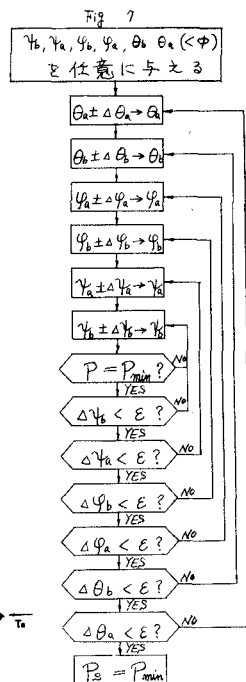
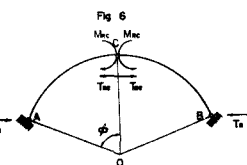
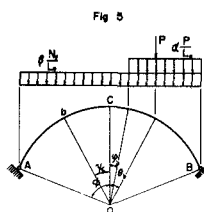
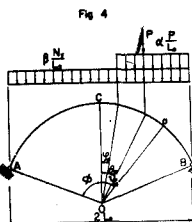


Fig. 8
ULTIMATE LOAD AND SHAKE DOWN LOAD

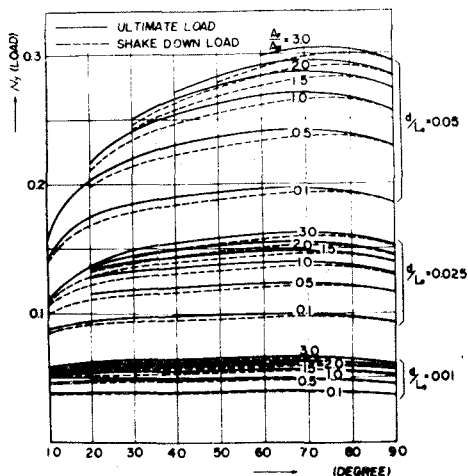


Fig 9
ALTERNATIVE PLASTICITY LOAD

