

地盤の影響を考慮したラーメンの極限解析

信州大学 正員 草間 孝志

1. まえがき

漸増荷重をうける弾塑性基礎上のはりの挙動を弾性状態から崩壊にいたるまで、逐次、解を追跡することは、単純な荷重状態の場合でも結構面倒であるが、崩壊荷重は上界定理をもとに、簡単な計算によって求められることを、さきに報告した¹⁾。従来、構造物の塑性設計は上部構造のみに注目されて研究されてきたが、本文では、上部構造、地盤、基礎構造の3者を同時に考慮して解析することにより、上部構造と基礎構造を同一安全率のもとに論じ、構造物の設計計画にあたり、上部構造、基礎構造の両者を含めた全体的な塑性設計をすることを意図したものである。

2. 上部構造の崩壊機構

ラーメン構造の^{（せん断）}崩壊機構には、1) はり機構、2) 層機構、3) 節点機構があるが、この他に、地盤と基礎構造の降伏に付随して生ずる崩壊機構として、ラーメンの支点沈下による機構が考えられる。これを 4) 支点沈下機構 とよぶことにする。この機構は、図-1 に示すような崩壊機構であり、地盤および基礎構造内でなされる内部仕事を考慮しなくては（上部構造のみでは）崩壊荷重の上界値を求めることができない点か他の崩壊機構とは異なる。

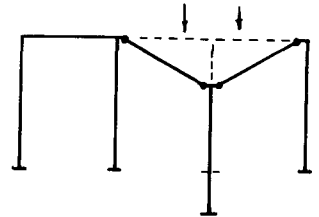


図-1

3. 基礎構造の崩壊機構

独立基礎、連続基礎、くい基礎など基礎の構造形式によつて崩壊機構が異なる。ここでは、簡単な連続基礎構造について述べる。図-2 は2点荷重をうける地盤上のはりを示す。いま、 $\alpha > 1$ とすると、このはりの崩壊機構は図-2 の (a) ~ (d) の4種類の機構が考えられる。すなわち、1) 地盤のみが降伏して崩壊する場合と、2) 基礎ばりに塑性ヒンジが生じて崩壊する場合との2つの型が存在する。この場合、基礎ばりの危険点是一般に、荷重点と荷重点間に存在する。荷重点では正の塑性ヒンジが、荷重点間では負の塑性ヒンジが生じ易い。

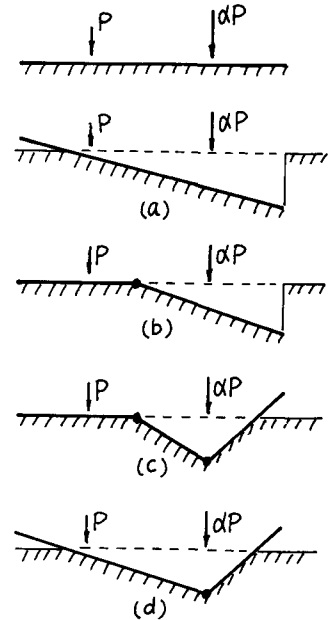


図-2

4. 構造物の崩壊機構

通常の極限解析によつて得られる構造物の崩壊荷重は、地盤が強固な場合には真の崩壊荷重として有効であるが、基礎構造が弱く、さらに、地盤が軟弱になるに従つて、基礎構造の崩壊機構を考慮しなくては、構造物の真の崩壊荷重を決定することはできない。地盤が降伏したときの構造物の崩壊機構は、上部

構造の崩壊機構と基礎構造の崩壊機構との複合機構として与えられる。したがって、構造物を地盤との相互作用を考慮して塑性解析する場合、崩壊には3つの型が存在する。①は通常の極限解析におけるように、上部構造のみに塑性ヒンジが形成される場合であり、②は地盤あるいは基礎構造の降伏によって崩壊がもたらされる場合、③は上部構造と基礎構造の両者の降伏によって崩壊する場合である。そして、これら3種類の型のそれぞれに、いくつかの崩壊機構が存在する。ゆえに、全体としては多くの崩壊機構が考えられ、上界定理による場合には、すべての崩壊機構に対する荷重の中の最小値が真の崩壊荷重として求められる。なお、崩壊荷重の計算法は文献〔1〕による。

