



## 基礎 98 話 No.2 分割率による分割モーメントと到達モーメント

今回も固定法についてお話する。前回不釣合モーメントの解放に関連する手順を、たわみ角法と単純なモデルで説明した。そこで用いた方法を拡張し、不釣合モーメントの解放処理の手順をまとめる。

### R47：固定法の解析手順

- 1) 節点  $i$  に集まる部材の曲げ剛性の比を求める。これを固定法では、分割率  $DF$  と呼ぶ。
- 2) 不釣合モーメントと値が同じで逆のモーメントを、その節点に加わるモーメント荷重とみなす。
- 3) 上で求めたモーメント荷重に、節点  $i$  に集まる部材の分割率を掛け、各部材が負担する曲げモーメントを求める。これを分割モーメントと呼び、存在する曲げモーメントに足しこむ。
- 4) 各部材の他端には、 $i$  端で分割された曲げモーメントの 0.5 倍の曲げモーメントが発生する。この他端に生じる曲げモーメントを到達モーメントと呼び、値 0.5 を到達率と呼ぶ。後は、この到達モーメントを存在する曲げモーメントに足しこむ。

解析対象の骨組で他端が全て固定支持であると、1 回の不釣合モーメントの解放で、節点におけるモーメントの釣合が得られる。骨組の変形状態に節点移動がない場合は、これで全ての釣合が得られ、応力解析は終了する。一方、他端が固定でなく剛接合で、しかも、その節点も節点  $i$  と同様に他の部材が結合している場合、ここでも不釣合モーメントの解放が必要となる。この不釣合モーメントは、一般に到達率が 0.5 であるため、先の不釣合モーメントに比較して、小さくなることが予想される。すなわち、この解放手順を繰り返すことで、徐々に不釣合モーメントは小さくなり、ほとんど無視し得る程度、つまり誤差の範囲となる。

このような手順を反復することで、節点移動がない場合の応力解析が実行できることになる。これが固定法の解法原理である。この手順は表を用いて行くと、間違いなく実行できる。次に固定法で用いられる表を示し、その処理手順の詳細な説明を行うことにしよう。

基本的な表が、右外欄に示される。この表は、梁、柱の両端に各一つ設定し、この中に計算した値を記入しながら上記の手順を繰り返し行うためのものである。表の第 1 項である  $DF$  の欄には、節点  $i$  に集まる部材の曲げ剛性を用いて、それら剛比の割合を計算して記入する。これを分割率と呼ぶ。当然、節点  $i$  におけるこの欄の和は 1 でなくてはならな

表 1 固定法の基本的な表

|     | 梁 |
|-----|---|
| DF  |   |
| FEM |   |
| D1  |   |
| C1  |   |
| D2  |   |
| C2  |   |
| D3  |   |
| C3  |   |
| D4  |   |
| 計   |   |

い。節点*i*に集まる部材*j*の分割率は、以下の式で与えられる。

$$DF_j = \frac{k_j}{\sum k_i} \quad \dots\dots(9)$$

次の欄の FEM は固定端モーメントであり、部材荷重がある場合は、この欄に値が入る。この値はたわみ角法における固定端モーメント*C*であり、値の正負は反力の方向と同じである。固定端モーメントが、不釣合力を計算する初期値となり、部材に存在する応力の初期値ともなる。

第3項の欄である D1 は、分割モーメントの第1番目を表し、後尾の数値は反復回数を示す。分割モーメントは、その節点における不釣合モーメントに上位欄の分割率を掛けて求める。次に、第4項の C1 は、到達モーメントを入れる欄であり、後尾の数値も反復回数を示す。この到達モーメントは、他端の分割モーメント D1 の値に 0.5 を掛けて求められる。この 0.5 は**到達率**と呼ばれ、一般には到達率はこの値となる。

上記の処理を数回繰り返すと、不釣合モーメントは非常に小さくなり反復処理を終了することになる。反復処理終了の判断は、この不釣合モーメントが設定した閾値より小さくなったときである。反復を終了する場合、一般に分割モーメントを記入した時点で終了する。これは、この時点で反復処理を終了すると、節点でのモーメントの釣合が満たされた状態となるからである。

最後に、各部材の材端モーメントを求める。材端モーメントは、表の中の応力全てを足し算して求める。つまり、固定端モーメント FEM の欄から最後に分割した分割モーメントの欄まで、全ての値の総和をとり、この値を計の欄に記入する。これが材端モーメントの値となる。なお、これらの処理は、全て同一の有効桁で計算する。ほとんどの場合 3 から 4 桁の有効桁で計算すれば十分である。

表 2 節点に十字型に結合する部材の固定法の表

次に、上記の表が一般の骨組にどのように適用されるかについて検討しよう。まず、節点*i*では、梁と柱により十字形になっている場合を考える。この場合、柱・梁の並びは表2のように配置される。骨組の境界部分で、十字形になっていない場合、存在しない部材の該当する欄に斜線を引いておけば良い。あるいは、最初からその部分を取り除くこともできる。解析を間違えずに実行するためにも、この順番で表2のように設定すべきである。

以降の説明は次回行う。

|     | 節点 <i>i</i> |     |     |      |     |
|-----|-------------|-----|-----|------|-----|
|     | 左梁          | 下柱  | 上柱  | 右梁   | 外力  |
| DF  | 0.2         | 0.3 | 0.3 | 0.2  |     |
| FEM | 50          |     |     | -100 | 50  |
| D1  | 10          | 15  | 15  | 10   |     |
| C1  | 5           | 2.5 | 2.5 | 5    | -15 |
| D2  |             |     |     |      |     |
| C2  |             |     |     |      |     |
| D3  |             |     |     |      |     |
| C3  |             |     |     |      |     |
| D4  |             |     |     |      |     |
| 計   |             |     |     |      |     |