

アーチのたわみ安定性について(才 2 報)

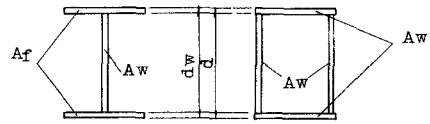
福本 秀士 吉 田 博

円弧アーチに弾性限をこえた単一集中荷重が繰返し作用する場合の，アーチの変形硬化荷重，文番塑性荷重と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の比較検討は，すでに報告した¹⁾，²⁾

本報告は，弾性限をこえ繰返し作用する単一集中荷重のほかに死荷重が作用した場合の，それらの関係についてのべる。

Fig - 1

図-1のようなI型，または，箱型断面の部材が曲げモーメントM，軸方向力Nを受ける場合の降伏条件式は，ウェブ内に中立軸ある場合は，



$$M/M_p = 1.00 - k \left(\frac{N}{N_y} \right)^2 \quad 0 \leq \frac{N}{N_y} \leq \frac{1}{1 + (A_F/A_W)}$$

フランジ内に中立軸のある場合は，

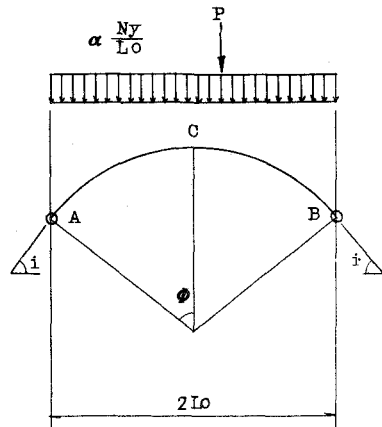
$$\frac{M}{M_p} = k' \left\{ 1.00 - \left(\frac{N}{N_y} \right) \right\} \quad \frac{1}{1 + (A_F/A_W)} \leq \frac{N}{N_y} \leq 1.00$$

$$\text{ただし, } k = \frac{\{(A_F/A_W + 1)\}^2}{\{(d/d_w) + 1\} \times (A_F/A_W) + 1} \quad k' = \frac{\{(d/d_w) + 1\} \{(A_F/A_W) + 1\}}{\{(d/d_w) + 1\} (A_F/A_W) + 1}$$

で示される。ここに， M_p ＝全塑性モーメント， $N_y = A_y$ ， $A = A_F + A_W$ ， 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 ＝ウェブの高さ，である。

図-2のように，等分布死荷重と単一集中荷重をうける場合の崩壊荷重は，次のように求められる。任意の位置に仮定した2つの塑性ヒンジでの曲げモーメントと軸方向力が降伏条件式を満足しなければならず，これより崩壊荷重を求めることができる。しかし，この場合の曲げモー

Fig - 2



メント分布，軸方向力分布は，必ずしも，静的許容条件を満足しない。したがって，他の位置に塑性ヒンジを仮定して求めた荷重の最も小さい値が真の崩壊荷重である。

また，変形硬化荷重も，同様に，任意に仮定した位置での2つの塑性ヒンジでの弾性曲げモーメントと残留曲げモーメントの和と弾性軸方向力と残留軸方向力の和は，降伏条件式を満足せねばならず，これより，変形硬化荷重を求めることができる。しかし，この場合の弾性曲げモーメントと残留曲げモーメントの和，および，弾性軸方向力と残留軸方向力は，静的許容条件を満足しない。したがって，他の位置に塑性ヒンジを仮定して求めた荷重の最も小さい値が真の変形硬化荷重である。

図-3は，このようにして求めた単一集中荷重と等分布死荷重による崩壊荷重と変形硬化荷重を示す。

単一集中荷重，および，単一集中荷重と等分布死荷重の組合せ荷重によるアーチの崩壊荷重，変形硬化荷重および交番塑性荷重の計算結果より，次のことが言える。

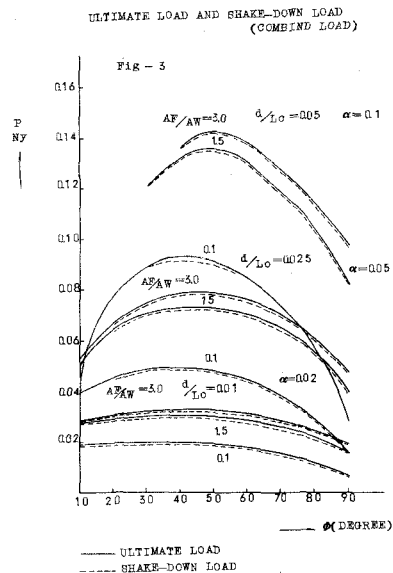
① 変形硬化荷重は崩壊荷重の約96%より下さくすることはない。等分布死荷重が増大すれば，さらに，その割合は大きくなる。

② 交番塑性荷重は，単一集中荷重のみによる崩壊荷重，変形硬

化荷重より小さいが，交番塑性荷重は等分布死荷重によりその値は変化しないから，一般の構造物で考えられる等分布死荷重を含めた組合せ荷重による崩壊荷重，変形硬化荷重よりはるかに大きい。

③ 軸方向力を無視して計算した崩壊荷重，変形硬化荷重は，軸方向力を考慮した場合に比較して，アーチの半中心角 ϕ が $70^\circ \sim 90^\circ$ では数%大きいにすぎないが， ϕ が小さくなると数十%大きくなる。

④ 軸方向力を無視して計算した崩壊荷重の塑性ヒンジの位置は，アーチ



リップの断面形状，その高さに関係なく，ある ϕ に対しては常に一定である。

⑤ 軸方向力を無視して計算した崩壊荷重および変形硬化荷重の塑性ヒンジの位置，および荷重点の位置は，軸方向力を考慮した場合のそれらの位置との相違は高々，半スパン長の1～2%である。

⑥ 軸方向力を無視して計算した崩壊荷重，および，変形硬化荷重の塑性ヒンジの位置，および，荷重点の位置を用いて軸方向力を考慮して計算した崩壊荷重，および変形硬化荷重と真の崩壊荷重，変形硬化荷重は，実用的にはほぼ等しい。

- 1) 福本，吉田； 連続ばり，アーチの Shake-Dow Load について
土木学会中部支部研究発表会 昭和39年
- 2) 福本，吉田； アーチのたわみ安定性について
土木学会年次学術講演会 第20回昭和40年