5. 計算例

図-3に示すラーメンに例をとる。

全塑性ヒンジは複合基礎ADのみ kM_p ($k > 1$)とし、他は M_p とする。崩壊機構の数を図-4に示した。これらの例に対する計算結果を記すと、下記の通りである。

$$a) \quad P = 2 \frac{M_p}{L_1} + \frac{L}{L_1} w_0 z$$

$$z = \sqrt{2(1+k) \frac{M_p}{w_0}}$$

$$b) \quad P = 2 \frac{M_p}{L_1} + w_0 z$$

$$z = \sqrt{2(1+k) \frac{M_p}{w_0}}$$

$$c) \quad P = \frac{M_p}{L_1} \left(1 + k - \frac{z}{L_2} \right)$$

$$z = \frac{2M_p}{w_0 L_2}$$

$$d) \quad P = 2w_0 L_2, \quad z = 2L_2$$

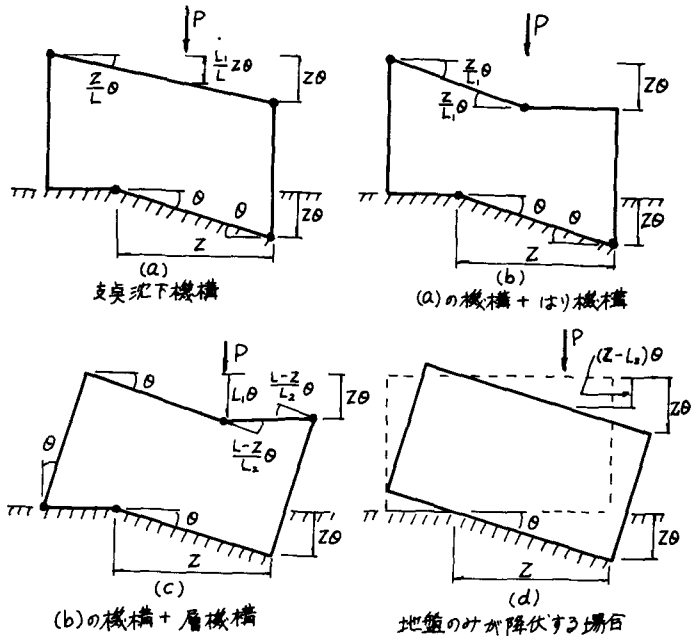
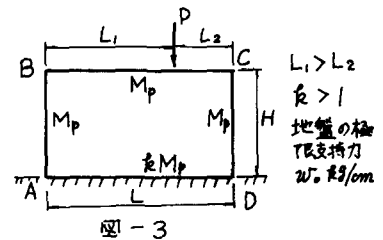


図-4 崩壊機構の例

以上の計算結果は図-3の場合の崩壊機構のすべてでない。詳細な検討は当日報告する。

6. おすび

近年、連続基礎の設計にも極限強度設計法の考え方が取り入れられてきている (ACI 318-71)²⁾。しかしながら、基礎構造の崩壊機構に対する検討がなされていないようであり、上部構造と基礎構造を一体として極限設計するまでには至っていない。鉄筋コンクリート構造部材の場合、せん断力の影響ならびに部材のじん性の影響が重要であるが、これらは今後の問題としたい。

7. 参考文献

- 1) 草間孝志：弾塑性基礎上のはり格子の極限解析、土木学会中部支部講演集、昭和50年、P.41
- 2) Bowles, J.E., 'Analytical and Computer Methods in Foundation Engineering, McGraw-Hill, 1974